



Autorità di Sistema Portuale  
del Mare Adriatico centro settentrionale

**PROGETTO DEFINITIVO PER LE OPERE DI URBANIZZAZIONE  
DELL'AREA A SERVIZIO DEL TERMINAL CROCIERE  
LOCALITA' PORTO CORSINI, RAVENNA**

OGGETTO

**VASCA DI ACCUMULO ACQUA POTABILE  
ELABORATI GRAFICI**

**DISCIPLINARE DELLE OPERE STRUTTURALI ED IDRAULICHE**

FILE

06AP22\_PD\_02.10\_R00

CODICE

02.10

SCALA

Varie

Rev.	Data	Causale
0	Agosto '22	Emissione
1		
2		
3		

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

*dott. ing. Fabio Maletti*  
Autorità di Sistema Portuale  
Via Antico Squero, 31  
48122 Ravenna, RA

COORDINAMENTO GENERALE:



*arch. Annalisa Barbieri*  
(progettista integratore)  
Acqua Ingegneria S.r.l.  
via A. Zani 7, 48122 Ravenna, RA  
[www.acquaingegneria.it](http://www.acquaingegneria.it)

PROGETTO:



*ing. Andrea Canel*  
*ing. Riccardo Arvedi*  
Acqua Ingegneria S.r.l.  
via A. Zani 7, 48122 Ravenna, RA  
[www.acquaingegneria.it](http://www.acquaingegneria.it)

Timbro e firma (per Acqua Ingegneria):

---

## INDICE

1	ASPETTI GENERALI	2
1.1	Norme generali sui materiali da impiegare	2
1.2	Acqua, calci, cemento, pozzolana e gesso	4
1.3	Calcestruzzo	5
1.3	Acciai per calcestruzzi armati	14
1.4	Apparecchiature idrauliche	15
2	ESECUZIONE DELLE OPERE	19
2.1	Apertura della pista e tracciamenti	19
2.2	Scavi in genere	19
2.3	Scavi a sezione ristretta ed obbligata	20
2.4	Scavi di fondazione	21
2.5	Presenza di acqua negli scavi	22
2.6	Rilevati e rinterri delle opere in c.c.a.	22
2.7	Rinfianchi e rinterri delle tubazioni	24
2.8	Cave di prestito	24
2.9	Fondazioni dirette	24
2.10	Demolizioni e Abbandonamento di tubazioni esistenti	25
2.11	Opere e strutture di calcestruzzo	26
2.12	Pozzetti	45
2.13	Installazione delle tubazioni e pezzi speciali in acciaio	47
2.14	Posa delle tubazioni in materiale plastico	55
2.15	Posa delle tubazioni in ghisa sferoidale	59
2.16	Precauzioni generali	63

## **1 ASPETTI GENERALI**

### **1.1 Norme generali sui materiali da impiegare**

I materiali e le forniture da impiegare nelle opere da eseguire dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio, possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti vigenti in materia ed inoltre corrispondere alla specifica normativa del presente capitolato o degli altri atti contrattuali.

Si richiamano peraltro, espressamente, le prescrizioni del Regolamento (UE) n. 305/2011 che fissa le condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione, il Capitolo 11 delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018, le norme UNI, CNR, CEI e le altre norme tecniche europee adottate dalla vigente legislazione.

Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti.

L'Appaltatore è obbligato a prestarsi in qualsiasi momento ad eseguire o far eseguire presso il laboratorio o istituto indicato, tutte le prove prescritte dal presente Capitolato o dalla Direzione dei Lavori sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti, sia prefabbricati che realizzati in opera e sulle forniture in genere.

Il prelievo dei campioni destinati alle verifiche qualitative dei materiali stessi, da eseguire secondo le norme tecniche vigenti, verrà effettuato in contraddittorio e sarà appositamente verbalizzato.

L'Appaltatore farà sì che tutti i materiali mantengano, durante il corso dei lavori, le stesse caratteristiche riconosciute ed accettate dalla Direzione dei Lavori.

Qualora in corso d'opera, i materiali e le forniture non fossero più rispondenti ai requisiti prescritti o si verificasse la necessità di cambiare gli approvvigionamenti, l'Appaltatore sarà tenuto alle relative sostituzioni e adeguamenti senza che questo costituisca titolo ad avanzare alcuna richiesta di variazione prezzi.

Le forniture non accettate ad insindacabile giudizio dalla Direzione dei Lavori dovranno essere immediatamente allontanate dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore e sostituite con altre rispondenti ai requisiti richiesti.

L'Appaltatore resta comunque totalmente responsabile in rapporto ai materiali forniti la cui accettazione, in ogni caso, non pregiudica i diritti che l'Appaltante si riserva di avanzare in sede di collaudo finale.

**In particolare si precisa che:**

- **tutti i materiali a contatto con acqua destinata al consumo umano dovranno essere conformi al D.M. 06/04/2004 m°174 "Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di**

**captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano” ed ai relativi allegati;**

- **i materiali ed i prodotti per uso strutturale dovranno rispondere ai requisiti indicati nel D.M. 17.01.2018 Norme Tecniche per le Costruzioni (in seguito NTC 2018);**
- **i prodotti da costruzione per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata (EN) dovranno essere in possesso di marcatura CE ai sensi del D Lgs n.106 del 16 giugno 2017 “Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del Regolamento (UE) n. 305/2011 (in seguito CPR 305/2011), che fissa le condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 86/106/CEE del Consiglio.**

Materiali di uso strutturale

*Identificazione certificazione*

I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

- identificati mediante la descrizione a cura del fabbricante, del materiale stesso e dei suoi componenti elementari;
- certificati mediante la documentazione di attestazione che preveda prove sperimentali per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche, effettuate da un ente terzo indipendente ovvero, ove previsto, autocertificate dal produttore secondo procedure stabilite dalle specifiche tecniche europee richiamate nel presente documento.
- accettati dal Direttore dei lavori mediante controllo delle certificazioni di cui al punto precedente e mediante le prove sperimentali di accettazione previste nelle presenti norme per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche.

*Prove sperimentali*

Tutte le prove sperimentali che servono a definire le caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche dei materiali strutturali devono essere eseguite e certificate dai laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 s.m.i., ovvero sotto il loro diretto controllo, sia per ciò che riguarda le prove di certificazione o qualificazione, che quelle di accettazione.

