

mipaft

ministero delle politiche agricole
alimentari, forestali e del turismo

FSC

Fondo per lo Sviluppo
e la Coesione

PROGRAMMA OPERATIVO AGRICOLTURA 2014 - 2020

Sottopiano 2 - Interventi nel campo delle Infrastrutture irrigue

C.U.P. E96J16001360009

CONSORZIO DI BONIFICA "VELIA"

Località Piano della Rocca, 84060 - PRIGNANO CILENTO (SA)

Tel. 0974/837206 - Fax. 0974/837154 - Pec: consorziovelia@pec.it - www.consorziovelia.com

COMPLETAMENTO IMPIANTO IRRIGUO DELL'ALENTO

Sistema di distribuzione intersettoriale
(3° lotto di distribuzione - 1° stralcio)

Fatt. tecnico-economica

Progetto definitivo

Progetto esecutivo

Elaborato	T2	Scala	-	Data	Settembre 2020	Revisione	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6
-----------	-----------	-------	---	------	----------------	-----------	---------------------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------

Oggetto

Documenti contrattuali

Disciplinare tecnico e prestazionale degli elementi tecnici

TIPOLOGIA ELABORATO	<input type="checkbox"/> Descrittivo	<input type="checkbox"/> Grafico	<input type="checkbox"/> Calcolo
<input type="checkbox"/> Economico	<input type="checkbox"/> Sicurezza	<input checked="" type="checkbox"/> Disciplinare - Contrattuale	<input type="checkbox"/> Altro

PROGETTISTA

Velia Ingegneria e Servizi Srl

Loc. Piano Della Rocca 84060 - Prignano Cilento (SA)

Tel. 0974/837206 - Pec: veliaingegneria@pec.it

Ing. Gaetano Suppa

Iscritto all'Albo degli Ingegneri di Salerno n. 1854 dal 12.09.1983

GEOLOGO

Dott. Geol. Francesco Peduto

Iscritto all'Albo dei Geologi Regione Campania n. 2683 dal 06.05.1988

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

Ing. Giancarlo Greco

Iscritto all'Albo degli Ingegneri di Salerno n. 5168 dal 11.09.2006

Consorzio di Bonifica "Velia"

Loc. Piano Della Rocca 84060 - Prignano Cilento (SA)

Tel. 0974/837206 - Fax 0974/837154 - Pec: consorziovelia@pec.it

Rif. archivio digitale - 15g.2020/Ve.Ing.

DISCIPLINARE TECNICO

- **Disciplinare tubazioni in ACCIAIO**
- **Disciplinare tubazioni in PEAD**
- **Disciplinare APPARECCHIATURE IDRAULICHE**

**DISCIPLINARE TECNICO
TUBAZIONI IN ACCIAIO**

INDICE

1. CAMPO DI APPLICAZIONE E NORMATIVA

Campo di applicazione
Normativa

2. TUBAZIONI

Caratteristiche dell'acciaio
Tolleranze
Calcoli di stabilita'
Spessori minimi
Giunti
Prove di controllo
 Prova idraulica dei tubi in officina
 (UNI 6363/84)
Documentazione

3. RIVESTIMENTI

Rivestimenti esterni di tipo bituminoso
 Rivestimenti interni di tipo bituminoso
Prove di controllo dei rivestimenti di
 tipo bituminoso
Rivestimenti esterni con resine
Rivestimenti esterni in polietilene
realizzati in fabbrica

4. PROVVEDIMENTI PER LA PROTEZIONE PASSIVA DELLE
TUBAZIONI

Trasporto delle tubazioni
Controllo dei rivestimenti e riparazione
dei danni
 Rivestimenti dei giunti di saldatura
Isolamento delle tubazioni in corrispon-
denza dei manufatti
 Controllo della resistenza di isolamento

1. CAMPO DI APPLICAZIONE E NORMATIVA

CAMPO DI APPLICAZIONE

Il presente Disciplinare si applica alle tubazioni di acciaio per acquedotti ricavate da lamiere curvate con saldature longitudinali od elicoidali (ERW, LSAW, SSAW), con estremità per giunzioni di testa o a bicchiere, e stabilisce:

- le caratteristiche delle tubazioni e dei relativi rivestimenti protettivi;
- le prove di controllo sistematico e di accettazione da parte della Direzione lavori;
- i provvedimenti per la protezione passiva delle tubazioni.

NORMATIVA

Le tubazioni debbono essere conformi alla seguente normativa:

- Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 12 dicembre 1985 "Norme tecniche relative alle tubazioni", pubblicato sulla G.U. 14 marzo 1986 n. 61;
- Istruzioni relative alla normativa tecnica per le tubazioni, elaborate dal Ministero dei Lavori Pubblici, Presidenza del Consiglio Superiore, Servizio Tecnico Centrale;
- Norme UNI 6363/84.

Le norme sopraelencate e tutte le norme di seguito richiamate fanno parte integrante del presente disciplinare e, per patto, non si allegano.

Resta stabilito che, nel caso di discordanza fra le varie normative, l'ordine di prevalenza è il seguente:

1. Norme del presente Disciplinare;
2. D.M. 12 dicembre 1985 e relative istruzioni;
3. Norme U.N.I.;
4. Restanti norme richiamate nel testo.

2. TUBAZIONI

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN ACCIAIO
CARATTERISTICHE DELL'ACCIAIO

L'acciaio delle lamiere deve essere di qualità ed avere di norma caratteristiche meccaniche e chimiche rientranti in uno dei tipi di acciaio previsti nelle norme UNI 6363/84.

In particolare le caratteristiche dell'acciaio dovranno rientrare, secondo quanto specificato negli elaborati di progetto, nei limiti di uno dei seguenti tipi:

- acciaio tipo Fe 410 (qualità di base)
- acciaio tipo Fe 510

TOLLERANZE

spessore della lamiera (s):

a) al di fuori della saldatura

- in meno: -10%
- in più: limitato dalle tolleranze sul peso

b) sulla saldatura per tubi saldati ad arco sommerso (LSAW, SSAW) il sovrappessore del cordone di saldatura all'interno o all'esterno non deve essere maggiore dei seguenti valori (s spessore nominale):

- 3 mm per valori di s fino a 8 mm
- 3,5 mm per valori di s oltre 8 mm fino a 14 mm
- 4,8 mm per valori di s oltre 14 mm

c) sulla saldatura per tubi saldati per resistenza elettrica (ERW), i tubi debbono essere scordonati esternamente ed internamente: la superficie esterna deve essere liscia e ben raccordata anche nella zona di saldatura; internamente è consentito un sovrappessore residuo di 0.3 mm +0.05 s. Nel caso di rimozione eccessiva del cordone interno di saldatura lo spessore (s) del tubo deve comunque rispettare le tolleranze previste al punto a).

diametro esterno:

a) sezione corrente: +/-1% con un minimo di +/-0,5 mm

b) estremità calibrate per tubi con estremità liscia per saldatura di testa per una lunghezza non maggiore di 100 mm dalle estremità:

da + 1,6 mm a - 0,4 mm per tubi con DN ≤ 250

da + 2,5 mm a - 1,0 mm per tubi con DN > 250

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN ACCIAIO

lunghezza: vedi UNI 6363/84, punto 7.3.3.

massa

sul peso calcolato in base alle dimensioni teoriche e al peso specifico di $7,85 \text{ kg/dm}^3$ sono ammesse le seguenti tolleranze:

- 1) sul singolo tubo: +/- 10%
- 2) su lotti di almeno 10 t: +/- 7,5%

ovalizzazione

la tolleranza di ovalizzazione e' compresa nelle tolleranze sul diametro esterno; in ogni caso l'ovalizzazione della sezione di estremita' sara' tollerata entro limiti tali da non pregiudicare l'esecuzione a regola d'arte della giunzione per saldature di testa.

CALCOLI DI STABILITA'

L'Impresa dovra' verificare la stabilita' relativa ad ogni tronco di tubazione.

Resta comunque stabilito che gli spessori adottati non potranno essere inferiori a quelli indicati nei documenti progettuali e ai minimi prescritti dal presente disciplinare.

Criteri generali

La resistenza dei singoli elementi delle condotte verra' verificata nel modo piu' rigoroso compatibilmente con le possibilita' di soluzione dei problemi statici offerte dagli attuali procedimenti della Scienza delle costruzioni.

In particolare si dovra' tenere anche conto: dell'angolo di deviazione dell'asse degli spicchi che formano le curve, quando esso sia superiore a 6° ; della conicita' dei singoli elementi per angoli al vertice del cono superiori a 16° ; della variabilita' della sollecitazione circonferenziale nello spessore dei tubi se il rapporto tra spessore e diametro interno e' maggiore di 0,05.

Per i casi complessi, che non si possono far rientrare nelle piu' note ed accettate schematizzazioni matematiche, e per i quali il calcolo puo' dare solo indicazioni grossolane, si dovra' fare ricorso a studi su modello.

Per i pezzi di minore importanza sara' sufficiente assumere un coefficiente di sicurezza piu' elevato di quello normalmente ammesso per i pezzi verificabili con calcolo rigoroso, come e' precisato al punto 2.3.8.b).

Ove possibile, le valutazioni teoriche relative ai pezzi piu' importanti verranno verificate con apposite misure durante le prove della condotta.

Le sollecitazioni dovute a perturbazioni locali provocate da aperture di grandi dimensioni per passi d'uomo o simili, da appoggi concentrati, da attacchi flangiati, staffe di rinforzo, diramazioni a piu' vie, dovranno anch'esse venire compiutamente calcolate ai fini della verifica di resistenza del materiale nella zona perturbata.

Ipotesi di calcolo:

I carichi di diversa natura che sollecitano gli elementi delle condotte saranno raggruppati nelle seguenti tre categorie:

- a) carichi di carattere normale;
- b) carichi di carattere saltuario;
- c) carichi di carattere eccezionale.

In ogni caso lo stato di sollecitazione del materiale e' determinato dall'azione complessiva di tutte le forze agenti nel piano trasversale ed in quelli longitudinali della tubazione. Queste sono principalmente: la spinta interna dell'acqua ed esterna di eventuali falde acquifere, il peso dei tubi, dell'acqua in essi contenuta, di eventuali materiali di ricoprimento; le forze derivanti dalle variazioni di temperatura rispetto a quella di posa in opera, e dalle caratteristiche di vincolo della struttura che ne condizionano le possibilita' di deformazione.

Il calcolo delle sollecitazioni sara' effettuato tenendo contemporaneamente conto, in ciascun punto della condotte, delle condizioni piu' gravose dovute ai carichi di seguito precisati ed alle variazioni termiche e alle caratteristiche di vincolo pure indicate per ciascuna categoria di carico.

Carichi di carattere normale

Sono quelli che agiscono durante il normale esercizio delle condotte, e precisamente:

- a) Pressione interna (pressione di calcolo)

Si dovra' assumere, per ogni sezione, come pressione di calcolo quella staticamente piu' vincolante tra:

Pressione massima di esercizio.

Intesa come pressione corrispondente al livello statico massimo (pressione idrostatica) della camera di carico aumentata della sovrappressione di colpo di ariete massima di esercizio: in ogni caso si dovra' considerare, in ogni sezione, rispetto la pressione idrostatica una sovrappressione non minore di 2 kg/cmq.

Pressione minima di esercizio. Corrispondente alla condizione di tubazione piena.

- b) Peso della tubazione e dell'acqua in essa contenuta.

- c) Sovraccarichi derivanti dai materiali di ricoprimento, dalla neve, dal vento, ovvero dal passaggio di un trattore agricolo del peso di 10 t sul ricoprimento.

- d) Forze derivanti dall'attrito sulle selle di appoggio e nei giunti in dipendenza del loro interasse e tipo; per il calcolo delle conseguenti forze longitudinali si adotteranno coefficienti di attrito non inferiori ai seguenti:

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN ACCIAIO

- per appoggi realizzati con teflon (P.T.F.E.) e acciaio inox $f=0,05$;
- per appoggi realizzati su rulli $f=0,1$;
- per appoggi realizzati tra superfici metalliche non lubrificate $f=0,4$;
- per giunti di dilatazione "telescopici" a premistoppa $f=0,3$;
- per giunti di dilatazione del tipo a "soffietto" in acciaio inox secondo quanto certificato dalle case costruttrici.

e) Forze longitudinali derivanti, per le condotte prive di giunti di dilatazione, da impedita deformazione (effetto Poisson e variazioni termiche).

La variazione termica da mettere in conto e' la differenza massima che si puo' presentare nel metallo in relazione alle temperature massime e minime dell'acqua in esercizio.

Detta variazione non puo' comunque essere assunta inferiore a $\pm 10^\circ \text{C}$.

f) Forze dovute a spinte idrauliche su fondi, variazioni di sezioni, curve, etc.

g) Forze derivanti da scosse sismiche, limitatamente agli effetti dovuti all'incremento della massa.

Carichi di carattere saltuario

Sono quelli che si verificano durante il riempimento e lo svuotamento della condotta e durante la prova in opera, e precisamente:

a) pressione interna (pressione di calcolo)

Si dovra' assumere, per ogni sezione, come pressione di calcolo quella staticamente piu' vincolante tra:

Pressione conseguente alla prova in opera.

Tale pressione e' pari a 1,2 volte la pressione idrostatica (B.3.a.1): in ogni caso si dovra' prevedere un incremento minimo di 2 kg/cmq.

Pressione conseguente il vuotamento e riempimento.

Corrispondente alla condizione di tubazione piena non in pressione.

b) Peso della tubazione e dell'acqua contenuta;

c) Sovraccarichi derivanti da materiale di ricoprimento, dalla neve, dal vento, ovvero dal passaggio sul ricoprimento di un rimorchio, viaggiante secondo l'asse longitudinale della condotta, costituito da due assi di 18 t ciascuno, interassati di 1,00 m e di lunghezza di 2,6 m;

d) Forze derivanti dall'attrito sulle selle d'appoggio e nei giunti, che saranno calcolate secondo i criteri esposti al punto 2.3.3.d);

e) Forze longitudinali derivanti da variazioni termiche ed effetto Poisson, per condotte prive di giunti di dilatazione.

La variazione termica da considerare e' la differenza massima che si puo' presentare nel metallo tra la sua temperatura a condotta vuota e quella alla quale e' avvenuta la chiusura dell'ultimo giunto fra due ancoraggi. Tale variazione non puo' comunque essere assunta inferiore a $\pm 30^\circ \text{C}$ per le

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN ACCIAIO

tubazioni all'aperto vuote e di +/- 10°C per quelle interrate o installate in galleria vuote e pensili piene.

Carichi di carattere eccezionale

Sono quelli che si possono presentare solo eccezionalmente insieme ai carichi di carattere normale o saltuario, oppure indipendentemente da essi. Nei calcoli si dovrà sempre assumere la combinazione dei carichi più sfavorevole tra quelle che si possono presentare.

Si considerano di carattere eccezionale:

- a) le depressioni nell'interno delle tubazioni provocate dal mancato funzionamento dei tubi e delle valvole di entrata d'aria in occasione della chiusura dell'organo di intercettazione posto all'imbocco delle condotte (valvole a farfalla, paratoie, valvola di regolazione, etc.). Per tali depressioni si deve assumere il valore massimo pari a 1 kg/cmq;
- b) le pressioni esterne provocate da falde d'acqua su condotte in galleria bloccate con calcestruzzo oppure interrate, in concomitanza ad una depressione di 1 kg/cmq delle condotte stesse per mancata entrata d'aria durante il vuotamento;
- c) le forze derivanti da particolari condizioni di trasporto, montaggio, cementazione di tubi intasati, iniezioni a tergo dei rivestimenti metallici.

Stato di sollecitazione nel materiale e tensione equivalente

- a) In ciascun punto della tubazione deve essere completamente definito lo stato di sollecitazione nel materiale mediante la determinazione delle tre sollecitazioni principali sig1, sig2, sig3.
- b) Nei tubi dritti o con piccola curvatura si potrà ammettere che le tre sollecitazioni principali agiscano rispettivamente nelle direzioni circonferenziale, longitudinale e radiale. Inoltre la sollecitazione radiale, data la sua esiguità, potrà essere trascurata. Lo stato di sollecitazione del materiale si riduce così, per questi tubi, ad uno stato piano caratterizzato dalla tensioni principali σ_1 e σ_2 e dagli agenti rispettivamente nelle direzioni circonferenziale e longitudinale.

Per la verifica della resistenza si calcola, secondo i criteri precisati in seguito una sollecitazione monoassiale equivalente da confrontare, attraverso un coefficiente di sicurezza definito al punto 2.3.8., con la resistenza a snervamento a trazione del materiale.

La tensione equivalente sarà calcolata con la formula di Hencky - Von Mises che definisce il lavoro di cambiamento di forma a volume costante nel punto più sollecitato del materiale:

$$\sigma_e = (\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1 \cdot \sigma_2)^{0.5}$$

- c) Nei pezzi di forma complessa, nelle curve a piccolo raggio, nelle biforcazioni, etc. quando lo stato di deformazione spaziale non sia riconducibile a piano, si debbono calcolare le tre tensioni principali e si assumerà come tensione equivalente ancora quella data dalla formula di Hencky - Von Mises, che in questo caso è definita dall'espressione:

$$\sigma_e = (\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - (\sigma_1 \cdot \sigma_2 + \sigma_1 \cdot \sigma_3 + \sigma_2 \cdot \sigma_3))^{0.5}$$

$$+ \text{sig.2} * \text{sig.3})^{0.5}$$

Verifica di stabilita' elastica

Oltre alla determinazione dello stato di sollecitazione in ciascun punto della tubazione, si dovra' anche verificare la stabilita' elastica della condotta in senso trasversale e in senso longitudinale per ciascuna condizione di carico: il relativo coefficiente di sicurezza, che sara' riferito ai carichi agenti e non alle sollecitazioni unitarie, dovra' essere maggiore di 1,5.

Gradi di sicurezza

a) La tensione equivalente massima, calcolata secondo i criteri definiti al punto 2.3.6., deve essere non superiore ad una prestabilita frazione del carico unitario minimo di snervamento a trazione R_s , non alterato da eventuali incrudimenti del materiale o di 0,80 volte il carico minimo di rottura R del materiale quando R_s e' maggiore di 0,80 R :

$$\text{sig.e} \leq R_s/K ; \text{sig.e} \leq R \times 0,8/K \text{ quando } R_s > 0,8 R$$

Il coefficiente K definisce il grado di sicurezza della costruzione; esso dipende dal carattere dei carichi presi in considerazione (carichi di carattere normale, saltuario, eccezionale) dalle caratteristiche del materiale, dalla maggiore o minore rigorosita' del metodo di calcolo assunto per la determinazione dello stato di sollecitazione, dal tipo della sollecitazione.

b) Gradi di sicurezza per le sollecitazioni derivanti da carichi di carattere normale

b.1) Salvo diversa prescrizione nelle verifiche di resistenza si assumera': $K \geq 2,0$

b.2) I pezzi che non possono venire calcolati in modo rigoroso, e per i quali, attesa la minore importanza, non sono prescritte prove su modello, dovranno essere verificati con gradi di sicurezza maggiorati del 20% rispetto a quello prescritto.

c) Gradi di sicurezza per le sollecitazioni derivanti da carichi di carattere saltuario: per le verifiche di resistenza relative alle sollecitazioni di carattere saltuario, definite al punto 2.3.4., si assumera': $K \geq 1,5$

d) Gradi di sicurezza per le sollecitazioni derivanti da carichi di carattere eccezionale

Nelle verifiche di stabilita' elastica relative alle sollecitazioni dovute a depressioni all'interno della condotta e' richiesto che la pressione critica del tubo non sia inferiore a 1,5 volte la massima depressione.

Si dovra' anche procedere ad una verifica di resistenza per le stesse condizioni di carico. Il relativo coefficiente di sicurezza dovra' essere maggiore di 1,2.

Nelle verifiche di resistenza relative alle sollecitazioni derivanti dalle azioni di cui ai punti 2.3.5.b e 2.3.5.c si assumera': $K \geq 1,25$

SPESSORI MINIMI

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN ACCIAIO

In ogni caso i valori dello spessore e del diametro esterno non possono scendere al di sotto di quelli della serie unificata e normale della UNI 6363/88.

GIUNTI

Le estremità dei tubi dovranno permettere la attuazione dei seguenti tipi di giunzione:

- a) saldatura di testa, aventi estremità piane per spessori minori o uguale a 3,2 mm e smussate per spessori maggiori.
- b) a bicchiere di forma cilindrica o sferica, adatto alla saldatura elettrica per sovrapposizione.

PROVE DI CONTROLLO

Controllo delle caratteristiche chimiche e meccaniche dell'acciaio

a) Lamiera

Le prove meccaniche di controllo verranno effettuate su di una lamiera per ogni colata. Le prove da eseguire saranno:

prova di trazione longitudinale e trasversale, prova di resilienza, da eseguirsi con le modalità definite tabelle UNI 556-4713;

analisi chimica da attuarsi per ogni colata.

Le lamiere dovranno essere contraddistinte dal numero di colata e dovranno inoltre essere accompagnate da un attestato di conformità all'ordinazione.

Le prove dovranno essere eseguite dal fabbricante e i certificati dovranno accompagnare la fornitura per essere poi messi a disposizione della D.L. per conto dell'Impresa la quale avrà la facoltà di fare eseguire prove di controllo.

b) Tubi

Le prove dovranno eseguirsi per ogni partita di tubi, contraddistinti dallo stesso numero di colata, su un tubo scelto a caso per ogni lotto di: 400 tubi o meno, per diametro esterno inferiore a 150 mm; 200 tubi o meno, per diametro esterno compreso tra 150 e 300 mm; 100 tubi o meno, per diametro esterno superiore a 300 mm:

prova di trazione longitudinale e trasversale su provetta ricavata dal corpo del tubo in zone normali o parallele agli andamenti delle saldature. La prova di trazione a temperatura ambiente deve essere effettuata secondo quanto previsto dalla UNI 5465. Devono essere determinati il carico di rottura R, il carico unitario di snervamento R_s e l'allungamento percentuale A;

prova di trazione su provetta contenente il cordone di saldatura, sia trasversalmente che longitudinalmente ad essa, secondo le "Norme generali concernenti l'esecuzione e l'impiego della

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN ACCIAIO

saldatura autogena" di cui al Decreto Ministero delle Comunicazioni 26-2-1936. Per la provetta contenente il cordone di saldatura deve essere determinato unicamente il carico unitario di rottura a trazione;

prova di allargamento secondo tabelle UNI 6363, che puo' sostituire le prove a) e b) per tubi di diametro esterno inferiore a 140 mm;

Nel caso di esito negativo di qualche prova, la prova dovra' essere ripetuta in doppio su provini prelevati dallo stesso tubo.

Se anche una sola delle dette controprove dara' esito negativo, questa dovra' ripetersi su altri tre tubi. In caso di esito negativo anche di una sola di queste prove l'accertamento dovra' essere esteso a tutti i tubi della partita.

Dei controlli suddetti e dei provvedimenti presi di conseguenza dovra' conservarsi la documentazione, da porre a disposizione della D.L.

Prove non distruttive sulla saldatura (UNI 6363/84)

Il controllo delle saldature dovra' essere eseguito sistematicamente su tutte le saldature, a tubo nudo, con gli ultrasuoni o con altri sistemi approvati dalla D.L. (liquidi penetranti, esame magnetoscopico, etc.). Nei casi di risultati incerti dovra' essere provveduto al successivo controllo radiografico. Ogni imperfezione o difetto individuato con detti controlli dovra' essere eliminato e controllato con una nuova radiografia. Le saldature sottoposte al controllo radiografico sono considerate difettose ogni qualvolta vengano messe in evidenza cricche, incompleta penetrazione o incompleta fusione; sono da considerare ugualmente difettose le saldature che presentano, al suddetto controllo, delle inclusioni di scoria o delle soffiature aventi dimensioni e distribuzione maggiori dei limiti riportati nei prospetti XII e XIII delle Norme Uni 6363/84.

Le prove di controllo elencate sono quelle di norma previste; la Direzione dei lavori a suo insindacabile giudizio puo' inoltre prescrivere altre prove integrative o eventualmente sostitutive di quelle suindicate, secondo quanto, per natura e numero di prove, previsto nel punto 9 - Controlli e prove - delle Norme UNI 6363/84.

PROVA IDRAULICA DEI TUBI IN OFFICINA (UNI 6363/84)

Tutti i tubi, prima di essere rivestiti ed eventualmente anche di essere bicchierati, saranno sottoposti in officina alla prova idraulica con estremita' non vincolate, assoggettandoli ad una pressione di prova tale da indurre una sollecitazione del materiale pari almeno al 60% del carico unitario di snervamento.

La pressione di prova deve essere mantenuta per almeno 10 sec.

Durante la prova si dovranno accertare l'assenza di porosita', cricche o altri difetti.

Tubi con difetti di saldatura possono essere nuovamente saldati in maniera opportuna e dovranno essere sottoposti ad una seconda prova idraulica.

Ove sia accettato dalla Direzione lavori la prova potra' essere effettuata ogni 100 tubi; eventualmente anche saldando in serie quanti tubi necessari per annullare sulla condotta centrale l'effetto dei fondelli saldati d'estremita'.

In caso di esito negativo di una eventuale seconda prova idraulica - condotta a seguito di un precedente risultato non soddisfacente - l'intera partita di 100 tubi non verra' accettata.

DOCUMENTAZIONE

Il costruttore dovrà per ogni tubazione, salvo deroga concessa dalla Direzione dei lavori, compilare un "bollettino di prova" contenente le seguenti indicazioni:

- numero distintivo tubazione;
- numeri distintivi delle lamiere con l'indicazione dei certificati rilasciati dalla ferriera;
- i risultati delle prove sui saggi eventualmente ricavati dalla tubazione;
- i risultati dell'esame con ultrasuoni con l'elencazione dei difetti riscontrati;
- i risultati dell'esame radiografico;
- risultati di tutte le altre prove di controllo eventualmente esperite;
- la pressione di prova idraulica ed il relativo risultato;
- la verifica delle rispondenze alle tolleranze dimensionali.

Tale bollettino dovrà essere sottoscritto dal costruttore ed eventualmente controfirmato dalla Direzione dei lavori.

3. RIVESTIMENTI

I rivestimenti protettivi interni ed esterni dovranno essere tali da:

- proteggere efficacemente la superficie interna dall'azione aggressiva dell'acqua convogliata e la superficie esterna dall'azione aggressiva dei terreni e dell'ambiente in cui le tubazioni sono posate;
- conservare la loro integrità anche durante le operazioni di carico, trasporto nei luoghi di impiego, scarico e posa in opera delle tubazioni;
- resistere senza alterazioni alle temperature sia massime che minime delle località di impiego.

RIVESTIMENTI ESTERNI DI TIPO BITUMINOSO

Generalità"

La superficie esterna delle tubazioni destinate ad essere interrate dovrà essere isolata in modo da sottrarre il metallo dal contatto con l'ambiente di posa. Ciò si otterrà ricoprendo la superficie con idoneo rivestimento. Il rivestimento dovrà avere caratteristiche meccaniche tali da non subire danneggiamento durante le operazioni di trasporto, di posa in opera e di interrimento delle tubazioni.

Preparazione della superficie da rivestire

L'efficienza del rivestimento dipende principalmente dall'aderenza che il rivestimento ha rispetto alla superficie da rivestire.

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN ACCIAIO

L'aderenza che potra' essere misurata con le prove previste successivamente, sara' tanto migliore quanto piu' elevato e' il grado di pulizia e di ruvidita' della superficie.

La pulizia della superficie da rivestire dovra' comportare:

- l'eliminazione di macchie di olio, di grasso, di polvere e di altre sostanze gia' distaccate;
- l'essiccazione della superficie;
- l'asportazione della eventuale ruggine e della calamina friabile.

Questa pulizia sara' ottenuta mediante sabbiatura - riferimento SA 2 - Norme SIS 055900 - 1967 - oppure mediante una energica spazzolatura meccanica - riferimento ST 3 - richiamate Norme SIS.

Il trattamento non e' espressamente richiesto quando le tubazioni sono ricavate da lamiera normalizzata in ambiente ossidante e la superficie del tubo, al momento dell'applicazione dello strato di fondo di cui appresso si presenta esente da ruggine e da calamina friabile - grado A delle richiamate norme SIS.

Applicazione dello strato di fondo (primer)

Subito dopo la preparazione della superficie si applichera' alla superficie stessa uno strato di fondo (primer) costituito da bitume - residuo della distillazione del petrolio grezzo - limitatamente ossidato, avente le seguenti caratteristiche:

- punto di rammollimento P.A.: 105 +/- 5
- punto di rottura Fraas: $\leq - 6^{\circ}\text{C}$
- penetrazione (25°C - 100 gr-5s): ≤ 25 dmm
- solubilita' di CCL4: $> 99\%$

L'applicazione dello strato di fondo potra' essere ottenuta:

- a) mediante immersione del tubo in una vasca contenente il bitume fuso ad una temperatura di 190-220 °C; l'immersione dovra' durare 10-30 minuti a seconda dello spessore della parete del tubo in modo che il tubo stesso raggiunga la temperatura del bagno; qualora il tubo venga preriscaldato alla temperatura del bagno la dura dell'immersione potra' essere limitata ad 1-2 minuti primi;
- b) mediante applicazione di vernice bituminosa.

Nel caso b) la superficie dovra' essere preparata con particolare cura.

Se la vernice e' applicata con sistema "airless" dovra' essere praticamente priva di solvente.

Se la vernice e' applicata con pennello o spruzzo essa potra' essere costituita da soluzione di bitume disciolto in solvente con percentuale di solvente massima del 65% del peso della soluzione. In quest'ultimo caso la vernice si dovra' applicare in piu' mani avendo cura di applicare la mano successiva quando la mano precedente e' perfettamente liberata dal solvente che contiene.

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN ACCIAIO

In ogni caso e' tassativamente escluso l'uso di emulsione acquosa o comunque di sostanze diluite con acqua.

Lo spessore dello strato di fondo dovra' essere tale da assicurare la completa copertura della superficie metallica.

