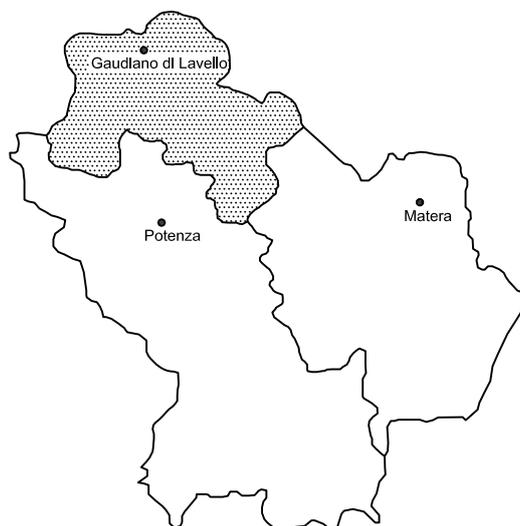




Consorzio di Bonifica Vulture - Alto Bradano

Gaudio di Lavello

REGIONE BASILICATA



COMPLETAMENTO DEI DISTRETTI IRRIGUI IN AGRO DI MONTEMILONE ED INTEGRAZIONE RISORSE IDRICHE

PROGETTO ESECUTIVO

G-ELABORATI AMMINISTRATIVI

G11

Disciplinare tecnico tubazioni in acciaio

Giugno 2014

IL PROGETTISTA

Prof. Ing. A.F. PICCINNI

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n.7288



IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Fileno PENNACCHIO

IL COMMISSARIO STRAORDINARIO

Avv. G. MUSACCHIO

INDICE

| | |
|---|-----------|
| 1. Caratteristiche delle tubazioni e dei rivestimenti | 2 |
| 1.1. - Tubazioni..... | 2 |
| 1.2 -Rivestimenti interni ed esterni | 3 |
| 1.2.1 - Rivestimenti esterni di tipo bituminoso..... | 3 |
| 1.2.2. - Rivestimenti esterni in polietilene | 4 |
| 1.2.3. - Rivestimenti interni | 4 |
| 1.2.4. Rivestimento tratte fuori terra | 6 |
| 2. Controllo in stabilimento da parte della D.L. | 7 |
| 3. Tipologia delle giunzione..... | 9 |
| 4. Isolamento, continuità e sezionamento delle condotte..... | 9 |
| 5. Trasporto, posa in opera e rinterro..... | 10 |
| 6. Prova idraulica | 18 |
| 7. Esecuzione delle giunzioni saldate | 21 |
| 8. Ripristino del rivestimento nella zona giunzione | 25 |
| 9. - Riparazione dei danni subiti dal rivestimento | 26 |
| 9.1 - Rivestimenti bituminosi | 27 |
| 9.2. - Rivestimenti polietilenici | 27 |
| 10. Controlli in cantiere..... | 28 |

1. Caratteristiche delle tubazioni e dei rivestimenti

1.1. - Tubazioni

- *Premessa* Le tubazioni fornite dovranno rispondere ai requisiti della norma **UNI 6363/84 (UNI EN 10224)** e ad alle prescrizioni del seguente disciplinare. Tutte le forniture, inoltre, dovranno essere conformi a quanto previsto dal Decreto del Ministero della Salute n.174 del 6 Aprile 2004 (G.U: n.166 del 17-7-2004)

Tutte le prescrizioni contenute nella norma **UNI 6363/84 (UNI EN 10224)** restano interamente valide se

non sostituite o annullate da clausole più restrittive incluse in questo disciplinare

b) *Caratteristiche delle tubazioni:* Le tubazioni impiegate avranno le seguenti caratteristiche:

| DN | Classe acciaio e spessore | Tipo di giunto | Riv est. | Riv int. |
|------|---------------------------|------------------------|------------|-------------------|
| 1400 | Fe 510 U (L 355)- 12,5 mm | Per saldatura di testa | Vedi "EPU" | Resina epossidica |
| 1200 | Fe 510 U (L 355)- 12,5 mm | Per saldatura di testa | Vedi "EPU" | Resina epossidica |
| 300 | Fe 510 C (L 355)- 6,3 mm | Per saldatura di testa | Vedi "EPU" | Resina epossidica |
| 200 | Fe 510 C (L 355)- 5,9 mm | Per saldatura di testa | Vedi "EPU" | Resina epossidica |
| 150 | Fe 510 C (L 355)- 4,5 mm | Per saldatura di testa | Vedi "EPU" | Resina epossidica |

I diametri esterni, gli spessori e le masse lineiche saranno quelli riportati nel prospetto V della **UNI 6336/84 (UNI EN 10224)**

- *Certificazioni:* I risultati delle prove di collaudo previste dalla **UNI 6363/64 (UNI EN 10224)** dovranno essere forniti come certificazione alla D.L.

- *Marcatura e documentazione:* I tubi, i giunti e i pezzi speciali dovranno giungere in cantiere dotati oltre alle marcature previste dal **D.M. 12.12.1985** e D.M. Sanità n.174 del 6-4-2004:

- marchio del fabbricante,
- diametro nominale
- pressione nominale

anche delle seguenti marcature aggiuntive:

- tipo di acciaio,
- riferimento alle norme UNI 6363/84 (**UNI EN 10224**) .
- numero di matricola del tubo
- lunghezza
- peso

Le marcature verranno applicate, a scelta della D.L. mediante:

- punzone all'esterno della tubazione in corrispondenza della saldatura ed a 5 cm da uno dei bordi;
- vernice all'interno della tubazione.

La D.L. ha la facoltà di far aggiungere eventuali marcature aggiuntive

1.2 -Rivestimenti interni ed esterni

1.2.1 - Rivestimenti esterni di tipo bituminoso

- *Premessa:* I rivestimenti forniti dovranno rispondere ai requisiti della norma **UNI ISO 5256** e ad alle prescrizioni del seguente disciplinare.

Tutte le prescrizioni contenute nella norma **UNI ISO 5256** restano interamente valide se non sostituite o annullate da clausole più restrittive incluse in questo disciplinare.

- *Esecuzione del rivestimento:* La preparazione della superficie da rivestire dovrà essere spinta fino al grado di finitura *Sa 2,5* di cui alla norma **ISO 8501/1** corrispondente alla rimozione mediante sabbiatura con abrasivo siliceo o metallico della ruggine, della calamina e delle altre particelle estranee e poco aderenti sino a metallo quasi bianco e cioè fino a che il 95% della superficie sia esente da ogni residuo visibile.

Subito dopo la preparazione della superficie si applicherà lo strato di aderenza (primer) secondo i metodi previsti dalla norma **UNI ISO 5256**.

Lo spessore medio dello strato di fondo dovrà essere tale che sia assicurata la completa copertura della superficie metallica e che in nessun punto della superficie stessa si abbia uno spessore di primer inferiore a 500 µm.

Il rivestimento dovrà essere realizzato conformemente alla classe IV del prospetto VI della norma **UNI ISO 5256** con spessore non inferiore a 8 mm in nessun punto della superficie.

A protezione dell'azione dei raggi solari si applicherà sul tubo ancora caldo una mano di latte di calce.

- *Certificazioni:* I risultati delle prove di collaudo previste dalla **UNI ISO 5256** dovranno essere forniti come certificazione alla D.L..

Tutte le materie prime utilizzate per la realizzazione dei rivestimenti, relativamente ad ogni lotto, dovranno essere accompagnate all'atto della fornitura da un certificato di analisi (con le prove inerenti le caratteristiche fisico - chimiche principali) da trasmettersi alla D.L.

1.2.2. - Rivestimenti esterni in polietilene

- *Premessa:* I rivestimenti forniti dovranno rispondere ai requisiti della norma **UNI 9099** e ad alle prescrizioni del seguente disciplinare.

Tutte le prescrizioni contenute nella norma **UNI 9099** restano interamente valide se non sostituite o annullate da clausole più restrittive incluse in questo disciplinare.