I laboratori dovranno fare parte dell'albo dei laboratori Ufficiali depositato presso il Servizio Tecnico Centrale del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Nei casi in cui per materiali e prodotti da costruzione è prevista la marcatura CE ai sensi del Regolamento (UE) n. 305/2001, ovvero la qualificazione secondo le presenti norme, la relativa "Dichiarazione di Prestazione" (in seguito DoP) deve essere consegnata alla Direzione dei Lavori.

Nei casi in cui i materiali o i prodotti da costruzione non rientrino nel campo di applicazione di una Norma Europea armonizzata (EN), l'idoneità all'uso va accertata

attraverso il possesso in regime di validità dell'Attestato di Qualificazione o del Certificato di Idoneità Tecnica all'impiego rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Il richiamo alle specifiche tecniche europee EN o nazionali UNI, ovvero internazionali ISO, deve intendersi riferito all'ultima versione aggiornata, salvo diversamente specificato.

Le proprietà meccaniche o fisiche dei materiali che concorrono alla resistenza strutturale debbono essere misurate mediante prove sperimentali, definite su insiemi statistici significativi.

#### *Procedure di controllo di produzione in fabbrica*

I produttori di materiali, prodotti o componenti disciplinati dalle norme tecniche per le costruzioni, D.M. 17.01.2018, devono dotarsi di adeguate procedure di controllo di produzione in fabbrica. Per controllo di produzione nella fabbrica si intende il controllo permanente della produzione, effettuato dal fabbricante. Tutte le procedure e le disposizioni adottate dal fabbricante devono essere documentate sistematicamente ed essere a disposizione di qualsiasi soggetto od ente di controllo che ne abbia titolo.

#### *Certificato di accettazione*

I prodotti destinati alla realizzazione di opere strutturali e in generale dei prodotti da costruzione nelle opere di ingegneria civile, ai sensi delle norme tecniche approvate dal D.M. 17.01.2018, dovranno essere sottoposti a procedure e prove sperimentali di accettazione definite nelle parti specifiche delle Norme Tecniche riguardanti i materiali.

### **1.2 Acqua, calci, cemento, pozzolana e gesso**

a) Acqua - L'acqua per l'impasto con leganti idraulici dovrà essere limpida (norma UNI EN 27027), priva di grassi o sostanze organiche e priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva per il conglomerato risultante.

b) Calci - Le calci aeree ed idrauliche, dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui al regio decreto 16-11-1939, n. 2231; le calci idrauliche dovranno altresì rispondere alle prescrizioni contenute nella legge 26-5-1965, n. 595 (Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici), ai requisiti di accettazione contenuti nel decreto ministeriale 31-8-1972 (Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche) nonché alle norme UNI EN 459/1 e 459/2.

c) Cementi e agglomerati cementizi.

- I cementi dovranno rispondere ai limiti di accettazione contenuti nella legge 26-5-1965, n. 595 e nel D.M. 03-06-1968 (Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi) e successive modifiche (D.M.

20-11-1984 e D.M. 13-9-1993). In base al regolamento emanato con D.M. 9-3-1988, n. 126 i cementi sono soggetti a controllo e certificazione di qualità (norma UNI 10517)

- Gli agglomerati cementizi dovranno rispondere ai limiti di accettazione contenuti nella legge 26-5-1965, n. 595 e nel decreto ministeriale 31-8-1972.
- A norma di quanto previsto dal decreto del Ministero dell'industria del 9-3-1988, n. 126 (Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi), i cementi della legge 26-5-1965, n. 595 (e cioè i cementi normali e ad alta resistenza portland, pozzolanico e d'altoforno), se utilizzati per confezionare il conglomerato cementizio normale, armato e precompresso, devono essere certificati presso i laboratori di cui all'art. 6 della legge 26-5-1965, n. 595 e all'art. 20 della legge 5-11-1971, n. 1086. Per i cementi di importazione, la procedura di controllo e di certificazione potrà essere svolta nei luoghi di produzione da analoghi laboratori esteri di analisi.
- I cementi e gli agglomerati cementizi dovranno essere conservati in magazzini coperti, ben riparati dall'umidità e da altri agenti capaci di degradarli prima dell'impiego.

d) Pozzolane - Le pozzolane saranno ricavate da strati mondi da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o di parti inerti; qualunque sia la provenienza dovranno rispondere a tutti i requisiti prescritti dal regio decreto 16-11-1939, n. 2230.

e) Gesso - Il gesso dovrà essere di recente cottura, perfettamente asciutto, di fine macinazione in modo da non lasciare residui sullo staccio di 56 maglie a centimetro quadrato, scevro da materie eterogenee e senza parti alterate per estinzione spontanea. Il gesso dovrà essere conservato in locali coperti, ben riparati dall'umidità e da agenti degradanti.

Per l'accettazione valgono i criteri generali e la norma UNI 5371.

### **1.3 Calcestruzzo**

#### ***1.3.1 Specifiche per il calcestruzzo***

Al fine di ottenere le prestazioni progettuali, la fornitura del calcestruzzo potrà avvenire esclusivamente da un impianto di produzione dotato di sistema permanente di controllo interno della produzione predisposto in coerenza alla Norma UNI EN ISO 9001, certificato a organismo terzo indipendente come richiesto nel paragrafo 11.2.8 delle NTC 2018.

#### ***1.3.2 Caratteristiche dei costituenti del calcestruzzo***

##### **CEMENTO**

Il cemento deve essere scelto, fra quelli considerati idonei, tenendo in considerazione:

- l'esecuzione dell'opera
- l'uso finale del calcestruzzo
- le condizioni di maturazione
- le dimensioni della struttura
- le condizioni ambientali alle quali la struttura sarà esposta
- la potenziale reattività degli aggregati agli alcali provenienti dai componenti

Potranno essere impiegati unicamente i cementi dotati di Dichiarazione di Prestazione ad una norma armonizzata della serie UNI EN 197, ovvero ad uno specifico Benestare Tecnico Europeo (ETA) nonché, per quanto non in contratto, conformi alla Legge 26.5.65 n° 595 che soddisfino i requisiti di accettazione elencati nella norma UNI ENV 197/1, con esclusione del cemento alluminoso e dei cementi per sbarramenti di ritenuta.

#### Modalità di fornitura

I sacchi per la fornitura dei cementi debbono essere sigillati ed in perfetto stato di conservazione. Se l'imballaggio fosse comunque manomesso o il prodotto avariato, il cemento potrà essere rifiutato dalla Direzione dei Lavori e dovrà essere sostituito con altro idoneo. Se i leganti sono forniti sfusi, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce. La qualità del cemento potrà essere accertata mediante prelievo di campioni e la loro analisi presso Laboratori Ufficiali. L'Appaltatore dovrà disporre in cantiere di silos per lo stoccaggio del cemento che ne consentano la conservazione in idonee condizioni termoigrometriche.