Applicazione dello strato protettivo

Lo strato protettivo sara' costituito da bitume ossidato ed opportunamente caricato avente le seguenti caratteristiche:

- punto di rammollimento P.A.: 100 - 115 °C
- punto di rottura Fraas: $\leq - 5^{\circ}\text{C}$
- penetrazione (25°C - 100 gr-5s): ≤ 20 dmm
- carica: 30 +/- 5%

I materiali da adoperarsi per la carica dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- natura ardesia: silicea;
- umidita': $\leq 2\%$ in peso;
- perdita alla calcinazione: 25%;
- residuo al vaglio di 10.000 maglie/cm²: $< 5\%$

Lo strato protettivo sara' ottenuto mediante il getto di miscela bituminosa fusa che investe il tubo animato di moto rotatorio oppure con l'applicazione della stessa miscela mediante spatole opportune.

E' indispensabile che lo strato protettivo venga applicato su strato di fondo gia' raffreddato o completamente essiccato a seconda del tipo di applicazione usato.

Lo spessore medio dello strato protettivo dovra' essere tale che in nessun punto della superficie si abbia uno spessore complessivo (spessore dello strato di fondo + spessore strato protettivo) non inferiore a 4 mm.

Applicazione della armatura

Per salvaguardare lo strato protettivo da sollecitazioni meccaniche, urti, abrasioni, etc. sara' necessario aumentare la resistenza meccanica mediante l'applicazione di piu' strati di idoneo materiale di armatura.

In funzione del numero di strati e del tipo di armatura si distinguono, per le tubazioni di acciaio di grande diametro, due tipi di rivestimento:

- a) rivestimento pesante in cui l'armatura e' costituita da uno strato di feltro di vetro e da uno di tessuto di vetro;

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN ACCIAIO

b) rivestimento rinforzato in cui l'armatura e' costituita da uno strato di feltro di vetro e da un doppio strato di tessuto di vetro.

I materiali di armatura verranno impiegati previa completa imbibizione con miscela bituminosa in modo da ottenere un'armatura compatta ed aderente con lo strato sottostante.

L'applicazione dell'armatura sara' eseguita avvolgendo sul tubo, ad elica, il nastro con sovrapposizione minima del 20% previo il suo passaggio in vaschetta contenente la miscela.

Sono ammessi altri metodi di applicazione degli strati di armatura purché ne garantiscano la completa imbibizione di miscela bituminosa.

L'avvolgimento deve essere eseguito in modo tale da garantire la continuita' della copertura della superficie del nastro e la buona aderenza fra i diversi strati.

Caratteristiche del feltro di vetro

Il feltro di vetro avra' le seguenti caratteristiche:

- peso del feltro: 45-70 gr/mq;
- peso dopo estrazione dell'eventuale bitume di appretto e calcinazione: non inferiore a 85% del peso originario e comunque non inferiore a 40 gr/mq;
- appretto a base di resine fenoliche e similari;
- grado idrolitico: ≤ 3 ;
- resistenza a trazione longitudinale: $\geq 12,5$ kg/5 cm;
- resistenza a trazione trasversale: $\geq 2,5$ kg/5 cm.

Caratteristiche del tessuto di vetro

Il tessuto di fibra di vetro avra' le seguenti caratteristiche:

- grado idrolitico: ≤ 3 ;
- peso del tessuto: 220 +/- 20 g/mq;
- peso dopo estrazione e calcinazione: > 170 g/mq;
- resistenza alla trazione nel senso longitudinale (larghezza del provino: 5 cm): ≥ 40 kg/5 cm;
- resistenza alla trazione nel senso trasversale (larghezza del provino: 5 cm): ≥ 40 kg/5 cm;
- peso dell'appretto: $\leq 20\%$;
- composizione dell'appretto: bitume 50%;
- resine, colla, etc. 50%;
- numero dei fili in ordito: $\geq 20/10$ cm;
- numero dei fili in trama: $\geq 10/10$ cm.

Per l'appretto del tessuto di fibra di vetro sara' utilizzato bitume disciolto in solventi e non disperso in acqua (emulsione).

Nella fabbricazione del tessuto e' escluso il trattamento con oli.

Spessori finali del rivestimento

Fra gli strati di armatura sarà interposto bitume caricato avente le caratteristiche precedentemente descritte in modo da ottenere gli spessori totali del rivestimento qui di seguito riportati.

rivestimento pesante: spessore medio mm 9; minimo mm 7

rivestimento rinforzato: spessore medio mm 10; minimo mm 8

Applicazione dello strato di finitura

Allo scopo di migliorare la prestazione del rivestimento rispetto all'azione dei raggi solari, per eliminare la appiccicosità, per ottenere la levigatura ecc., si applicherà sul tubo ancora caldo una mano di latte di calce (idrato di calce in acqua).

RIVESTIMENTI INTERNI DI TIPO BITUMINOSO

Rivestimento interno manuale

Il rivestimento interno di tipo bituminoso normalmente sarà costituito:

- a) dallo strato di primer ottenuto come descritto in precedenza;
- b) da un successivo strato di bitume ossidato, applicato per i diametri inferiori a 450 mm a caldo per centrifugazione, fino ad uno spessore non inferiore a 2 mm.

Rivestimento interno particolare

Per casi di particolari caratteristiche dell'acqua convogliata, su specifica richiesta della Direzione Lavori dovranno essere forniti tubi con rivestimento interno di spessore e tipo di applicazione da stabilirsi caso per caso.

PROVE DI CONTROLLO DEI RIVESTIMENTI DI TIPO BITUMINOSO

Prove sui materiali e loro frequenza

Le prove di controllo delle caratteristiche dei singoli materiali saranno fatte con i metodi e le frequenze appresso specificate.

Tali frequenze, ad insindacabile giudizio della Direzione lavori, possono in ogni caso essere variate prevedendo in sostituzione almeno una prova di controllo per ciascun materiale costituente il rivestimento.

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN ACCIAIO

- a) bitume polimerizzato impiegato come strato di fondo e come mastice della miscela bituminosa: una volta alla settimana;
- b) miscela bituminosa impiegata come strato protettivo: due volte alla settimana;
- c) carica minerale: ad ogni fornitura del materiale allo stabilimento;
- d) fasce di fibra di vetro: idem alla settimana.
- e) miscela di resina e catrame: due volte alla settimana.

Tali prove saranno riportate dall'Impresa in apposito registro che dovra' essere esibito ogni qualvolta la Direzione lavori ne faccia richiesta.

Le prove verranno eseguite presso il laboratorio della ditta fornitrice ovvero presso laboratori di Istituti Universitari o equiparati.

Non e' ammesso l'impiego di materiali non rispondenti ai requisiti prescritti.

Altre prove, oltre quelle sopra descritte, potranno essere concordate allo scopo di ottenere maggiori informazioni sulla idoneita' dei materiali da impiegare.

Controllo durante la fabbricazione e sui rivestimenti finiti

L'Ente appaltante si riserva di far assistere proprio personale alla fabbricazione dei rivestimenti, allo scopo di controllare la corretta esecuzione, secondo le prescrizioni, riservandosi di interrompere una produzione che non risponda ai requisiti richiesti.

Il controllo sui rivestimenti finiti consiste nell'accurata ispezione del maggior numero dei tubi in una qualunque delle fasi di lavorazione e nella misura degli spessori e prove di aderenza.

Il controllo degli spessori verra' fatto sistematicamente, sia con prove non distruttive, sia con prove distruttive.

Le prove non distruttive avranno esito positivo se gli spessori in piu' punti del tubo, a criterio della Direzione lavori, risulteranno nei limiti di quelli prescritti.

Per le prove non distruttive si impieghera' una apposita apparecchiatura elettromagnetica che consente la misura dello spessore totale; tale controllo sara' eseguito all'uscita delle macchine a rivestire con la frequenza ritenuta opportuna dalla Direzione lavori.

Prove di aderenza

Le prove distruttive si eseguiranno su un numero di pezzi variabile con la entita' dei manufatti esistenti in fabbrica all'atto del sopralluogo di controllo, destinati in tutto o in parte al presente appalto.

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN ACCIAIO

Unita' della partita	Numero del campione
10 - 25	3
26 - 50	4
51 - 100	5
101 - 200	7
201 - 300	9
301 - 400	10
401 - 500	11

Quando la partita supera le 500 unita' il campione consiste di 11 unita', piu' una unita' per ogni 100 unita' superiori alle 500.

Le prove consisteranno nella misura dello spessore e nell'accertamento dell'aderenza del rivestimento alla tubazione.

La misura dello spessore del rivestimento potra' essere eseguita mediante un orologio di misura o, per spessori tra 1,5 e 10 mm, con un dispositivo elettromagnetico.

La misura dello spessore si eseguirà in un numero di punti a giudizio della Direzione lavori, ma non superiore al punto per mq di rivestimento.

L'esito delle misure sarà positivo quando in tutti i punti di misura lo spessore non risulta mai inferiore ai limiti fissati nel punto 3.1.8.

La prova di aderenza sarà eseguita in un numero di punti, stabilito a giudizio della Direzione lavori e comunque non superiore ad una prova ogni 2 mq di superficie del rivestimento.

Si eseguono sul rivestimento, con un coltello affilato e robusto, due tagli paralleli all'asse della tubazione fino ad arrivare alla superficie del tubo. Indi si eseguono altri due tagli aventi la stessa inclinazione della fascia di armatura in modo da formare, con i primi, un parallelogramma con altezza compresa tra 10 e 20 cm.

Quindi, in corrispondenza di un intero lato del parallelogramma, si asporta la parte del rivestimento esterno al lato stesso per una sufficiente lunghezza. Su tale lato, si stacca per una profondità di due centimetri, il bordo inferiore del rivestimento della tubazione in modo da ottenere che un lembo sia leggermente sollevato. Con un arnese a forma di pinza, avente ganasce della stessa lunghezza del lato in questione, si afferra il lembo precedentemente indicato e si strappa tirando in modo uniforme.

La prova risulterà negativa se in uno qualsiasi dei punti in esame lo strato di primer si staccherà dal metallo.

Se il primer risulta ben aderente al metallo l'aderenza sarà considerata sufficiente quando il rivestimento non si stacca dallo strato di primer.

Quando lo strato di rivestimento dovesse, in alcuni punti, staccarsi dal primer si misurano le aree per le quali si è verificato il distacco.

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN ACCIAIO

Per patto esplicito si definisce "coefficiente di aderenza" il rapporto tra la superficie che resta ancora ricoperta di rivestimento e la superficie totale sulla quale viene strappato il rivestimento stesso.

La prova sara' ancora considerata positiva quando la media dei coefficienti di aderenza e' superiore al 90% e non si abbiano coefficienti inferiori al 75%.

L'area per la quale e' consentito il distacco dovra' comunque essere la somma di almeno 3 aree parziali per ogni prova eseguita.

Prova ad alta tensione

Il controllo della continuita' verra' eseguito con strumento rilevatore a scintilla con tensione ai morsetti compresa tra 15.000 e 20.000 Volt.

La misura delle intensita' di corrente circolante nella tubazione potra' essere eseguita anche staccando il collegamento elettrico fra due tubi contigui.

RIVESTIMENTI ESTERNI CON RESINE

Generalita'

Il rivestimento esterno sara' costituito da un primer zincante antiruggine, da pittura epossicatramosa e a finire da una pittura di alluminio in base bituminosa termoriflettente.

Tale rivestimento sara' impiegato per le tubazioni posate in aria di tipo pensile.

Applicazione del rivestimento e caratteristiche dei materiali

La preparazione della superficie da rivestire dovra' essere effettuata mediante sabbiatura a metallo "quasi bianco" corrispondente alle specifiche Svek Standard SIS 55900 grado SA 21/2 o 55 Pc - SP10 - 63T.

Subito dopo la preparazione e, comunque, prima che la superficie subisca alterazioni sensibili, la stessa dovra' essere sottoposta al seguente ciclo di pitturazione:

- Applicazione di zincante organico monocomponente per uno spessore di film secco di 50 microns, avente le seguenti caratteristiche:

- colore: grigio
- peso specifico: 2,3 kg/litro +/- 2%
- contenuto di zinco: 86% in peso +/- 2%
- residuo secco: 34% in volume +/- 2%
- resistenza alla temperatura (a secco): +316°C
- tempi di essiccamento del film: al tatto 30 minuti per ricopertura 8 ore
- non infiammabile quando secco

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN ACCIAIO

- possibilita' di ricopertura con pitture epossidiche ad alto spessore senza mano intermedia a basso spessore
- non tossico.

- Applicazione di una mano di pittura epossicatramosa per uno spessore di film secco di 250 microns minimo.

Trattasi di pittura epossidica a 2 componenti, curata alla Poljammide, costituita da catrame di carbone e resina epossidica (quest'ultima nella misura di almeno il 40% del peso in stato indurito), avente le caratteristiche di seguito riportate:

- colore: nero
- viscosita': tixotropica
- peso specifico: 1,26 kg/litro +/- 2%
- residuo secco: 76% +/- 2% in volume
- resistenza alla temperatura (a secco): da -340°C a +93°C
- durata in vaso aperto del prodotto miscelato: 4 ore a 16°C
- tempo di essiccazione al tatto: 4 ore a 20°C.

- Applicazione di una mano a finire di pittura alluminio in base bituminosa per uno spessore di film secco di 40 microns.

Le caratteristiche delle vernici devono essere tali che il rivestimento finito deve avere un'ottima adesione alla superficie del tubo, presentare ottima resistenza all'abrasione, avere grande durezza e contemporanea flessibilita' ed una elevata resistenza all'acqua.

Si avra' cura di applicare la pittura epossicatramosa quando lo strato di zincante organico sia sufficientemente indurito e cioe' minimo 8 ore dopo.

Inoltre se lo spessore di zincante e' ottenuto mediante l'applicazione di piu' mani successive si dovranno rispettare per le riprese i seguenti limiti in funzione della temperatura:

- tempo minimo: quando asciutto
- tempo massimo: T = 10°C 72 ore
T = 16°C 16 ore
T = 27°C 6 ore
T = 38°C 2 ore

Allo scopo di avere la certezza che il rivestimento sia completamente polimerizzato ed indurito, il trasporto delle tubazioni dalla fabbrica al luogo di utilizzazione dovra' avvenire non prima di 10 giorni dall'ultimazione del rivestimento stesso.

3.5. RIVESTIMENTI ESTERNI IN POLIETILENE REALIZZATI IN FABBRICA

RIVESTIMENTO ESTERNO IN POLIETILENE ED INTERNO IN RESINA EPOSSIDICA PER ACQUA POTABILE DI TUBI DEL DIAMETRO NOMINALE DA 100 MM A 1500MM.

Descrizione rivestimento esterno in polietilene Il rivestimento esterno in polietilene da realizzare mediante processo di estrusione a caldo deve essere del tipo a triplo strato. Esso deve essere composto da:

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN ACCIAIO

- a) strato di fondo - costituito da primer epossidico liquido o in polvere con spessore minimo di 10 micron (0,010 mm).
- b) Strato intermedio - costituito da adesivo polietilenico, spessore 150 - 400 micron.
- c) Strato protettivo - costituito da polietilene a bassa densità additivato con nero fumo (2%-3%) ed antiossidanti (a completamento dello spessore totale e con funzione di protezione meccanica).
- Il processo di applicazione del rivestimento in polietilene in relazione al diametro ed al tipo di tubo in acciaio (senza saldatura, saldato a resistenza, saldato ad arco sommerso ecc.) può avvenire per estrusione circolare su tubo che avanza con moto rettilineo o per estrusione laterale su tubo che avanza con moto a spirale. Il polietilene utilizzato deve avere le seguenti caratteristiche principali:
- Densità (ISO 1183) 0,93 - 0,94 g/cm³
- indice fluidità (ISO 1133 cond. 4 190/2,16) 0,2 - 0,5 g/10.
- Il rivestimento deve essere applicato su una superficie asciutta ed esente da sostanze estranee (oli, grassi, ecc...) ed opportunamente sabbiata mediante proiezione di graniglia, fino ad ottenere un grado di finitura Sa 2 1/2 secondo norme SIS 05 59 00.

Caratteristiche del rivestimento esterno applicato

Il rivestimento ad esame visivo, deve presentarsi uniforme ed omogeneo di colore nero, privo di sacche d'aria e lacerazioni.

Lo spessore totale del rivestimento misurato in qualsivoglia punto della superficie deve risultare pari a:

Diametro medio (mm)*	Spessore minimo	Spessore minimo nominale (mm)	assoluto (mm)
100	1.6	1.8	
150-250	1.8	2.0	
300-450	2.0	2.2	
500-750	2.2	2.5	
800-1500	2.7	3.0	

* Valore medio ottenuto mediante tre misure effettuate a circa 120° sulla circonferenza.

Continuità dielettrica

Il rivestimento di ciascun tubo deve essere sottoposto sull'intera superficie al controllo della continuità dielettrica mediante strumento Holiday Detector, tensione impulsiva 25 kV

Finitura delle estremità

Le estremità dei tubi devono essere prive di rivestimento per una larghezza di 100-150 mm e trattate con protettivo temporaneo (durata protezione circa 1 anno).

La parte terminale del rivestimento deve essere smussata con angolo da 15° a 45°. Per i tubi di diametro nominale da 100 a 250 mm l'estremità del rivestimento non deve essere smussata (taglio a 90°).

Prova di aderenza

Il rivestimento deve essere sottoposto alla prova di aderenza secondo quanto descritto nell'appendice 1.

Il valore minimo per l'accettazione del prodotto deve essere di 17,5 Kg/50 mm (3,5 N/mm).

Resistenza all'urto

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN ACCIAIO

Il rivestimento deve essere sottoposto alla prova d'urto secondo quanto descritto nella appendice n.2. Il valore dell'energia di urto deve essere pari a 5 J per ogni rivestimento.

Resistenza alla penetrazione

Il rivestimento deve essere sottoposto alla prova di penetrazione secondo quanto descritto nell'appendice 3. Il valore massimo per l'accettazione del prodotto deve essere pari a 0,3 mm.

Resistenza specifica del rivestimento

Il rivestimento deve essere sottoposto alla prova di isolamento secondo quanto indicato nell'appendice 4. Il valore della resistenza deve essere minimo di 10/9 m/2 (100 giorni in soluzione di di 0.1 M NaCl). Se risulta inferiore a 10/9 m/2, ma superiore a 10/8 m/2, il rapporto Ris a 100 gg

Ris a 70 gg. deve essere superiore o uguale a 0.8

Allungamento a rottura

Il rivestimento deve essere sottoposto alla prova di allungamento a rottura secondo quanto descritto nell'appendice 5.

Il valore minimo deve risultare pari a 200% .

Stabilità ai raggi U.V.

Il rivestimento deve essere sottoposto alla prova di stabilità ai raggi U.V. secondo quanto descritto nell'appendice 6. L'indice di fusione del polietilene ottenuto dai provini sottoposti a prova, può variare al massimo di $\pm 35\%$ rispetto al valore determinato prima di sottoporre i provini all'invecchiamento.

Stabilità termica

Il rivestimento deve essere sottoposto alla prova di stabilità termine secondo quanto descritto nell'appendice 7. L'indice di fusione del polietilene ottenuto dai provini sottoposti a prova, può variare al massimo di $\pm 35\%$ rispetto al valore determinato prima di sottoporre i provini all'invecchiamento.

Prove di collaudo e certificazione

Prove sistematiche

Le prove sistematiche devono essere effettuate su tutti i tubi. Esse sono:

- a) Esame visivo dell'aspetto
- b) Controllo della continuità dielettrica
- c) Controllo della finitura delle estremità.

Nel caso in cui in seguito alle suddette prove risultino dei tubi non conformi, il rivestimento degli stessi deve essere ripartito secondo quanto descritto nella sezione 4.

Nel caso in cui le riparazioni interessino una area superiore al 10% della superficie, il tubo in oggetto deve essere sottoposto a un secondo ciclo di lavorazione (eliminazione del rivestimento realizzato e riesecuzione dello stesso).

Prove non sistematiche

Le seguenti prove devono essere effettuate con la frequenza di seguito specificata:

- a) Misura dello spessore Misura effettuata con spessimetro magnetico, opportunamente tarato errore max $\pm 10\%$, in 12 punti simmetricamente distribuiti una prova ogni 200 tubi dell'ordinativo (almeno una prova per ogni tipo di produzione di 8 h).

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN ACCIAIO

- b) Prova di aderenza Prova eseguita su un tubo ogni 200 tubi dell'ordinativo o una prova per ogni turno di produzione di 8 h .
- c) Resistenza all'urto Prova effettuata su un tubo di inizio produzione dell'ordinativo.
- d) Resistenza alla penetrazione Prova effettuata all'inizio della produzione dell'ordinativo.
- e) Allungamento a rottura

Prova effettuata all'inizio della produzione dell'ordinativo.

Nel caso in cui i risultati delle prove elencate non sono conformi a quanto richiesto, i tubi sui quali sono state effettuate le prove (o i tubi quali sono prelevati i provini), devono essere sottoposti ad un secondo ciclo di lavorazione. Più precisamente:

- La prova (o le prove) i cui risultati non sono conformi deve essere ripetuta su un numero doppio di tubi prodotti (scelti tra quelli prodotti subito prima e dopo i tubi sottoposti inizialmente alle prove).
- Nel caso in cui i risultati delle riprova sono positivi la produzione è dichiarata conforme, nel caso in cui i risultati non sono positivi il fornitore deve concordare con l'acquirente un piano di prove più dettagliato per definire l'accettazione o meno del prodotto.

Prove di qualificazione del rivestimento applicato Le seguenti prove devono essere effettuate sul rivestimento applicato con periodicità max di 3 anni, per la qualificazione del polietilene utilizzato.

- a) Resistenza specifica del rivestimento
- b) Stabilità ai raggi U.V.
- c) Stabilità termica.

Certificazione

I risultati delle prove di collaudo devono essere registrati e forniti come certificazione nei confronti dell'acquirente. Tutte le materie prime utilizzate, relativamente ad ogni lotto, devono essere accompagnate all'atto della fornitura da un certificato di analisi (con le prove inerenti le caratteristiche fisico - chimiche principali).

Tale certificazione deve essere trasmessa dal rivestitore all'acquirente.

3.5.4 Riparazioni sul rivestimento esterno Le riparazioni del rivestimento si eseguono in relazione al tipo di difetto secondo le procedure di seguito descritte.

Le riparazioni realizzate mediante applicazione di pezze in polietilene o manicotti termorestringenti possono interessare al massimo il 10% della superficie esterna del tubo.

a) Riparazione su piccoli difetti Sono da considerare piccoli difetti:

- discontinuità del rivestimento di superficie max pari a 20 cm².
- graffi, incisioni ed altri difetti causati da movimentazione che comunque non pregiudicano la continuità dielettrica del rivestimento.

La riparazione si esegue con riporto di materiale omogeneo per fusione e spatolamento.

Per la procedura dettagliata vedere allegato 1.

b) Riparazioni su difetti estesi Sono da considerarsi difetti estesi:

- discontinuità singola dal rivestimento di superficie superiore a circa 20 cm².

La riparazione deve essere eseguita secondo le seguenti metodologie:

- applicazione di manicotto termorestringente se la superficie supera circa i 300 cm².
- applicazione di pezze in polietilene se la superficie è inferiore a circa 300 cm².

Nel caso di più difetti di superficie inferiore a 300 cm² vicini tra loro è consentita l'applicazione di un manicotto termorestringente.

Per la procedura dettagliata circa la riparazione con pezza vedere allegato 1, per la applicazione dei manicotti vedere allegato 3.

3.5.5. Descrizione rivestimento interno in resina epossidica

Il rivestimento interno deve essere realizzato in resina epossidica bicomponente, mediante verniciatura, con prodottiche risultino idonei al contatto con acqua potabile, in conformità a quanto previsto dalle vigenti leggi D.M. 21/3/73 - Circolare del Ministero della Sanità n°102 del 2/12/1978.

Il rivestimento deve essere applicato mediante sistema air-less su una superficie asciutta ed esente da sostanze estranee (oli, grassi, ecc..) ed opportunamente sabbiata mediante proiezione di graniglia metallica, fino ad ottenere un grado di finitura Sa 2 1/2 secondo norme SIS 055900.

Caratteristiche del rivestimento interno applicato

Aspetto

Il rivestimento applicato ad esame visivo deve presentarsi come una superficie levigata e speculare, priva di difetti di verniciatura (colature, spirali, gocce, ecc..), di colore uniforme, aspetto omogeneo e non rilevare alcun difetto di laminazione riguardo alla superficie metallica.

Spessore

Lo spessore minimo secco del rivestimento deve risultare pari a 250 micron (0.250 mm) e lo spessore massimo può risultare pari a 400 micron (0.400 mm).

Finitura estremità Le estremità dei tubi devono essere prive di rivestimento per una larghezza di 20-30 mm e trattate con protettivo temporaneo (durata minima 1 anno).

Prova di aderenza

La prova di aderenza si effettua sui tubi dopo il periodo necessario alla completa essiccazione del rivestimento. Essa consiste nell'incidere mediante lama di coltello la superficie verniciata, due incisioni a metallo incrociate, e quindi cercando di scalzare il rivestimento nelle zone incise. L'esito della prova è positivo se il rivestimento non viene rimosso sotto forma di grosse scaglie e non presenta stratificazioni.

Prove di collaudo relative al rivestimento interno e certificazione

Tutti i tubi devono essere ispezionati per l'esame visivo dell'aspetto del rivestimento interno. Nel caso in cui si riscontrino dei difetti, se questi si estendono per una area superiore al 10% della superficie rivestita, il tubo in oggetto deve essere sottoposto ad un secondo ciclo di lavorazione (eliminazione del rivestimento realizzato e riesecuzione dello stesso).

Prove non sistematiche

Le seguenti prove devono essere effettuate con la frequenza di seguito specificata:

a) Misura dello spessore

Misura effettuata ad umido con spessimetro a pettine su uno o più tubi, in un numero di punti significativo, ad ogni inizio lavorazione o dopo interruzioni della produzione superiori a 2 h.

Misura effettuata a secco con spessimetri magnetici (errore max $\pm 10\%$) in un numero di punti significativo, su un tubo per ogni turno di 8 h di lavorazione.

b) Prova di aderenza

Prova effettuata su un tubo ogni 200 tubi dell'ordinativo o una prova per ogni turno di produzione di 8 h.

Nel caso in cui i risultati delle prove di cui ai punti 6.2 -6.4 non sono conformi a quanto richiesto, i tubi sui quali sono state effettuate. Le prove devono essere sottoposti ad un secondo ciclo di

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN ACCIAIO

lavorazione. Inoltre su un numero doppio di tubi prodotti (scelti tra quelli prodotti subito prima e dopo i tubi sottoposti inizialmente alle prove). Nel caso in cui i risultati delle riprova sono positivi la produzione è dichiarata conforme, nel caso in cui i risultati non sono positivi il fornitore deve concordare con l'acquirente un piano di prove più dettagliato per definire l'accettazione o meno dei tubi rivestiti.

Certificazione

I risultati delle prove di collaudo devono essere registrati e forniti come certificazione nei confronti dell'acquirente. Tutte le materie prime utilizzate, relativamente ad ogni lotto, devono essere accompagnate all'atto della fornitura da un certificato di analisi (con le prove inerenti le caratteristiche fisico-chimiche principali). Tale certificazione deve essere trasmessa dal rivestitore all'acquirente.

Riparazioni sul rivestimento interno

Le riparazioni realizzate secondo la procedura descritta nell'allegato 2, possono interessare al massimo il 10% della superficie interna dei tubi. Per le riparazioni deve essere utilizzata la stessa resina epossidica applicata per il rivestimento interno del tubo.

Operazioni da effettuare al montaggio della condotta

Dopo aver effettuato la saldatura dei tubi è necessario al rivestimento della zona di giunzione per realizzare la continuità del rivestimento.

Applicazione di manicotti termorestringenti sulle estremità dei tubi saldati.

Il rivestimento esterno della zona del giunto deve essere realizzato mediante manicotti termorestringenti il cui spessore totale non deve essere inferiore a 1,5 mm (0,75 mm spessore minimo dello strato protettivo-backing, 0,75 mm spessore minimo dello strato adesivo) e la cui sovrapposizione con il rivestimento realizzato in fabbrica non deve essere inferiore a 50 mm. L'applicazione dei manicotti deve avvenire secondo quanto descritto nell'allegato 3.

Esecuzione del rivestimento interno sulla zona di saldatura

Dopo aver effettuato la saldatura dei tubi è necessario procedere al rivestimento interno della zona di giunzione per realizzare la continuità del rivestimento interno. Questa operazione deve essere realizzata per tubi di diametro superiore o uguale a 500 mm; per tubi di diametro inferiore la operazione può anche non essere effettuata. L'operazione deve avvenire secondo la procedura indicata nell'allegato 4.

4. PRESCRIZIONI TECNICHE PER LA POSA DELLE TUBAZIONI

Scavo della trincea

Lo scavo delle trincee per la posa delle tubazioni seguirà rigidamente gli assi e le livellate di progetto, adattando i vertici dell'asse si da avere tratte rettilinee di condotta costituite da multipli interi della lunghezza dei tubi evitando per quanto possibile la formazione di spezzoni di raccordo. Il raccordo tra due tratte rettilinee avverrà con pezzo speciale opportunamente contrastato. La lunghezza di scavo sul fondo, che non potrà mai essere inferiore a m. 0.60, sarà almeno

$$L = D + 2 \times 0,20 \text{ per } D < 0,5 \text{ m}$$
$$L = D + 2 \times 0,30 \text{ per } 0,5 \text{ m} < D < 1,0 \text{ m}$$

$$L = D + 2 \times 0,40 \text{ per } D > 1,0 \text{ m}$$

Larghezze diverse da quelle sopra indicate potranno essere prescritte per ragioni che devono essere chiaramente giustificate. Lo scavo sarà eseguito al di sotto della generatrice inferiore di appoggio del tubo per una profondità di 20 cm o maggiore se così indicato in progetto. La profondità dello scavo sarà tale che a posa avvenuta la generatrice superiore del tubo disterà almeno m. 1,50 dal piano campagna.

Le pareti di scavo andranno, se ritenuto necessario, assicurate da smottamenti o crolli, mediante opportune opere provvisorie, così come dovrà adottarsi ogni mezzo perchè i cavi non vengano invaso da acque di falda o di corrivazione. In corrispondenza delle giunzioni dei tubi o dei pezzi speciali lo scavo della trincea sarà opportunamente allargato a formare una nicchia. Al termine delle operazioni di scavo il fondo della trincea dovrà risultare regolare e livellato e dalle pareti non dovranno sporgere elementi lapidei per una profondità eccedente il 5% della lunghezza del cavo.

Letto di posa della condotta

Sul fondo scavo, reso preventivamente uniforme ed asciutto, e per l'intera larghezza della trincea, verrà disposto uno spessore minimo di 20 cm di materiale sciolto, sabbia, ghiaia, pietrisco, a seconda del tipo di tufo, costituente il letto di posa della condotta.