- *Esecuzione del rivestimento* La preparazione della superficie da rivestire dovrà essere spinta fino al grado di finitura *Sa 2,5* di cui alla norma **ISO 8501/1** corrispondente alla rimozione mediante sabbiatura con abrasivo siliceo o metallico della ruggine, della calamina e delle altre particelle estranee e poco aderenti sino a metallo quasi bianco e cioè fino a che il 95% della superficie sia esente da ogni residuo visibile.

Subito dopo la preparazione della superficie si applicherà lo strato di fondo e l'adesivo secondo le modalità previste dalla norma **UNI 9099**.

Il rivestimento polietilenico dovrà essere realizzato a triplo strato con spessore rinforzato (UNI 9099 R3R)

- *Certificazioni:* I risultati delle prove di collaudo previste dalla **UNI 9099** dovranno essere forniti come certificazione alla D.L..

Tutte le materie prime utilizzate, relativamente ad ogni lotto, dovranno essere accompagnate all'atto della fornitura da un certificato di analisi (con le prove inerenti le caratteristiche fisico - chimiche principali) da trasmettersi alla D.L.

1.2.3. - Rivestimenti interni

-*Premessa:* I prodotti impiegati dovranno essere idonei al contatto con acqua destinata all'alimentazione umana in conformità al **D.M. 21.03.1973** e alla **Circolare del Ministero della Sanità n. 102 del 02.12.1978** e **D.Min. Sanità n.174 del 6-4-2004**.

Le certificazioni di conformità al Decreto Ministeriale ed alla Circolare Ministeriale su indicati dovranno essere trasmesse alla D.L.

Tipologia: Il rivestimento interno dovrà essere costituito da resina a base epossidica, da concordare con la D.L., applicata su una superficie sabbiata sino al grado di finitura *Sa 2^{1/2}* di cui alla norma **ISO 8501/1**.

Lo spessore del rivestimento non dovrà risultare inferiore a 250 µm misurato a secco.

Le estremità dovranno essere prive del rivestimento per una profondità tale che la sezione di saldatura di giunzione disti dalla parte rivestita di almeno 10 cm.

La parte non rivestita dovrà essere trattata con protettivo temporaneo.

- *Controlli sul rivestimento:* All'esame visivo il rivestimento deve presentarsi come una superficie levigata e speculare, di colore uniforme e priva di difetti di verniciatura, colature, spirali, gocce, ecc.

Nel caso in cui si riscontrino dei difetti, se questi si estendono per un'area superiore al 5% della superficie rivestita, il tubo in oggetto dovrà essere sottoposto ad un secondo ciclo di lavorazione (eliminazione del rivestimento realizzato e riesecuzione dello stesso)

Prova di aderenza: La prova di aderenza si effettuerà dopo il periodo necessario alla completa essiccazione del rivestimento.

Si eseguirà con un coltello un intaglio a "V" all'estremità del rivestimento fino a raggiungere il metallo.

Quindi si proverà il distacco del film cercando di scalzare, partendo dalla punta, il triangolo inciso. Il distacco dalla superficie metallica del rivestimento costituirà un esito negativo del test.

Detta prova dovrà essere effettuata su un tubo ogni turno di produzione o ogni 200 tubi prodotti.

Controllo dello spessore: La misura dello spessore verrà effettuata:

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

Nel caso in cui i risultati delle prove indicate non siano conformi a quanto richiesto, i tubi sui quali sono state effettuate le prove dovranno essere sottoposti ad un secondo ciclo di lavorazione.

Inoltre la prova i cui risultati non sono conformi dovrà essere ripetuta su un numero doppio di tubi prodotti (scelti tra quelli prodotti subito prima e dopo i tubi sottoposti inizialmente alle prove).

- *Certificazioni:* I risultati delle prove di collaudo dovranno essere forniti come certificazione alla D.L..

Tutte le materie prime utilizzate per la realizzazione dei rivestimenti, relativamente ad ogni lotto, dovranno essere accompagnate all'atto della fornitura da un certificato di analisi (con le prove inerenti le caratteristiche fisico - chimiche principali) da trasmettersi alla D.L.

- *Riparazioni*: possono interessare al massimo il 5% della superficie interna dei tubi.

Per le riparazioni dovrà essere utilizzata la stessa resina applicata per il rivestimento interno dei tubi.

La riparazione si eseguirà nel seguente modo:

- realizzazione sulla zona da riparare di una leggera smerigliatura fino a ottenere una superficie metallica completamente pulita;
- rimozione della polvere ed ogni altro residuo dalla zona da riparare;
- applicazione sulla zona interessata della resina fino ad ottenere lo spessore secco di 250 μm .

1.2.4. Rivestimento tratte fuori terra

- *Premessa*: Il rivestimento delle tratte fuori terra dovrà essere realizzato con un ciclo epossibituminoso dello spessore finale 340 μm film secco

1.2.4.1. Opere esterne ai manufatti:

.- *preparazione della superficie*: spinta fino al grado di finitura *Sa 2,5* di cui alla norma **ISO 8501/1** corrispondente alla rimozione mediante sabbiatura con abrasivo siliceo o metallico della ruggine, della calamina e delle altre particelle estranee e poco aderenti sino a metallo quasi bianco e cioè fino a che il 95% della superficie sia esente da ogni residuo visibile.

- *fondo*: Applicazione a pennello o a spruzzo con macchine "airless" di primer zincante organico per uno spessore di film secco pari a 40÷50 μm .

- *copertura*: Applicazione, dopo l'avvenuto essiccamento del primer, di una mano di pittura a base di epossibitume per uno spessore di film secco pari a:

- 250 μm per tubazioni, pezzi speciali e apparecchiature idrauliche;
- 150 μm per carpenterie metalliche in genere.

La pittura verrà applicata a pennello, a rullo o a spruzzo.

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

Le caratteristiche della miscela devono essere tali che il rivestimento finito deve essere un'ottima adesione alla superficie del manufatto, presentare ottima resistenza all'abrasione, avere grande durezza e flessibilità ed una elevata resistenza all'acqua.

Il rivestimento dovrà essere capace di sopportare, senza perdere le sue caratteristiche, le sollecitazioni meccaniche alle quali sarà sottoposto in opera.

Se lo spessore è ottenuto con l'applicazione di più mani successive si avrà cura di applicare una mano quando la precedente sia sufficientemente indurita e cioè all'incirca dopo 12 ore.

- *finitura*: Quando il rivestimento è completamente polimerizzato ed indurito, allo scopo di evitare accumulo di calore per eventuale esposizione ai raggi solari, si coprirà il rivestimento con un film di pittura riflettente, in base bituminosa, colore alluminio per uno spessore di film secco pari a 40÷50 µm.

1.2.4.2. Opere all'interno dei manufatti:

- *preparazione della superficie*: Come al precedente punto 1);

- *fondo*: Applicazione di due mani di minio oleo - fenolico o di una mano primer zincante organico per uno spessore di film secco pari a 40÷50 µm.

- *copertura*: Applicazione, dopo l'avvenuto essiccamento del primer, di due mani di pittura a base di epossibitume, per uno spessore di film secco pari a:

- 200 ÷ 250 µm per tubazioni, pezzi speciali e apparecchiature idrauliche;

- 150 µm per carpenterie metalliche in genere.

La pittura avrà le stesse caratteristiche descritte nel punto 1).

- *finitura*: Quando il rivestimento è completamente polimerizzato ed indurito, verrà applicata una mano di smalto a colore da 50 µm scelto dalla Direzione dei lavori.

2. Controllo in stabilimento da parte della D.L.

Per accertare la buona qualità del materiale impiegato nella fabbricazione dei tubi, la bontà della lavorazione, la corrispondenza dei tubi all'uso cui dovranno servire, la D.L. avrà ampia facoltà di far sorvegliare la lavorazioni in stabilimento e di sottoporre i materiali e le tubazioni a tutte le prove prescritte dalle norme UNI a cura e spesa dell'Impresa.

Per i *rivestimento di tipo bituminoso* le prove di aderenza e la misura degli spessori si eseguiranno su di un numero di pezzi variabili con la grandezza della fornitura come è specificato dalla seguente tabella:

| Numero delle unità di cui consiste la partita | Numero di unità di cui deve consistere il 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 unità, il campione consiste di 11 unità, più una unità, per ogni 100 unità, 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 potrà 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 D.L. ma non superiore a 1 punto per mq di rivestimento.