#### Controllo della documentazione

In cantiere o presso l'impianto di preconfezionamento del calcestruzzo è ammessa esclusivamente la fornitura di cementi di cui sopra.

Tutte le forniture di cemento devono essere accompagnate dalla Dichiarazione di Prestazione.

Le forniture effettuate da un intermediario, ad esempio un importatore, dovranno essere accompagnate dalla DoP rilasciata dal produttore di cemento e completato con i riferimenti ai DDT dei lotti consegnati dallo stesso intermediario.

Il Direttore dei Lavori verificherà periodicamente quanto sopra indicato, in particolare la corrispondenza del cemento consegnato, come rilevabile dalla documentazione anzidetta, con quello previsto nel Capitolato Speciale di Appalto e nella documentazione o elaborati tecnici specifici.

#### Controllo di accettazione

Il Direttore dei Lavori potrà richiedere controlli di accettazione sul cemento in arrivo in cantiere nel caso che il calcestruzzo sia prodotto da impianto di preconfezionamento installato nel cantiere stesso.

Il prelievo del cemento dovrà avvenire al momento della consegna in conformità alla norma UNI EN 196-7.

L'Appaltatore dovrà assicurarsi, prima del campionamento, che il sacco da cui si effettua il prelievo sia in perfetto stato di conservazione o, alternativamente, che l'autobotte sia ancora munita di sigilli; è obbligatorio che il campionamento sia effettuato in contraddittorio con un rappresentante del produttore di cemento.

Il controllo di accettazione di norma potrà avvenire indicativamente ogni 5.000 ton di cemento consegnato.

Il campione di cemento prelevato sarà suddiviso in almeno tre parti di cui una verrà inviata ad un Laboratorio Ufficiale di cui all'art 59 del DPR n° 380/2001 scelto dalla Direzione Lavori, un'altra è a disposizione dell'impresa e la terza rimarrà custodita, in un contenitore sigillato, per eventuali controprove.

### ACQUA D'IMPASTO

L'acqua d'impasto, di provenienza nota, dovrà avere caratteristiche costanti nel tempo e conformi alla norma UNI EN 1008.

### AGGREGATI

Sono idonei alla produzione del calcestruzzo per uso strutturale solamente gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 12620 e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata UNI EN 13055-1.

Tutte le forniture di aggregati devono essere accompagnate dalla Dichiarazione di Prestazione.

La massa volumica media del granulo in condizioni s.s.a. (saturo a superficie asciutta) deve essere pari o superiore a 2300 kg/m<sup>3</sup>.

Per aggregati potenzialmente reattivi agli alcali presenti nella miscela si applicano le prescrizioni del successivo articolo "Opere e strutture di calcestruzzo".

### ADDITIVI

Gli additivi per la produzione del calcestruzzo devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2.

Tutte le forniture di additivi devono essere accompagnate dalla Dichiarazione di Prestazione.

### AGGIUNTE

Nei calcestruzzi è ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non ne vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali.

### *Ceneri volanti*

Le ceneri volanti dovranno soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 450-1. Per ogni invio dovrà essere fornita al DoP ed essere disponibile copia dei certificati delle prove eseguite.

### *Fumi di silice*

I fumi di silice devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 13263-1.

### **1.3.3 Classificazione del calcestruzzo**

#### CLASSI DI RESISTENZA

Si fa riferimento alle NTC 2018 e alle norme UNI EN 206 e UNI 11104.

La resistenza a compressione del calcestruzzo è espressa in termini di resistenza caratteristica, definita come quel valore di resistenza al di sotto del quale si può attendere di trovare il 5% della popolazione di tutte le misure di resistenza.

La resistenza caratteristica cubica  $R_{ck}$  viene dedotta sulla base dei valori ottenuti da prove a compressione a 28 giorni effettuate su cubi di 150 mm di lato, per aggregati con diametro massimo fino a 32 mm, o di 200 mm di lato per aggregati con diametro massimo maggiore.

La resistenza caratteristica cilindrica  $f_{ck}$  viene dedotta sulla base dei valori ottenuti da prove a compressione a 28 giorni effettuate su cilindri di 150 mm di diametro e 300 mm di altezza.

Per indicare la classe di resistenza si utilizza la simbologia Cxx/yy ove xx individua il valore della resistenza caratteristica cilindrica  $f_{ck}$  e yy il valore della resistenza caratteristica cubica  $R_{ck}$ , entrambi espressi in  $N/mm^2$  ( $1 N/mm^2 = 10 Kg/cm^2$ ).

### Tabella 5.4.1 - Classi di resistenza del calcestruzzo

(Secondo UNI EN 206-1)

Classe di resistenza a compressione	Resistenza caratteristica cilindrica minima $f_{ck,cil}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Resistenza caratteristica cubica minima $f_{ck,cube}$ (N/mm <sup>2</sup> )
C8/10	8	10
C12/15	12	15
C16/20	16	20
C20/25	20	25
C25/30	25	30
C30/37	30	37
C35/45	35	45
C40/50	40	50
C45/55	45	55
C50/60	50	60
C55/67	55	67
C60/75	60	75
C79/85	70	85
C80/95	80	95
C90/105	90	105
C100/115	100	115

Oltre alle classi di resistenza riportate in tabella, si possono prendere in considerazione le classi di resistenza C28/35 e C32/40 ( $f_{ck,cil} = 32 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{ck,cube} = 40 \text{ N/mm}^2$ ).

#### CLASSI DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE

Ai fini di una corretta prescrizione del calcestruzzo, occorre classificare l'ambiente nel quale ciascun elemento strutturale risulterà inserito.

Per "ambiente", in questo contesto, si intende l'insieme delle azioni chimico-fisiche alle quali si presume potrà essere esposto il calcestruzzo durante il periodo di vita delle opere e che causa effetti che non possono essere classificati come dovuti a carichi o ad azioni indirette quali deformazioni impresse, cedimenti e variazioni termiche. A seconda di tali azioni, sono individuate le classi e sottoclassi di esposizione ambientale del calcestruzzo elencate nella tabella 5.4.2.