Il letto di posa delle tubazioni dovrà avere compattezza uniforme sull'intera lunghezza e dovrà a posa effettuata, avvolgere la parte inferiore del tubo per un angolo al centro dell'ampiezza che verrà indicata in progetto e comunque non inferiore a 120 gradi.

In terreni di scadenti caratteristiche di resistenza, secondo le indicazioni di progetto o a giudizio della Direzione Lavori il letto di posa dei tubi potrà essere formato con calcestruzzo cementizio poroso.

Se le caratteristiche di resistenza del terreno non consentono l'appoggio diretto del tubo al terreno occorrerà predisporre adeguate opere di sostegno quali solettoni in cemento armato, selle su pali, pali radici, micropali, ecc.

Posa dei tubi

Preliminarmente alla posa in opera dei tubi occorrerà controllare che questi, così come i giunti ed i pezzi speciali, siano di caratteristiche corrispondenti alle prescrizioni date in progetto per quella tratta e siano esenti da danneggiamenti.

Eventuali danneggiamenti subiti dal tubo o dal rivestimento dovranno essere tempestivamente riportati ricostruendo la primitiva efficienza ed integrità; ove ciò non fosse possibile si provvederà alla sostituzione del tubo.

I tubi verranno con la stessa cura e modalità prescritte al precedente punto 2, introdotti nel cavo della trincea curando con opportuni apprestamenti che non vengano sporcate le testate o introdotti materiali all'interno di essi, ed esponendoli sul letto di posa nella giusta posizione per l'esecuzione dei giunti o il montaggio delle apparecchiature e dei pezzi speciali.

Con l'ausilio di apposite modine preventivamente disposte si procederà ad allineare i tubi secondo gli allineamenti e le livellate di progetto; nel corso di tale operazione è rigorosamente vietato fare ricorso a pietre o mattoni o altri appoggi per punti singolari per conseguire l'allineamento prescritto. Per i tratti pensili o in galleria si procederà al varo o alla presentazione dei tubi con mezzi e modalità di sollevamento e trasporto adeguati all'esigenza di non danneggiare in alcun modo i tubi o il loro rivestimento.

Per garantire la continuità della superficie di appoggio fra tubo e sella o mensola sarà interposto uno strato di materiale idoneo.

Nel caso di tubazioni metalliche o in C.A.P. per garantire gli effetti della prestazione catodica le superfici di appoggio saranno allestite con membrane isolanti. Sulle tubazioni munite di

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN ACCIAIO

rivestimento protettivo esterno verranno eseguite in opera determinazioni della resistenza all'isolamento e prove di controllo sulla continuità del rivestimento protettivo.

Se gli esiti di tali prove non saranno conformi alle indicazioni di progetto del rivestimento si provvederà ad identificare ed eliminare le carenze riscontrate.

Giunzione dei tubi

L'operazione di giunzione serve a conferire alla condotta continuità di vettore idraulico nel rispetto delle ipotesi di progetto sul comportamento statico di essa e sulle sollecitazioni di esercizio.

Preliminarmente a tale operazioni è essenziale realizzare, con l'impiego anche di stracci, un'accurata pulizia delle testate affinché esse siano esenti da grassi o particelle che possano generare rigature o imperfezioni nella tenuta del giunto.

Si procederà quindi alla giunzione delle testate dei tubi contigui curando e controllando che non venga alterato il loro perfetto allineamento, ed operando con le diverse modalità indicate dal costruttore a seconda del tipo e della qualità dei materiali usati per tubi e giunto.

E' espressamente richiesto l'intervento del costruttore del tubo nella fase iniziale della giunzione per prestazioni dimostrative e di addestramento del personale dell'impresa. L'onere di tali prestazioni è a carico totale delle imprese. Si specificano di seguito per i differenti tipi di materiali e di giunti le principali modalità di impiego:

a) Giunti a bicchiere con guarnizione di tenuta

La tenuta delle guarnizioni a bicchiere deve essere assicurata da guarnizioni in gomma o materiale equivalente alloggiata nell'apposita scanalatura ricavata nell'interno del bicchiere.

Le operazioni di giunzione si svolgeranno nell'ordine accertando preventivamente la corretta smussatura dell'estremità dei tubi, inserendo l'anello di tenuta nell'apposita sede, lubrificando con acqua saponata o posta al silicone l'interno delle guarnizioni e l'esterno del tubo maschio e infilando quest'ultimo all'interno del bicchiere avendo cura di non spostare la guarnizione della sua sede e di lasciare un gioco, di almeno 1 cm fra il fondo bicchiere e l'estremità dell'altro tubo.

Per i tubi in C.A.O. e C.A.P. si ometterà la lubrificazione del giunto in fase d'infilaggio ponendo la massima cura e che la guarnizione rotoli uniformemente prima di assestarsi nella sua sede.

Per tali tubi la continuità ai fini della protezione catodica sarà realizzata collegando con treccia di rame le armature di tubi contigui.

Per i tubi in P.R.F.V. ed in P.V.C. è rigorosamente vietato l'impiego di grassi o di olii lubrificanti.

b) Giunti a bicchiere a tenuta con incollaggio

Tale tipo di giunzione riguarda alcuni tubi in P.V.C. e consiste dell'altra mediante l'impiego di collante del tipo previsto dal costruttore.

Preliminarmente occorrerà trattare con carta abrasiva o adeguato solvente le superfici da incollare.

Quindi con infilaggio fino a rifiuto si determinerà il tratto da spalmare con collante.

Disgiunte le due estremità e spalmate uniformemente e senza eccesso le superfici da incollare si spingerà il tubo a testata liscia all'interno del bicchiere fino a battuta curando di non sollecitare la giunzione per il tempo indicato dal fabbricante come necessario il consolidamento.

c) Giunto a manicotto

Si impiega sui tubi a testata liscia a mezzo di manicotto semplice costruito con lo stesso materiale del tubo.

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN ACCIAIO

Viene disposto a cavallo dei tubi da giuntare realizzando la tenuta a mezzo di due guarnizioni ad anello di gomma disposte all'estremità dei tubi e tenute in posto mediante risalti interni al manicotto stesso.

Per unire due tubi, dei quali uno già collegato alla condotta, si disporrà un anello di gomma sulla testata del tubo già in opera, mentre sulla testata del nuovo tubo da congiungere verrà infilato prima il manicotto in P.V.C. o P.R.F.V. e quindi l'altro anello di gomma, il quale trovasi distante dalla estremità del tubo di una lunghezza pari a quella della testata del manicotto.

Ciò fatto si disporrà il tubo da giungere in prosecuzione dell'altro fisso in modo tale che le due testate distino fra loro 5 o 6 mm ed i tubi stessi concentrici e perfettamente allineati; quindi con apposito apparecchio si farà scorrere il manicotto verso la giunzione facendolo salire prima su uno poi sull'altro anello di gomma, sicchè ad operazioni ultimate, la giunzione abbia la mezzzeria tra le testate dei tubi e gli anelli risultino ad eguale distanza dalla detta mezzzeria.

d) Giunti per tubazioni metalliche con saldature testa a testa.

La guarnizione delle tubazioni e dei pezzi speciali in acciaio dovrà essere effettuata da personale specializzato.

L'impresa appaltatrice eseguirà le saldature sulle condotte a mezzo di personale in possesso dell'apposito brevetto rilasciato dall'Istituto Italiano di Saldature o altro Istituto autorizzato.

L'accoppiamento e l'assiatura dei tubi sarà assicurata con accoppiatori esterni o interni ai tubi, oppure mediante saldatura di apposite squadrette o regette atte ad assicurare la coassialità dei tubi.

La distanza di accoppiamento fra barra e barra dovrà essere di 1,5 - 2 mm.

I tubi ad estremità bisellata per saldature testa a testa, verranno saldati all'arco elettrico con elettrodi cellulosici rivestiti per la prima passata e basici per le successive ed il cui metallo d'apporto abbia caratteristiche analoghe a quelle dei metalli da saldare.

Il numero delle passate sarà in rapporto allo spessore dei tubi e comunque di regola mai inferiore a tre.

Alla fine di ogni passata la saldatura dovrà essere pulita o raschiata da tutte le incrostazioni e ripulita da impurità o sbavature.

Non sarà consentito lasciare saldature incomplete e comunque si prescrive che, di regola, alla fine della giornata lavorativa, tutte le giunzioni iniziate dovranno essere completate.

Si prescrive altresì che i dispositivi di accoppiamento precedentemente descritti potranno essere rimossi solo dopo il completamento della prima passata.

A saldatura ultimata la superficie esterna del cordone di saldatura dovrà risultare a profilo convesso estesa oltre il bordo della bisellatura.

Il controllo della buona esecuzione delle saldature verrà fatto con prove non distruttive continue mediante l'impiego di ecografi ad ultrasuoni e per punti singolari mediante l'impiego di apparecchi radiografici portatili a raggi X.

Dopo la saldatura delle guarnizioni l'Impresa dovrà ripristinare accuratamente il rivestimento interno ed esterno (sia di fondo che protettivo) dei tubi in corrispondenza delle guarnizioni stesse, facendo attenzione che non si creino soluzioni di continuità tra rivestimento già esistente sul tubo e quello del giunto.

Le condotte aeree pensili fuori terra od in galleria saranno munite di rivestimento protettivo da applicarsi ai tubi, agli accessori metallici quali cerniere, appoggi, selle, ecc, ed alle carpenterie quali passerelle, strutture metalliche in genere ecc.

4.5 Primo rinterro

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN ACCIAIO

Completata la giunzione dei tubi ed eseguiti gli ancoraggi si procederà al rinterro consistente nel rincalzare la tubazione con il materiale impiegato per la formazione del piano di posa e nell'eseguire il primo ricoprimento del tubo con materiale selezionato proveniente dallo scavo lasciando i giunti scoperti.

Le tubazioni sono così predisposte all'esecuzione delle prove di tenuta idraulica dei giunti di cui al successivo paragrafo.

Dovranno, nell'esecuzione del rinterro e nella sia estensione e compattazione, rispettarsi le prescrizioni di progetto, le indicazioni del costruttore e la normativa UNI esistente al riguardo.

Prova idraulica

Ha lo scopo di accertare la tenuta dei giunti.

Se il diametro delle condotte lo consente, verrà effettuata mediante apposite attrezzature mobili montata all'interno della tubazione a cavallo dei giunti e tale da introdurre acqua in pressione nello spazio anulare fra le testate dei tubi del giunto da provare.

Se il tipo e le dimensioni del tubo lo richiedono la prova verrà effettuata per tronchi, previo sezionamento con apposito tappo o piatto saldato, opportunamente contrastati.

Le modalità di prova (durata, pressione) verranno stabilite in progetto e saranno conformi alle indicazioni date dal costruttore del tubo di cui si richiederà l'assistenza se ritenuta necessaria.

Completamento del rinterro

Il rinterro della condotta verrà completato a termine delle operazioni di cui al precedente punto 11.4 e con le stesse modalità indicate al punto 11.5.

Completato il rinterro e conferito ad essa una monta opportuna per compensare eventuali assestamenti si procederà alla delimitazione dell'area di esproprio o soggetta a servitù mediante la collocazione in termini in muratura recanti la scritta CONSORZIO DI BONIFICA VELIA.

Il materiale di risulta dallo scavo non impiegato nel rinterro verrà portato a rifiuto in aree predisposte a cura del concessionario.

In taluni casi potranno, con il consenso esplicito del Servizio Tecnico dell'Ente concedente, omettersi le operazioni di cui ai precedenti punti, passando direttamente all'esecuzione dell'interro ed al collaudo di cui al successivo punto senza che con ciò l'impresa sia in alcun modo esentata dalla responsabilità e dagli obblighi di rendere le condotte pienamente efficienti ed a perfetta tenuta.

Collaudo

Verranno collaudate intere tratte di condotta isolante mediante sezionamenti opportunamente predisposti.

Per l'esecuzione delle prove di collaudo verranno impiegati soltanto manometri registratori con certificati di taratura rilasciati da un Istituto Universitario o altro Ente equivalente non oltre tre mesi precedenti la prova.

Il numero, le modalità, la durata, la pressione e gli assorbimenti ammessi per le prove verranno concordati caso per caso fra la Direzione dei lavori, la Commissione collaudatrice ed il Servizio Tecnico del Concedente, della scorta delle indicazioni di progetto e di quelle fornite dal costruttore. In ogni caso almeno una prova avrà durata non inferiore a 24 ore e le pressioni di prova di massima saranno così fissate in relazione alla natura dei tubi:

- tubazioni in acciaio

1,5 x pressione di esercizio e comunque non inferiore a 20 Kg/cmq;

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN ACCIAIO

- tubazioni in C.A.O. o C.A.P.

1,3 x pressione di esercizio

- tubazioni in P.V.C.

1,5 x pressione di esercizio

- tubazioni in P.R.F.V.

1,5 x pressione di esercizio

con la limitazione pressione di esercizio + 3 Kg/cmq < pressione di prova < pressione di esercizio + 8 kg/cmq.

Si precisa che la pressione di esercizio è la massima pressione che può verificarsi in un tronco di tubazione nelle più gravose condizioni di funzionamento idraulico comprese le sovrappressioni indotte da fenomeni transitori.

In assenza di uno specifico studio su tali sovrappressioni si assumerà per pressioni di esercizio il carico piezometrico sulla condotta maggiorato dei massimi valori indicati nella tabella III allegata al Dec. Min. in data 12.12.1985, che approva la "Normativa Tecnica per le Tubazioni", e sempre che tale valore sia superiore alla pressione idrostatica maggiorata del 20%.

5. PROVVEDIMENTI PER LA PROTEZIONE PASSIVA DELLE TUBAZIONI

TRASPORTO DELLE TUBAZIONI

Durante il trasporto, si potranno verificare deformazioni delle tubazioni stesse. A causa di tali deformazioni si potranno indurre sul rivestimento isolante sollecitazioni meccaniche tali da creare rotture o fessurazioni del rivestimento stesso.

Allo scopo di eliminare o comunque di ridurre al minimo i danneggiamenti del rivestimento, si dovrà porre particolare attenzione nelle operazioni di carico, scarico e trasporto, aumentando i punti di appoggio delle tubazioni e contrastando eventualmente le deformazioni che potranno verificarsi.

Nelle operazioni di carico e scarico si dovranno adoperare fasce di gomma o di altro materiale idoneo con una superficie tale da non produrre sollecitazioni notevoli sul rivestimento isolante.

CONTROLLO DEI RIVESTIMENTI E RIPARAZIONE DEI DANNI

Allorquando la tubazione è a bordo cavo dovrà essere eseguito un controllo dello stato del rivestimento isolante e procedere alla riparazione degli eventuali danni subiti dal rivestimento stesso.

Il controllo si eseguirà con idoneo apparecchio di rilevazione a scintilla (holiday detector) e la tensione di prova sarà di 20.000 Volt.

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN ACCIAIO

La Direzione Lavori stabilirà, a suo insindacabile giudizio, se i danni sono riparabili oppure no; in questo secondo caso imporrà l'allontanamento del tubo dal cantiere e ne vieterà l'utilizzazione.

Riparazione dei rivestimenti bituminosi

Se il danno al rivestimento è limitato a modesto schiacciamento o fessurazione dello strato protettivo superficiale (tessuto di vetro) che non compromette l'integrità del secondo strato protettivo (feltro di vetro), la riparazione si effettuerà con l'applicazione di toppe costituite da strati alternati di miscela bituminosa e di armatura conforme a quella prevista per lo strato protettivo ponendo particolare attenzione allo scopo di assicurare l'aderenza della toppa sovrapposta al rivestimento preesistente.

Tale aderenza dovrà essere migliorata pulendo a fondo il rivestimento preesistente ai contorni, ravvivandolo con idoneo utensile e riscaldando fino a portarlo ad incipiente fusione.

Se il danno è tale che ha alterato l'integrità del secondo strato protettivo portando allo scoprimento della superficie del tubo, si dovrà asportare il rivestimento per tutta la circonferenza del tubo e per una lunghezza tale da raggiungere una sezione nella quale il rivestimento risulti integro.

Il ricoprimento della zona così scoperta si effettuerà con i metodi ed i materiali previsti per il rivestimento dei giunti di saldatura.

Riparazione dei rivestimenti con resina

Se il danno è limitato ad abrasione o fessurazione superficiale, si procederà al ripristino con l'applicazione di una toppa della stessa miscela adoperata per il rivestimento ponendo particolare cura allo scopo di assicurare l'aderenza della toppa sovrapposta al rivestimento preesistente.

Tale aderenza potrà essere migliorata pulendo a fondo il rivestimento preesistente ai contorni e ravvivandolo con idoneo utensile.

Se il danno è tale da portare allo scoprimento della superficie, si dovrà procedere alla completa pulizia della superficie scoperta ed al ricoprimento della stessa con miscela uguale a quella adoperata per il rivestimento assicurando sempre l'aderenza sia al metallo che al rivestimento preesistente.

RIVESTIMENTI DEI GIUNTI DI SALDATURA

Rivestimenti bituminosi esterni

Il rivestimento dei giunti di saldatura dovrà essere generalmente eseguito nei seguenti modi:

- con materiale bituminoso fuso
- mediante fasciatura a caldo
- mediante fasciatura a freddo.

Qualunque sia il sistema adottato per il rivestimento è necessario eseguire le seguenti operazioni preliminari:

- realizzare sulle estremità del rivestimento esistente sui tubi contigui, un invito a becco di flauto per una lunghezza non inferiore a 20 cm sul tubo a monte e 20 cm sul tubo a valle della saldatura;

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN ACCIAIO

- pulire a fondo la superficie da rivestire con spazzolatura metallica in modo che risulti esente da polvere, terra, scorie di saldatura, etc. Un'accurata pulizia deve essere effettuata anche su un tratto di circa 15 cm del rivestimento esistente sui tubi sulle parti adiacenti in modo da asportare eventuali corpi estranei (latte di calce, terriccio, etc.).

L'intervento di ripristino del rivestimento dovrà in ogni caso sovrapporsi al rivestimento preesistente, sul tubo a monte e a valle della saldatura, per una lunghezza non inferiore ai 15 cm.

a) rivestimento con materiale bituminoso fuso

Dopo quelle preliminari si dovranno eseguire le seguenti operazioni:

- applicare sulle parti rese pulite ed asciutte, almeno una mano di vernice bituminosa (primer);
- applicare, dopo che la pellicola di vernice è ben essiccata, uno strato di bitume fuso dello spessore di almeno 2 mm; l'operazione va eseguita versando il bitume con un mestolo nella parte superiore e spalmando con un tampone od una spatola od altro idoneo sistema in quella inferiore;
- eseguire una fasciatura in doppio strato con tessuto di fibra di vetro imbevuto di bitume a caldo, sovrapponendo la fasciatura al rivestimento preesistente per almeno 15 cm, in modo da non dar luogo a soluzioni di continuità;
- controllare con un rivelatore a scintilla, tarato per una tensione di 10-15 Kv, lo strato di bitume e ripristinare la sua continuità nei punti di scarica.

b) rivestimento con fasce prebituminate a caldo

Dopo quelle preliminari si dovranno eseguire le seguenti operazioni:

- applicare sulle parti rese pulite ed asciutte, almeno una mano di primer opportuno;
- applicare, se previsto, uno strato di bitume a caldo per lo spessore di almeno 2 mm con le stesse modalità di cui al punto a);
- applicare la fascia prebituminata, scaldando la superficie interna (per es. con becco a gas) fino alla fusione del bitume e provvedere alla fasciatura operando la sovrapposizione fino a raggiungere lo spessore del rivestimento esistente sulla tubazione;
- controllare con rivelatore a scintilla.

c) Rivestimento con fasce di bitume a freddo

Dopo quelle preliminari si dovranno eseguire le seguenti operazioni:

- applicazione di idoneo primer, se richiesto dal tipo di collante esistente sulla fasciatura;
- fasciatura elicoidale con fasce di bitutene H-D o simile in modo da raggiungere in più strati, con una sovrapposizione minima del 50% della loro larghezza, lo spessore totale del rivestimento di 2 mm al minimo. La fasciatura sarà eseguita manualmente a perfetta regola d'arte in modo da assicurare una perfetta aderenza e sarà estesa fino alla superficie bituminosa ben ravvivata, preparata con invito a becco di flauto sulla quale sarà stata preventivamente passata una mano di strato di fondo (primer);
- controllo con rivelatore a scintilla.

Rivestimenti con resine

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN ACCIAIO

Per le tubazioni rivestite con resine dovranno essere eseguite le seguenti operazioni:

- ravvivare con idoneo utensile il rivestimento esistente sui tubi contigui;
- pulire a fondo ed applicare la miscela come previsto di norma.

Particolare cura dovrà essere posta nelle operazioni precedenti allo scopo di ottenere una perfetta aderenza del rivestimento aggiuntivo al metallo ed al rivestimento preesistente.

ISOLAMENTO DELLE TUBAZIONI IN CORRISPONDENZA DI MANUFATTI

In corrispondenza dei blocchi di ancoraggio o di attraversamento di murature si prescrive di aumentare l'isolamento della tubazione per tutta la lunghezza dell'ancoraggio o dell'attraversamento della muratura.

In particolare si dovrà prevedere un rivestimento con lo stesso ciclo di quello impiegato per le tubazioni pensili con uno spessore minimo della pittura epossicatramosa di 400 microns.

Qualora, per ragioni meccaniche, alla tubazione dovessero essere applicate anche di ancoraggio le stesse dovranno essere rivestite, previa sabbiatura, come è indicato nel seguente punto per le sellette di appoggio.

L'isolamento della tubazione dalle sellette di appoggio in calcestruzzo sarà ottenuto ricoprendo la lamiera con materiale isolante.

L'operazione di ricoprimento dovrà essere effettuata prima della posa in opera e dopo che siano state eseguite tutte le operazioni di saldatura delle zanche di ancoraggio o di altri accessori alla lamiera di appoggio.

La lamiera completa di accessori sarà opportunamente preparata per ottenere una buona bagnabilità delle superfici ed un'ottima adesione del rivestimento.

La preparazione sarà ottenuta mediante sabbiatura commerciale o mediante energica spazzolatura meccanica.

Il ricoprimento sarà ottenuto con miscele di resine epossidiche e polvere di quarzo, contenente una quantità di resina epossidica non inferiore al 60%.

L'eventuale indurente da mescolare alla resina dovrà essere per quantità e tipo tale da ottenere una completa polimerizzazione in un tempo inferiore a 24 ore nelle condizioni ambientali in cui viene effettuato il ricoprimento.

Il rivestimento dovrà avere uno spessore non inferiore ad 1 mm e dovrà, comunque, essere capace di sopportare, senza perdere le sue capacità isolanti, le sollecitazioni meccaniche alle quali sarà sottoposto in opera.

CONTROLLO DELLA RESISTENZA DI ISOLAMENTO

Il controllo si effettua con la misurazione della resistenza di isolamento delle tubazioni in opera e piene di acqua.

Le tubazioni interrate dovranno presentare una resistenza di isolamento non inferiore a 1.000 Ohm/mq (con tolleranza - 50 Ohm/mq) misurata su una lunghezza di tubazione non inferiore a 500 m.

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN ACCIAIO

La misura della resistenza di isolamento sarà eseguita con il metodo proposto dalla Sezione T - 2D del Comitato Tecnico della NACE (National Association of Corrosion Engineers) Pubblicazione 57-27 (CORROSION, Vol. 13 n. 12 p. 37) (1957). Il periodo di intermittenza della corrente di misura sarà di 60 sec con un tempo di attacco di 50 sec.

Le misure delle varie grandezze richiamate in detto metodo saranno eseguite dopo aver fatto circolare, in maniera continuativa, la corrente di misura per un periodo di tempo sufficiente a far polarizzare la tubazione e comunque non inferiore a 5 ore.

Il rilievo dei potenziali in ciascun punto di misura, sarà determinato quale media di 5 valori ricavati come differenza tra le letture eseguite a corrente attaccata e corrente staccata, con un voltmetro a resistenza interna non inferiore a 100.000 Ohm/V ed a basso tempo di risposta.

La misura della intensità di corrente circolante nel tronco di tubazione in prova potrà essere eseguita anche staccando il collegamento elettrico fra due tubi contigui.

Qualora, da misure eseguite, la resistenza di isolamento dovesse risultare inferiore alla minima richiesta, saranno applicate le seguenti penali:

- se inferiore entro il 15% del valore richiesto L. 300 per mq di superficie da proteggere;
- se inferiore dal 16 al 30% L. 1500 per mq di superficie da proteggere;
- se inferiore dal 31 al 60% L. 3000 per mq di superficie da proteggere.

Per valori inferiori a 400 Ohm/mq l'Ente appaltante si riserva la facoltà insindacabile di non accettare la tubazione o di applicare una penale non inferiore a 6000 lire per mq di superficie.

APPENDICE 1

PROVA DI ADERENZA

La prova deve essere eseguita a temperatura ambiente. Per effettuare tale operazione, il rivestimento in polietilene viene incluso lungo la circonferenza, formando una striscia larga minimo 20 e max 50 mm. La striscia viene tirata, con dispositivo corredato di dinamometro, a 900 rispetto alla superficie del tubo ad una velocità di 10 mm al minuto. La forza necessaria a tale scopo viene misurata e rappresenta la forza del rivestimento applicato sul tubo. Tale forza è misurata in N/mm.

APPENDICE 2

Prova di resistenza all'urto

La prova deve essere eseguita a temperatura ambiente. L'apparecchiatura da impiegare è costituita da:

a) una guida tubolare diritta graduata non flessibile, avente una superficie interna liscia e regolare, una lunghezza di almeno 1.50 m ed un diametro interno non superiore a 60 mm.

b) Un dardo da scorrere liberamente dentro l'asta con testa di acciaio, con diametro di 25 mm.

Il peso del dardo deve essere regolare e pari a $(0,51 t) \text{ Kg}$ (dove t è lo spessore medio, in millimetri, misurato in precedenza sul rivestimento in esame).

A questo peso corrisponde una energia di urto pari a 5 j per ogni millimetro di rivestimento (altezza di caduta 1 m).

La determinazione della resistenza all'urto deve essere effettuata con il seguente procedimento:

- Disporre il tubo campione in modo stabile e scegliere 20 punti per l'impatto sulla generatrice più alta.

- Introdurre il dardo nella guida tubolare, con la testa emisferica rivolta verso il basso e tenuta a distanza di 1,00 m dalla superficie del tubo.

- Effettuato l'impatto, si controlla nell'area di urto, la presenza di eventuali discontinuità nel rivestimento mediante holiday detector (25 KV). Il rivestimento risulta accettabile come resistenza all'urto, soltanto se in nessuno dei punti di impatto l'apparecchio segnala la presenza di discontinuità.

APPENDICE 3

Prova di resistenza alla penetrazione

La prova deve essere eseguita su 3 campioni di rivestimento non deformati a temperatura ambiente. L'apparecchiatura da utilizzare è costituita essenzialmente da un penetratore del peso di 0.25 kg la cui estremità (che sarà a contatto con la provetta) ha forma cilindrica con diametro di 1.8 mm (sezione di contatto 2.50 mm²). Essa è corredata da un peso addizionale di 2.30 Kg, da fissare sul penetratore e da un comparatore idoneo a misurare le profondità di penetrazione con la precisione assoluta di $\pm 0,01$ mm.

La prova si effettua con il seguente procedimento:

- viene applicato sulla provetta l'estremità del penetratore, senza peso addizionale.
- Viene rilevato dopo 5 s il valore zero di riferimento
- viene applicato il peso addizionale e dopo 24 h viene misurata la profondità di penetrazione (differenza tra valore dopo 24 h - valore dopo 5). Il valore di penetrazione è la media aritmetica dei valori ottenuti per le tre provette.

APPENDICE 4

Prova di resistenza specifica del rivestimento

La prova viene eseguita su un campione di tubo rivestito di superficie ≈ 0.03 Il rivestimento deve essere a contatto con una soluzione 0.1 M NaCl.

E' anche necessario un controlettrodo con superficie ≈ 10 cm², una sorgente di corrente continua, tensione 50 V, un amperometro ed un apparecchio di misura della tensione. Il campione deve restare nella soluzione 100 gg e possono essere usate le seguenti procedure:

a) Un'estremità del tubo da collaudare viene isolato in modo tale che la superficie di acciaio non venga a contatto con la soluzione.

Per la misura della resistenza il campione può essere tirato fuori dalla soluzione e quindi bagnato con una qualunque soluzione elettrolitica.

b) Sulla superficie del tubo viene applicato un recipiente contenente la soluzione.

Prima di iniziare la prova bisogna assicurarsi con strumento holiday detector 25 KV che la superficie di collaudo non presenti discontinuità.

Per effettuare la misura è necessario applicare il polo positivo della sorgente di C.C. al tubo di acciaio ed il polo negativo al controlettrodo. Il controlettrodo deve essere immerso nella soluzione. La resistenza specifica del rivestimento RS si ricava quindi da

$$RS = \frac{U.A.}{I} \text{ in m}^2$$

U Tensione tra controlettrodo e tubo d'acciaio in V

A superficie di collaudo

I Corrente in A

I risultati della misura sono esatti solo se la corrente di dispersione è notevolmente inferiore rispetto a quella che attraversa il rivestimento. La tensione viene applicata solo durante la misurazione. La prima misura deve essere eseguita 3 giorni dopo l'inizio della prova.

Successivamente i rilevamenti devono essere eseguiti ad intervalli di 10 gg.

APPENDICE 5

PROVA DI ALLUNGAMENTO A ROTTURA

La determinazione della resistenza a rottura a trazione deve essere eseguita su campioni non deformati.

Dal rivestimento dell'estremità di 1 tubo campione predisposto, si ricavano 3 provette secondo ISO R 527 tipo 2, il cui asse longitudinale sia orientato nel senso della circonferenza del tubo.

Nella prova si determina con velocità di trazione di 50 mm/min. L'allungamento a rottura dei valori ricavati dalle 3 provette si calcola la media aritmetica.

Il rivestimento è accettabile se il valore medio dell'allungamento a rottura rientra nei limiti stabiliti (> 200%).

APPENDICE 6

PROVA DI INVECCHIAMENTO AI RAGGI U.V.

Per la prova vengono ricavate dal rivestimento in polietilene, 5 provette ripulite dalle sostanze adesive ed aventi uno spessore massima di 2 mm (eventualmente ottenuto mediante abrasione del lato inferiore).