L'esito delle misure sarà positivo quando in tutti i punti misurati lo spessore non risulta mai inferiore ai limiti fissati dal presente Disciplinare.

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

Si eseguiranno sul rivestimento, con un coltello affilato e robusto, due tagli paralleli all'asse della tubazione, fino ad arrivare alla superficie del tubo.

Indi si eseguiranno altri 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.

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

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

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

3. Tipologia delle giunzione

- *giunzioni flangiate*: I raccordi a flangie dovranno essere effettuati secondo le **ISO 2084** come previsto dalle **UNI 6363 (UNI EN 10224)** - appendice "A"

Le flangie avranno dimensione di accoppiamento e disposizioni dei fori conformi alla norma **UNI EN 1092/1** e alle altre norme UNI corrispondenti alla PN richiesta e alla tipologia di giunzione flangiata adoperata.

Le guarnizioni di tenuta ad anello elastomerico dovranno essere conformi alle norme **UNI EN 681-1**.

- *Giunto saldato*: I raccordi per saldatura devono essere effettuati secondo i documenti ISO elaborati dal Comitato Tecnico ISO/TC 44 " Saldatura " come riportato dalla **UNI 6363/84(UNI EN 10224)** appendice "A".

4. Isolamento, continuità e sezionamento delle condotte

- *Sezionamento elettrico della condotta*: Le tubazioni, in corrispondenza di opere di presa, torrioni, vasche di disconnessione, serbatoi, impianti di sollevamento e diramazioni, dovranno essere isolate impiegando giunti isolanti di tipo monolitico a saldare.

- *Isolamento in corrispondenza di blocchi di ancoraggio e di attraversamento di muratura*: In corrispondenza dei blocchi di ancoraggio o di attraversamento di muratura, particolare dovrà essere aumentato l'isolamento della tubazione, per tutta la lunghezza dell'ancoraggio o dell'attraversamento della muratura sovrapponendo al rivestimento esistente una doppia fasciatura con nastri di PE o PVC adesivizzati.

La tubazione dovrà essere tenuta ad una distanza di almeno 10 cm dagli eventuali ferri di armatura.

- *Isolamento della tubazione dalle sellette di appoggio:* Per ottenere l'isolamento della tubazione dalle sellette di appoggio in calcestruzzo si dovranno interporre strati di materiali isolanti di spessore e caratteristiche adeguate.

- *Isolamento e continuità elettrica in corrispondenza di sfiati e scarichi:* Le parti metalliche costituenti gli sfiati e gli scarichi dovranno essere trattate con rivestimento isolante (p.to 12.4.2).

Qualora gli sfiati e gli scarichi siano flangiati, è anche necessario realizzare dei collegamenti equipotenziali o by-pass elettrici, con idoneo cavo unipolare da 16 mm², per garantire la continuità elettrica.

- *Isolamento tratte pensili:* Gli eventuali tratti aerei della condotta dovranno essere messi a terra per mezzo di scaricatori tipo SC 55 montati in cassetta stagna, in modo da evitare che scariche atmosferiche rechino danni agli impianti ed alle persone.

In corrispondenza degli appoggi si dovrà interporre tra questi e la condotta idonei materiali isolanti (Teflon, polietilene, PVC) di adeguato spessore.

Nel caso di tratti sufficientemente lunghi che necessitano di opere supplementari per l'ispezione della condotta (camminamenti, passerelle, ecc.), ove non sia possibile isolare la condotta aerea, è necessario inserire due giunti isolanti del tipo monolitico a saldare, rispettivamente a monte e a valle del tratto aereo.

Da monte a valle dei due giunti, per garantire la continuità elettrica del circuito di protezione catodica, si deve effettuare un cavallotto equipotenziale con idoneo cavo della sezione di 50 mm².

- *Isolamento in corrispondenza di attraversamenti con tubo guaina -* La condotta dovrà essere elettricamente scollegata al tubo guaina.

Il tubo guaina andrà protetto contro la corrosione con anodi sacrificali opportunamente dimensionati.

5. Trasporto, posa in opera e rinterro

- *Norme generali:* La posa in opera delle condotte dovrà essere conforme con le istruzioni emanate con il **D.M. 12.12.1985**, e con la **Circ. Min: LL.PP. n°27291 del 20.03.1986**.

Tutte le suddette prescrizioni restano interamente valide se non sostituite o annullate da clausole più restrittive incluse in questo disciplinare.

Movimentazione: Per la movimentazione delle tubazioni si dovranno usare di preferenza:

b) cinghie larghe e lisce in tessuto o in gomma rinforzata opportunamente disposte per assicurare la stabilità del tubo;

c) imbracatura munite di appositi ganci opportunamente rivestiti fissati alle estremità di ciascun tubo facendo attenzione a non danneggiare i rivestimenti interni.

Cavi nudi, catene, barre metalliche o altri accessori di questi dispositivi non dovranno mai essere messi a contatto diretto con il rivestimento o essere lasciati cadere o sfregare sullo stesso.

- *Carico e scarico:* Nelle operazioni di carico dovranno essere prese tutte le precauzioni per evitare che, durante il trasporto, avvengano degli scivolamenti, e che i tubi ed il loro rivestimento vengano deteriorati.

I montanti contro i quali poggiano i tubi esterni dovranno essere convenientemente imbottiti o fasciati con materiali morbidi.

I tubi non dovranno essere lasciati cadere a terra, rotolati e strisciati, ma sollevati e trasportati sul luogo di impiego in modo da evitare danni al rivestimento; la superficie di appoggio deve essere piana e priva di ghiaia, pietre ed altri oggetti acuminati che possono penetrare nel rivestimento.

I tubi dovranno essere accatastati in modo che le estremità a flangia o a bicchiere non penetrino nel rivestimento dei tubi sovrastanti e sottostanti.

L'interposizione tra i vari strati di listelli di legno o dispositivi similari dovrà essere in numero, intervallo e forma, tale da impedire la flessione dei tubi e limitare la pressione di contatto.

- *Apertura della pista:* Per la posa della condotta l'Impresa, come prima operazione, dovrà provvedere all'apertura della pista di transito che occorra per consentire il passaggio, lungo il tracciato, dei mezzi necessari all'installazione della condotta.

- *Sfilamento dei tubi:* Lo sfilamento dovrà essere eseguito con tutte le precauzioni necessarie per evitare danni ai tubi e al loro rivestimento.

Se non si provvede a posare i tubi in breve tempo questi dovranno essere isolati dal suolo con sacchi di terra, di sabbia o dispositivi similari

- *Pulizia dei tubi ed accessori:* Prima della posa in opera, ciascun tubo o spezzone e pezzo speciale, dovrà essere, a pie d'opera, accuratamente pulito dalle tracce di ruggine o di qualunque altro elemento estraneo e controllato, con particolare riguardo alle estremità ed all'eventuale rivestimento, per accertare che nel trasporto o nelle operazioni di carico e scarico non siano stati danneggiati; quelli che, a giudizio della D.L., dovessero risultare

danneggiati in modo tale da compromettere la qualità o la funzionalità dell'opera dovranno essere scartati e sostituiti (p.to 9)

Nel caso in cui il danneggiamento abbia interessato l'eventuale rivestimento si dovrà procedere, a spese dell'Impresa, al suo ripristino (p.to 9)

Nell'operazione di posa deve evitarsi che nell'interno della condotta vadano detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la superficie interna del tubo o quella esterna del rivestimento.

Gli estremi della condotta posata devono essere chiusi accuratamente, durante le interruzioni del lavoro, con tappi di legno, restando vietato effettuare tali chiusure in modo diverso

- *Discesa dei tubi, pezzi speciali ed apparecchi*: I tubi, pezzi speciali ed apparecchi dovranno essere calati con cura nelle trincee e nei cunicoli dove debbono essere posati, utilizzando precauzioni e mezzi analoghi a quelli indicati per il carico, lo scarico e il trasporto onde evitare il deterioramento dei tubi ed in particolare delle testate e degli eventuali rivestimenti protettivi.