**Tabella 5.4.2 - Classi di esposizione ambientale del calcestruzzo**

*Secondo UNI 11104 (Prospetto 1)*

<b>Denominazione e Classe</b>	<b>Descrizione dell'Ambiente</b>	<b>Esempi informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi d'esposizione</b>
<b>1 – Assenza di rischio di corrosione o attacco</b>		
<b>X0</b>	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici: in ambiente molto asciutto.	Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetti a ciclo di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasione, gelo o attacco chimico.
<b>2 - Corrosione indotta da carbonatazione</b> <i>Le condizioni d umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriferro o nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non esser il caso se c'è una barriera tra il calcestruzzo e il suo ambiente.</i>		
<b>XC1</b>	Asciutto o permanentemente bagnato	Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa, o immerse in acqua.
<b>XC2</b>	Bagnato, raramente asciutto	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.

<b>XC3</b>	Umidità moderata	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia, o in interni con umidità da moderata ad alta.
<b>XC4</b>	Ciclicamente asciutto e bagnato	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette ad alternanze di asciutto ed umido. Calcestruzzi a vista in ambienti urbani. Superfici a contatto con l'acqua non compresa classe XC2.
<b>3 - Corrosione indotta dai cloruri, esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare</b>		
<b>XD1</b>	Umidità moderata	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in superfici o parti di ponti e viadotti esposti a spruzzi d'acqua contenente cloruri.
<b>XD2</b>	Bagnato, raramente asciutto	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in elementi strutturali totalmente immersi in acqua anche industriale contenente cloruri (Piscine).
<b>XD3</b>	Ciclicamente asciutto e bagnato.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, di elementi strutturali direttamente soggetti agli agenti disgelanti o agli spruzzi contenenti agenti disgelanti.  Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, elementi con una superficie immersa in acqua contenente cloruri e l'altra esposta all'aria.  Parti di ponti, pavimentazioni e parcheggi per auto.
<b>4 - Corrosione indotta dai cloruri dell'acqua di mare</b>		
<b>XS1</b>	Esposto alla salsedine marina ma non direttamente in contatto diretto con l'acqua di mare	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali sulle coste o in prossimità.

<b>XS2</b>	Permanentemente sommerso	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immerse in acqua.
<b>XS3</b>	Zone esposte agli spruzzi oppure alla marea	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali esposti alla battigia o alle zone soggette agli spruzzi ed onde del mare.
<p><b>5 - Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza Sali disgelanti</b></p> <p><i>Il grado di saturazione della seconda colonna riflette la relativa frequenza con cui si verifica il gelo in condizioni di saturazione:</i></p> <p><i>Moderato: occasionalmente gelato in condizioni di saturazione</i></p> <p><i>Elevato: alta frequenza di gelo in condizioni di saturazione</i></p>		
<b>XF1</b>	Moderata saturazione d'acqua, senza impiego di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo
<b>XF2</b>	Moderata saturazione d'acqua, con uso di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo di strutture stradali esposte al gelo e nebbia di agenti antigelo
<b>XF3</b>	Elevata saturazione d'acqua, senza agente antigelo	Superfici orizzontali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo
<b>XF4</b>	Elevata saturazione d'acqua, con agente antigelo oppure acqua di mare	Strade e impalcati da ponte esposte agli agenti antigelo. Superfici di calcestruzzo esposte direttamente a nebbia contenente agenti antigelo e al gelo
<p><b>6 - Attacco chimico</b></p> <p>Qualora il calcestruzzo sia esposto all'attacco chimico che si verifica nel terreno naturale e nell'acqua del terreno avente caratteristiche definite dal prospetto 2, l'esposizione verrà classificata come è indicato di seguito. La classificazione dell'acqua di mare dipende dalla località geografica; perciò si dovrà applicare la classificazione valida nel luogo di impiego del calcestruzzo.</p> <p>Nota</p> <p><i>Può essere necessario uno studio speciale per stabilire le condizioni di esposizione da applicare quando si è:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>al di fuori dei limiti del Prospetto 2</i></li> <li>○ <i>in presenza di altri aggressivi chimici</i></li> </ul>		

<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>in presenza di terreni o acque inquinati da sostanze chimiche</i></li> <li>○ <i>in presenza della combinazione di elevata velocità dell'acqua e delle sostanze chimiche del Prospetto 2</i></li> </ul>		
<b>XA1</b>	Ambiente chimico debolmente aggressivo secondo il Prospetto 2	
<b>XA2</b>	Ambiente chimico moderatamente aggressivo secondo il Prospetto 2	
<b>XA3</b>	Ambiente chimico fortemente aggressivo secondo il Prospetto 2	

In funzione della Classe d'esposizione calcolata, viene determinato il massimo rapporto a/c e la R<sub>ck</sub> minima, secondo la seguente Tabella 5.4.3.

**Tabella 5.4.3 – Caratteristiche del calcestruzzo (Secondo UNI 11104)**

<b>Classe di esposizione ambientale</b>	<b>Massimo Rapporto a/c</b>	<b>R<sub>ck</sub> minima (N/mm<sup>2</sup>)</b>
<b>XF4</b>	0.45	35
<b>XS2 XS3 XA3</b>	0.45	45
<b>XD3</b>	0.45	45
<b>XF2 XF3</b>	0.50	30
<b>XC4 XS1 XA2</b>	0.50	40
<b>XD2 XF1</b>	0.50	40
<b>XC3 XA1</b>	0.55	35
<b>XD1</b>	0.55	35
<b>XC1,XC2</b>	0.60	30

Le resistenze caratteristiche R<sub>ck</sub> di tabella 5.4.3 sono da considerarsi quelle minime in relazione agli usi indicati nella tabella 5.4.2. Le miscele non dovranno presentare un contenuto di cemento minore di 280 kg/m<sup>3</sup>. La definizione di una soglia minima per il dosaggio di cemento risponde all'esigenza di garantire in ogni caso una sufficiente quantità di pasta di cemento, condizione essenziale per ottenere un calcestruzzo indurito a struttura chiusa e poco permeabile. Nelle normali condizioni operative il rispetto dei valori di R<sub>ck</sub> e a/c di tabella 5.4.3 possono comportare dosaggi di cemento anche sensibilmente più elevati del valore minimo indicato.

Nel caso di calcestruzzi soggetti a cicli di gelo e disgelo (classi di esposizione ambientale XF) e/o soggetti ad attacco chimico (classi di esposizione ambientale XA)

si dovranno applicare le prescrizioni integrative del capitolo “Opere e strutture di calcestruzzo”.