Esse vengono poi esposte, nell'apposito apparecchio di collaudo (cella d'irradiazione munita di lampada allo zenon) per la durata di 2400 ore (andamento costante senza simulazione di pioggia), con una temperatura di $(45 \pm 2) ^\circ\text{C}$ ed una umidità relativa compresa tra il 60 o il 70%.

L'indice di fusione viene determinato secondo ISO 1133 condizione 4 190/2.16 prima dell'irradiazione e ad intervalli di 400 ore.

APPENDICE 7

PROVE DI INVECCHIAMENTO TERMICO

La prova di invecchiamento termico viene eseguita in forno ad aria ventilata, su 5 provette (da ricavare da tubi rivestiti) ripulite dalle sostanze adesive ed aventi uno spessore massimo di 2 mm (eventualmente ottenuto mediante abrasione del lato inferiore), ad una temperatura di 100 °C per ogni 100 giorni (2400 ore).

Per la determinazione dell'indice di fusione le parti di prova vengono estratte dal forno ad intervalli di 400 ore e l'indice di fusione è calcolato secondo ISO 1133 condizione 4 190/2.16.

ALLEGATO 1

PROCEDURA DI RIPARAZIONE - RIVESTIMENTO ESTERNO IN POLIETILENE

a) Riparazione su piccoli difetti

- riscaldare in modo graduale la zona da riparare con fiamma evitando di provocare la combustione del rivestimento;
- applicare a caldo riscaldamento con fiamma una o più strisce di polietilene di materiale idoneo nella zona da riparare, lisciando le superfici con spatola riscaldata, fino a riempire la cavità;
- verificare con holiday detector (25 KV) la continuità dielettrica della zona riparata.

b) Riparazione con pezze su difetti estesi.

- ampliare la zona del difetto per ottenere una forma geometrica regolare e verificare la adesione del rivestimento esistente;
- effettuare sulla superficie da riparare una leggera smerigliatura o spazzolatura per rimuovere i residui di rivestimento fino a ottenere una superficie metallica completamente pulita;
- riscaldare in modo graduale la superficie da riparare mediante fiamma ed applicare a caldo una o più strisce di polietilene di materiale idoneo (ved. punto a) fino a riempire la cavità, lisciando la superficie con spatola riscaldata;
- preparare una pezza di polietilene di materiale idoneo di dimensioni leggermente superiori a quelle della zona da riparare, con spigoli arrotondati;
- applicare la pezza sulla zona da riparare e pressarla fino ad ottenere una completa adesione tra la pezza ed il rivestimento (applicare un foglio di alluminio sulla pezza solo nel caso di utilizzo di materiali di riparazione che lo richiedono);
- riscaldare la zona con fiamma in modo da fondere lo strato di adesivo della pezza con la zona sottostante e battere contemporaneamente con tampone o attrezzo adatto (eliminare il foglio di alluminio se utilizzato a raffreddamento avvenuto);
- verificare con holiday detector 25 KV la continuità dielettrica della zona riparata.

ALLEGATO 2

PROCEDURA DI RIPARAZIONE - RIVESTIMENTO INTERNO IN RESINA EPOSSIDICA

La riparazione si esegue nel seguente modo:

- effettuare sulla zona da riparare una leggera smerigliatura fino a ottenere una superficie metallica completamente pulita;
- rimuovere la polvere ed ogni altro residuo della zona da riparare;
- applicare sulla zona interessata a spruzzo o pennello una o più mani di resina epossidica, precedentemente preparata, fino ad ottenere lo spessore secco di 250 micron.

ALLEGATO 3

PROCEDURA DI APPLICAZIONE DI MANICOTTI TERMORESTRINGENTI SULLA ZONA DI GIUNZIONE:

a) Preparazione della superficie metallica

- eliminazione di eventuali sostanze inquinanti quali terra, olio, ecc;
- smerigliatura della superficie metallica con smerigliatrice o spazzola abrasiva;
- leggera smerigliatrice delle zone rivestite in polietilene adiacente interessata all'applicazione del manicotto;

b) Preriscaldamento della superficie metallica

- riscaldamento della superficie metallica fino ad una temperatura di circa 50 °C.;
- la temperatura del rivestimento adiacente dovrà essere di circa 30 °C;

c) Posizionamento del manicotto sul tubo

- rimuovere il foglio protettivo del manicotto;
- centrare il manicotto ed avvolgerlo al tubo.
La sovrapposizione del manicotto sul rivestimento adiacente deve essere minima di 50 mm.
La sovrapposizione dei lembi del manicotto deve essere di circa 150 mm.

d) Posizionamento delle pezze di giunzione

- centrare la pezza di chiusura sulla zona di sovrapposizione dei due lembi del manicotto;
- pressare la pezza sul manicotto;

e) Riscaldamento della pezza di giunzione

- riscaldare uniformemente la pezza sino ad osservare un deciso viraggio del suo calore;

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN ACCIAIO

- a viraggio avvenuto, premere sulla pezza con guanti o rullo per ottenere una intima fusione tra pezza e manicotto;

f) Riscaldamento del manicotto

- riscaldamento del manicotto lungo le sezioni circolari (procedendo dalle sezioni centrali verso quelle laterali) avendo cura che il suo restringimento avvenga senza che restino intrappolate sacche d'aria;

g) Collaudo

- ispezione visiva per controllare l'assenza di bolle d'aria, di grinze, di sdoppiature, scollamenti dei bordi e della pezza di giunzione;

- verifica della continuità dielettrica mediante holiday detector tarato con una tensione di prova di 25 KV.

ALLEGATO 4

PROCEDURA DI RIVESTIMENTO INTERNO DELLA ZONA DI GIUNZIONE

L'operazione deve avvenire secondo la procedura di seguito indicata:

- effettuare sulle estremità non rivestite interne dei tubi (20-30 mm) una leggera smerigliatura fino ad ottenere una superficie metallica completamente pulita;
- dopo aver realizzato la saldatura rimuovere ogni residuo dalla zona interna di giunzione mediante energica spazzolatura;
- applicare sulla zona interessata a pennello o spruzzo uno strato di resina epossidica, precedentemente preparata, sino ad ottenere lo spessore secco di circa 250 micron (durante l'operazione avere cura di non danneggiare il rivestimento interno preesistente).

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN ACCIAIO

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN PEAD

DISCIPLINARE TECNICO

TUBAZIONE IN PEAD

PREMESSA

UNI 10910: novità nel settore acquedottistico italiano

La produzione e l'impiego di tubi di polietilene per trasporto di acqua potabile sono stati regolamentati fino ad oggi in Italia dalla normativa UNI 7611 + FA1: "Tubi di polietilene ad alta densità per condotte di fluidi in pressione" e dall'associato marchio di prodotto IIP. Tale norma, in virtù di una data di pubblicazione ormai lontana (1976), prevedeva l'impiego di un tipo di polietilene che, non solo aveva caratteristiche prestazionali nettamente inferiori ai moderni compound PE80 e PE100, ma che non compare più da anni nell'elenco delle materie prime omologate dall'Istituto Italiano dei Plastici.

La situazione creatasi nel nostro paese a causa di una evoluzione del polietilene non supportata da aggiornati riferimenti normativi, era quindi la seguente:

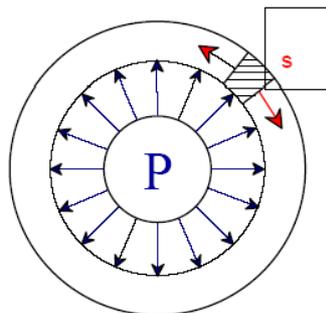
- produzione di tubi PE80 secondo la UNI 7611 + FA1 con marchio **IIP** sovradimensionati in spessore perché considerati dalla normativa come costituiti da polietilene PE63, ovvero una materia prima di classe inferiore al reale;
- produzione di tubi PE100 in base al progetto di norma europea prEN12201: "Plastic piping systems for water supply – Polyethylene (PE)" con il marchio **P_{IIP}** appositamente ideato dall'Istituto Italiano dei Plastici per certificare la conformità di un prodotto a norme o progetti di norma non italiani.

Dal momento che non era possibile prevedere i tempi di approvazione del progetto di norma prEN 12201, circa un anno fa l'UNIPLAST ha cominciato la traduzione del sopraccitato documento al fine di emettere nel più breve tempo possibile una normativa italiana che proponesse un dimensionamento dei tubi in funzione delle reali proprietà del polietilene e contemplasse l'impiego dell'innovativo PE100 accanto al tradizionale PE80. L'iter di redazione, approvazione ed emissione di questo importantissimo documento si è concluso positivamente in data 31/10/2001 con la pubblicazione ufficiale della norma **UNI 10910**: "Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua – Polietilene (PE)".

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN PEAD

Per comprendere a fondo le implicazioni dell'entrata in vigore della UNI 10910 è necessario fare un breve excursus sulla classificazione del polietilene e sulle modalità di dimensionamento dei tubi alla base delle tabelle contenute in tutte le normative di prodotto, siano esse UNI, EN o ISO.

Il polietilene utilizzato per la produzione di tubi è classificato in base al valore di MRS (Minimum Required Strength) ovvero la massima tensione circonferenziale σ , generata all'interno della parete del tubo in conseguenza della pressione P del fluido trasportato, che si calcola garantisca una vita utile di 50 anni di esercizio continuo alla temperatura di 20°C.



Il valore di MRS, calcolato a partire dalle curve di regressione del polimero, viene prudenzialmente diminuito attraverso un coefficiente di sicurezza c (1.25 per il trasporto di acqua) e quindi utilizzato per il dimensionamento dei tubi secondo la formula

$$s = \frac{PN \cdot D}{20 \cdot \frac{MRS}{c} + PN} \quad (1)$$

dove

- s = spessore [mm]
- PN = pressione nominale [bar]
- D = diametro [mm]
- MRS = Minimum Required Strength [MPa]
- c = coefficiente di sicurezza

Volendo esprimere la pressione nominale del tubo in funzione dello spessore, utile per capire le novità introdotte dalla norma UNI 10910, la relazione diventa

$$PN = \frac{20 \cdot s \cdot \frac{MRS}{c}}{D - s}$$

e infine

$$PN = \frac{MRS}{c} \frac{20}{\frac{D}{s} - 1} \quad (2)$$

Dalla formula si comprende come, a parità di dimensioni del tubo e a parità di coefficiente di sicurezza c , la pressione nominale PN dipenda dal valore di MRS ovvero dal tipo di polietilene impiegato.

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN PEAD

Come si è detto, la norma UNI 7611 + FA1 considerava il polietilene non come PE80 ma come PE63, imponendo di fatto un sovradimensionamento dello spessore del tubo. La nuova UNI 10910 invece, in linea con il progetto di norma europea prEN 12201, propone una metodologia di dimensionamento parametrica sul reale *MRS* del polimero e pertanto sulle effettive caratteristiche del polietilene impiegato. Considerando il caso classico del tubo PE80 Ø110 x 10mm SDR 11 e applicando la formula (2) per la determinazione della pressione nominale in funzione della materia prima e delle dimensioni del tubo, risulta:

□ PE80 Ø110 x 10mm SDR 11 (UNI 7611 + FA1)

$$MRS=6.3\text{MPa}$$
$$PN = \frac{6.3}{1.25} \frac{20}{\frac{110}{10} - 1} = 10 \text{ bar}$$

□ PE80 Ø110 x 10mm SDR 11 (UNI 10910)

$$MRS=8.0\text{MPa}$$
$$PN = \frac{8.0}{1.25} \frac{20}{\frac{110}{10} - 1} = 12.5 \text{ bar}$$

Analizzando il semplice esempio sopra riportato e generalizzandone il risultato ottenuto, è possibile comprendere come l'effetto più importante e immediato dell'applicazione della nuova normativa **UNI 10910** sia una **ridefinizione della pressione nominale dei tubi di PE80** che, pur rimanendo invariati da un punto di vista dimensionale e di polimero impiegato, saranno abilitati a sopportare una pressione maggiore che in precedenza:

	SDR 26	SDR 17	SDR 11	SDR 7.4
PE80 UNI 7611 + FA1	PN 4	PN 6	PN 10	PN 16
PE80 UNI 10910	PN 5	PN 8	PN 12.5	PN 20

In linea con quanto affermato e spinto dalla necessità di garantire la continuità tra vecchia e nuova normativa, l'Istituto Italiano dei Plastici ha stabilito che:

- la produzione di tubi marcati UNI 7611 + FA1 sarà ammessa fino al 31/01/2002, ovvero per ulteriori tre mesi dalla data di pubblicazione della UNI 10910;
- la commercializzazione di tubi marcati UNI 7611 + FA1 potrà avvenire fino a esaurimento scorte dei produttori.

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN PEAD

La seconda novità introdotta dalla **UNI 10910**, ancora una volta in linea con il progetto di norma europea prEN 12201, è la possibilità di **impiego del polietilene PE100** nella fabbricazione di tubi destinati al trasporto di acqua potabile. Per quanto concerne i prodotti di PE100, di fatto non ci sarà nessun cambiamento rispetto allo stato attuale se non la modifica della marcatura del tubo per inserire la scritta IIP UNI 10910 accanto all'ormai noto marchio P_{IIP} prEN 12201.

L'ultima importante novità introdotta dalla **UNI 10910** riguarda infine la **gamma di tubi ammessa** dalla normativa. Per rispondere ad esigenze di standardizzazione della produzione, l'UNIPLAST ha infatti realizzato una premessa nazionale che limita di fatto la gamma contenuta nel progetto di norma europeo prEN 12201 e ammette la produzione di sole 4 classi di SDR.

	SDR 26	SDR 17	SDR 11	SDR 7.4
PE 80	PN 5	PN 8	PN 12.5	PN 20
	D \geq 160	D \geq 50	D \geq 32	D \geq 20
	Rotoli esclusi	Rotoli 50 \leq D \leq 75	Rotoli 32 \leq D \leq 110	Rotoli 20 \leq D \leq 110
	Barre incluse	Barre D \geq 50	Barre D \geq 32	Barre D \geq 20
PE 100	PN 6.3	PN 10	PN 16	PN 25
	D \geq 250	D \geq 50	D \geq 32	D \geq 20
	Rotoli esclusi	Rotoli 50 \leq D \leq 75	Rotoli 32 \leq D \leq 110	Rotoli 20 \leq D \leq 110
	Barre incluse	Barre D \geq 50	Barre D \geq 32	Barre D \geq 20

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN PEAD

Introduzione.

Il presente disciplinare è composto dalle seguenti sezioni (per ognuna delle quali è stata adottata la numerazione progressiva da pag. 1):

- 1) Prescrizioni per l'accettazione dei tubi e dei raccordi di PE 100 (pag 1-3)
- 2) Prescrizioni per la posa in opera dei tubi e dei raccordi di PE 100 (pag.. 1-8)
- 3) Procedura di montaggio e saldatura di tubazioni in PEAD "PE100" con elementi termici per contatto di giunti testa a testa (pag. 1-13);
- 4) Figure ciclo di saldatura (pag. 1-2)

PRESCRIZIONI PER L'ACCETTAZIONE DEI TUBI E DEI RACCORDI DI PE100.

Sommario

1 Generalità.....	7
2 Riferimenti normativi.	7
3 Materia prima.	7
4 Marcatura dei tubi.	8
5 Accettazione.....	8

Generalità.

Queste prescrizioni riguardano le caratteristiche di tubi e pezzi speciali realizzati con Polietilene ad Alta Densità avente un valore di MRS pari a 10 MPa (PE100), utilizzati per il convogliamento di fluidi in pressione, compresa l'acqua per uso potabile.

Riferimenti normativi.

I tubi dovranno essere conformi a quanto prescritto dal progetto di Norma prEN 12201 (Parte2).

Raccordi e pezzi speciali dovranno essere conformi a quanto prescritto dal progetto di Norma prEN 12201 (Parte 3).

La Ditta produttrice dei tubi e dei pezzi speciali dovrà essere munita di un sistema di Garanzia di Qualità conforme alla Norma UNI EN ISO 9000 (SQP/IIP).

Materia prima.

I tubi dovranno essere prodotti solo ed esclusivamente con Polietilene ad Alta Densità PE100

Il prodotto trasformato dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN PEAD

- a) Valore di MRS (Minimum Required Strength) pari a 10 Mpa ; le curve di regressione vanno presentate con la certificazione di un laboratorio indipendente, a sua volta munito di certificazione di conformità alle Norme ISO Serie 45000
- b) Valore della pressione RCP critica (Rapid Crack Propagation), secondo ISO/DIS13477, $P_{cr} \geq 10$ bar; la prova deve essere certificata da un laboratorio indipendente, a sua volta munito di certificazione di conformità alle Norme ISO Serie 45000

Marchatura dei tubi.

Le tubazioni saranno fornite in colore nero dovuto alla pigmentazione con carbon black della materia prima. Le tubazioni per il trasporto di acqua saranno contraddistinte da righe coestruse di colore blu.

La marchiatura eseguita secondo le specifiche di norma , sarà presente su una generatrice del tubo ogni metro, essa dovrà riportare:

- 1- Nome o marchio del trasformatore e della materia prima
- 2- Diametro esterno della tubazione e spessore (espresso in mm)
- 3- Serie SDR
- 4- Materiale e designazione
- 5- Classe di pressione
- 6- Codice di identificazione della produzione del trasformatore
- 7- Norme di riferimento per la produzione
- 8- Codice IIP della materia prima certificata

Accettazione.

Prima dell'accettazione di ciascun lotto di fornitura di tubi, la D.L. ha facoltà di sottoporre le tubazioni a prove in conformità al prEN 12201 presso il laboratorio della ditta fornitrice o laboratori qualificati ed ufficialmente riconosciuti (laboratorio dell'IIP oppure laboratori certificati secondo le norme ISO Serie 45000).

La D.L., inoltre, avrà facoltà di acquisire le certificazioni di cui al Punto 3 del presente capitolato, relative alla Materia Prima utilizzata nella produzione del tubo, verificandone l'effettivo impiego attraverso i documenti relativi alle procedure di rintracciabilità adottate dall'azienda produttrice dei tubi.

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN PEAD

La D.L., inoltre, avrà facoltà di acquisire i documenti comprovanti il possesso da parte dell'azienda fornitrice delle tubazioni della Certificazione Sistemi di Qualità Aziendali (SQP) sulla base della Norma UNI EN ISO 9002.

Ai fini dell'accettazione sarà considerato lotto la fornitura di ciascun diametro o parte di questa fino al raggiungimento di una quantità, o frazione, variabile per fasce di diametro come indicato nella tabella sotto riportata.

FASCIA DI DIAMETRI	DIMENSIONI DEL LOTTO
$\varnothing \leq 110$	5.000 m o frazioni
$110 < \varnothing < 315$	2.000 m o frazioni
$\varnothing > 315$	1.000 m o frazioni

PRESCRIZIONI PER LA POSA IN OPERA DEI TUBI E DEI RACCORDI DI PE100.

Sommario

1 Trasporto ed accatastamento dei tubi PE100.	11
Scavo e suoi requisiti.	11
Letto di posa.	12
Sfilamento della condotta lungo il tracciato.	12
Curvatura per flessione naturale.	13
2 Giunzioni.	14
Giunzioni per saldatura.	14
Saldatura testa a testa.	14
Saldatura a manicotto termico.	14
Giunto a serraggio meccanico tipo Gilbault, con tenuta mediante guarnizione elastomerica.	14
Giunto con ancoraggio mediante anello o ghiera di graffaggio.	15
Giunto a flangia libera con collare di appoggio.	15
Giunto di dilatazione.	15
Collegamenti con altri materiali.	16
3 Posa delle tubazioni.	16
Ancoraggi.	17
Rinfiacco delle tubazioni e rinterro dello scavo.	18
4 Collaudo in opera.	19

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN PEAD

Trasporto ed accatastamento dei tubi PE100.

Il trasporto delle tubazioni dovrà essere effettuato con i mezzi e le modalità indicate dalla Ditta Fornitrice. In ogni caso sono vincolanti le norme di limitazione dell'ingombro dei carichi stabilite dal Codice della Strada.

Il carico e lo scarico dai mezzi di trasporto e, comunque, la movimentazione, verranno effettuati a mezzo di gru o del braccio di un escavatore. I tubi dovranno essere sollevati nella zona centrale con un bilancino di ampiezza pari almeno a 3 metri, dotato di funi o fasce di nylon o di acciaio rivestito.

Il piano di appoggio dovrà essere livellato ed esente da asperità e da pietre appuntite. E' ammesso lo scarico e l'accatastamento su ghiaia, sabbia, asfalto e cemento, evitando però il trascinarsi del tubo.

Lo scarico per rotolamento dal mezzo di trasporto con piano inclinato è ammesso purché il piano di arrivo sia composto dal terreno vegetale o il tubo venga appoggiato su traversine.

L'altezza di accatastamento non dovrà superare i 2,00 metri, qualunque sia il diametro dei tubi.

Scavo e suoi requisiti.

L'impresa dovrà eseguire lo scavo con mezzi idonei, avendo la massima cura di:

- rispettare scrupolosamente le quote di progetto;
- impedire con ogni mezzo il franamento delle pareti sia per evitare incidenti al personale, sia per non avere modifiche alla sezione di scavo;
- eliminare, sia all'interno dello scavo sia negli immediati dintorni, eventuali radici il cui successivo sviluppo potrebbe danneggiare le condotte;
- provvedere, a tutte sue spese, nel modo migliore, alla raccolta e allontanamento delle acque meteoriche, nonché di quelle di falda e sorgive eventualmente incontrate;
- accumulare il materiale di scavo ad una distanza tale da consentire il libero movimento del personale e delle tubazioni onde evitare il pericolo di caduta di tale materiale ed in particolare di pietre sui manufatti già posati, avendo però anche cura di non ostacolare l'eventuale traffico di superficie.
- durante l'apertura di trincee in terreni eterogenei, collinari o montagnosi occorre premunirsi da eventuali smottamenti o slittamenti mediante opportune opere di sostegno e di ancoraggio.

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN PEAD

Se si ha motivo di ritenere che l'acqua di falda eventualmente presente nello scavo possa determinare una instabilità del terreno di posa e dei manufatti in muratura, occorre consolidare il terreno circostante con opere di drenaggio che agiscano sotto il livello dello scavo, in modo da evitare, in definitiva, che l'acqua di falda possa provocare spostamenti del materiale di rinterro che circonda il tubo.

La larghezza dello scavo dovrà essere sufficiente per permettere una sistemazione corretta del fondo ed un agevole collegamento dei diversi elementi della tubazione. Inoltre, qualora non si abbiano più precise indicazioni progettuali, la larghezza sul fondo dello scavo dovrà essere uguale al diametro del tubo aumentato di 20 centimetri da ambo i lati, a meno di diverse prescrizioni della D.L.

Letto di posa.

La natura del fondo della trincea o, più in generale, del terreno in cui la tubazione troverà il suo appoggio, dovrà avere resistenza uniforme e tale da escludere ogni possibilità di cedimenti differenziali da un punto all'altro della tubazione. Al fondo della trincea, livellato e liberato da ciottoli, pietrame ed eventuali altri materiali che impediscono il perfetto livellamento si dovrà sovrapporre un letto di posa sabbioso così da avere una superficie perfettamente piana tale da assicurare la ripartizione uniforme dei carichi lungo l'intera tubazione.

Lo spessore del letto di appoggio dovrà essere di almeno $(10 + 0,1 D)$ centimetri. Il materiale dovrà essere costituito in prevalenza da granuli aventi diametro di 0,10 millimetri e dovrà contenere meno del 12 % di fino (composto da particelle inferiori a 0,08 millimetri).

Sfilamento della condotta lungo il tracciato.

Le tubazioni ed i pezzi speciali saranno portati lungo il tracciato senza trascinarli e curando che non subiscano graffi, tagli o comunque danni.

Il tracciato sarà picchettato e saranno segnalate le posizioni dei pezzi speciali, secondo le modalità stabilite dalla D.L.

I tubi e i pezzi speciali dovranno essere sfilati in prossimità dello scavo curando che la lunghezza delle tubazioni sia pari a quella del tracciato, ed il numero ed il tipo dei pezzi speciali corrisponda ai dati di progetto. Nel caso che la condotta debba essere collocata in zone di traffico, i tubi verranno raccolti in gruppi di 10÷15 barre (120÷180 metri) in modo da essere facilmente posizionabili, al momento della collocazione, lungo lo scavo.

Nella sistemazione delle tubazioni occorre tenere presente le esigenze create dal passaggio degli escavatori e dall'accumulo del materiale di scavo.

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN PEAD

Curvatura per flessione naturale.

I tubi di PE100 potranno essere curvati a freddo, senza sollecitare eccessivamente il materiale, con un raggio minimo di curvatura pari a 40 volte il diametro ($R = 40 D$).

Le curve in orizzontale dovranno essere bloccate nello scavo con sacchetti di sabbia prima del riempimento, in modo da evitare che il tubo sforzi sulle pareti dello scavo stesso.

La esecuzione in cantiere di lavorazioni a caldo di tubi e/o pezzi speciali è assolutamente vietata.

Diametro delle tubazioni

Le tubazioni devono avere spessore minimo come riportato nella tabella che segue

DE (mm)	PN 10 (SDR 17)	PN16 (SDR 11)	PN20 (SDR 9)	PN25 (SDR 7.4)	PN32 (SDR 6)
50	3,0	4,6	5,6	6,9	8.3
63	3,8	5,8	7,1	8,6	10.5
75	4,5	6,8	8,4	10,3	12.5
90	5,4	8,2	10,1	12,3	15.0
110	6,6	10,0	12,3	15,1	18.3
125	7,4	11,4	14,0	17,1	20.8
140	8,3	12,7	15,7	19,2	23.3
160	9,5	14,6	17,9	21,9	26.6
180	10,7	16,4	20,1	24,6	29.9
200	11,9	18,2	22,4	27,4	33.2
225	13,4	20,5	25,1	30,8	37.4
250	14,8	22,7	27,9	34,2	41.5
280	16,6	25,4	31,3	38,3	46.5
315	18,7	28,6	35,0	43,1	52.3
355	21,1	32,2	39,5	48,5	59.0
400	23,7	36,3	44,5	54,7	
450	26,7	40,9	50,0	61,5	
500	29,6	45,4	55,8		
560	33,0	50,8			
630	37,1	57,2			

Giunzioni.

Le giunzioni fra tubo e tubo oppure fra tubo e raccordo o apparecchiature, etc. dovranno rientrare nei tipi di seguito riportati. Le prescrizioni riportate per ciascun tipo di giunzione hanno carattere indicativo, comunque dovranno essere seguite le eventuali prescrizioni dei fornitori.

Giunzioni per saldatura.

Esse dovranno essere eseguite sempre da personale qualificato e certificato secondo la normativa UNI 9737 classe P2 con estensione S o P3 con estensione S, in funzione della saldatura da eseguire (testa a testa o a manicotto termico), con idonee apparecchiature, tali da garantire le minime possibilità di errore nelle temperature, nelle pressioni e nei tempi; adottando le opportune protezioni in caso di precipitazioni, di vento, di eccessiva polverosità.

Saldatura testa a testa.

La saldatura testa testa sarà eseguita secondo le prescrizioni della “Procedura di montaggio e saldatura di tubazioni in PEAD “PE100” con metodo ad elementi termici per contatto di giunti testa a testa”.

Saldatura a manicotto termico.

La saldatura testa testa sarà eseguita secondo le prescrizioni della “Procedura di montaggio e saldatura di tubazioni in PEAD “PE100” con metodo ad elementi termici per contatto di giunti testa a testa”.

Giunto a serraggio meccanico tipo Gilbault, con tenuta mediante guarnizione elastomerica.

Tale tipo di giunzione potrà essere effettuata su ogni tipo di tubo, anche fra tubi di materiale diverso, purché abbiano lo stesso diametro esterno.

Qualunque sia la forma esterna ed il tipo di serraggio con cui questo giunto è realizzato, è necessario che la sua lunghezza utile, ossia la distanza assiale fra le due guarnizioni, sia non inferiore alla somma delle massime variazioni lineari che possono verificarsi per effetto termico nei due tronchi da congiungere, più una quantità variabile dai 30 ai 100 millimetri in relazione al diametro dei tronchi stessi.

La giunzione dovrà essere effettuata secondo il seguente ordine di operazione:

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN PEAD

1. provvedere ad una accurata pulizia delle parti da congiungere ed assicurarsi che siano integre;
2. infilare le estremità dei due tubi nel giunto meccanico ed assicurarsi che ciascuna di esse sia introdotta per lunghezza corrispondente ad almeno 1/3 della lunghezza del manicotto, badando, però, che esse non vengano a contatto fra di loro;
3. infilare i bulloni, le rondelle ed i dadi attuandone il serraggio a croce.

Giunto con ancoraggio mediante anello o ghiera di graffaggio.

Tale tipo di giunzione dovrà essere realizzata secondo il seguente ordine di operazioni:

1. tagliare il tubo nella lunghezza richiesta;
2. separare le parti dal raccordo e montarle sul tubo cominciando dalla ghiera, seguita dall'anello di serraggio conico, curando che questo sia disposto nella direzione esatta, cioè con la parte terminale maggiore verso il raccordo;
3. Infilare il tubo nel corpo del raccordo fino a che non oltrepassi la guarnizione elastomerica e tocchi la battuta interna del corpo del raccordo;
4. accostare l'anello di serraggio conico al corpo del raccordo ed avvitare strettamente la ghiera al raccordo stesso.

Giunto a flangia libera con collare di appoggio.

Tale tipo di giunzione potrà essere effettuata anche fra tubi di materiale diverso o per il collegamento a pezzi speciali. Si realizza con flange scorrevoli infilate su collari saldabili.

Le flange potranno essere di normale acciaio al carbonio oppure di acciaio plastificato o qualunque altro materiale idoneo allo scopo.

La giunzione dovrà essere effettuata secondo il seguente ordine di operazioni:

1. infilare la flangia libera nell'estremità del tubo;
2. unire il collare d'appoggio al tubo;
3. disporre la guarnizione elastomerica nell'apposita scanalatura del collare;
4. bullonare effettuando il serraggio a croce.

Giunto di dilatazione.

Dove previsti, si adotteranno giunti di dilatazione del tipo "a soffietto in neoprene" oppure a "cannocchiale" secondo le indicazioni della D.L. che, in alternativa, se non riterrà opportuno l'uso di tali giunti, disporrà di bloccare i movimenti longitudinali della tubazione per mezzo di ancoraggi convenientemente localizzati e dimensionati.