- *Preparazione del piano di posa*: Realizzato lo scavo l'Impresa dovrà provvedere alla regolazione del piano di posa.

Le tubazioni dovranno poggiare o direttamente sul fondo delle trincee previo semplice spianamento, se il terreno di imposta è sciolto e se previsto dagli allegati progettuali, altrimenti su un letto di posa ben costipato formato con sabbia.

Il fondo del cavo deve essere stabile; nei tratti in cui si temano assestamenti e cedimenti differenziali si dovrà provvedere a consolidare il piano di posa; questo consolidamento sarà studiato ed effettuato in base alla natura dei materiali costituenti il piano stesso.

A seconda delle esigenze potranno eseguirsi platee di calcestruzzo semplice od armato, eventualmente sostenute da palificate di sostegno in modo da raggiungere il terreno solido o se occorre appoggi discontinui quali selle o mensole.

Però qualunque decisione in merito alla posa delle tubazioni ed all'eventuale consolidamento del piano di posa dovrà essere sempre presa dalla D.L. in base a misurazioni, esperimenti e saggi che verranno eseguiti dall'Impresa assuntrice a sue cure e spese.

Ove previsto il letto di sabbia, questo dovrà avere uno spessore non minore di 20 cm misurato sotto la generatrice inferiore della tubazione; sarà esteso a tutta la larghezza del cavo ed abbraccerà il tubo per un angolo al centro di almeno 90°.

Il fondo del cavo dovrà essere accuratamente livellato prima della posa in opera delle stesse in modo da evitare rilievi ed infossature e consentire l'appoggio uniforme dei tubi per tutta la loro lunghezza.

E' vietato l'impiego sotto le tubazioni di pezzi di pietra , mattoni od altri appoggi discontinui per stabilire gli allineamenti.

- *Formazione delle nicchie:* Nelle pareti e sul fondo dei cavi, in corrispondenza dei giunti verranno scavate apposite incavature e nicchie necessarie a poter eseguire regolarmente nello scavo tutte le operazioni relative alla formazione delle giunzioni e alla successiva ispezione accurata in sede di prova.

Le dimensioni delle nicchie devono essere tali che a giudizio della D.L., consentano liberamente il lavoro a cui esse sono destinate.

L'onere per lo scavo delle nicchie - quale che sia il loro numero, la loro ampiezza, la loro posizione (a lato e/o sotto i tubi) e il tempo di esecuzione (prima o dopo la posa dei tubi) - è compensato col prezzo della posa in opera delle tubazioni.

- *Profondità:* La profondità della posa è quella indicata nei profili longitudinali salvo le varianti che potranno essere disposte dalla D.L.

La profondità di copertura della tubazione non sarà di norma minore di 1,50 m sulla generatrice superiore del tubo a meno di quanto prescritto al punto successivo.

Potrà essere permessa una profondità minore, per brevi tratti, per particolari ragioni riconosciute dalla D.L..

Qualora il profilo del terreno non consentisse di mantenere regolarmente tale profondità minima, la prescritta copertura dovrà essere raggiunta con la costruzione di adeguato rilevato, curato in modo che esso non abbia a provocare ristagni di acqua.

- *Interferenze della condotta con altri sottoservizi :* per evitare interferenze con altri sottoservizi e in particolare tra canalizzazione di acquedotto e fognatura, la distanza e la giacitura delle condotte dovranno essere conformi a quanto prescritto dalla **Legge 10.05.1976 n°319** e dal **Regolamento Regionale 03.11.1989 n°3**

- *Precauzioni da usare durante i lavori:* Durante l'esecuzione dei lavori di posa l'impresa dovrà adottare tutti gli accorgimenti necessari per evitare danni agli elementi di condotta già posati.

Impedirà quindi, con le necessarie cautele durante i lavori e con adeguate sorveglianze nei periodi di sospensione, la caduta di pietre, massi, ecc. che possano danneggiare le tubazioni e gli apparecchi.

Con opportune arginature e deviazioni impedirà inoltre che le trincee siano invase dalle acque piovane, ed eviterà parimenti, con rinterri parziali eseguiti a tempo debito, senza interessare i giunti che, verificandosi, nonostante ogni precauzione, la inondazione dei cavi, le condotte che si trovino vuote e chiuse agli estremi possano essere sollevate dalle acque.

Ogni danno, di qualsiasi entità, che si verificasse in tali casi per mancanza di adozione delle necessarie cautele sarà a carico dell'Assuntore.

Le estremità di ciascun tratto di condotta in corso di impianto debbono essere tenute chiuse con idonea protezione.

- *Integrità del rivestimento*: L'Impresa assume, con la stipula del contratto, l'intera e piena responsabilità dell'integrità dei rivestimenti dei tubi anche se fornite dall'Amministrazione, durante i trasporti dalle stazioni ferroviarie o da luoghi di scarico dagli autocarri in poi, e durante tutte le operazioni per la costruzione dell'acquedotto fino a dare la condotta posata, giuntata e provata.

Il collocamento in opera dei tubi deve essere preceduto da accurate ispezioni sullo stato dei rivestimenti protettivi e da prove di continuità dielettrica eseguite secondo la norma **UNI 9782** mediante idonee apparecchiature di rilevazione onde accertare l'assenza di abrasioni o lesioni dell'involucro protettivo comunque costituito.

La D.L. 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.

I tubi scartati rimarranno di proprietà dell'Impresa.

Le eventuali riparazioni dovranno essere tali garantire la ricostruzione dell'involucro protettivo di efficacia pari a quello originario (p.to 10) e dovranno essere realizzate come descritto al p.to 9.

Tutti gli oneri relativi a dette prestazioni sono compresi nei prezzi unitari per posa in opera, giunzione e prova delle condotte in acciaio.

- *Posa in opera dei tubi*: Dopo che i tubi saranno stati trasportati a piè d'opera lungo il tratto di condotta da eseguire si procederà alla rettifica del fondo del cavo all'uopo predisposto, in modo da renderlo perfettamente livellato affinché i tubi vi possano poggiare per tutta la loro lunghezza.

Occorrendo, si predisporrà l'eventuale letto di posa.

Quindi si procederà allo scavo delle nicchie per l'esecuzione delle giunzioni.

I tubi verranno controllati come descritto al p.to precedente, quindi calati nello scavo e verranno disposti nella giusta posizione per la esecuzione delle giunzioni.

Salvo quanto riguarda in particolare la formazione delle giunzioni, ogni tratto di condotta deve essere disposto e rettificato in modo che l'asse del tubo unisca con uniforme pendenza i diversi punti che verranno fissati con appositi picchetti, in modo da corrispondere esattamente all'andamento planimetrico e altimetrico stabilito nei profili e nelle planimetrie allegare al contratto con le varianti che potranno essere disposte dalla D.L..

In particolare non saranno tollerate contropendenze in corrispondenza dei punti in cui non sono previsti sfiati o scarichi.

Nel caso che nonostante tutto, queste si verificassero, l'assuntore dovrà sottostare a tutti quei maggiori oneri che dalla Direzione dei lavori saranno ritenuti necessari per rettificare la tubazione, non escluso quello di rimuovere la tubatura già posata e ricostruirla nel modo prescritto.

Ferma restando la piena e completa responsabilità dell'assuntore per la buona riuscita di tutte le opere appaltate, egli dovrà adottare tutte le necessarie cautele per evitare danni alla stabilità della condotta, sia durante la costruzione della medesima, sia durante e dopo le prescritte prove in opera sino al collaudo.

L'Impresa non potrà sottoporre le porzioni di condutture eseguite a carichi superiori a quelli stabiliti per le prove.

- Posa in opera dei pezzi speciali, apparecchi ed accessori:

L'impiego dei pezzi speciali e degli apparecchi deve corrispondere a quello indicato in progetto o dalla D.L..

Nella messa in opera dei pezzi speciali deve essere assicurata la perfetta coassialità di questi con l'asse della condotta.

Similmente per gli apparecchi dovrà essere usata ogni cura per evitare, durante i lavori e la messa in opera, danni alle parti delicate.