### **1.3 Acciai per calcestruzzi armati**

Gli acciai per armature di calcestruzzi dovranno rispettare le disposizioni previste dal DM 17.01.2018 “Norme tecniche per le Costruzioni”.

#### **Giunzioni delle barre**

Le giunzioni delle barre in zona tesa, quando non siano evitabili, si devono realizzare possibilmente nelle regioni di minor sollecitazione, in ogni caso devono essere opportunamente sfalsate.

Le giunzioni di cui sopra possono effettuarsi mediante:

- saldature eseguite in conformità delle norme vigenti sulle saldature;
- manicotto filettato;
- sovrapposizione calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra.

#### **Copriferro e interferro**

L'armatura resistente deve essere adeguatamente protetta dall'ambiente esterno dal conglomerato anche in funzione della porosità del calcestruzzo, dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità dell'armatura alla corrosione.

#### **Ancoraggio delle barre e loro giunzioni**

Le armature longitudinali non possono essere interrotte ovvero sovrapposte all'interno di un nodo strutturale (incrocio travi-pilastri), bensì nelle zone di minore sollecitazione lungo l'asse della trave.

Quando invece si deve realizzare la continuità con altra barra in zona tesa, la continuità deve essere realizzata con sovrapposizioni o altri dispositivi possibilmente posizionati nelle regioni di minor sollecitazione. In ogni caso le sovrapposizioni o i dispositivi utilizzati devono essere opportunamente sfalsati.

#### **Staffe**

Le staffe devono essere chiuse e conformate in modo da contrastare efficacemente, lavorando a trazione, gli spostamenti delle barre longitudinali verso l'esterno.

#### **Lavorazioni in cantiere – Raggi minimi di curvatura**

Il diametro minimo di piegatura deve essere tale da evitare fessure nella barra dovute alla piegatura e rottura del calcestruzzo nell'interno della piegatura.

#### ***Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate***

<b>Diametro barra</b>	<b>Diametro minimo del mandrino per piegature, uncini e ganci</b>
-----------------------	---

$\varphi \leq 16 \text{ mm}$	4 $\varphi$
$\varphi > 16 \text{ mm}$	7 $\varphi$

Per definire i valori minimi da adottare ci si riferisce alle prescrizioni contenute nell'Eurocodice 2 paragrafo 8.3 "Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate", secondo quanto indicato nella tabella di cui sopra.

#### Deposito e conservazione in cantiere

Alla consegna in cantiere, l'Appaltatore avrà cura di depositare l'acciaio in luoghi protetti dagli agenti atmosferici. In particolare, per quei cantieri posti ad una distanza inferiore a 2 km dal mare, le barre di armatura dovranno essere protette con appositi teli dall'azione dell'aerosol marino. Non è il caso in esame.

#### **1.4 Apparecchiature idrauliche**

I tipi di apparecchi ed accessori da adottare dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione dei Lavori; lo scartamento delle singole apparecchiature dovrà essere conforme alle norme ISO 5752, di norma secondo la Serie 14 se non altrimenti espressamente specificato, mentre le flange di accoppiamento dovranno essere rispondenti alla norma UNI EN 1092-1 in relazione alla PN prevista.

In ogni caso le singole apparecchiature dovranno possedere le caratteristiche di seguito riportate.

##### *Valvola di intercettazione a saracinesca a cuneo gommato*

Le saracinesche in ghisa sferoidale rivestite con polvere epossidica di colore blu e spessore minimo 250 micron adatte per installazioni in suoli o ambienti a contatto con l'acqua marina, dovranno essere conformi alla norma UNI EN1074 con certificato rilasciato da organismo terzo accreditato, a cuneo gommato rivestito in EPDM. I materiali dovranno essere conformi al D.M. 174 Ministero della Salute del 6/4/2004, scartamento ISO 5752-14, flangiatura EN 1092-2, PN16: manuale con volantino in acciaio.

I diametri impiegati saranno DN100, DN200 e DN250.

##### *Aste di manovra telescopiche*

Complesso aste di manovra con asta e chiave di manovra in acciaio inox, con manicotto e cappello in ghisa.

##### *Sfiato automatico*

Le apparecchiature di sfiato, per eliminare l'eventuale aria nella condotta ed il rientro d'aria nella stessa, saranno in ghisa lamellare GJL-250 del tipo cinetico a semplice camera, a tre funzioni (riempimento - svuotamento – degasaggio), con galleggianti sovrapposti. Il rivestimento esterno sarà con vernice epossidica 250 micron adatte per installazioni in suolo o ambienti a contatto con acqua marina.

Il diametro impiegato sarà DN80, da verificarsi in sede di progetto esecutivo.

#### *Giunto di smontaggio*

Da interporre a ridosso di valvole per agevolare le operazioni di smontaggio. In esecuzione flangiata con dimensioni e foratura secondo normativa UNI EN 1092-1. Il giunto di smontaggio sarà a 3 flange a corsa lunga DN100, DN200 e DN250 PN16 in ghisa sferoidale GJS-400-15 con guarnizione in EPDM. Questo deve avere uno strato epossidico anticorrosione di 250 microns secondo norma EN 14901. Tiranti e bulloneria devono essere in acciaio inox A2 con rivestimento anticorrosione. Gli elementi devono essere adatti ad installazioni in suolo o ambienti a contatto con acqua marina.

#### *Guarnizioni*

Utilizzate per garantire la tenuta idraulica delle connessioni flangiate. Circolari, in non amianto (EPDM) e certificate per il contatto con fluidi alimentari secondo il D.M. 174/2004.

#### *Valvole di non ritorno*

Elemento in ghisa sferoidale GJS-500-7 con rivestimento con strato epossidico anticorrosione di 250 microns. Asse e viti esterne in acciaio inox A2. Gli elementi devono essere in conformità alle norme EN558, EN1092 e EN1074 e adatti ad installazioni in suolo o ambienti a contatto con acqua marina.

Il diametro impiegato sarà DN100.

#### *Giunti multimateriale*

Questi devono essere in ghisa sferoidale GJS-500-7 secondo norme EN545 e EN1092 con guarnizione in EDPM e con rivestimento in vernice epossidica secondo norma EN 14901. Diametri variabili come da note su tavole.