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN PEAD

Collegamenti con altri materiali.

Qualora si rendesse necessaria la giunzione di tubazioni di PE100 con tubi di altra natura (metallico o plastico di natura diversa) è, in ogni caso, vietato l'uso di collanti o di malta cementizia. Sarà in ogni caso il progettista o, in mancanza, il Direttore dei Lavori a dare l'esatta indicazione circa il sistema prescelto.

Il collegamento fra tubi di PE100 con apparecchiature metalliche, in genere dotate di estremità flangiate, potrà essere effettuato mediante il normale collegamento a flangia.

Le apparecchiature così collegate dovranno essere ancorate a blocchi di calcestruzzo in modo tale che non s'inducono sforzi di flessione e/o di torsione sui manufatti adiacenti.

La saldabilità tra tubazioni di PEAD avanti valori diversi di MRS è possibile. La validità della giunzione sarà verificata eseguendo il test alla pressione interna a 80°C in accordo con quanto previsto nel progetto di Norma prEN 12201.

Posa delle tubazioni.

Ultimato il letto di posa, i tubi, i raccordi, i pezzi speciali, ecc. verranno distesi lungo lo scavo controllandone attentamente la rispondenza dimensionale ai dati del progetto.

Prima di essere calati nello scavo tutti gli elementi di tubazione dovranno essere accuratamente esaminati, con particolare riguardo alle testate, per accertare che nel trasporto e nelle operazioni di carico e scarico non siano state deteriorate. A tale scopo è indispensabile che essi vengano ripuliti da polvere, fango, ecc, che ricoprendo i tubi possono nascondere eventuali danni.

Si dovrà altresì verificare che nell'interno dei tubi e dei raccordi non si siano introdotti animali o materie estranee; per ovviare a tale inconveniente si raccomanda di tappare opportunamente le estremità dei tratti già collocati.

Effettuata la giunzione delle tubazioni e dei pezzi speciali, secondo le modalità prescritte nel presente Capitolato, si provvederà alla posa in opera, che dovrà essere effettuata, in generale, per mezzo di capre, escavatori o gru disposte lungo il tracciato, in modo da consentire un graduale abbassamento della condotta, che non dovrà subire, nel corso delle operazioni, urto contro corpi duri o eccessive deformazioni.

Le condotte di PE100, la cui saldatura è stata effettuata ai margini dello scavo, dovranno essere poste in opera sollevandole dal piano di campagna in almeno due punti distanti tra loro 15÷20 metri; per non più di 1,20÷1,30 metri. Per tubazioni di piccolo diametro e scavi poco profondi è possibile prevedere la posa anche a mano.

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN PEAD

Le apparecchiature eventualmente inserite nella condotta dovranno essere sorrette in modo da non esercitare alcuna sollecitazione sui tubi.

Ancoraggi.

Nei tratti di condotta in cui è stato previsto l'uso di giunzioni scorrevoli con guarnizione elastomerica, in corrispondenza di curve o di eventuali testate, si dovranno predisporre masselli di calcestruzzo allo scopo di distribuire sulle pareti dello scavo la spinta dovuta alla pressione interna.

Detti blocchi di ancoraggio dovranno essere calcolati con formule della D.L. o, in mancanza, con le seguenti:

$$F = K p S$$

dove:

$K = 1,00$ per le estremità e le T a 90° ;

$1,14$ per le curve a 90° ;

$0,766$ per le curve a 45° ;

p = pressione interna massima di prova;

S = sezione interna del tubo in cm^2 ;

sezione della derivazione per le T ridotte in cm^2 .

La reazione di spinta del terreno è data da:

$$B = K1 H S1$$

Il coefficiente $K1$ dipende dalla natura del terreno e vale:

3.000 Kgf/m^3 per sabbia argillosa

5.000 Kgf/m^3 per terreni di media compattezza

6.000 Kgf/m^3 per sabbia e ghiaia

H = profondità di interramento misurata in metri, rispetto all'asse del tubo;

$S1$ = sezione di appoggio ($L \times h$) espressa in mq , essendo L = Larghezza del massello d'ancoraggio ed h = altezza dello stesso.

Occorre dimensionare $S1$ in modo che sia $B \geq 1,5 F$. Tale massello dovrà essere collocato in tutte le apparecchiature ausiliarie (valvole, scarichi di fondo, ecc.) che possono esercitare una benché minima sollecitazione sui tubi.

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN PEAD

Rinfianco delle tubazioni e rinterro dello scavo.

Il rinfianco delle tubazioni ed il primo riempimento dello scavo, fino a 20 cm. al di sopra dell'estremità superiore del tubo, dovranno essere effettuati con sabbia avente un peso in volume secco minimo di 1,9 t/mc; il massimo contenuto di limo è limitato al 10 %, il massimo contenuto di argilla è limitato al 5 %.

Il rinfianco dovrà essere eseguito apportando, in un primo tempo, il materiale su entrambi i lati della tubazione fino al piano diametrale della stessa e, quindi, spingendo il materiale sotto il tubo con l'aiuto di una pala e costipandolo a mano o con idonei compattatori leggeri meccanici (stando bene attenti a non danneggiare il tubo).

Ultimata questa operazione il rinterro dello scavo dovrà essere proseguito fino a 30 cm. sopra la generatrice superiore della condotta, effettuando la compattazione su strati spessi 20÷30 cm. La compattazione dovrà essere effettuata esclusivamente sulle fasce laterali, al di fuori della zona occupata dal tubo fino ad ottenere che la densità relativa del materiale di rinterro raggiunga il 90 % del valore ottimo determinante con la prova di Proctor modificata.

In questa prima fase si lasceranno scoperti i giunti, i raccordi, le derivazioni ed, in generale, tutti gli elementi che dovranno essere attentamente controllati durante il collaudo in opera della condotta.

Il riempimento successivo dovrà essere effettuato a strati dello spessore massimo di 30 cm. che dovranno essere costipati (a mano, con pigiatoi piatti, o con apparecchi di costipazione meccanici leggeri) uno dopo l'altro almeno fino ad un metro di copertura sul vertice della tubazione, in zone soggette a traffico leggero, almeno fino a 1,50 metri in zone soggette a traffico pesante.

Per altezze del rinterro inferiori a quelle sopra stabilite, il riempimento dovrà essere eseguito con interposizione di un diaframma rigido di protezione e ripartizione dei carichi, collocato sullo strato superiore del materiale incoerente e calcolato tenendo conto delle caratteristiche dei terreni di posa, dello scavo e della resistenza meccanica del tubo impiegato.

Il riempimento, specie per le tubazioni in polietilene, si consiglia sia fatto nelle ore meno calde della giornata. Si procederà sempre a zone e di 20÷30 cm., avanzando in una sola direzione e possibilmente in salita. Si lavorerà su tre tratte consecutive e verrà eseguito contemporaneamente il ricoprimento (fino a quota 50 cm. sul tubo) in una zona, il ricoprimento (fino a 15÷20 cm. sul tubo) nella zona adiacente e la posa della sabbia, intorno al tubo nella tratta più avanzata. Una delle estremità della tratta di condotta dovrà sempre essere mantenuta libera di muoversi e l'attacco dei pezzi speciali dovrà essere eseguito dopo che il ricoprimento è stato portato a 5÷6 metri, dal pozzo stesso.

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN PEAD

Durante le operazioni di rinterro e di costipamento bisogna evitare che carichi pesanti transitino sulla trincea.

Dopo un conveniente periodo di assestamento l'impresa provvederà alla sistemazione ed al ripristino delle massicciate e delle sovrastanti pavimentazioni preesistenti.

I rinterri e le massicciate ripristinate dovranno essere costantemente controllate dall'Impresa che, quando ne risultasse la necessità, dovrà procedere a sua cura e spese alla ricarica degli stessi con materiale adatto, e ciò fino al conseguimento del collaudo.

Se gli scavi fossero avvenuti in terreno coltivo, il rinterro dovrà essere effettuato utilizzando, per lo strato superiore e per le successive ricariche, terra di coltura.

L'impresa, anche quando avesse rispettato le norme del presente punto, rimarrà unica responsabile di ogni conseguenza alla viabilità ed alla sicurezza.

L'Amministrazione Appaltante si riserva la facoltà di provvedere direttamente alla ricarica dei riempimenti nei casi di inadempienza dell'Impresa agli eventuali ordini di servizio, emessi in merito dalla D.L. In tale evenienza tutte le spese saranno addebitate all'Impresa Appaltatrice.

Collaudo in opera.

La prova idraulica delle tubazioni a pressione verrà fatta su tratti di lunghezza a giudizio della D.L. ma comunque non oltre i 500 metri. Essa verrà effettuata dopo l'operazione di rinfianco e di primo riempimento dello scavo.

Dopo avere verificato che tutti i giunti ed altri eventuali punti caratteristici della condotta siano rimasti scoperti, si procederà all'esecuzione della prova di collaudo.

Tutte le operazioni di riparazione o sostituzione di elementi di condotta che in seguito a questa prova si siano rivelati inadatti saranno a carico dell'Appaltatore.

Ad esito positivo della suddetta prova, si procederà anzitutto al rinfianco ed al primo riempimento degli elementi rimasti scoperti durante il collaudo, quindi al totale rinterro del tronco in esame.

**PROCEDURA DI MONTAGGIO E SALDATURA DI TUBAZIONI IN
PEAD “PE100” CON METODO AD ELEMENTI TERMICI PER
CONTATTO DI GIUNTI TESTA A TESTA**

**La seguente procedura é in accordo al progetto di norma UNI 10520
e la “raccomandazione per la saldatura di tubazioni PE100” SMP 74/97**

Sommario

Generalità.....	7
Riferimenti normativi.....	7
Materia prima.....	7
Marcatura dei tubi.....	8
Accettazione.....	8
Trasporto ed accatastamento dei tubi PE100.....	11
Scavo e suoi requisiti.....	11
Letto di posa.....	12
Sfilamento della condotta lungo il tracciato.....	12
Curvatura per flessione naturale.....	13
Diametro delle tubazioni.....	13
Giunzioni.....	14
Giunzioni per saldatura.....	14
Saldatura testa a testa.....	14
Saldatura a manicotto termico.....	14

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN PEAD

Giunto a serraggio meccanico tipo Gilbault, con tenuta mediante guarnizione elastomerica.	14
Giunto con ancoraggio mediante anello o ghiera di graffaggio.	15
Giunto a flangia libera con collare di appoggio.	15
Giunto di dilatazione.	15
Collegamenti con altri materiali.	16
Posa delle tubazioni.	16
Ancoraggi.	17
F = K p S.	17
B = K1 H S1.	17
Rinfiato delle tubazioni e rinterro dello scavo.	18
Collaudo in opera.	19
SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE.	23
RIFERIMENTI NORMATIVI.	23
SIMBOLOGIA.	23
PRINCIPIO DEL METODO.	24
MATERIALE BASE.	24
APPARECCHIATURE DI SALDATURA.	24
Saldatura.	24
Caratteristiche.	25
Apparecchiatura.	25
Termoelemento.	25
Saldatrice.	26
Fresatrice.	26
CONDIZIONI AMBIENTALI.	26
CONTROLLI PRELIMINARI ALLE OPERAZIONI DI SALDATURA.	26
Controllo dei materiali.	26
Controllo delle apparecchiature di saldatura.	27
Verifica preliminare delle apparecchiature di saldatura.	27
Verifica periodica delle apparecchiature di saldatura.	27
Verifica delle condizioni di funzionamento.	27
Verifica delle superfici del termoelemento.	28

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN PEAD

Verifica dei saldatori.....	28
PREPARAZIONE PER LA SALDATURA.....	28
Pulizia delle superfici	28
Bloccaggio delle estremità	28
Bloccaggio	28
Posizionamento	28
Fresatura dei lembi da saldare	29
Controllo della preparazione dei lembi da saldare	29
CICLO DI SALDATURA	30
SELEZIONE DEI PARAMETRI DI SALDATURA.....	30
Temperatura del termoelemento	31
Pressione	31
Fasi di saldatura.....	31
Fase 1: Accostamento e Preriscaldamento	31
Fase 2: Riscaldamento.....	32
Fase 3: Rimozione del termoelemento	32
Fase 4: Raggiungimento della pressione di saldatura.....	32
Fase 5 - 6	32
Fase 7 : Raffreddamento	32
CONTROLLO DEI GIUNTI SALDATI.....	34
Controlli non distruttivi.....	34
Esame visivo	34
Esame dimensionale	34
Esame tramite asportazione del cordolo.....	35

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN PEAD

SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente specifica si applica al processo di saldatura ad elementi termici per contatto per la realizzazione di giunti testa a testa di tubi e/o raccordi in polietilene per il trasporto di gas combustibili, di acqua e di altri fluidi in pressione.

Sono inoltre definite le modalità per la preparazione e l'esecuzione delle saldature, i requisiti cui devono soddisfare le attrezzature impiegate, nonché i tipi di controllo che devono essere realizzati per verificare la qualità del giunto, al termine delle operazioni di saldatura.

RIFERIMENTI NORMATIVI

- pr EN12201 - Parte 2 Tubi di polietilene ad alta densità per condotte di fluidi in pressione Tipi, dimensioni e requisiti
- pr EN12201 - Parte 3 Raccordi in polietilene
- pr EN1555 Tubi di polietilene (PE) per condotte interrate per distribuzione di gas combustibile.
- UNI 9737 - Classificazione e qualificazione dei saldatori di materie plastiche - Saldatori con procedimenti ad elementi termici per contatto, con attrezzatura meccanica e ad elettro fusione per tubazioni di spessore compreso tra 3 e 37 mm e diametro esterno inferiore o uguale a 630mm di polietilene per il convogliamento di gas combustibili.
- UNI 10565 - Saldatrici da cantiere ad elementi termici per contatto impiegate per l'esecuzione di giunzioni testa/testa di tubi e/o raccordi in polietilene, per il trasporto di gas, acqua e di altri fluidi in pressione.
- UNI 10520 Processo di saldatura ad elementi termici per contatto di giunti testa a testa di tubi e/o raccordi di polietilene per il trasporto di gas combustibili, di acqua e di altri fluidi in pressione.
- WIS 4-32-08 Specification for site fusion joiting of PE80 and PE100 pipe and fittings

SIMBOLOGIA

s : spessore del tubo o raccordo, in mm;

T : temperatura del termoelemento, in °C;

P₁, P₂,..., P₅:pressioni da applicarsi durante le fasi 1, 2,..., 5 del ciclo di saldatura, in N/mm²;

P_t: pressione di trascinamento, in N/mm²;

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN PEAD

$t_1 \div t_5$: tempi di durata delle fasi 1÷5 del ciclo di saldatura;

t_6 : tempo di raffreddamento, in min.;

A: larghezza di ciascuno dei due cordoni formatisi durante la fase 1 del ciclo di saldatura, in mm;

B: larghezza finale del cordolo di saldatura, in mm;

b_1, b_2 : larghezza dei due cordoni che costituiscono il cordolo di larghezza totale B, in mm.

PRINCIPIO DEL METODO

Si definisce saldatura ad elementi termici per contatto il procedimento di giunzione di due elementi (tubi e/o raccordi) di uguale spessore in cui le superfici da saldare vengono inizialmente riscaldate fino a fusione o rammollimento per contatto con un elemento termico (termoelemento) e successivamente, dopo l'allontanamento della stessa, vengono unite a pressione per ottenere la saldatura.

MATERIALE BASE

I requisiti riportati nella presente norma sono applicabili alla saldatura di tubi in polietilene classificati secondo pr EN 12201 parte 2 e di raccordi classificati secondo parte 3

Le resine impiegate per la produzione di tubi e/o raccordi devono essere dello stesso tipo o, comunque, se diverse, deve esserne provata la compatibilità alla saldatura.

APPARECCHIATURE DI SALDATURA

Saldatura

La saldatura deve essere realizzata impiegando una saldatrice completa di:

- centralina a comando oleodinamico per l'accoppiamento meccanico dei lembi da saldare, con manometro di classe idonea per il controllo della pressione applicata;
- basamento costituito da due supporti, uno fisso e uno mobile, scorrevole su guide, dotati ciascuno di due ganasce per il bloccaggio dei pezzi da saldare;
- termoelemento a piastra rivestito con materiale antiaderente, con resistenze elettriche incorporate e regolato da termostato tarato;
- fresatrice in grado di assicurare la corretta preparazione dei lembi.

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN PEAD

- Sistema di controllo automatico delle operazioni di saldatura attraverso:
 - il governo oleodinamico degli elementi di spinta e della piastra di saldatura
 - il governo dei valori di pressione impostati per le varie fasi
 - il governo dei tempi impostati per le varie fasi
 - il governo delle temperature impostate
 - la registrazione e restituzione su supporto magnetico o cartaceo dei parametri utilizzati per ogni singola saldatura e la numerazione progressiva delle stesse

Caratteristiche

Le attrezzature impiegate devono garantire:

- un corretto allineamento dei pezzi da saldare;
- un adeguato pianparallelismo delle superfici da saldare;
- la regolazione e il controllo dei parametri di saldatura (pressione, temperatura, tempo);
- la conformità alle disposizioni legislative vigenti.

Apparecchiatura

La saldatrice e le altre apparecchiature necessarie (termoelemento, fresatrice) devono garantire che il processo di saldatura sia condotto in modo soddisfacente e conforme alle modalità descritte nei punti successivi.

In particolare si raccomanda che vengano soddisfatti i requisiti seguenti.

Termoelemento

La potenza elettrica del termoelemento deve essere sufficiente a garantire il raggiungimento delle temperature richieste nelle condizioni di lavoro ammesse; deve essere assicurato, inoltre, che in ogni punto delle due superfici del termoelemento la temperatura non subisca variazioni maggiori di $\pm 5^{\circ}\text{C}$ rispetto al valore impostato sul termostato.

Il termoelemento deve essere corredato di termometro con campo di misura adeguato alle temperature da impostare.

Quando non utilizzato, il termoelemento deve essere riposto in adatto contenitore le cui caratteristiche devono essere tali da non provocare il danneggiamento del rivestimento superficiale del termoelemento.

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN PEAD

Saldatrice

La strumentazione della saldatrice deve prevedere:

- un manometro con campo di misura e dimensione tali da poter permettere di apprezzare variazioni di pressione di almeno 1 bar;
- un temporizzatore con avvisatore acustico per la segnalazione dei tempi di riscaldamento (fase 2, punto 11.3.2);
- un temporizzatore con avvisatore acustico per la segnalazione dei tempi di saldatura (fase 5, punto 11.3.5)

La saldatrice deve essere corredata dalle seguenti informazioni:

- le caratteristiche degli oli impiegati per l'alimentazione del circuito di comando, in particolare la viscosità;
- la potenza massima assorbita dalla saldatrice;
- la sezione del cilindro di spinta del circuito di comando.

Fresatrice

Il motore della fresatrice deve avere potenza adeguata per il campo di lavoro della saldatrice.

L'avviamento della fresatrice deve essere possibile solo dopo che sia avvenuto il suo inserimento nella posizione di lavoro.

CONDIZIONI AMBIENTALI

L'esecuzione della saldatura deve avvenire in un luogo possibilmente asciutto: nei casi di pioggia, elevato grado di umidità, vento, eccessivo irraggiamento solare, la zona di saldatura deve essere adeguatamente protetta con opportune tende; è consigliabile comunque eseguire la saldatura in un campo di temperatura ambiente compresa tra -5 °C e +40 °C.

Non è ammesso utilizzare cannelli a gas caldo o bruciatori a diretto contatto con le superfici da saldare, per innalzare la loro temperatura.

CONTROLLI PRELIMINARI ALLE OPERAZIONI DI SALDATURA

Controllo dei materiali

Tubi e raccordi devono essere prelevati da stoccaggi conformi alle regole tecniche ed in particolare alle prescrizioni di cui alla specifica n.

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN PEAD

Prima di iniziare le operazioni di saldatura si deve effettuare l'esame visivo e dimensionale dei materiali da saldare. In particolare si deve verificare che la superficie interna ed esterna dei tubi e/o dei raccordi, in prossimità delle estremità da saldare, siano esenti da intagli e graffiature rilevanti e che siano rispettate le tolleranze relative allo spessore, al diametro esterno "qualunque" e all'ovalizzazione massima consentita dalle norme di prodotto applicabili.

Qualora l'ovalizzazione risulti eccessiva, si può fare uso di attrezzi arrotondatori: **non é ammesso il riscaldamento delle estremità**

Verificare che l'estremità del tubo, opposta alla zona di saldatura, sia sigillata con tappo di protezione.

Controllo delle apparecchiature di saldatura

Verifica preliminare delle apparecchiature di saldatura

Prima di avviare le operazioni di saldatura si deve valutare l'efficienza delle apparecchiature che devono essere impiegate.

In particolare devono essere effettuate le seguenti verifiche:

- verifica dell'efficienza della strumentazione di misura in dotazione alla saldatrice (manometro, termometro, temporizzatori);
- verifica della temperatura del termoelemento: in ogni punto di entrambe le superfici la temperatura, misurata con termometro digitale tarato, deve essere compresa in una tolleranza ± 10 °C rispetto al valore impostato sul termostato;
- verifica dello stato di efficienza dei supporti a ganasce della saldatrice affinché possa essere garantito il corretto allineamento dei pezzi da saldare e il pianparallelismo delle superfici a contatto;
- verifica dello stato di efficienza della fresatrice.

Verifica periodica delle apparecchiature di saldatura

Verifica delle condizioni di funzionamento

All'inizio di ogni giornata di lavoro è necessario verificare le condizioni di funzionamento delle apparecchiature a disposizione (termoelemento, saldatrice e fresatrice).

In particolare si deve verificare, mediante termometro digitale tarato, che le temperature di entrambe le superfici del termoelemento, nella zona interessata dalla saldatura, siano comprese in una tolleranza di ± 10 °C rispetto al valore impostato sul termostato (vedere 11.1).

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN PEAD

Inoltre, immediatamente prima dell'inizio delle operazioni di saldatura, si raccomanda di realizzare un giunto saldato di prova per verificare l'efficienza del sistema di apparecchiature utilizzate.

Verifica delle superfici del termoelemento

Prima di ogni operazione di saldatura si deve verificare che le superfici del termoelemento siano esenti da tracce di unto, polvere e da residui di polietilene: ove presenti, si deve provvedere alla loro rimozione.

Verifica dei saldatori

I saldatori addetti all'esecuzione dei giunti saldati devono essere adeguatamente addestrati e certificati secondo Norma UNI 9737.

PREPARAZIONE PER LA SALDATURA

Pulizia delle superfici

Prima di posizionare gli elementi da saldare, si deve effettuare la pulizia delle loro superfici interne ed esterne per rimuovere tracce di polvere, unto ed eventuale sporcizia. L'operazione deve essere effettuata con panno pulito esente da filacce, imbevuto con adeguato liquido detergente (per esempio, cloruro di metilene, alcole isopropilico, tricloroetano clorotene).

Bloccaggio delle estremità

Bloccaggio

I tubi e/o raccordi devono essere bloccati nelle ganasce della saldatrice in modo che le superfici di saldatura risultino parallele tra di loro e che sia garantita la possibilità di movimento assiale senza attriti rilevanti, utilizzando carrelli o sospensioni oscillanti su cui fare scorrere le tubazioni.

Posizionamento

I tubi e/o raccordi devono essere posizionati in modo da contenere il disassamento entro i limiti indicati in 9.4: quando possibile, si opera facendo ruotare i due elementi fino a quando non si presenti la condizione di accoppiamento più favorevole e/o agendo sui sistemi

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN PEAD

di fissaggio delle ganasce senza esercitare una forza di bloccaggio eccessiva che potrebbe danneggiare le superfici dei manufatti.

Fresatura dei lembi da saldare

Le estremità dei due elementi da saldare devono essere fresate per garantire un adeguato pianparallelismo e per eliminare tracce di ossido. L'operazione di fresatura deve essere effettuata avvicinando le parti solo dopo aver avviato la fresa ed esercitando una pressione graduale tale da non comportare l'arresto dell'attrezzo ed evitare un eccessivo surriscaldamento delle superfici a contatto.

Il truciolo di fresatura deve formarsi in modo continuo su entrambi i lembi da saldare: in caso contrario si deve verificare le tolleranze di accoppiamento della saldatrice o indagare sul materiale costituente i tubi e/o raccordi da saldare.

La fresatrice deve essere spenta solo dopo l'allontanamento delle estremità da saldare.

Al termine della fresatura, i trucioli devono essere rimossi dalla superficie interna degli elementi da saldare, impiegando una spazzola o uno straccio pulito.

Le superfici fresate non devono essere più toccate con mano o sporcate in altro modo.

Controllo della preparazione dei lembi da saldare

Terminata l'operazione di fresatura si deve verificare, portando a contatto le superfici da saldare che il disassamento e la luce tra i lembi rientrino nelle tolleranze di seguito richieste.

Il disassamento massimo, misurato in ogni punto della circonferenza, non deve essere maggiore del 10% dello spessore degli elementi da saldare, con un massimo di 2 mm. In caso contrario si devono ripetere le operazioni di bloccaggio (9.2) e di fresatura (9.3).

La luce tra i lembi posti a contatto deve risultare minore dei valori indicati nel Prospetto I. In caso contrario si deve ripetere l'operazione di fresatura (9.3).

Diametro esterno mm	Luce massima mm
Fino a 200	0,3
oltre 200, fino a 400	0,5
oltre 400	1

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN PEAD

Prospetto I: Valori massimi accettabili della luce tra i lembi, dopo fresatura

Impiegando il manometro in dotazione alla saldatrice, si deve valutare la pressione di trascinamento P_t necessaria a permettere il movimento del supporto mobile della saldatrice: la pressione di trascinamento P_t non deve risultare superiore al valore delle pressioni P (fase 1) e P (fase 5) impiegato durante l'esecuzione del giunto e indicato nei dati tecnici della saldatrice forniti dal Costruttore (11.2.).

Le operazioni di saldatura devono seguire immediatamente la fase di preparazione dei lembi. Nelle condizioni di cantiere, qualora si rilevi che, nel breve periodo di tempo intercorso tra l'operazione di fresatura e l'inizio della saldatura, tracce di polvere, unto o altra sporcizia si sono depositate sui lembi da saldare, si deve effettuare nuovamente la pulizia prevista in 9.1.

CICLO DI SALDATURA

La saldatura di giunti testa a testa di tubi e/o raccordi in polietilene con il processo ad elementi termici per contatto deve essere eseguita realizzando le diverse fasi dei cicli di saldatura riportati in fig. 1 (tubi con spessore <20 mm) o fig.2 (tubi con spessore ≥ 20 mm). In particolare:

Fase 1: Accostamento e Preriscaldamento.

Fase 2: Riscaldamento.

Fase 3: Rimozione del termoelemento.

Fase 4: Raggiungimento della pressione di saldatura

Fase 5-6 : Saldatura.

Fase 7: Raffreddamento.

I parametri di saldatura (temperatura del termoelemento, pressioni, tempi), i relativi valori e le modalità esecutive devono essere rilasciate dal produttore di tubazioni: in particolare, la durata delle singole fasi del ciclo di saldatura è riferita a condizioni ambientali di cui in 7.

I parametri di saldatura adottati per l'esecuzione di ogni. singolo giunto dovranno essere registrati dal sistema di registrazione della macchina saldatrice, o in accordo con la D.L., in un apposito modulo.

SELEZIONE DEI PARAMETRI DI SALDATURA

La selezione dei parametri di saldatura deve essere fatta seguendo i cicli di saldatura 1 o 2 (vedi tabelle fig 1 e fig. 2) a secondo dello spessore delle tubazioni e raccordi che si sta utilizzando, ed in particolare:

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN PEAD

Temperatura del termoelemento

La temperatura del termoelemento deve essere

$$T = 210 \pm 10 \text{ °C per } s < 20 \text{ mm}$$

$$T = 230 \pm 10 \text{ °C per } s \geq 20 \text{ mm}$$

Per garantire il necessario equilibrio termico, si deve attendere almeno 5 interventi del termostato dal raggiungimento della temperatura impostata, prima di iniziare le operazioni di saldatura.

Pressione

I valori di pressione, che dipendono dal tipo di saldatrice utilizzata, sono ricavati dalle tabelle fornite dal costruttore della saldatrice o possono essere calcolati conoscendo la sezione del cilindro di spinta del circuito di comando.

A tali valori si deve aggiungere la pressione di trascinamento P_t misurata sperimentalmente e variabile caso per caso (vedere 9.4.).

Prima dell'inizio delle operazioni di saldatura, per ogni diametro e PN, si dovrà definire le pressioni di lavoro in relazione della macchina, e registrare le stesse.

Il valore della pressione P_2 (fase 2) uguale per entrambi i cicli, deve garantire il contatto tra i lembi e il termoelemento durante tutta la fase. Il valore della pressione P_2 è direttamente ricavato dalle tabelle fornite dal costruttore della saldatrice o può essere calcolato conoscendo la sezione di spinta del circuito di comando.

Fasi di saldatura

Fase 1: Accostamento e Preriscaldamento

È uguale per entrambi i cicli.

Posizionare il termoelemento sulla saldatrice, facendo attenzione ad inserirlo correttamente in modo da garantire la sua stabilità sugli appoggi del basamento della macchina.

Accostare i lembi al termoelemento ed applicare la pressione ($P_1 + P_t$) per un tempo t_1 sufficiente a permettere, su entrambi i lembi di saldatura, la formazione di un cordolo di

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN PEAD

larghezza A , espressa in millimetri, rilevabile dai parametri di saldatura rilasciati dal produttore nella colonna “Initial beat-up”

Fase 2: Riscaldamento

È uguale per entrambi i cicli.

Formatosi il cordone di larghezza A , la pressione di contatto dei lembi con il termoelemento viene ridotta al valore P_2 .

Mantenere i lembi a contatto con il termoelemento per il tempo t_2 , espresso in secondi

Fase 3: Rimozione del termoelemento

È uguale per entrambi i cicli.

Rimuovere il termoelemento, facendo attenzione a non danneggiare i lembi dei due elementi da saldare.

La rimozione del termoelemento deve essere rapida, per evitare un eccessivo raffreddamento dei lembi riscaldati. Il periodo di tempo, espresso in secondi, compreso tra la rimozione del termoelemento e la messa in contatto dei lembi (Fase 4) deve, comunque, essere minore di t_3 .