- Giunzione dei tubi: verificati pendenza ed allineamenti si procederà alla giunzione dei tubi.

Le giunzioni saldate verranno realizzate come indicato al p.to 7.

Le estremità dei tubi e dei pezzi speciali da giuntare e le eventuali guarnizioni dovranno essere perfettamente pulite.

La giunzione dovrà garantire la continuità idraulica ed il comportamento statico previsto dal progetto.

A garanzia della perfetta realizzazione dei giunti dovranno, di norma, essere predisposti dei controlli sistematici previsti dal p.to 7

Il personale saldatore dovrà possedere i requisiti di cui al p.to 7.

- *Prova d'isolamento e protezione catodica*: Al termine delle operazioni di posa, giunzione e ripristino del rivestimento, saranno eseguite le prove di continuità dielettrica ,e a tubazione interrata, della resistenza d'isolamento, al fine di controllare la continuità del rivestimento protettivo con le modalità previste al p.to 10.

Qualora la determinazione della resistenza di isolamento, eseguita secondo la norma **UNI EN12954**, rilevi la necessità di procedere alla riparazione dei rivestimenti lesionati questa avverrà con le modalità previste al p.to 8.

La riuscita del ripristino del rivestimento dovrà essere nuovamente controllata con apposito rilevatore a scintilla tarato come al p.to 10.

Nel casi in cui la presenza di correnti vaganti e/o la natura particolarmente aggressiva dei terreni di posa lascia prevedere la possibilità di corrosione, le tubazioni verranno dotate di protezione catodica con sistema a corrente impressa con dispersore di profondità o con l'impiego di unità galvaniche, conformemente a quanto prescritto dalle norme **UNI EN 12954, UNI 9783** e dal Disciplinare tecnico allegato al contratto.

A prescindere dal sistema con cui la protezione *attiva* verrà eseguita, sarà comunque realizzata la protezione catodica temporanea, che ha lo scopo di impedire anche gli eventuali processi iniziali di corrosione.

Pertanto specialmente nel caso di tempi lunghi intercorrenti fra la posa della condotta e l'applicazione della protezione catodica definitiva, si procederà, in assenza di correnti vaganti, alla protezione catodica temporanea mediante unità galvaniche, mentre in presenza di correnti vaganti saranno installati dei gruppi di alimentazione provvisori con dispersori di limitata durata.

- *Rinfianco e rinterro parziale (cavallottamento)*: Al termine delle operazioni di giunzione relative a ciascun tratto di condotta ed eseguiti gli ancoraggi, si procederà di norma al rinfianco ed al rinterro parziale dei tubi - per circa 2/3 della lunghezza di ogni tubo, con un cumulo di terra (cavallotto) - sino a raggiungere un opportuno spessore sulla generatrice superiore, lasciando completamente scoperti i giunti.

Modalità particolari dovranno essere seguite nel caso di pericolo di galleggiamento dei tubi o in tutti quei casi in cui lo richieda la stabilità dei cavi.

Il rinterro verrà effettuato con materiali selezionati provenienti dagli scavi, cioè privi di sassi, radici e corpi estranei in genere con esclusione di ciottoli, pietre e frammenti di roccia di dimensioni maggiori di 3 cm.

Se detto materiale risultasse, insufficiente o, a giudizio della Direzione dei lavori, non idoneo si dovranno utilizzare materiali provenienti da cava di prestito.

Dette cave dovranno essere aperte a tutta cura e spesa dell'assuntore a distanza non minore di 50 m dall'asse della condotta e dovranno essere mantenute in modo che non si abbiano a verificare in esse ristagni d'acqua.

Il materiale dovrà essere disposto nella trincea in modo uniforme, in strati successivi di spessore pari a circa 25 cm, regolarmente spianato, abbondantemente innaffiato e accuratamente costipato sotto e lateralmente al tubo per ottenere un buon appoggio esente da vuoti e per impedire i cedimenti e gli spostamenti laterali.

Ove occorra, il rinfianco potrà essere eseguito in conglomerato cementizio magro.

- *Rinterro a semichiusura del cavo*: Eseguita la prima prova a giunti scoperti si procederà, con la condotta ancora in pressione, al rinterro dei tratti di condotta ancora scoperti ed al rinterro completo di tutta la condotta del tronco sino a circa 80 cm sulla generatrice superiore della tubazione, con le modalità e i materiali di cui al precedente punto.

Qualora le materie scavate fossero costituite da pietrame o detriti di roccia, si sceglierà col vaglio la parte più fina (dimensione massima pari a 3 cm) per costruire con essa un primo strato di almeno 30 cm di copertura sulla generatrice superiore del tubo.

Il rimanente strato di 50 cm sarà costituito col materiale disponibile.

- *Rinterro definitivo*: Eseguita la prova idraulica si completerà il rinterro con le modalità ed i materiali stabiliti nel precedente punto.

A rinterro ultimato, nei tronchi fuori strada verranno effettuati gli opportuni ricarichi atti a consentire il ripristino del livello del piano di campagna dopo il naturale assestamento del rinterro.

Nei tronchi sotto strada si avrà cura di costipare il rinterro, procedendo alle necessarie annaffiature sino al livello del piano di posa della massicciata stradale, raggiungendo un grado di compattazione e di assestamento del rinterro tale per cui, una volta che sia stato effettuato il ripristino della struttura stradale, il piano dei calpestio di questa non subisca col tempo e per effetto del traffico anche pesante alcuna modifica rispetto all'assetto altimetrico preesistente alle operazioni di posa.

Nel caso in cui dovessero verificarsi cedimenti prima del collaudo, l'Impresa, a sua cura e spese, dovrà procedere alle opportune ed ulteriori opere di compattazione ed al ripristino della struttura stradale (massicciata, binder, strato di usura), fino all'ottenimento della condizione di stabilità.

Per le condotte il cui tracciato si svolge fuori degli abitati, dopo il riempimento dei cavi fino al piano di campagna e l'eventuale rilevato, il materiale eccedente dovrà, a cura e spese dell'Impresa, essere trasportato a rifiuto in idonea discarica.

L'assuntore resta unico responsabile dei danni e delle avarie comunque prodotti alla condotta in dipendenza del modo con cui si esegue il rinterro.

6. Prova idraulica

La prova idraulica é regolata dalle prescrizioni del presente Disciplinare nel rispetto di quanto indicato nel **D.M. 12.12.1985**, nonché delle istruzioni emanate con la **Circ. Min. n°27291 del 20.031986**.

- *Puntellamenti ed ancoraggi*: Ultimate le operazioni di giunzione dei tubi, prima di procedere al riempimento della condotta per la prova idraulica deve essere eseguito il rinfianco ed il rinterro parziale ed i raccordi corrispondenti ai punti singolari della condotta (estremità, curve planimetriche e/o altimetriche, diramazioni, variazioni di diametro, ecc.). Inoltre dovrà accertarsi stagionatura degli eventuali blocchi di ancoraggio e se occorre dovranno essere predisposti i contrasti necessari.

Gli eventuali puntellamenti provvisori saranno effettuati sulle pareti dello scavo a mezzo di carpenteria in legno o in ferro per facilitare lo smontaggio della condotta in caso di eventuali perdite.

Per equilibrare la spinta longitudinale sul terminale della condotta può rendersi opportuno costruire un blocco trasversale in calcestruzzo, in tal caso si prevedrà nel blocco stesso un foro per il successivo passaggio, in prosecuzione, della condotta.

Nel caso di raccordi collegati a valvole di interruzione in linea, i raccordi stessi devono essere opportunamente ancorati mediante staffe metalliche, collegate a loro volta alle murature del pozzetto, allo scopo di contrastare le spinte idrostatiche, derivanti dalla differenza di pressione monte - valle della valvola, generate dalla sua chiusura.

- *Lunghezza dei tronchi - preparazione della prova*: Le prove saranno effettuate per tronchi via via completati, della lunghezza mediamente di 500 m, restando però facoltà della Direzione dei Lavori di aumentare o diminuire tali lunghezze.