#### *Tubazioni in acciaio*

Da DN65 a DN250: acciaio Inox AISI 316 PN (PFA) 16 definito dalle seguenti sigle internazionali:

---

USA France Germany Germany Italy  
AISI AFNOR DIN 17006 W.N. 17007 UNI  
316 1)Z 6 CND 17-11 X 5 CrNiMo 17 12 21.4401 X 5 CrNiMo 1712

1) Austenitic grades

Saldate TIG longitudinale

Spessore 2 mm

Potranno essere accettati a discrezione della D.L. materiali in acciaio Inox con caratteristiche analisi e comprovata resistenza a contatto con ambiente marino in accordo con norma EN 10224.

### *Flange*

DN65-250 cartella inox AISI 316 e flange libere in alluminio

Flangia cieca AISI 316

### *Raccordi*

Spessore in accordo con la tubazione, materiale AISI 316

### *Bulloneria*

Acciaio inox A2-70

### *Guarnizioni*

EPDM spessore 3 mm per diametro

### *Tubazioni in ghisa sferoidale*

DN250 PN(PFA) 16 in ghisa sferoidale con spessore minimo di parete 3,9mm come da EN545. Le tubazioni devono essere rivestite internamente con malta cementizia d'altoforno ed esternamente con lega Zn-Al da 400 g/m<sup>2</sup>.

Le giunture devono essere a bicchiere, di tipo antisfilamento standard Vi.

Pezzi speciali quali elementi a T con flange, flange d'ancoraggio devono essere in ghisa GJS-500-7 e rispettare la classe di PN (PFA) di progetto (16) e le norme di riferimento (EN545 e EN1092).

### *Guarnizioni*

Utilizzate per garantire la tenuta idraulica delle connessioni flangiata. Circolari, in non amianto (EPDM) e certificate per il contatto con fluidi alimentari secondo il D.M. 174/2004. EPDM spessore 3 mm per diametro

DN280 in polietilene PE100-RC con SDR11 secondo norma EN 12201 con uno strato protettivo di alluminio stagno. Modulo elasticità deve essere non inferiore a 1100 MPa per tubazione nuova. Il previsto valore del modulo non deve scendere al di sotto dei 200 MPa durante la durata di vita dell'opera.

Le tubazioni devono essere saldate testa-testa. Saldatura ad elettro fusione non è consentita se non previa autorizzazione della Direzione Lavori.

#### *Misuratore di portata ad ultrasuoni*

Elemento in Acciaio Inox 316 con rivestimento interno in PTFE. Converter da 240 V AC con Unità display impermeabile alimentato a batteria con display LCD con indicazioni di: flusso, direzione di flusso, volume, valori totali, grafici.

Memoria 256 Kb flash, minimo 20.000 campi con data, tempo e valore. Connessione in tempo reale con quadro elettrico e controllo esterno.

Interfaccia USB 1,1 tipo Mini-B. L'apparecchiatura deve essere adatta all'installazione in ambiente a contatto con acqua marina.

#### *Pompe*

Le pompe previste sono Pompe orizzontali multistadio in ghisa-acciaio a velocità variabile, frequenza 50 Hz, potenza 11kW, voltaggio 400V. Per un numero totale di 3 (2 operanti più 1 di riserva). Motore a due poli. Guarnizioni in EPDM, flange PN16. Queste devono essere adatte per installazioni in ambienti a contatto con l'acqua marina.

#### *Casse d'aria*

Casse d'aria (no.2) in acciaio inox volume 750 litri con membrana sostituibile, flange PN16. Prodotte in accordo con EN13831. Le casse devono essere provviste di sensore di pressione. Queste devono essere adatte per installazioni in ambienti a contatto con l'acqua marina.

## **2 ESECUZIONE DELLE OPERE**

### **2.1 Apertura della pista e tracciamenti**

Prima di porre mano ai lavori di movimento terra, l'impresa è obbligata ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi in base alle sezioni di progetto, nonché le modine o garbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate.

Ove ai lavori in terra sono connesse opere murarie, l'impresa dovrà procedere al tracciato di esse, pure con l'obbligo della conservazione dei picchetti, e delle modine, come per i lavori in terra.

L'Appaltatore dovrà predisporre in tempo utile, al fine di non dover rallentare l'esecuzione dei lavori, tutti gli elaborati ed istruire le pratiche necessarie per eventuali spostamenti di linee elettriche, linee telefoniche, gasdotti, acquedotti, fognature e quant'altro venisse ad interferire con lo sviluppo del cantiere.

Le indennità di concessioni e permessi di attraversamento, nonché le spese per l'eliminazione delle interferenze, saranno a carico del Committente, ma, su richiesta della Direzione Lavori, potranno essere pagate dall'Appaltatore ed inserite in contabilità come anticipazioni.

Via via che si procede con il rinterro delle tubazioni, il terreno relativo alla pista di lavoro, a cura e spese dell'Appaltatore, dovrà essere riportato nella situazione originaria senza che questi possa chiedere compensi di sorta.

### **2.2 Scavi in genere**

Gli scavi occorrenti nell'esecuzione dei lavori, a mano o con mezzi meccanici, saranno eseguiti conformemente alle previsioni di progetto, salvo le eventuali varianti che dovessero essere disposte dalla Direzione dei lavori sulla base dell'effettiva consistenza dei terreni riscontrata all'atto dell'apertura degli scavi.

Dovrà essere usata ogni esattezza nello scavare i fossi, nello spianare e sistemare i marciapiedi e banchine, nel configurare le scarpate e nel profilare i cigli.

Nell'esecuzione degli scavi in genere, l'Appaltatore dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando esso, oltretutto totalmente responsabile di eventuali danni alle persone e alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate.

L'Appaltatore dovrà inoltre provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti sulla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi negli scavi; nel caso di impossibilità di regimare le acque sarà onere dell'appaltatore prosciugare gli scavi.

L'Appaltatore dovrà consegnare le trincee e i rilevati, nonché gli scavi o riempimenti in genere, al giusto piano prescritto, con scarpate regolari e spianate, con i cigli bene tracciati e profilati, compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori, fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e sistemazione delle scarpate o banchine o l'espurgo dei fossi.

In particolare si prescrive che nell'esecuzione degli scavi l'Appaltatore dovrà procedere in modo che i cigli siano diligentemente profilati, le scarpate raggiungano l'inclinazione prevista nel progetto o che sarà ritenuta necessaria e prescritta con ordine di servizio dalla Direzione dei lavori allo scopo di impedire scoscendimenti, restando essa, oltretutto totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligata a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate in caso di inadempienza delle disposizioni impartitele.

L' Appaltatore dovrà sviluppare i movimenti di materie con adeguati mezzi e con sufficiente mano d'opera in modo da dare agli scavi, possibilmente, completi a piena sezione in ciascun tratto iniziato.