Fase 4: Raggiungimento della pressione di saldatura

Rimosso il termoelemento, porre a contatto i lembi incrementando la pressione al valore $(P_5 + P_t)$ (Fase 5) in modo progressivo e, comunque, tale da evitare una brusca ed eccessiva fuoriuscita di materiale rammollito dalle superfici accostate. Il raggiungimento della pressione di saldatura $(P_5 + P_t)$ deve avvenire nel tempo t_4 , espresso in secondi.

Fase 5 - 6

Saldatura per tubazioni con spessore <20 mm.

Mantenere i lembi a contatto a pressione $(P_6 + P_t)$ per il tempo t_6 , espresso in minuti

Saldatura per tubazioni con spessore ≥ 20 mm.

Mantenere i lembi a contatto a pressione $(P_5 + P_t)$ per il tempo t_5 , espresso in secondi, e quindi abbassare la pressione al valore di $(P_6) + P_t$ per il tempo t_6 , espresso in minuti.

Fase 7 : Raffreddamento

Terminato il periodo di saldatura (Fase 5 o 6 secondo il ciclo), il giunto saldato può essere rimosso dalla saldatrice, senza essere sottoposto ad apprezzabili sollecitazioni e non

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN PEAD

deve essere sollecitato fino allo scadere del tempo t_7 di raffreddamento: in questo periodo si deve, inoltre, provvedere a proteggere la zona di saldatura dagli agenti atmosferici (pioggia, vento, eccessivo irraggiamento solare).

Il raffreddamento del giunto saldato deve avvenire in modo naturale: non sono ammessi raffreddamenti accelerati con acqua, aria compressa o altri metodi.

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN PEAD

CONTROLLO DEI GIUNTI SALDATI

Controlli non distruttivi

Esame visivo

L'esame visivo riguarda le seguenti verifiche:

- il cordolo di saldatura deve essere uniforme su tutta la circonferenza del giunto;
- l'intaglio al centro del cordolo deve rimanere al di sopra del diametro esterno degli elementi saldati;
- sulla superficie esterna del cordolo non devono evidenziarsi porosità, inclusioni di polvere e altre contaminazioni;
- non devono evidenziarsi rotture superficiali;
- la superficie esterna del cordolo non deve manifestare un'eccessiva lucentezza, indice di surriscaldamento del materiale saldato.

Esame dimensionale

L'esame dimensionale riguarda le seguenti verifiche:

- in qualsiasi punto della saldatura, la larghezza B del cordolo, deve risultare compresa nei valori indicati nel Prospetto II.

Spessore elementi saldati mm	Larghezza del cordolo B mm	Spessore elementi saldati mm	Larghezza del cordolo B mm
3	4 - 6	22	13 - 18
4	4 - 7	24	14 - 19
5	5 - 8	27	15 - 20
6	6 - 9	30	16 - 21
8	7 - 10	34	17 - 22
9	8 - 11	40	18 - 23
11	9 - 12	45	20 - 25
13	10 - 14	50	22 - 27
16	11 - 15	55	24 - 30
18	12 - 16	60	26 - 32
19	12 - 18	65	28 - 36

Prospetto II - Valori della larghezza B del cordolo di saldatura in funzione dello spessore degli elementi saldati

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN PEAD

- la larghezza B del cordolo deve risultare uniforme su tutto lo sviluppo della saldatura: in un qualsiasi punto della saldatura, la larghezza B del cordolo non deve variare di $\pm 10\%$ rispetto al valore medio

$$B_m = (B_{\min} + B_{\max})/2$$

dove B_{\min} e B_{\max} sono rispettivamente il valore minimo e massimo misurato della larghezza B del cordolo della saldatura esaminata.

In un qualsiasi punto della saldatura, la massima differenza tra i due cordoni b_1 e b_2 costituenti il cordolo deve risultare minore al 10% della larghezza B del cordolo nel caso di giunto tubo-tubo e al 20% nei casi di giunti tubo-raccordo e raccordo-raccordo.

Il disassamento massimo dei due elementi saldati deve risultare minore del 10% del loro spessore s.

Esame tramite asportazione del cordolo

Con adeguato attrezzo taglia-cordolo, può essere prelevato il cordolo esterno della saldatura.

Il cordolo deve essere esaminato sulla superficie interna per rilevare eventuali inclusioni di polvere o altre contaminazioni e per verificare la sua regolarità sulla circonferenza, e deve essere piegato in più punti per evidenziare zone con incollature.

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN PEAD

- 1 = Fase 1 - Accostamento e preriscaldamento
- 2 = Fase 2 - Riscaldamento
- 3 = Fase 3 - Rimozione del termoelemento
- 4 = Fase 4 - Raggiungimento della pressione di saldatura
- 5 = Fase 5 - Saldatura
- 6 = Fase 6 - Raffreddamento

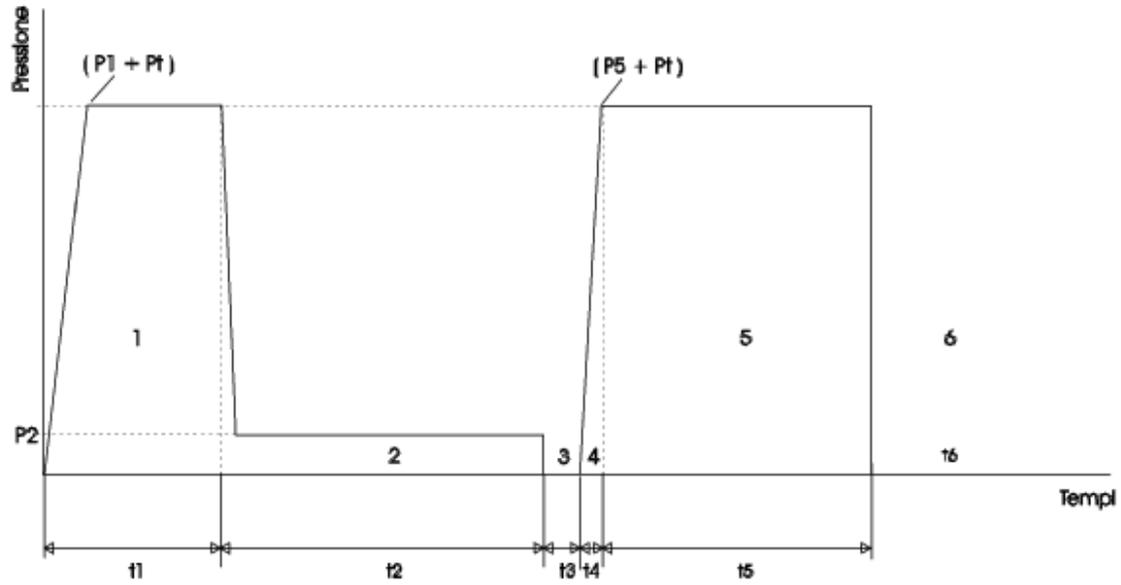


Fig.1 - Ciclo di saldatura 1 per tubazioni con spessore ≤ 20 mm

DISCIPLINARE TUBAZIONE IN PEAD

- 1 = Fase 1 - Accostamento e preriscaldamento
- 2 = Fase 2 - Riscaldamento
- 3 = Fase 3 - Rimozione del termoelemento
- 4 = Fase 4 - Raggiungimento della pressione di saldatura
- 5 = Fase 5 - Saldatura
- 6 = Fase 6 - Saldatura
- 7 = Fase 7 - Raffreddamento

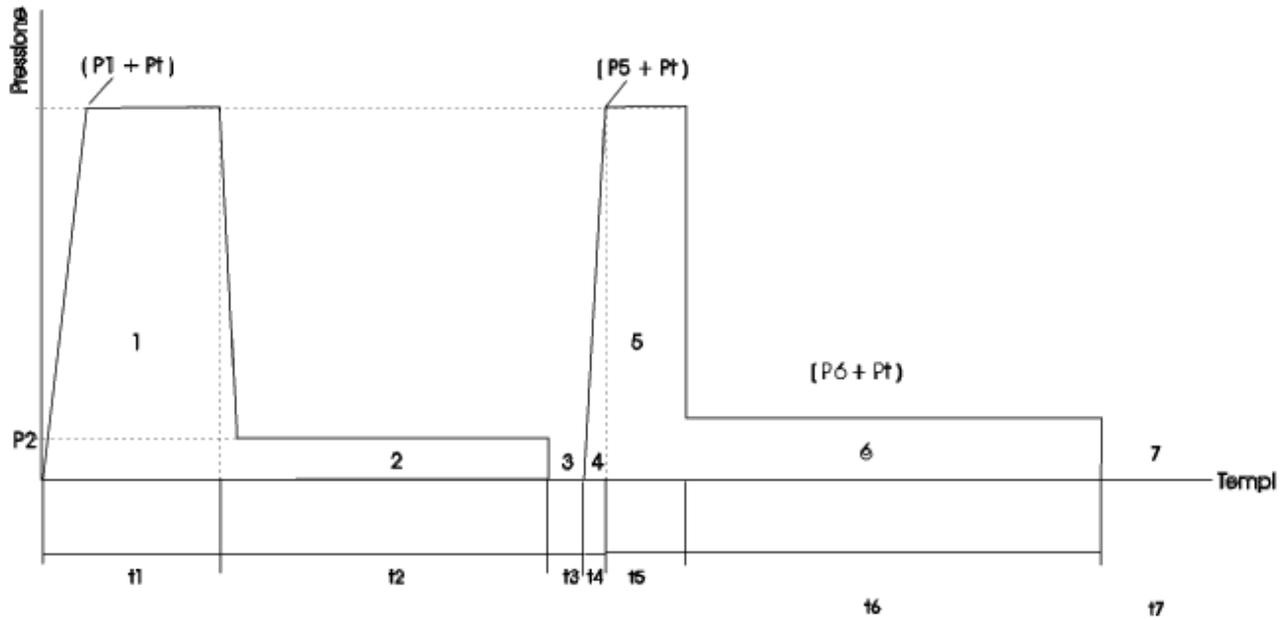


Fig.2 - Ciclo di saldatura 2 per tubazioni con spessore > 20 mm

DISCIPLINARE TECNICO APPARECCHIATURE IDRAULICHE

DISCIPLINARE PER LE APPARECCHIATURE IDRAULICHE

INDICE

1. GENERALITA'

Campo di applicazione
Attestato di conformita' - Prototipi

2. PRESCRIZIONI GENERALI

Dati caratteristici e marchio di fabbrica
Impiego
Controlli di fabbricazione
Costruzioni in acciaio - Saldature
Verifica getti grezzi
Verifica delle dimensioni
Verifica delle masse
Tolleranze
Protezione delle superfici
Prove in corso di produzione
Collaudi
Garanzie

3. APPARECCHIATURE DI REGOLAZIONE ADDUTTORI

VALVOLE DI REGOLAZIONE A FUSO O A GETTO CAVO
Caratteristiche funzionali e costruttive
Perdite di carico
Modalita' di funzionamento
Materiali
Collaudi

OTTURATORI A DISCO
Caratteristiche funzionali e costruttive
Dispositivo di manovra
Galleggiante
Ugello
Otturatore
Materiali
Collaudi

4. APPARECCHIATURE DI INTERCETTAZIONE, REGOLAZIONE PRINCIPALE E SICUREZZA

SARACINESCHE
Caratteristiche funzionali e costruttive
Dimensioni, materiali, collaudi

VALVOLE A FARFALLA
Caratteristiche funzionali e costruttive

Tempi di manovra
Diametro delle valvole
Pressione nominale
Tenuta idraulica
Materiali
Collaudi

IDROVALVOLE
Caratteristiche funzionali e costruttive
Dispositivi di comando
Raccordi
Contrasegni
Materiali
Collaudi

VALVOLE AUTOMATICHE DI SFIATO
Caratteristiche funzionali e costruttive
Attacchi alle condotte
Intercettazione
Tipo
Classe di pressione
Materiali
Collaudi

VALVOLE DI SICUREZZA E SCARICO ANTICOLPO D'ARIETE
Caratteristiche costruttive e funzionali
Materiali
Collaudi

5. APPARECCHIATURE DI REGOLAZIONE SECONDARIA, MISURA E DISTRIBUZIONE

LIMITATORI MODULANTI DI PORTATA
Caratteristiche funzionali e costruttive
Materiali
Collaudi

MISURATORI DI PORTATA VENTURIMETRICI
Caratteristiche costruttive e funzionali
Tolleranze
Materiali
Collaudi

CONTATORI VOLUMETRICI
Caratteristiche funzionali e costruttive
Tolleranze ammesse nella misura dei volumi erogati
Materiali
Collaudi

GRUPPI DI CONSEGNA

Caratteristiche funzionali e costruttive
Materiali
Collaudi

TESTE DI IDRANTE
Caratteristiche funzionali e costruttive
Materiali
Collaudi

6.ACESSORI

FLANGE
Caratteristiche funzionali e costruttive
Materiali

GIUNTI DI SMONTAGGIO
Caratteristiche funzionali e costruttive
Modelli a flange scorrevoli
Modelli a soffietto metallico
Modelli a soffietto elastico
Materiali
Collaudi

7. MINICENTRALE IDROELETTRICA ASINCRONA
Turbina e Generatore
Quadri elettrici

1. GENERALITA'

Campo di applicazione

Il presente disciplinare si applica alle apparecchiature idrauliche previste per l'esecuzione dei lavori oggetto dell'appalto e forma parte integrante della documentazione contrattuale che regola i rapporti tra l'Ente appaltante e l'Impresa, dal momento della gara al collaudo dei lavori di cui le apparecchiature costituiscono parte integrante.

Attestato di conformita' - Prototipi

L'Impresa dovra' presentare una documentazione tecnica dei fornitori unitamente ad una dichiarazione esplicita con la quale i fornitori stessi dichiarano di avere preso visione del presente Disciplinare e si impegnano ad effettuare la fornitura di cui trattasi secondo i termini del disciplinare stesso (Attestato di conformita').

Le apparecchiature dovranno, ove possibile, essere dei tipi gia' approvati dalla cessata Cassa per il Mezzogiorno e utilizzati presso gli impianti finanziati dalla stessa Cassa per il Mezzogiorno. Dovranno, quindi, essere allegate anche le referenze relative alle applicazioni gia' effettuate.

L'Ente si riserva comunque la facolta' di richiedere un prototipo delle apparecchiature da sottoporre preventivamente alle prove, nel seguito dettagliatamente specificate, presso gli Istituti Universitari all'uopo attrezzati, con addebito all'Impresa di tutte le spese relative.

2. PRESCRIZIONI GENERALI

Dati caratteristici e marchio di fabbrica

Sul corpo delle apparecchiature devono essere ricavati in fusione, o impressi in modo leggibile ed indelebile, su targhetta metallica, i seguenti dati caratteristici:

- marchio di fabbrica;
- il diametro nominale (DN) in mm.;
- la pressione nominale (PN), cioe' la massima pressione di esercizio ammessa, in bar.;
- la portata nominale (Q) ammessa in mc/sec. o mc/h (ammessi l/sec.);
- sigla indicante il materiale del corpo.

Eventuali altre indicazioni delle caratteristiche principali richieste potranno essere riportate incise su targhe metalliche da punzonare sul corpo dell'apparecchio e comunque secondo le norme UNI 6884-71.

Impiego

Le apparecchiature saranno utilizzate per reti in pressione in cui si immette acqua derivata da vasche di accumulo senza particolari trattamenti di chiarificazione, pertanto e' da tenere presente la

possibilita' che l'acqua in arrivo convogli materiali solidi, microalghe, corpi filiformi e sali disciolti.

E' vietato l'impiego di apparecchiature comunque difformi da quelle proposte ed approvate dalla Direzione lavori.

Eventuali variazioni devono essere concordate caso per caso con la Direzione lavori riservandosi l'Ente appaltante l'approvazione definitiva delle varianti proposte.

Controlli di fabbricazione

Durante la fabbricazione tutte le apparecchiature devono essere sottoposte, a cura del fabbricante, alle verifiche e prove di seguito dettagliate.

I pezzi che non soddisfano alle relative prescrizioni devono essere scartati.

Per tutta la durata della fabbricazione delle apparecchiature il personale del concessionario e dell'Ente appaltante avra' libero accesso negli stabilimenti od officine di produzione per controllare la rispondenza delle caratteristiche delle apparecchiature prodotte e dei materiali impiegati, nonche' per effettuare ogni tipo di prova o controllo che riterra' necessario.

Di tali prove o controlli sara' redatto regolare verbale.

Costruzioni in acciaio - Saldature

Per il calcolo, l'esecuzione e la verifica di tutte le costruzioni in acciaio ci si dovra' espressamente riferire alle norme CNR - UNI 10011-73.

Parimenti alle stesse norme ci si dovra' riferire per tutto quanto concerne le saldature.

Verifica dei getti grezzi

I getti devono risultare con le superfici interne ed esterne uniformi, prive di cricche o soffiature di qualsiasi genere rilevabili all'esame visivo, esenti da difetti di fusione o irregolarita' superficiali.

Sui getti di ghisa, acciaio o altri metalli, sono ammesse riparazioni dei difetti di fusione, solo su autorizzazione scritta della D.L.

Verifica delle dimensioni:

Le verifiche dimensionali riguardano:

- le dimensioni delle particolarita' costruttive;
- la luce di passaggio in corrispondenza delle bocche di entrata e di uscita nel punto piu' ristretto del passaggio del fluido;
- le eventuali lavorazioni delle superfici di tenuta ed il relativo dimensionamento;
- l'ortogonalita' delle facce.

Verifica delle masse

La verifica delle masse deve essere effettuata sulla base della documentazione di cui al punto 1.2.

Tolleranze

Sono ammesse le seguenti tolleranze:

- sulle dimensioni q 5%
- sui diametri + 0,5% - 1,0%
- sulla massa q 5%

Protezione delle superfici

Le apparecchiature dovranno essere fornite opportunamente trattate al fine di conseguire la massima protezione delle superfici contro la corrosione da acqua salmastra.

I trattamenti previsti consistono:

- sulle superfici interne, in due mani di vernice bituminosa o epossibituminosa per uno spessore finito di 200 micron;
- sulle superfici esterne, in due mani di fondo di pittura zincate organica, a base epossidica per uno spessore totale non inferiore a 100 micron, successivamente protette con due di finitura a base di resine epossidiche liquide, senza solvente, con pigmento verde per uno spessore complessivo non inferiore a 400 micron.

E' consentito proporre altri tipi di trattamento che garantiscano gli stessi risultati, previa presentazione di esauriente documentazione di lavori già eseguiti e dei risultati ottenuti. In quest'ultimo caso, dovrà essere chiaramente precisato bitumatura o tipi di vernici che saranno adoperate su tutte le parti, con sedi e tecnica di applicazione.

Sia i trattamenti interni, sia quelli esterni andranno applicati previa sabbiatura con grado SAS 2,5 delle superfici metalliche.

Prove in corso di produzione

Si richiamano le norme UNI 6884-71.

In particolare, le apparecchiature, nel corso del ciclo produttivo, devono essere sottoposte alle seguenti prove:

- di pressione idraulica secondo le norme UNI;
- di tenuta delle sedi;
- di portata QN, solo quando il diametro lo consente;
- di perdita di carico u' H;
- di funzionalità degli organi di manovra.

A tali prove dovranno presenziare tecnici della Direzione lavori unitamente a tecnici

dell'Impresa; le risultanze delle prove dovranno essere verbalizzate dai partecipanti.

Collaudi

Successivamente ai controlli effettuati dal fornitore e di cui al punto 2.5. l'Ente si riserva la facoltà di sottoporre a collaudo una o più apparecchiature, a seconda della consistenza della fornitura.

Tale collaudo, da eseguire a cura e spese dell'Impresa presso gli stabilimenti di produzione o, se del caso, in opera, sarà effettuato alla presenza di personale tecnico della Direzione lavori, e sarà verbalizzato.

Inoltre l'Ente appaltante si riserva la facoltà di sottoporre - presso un Istituto Universitario all'uopo attrezzato, sempre a cura e spese dell'Impresa - tutte le apparecchiature che riterrà opportuno alle verifiche che reputerà necessarie al fine di acquisire elementi utili per giudicare idoneità e rispondenza delle apparecchiature proposte.

Di tutte queste operazioni verrà redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.

Si intendono qui integralmente confermate le norme di cui alla tabella UNI 6884-71.

Nei capitoli successivi saranno indicate eventuali norme specifiche di collaudo per particolari apparecchiature.

Per quanto non indicato nelle norme generali o in assenza di normative italiane si seguirà la normativa BS 5155-1974 British Standard.

Garanzie

Le garanzie delle singole apparecchiature fornite dal costruttore, relative ai materiali ed alle lavorazioni, confermate in specifiche dichiarazioni, devono essere conformi alle garanzie richieste dal Capitolato Generale per le opere di competenza del Ministero LL.PP.

3. APPARECCHIATURE DI REGOLAZIONE ADDUTTORI

VALVOLE DI REGOLAZIONE A FUSO O A GETTO CAVO

Caratteristiche funzionali e costruttive

Le apparecchiature dovranno consentire la regolazione della portata che attraversa la valvola, secondo un verso preassegnato, mediante opportune manovre della valvola stessa.

Gli organi di manovra dovranno consentire manovre di apertura e chiusura continuamente comandate risultanti da una successione di spostamenti unitari.

La conformazione dell'otturatore e la legge del suo movimento devono garantire che, per qualsivoglia grado di apertura della valvola, uno spostamento unitario dell'otturatore stesso determini una variazione del coefficiente di flusso K_v non superiore, in valore assoluto, al 5% del valore di K_{v0} , ove K_{v0} è la portata Q_0 espressa in mc/h defluente, in condizioni di valvola totalmente aperta, con una perdita di carico di 1 bar.

Il dispositivo di regolazione della portata offerto sarà definito nel tipo e nelle dimensioni in base

al valore dei seguenti parametri di esercizio:

- Pmax prevista a cui l'intero dispositivo, ad otturatore chiuso, potrà essere sottoposto. Pressione pari al carico idrostatico aumentato delle sovrappressioni conseguenti a transitori che ne derivino dalla manovra delle apparecchiature o da prevedibili condizioni di esercizio. In difetto di tali determinazioni per le sovrappressioni si assumeranno i valori massimi indicati nella tabella III allegata al D.M. LL.PP. in data 12/12/85 e relativa alla "Normativa tecnica per le tubazioni";

- portata massima Qmax e portata minima Qmin;
- perdite di carico ammissibili nel dispositivo;
- campo di funzionamento per evitare possibili fenomeni di cavitazione.

Ai fini della valutazione delle sovrappressioni ammissibili, si dovrà tenere conto delle grandezze geometriche e delle caratteristiche di resistenza delle condotte a monte ed a valle del dispositivo; in rapporto ad esse sarà fissato il tempo minimo per una manovra completa di chiusura e/o apertura della valvola di regolazione.

Dovrà essere specificata l'eventuale necessità di sistemi di aereazione da fornire nonché i dati relativi al volume necessario per una eventuale vasca in cui l'acqua erogata dalla valvola dovrà smorzare la sua energia cinetica, ove questa sia prevista.

Perdite di carico

Dovranno essere specificati mediante grafici l'andamento delle perdite di carico della valvola in funzione del grado di apertura dell'otturatore e della portata in transito.

Modalità di funzionamento

L'Impresa dovrà precisare le caratteristiche costruttive delle valvole, il principio di funzionamento, i calcoli relativi al dimensionamento anche ai fini della resistenza meccanica, tenuto conto che le apparecchiature dovranno consentire frequenti e ripetute manovre di regolazione anche con acque contenenti impurità come già indicato al punto 2.2.

Materiali

Corpo: in ghisa di qualità G. 25 UNI 5007; acciaio Fe 42B UNI 7070 elettrosaldato; acciaio fuso Aq 45 UNI 3158.

Otturatore: come per il corpo.

Sedi di tenuta sul corpo e sull'otturatore: acciaio inox AISI 304 o 316, ottone OT58.

Madreviti e boccole: bronzo B14 UNI 7013.

Viteria interna: acciaio inox AISI 304.

Collaudi

Oltre a quanto indicato nella normativa generale ai punti 2.5 e 2.6 si prevedono le seguenti prove:

- in stabilimento: funzionalità degli organi di manovra e comando sotto carico; resistenza alla pressione con riferimento a 1,5 volte la pressione nominale e tenuto conto dei fenomeni transitori di progetto;

- in opera, ove possibile: prove di portata e determinazione perdite di carico.

OTTURATORI A DISCO

Caratteristiche funzionali e costruttive

Le apparecchiature dovranno essere atte a regolare l'afflusso delle portate ai serbatoi asservendole al livello idrico di questi.

Gli otturatori a disco ad asse verticale del tipo sommerso o sottocuffia dovranno consentire l'alimentazione di vasche di compenso o di disconnessione mantenendo in quest'ultime il livello massimo nei limiti prefissati.

L'alimentazione avverrà dal basso con comando a galleggiante e dispositivo di regolazione del grado di apertura.

L'Impresa dovrà specificare mediante grafici l'andamento delle perdite di carico della valvola in funzione del grado di apertura dell'otturatore e della portata di transito.

La scelta degli otturatori a disco nella versione sottocuffia o sommersi e le caratteristiche idrauliche saranno determinate in sede di progetto esecutivo.

In particolare, si terrà presente quanto segue:

- ugelli riportati e ricambiabili al tubo di adduzione con speciale profilo idraulico;
- superfici di tenuta, su ugelli e piattelli, in materiali antiusura a minima scabrezza;
- sistema di guida del piattello "protettiva" per evitare deficienze dell'autocentratura per passaggi di corpi estranei;
- limitazione della corsa di apertura regolabile senza dispositivi di arresto su leve o galleggianti;
- cuffia ampiamente dimensionata con particolare profilo deflettore/smorzatore;
- snodi sferici sulle aste di collegamento del piattello e del galleggiante alla leva;
- cuscinetti di sostegno della leva previsti per carichi di fatica ed urto;
- galleggiante antiurto.

Dispositivo di manovra

Le parti mobili ruotanti su assi saranno collegati ai supporti mediante cuscinetti a sfere del tipo chiuso prelubrificati.

Galleggiante

Del tipo cilindrico con guide esterne.

Ugello

Sara' collegato alla tubazione con flangia secondo le norme UNI con bulloni in acciaio zincato o cadmiato classe 8.8 UNI 3740.

Otturatore

Dovra' assicurare la tenuta perfetta sull'ugello al raggiungimento del livello massimo prefissato.

Per le portate intermedie l'apparecchio non dovra' oscillare ne' vibrare.

Materiali

- Galleggiante: in acciaio zincato;
- ugello: in bronzo o in acciaio inox;
- leve e supporti: in acciaio zincato;
- parti fulcranti: su cuscinetti protetti;
- otturatore: in acciaio zincato;
- guarnizioni: in gomma naturale o in elastomeri antiusura ed antinvecchiante, con proprieta' antiolio, insensibili ai solventi ed a composizione base di neoprene, con bassa carica di inerti. Dovranno essere elastiche, ma avere una durezza in gradi Shore 85/90 e quindi difficilmente scalfibili.
- bulloni: in acciaio zincato o cadmiato classe 8.8 UNI 3740.

Collaudi

Secondo la normativa generale, come indicato ai punti 2.5. e 2.6., da svolgere in officina o in opera, con riferimento alle norme UNI 6884-71 per quanto applicabili:

- di funzionalita' degli organi di manovra;
- di tenuta 1,5 volte la pressione nominale;
- di portata e perdita di carico nelle condizioni nominali di esercizio.

4.APPARECCHIATURE DI INTERCETTAZIONE, REGOLAZIONE PRINCIPALE E SICUREZZA

SARACINESCHE

Caratteristiche funzionali e costruttive

Le apparecchiature dovranno consentire l'intercettazione della portata, per cui le parti mobili possono assumere le sole due posizioni estreme, l'una che impedisce il flusso di fluido dall'uno all'altro lato della valvola stessa e l'altra che intercetti completamente il flusso con perdite di carico dell'ordine di centimetri di colonna d'acqua.

Tali perdite dovranno essere esplicitate su apposito diagramma esteso a tutto il campo di portate ammissibili.

Dimensioni, materiali, collaudi

Dimensioni, materiali, eventuale motorizzazione, modalita' di collaudo, tutto secondo norme UNI 7125-72.

Per i diametri superiori a quelli previsti da tali norme, l'Impresa alleghera' le specifiche e le normative a cui ha fatto riferimento nella progettazione e costruzione delle apparecchiature, o, in mancanza, i criteri seguiti nella progettazione ed i calcoli di dimensionamento evidenziando il coefficiente di sicurezza nonché l'indicazione dettagliata delle singole parti con riferimento ai materiali impiegati, relative caratteristiche, spessori, pesi, dati tecnici dei comandi manuali specificando sforzi di manovra, pressioni di esercizio e pressioni di prova.

Dovrà, inoltre, essere chiaramente indicato il massimo sforzo in Kgm per aprire la valvola, il rapporto di riduzione ove previsto il riduttore, il numero dei giri del volantino, il tempo di manovra, l'esecuzione dei comandi, la lubrificazione ed il tipo di manovra.

L'Impresa specificherà inoltre l'eventuale necessità di fornire le saracinesche con "by-pass" da utilizzare per la manovra di apertura delle valvole stesse.

VALVOLE A FARFALLA

Caratteristiche funzionali e costruttive

Potranno essere del tipo interflange, o flangiate, comunque sempre per flange secondo UNI 2223.

Otturatore a lente con rotazione eccentrica.

Tenuta continua realizzata da guarnizione elastica in elastomero posta sulla lente o sulla sede, comunque ricambiabile.

Le valvole a farfalla, se non altro quelle il cui diametro consente l'ingresso di un operatore all'interno dell'apparecchiatura, devono avere la possibilità della sostituzione della guarnizione di tenuta senza smontare la valvola stessa.

Il dispositivo di manovra sarà preferibilmente del tipo a glifo; sono tassativamente esclusi

azionamenti diretti a leva.

Le valvole a farfalla di intercettazione di DN s 400 mm saranno fornite con manovra con volantino a mano, ma predisposte per eventuale futura motorizzazione con adatto attuatore, ove questo non sia previsto.

Per tutti i diametri lo sforzo max sui volantini, o sulla pompa a mano, non superera' 12 kg ed il diametro del volantino i 600 mm.

Saranno, inoltre, previste due prese manometriche a monte e valle della tenuta.

Le valvole a farfalla di DN > di 400 mm saranno dotate di attuatore elettrico, idraulico od oledinamico.