Si farà in modo di provare tronchi aventi alle estremità nodi o punti caratteristici della condotta, quali incroci, diramazioni, sfiati, scarichi, così da avere a disposizione i raccordi ai quali collegare le apparecchiature occorrenti alla prova idraulica; in questo caso, quando manchino saracinesche di linea, può essere realizzato il sezionamento del tronco da collaudare interponendo temporaneamente, fra due flange piane, un disco di acciaio.

Se invece le estremità delle condotte non sono costituite da raccordi utilizzabili in via definitiva, occorre chiudere provvisoriamente le estremità della condotta con gli opportuni raccordi a flangia e relativi piatti di chiusura aventi un foro filettato.

L'impresa é strettamente obbligata ad eseguire le prove dei tronchi di condotta posata al più presto possibile e pertanto dovrà far seguire immediatamente alla esecuzione delle murature di sostegno e di ancoraggio.

Successivamente non appena scaduti i termini di stagionatura delle suddette murature di calcestruzzo o di c.a. dovrà attuare tutte le operazioni per l'esecuzione delle prove.

Tutti i danni, per quanto gravi ed onerosi, che possono derivare alle tubazioni, agli scavi, ai lavori in genere ed alle proprietà dei terreni, a causa di ritardi nelle operazioni suddette, saranno a totale carico dell'Impresa.

Ciascun tratto da provare sarà collegato con l'antecedente e conseguente scatola di prova destinata a ricevere le paratoie di arresto dell'acqua.

Il Direttore dei lavori potrà prescrivere dispositivi speciali, come l'esecuzione di blocchi di calcestruzzo con tubi di comunicazione tra l'uno e l'altro muniti di saracinesche per il passaggio dell'acqua; da rimuovere in tutto o in parte dopo le prove per eseguire il tratto di tubazione corrispondente alla interruzione.

L'Impresa dovrà provvedere a sue cure e spese a tutto quanto é necessario per l'esecuzione delle prove e per il loro controllo da parte dell'Amministrazione.

Dovrà quindi provvedere all'acqua per il riempimento delle tubazioni, ai piatti di chiusura, alle pompe, ai rubinetti, ai raccordi, alle guarnizioni e ai manometri registratori muniti di certificato di taratura di un Laboratorio Ufficiale.

Saranno inoltre effettuati, a cura e spese dell'Impresa, la provvista di materiali e tutti i lavori occorrenti per sbatacchiature e ancoraggi provvisori delle estremità libere della condotta e dei relativi piatti di chiusura durante le prove, curando l'esecuzione di tali operazioni si da non dare luogo a danneggiamenti della tubazione e di altri manufatti.

- *Disinfezione della condotta*: In ogni tratto di condotta posata, di lunghezza non superiore a ml 500, prima della prova deve essere immessa nell'interno della condotta una quantità di grassello di calce adeguata al diametro, sentito il competente servizio del Gestore.

Durante le prove della tubazione la calce si scioglierà nell'acqua disinfettando all'interno la condotta. L'acqua di calce sarà scaricata durante i lavaggi.

Potranno essere prescritte, in sostituzione di quelli suindicati, altri sistemi di disinfezione con cloruro di calcio o permanganato di potassio.

Nessun compenso spetta all'Assuntore per questa operazione di disinfezione il cui onere è compreso nei prezzi di elenco per la posa in opera delle tubazioni.

L'immissione del grassello o l'adozione di altri sistemi di disinfezione dovranno essere ripetuti tutte le volte che debbano rinnovarsi le prove delle condutture.

- *Riempimento della condotta*: L'acqua andrà immessa nella condotta preferibilmente dall'estremità a quota più bassa del tronco, per assicurare il suo regolare deflusso e per la fuoriuscita dell'aria dall'estremità alta; il riempimento sarà sempre fatto molto lentamente per assicurare la completa evacuazione dell'aria.

Il piatto di chiusura del raccordo sull'estremità alta deve essere forato nel punto più alto corrispondente alla sezione interna del tubo e munito di rubinetto di spurgo. In modo analogo occorre assicurare lo spurgo dell'aria in eventuali punti di colmo (sfiati) intermedi della tratta da provare tenendo completamente aperti i rubinetti di sfiato, in alcuni casi, in corrispondenza delle variazioni di diametro.

L'immissione dell'acqua deve essere fatta ad una adeguata pressione (2-3 bar almeno).

- *Collocazione della pompa e messa in pressione*: Ad avvenuto riempimento della condotta saranno lasciati aperti per un certo tempo gli sfiati per consentire l'uscita di ogni residuo d'aria e sarà poi disposta, preferibilmente nel punto più basso di essa, la pompa di prova munita del relativo manometro registratore ufficialmente tarato.

Si metterà la condotta in carico attivando la pompa fino ad ottenere la pressione di prova stabilita, che sarà raggiunta gradualmente, in ragione di non più di 1 bar al minuto primo.

Specie nel periodo estivo e per le condotte sottoposte ai raggi solari nelle ore più calde della giornata, si controllerà il manometro, scaricando se necessario con apposita valvola della pompa l'eventuale aumento di pressione oltre i valori stabiliti.

Dopo il raggiungimento della pressione richiesta, verrà ispezionata la condotta per accertare che non vi siano in atto spostamenti dei puntelli o degli ancoraggi in corrispondenza dei punti caratteristici della condotta.

- *Le due prove:* La prova idraulica della condotta consisterà di due prove: una a giunti scoperti a condotta parzialmente interrata e l'altra a cavo semichiuso per un'altezza di cm 80 sulla generatrice superiore del tubo. I rinterri verranno eseguiti secondo le avvertenze date al p.to 4.

Durante il periodo nel quale la condotta sarà sottoposta alla prima prova, il Direttore dei lavori, in contraddittorio con l'Impresa, eseguirà la visita di tutti i giunti e delle tubazioni in vista.

A tale scopo, all'inizio della prova, devono essere bene aperte e sgombrate tutte le nicchie ed i singoli giunti debbono risultare perfettamente puliti e asciutti.

Il buon esito della prova a giunti scoperti sarà dimostrato dai concordi risultati dell'esame visivo dei giunti e del grafico del manometro registratore; non potrà accertarsi una prova in base alle sole indicazioni, ancorché positive, del manometro registratore, senza che sia stata effettuata la completa ispezione di tutti i giunti e delle tubazioni in vista.

Tutte le predette operazioni, lo svuotamento e il nuovo riempimento della condotta e quanto altro possa occorrere per la ripetizione della prova, sono a totale carico dell'appaltatore.

Dopo il risultato favorevole della prima prova si procederà alla seconda prova a cavo semichiuso il cui buon esito risulterà dal grafico del manometro registratore.

La prova verrà quindi ripetuta con le stesse modalità di cui sopra.

La sostituzione dei tubi che risultassero rotti o si rompessero durante le prove é a totale carico dell'Impresa, sia per quanto riguarda la fornitura del materiale che per la manodopera e l'attrezzatura occorrenti.

Dopo il risultato favorevole della I e della II prova, per le quali il Direttore dei lavori redigerà "*verbale di prova idraulica*", verrà completato il rinterro.

Pressione di prova: - i singoli tratti saranno in tutte e due le prove sottoposti ad una pressione pari ad una volta e mezza quella base per la prova e in ogni caso, non inferiore a 15 atm.

Per pressione base si intende quella nominale delle tubazioni impiegate nel tratto.

La prima prova avrà la durata di otto ore, la seconda di quattro.

7. Esecuzione delle giunzioni saldate

- *Qualità delle saldature:* La saldatura in cantiere dei giunti dovrà assicurare, oltre alla tenuta idraulica, l'efficienza nelle normali condizioni di collaudo e di esercizio.

Qualifica dei saldatori: Dovranno essere impiegati saldatori qualificati secondo le specifiche, per il procedimento e gli elettrodi per i quali hanno conseguito la qualifica:

⇒ per la saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti, secondo le norme **UNI 4633**

⇒ per la saldatura ossiacetilenica, secondo le norme **UNI 5770**.

- *Preparazione delle estremità per giunzione di testa:* le estremità dei tubi dovranno essere preparate come segue:

- a lembi retti con preparazione a *I* per spessori inferiori a 3 mm;

- a lembi smussati con preparazione a *V*.