Le materie provenienti dagli scavi, non utilizzabili e non ritenute idonee, a giudizio della Direzione dei lavori, per la formazione dei rilevati o per altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto, con deposito su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese. Le località per tali depositi a rifiuto dovranno essere scelte in modo che le materie depositate non arrechino danno ai lavori od alle proprietà pubbliche e private, nonché al libero deflusso delle acque pubbliche e private.

Qualora le materie provenienti dagli scavi debbano essere successivamente utilizzate, esse dovranno essere depositate presso l'area di cantiere previo assenso della Direzione dei lavori, per essere poi riprese a tempo opportuno. In ogni caso le materie depositate non dovranno essere di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti in superficie.

La Direzione dei lavori potrà fare asportare, a spese dell'Appaltatore, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

### **2.3 Scavi a sezione ristretta ed obbligata**

Prima di dare inizio agli scavi l'Appaltatore ne darà comunicazione alla Direzione dei Lavori.

Per tali scavi si intendono quelli occorrenti per l'apertura della sede di posa di tubazioni e collettori e loro pertinenze (slarghi, nicchie, ecc.).

Nella loro esecuzione si dovranno rigorosamente rispettare l'andamento plano-altimetrico previsto in progetto ovvero stabilito all'atto esecutivo dalla Direzione dei Lavori.

I riferimenti topografici stabiliti con i tracciamenti verranno sostituiti all'occorrenza con altri ubicati in modo da poter essere in ogni momento reperiti, sia durante che dopo l'esecuzione dello scavo.

Le quote di fondo scavo saranno controllate dalla Direzione Lavori prima della posa del condotto ovvero dell'eventuale formazione dei letti di posa. La sezione trasversale sarà realizzata dall'Appaltatore in modo tale da consentire l'agevole e perfetta esecuzione di tutte le operazioni di posa e ricalzo, l'esecuzione dei giunti e la loro ispezione da parte della Direzione Lavori.

**La parte superficiale agraria del terreno scavato (cappellaccio) dovrà essere mantenuta separata dal restante materiale di risulta, in modo tale da essere reimpiegato esclusivamente per il ripristino finale del fondo delle aree verdi qualora la Direzione Lavori lo reputi idoneo.**

L'Appaltatore non potrà realizzare sezioni trasversali la cui larghezza effettiva risulti inferiore a quella indicata negli elaborati di progetto; anche l'altezza minima di ricoprimento non dovrà essere inferiore a quella riportata negli elaborati progettuali.

Saranno a carico dell'Appaltatore, salvo dove diversamente specificato, opere provvisorie necessarie per evitare danni alle persone, alle cose ed all'opera per smottamenti o franamenti del cavo, nonché la pulizia degli scavi sino al momento della realizzazione delle opere.

## **2.4 Scavi di fondazione**

Per scavi di fondazione si intendono quelli relativi all'impianto di opere murarie e che risultino al di sotto del perimetro di sbancamento, chiusi, tra pareti verticali riproducenti il perimetro della fondazione dell'opera.

Gli scavi occorrenti per la fondazione delle opere d'arte saranno spinti fino al piano indicato dagli elaborati di progetto, che sarà confermato od eventualmente modificato in corso d'opera dalla Direzione dei Lavori.

Il piano di fondazione sarà perfettamente orizzontale o sagomato a gradini con leggera pendenza verso monte per quelle opere che cadono sopra falde inclinate.

Anche nei casi di fondazioni su strati rocciosi questi ultimi debbono essere convenientemente spianati a gradino, come sopra.

Gli scavi di fondazione saranno di norma eseguiti a pareti verticali e l'Appaltatore dovrà, all'occorrenza, sostenerli con convenienti sbadacchiature, il cui onere resta compensato nel relativo prezzo dello scavo, salvo dove diversamente specificato, restando a suo carico ogni danno alle persone, alle cose ed all'opera, per smottamenti o franamenti del cavo.

Le fondazioni saranno eseguite secondo le modalità ed alle quote previste in progetto, che verranno modificate dalla Direzione Lavori, in più od in meno, in funzione della situazione riscontrata all'apertura degli scavi.

Nel caso di franamento dei cavi l'Appaltatore dovrà procedere al ripristino senza diritto a compensi.

Dovrà essere cura dell'Appaltatore eseguire le armature dei casseri di fondazione con precisione adoperando tecniche e materiali di buona qualità e di ottime condizioni, di sezioni adeguate agli sforzi cui verrà sottoposta l'armatura stessa ed adottare infine ogni precauzione ed accorgimento, affinché l'armatura dei casseri riesca la più robusta e quindi la più resistente, sia nell'interesse della riuscita del lavoro sia per la sicurezza degli operai adibiti allo scavo.

L'Appaltatore quindi è l'unico responsabile dei danni che potessero avvenire alle persone ed ai lavori per deficienza ed irrazionalità delle armature.

Gli scavi potranno, però, anche essere eseguiti con pareti a scarpa, ove l'Appaltatore lo ritenga di sua convenienza.

In questo caso non sarà compensato il maggiore scavo oltre quello strettamente occorrente per la fondazione della opera e l'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura e spese, al riempimento con materiale adatto dei vuoti rimasti intorno alla fondazione dell'opera.

Saranno compensati a parte solamente gli oneri per blindatura degli scavi eseguita come più oltre prescritto nell'articolo relativo.

## **2.5 Presenza di acqua negli scavi**

I lavori di scavo saranno condotti in modo che le acque che scorrono sulla superficie del terreno non si versino negli scavi e le acque infiltrate che eventualmente scaturissero dal fondo e dalle pareti dei cavi, possano essere al più presto eliminate, procedendo, ove sia possibile, da valle verso monte.

Sono considerati scavi all'asciutto tutti quelli eseguiti anche in presenza di acque sorgive purché, dopo il completo prosciugamento giornaliero iniziale delle acque raccoltesi durante la notte (eseguito a gravità a cura e spese dell'Appaltatore), il cavo possa essere mantenuto asciutto a gravità con l'apertura di brevi canali fugatori o con la costituzione di piccole ture o procedimenti analoghi.

Sono considerati scavi in presenza di acqua quelli durante i cui lavori l'acqua si mantiene costantemente di altezza superiore a cm 20 sul fondo del cavo, pur provvedendosi contemporaneamente al suo allontanamento a gravità o a mezzo di canali fugatori appositamente aperti.