Tutti i sistemi saranno completati da dispositivo per l'azionamento di emergenza manuale.

E' pure da prevedersi l'indicatore del grado di apertura con la possibilita' della trasmissione a distanza del grado di apertura stesso.

Il dispositivo di manovra dovra' essere del tipo irreversibile per assicurare indefinitamente nel tempo il mantenimento della posizione dell'otturatore.

E' da tenere presente che le apparecchiature elettriche di comando potranno essere ubicate in pozzetti poco ventilati e saturi di umidita': il trattamento protettivo e la classe di isolamento dovranno pertanto essere adatti all'immersione.

Tutte le apparecchiature elettriche dovranno rispettare le vigenti Norme C.E.I. e, per le prescrizioni antinfortunistiche, il D.P.R. n. 547.

Tempi di manovra

I tempi di manovra, di apertura e chiusura, devono essere adeguati alle portate e pressioni onde evitare sovrappressioni, depressioni e fenomeni di cavitazione.

La sovrappressione massima causata dalla manovra di apertura e chiusura della valvola sara' definita e dichiarata in base ai valori dei seguenti parametri di esercizio:

- Pmax (pressione massima) prevista a cui la valvola ad otturatore chiuso potra' essere sottoposta, pari al carico idrostatico, aumentata eventualmente delle sovrappressioni conseguenti ai transitori che derivino dalla manovra delle apparecchiature e comunque da prevedibili condizioni di esercizio;

- Qmax (portata massima) ammissibile;

- perdita di carico nella valvola relativa ai vari gradi di apertura a differenti portate in transito.

Dovra' espressamente specificarsi l'eventuale necessita' di fornire le valvole con "by-pass" da utilizzare per la manovra di apertura delle valvole stesse e di sistemi di aereazione per evitare fenomeni di cavitazione.

Per diminuire il valore di sovrappressione il tempo di manovra dovrà essere realizzato a velocità differenziate. Il 75% della corsa dell'otturatore che va dalla valvola tutta aperta verso la posizione di chiusura dovrà essere percorso in un tempo t_1 ; il restante 25% che va da valvola poco aperta a valvola chiusa dovrà essere percorso in un tempo $t_2=t_1$, qualunque sia il tempo totale che si assegna per una manovra completa di chiusura od apertura.

Diametro delle valvole

Il diametro interno delle valvole a farfalla corrisponderà a quello della tubazione, comunque non sarà mai inferiore al 90% del diametro nominale della tubazione stessa, e sarà opportunamente raccordata con questa.

Pressione nominale

La pressione nominale è assunta non inferiore alla pressione di esercizio valutata ai sensi del D.M. 12-12-85.

Tenuta idraulica

La tenuta sarà perfetta tra l'otturatore e corpo valvola.

Avverrà mediante guarnizione resistente alle abrasioni ed all'invecchiamento.

In particolare le guarnizioni dovranno essere in gomma naturale od elastomeri sintetici con proprietà antiolio, ed insensibili ai comuni solventi.

Materiali

- corpo: in ghisa sferoidale o in acciaio;
- farfalla: in ghisa sferoidale o in acciaio;
- perni di rotazione: in acciaio inox o in bronzo ad alta resistenza;
- sede conica di battuta sul corpo: in bronzo o in acciaio inox;
- guarnizione di tenuta sulla farfalla: di elastomero NBR-EPDM con rondelle di serraggio e viti filettate di regolazione.

Collaudi

- di funzionalità degli organi di manovra;
- alla pressione nominale secondo le norme UNI e secondo le specifiche e le normative prescritte.

IDROVALVOLE

Caratteristiche funzionali e costruttive

Le idrovalvole sono le valvole fornite di servomeccanismo di apertura e chiusura e che utilizzano per il loro funzionamento il fluido che attraversa il corpo valvola.

Dovranno essere del tipo a flusso libero, con corpo in materiale metallico, dimensionate per una pressione nominale corrispondente a quella delle condotte e adatte a resistere alle sollecitazioni anche meccaniche cui sono sottoposte nell'esercizio irriguo.

Le valvole saranno costruite in modo da sopportare la pressione nominale sopra indicata, sia sul corpo valvola che in tutte le sue parti, nelle condizioni del normale impiego irriguo, ovvero in aperta campagna sotto irradiazione solare con temperatura del corpo valvola e dell'acqua non superiori a 50°C.

Le valvole, senza fluido interno e senza pressione, dovranno resistere ad una temperatura di 70 °C senza riportare anomalie alla ripresa delle normali condizioni di impiego.

Il corpo delle valvole e le altre parti in contatto con i fluidi trasportati dovranno essere resistenti alle acque salmastre o selinose.

Le valvole, di qualsiasi forma esse siano, non dovranno creare turbolenze e dovranno avere minime perdite di carico, di cui il costruttore dovrà fornire il diagramma esteso a tutto il campo delle portate previste.

Le idrovalvole, durante le fasi di chiusura e di apertura e per le portate dichiarate dal costruttore, non dovranno dare luogo a vibrazioni di sorta che pregiudichino la vita delle apparecchiature.

Per assicurare su un lungo periodo di tempo una adeguata resistenza all'usura, anche in presenza di acque contenenti sali, sostanze abrasive e corpi estranei, la tenuta non dovrà avvenire tra due superfici metalliche o comunque rigide, ma dovrà realizzarsi tra una superficie rigida di metallo ed un elastomero (membrana); è pure accettata una tenuta fra due elastomeri.

Dovranno essere agevoli sia la sostituzione delle membrane di tenuta che tutte le operazioni di manutenzione della idrovalvola, senza dover smontare l'apparecchio dalla condotta.

Le idrovalvole corredate di adatto dispositivo di manovra, dovranno operare una chiusura ed una apertura della luce di passaggio sufficientemente lenta e progressiva, tale da non generare pericolosi colpi d'ariete.

Il circuito idraulico di comando sarà protetto da un filtro con opportuna superficie filtrante, ispezionabile e di facile pulitura.

Le idrovalvole in posizione di "chiusura" dovranno assicurare una tenuta ermetica con una pressione in condotta s di 0,6 bar; con comando in posizione di "apertura" le idrovalvole dovranno aprirsi con una pressione in condotta non superiore a quella indicata dal fabbricante.

Dispositivi di comando

Il circuito idraulico potrà essere:

- manuale, elettrico locale o a distanza;

- mediante piloti di pressione, livello, di portata, etc., o con una combinazione dei dispositivi di cui sopra.

Indipendentemente dal tipo di comando montato sul circuito idraulico, le idrovalvole dovranno potersi comandare con un dispositivo meccanico manuale per gli azionamenti di emergenza.

In caso di comando elettrico, l'elettrovalvola pilota dovrà essere di tipo a bassa potenza (2,5 W) per consentire cavi di sezione limitata potendo essere le valvole elettroidrauliche dislocate a notevole distanza dalla sorgente dell'energia di comando.

Saranno preferibili soluzioni con elettrovalvole di tipo bistabile, adatte per comandi ad impulso, tali quindi da richiedere energia solo in fase di apertura e chiusura.

Saranno tassativamente vietati sistemi di azionamento che provochino chiusure contemporanee delle valvole in caso di mancanza di energia esterna.

Le tensioni ammesse sono inferiori a 48 Volt e le bobine di azionamento saranno separate dal fluido intercettato e sostituibili senza rimuovere la valvola pilota ed il fluido in pressione.

Raccordi

Le idrovalvole dovranno essere facilmente inseribili o smontabili sulle condotte e sulle apparecchiature. Le giunzioni saranno quindi a flangia secondo UNI 2223; potranno essere del tipo filettato con filettatura gas cilindrica G UNI 338, solo se previsto adatto giunto di smontaggio.

Contrassegni

Ogni idrovalvola dovrà portare stampigliato sul corpo o su targhetta metallica i seguenti dati:

- Marchio o nome ditta costruttrice;
- DN nominale in mm;
- PN (classe di pressione nominale) in bar;
- Pmin (pressione minima) di apertura in bar;
- Numero di matricola;
- freccia indicante la direzione del flusso (ove determinate per il corretto funzionamento dell'apparecchio).

Materiali

- corpo: in ghisa G.20, ghisa malleabile, bronzo, ottone;
- molla: in acciaio galvanizzato o inox;
- guarnizioni e membrana: in elastomeri resistente all'usura ed all'invecchiamento.

Collaudi

- secondo la normativa generale come indicato ai punti 2.5. e 2.6.;
- a tenuta, a valvola aperta e chiusa con pressioni pari a 1,5 volte la pressione nominale;
- corretto funzionamento degli organi di manovra alla pressione nominale;
- di portata e relative perdite di carico.

VALVOLE AUTOMATICHE DI SFIATO

Caratteristiche funzionali e costruttive

Le valvole dovranno consentire l'uscita e l'entrata dell'aria quando la condotta e' in fase di riempimento o di scarico e lo spurgo dell'aria anche sotto pressione.

Saranno inserite nei vertici altimetrici delle condotte ed a valle di organi di intercettazione delle stesse condotte.

Il calcolo del diametro sara' effettuato in base alla lunghezza e pendenza della condotta e relativo diametro, o in base ad altri metodi di calcolo sulla base dei seguenti parametri di calcolo:

- Pmax: pressione massima;
- Qr: portata di riempimento della tubazione;
- Qmax: portata massima dell'aria;
- q: portata degli scarichi di fondo del tronco di condotta in cui ricade l'apparecchiatura;
- D: diametro della condotta su cui lo sfiato dovra' essere applicato.

Attacchi alle condotte

Non sono ammessi attacchi filettanti ma solo a mezzo di flange, secondo la normativa UNI 2223.

Intercettazione

Dovra' avvenire con saracinesca esterna od incorporata nell'apparecchio stesso, comunque di tipo flangiato.

L'organo di sezionamento, del tipo a saracinesca con anello di tenuta elastomerico sull'otturatore, dovra' avere un'ampia luce libera di passaggio di area non inferiore all'80% del diametro nominale del raccordo di ingresso, per assicurare il facile deflusso dell'aria e dell'acqua.

Tipo

Sara' ad uno o piu' galleggianti inseriti in un unico corpo o corpi separati.

Saranno preferiti galleggianti sferici, di materiale resistente all'usura e poco soggetto a subire incrostazioni.

Classe di pressione

La classe di pressione delle valvole non sarà inferiore alla corrispondente pressione di esercizio valutata ai sensi del D.M. LL.PP. 12/12/85.

Materiali

- corpo e cappelli: inghisa G.20 od acciaio al carbonio.
- galleggianti: in acciaio inox AISI 304.
- accessori: in bronzo od in acciaio inox AISI 304.
- guarnizioni: in elastomeri tipo BUNA/M o Neoprene.
- bulloni: in acciaio classe 8.8 UNI 3740 zincati o cadmiati.

Collaudi

- secondo normativa generale come indicato ai punti 2.5 e 2.6.
- di funzionalità
- alla pressione secondo le norme UNI.

VALVOLE DI SICUREZZA E SCARICO ANTICOLPO D'ARIETE

Caratteristiche costruttive e funzionali

Le valvole del tipo a molla, a scarico libero e chiusura stagna, dovranno essere atte a scolare le sovrappressioni in fase di moto vario.

Le valvole dovranno essere costituite essenzialmente da un ugello opportunamente sagomato, da un otturatore a piattello, a grande alzata, autocentrantesi sul getto idrico senza necessità di guide, e da una molla di contrasto ad azione diretta.

Le valvole saranno dotate di due attacchi per il manometro di controllo e per la pompa a mano di taratura.

Le valvole dovranno essere precedute da organo di sezionamento a saracinesca a tenuta stagna anche in presenza di acque irrigue contenenti impurità.

Le valvole saranno caratterizzate da:

- massima sensibilità con risposta immediata alle sovrappressioni;

- assenza di pendolazioni o battimenti a qualsiasi regime di deflusso;
- massima capacita' di scarico con minimo incremento di pressione sopra il valore di taratura (chiusura);
- ampio campo di regolazione della pressione di taratura;
- tenuta assicurata tra superfici metalliche particolarmente resistenti all'ossidazione, all'usura e alle salinita' delle acque.

L'Impresa dovra' indicare:

- nominativo della ditta costruttrice;
- pressione nominale;
- massima pressione ammissibile di taratura (chiusura);
- massima pressione ammissibile a valvola totalmente aperta;
- campo di regolazione della pressione di taratura.

Dovra' inoltre essere fornito il diagramma indicante le portate scaricate in funzione delle soprappressioni rispetto alle pressioni di taratura.

Materiali

- Corpo in ghisa G.20, ghisa malleabile o acciaio elettrosaldato
- Ugello intercambiabile in acciaio inox AISI 304 Bronzo BZ 14 UNI 7013
- Otturatore in acciaio inox AISI 304
- Sedi di tenuta con riporto a spessore di cromo rettificato e lappato
- Molla in acciaio armonico ad alta resistenza
- Bulloneria e tiranti in acciaio inox

Collaudi

- secondo la normativa generale come indicato ai punti 2.5 e 2.6
- in officina: dimensionale;
taratura pressione inizio scarico;
portate scaricate alle diverse soprappressioni.

5. APPARECCHIATURE DI REGOLAZIONE SECONDARIA, MISURA E DISTRIBUZIONE

LIMITATORI MODULANTI DI PORTATA

Caratteristiche funzionali e costruttive

I limitatori, da montarsi su una condotta dotata di raccordi a flangia UNI 2223 o da inserirsi in un apparecchio di erogazione d'acqua irrigua (gruppo di consegna o idrante), devono consentire il deflusso di una portata max nominale Q_n indipendentemente dal carico piezometrico di monte e dalla richiesta di valle.

I limitatori, a secondo della portata da limitare, saranno costituiti da uno o piu' elementi ad anello modulante in gomma, senza organi meccanici in movimento, e con ampio orifizio di deflusso non facilmente ostruibile da corpi estranei convogliati dall'acqua.

Il dispositivo sara' proporzionato in modo da resistere alla pressione nominale determinata come nei punti precedenti.

La pressione differenziale Y non superera' di norma 5 bar. La contropressione di valle, a regime, non sara' inferiore a 1 bar.

Qualora la pressione differenziale superasse tale valore, l'Impresa dovra' proporre un'apparecchiatura adatta a questa condizione di esercizio.

I limitatori saranno studiati e proporzionati in modo da risultare il meno pesanti ed ingombranti possibili.

Dovranno essere agevoli le operazioni di controllo, montaggio, smontaggio e rimontaggio per eventuale sostituzione degli elementi costituenti l'apparecchiatura.

Idonei dispositivi dovranno consentire il bloccaggio dell'apparecchiatura, cosi' da rendere particolarmente difficoltose e non occultabili le manomissioni.

Normalmente la portata Q_n da limitare sara' pari o multipla del modulo irriguo. L'Impresa dovra' indicare la perdita Y_0 indotta dal passaggio della portata nominale Q_n .

Il valore di Y_0 dovra' risultare s 2 m.

Per i valori della perdita di carico $Y > Y_0$ deve risultare $Q > Q_n$.

Nel campo $Y_0 < Y \leq 50$ m, gli scarti $Q=Q-Q_n$ tra la portata erogata Q e quella Q_n , devono essere sempre positivi e non superiori al 15% di Q_n .

Su ciascun limitatore vanno incisi il valore del diametro e della portata nominale Q_n .

L'Impresa dovra' presentare la curva caratteristica Q/Y di funzionamento del limitatore. Dovra' inoltre chiaramente indicare la tolleranza del dispositivo proposto con riferimento alle effettive condizioni di esercizio, cioe' tenendo conto delle modalita' di installazione prevista in progetto e delle piu' gravose condizioni di funzionamento.

Materiali

- Corpo esterno: ghisa G.20 UNI 5007/69, o acciaio
- Parti interne: anello elastico in gomma naturale o in elastomeri antiusura ed antinvecchianti con proprieta' antiolio, insensibili ai solventi, a composizione base di neoprene con bassa

carica di inerti, durezza in gradi Shore 40/90 difficilmente scalfibili

- Sede dell'anello: in acciaio inox o in bronzo (almeno B 14 UNI 7013) o in ottone (almeno ot 58)

- Viti interne in acciaio inox

- Bulloneria esterna classe 8.8 UNI 3740 cadmiata

La scelta dei materiali dovrà in ogni caso essere fatta con specifico riguardo alla resistenza all'usura.

Collaudi

- Secondo la normativa generale come indicato nei punti 2.5 e 2.6.

MISURATORI DI PORTATA VENTURIMETRICI

Caratteristiche costruttive e funzionali

I misuratori di portata venturimetrici saranno costituiti da:

a) Tubo Venturi di costruzione corta normalizzata, progettato e costruito secondo le Norme CNR-UNI 10023.

Per DN s 300 mm: corpo in ghisa, di adeguata PN, monoblocco con le prese toroidali di pressione, e raccordi di estremità a lunge UNI; bloccaggio interno convergente e tratto tronco conico di recupero, intercambiabili.

Per DN > 300 mm: corpo in lamiera di acciaio elettrosaldato di adeguata PN, con prese di pressione toroidali, raccordi di estremità a flange UNI.

Prese di pressioni singole circolari (non sono consentite fessure anulari continue e discontinue), sbocanti in camere equilibratrici anulari protette.

Attacchi per prese pressioni, sfiato e scarico.

Boccaglio lavorato a specchio, in tutti i punti di contatto con il liquido, a profilo meridiano policentrico, con tolleranza di q 0.001 sul diametro.

Dimensionamento di lavorazione secondo Norme CNR-UNI.

Perdita di carico, al fluire della portata massima, non superiore al 10-15% della corrispondente pressione differenziale.

Il tubo Venturi sarà corredato di valvole a sfera per l'intercettazione delle prese di pressione, dello sfiato, delle camere anulari, nonché di due vasi defangatori in ghisa o acciaio.

Tubi in rame ricotto o polietilene nero AD diametro interno 10 mm in quantità sufficiente per il collegamento delle prese di pressione del tubo ai vasi manometrici dello strumento di misura.

Guarnizioni in elastomero telato.

Bulloni UNI 3740 classe 8.8 in acciaio cadmiato.

b) Strumento di misura a manometro differenziale a mercurio con vasi manometrici, di cui il positivo intercambiabile, in acciaio, accuratamente lavorato internamente e munito di dispositivo ad assorbimento graduale dei sovraccarichi.

Galleggiante e leveraggi interni a contatto del fluido, in acciaio inox.

L'apparecchio sarà indicatore e registratore su nastro, scala di lettura rettilinea e tracciatura lineare a partire da zero, penna scrivente su nastro diagrammato a coordinate rettilinee ad avanzamento di 10 o 20 mm/h, azionato da motorino elettrico, pennino scrivente in fibra, autonomo almeno 3-4 mesi; integratore totalizzatore meccanico dei deflussi con lettura digitale su rulli, azionato da motorino elettrico.

Totalizzatore con capacità di totalizzazione non inferiore a 999999 mc.

L'apparecchiatura inoltre sarà completa di:

- rubinetto di manovra a cinque vie, in bronzo/inox GCUSn10 UNI 7013/x8 CN 7018 UNI 4047 - azionato da un'unica leva di tipo "manifold"

- carica di mercurio raffinato, in contenitore dipolietilene

- staffe metalliche verniciate per il fissaggio dello strumento a parete o su soletta

- accessori per l'equipaggio scrivente sufficienti per quattro mesi di esercizio

- trasduttore lineare di segnale di tipo analogico o digitale atto a consentire l'eventuale teletrasmissione del segnale di tipo normalizzato

Qualora sia prevista l'installazione all'aperto sarà fornito di robusto armadio metallico con chiusura a chiave e piedistallo di sostegno.

Tolleranze

- Tubo Venturi: di lavorazione e misura conformi alle norme UNI.

- Strumento di misura:

Errore strumentale di misura (indicazione e registrazione) dal 10% al 100% di Q_n max: non superiore a q 1% del fondo scala secondo norme UNI.

Nelle effettive condizioni di installazione e di esercizio dell'apparecchio e nel campo di portate Q comprese fra $0.2 Q_n$ e $1.20 Q_n$, l'errore di misura non dovrà essere comunque superiore a q 5%.

Materiali

Per i tubi Venturi DN s 300 mm: corpo in ghisa G.25 UNI 5007 (per pressioni di esercizio fino a 20 atm); convergente - tronco cilindrico - divergente in ghisa G.25 UNI 5007 o in bronzo B14 UNI

7013.

Per i tubi Venturi di di DN > 350 corpo in lamiera di acciaio Fe 42 B UNI 7070 o in Fe 44 UNI 7070; convergente - tronco cilindrico - divergente in lamiera di acciaio Fe 42 B UNI 7070 o in Fe 44 UNI 7070.

Bulloni in acciaio classe 8.8 UNI 3740, zincati o cadmiati.

Guarnizioni in elastomero antinvecchiante con proprieta' antiolio, insensibile ai solventi, ed a composizione base di neoprene.

Collaudi

Secondo specifiche come ai punti 2.5. e 2.6.

In particolare il collaudo da effettuarsi in officina e/o in opera consistera' nel controllo delle portate misurate secondo UNI.

CONTATORI VOLUMETRICI

Caratteristiche funzionali e costruttive

La misura dei volumi defluiti dovra' essere effettuata direttamente sull'intero flusso idrico.

Saranno di norma impiegati contatori a mulinello "Woltmann" per irrigazione di tipo con mulinello aperto "autopulente" atto a consentire il transito di corpi solidi e filamentosi.

La registrazione dei volumi sara' effettuata mediante una serie di tamburi numerati con funzionamento a scatto e tali da consentire la totalizzazione di almeno 999.999 mc.

La lettura avverra' attraverso un vetro od altro materiale trasparente particolarmente robusto.

Il dispositivo misuratore dovra' essere amovibile e la sua assenza non dovra' pregiudicare il funzionamento dell'erogatore.

L'apparecchio di misurazione dovra' essere opportunamente protetto con un cappellotto collegato al corpo con una catenella antismarrimento, sigillabile e lucchettabile per evitare manomissioni che comunque, qualora avvengano, siano chiaramente evidenziate.

Dovra' essere provvisto di targhetta, eventualmente ottenuta nel corso della fusione, con l'indicazione della matricola e del DN nominale.

I misuratori descritti dovranno essere inoltre integrabili sia con dispositivo emettitore di impulsi per l'eventuale teletrasmissione dei volumi defluiti, sia con dispositivi per il comando di idrovalvole in funzione del controllo automatico di volumi d'acqua da erogare.

Tolleranze ammesse nella misura dei volumi erogati

La misura dei volumi erogati deve essere assicurata nelle effettive condizioni di installazione ed esercizio, cioe' tenendo conto delle modalita' di installazione prevista in progetto e delle piu'

gravosecondizioni di funzionamento, con tolleranza non superiore al q 5% per i moduli ed i corrispondenti campi di portata appresso indicati:

DN	MODULO CONSIGLIATO	CAMPO DI PORTATA
mm	Qn l/sec	l/sec
80	5v12	3v15
100	10v20	3v25
125	15v30	4v40
150	25v45	6v55
200	35v60	8v75

Materiali

- Corpo: in ghisa G.20 UNI 5007.
- Mulinello: materiali plastici tipo ABS.
- Meccanismi: in acciaio inox 18/8 e speciali resine sintetiche termoresistenti.
- Vetro quadrante di chiusura: in vetro di forte spessore e meraklon.
- Bulloni: in acciaio classe 8.8 UNI 3740.

Collaudi

Secondo prescrizioni generali 2.5. e 2.6. e con l'effettuazione delle seguenti operazioni:

- controllo delle tolleranze dimensionali;
- prova a pressione statica;
- prova idraulica;
- perdita di carico.

In particolare, sul 3% delle apparecchiature dovranno eseguirsi prove di verifica sulla precisione delle misure nei campi di portata di cui al paragrafo 5.3.b.

6. ACCESSORI

FLANGE

Caratteristiche funzionali e costruttive

La costruzione sarà eseguita in acciaio forgiato o stampato secondo la tabella generale delle flange UNI 2223.

Per le flange di diametro o tipo non contemplati nella tabella succitata l'Impresa allegnerà le specifiche e le normative a cui ha fatto riferimento per la progettazione e i calcoli di dimensionamento, evidenziando il coefficiente di sicurezza nonché l'indicazione dettagliata delle caratteristiche dei materiali impiegati, spessori e pesi relativi.

Materiali

Fe 42 B UNI 7070 e comunque secondo UNI 2223.

GIUNTI DI SMONTAGGIO

Caratteristiche funzionali e costruttive

Hanno lo scopo di consentire dilatazioni delle condotte, compensare lievi disassamenti e consentite agevoli smontaggi e rimontaggi per apparecchiature.

Modelli a flange scorrevoli

Giunti di tipo telescopico a 3 flange di cui 2 per l'accoppiamento e 1 intermedia per la pressatura e la registrazione della guarnizione.

Scorrimento su superfici lavorate a macchina e protette.

Escursione massima 25 mm.

Tirantaria di regolazione escursione compresa.

Modelli a soffietto metallico

Giunti a soffietto metallico in acciaio inox, biflangiati, con o senza convogliatore.

Tirantaria di fermo in acciaio 8.8 di cadmiata.

Modelli a soffietto elastico

Giunti a soffietto elastico con elemento deformabile in elastomeri sintetici ed armatura in nylon od in acciaio.

Tirantaria di fermo in acciaio 8.8 cadmiata.

Materiali

- Tubi: Fe 42 B UNI 7070
- Flange: Fe 42 B UNI 7070
- Guarnizioni in elastomero sintetico o gomma naturale
- Tiranteria in acciaio trafilato ad alta resistenza
- Soffietti in acciaio inox AISI 304
- Soffietti in elastomeri sintetici con rinforzi metallici o fibre sintetiche

Collaudi

- secondo la normativa generale come indicato ai punti 2.5. e 2.6.
- Dimensionale.
- Di resistenza ad una pressione pari a 1,5 volte la pressione nominale delle condotte.

7. MINICENTRALE IDROELETTRICA ASINCRONA

Il sistema da installare si compone dei seguenti componenti:

1. TURBINA E GENERATORE

- 1.1 turbina tipo OSSBERGER
- 1.2 sistema di regolazione di tipo asincrono
- 1.3 telaio di fondazione
- 1.4 elemento di raccordo
- 1.5 controflangia
- 1.6 tubo di aspirazione
- 1.7 giunto elastico
- 1.8 albero ausiliario
- 1.9 supporti esterni
- 1.10 sistema di trasmissione a cinghia piana
- 1.11 generatore asincrono bifase

2. QUADRI ELETTRICI

1.1 La turbina da installare sarà del tipo OSSBERGER a flusso radiale, avente le seguenti caratteristiche:

- tipo costruttivo: con tubo di aspirazione
- modello con distributore a 2 sezioni
- salto motore netto: vedi dati di progetto
- portata massima: vedi dati di progetto
- senso di rotazione: da definire
- disposizione dell'asse: orizzontale

caratteristiche costruttive:

- girante con albero in acciaio al carbonio di qualità, materiale n. 1.0503 e pale in acciaio al carbonio di qualità, materiale n. 1.0038, particolarmente adatti a sopportare le sollecitazioni imposte dallo schema di flusso dell'acqua motrice tipico della turbina Ossberger
- girante equilibrata in officina
- supporti albero costruiti secondo il brevetto esclusivo Ossberger, con cuscinetti autocentranti orientabili a rulli, lubrificati a grasso, dimensionati per una vita operativa minima di 100.000 ore
- carcassa turbina in acciaio 1.4401 saldato elettricamente. Collegamenti tra le parti principali realizzati con flange.
- distributore della turbina a due sezioni con pale in acciaio 1.0038 profilate secondo i brevetti Ossberger, per la regolazione continua dell'apertura secondo la portata disponibile, montate su alberi in acciaio inox martensitico 1.4057 e supporti PERMAGLIDE esenti da manutenzione, anch'essi sostituibili.
- distributore con bracci di azionamento mossi da cilindri oleodinamici di manovra comandati dal sistema automatico di regolazione, completi di contrappesi di chiusura, dimensionati per la chiusura automatica di emergenza.

1.2 SISTEMA COMPLETO DI REGOLAZIONE OSSBERGER di tipo asincrono.

Il sistema di regolazione offerto è completamente premontato e collaudato nello stabilimento Ossberger di Weissenburg.

Modalità di funzionamento:

manuale: la turbina può essere portata a qualsiasi grado di apertura dei distributori con pulsanti manuali apri-chiudi

automatica: il sistema comanda automaticamente l'apertura o la chiusura dei distributori in

funzione della portata d'acqua.

Gestione dei distributori:

sul quadro di comando è posizionato un selettore a tre posizioni: “distributore piccolo” - “distributore grande” - “ottimizzazione”.

Selezionando “piccolo” si apre dapprima completamente il distributore piccolo, poi inizia l'azione del distributore grande;

Selezionando “grande” si apre dapprima completamente il distributore grande, poi inizia l'azione del distributore piccolo;

Selezionando “ottimizzazione” ad intervalli di tempo regolari il sistema di regolazione rileva il grado di apertura complessivo della turbina e lo confronta con la curva ottimale residente in memoria, adottando automaticamente la configurazione che assicura il migliore rendimento.

Funzioni:

mantenimento della portata di rilascio con regolazione automatica continua della turbina predetta allo scopo di rendere massima la produzione annua di energia.

arresto sicuro della turbina in caso di perturbazioni sulla rete elettrica, con dispositivo automatico di riavviamento al ritorno delle condizioni di normalità.