- *Procedimenti:* La realizzazione dei giunti saldati in cantiere sarà ottenuta, di norma con saldatura manuale all'arco elettrico con elettrodi rivestiti.

Possono essere adottati anche altri procedimenti di saldatura, purché approvati dalla D.L..

- *Saldatura con elettrodi rivestiti:* La saldatura con elettrodi rivestiti potrà essere eseguita con i procedimenti del tipo discendente e ascendente

discendente: a) nel caso di giunti testa a testa la prima passata sarà eseguita preferibilmente con elettrodi a rivestimento *cellulosico*, le passate successive potranno essere eseguite sia con elettrodi di tale tipo sia con quelli di tipo *rutilcellulosico*; la prima passata non dovrà essere eseguita con procedimento ascendente; b) nel caso di giunti a sovrapposizione possono essere usati sia elettrodi a rivestimento *cellulosico* sia elettrodi a rivestimento *rutilcellulosico*.

ascendete: a) nel caso di giunti a sovrapposizione potranno essere impiegati gli stessi elettrodi previsti al punto precedente; b) nel caso di giunti testa a testa la prima passata sarà eseguita con elettrodi a rivestimento *cellulosico*, le passate successive potranno essere eseguite sia con elettrodo di tale tipo sia con quelli di tipo *basico* o *rutilcellulosico*; nel caso di tubazioni con spessori sottili si potranno usare anche elettrodi al *rutile* sia per la prima che per la seconda passata.

Attrezzature: Le saldatrici, le motosaldatrici, le linee elettriche di collegamento e gli accessori relativi dovranno essere mantenuti durante tutta la durata del lavoro in condizioni tali da assicurare la corretta esecuzione e continuità del lavoro nonché la sicurezza del personale.

- *Elettrodi:* Gli elettrodi rivestiti pr saldatura manuale ad arco rovescio dovranno essere omologati secondo le tabelle **UNI 5132** oppure secondo le norme **AWS A.5.1.69** e **A.5.5.69** indicate nella seguente tabella:

| Classe acciaio UNI 6363 (UNI EN 10224) | Elettrodi Raccomandati | | |
|--|------------------------|--------------------------------------|---------------------|
| | Rivestimenti | Classifica AWSA 5.1.69 – A 5.5.69 | Classifica UNI 5132 |
| Fe 360 – Fe 410 | Cellulosico | E 60 10 | E44 T3 C10 |
| | Basico | E 70 18 | E44 T4 B20 |
| | Ruticellulosico | - | E44 T9 RC25 |
| | Rutile | E 60 13 – E 231 R21 | E44 S2 R22 |
| Fe 510 | Cellulosico | E70 10 A1 E433 C10 | E52 T3 C10 |
| | Basico | E70 18 E435 B20 | E52 T4 B20 |
| | Ruticellulosico | A433 R25 | E52 T3 RC25 |
| | Rutile | E70 13 | E52 T3 R25 |

- *Qualifica dei fili:* Sarà necessario che i fili per la saldatura siano scelti in relazione al materiale base ed al procedimento di saldatura previsto; l'impresa dovrà trasmettere alla D.L. i certificati relativi alle analisi e alle caratteristiche meccaniche

- *Allineamento:* I giunti a bicchiere cilindrico e sferico non richiedono attrezzature per il loro accoppiamento fatta eccezione per le estremità deformate a causa di danneggiamenti subiti durante il trasporto e che dovranno essere ripristinate, normalmente previo adeguato riscaldamento della zona interessata.

Per la saldatura di testa si dovrà usare un accoppia tubi interno o esterno di allineamento che non dovrà essere tolto prima che sia stata eseguita la prima passata, avente una lunghezza totale non inferiore al 50% della circonferenza del tubo e comunque uniformemente distribuita sulla circonferenza stessa (4 tratti di saldatura disposti in posizione ortogonale fra loro).

- *Operazioni di saldatura:* I tubi dovranno essere accuratamente esaminati, con particolare riguardo alle estremità ed al rivestimento per accertare che nel trasporto o nelle operazioni di carico e scarico non siano stati danneggiati.

I tubi dovranno anche essere puliti all'interno per eliminare ogni materiale che vi si fosse introdotto; in particolare le estremità dovranno risultare prive di scorie, vernici, grasso, terra, ecc.

Le impurità eventualmente presenti dovranno essere accuratamente rimosse con spazzole metalliche, decapaggio a fiamma o altri mezzi idonei.

A seconda del tipo di giunzione si avvicinano le testate dei tubi o si accoppiano i bicchieri e poi si procede alla loro giunzione mediante saldatura, onde formare dei lunghi tronchi da deporre a lato dello scavo ed in qualche caso sopra lo scavo stesso.

Le saldature devono essere effettuate con temperatura ambiente superiore o uguale a +5°C; per temperature più basse sarà necessario operare un preriscaldamento.

E' inoltre da evitare di effettuare le saldature quando le condizioni atmosferiche per pioggia, forte umidità vento siano giudicate pregiudizievoli per la buona esecuzione delle saldature stesse.

Per la saldatura testa a testa la prima passata dovrà assicurare una efficiente ed uniforme penetrazione.

Per la saldatura di testa eventuali riprese all'interno, se il diametro della condotta lo permette, potranno essere fatte, dopo molatura, con un elettrodo cellulosico Ø32,5 e procedimento discendente.

Durante la prima passata il tubo dovrà essere tenuto fermo ma libero da vincoli in modo che la saldatura non risenta di sollecitazioni esterne.

Dopo ogni passata o prima della successiva dovranno essere eliminate tracce di ossido o scoria a mezzo di appositi utensili.

Crateri di estremità, irregolarità di ripresa, ecc., dovranno essere asportati mediante molatura.

A saldatura ultimata lo spessore della saldatura dovrà risultare di regola non inferiore a quello del tubo e presentare un profilo convesso e ben raccordato con il materiale di base.

La sezione della saldatura dovrà essere uniforme e la superficie esterna regolare, di larghezza costante, senza porosità ed altri difetti apparenti.

Gli elettrodi debbono essere scelti di buona qualità e di adatte caratteristiche in modo da consentire una regolare ed uniforme saldatura, tenendo conto che il metallo da apporto depositato deve risultare di caratteristiche meccaniche il più possibile analoghe a quelle del metallo base.

Per ogni saldatore dovrà essere possibile individuare il lavoro eseguito mediante un numero od una sigla.

- *Preriscaldamento*: E' necessario per temperatura ambiente inferiore a +5°C e per spessori superiori a 8 mm, in rapporto al tenore di carbonio o di altri elementi di lega.

Il preriscaldamento che si esegue sull'intero sviluppo della circonferenza alle estremità dei tubi, si estende ad entrambi i lati del giunto da saldare per una lunghezza pari a metà diametro, ma comunque per non meno di 120 mm per parte.

La zona interessata dovrà essere mantenuta, durante la saldatura, ad una temperatura non inferiore a 50 °C.

Il preriscaldamento potrà essere effettuato con fiamma di qualunque tipo, ad induzione o con resistenza elettrica.

8. Ripristino del rivestimento nella zona giunzione

- *Premesse:* L'applicazione in cantiere del rivestimento delle giunzioni saldate dovrà essere effettuata subito dopo il controllo delle saldature

La qualità dei materiali dovrà essere almeno uguale a quella del rivestimento di fabbrica del tubo ed inoltre detto materiale dovrà essere facilmente applicabile con le normali attrezzature di cantiere

- *Tipologia del rivestimento:* la tipologia del rivestimento, se non stabilita negli allegati progettuali dovrà essere scelta tra nastri di polietilene autoadesivi, i nastri bituminosi e facce termorestringenti.