Dati tecnici:

Tensione di alimentazione: 3x400 V 50 Hz. Modello: A-2-ER/10 Capacità di lavoro: 105 kgm

Composizione:

a) trasmissione del segnale:

segnale in uscita della misura del livello dell'invaso verso la centrale, in forma analogica (compreso il cavo di collegamento tra sensore e regolatore)

b) quadro di comando in lamiera di acciaio verniciato a polveri, grado di protezione IP 42, dimensioni 760x760 mm, per montaggio a parete, con portello frontale e piastra di montaggio interna contenente, montati e cablati:

interruttore generale;

trasformatore di alimentazione;

dispositivo multifunzione con logica di comando, in grado di effettuare tutte le azioni comando, regolazione e controllo;

serie di protezioni di sovratensione per la linea di segnale proveniente dalla vasca di carico, con diodi di soppressione a cascata e cella a scarica di gas, corrente nominale di scarica 10 kA;

serie di protezioni di sovratensione a cascata per la linea di alimentazione, corrente nominale di scarica 2,5 kA;

selettore delle modalità di funzionamento;

alimentatore in corrente continua ad elevato rendimento, protetto contro i cortocircuiti;

contattore di protezione per il motore della centralina oleodinamica

due lampade di segnalazione a pannello: “impianto pronto” e “generatore in parallelo a rete”;

morsettiera per il cablaggio dei cavi di collegamento (cavi e cablaggio esclusi);

morsetti di prova per una messa in servizio semplice e veloce

c) misura della velocità, comprendente:

generatore tachimetrico senza spazzole, ad albero cavo, premontato in stabilimento sull'albero della turbina;

cuscinetti speciali del generatore tachimetrico, con funzionamento esente da manutenzione e da attriti;

d) posizione di apertura delle pale del distributore (segnale di feed-back):

2 potenziometri lineari, premontati in stabilimento sulla turbina;

e) centralina oleodinamica completa a basso consumo energetico, comprendente:

vasca di raccolta in ghisa all'alluminio della capacità di 40 litri (carica d'olio esclusa);

pompa oleodinamica ad ingranaggi con portata 2,0 l/min, azionata da motore elettrico 370 W;

accumulatore idraulico con pressione di accumulo < 200 bar (ridotta necessità di collaudi periodici);

2 valvole proporzionali ad azionamento diretto, con trasduttore di posizione ed elettronica di comando integrata;

2 valvole per la chiusura automatica di emergenza;

1 filtro olio con by-pass ed indicatore visivo di grado di intasamento;

1 manometro 0...40 bar per la pressione di lavoro;

f) bracci di azionamento dei distributori, comprendenti:

2 bracci di azionamento massicci, ampiamente dimensionati per l'apertura dei distributori all'angolo imposto dal sistema di regolazione

bracci premontati in stabilimento sugli alberi di azionamento delle pale dei distributori;

contrappesi da montare sui bracci, per la chiusura in sicurezza della turbina in caso di emergenza, anche in assenza di qualsiasi fonte di energia ausiliaria;

g) cilindri di azionamento, comprendenti:

2 cilindri idraulici di azionamento, premontati in stabilimento ampiamente dimensionati e funzionanti a bassa pressione;

2 piastre di fondazione per i cilindri

circuito oleodinamico di collegamento, composto da tubi in acciaio zincato, raccordi ed elementi di fissaggio

1.3 TELAIO DI FONDAZIONE in due parti

1.4 ELEMENTO DI RACCORDO diritto in lamiera di acciaio di spessore adeguato, accuratamente saldato e con nervature di rinforzo, terminante con flangia DN 500

1.5 CONTROFLANGIA con terminale a saldare per il collegamento alla condotta forzata diametro 500 mm (condotta forzata di collegamento)

1.6 TUBO DI ASPIRAZIONE lungo 1,60 metri

1.7 GIUNTO ELASTICO tra turbina ed albero ausiliario

1.8 ALBERO AUSILIARIO profilato in acciaio diam. 80 mm,

1.9 SUPPORTI ESTERNI per albero ausiliario diam 80 mm

1.10 SISTEMA DI TRASMISSIONE A CINGHIA PIANA, per incrementare la velocità di rotazione composto da:

- 1 puleggia per cinghia piana diametro 1.000 x 250 mm di larghezza, da montare sull'albero ausiliario
- 1 puleggia per cinghia piana diametro 320 x 250 mm montata sul generatore
- 1 cinghia speciale ad alto rendimento tipo SIEGLING senza giunzioni

1.11 GENERATORE ASINCRONO TRIFASE con rotore a gabbia di scoiattolo

dati del generatore:

- potenza elettrica in uscita : vedi dati di progetto
- tensione 3 x 400 V
- frequenza 50 Hz
- velocità nominale : vedi dati di progetto
- velocità di fuga : vedi dati di progetto
- forma costruttiva B 3
- grado di protezione IP54
- classe di isolamento F
- classe di dimensionamento B
- ventilazione esterna

completo di:

- blocchi di fondazione e bulloni di fissaggio
 - dispositivi per la lubrificazione esterna dei cuscinetti con macchina in movimento
- Compreso trasporto, sollevamenti , montaggio e messa in esercizio

2. QUADRI ELETTRICI

A) QUADRO DI PARTENZA

Cassetta PVC o metallica del tipo per montaggio al suolo o parete, completa di vano apparecchi e basamento, grado di protezione IP65, con su montato:

- Interruttore automatico magnetotermico con protezione differenziale 4x250 A
- In 200 A
- Id Regolabile
- Icu 35 kA

B) QUADRO DI POTENZA MISURE E PROTEZIONI

Armadio metallico realizzato a struttura modulare, dimensioni 600 x 400 x 1900 mm, verniciato a fuoco previo trattamento antiruggine, con portelle anteriori apribili a cerniera, grado di protezione IP 55, con su montate ed elettricamente connesse le seguenti apparecchiature

Unità Parallelo Gruppi e misure U.T.I.F. completo di:

- N. 1 Interruttore automatico del tipo scatolato, con attacchi posteriori da 4x250 A completo di bobina di apertura e contatti aux
- N. 1 Interruttore sezionatore del tipo c.s. da 3x320 A, completo di bobina di minima tensione, comando motorizzato, e contatti aux.
- N. 3 TA per misura fiscale completi di certificati di taratura
- N. 1 Morsettiera del tipo ARCUDI sigillabile per connessione TA e contatore
- N. 1 Contatore del tipo a tre sistemi completo di certificati di taratura e certificazione MID
- N. 3 TA per misure e protezioni del gruppo
- N. 3 TA per misura generale
- N. 1 Amperometro completo di commutatore per misura generale
- N. 1 Voltmetro completo di fusibili e commutatore per lettura tensione in arrivo
- N. 1 Protezioni 50-51 di macchina
- N. 1 protezione di sbarra DK 5940
- Barratura in rame, morsettiera e materiale di cablaggio vario

C) QUADRO AUTOMAZIONE E SERVIZI GENERALI

Armadio metallico realizzato a struttura modulare, dimensioni 1200 x 600 x 1900 mm, verniciato a fuoco previo trattamento antiruggine, con portelle anteriori apribili a cerniera, grado di protezione IP 55, idoneo alla gestione del parallelo automatico con la rete Enel e gestione del carico in funzione dell'acqua disponibile, con su montate ed elettricamente connesse le seguenti apparecchiature

Sezione servizi Ausiliari completo di:

- N. 1 Interruttore automatico magnetotermico generale S.A. C.A.
- N. 5 Interruttori automat. Differ. per alimentazione utenze + c.a.
- N. 1 Contattore per alimentazione quadro Ossberger
- N. 1 Batteria da 24 Vcc 70 Ah completa di caricabatteria automatico a due rami (Alimentatore + caricabatteria)
- Amperometro per misura corrente S.A. C.C. 24 V
- Voltmetro per misura tensione S.A. C.C. 24 V
- N. 4 Interruttori automatici per alimentazione utenze c.c. + c. a.
- Morsettiera e materiali di cablaggio

Sezione Automazione completo di:

- N. 1 Controllore a logica programmabile “PLC” completo di alimentatore, CPU, Schede I/O digitali, Input analogici, Scheda lettura temperature e software dedicato ed idoneo alla gestione del complesso
- N. 1 PC del tipo “Touch-screen” completo di software per comandi manuali, modifica parametri di gestione, Trend storici e visualizzazione valori di funzionamento, ed allarmi
- N. 1 Kilowattmetro 0-100 kW completo di convertitore Wattmetrico per lettura energia prodotta
- N. 1 Convertitore Varmetrico per lettura energia reattiva
- N. 1 Amperometro per lettura corrente generata dal gruppo
- N. 1 Apparecchio per avviso di allarme e controllo Centrale
- Serie di Commutatori, pulsanti lampade spia e relè interfaccia per un corretto collegamento con gli attuatori in campo
- Morsettiera e materiali di cablaggio vario

D) QUADRO RIFASAMENTO AUTOMATICO

Unità automatica di rifasamento da 80 KVA 440 V, completo di:

- Interruttore generale con blocco portella
- Contattori e resistenze di inserzione
- Condensatori per tensione 440 V e resistenze di scarica
- Centralina automatica regolatore di cosfi
- Valvole di protezione
- TA di controllo ed accessori di cablaggio

E) RACCORDI IN CAVO

- m 540 di linea BT del tipo FG7OR da 4x95 mmq completi di n. 8 terminazioni a compressione per collegamento consegna ENEL a quadro di partenza
- m 4 di linea BT del tipo c.s. per collegamento quadro di partenza a Quadro di potenza misure e protezioni
- m 4 di linea BT del tipo c.s. per collegamento quadro di potenza e misure a generatore
- m 4 di linea BT del tipo c.s. da 3x70 mmq per collegamento quadro di potenza a quadro rifasamento
- m 300 di cavo Fror varie misure per collegamento ausiliari in campo
- m 10 di cavo Fraf 3x2,5 schermato – livello acqua in diga
- m 10 di cavo Fraf 3x2,5 schermato – portata

F) IMPIANTO DI TERRA

- Esecuzione di impianto di terra nella misura di n. 2 pozzetti con dispersore zincato a croce o palina ramata
- Collegamenti di terra nei locali macchine, nonché di parti metalliche presenti in campo

G) IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE - PRESE E.I.

impianto di illuminazione in locali consegna ENEL e locali Centrali, completo di:

- N. 1 Plafoniere da 2x58 Wt del tipo IP 55 complete di lampada fluorescente ed interruttore di accensione
- N. 1 Lampade di emergenza da 1x9 W
- N. 1 Gruppo prese per E.I. (3x32 A + T – 2x16 A + T)

Comprensivo di trasporto, posa, impianto di supervisione e telecontrollo a distanza, assistenza per prove e messa in servizio del gruppo idroelettrico, rilascio delle certificazioni a norma di legge e assistenza per pratica Ufficio Dogane ex UTIF

CONSOLIDAMENTI

Iniezioni resine espandenti

Iniezione di miscele cementizie, composte da acqua, cemento tipo 325 ed additivo antiritiro, in proporzione massima fino al 5%, per la realizzazione di chiodature e di tiranti o per la bonifica ed il consolidamento di masse rocciose, ai dosaggi ed alle pressioni anche variabili necessarie alla buona riuscita dell'opera. La misura sarà effettuata ogni 100 kg di miscela secca iniettata.

Iniezioni resine espandenti

Consolidamento del terreno di fondazione con tecnologia SEE&SHOOT® di GEOSEC®o equivalente, conforme alla norma tecnica UNI EN 12715 (lavori geotecnici speciali - iniezioni), da eseguirsi al di sotto di una porzione di costruzione interessata da cedimenti differenziali verticali, mediante una linea di iniezioni mirate anche in profondità e su più livelli di resina tipo MAXIMA®o equivalente di naturapoliuretana espandente bi-componente, conforme ai requisiti di compatibilità ambientale di cui alla tabella 2 del titolo V parte IV del D.Leg.vo 152/06 e .s.m.i., caratterizzata dalle specifiche tecniche seguenti: contenuto in celle chiuse della schiuma (UNI EN ISO 4590): compreso tra 80 - 95%; densità in espansione libera (UNI EN ISO 845-97): compresa tra 50 - 60 Kg/m³; stabilità dimensionale della schiuma (UNI 8069-80): = 1%; tempo di fine espansione (a T=25°C): compreso tra 95-115 s; installazione e smobilizzo dell'impianto di iniezione; perforazioni nel terreno del diametro compreso tra 8 e 30 mm eseguite mediante trapani in roto percussione; fornitura e posa in opera di tubi per l'iniezione e raccordi per il collegamento dei tubi stessi all'impianto di iniezione; installazione e successivo smobilizzo di una stazione di misura geoelettrica multicanale a 24+24 elettrodi fissi impiantati su piano di campagna vergine per la successiva indagine di tomografia della resistività elettrica ERT 4D (x,y,z,t) eseguita sia a coprire la zona ceduta oggetto del trattamento che parte di zona stabile limitrofa non ceduta e sottostante la medesima costruzione ma caratterizzata da condizioni di stabilità idonee e da prendersi quali riferimento e obiettivo finale nel trattamento. Dette indagini ERT 4D dovranno essere eseguite almeno una volta prima, alla fine, ma prioritariamente durante l'intervento di consolidamento mediante iniezioni per verificare gli effetti ottenuti nel terreno ceduto e instabile in conseguenza del consolidamento in atto, ovvero fino a quando le condizioni del terreno ceduto non diverranno simili, uniformi o migliori del terreno limitrofo stabile e non ceduto posto sempre sotto alla costruzione e preso a riferimento; prove penetrometriche dinamiche medie tipo DPM30 fino ad un massimo di 3 tutte poste nel volume significativo di cui almeno 1 eseguita prima di qualsiasi iniezione in zona non soggetta a cedimento e almeno 2 eseguite all'interno del volume di terreno oggetto d'intervento rispettivamente prima e dopo il trattamento.

WATERSTOP

Profili in PVC (waterstop) per la realizzazione di giunti di ripresa di getto; forniti e posti in opera in appositi casseri con realizzazione di saldature di continuità e quant'altro necessario a dare

l'opera completa e perfettamente finita in ogni sua parte: con profilo da inserire nella parte centrale del getto.

MATERIALE PER LA FORMAZIONE DEI RILEVATI STRADALI

Rilevato

Formazione di rilevato secondo le sagome prescritte con materiali idonei, provenienti sia dagli scavi che dalle cave, il compattamento a strati fino a raggiungere la densità prescritta, l'umidimento, la profilatura dei cigli, delle banchine e delle scarpate rivestite con terra vegetale, composto da materiali, provenienti dalle cave appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3

Strato anticapillare

Materiale anticapillare di idonea granulometria prescritta dal CSdA, per posizionamento al di sotto di rilevati o della sovrastruttura, avente funzione di filtro per terreni sottostanti, fornito e posto in opera, compresi la stesa a superfici piane e livellate, il compattamento meccanico.

Strato di fondazione

Strato di fondazione in misto granulare stabilizzato con legante naturale, compresi l'eventuale fornitura dei materiali di apporto o la vagliatura per raggiungere la idonea granulometria, acqua, prove di laboratorio, lavorazione e costipamento dello strato con idonee macchine, in misto granulare stabilizzato con legante naturale

MATERIALE PER LA FORMAZIONE DELLA SEDE STRADALE

Strato di base

Lo strato di base è costituito da un misto granulare di ghiaia (o pietrisco), sabbia e additivo (passante al setaccio 0.075), impastato con bitume a caldo, previo preriscaldamento degli

Serie crivelli e setacci U.N.I.	in peso %	aggregati e steso in opera mediante macchina vibrofinitrice. Lo spessore della base è prescritto nei tipi di progetto, salvo diverse indicazioni della Direzione dei Lavori. Materiali inerti Saranno impiegati: ghiaie, frantumati, sabbie ed additivi aventi i seguenti requisiti: Le dimensioni massime dell'aggregato saranno stabilite dalla D.L. in funzione dello spessore finito
Crivello 40	100	
Crivello 30	80-100	
Crivello 25	70-95	
Crivello 15	45-70	
Crivello 10	35-60	
Crivello 5	25-50	
Setaccio 2	20-40	
Setaccio 0.4	6-20	
Setaccio 0.18	4-14	
Setaccio 0.075	4-8	

dello strato (comunque non inferiore al 30% della miscela degli inerti). Granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti.

Legante

Come leganti sono da usarsi bitumi dai requisiti prescritti dalle "Norme per l'accettazione dei bitumi" del C.N.R. fascicolo 2/1951 alle quali si rimanda anche per la preparazione dei campioni da sottoporre a prove. I leganti potranno essere comunque additivati con "dopes" di adesività. La penetrazione del bitume sarà stabilita dalla Direzione Lavori. La percentuale del legante riferita al peso degli inerti dovrà essere compresa tra 3.5% e 4.5%.

Miscela

La composizione adottata non dovrà consentire deformazioni permanenti nello strato, sotto carichi statici o dinamici, nemmeno alle alte temperature estive; mentre dovrà dimostrarsi sufficientemente flessibile per poter eseguire, sotto gli stessi carichi, qualunque eventuale assestamento del sottofondo, anche a lunga scadenza. Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti: il valore della stabilità Marshall – prova B.U. C.N.R. n° 30 (15.03.73) eseguita a 60 C su provini costipati con 75, colpi di magli per faccia, dovrà risultare non inferiore a 700 kg e lo scorrimento misurato in mm dovrà essere superiore a 250; la percentuale dei vuoti dei provini Marshall dovrà essere compresa tra 4 e 7%. I valori di stabilità e di scorrimento anzidetti dovranno essere raggiunti dalle miscele prelevate in cantiere immediatamente prima della stesa e del costipamento. Qualora non vengano effettuate prove di laboratorio in sede di confezione, ed ogni qualvolta la Direzione dei Lavori lo riterrà opportuno, verranno prelevati campioni di conglomerato dalle partite in corso di stesa. Tali campioni verranno quindi inviati ai laboratori che provvederanno al confezionamento dei provini previo riscaldamento del materiale. Si intende che in tal caso la stabilità Marshall dovrà non essere inferiore a kg 700 con gli stessi valori di scorrimento e vuoti. Il conglomerato bituminoso destinato alla formazione dello strato di base dovrà avere i seguenti requisiti: a) elevatissima resistenza meccanica interna e cioè capacità a sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli; b) grandissima stabilità.

Strati di collegamento (Binder) e di risagomatura

Il conglomerato per ambedue gli strati sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi (secondo le definizioni riportate dall'articolo 1 delle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, della sabbia, degli additivi, per costruzioni stradali del C.N.R. fascicolo IV/1953) mescolati con bitume a caldo e sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume – aggregato ("dopes" di adesività) e verrà steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattato con rulligommata e lisci.

Materiali inerti

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetti e graniglie che potranno anche essere di provenienza o natura petrografiche diversa. In ogni caso i pietrischi e le graniglie dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei. L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell'art. 5 delle Norme del C.N.R. predetto.

Legante

La penetrazione del bitume sarà stabilita dalla D.L.. Il bitume dovrà essere i requisiti prescritti dalle "Norme per l'accettazione dei bitumi" del C.N.R. fascicolo II/1957 alle quali si rimanda anche per la preparazione dei campioni da sottoporre a prove. I leganti potranno essere comunque additivati con "dopes" di adesività.

Miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci U.N.I.	passante totale in peso %
Crivello 25	100
Crivello 15	65-100
Crivello 10	50-80
Crivello 5	30-60
Crivello 10	50-80
Crivello 5	30-60
Setaccio 2	20-45
Setaccio 0.4	7-25
Setaccio 0.10	5-15
Setaccio 0.075	4-8

La dimensione massima degli inerti sarà determinata dalla D.L. in funzione degli spessori da realizzare. L'aggregato grosso costituito da pietrischetti e graniglie che potranno anche essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché non idrofilo e con perdite di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131

– AASHO T 96 inferiore al 25%. Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4.5% ed il 5.5%, riferito al peso degli aggregati. Esso dovrà comunque essere il minimo che consente il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportati. Il conglomerato bituminoso destinato alla risagomatura, conguagli ed alla formazione dello strato di collegamento dovrà avere i seguenti requisiti: la stabilità Marshall eseguita, in sede di confezione (vedi ASTM D 1959) a 60 C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a 900 kg. Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kg e lo scorrimento misurato in mm dovrà essere in ogni caso superiore a 300. Gli stessi provini per i quali viene determinata la stessa stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residue compresa tra 3 e 7%. Qualora non vengano effettuate prove di laboratorio in sede di confezione, ed ogni qualvolta la Direzione dei Lavori lo riterrà opportuno, verranno prelevati campioni di conglomerato dalle partite in corso di stesa. Tali campioni verranno quindi inviati ai laboratori che provvederanno al confezionamento dei provini previo riscaldamento del materiale. Si intende che in tal caso la stabilità Marshall dovrà non essere inferiore a kg 900 con gli stessi valori di scorrimento e vuoti. Gli strati di collegamento (Binder) e di risagomatura dovranno avere i seguenti requisiti: a) elevata resistenza all'usura superficiale; b) sufficiente ruvidezza della superficie, tale da non renderla scivolosa; c) il volume dei vuoti residui e cilindratura finita dovrà essere compreso tra 3 e 8%.

Miscela e strati di usura

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà pure avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso, con impiego di materiale di origine basaltica, pari almeno al 30% (trenta per cento) del passante al crivello 5 (cinque).

Serie crivelli e setacci	passante totale in peso %
U.N.I.	
Crivello 15	100
Crivello 10	70-100
Crivello 5	43-67
Setaccio 2	25-45
Setaccio 0.4	12-24
Setaccio 0.18	7-15
Setaccio 0.075	6-11

La dimensione massima degli inerti sarà determinata dalla D.L. in funzione dello spessore da realizzare. L'aggregato grosso costituito da pietrischetti e graniglie che potranno anche essere di provenienza con natura petrografica diversa, purché non idrofili e con perdite in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le Norme ASTM C 131

– AASHTO T 96 inferiore al 20%. Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 5% ed il 6% riferito al peso totale degli aggregati. Il coefficiente di riempimento con bitume dei vuoti intergranulari della miscela addensata non dovrà superare l'80%; il contenuto di bitume della miscela dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità e compattezza richiesti. Il contenuto del bitume della miscela dovrà essere il minimo atto a consentire il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportata. L'Appaltatore è tenuto a far eseguire presso un laboratorio ufficialmente riconosciuto, prove sperimentali intese a determinare, per il miscuglio degli aggregati prescelti, il dosaggio in bitume, esibendo alla Direzione Lavori i risultati delle prove con la relativa documentazione ufficiale. Impiegherà perciò, senza aumento nei prezzi, la quantità di bitume così sperimentalmente definita, anche se comporta un aumento della percentuale sopra descritta. In caso che la prova o le prove non diano percentuale di bitume inferiore a quello prescritto saranno operate delle riduzioni d'importo proporzionale alla percentuale mancante. La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati ottenuti o di far eseguire nuove prove, senza che tale approvazione riduca la responsabilità dell'Impresa relativa al raggiungimento dei requisiti finali del conglomerato in opera. Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti: a) resistenza meccanica elevatissima e sufficiente flessibilità per poter eseguire i carichi con qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza; il valore della stabilità Marshall 8 B.U. C.N.R. n. 30 del 15 Marzo 1973) eseguita a 60°C sui provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno

1.000 kg. Il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la qualità misurata in kg e lo scorrimento misurato in mm dovrà essere in ogni caso superiore a 300. La percentuale dei vuoti dei provini Marshall sempre nelle condizioni di impiego prescelte, dovrà essere compresa tra 3% e 6%. La resistenza richiesta per prove eseguite distanza di tempo previo riscaldamento del materiale, sarà invece di kg 1.000 con gli stessi valori di scorrimento e vuoti. b) elevatissima resistenza all'usura superficiale; c) sufficiente ruvidezza della superficie, tale da non renderla scivolosa; d) grande compattezza il volume dei vuoti residui a cilindratura finita dovrà essere compreso tra 3 e 7%. e) grandissima stabilità; f) impermeabilità praticamente totale: un campione sottoposto alla prova con colonna d'acqua di 10 cm di altezza, dopo 72 ore non deve presentare tracce di passaggio di acqua.

BARRIERE DI SICUREZZA STRADALE

Barriera di sicurezza in acciaio zincato a caldo, retta o curva, cat. H 2, conforme alle norme vigenti in materia, idonea al montaggio su bordo ponte, sottoposta alle prove di impatto come definite dalle Autorità competenti, compresi i sistemi di attacco necessari per il collegamento dei vari elementi, categoria H2

ELEMENTI METALLICI

Ringhiere, parapetti, cancellate

Inferriate, ringhiere, parapetti e cancellate eseguite con profilati normali in acciaio (tondi, piatti, quadri, angolari, scatolari, ecc.), eventuali pannellature in lamiera e intelaiature fisse o mobili, assemblati in disegni lineari semplici, completi della ferramenta di fissaggio, di apertura e chiusura; compresi i tagli, i fori, gli sfridi, gli incastri e gli alloggiamenti in murature, le opere murarie, la spalmatura con una mano di minio o di vernice antiruggine e ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte Cancellate semplici apribili

Trattamenti protettivi

Zincatura a caldo per immersione di opere in ferro con trattamento a fuoco mediante immersione in vasche che contengono zinco fuso alla temperatura di circa 500 °C, previo decappaggio, lavaggio, ecc., e ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte Per strutture pesanti

MEMBRANE E IMPERMEABILIZZAZIONI

Bitume distillato modificato con SBS

Membrana impermeabile a base di bitume distillato modificato con resine elastomeriche (SBS), con supporto costituito da un tessuto non tessuto di poliestere da filo continuo, applicata a fiamma con giunti sovrapposti di 10 cm, stesa su piano di posa idoneamente preparato adatto sia su superfici piane che curve e inclinate. Spessore 4,0 mm con rivestimento superiore protetto da scaglie di ardesia

Membrane bitumero polimero elastoplastomeriche a base di resine metalloceniche

Manto impermeabile prefabbricato doppio strato costituito da membrane bitumero polimero elastoplastomeriche a base di resine metalloceniche, armate con tessuto non tessuto di poliestere da filo continuo flessibilità a freddo - 20 C, applicate a fiamma nella medesima direzione longitudinale ma sfalsate di 50 cm l'una rispetto all'altra, su massetto di sottofondo, da pagarsi a parte, di superfici orizzontali o inclinate, previo trattamento con idoneo primer bituminoso, con sovrapposizione dei sormonti di 8 cm in senso longitudinale e di almeno 15 cm alle testate dei teli. In due membrane di spessore 4 mm

Membrane di feltro in poliestere

Manto di scorrimento con feltro di poliestere, posato a secco, con 10 cm di sovrapposizione dei feltri, steso in opera su idoneo piano di posa idoneo all'applicazione su superfici piane, curve e inclinate, con feltro da 300 g/mq

Manto impermeabile in PVC rinforzato

Manto impermeabile in PVC rinforzato internamente con armatura di velo vetro e tessuto di vetro,

resistente ai raggi UV e alle radici, calandrato, posato a secco su piano di posa idoneamente preparato per superfici piane, curve e inclinate, applicato a fiamma su giunti sovrapposti di cm 10, in spessore 1,8 mm

Barriera al vapore

Barriera al vapore costituita da un foglio di polietilene di 0,4 mm, posato a secco con 5 cm di sovrapposizione, risvolti sulle pareti verticali non inferiore a 10 cm, sigillatura dei sormonti e con tutti i corpi fuoriuscenti dal piano di posa, con nastro di giunzione monadesivo largo 8 cm. Stesa su piano di posa idoneamente preparato per superfici piane, curve e inclinate, in spessore 0,3 mm, colore nero

Impermeabilizzazione superfici in calcestruzzo

Impermeabilizzazione di pareti in calcestruzzo previa preparazione delle superfici mediante idrolavaggio a forte pressione. Successivamente, depolverare tutte le parti incoerenti e distaccate, qualora fossero presenti avvallamenti e cavità sul sottofondo, provvedere al loro ripristino mediante applicazione di malta tissotropica rinforzata. In corrispondenza dei raccordi tra superfici orizzontali e verticali, realizzare una sguscia di raccordo 5x5 cm mediante una stesura di adesivo epossidico bicomponente e sul prodotto ancora fresco, realizzare le sguscie di raccordo con malta tissotropica fibrorinforzata. Procedere con una passata di primer acrilico consolidante e successivamente procedere all'applicazione di malta cementizia bicomponente elastica e su prodotto ancora fresco stendere la rete in fibra di vetro. Dopo che il prodotto sia completamente asciutto procedere con la seconda passata di malta cementizia bicomponente elastica in modo da ottenere uno spessore finale non meno di mm 2.

RIVESTIMENTI

Rivestimenti in pietra per pareti

Rivestimento di pareti in cls con pietre poste in opera con malta cementizia dosata a 4 q.li di cemento tipo 325 per mc di sabbia, armato con rete elettrosaldata metallica diam 5 mm maglia 15x15 cm, ad opera incerta, con giunti stilati, da realizzarsi con pietre recuperate dalla demolizione di muri in pietrame, per uno spessore medio di cm. 15-20 cm.

Rivestimenti in pietra per gavete

Rivestimento delle gavete delle briglie in gabbioni con lastre e/o spezzoni di pietre poste in opera con malta cementizia dosata a 4 q.li di cemento tipo 325 per mc di sabbia, armato con rete elettrosaldata metallica diam. 5 mm maglia 15x15 cm, ad opera incerta, con giunti stilati, in spessore medio di cm. 15-20 cm.

SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE

Canalette in legname e pietra

Canalette in legname e pietrame a forma di trapezio (altezza: 80 cm), con intelaiatura realizzata con pali di legname idoneo (15-20 cm) e con il fondo e le pareti rivestiti in pietrame (spessore: 20 cm), recuperato in loco e posto in opera a mano

Canale di guardia in cls vibrocompresso

Canale di guardia in conglomerato cementizio vibrocompresso, previa costipazione del terreno di appoggio delle canalette e il bloccaggio mediante tondini di acciaio fissi nel terreno in sezione trapezoidale, dimensioni 40/50x50 cm

Pozzetti prefabbricati in cls vibrato

Pozzetto di raccordo pedonale, non diaframmato, realizzato con elementi prefabbricati in cemento vibrato con impronte laterali per l'immissione di tubi, senza coperchio o griglia, posto in opera compresi ogni onere e magistero per l'allaccio a tenuta con le tubazioni, inclusi il letto con calcestruzzo cementizio, il rinfiacco e il rinterro in dimensioni 70x70x70 cm. Anelli di prolunga per pozzetti

Anello di prolunga per pozzetti pedonali realizzato con elementi prefabbricati in cemento vibrato con impronte laterali per l'immissione di tubi, senza coperchio o griglia, posto in opera compresi ogni onere e magistero per l'allaccio a tenuta con le tubazioni, inclusi il rinfiacco con calcestruzzo cementizio, il rinterro con la sola esclusione degli oneri per lo scavo Dimensioni 80x80x85 cm

Coperchi per pozzetti in cls vibrati

Coperchio per pozzetti di tipo leggero realizzato con elementi prefabbricati in cemento vibrato posto in opera compresi ogni onere e magistero Chiusino 90x90 cm

Chiusini in ghisa sferoidale

Chiusini e griglie sferoidale, forme e classe di carrabilità prodotti da aziende certificate ISO 9001 conformi alle norme tecniche vigenti

Chiusini in materiale composito

Chiusino per pozzetti in materiale composito in conformità alla norma UNI EN 124, classe minima richiesta C250.