- *Nastri bituminosi:* Per il rivestimento dei giunti di saldatura con nastri bituminosi dovranno essere eseguite le seguenti operazioni:

-1) pulizia della superficie con asportazione dalla superficie metallica di ogni scoria, bava, residuo e umidità, asportazione dalle estremità il rivestimento che ha perso aderenza; spazzolatura della superficie metallica e del tratto di 10 – 15 cm del rivestimento esistente adiacente alla zona di saldatura), asciugatura e se necessario sgrossatura della superficie metallica;

2) realizzazione 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 a 20 cm sul tubo a valle della saldatura;

3) ravvivare il bitume delle zone così ottenute con opportuno utensile;

4) applicazione a pennello o a rullo di uno strato di primer sulla superficie del tubo asciutto fino a coprire, per almeno 10 – 15 cm il rivestimento preesistente

5) applicazione a primer ben essiccato, anche mediante l'uso di cassaforma, del primo strato protettivo costituito da bitume fuso dello spessore di almeno 2 mm

6) avvolgimento ad elica con sovrapposizione minima di 2,5 cm della prima armatura costituita da nastro di tessuto di vetro imbevuto di bitume caldo; il nastro si sovrapporrà al rivestimento esistente per almeno 15 cm

7) applicazione del successivo strato protettivo e della successiva armatura come ai punti precedenti

La buona riuscita di questa operazione dovrà essere controllata con il rilevatore a scintilla tarato come previsto al p.to 10.

c) Nastri di polietilene autoadesivi Per il rivestimento dei giunti di saldatura con nastri polietilenici adesivi dovranno essere eseguite le seguenti operazioni:

1) pulizia della superficie con asportazione dalla superficie metallica di ogni scoria, bava, residuo e umidità, asportazione dalle estremità il rivestimento che ha perso aderenza; spazzolatura, asciugatura e se necessario sgrossatura della superficie metallica;

2) applicazione a pennello o a rullo di uno strato di primer sulla superficie del tubo asciutto fino a coprire, per almeno 10 cm il rivestimento preesistente;

3) riempimento dei vuoti e raccordo degli spigoli con mastice anticorrosivo

4) avvolgimento ad elica con sovrapposizione minima di 2,5 cm del nastro di polietilene; il nastro si sovrapporrà al rivestimento esistente per almeno 10 cm

5) applicazione agli estremi di due anelli di nastro avvolto a sigaretta suddividendolo ugualmente fra il rivestimento della tubazione e quello realizzato sul giunto;

6) avvolgimento ad elica con sovrapposizione minima di 2,5 cm del nastro di polietilene per la protezione meccanica; il nastro si sovrapporrà al rivestimento esistente per almeno 10 mm

Lo spessore totale di rivestimento non dovrà essere inferiore ai 2 mm.

La fasciatura sarà seguita con una attrezzatura tale da assicurare alla fascia una tensione sufficiente ad ottenere una perfetta.

La buona riuscita operazione di ripristino dovrà essere controllata con il rilevatore a scintilla tarato come al p.to 10.

9. - Riparazione dei danni subiti dal rivestimento

- *Premesse:* Se a seguito delle operazioni di carico, trasporto, scarico e sfilamento a bordo cavo, il rivestimento dovesse subire danneggiamenti, la Direzione Lavori stabilirà, a suo insindacabile giudizio, se i danni sono riparabili oppure no; in questo secondo caso imporrà l'allontanamento del tubo da cantiere e ne vieterà l'utilizzazione.

9.1 - Rivestimenti bituminosi

- *Riparazione di piccoli difetti*: Se il danno al rivestimento è limitato a qualche schiacciamento o fessurazione del secondo strato protettivo che non compromette l'integrità del primo strato protettivo la riparazione si effettuerà con l'applicazione di toppe costituite da strati alternati di miscela bituminosa (conforme a quella prevista per lo strato protettivo dalle norme UNI 6363/84 (UNI EN 10224)) e di armatura conforme a quella prevista dalle norme (UNI EN 10224), ponendo particolare attenzione allo scopo di assicurare l'aderenza della toppe sovrapposta al rivestimento preesistente.

Tale aderenza potrà essere migliorata pulendo a fondo il rivestimento preesistente ai contorni rinvivendolo con opportuno utensile e riscaldando fino a portarlo ad incipiente funzione.

- *Riparazione di danni estesi*: Se il danno sarà tale da alterare l'integrità del primo 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 per la 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 (p.to 8).

La zona riparata in tutte e due i casi dovrà essere controllata rilevatore a scintilla tarato come al p.to 10.

9.2. - Rivestimenti polietilenici

- *Riparazione su piccoli difetti*: sono da considerarsi piccoli difetti:

discontinuità del rivestimento di superficie massima pari a 10 cm²;

graffi, incisioni e d altri difetti causati da movimentazioni che, comunque, non pregiudicano la continuità dielettrica del rivestimento.

La procedure di intervento è la seguente:

- Riscaldamento graduale della zona da riparare con fiamma evitando di provocare la combustione del rivestimento;

- Applicazione a caldo riscaldando con fiamma una o più strisce di polietilene di materiale idoneo nella zona da riparare, lisciando con spatola riscaldata fino a riempire la cavità;

- *Riparazione su difetti estesi*: La procedure di intervento è la seguente:

- Ampliamento della forma del difetto per ottenere una forma geometrica regolare e verificare l'adesione del rivestimento esistente;

- esecuzione sulla superficie da riparare di una leggera smerigliatura o spazzolatura per rimuovere i residui di rivestimento fino ad ottenere una superficie metallica completamente pulita;
- riscaldamento graduale della superficie da riparare mediante fiamma ed applicazione a caldo di una o più strisce di polietilene di materiale idoneo fino a riempire la cavità, lisciando la superficie con spatola riscaldata
- preparazione di una pezza di polietilene di materiale idoneo di dimensioni leggermente superiori a quelle della zona da riparare, con spigoli arrotondati;
- applicazione della pezza sulla zona da riparare e pressandola fino ad ottenere una completa adesione con il rivestimento;
- riscaldamento della zona con fiamma in modo da fondere lo strato adesivo della pezza con la zona sottostante. La scomparsa del colore verde della pezza indica l'ottenimento della temperatura ottimale

La buona riuscita operazione di ripristino dovrà essere controllata con il rilevatore a scintilla tarato come al p.to 10

10. Controlli in cantiere

- *Controlli non distruttivi sulle saldature:* Dopo l'esecuzione delle giunzioni mediante saldature, al fine di verificare la buona fattura delle stesse, dovranno essere eseguiti dei controlli radiografici.

La frequenza di detti controlli sarà stabilita dalla D.L. e comunque non dovrà essere inferiore a n° 3 controlli ogni 1000 m di condotta posata.

Detti controlli dovranno essere realizzati da ditta qualificata.

I risultati delle prove dovranno essere conformi alle norme **UNI 7278/74** e **API 1104**.

Tutti i difetti relativi alle saldature (cricche, incompleta penetrazione, incompleta fusione, ecc.) sono considerati inaccettabili e dovranno essere eliminati solo mediante taglio della parte difettosa.

La D.L. avrà la facoltà di chiedere l'allontanamento dei saldatori non ritenuti idonei.

I risultati dei controlli e le relative radiografie dovranno essere trasmessi come certificazione alla D.L.

Alle suddette prove il D.L. potrà associare anche controlli di tipo ultrasonico e/o, elettromagnetico.

I controlli ultrasonici dovranno essere utilizzati solo per le saldature testa a testa.

Tutte le prove saranno eseguite a cura e spesa dell'appaltatore che, in ogni modo resta il solo responsabile della perfetta riuscita dei giunti.

In presenza di radiazioni ionizzanti i lavori dovranno avvenire nel rispetto del **D. Lgs. n° 230 del 17.03.1995**.

- *Controllo di continuità dielettrica sui rivestimenti*: Il controllo della continuità verrà eseguita con strumento rilevatore a scintilla con tensione ai morsetti compresa tra 15 kV e 20 kV.

- *Controllo della resistenza di isolamento delle tubazioni in opera e pieni di acqua*:

La tubazione interrata dovrà presentare una resistenza di isolamento non inferiore a 1000 Ohm m² misurata su una lunghezza di tubazione non inferiore a 50 m.

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 s un tempo di attacco di 50 s.

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 staccata, con un voltmetro a resistenza interna non inferiore a 100.000 Ω/v ed a basso tempo di risposta.

La misura della intensità di corrente circolante nella tubazione potrà essere seguita anche staccando il collegamento elettronico fra i due tubi contigui.