## **2.6 Rilevati e rinterri delle opere in c.c.a.**

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi e le murature, o da addossare alle murature, e fino alle quote prescritte dalla Direzione dei lavori, si impiegheranno in generale, e, salvo

quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti per quel cantiere, in quanto disponibili ed adatte, a giudizio della Direzione dei lavori, per la formazione dei rilevati.

Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti ovunque l'Appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla Direzione dei lavori.

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature, si dovranno sempre impiegare materie sciolte, o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le murature su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Le materie trasportate non potranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera per essere riprese poi al momento della formazione dei suddetti rinterri.

Per tali movimenti di materie dovrà sempre provvedersi alla pilonatura delle materie stesse, da farsi secondo le prescrizioni che verranno indicate dalla Direzione dei Lavori.

È vietato addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.

Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata od imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a completo carico dell'Appaltatore.

È obbligo dell'Appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché all'epoca del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

L'Appaltatore dovrà consegnare i rilevati con scarpate regolari e spianate, con i cigli bene allineati e profilati e compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori e fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e la sistemazione delle scarpate e l'espurgo dei fossi.

La superficie del terreno sulla quale dovranno elevarsi i terrapieni, sarà previamente scoticata, ove occorra, e se inclinata sarà tagliata a gradoni con leggera pendenza verso il monte.

## **2.7 Rinfianchi e rinterri delle tubazioni**

Le trincee aperte per i collettori e tubazioni in genere saranno riempite dopo alloggiati i condotti e di norma dopo che siano state eseguite, con buon esito le prove di tenuta.

Il rinfianco e il ricoprimento dovranno essere eseguiti in modo tale da garantire la perfetta aderenza del terreno con tutta la superficie del condotto.

È vietato l'impiego, per i rinterri, di materie impregnate di liquami cloacali o di residui industriali.

Le pareti degli scavi avranno quella pendenza richiesta dalla natura particolare del terreno e non dovranno comunque presentare massi pericolanti o sporgenti per evitare danni al materiale tubolare e al suo rivestimento protettivo.

L'Appaltatore resta sempre unico responsabile dei danni e delle avarie comunque prodotti in dipendenza del modo con cui si esegue il rinterro ed il collaudo. Per le condotte adduttrici il cui tracciato si svolge fuori dagli abitati, dopo il riempimento dei cavi fino al piano di campagna, l'eventuale materiale eccedente, ad eccezione di quanto possa essere necessario per eventuali successivi ricarichi o di quanto potrà disporre la Direzione Lavori, dovrà essere rimosso e trasportato a rifiuto a qualsiasi distanza a tutte cure e spese dell'Appaltatore.

Tutti gli eventuali ricarichi che si rendessero necessari per mantenere i rinterri al piano di campagna o stradale saranno a carico dell'Appaltatore fino al collaudo.

## **2.8 Cave di prestito**

Per la formazione dei rinterri e dei rilevati con materiale non proveniente dagli scavi e riconosciuto idoneo dalla Direzione dei Lavori, l'Appaltatore dovrà provvedere ai materiali occorrenti ricorrendo, a sue cure e spese, a cave di prestito.

Nei contratti, per l'apertura delle cave di prestito che l'Appaltatore stipulerà coi proprietari, deve essere pattuito che i proprietari stessi si obbligano a tenere sollevato in qualunque tempo il Stazione Appaltante da qualsiasi reclamo di Autorità o di terzi. In caso di inosservanza delle precedenti norme e segnatamente di quelle concernente lo scolo delle acque nelle cave di prestito, il Stazione Appaltante ha facoltà di mettersi riparo di ufficio avvalendosi sui crediti dell'appaltatore e sulla cauzione.

## **2.9 Fondazioni dirette**

Fondazioni dirette o superficiali sono quelle che trasferiscono l'azione proveniente dalla struttura in elevato agli strati superficiali del terreno.

La profondità del piano di posa della fondazione deve essere scelta in relazione alle caratteristiche ed alle prestazioni da raggiungere della struttura in elevato, alle caratteristiche dei terreni ed alle condizioni idrogeologiche.

Il piano di fondazione deve essere posto al di fuori del campo di variazioni significative di contenuto d'acqua del terreno ed essere sempre posto a profondità tale da non risentire di fenomeni di erosione o scalzamento da parte di acque di scorrimento superficiale.

Il terreno di fondazione non deve subire rimaneggiamenti e deterioramenti prima della costruzione della opera. Eventuali acque ruscellanti o stagnanti devono essere allontanate dagli scavi.

Il piano di posa degli elementi strutturali di fondazione deve essere regolarizzato e protetto con conglomerato cementizio magro o altro materiale idoneo eventualmente indicato dal Direttore dei lavori il cui spessore sarà desunto dagli elaborati progettuali esecutivi.

Nel caso in cui per eseguire gli scavi si renda necessario deprimere il livello della falda idrica si dovranno valutare i cedimenti del terreno circostante; ove questi non risultino compatibili con la stabilità e la funzionalità delle opere esistenti, si dovranno opportunamente modificare le modalità esecutive. Si dovrà, nel caso in esame, eseguire la verifica al sifonamento. Per scavi profondi, si dovrà eseguire la verifica di stabilità nei riguardi delle rotture del fondo.

## **2.10 Demolizioni e Abbandonamento di tubazioni esistenti**

Le demolizioni in genere saranno eseguite con la necessaria precauzione, in modo da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro, rimanendo perciò vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece dovranno essere trasportati o guidati salvo che vengano adottate opportune cautele per evitare danni ed escludere qualunque pericolo e dovranno essere impediti danneggiamenti alle strutture murarie di cui eventualmente fanno parte.

L'Appaltatore deve allo scopo adottare, a sua cura e spese, tutti gli accorgimenti tecnici necessari (puntellature, sbadacchiature, ecc.).

I materiali non utilizzati provenienti dalle demolizioni dovranno essere, al più presto, a cura e spese dell'Appaltatore trasportati a rifiuto o a reimpiego nei luoghi che verranno indicati dalla Direzione dei Lavori.

Gli oneri sopra specificati si intendono compresi e compensati nei relativi prezzi di elenco.

Le tubazioni da dismettere devono essere scollegate, sezionate e sigillate con tappi di chiusura o flange cieche. La tubazione deve essere riempita con malta cementizia normale partendo dal suo punto più depresso a ritroso, in modo da non lasciare alcuna cavità nel sottosuolo. La dismissione deve essere documentata con

opportuna documentazione fotografica e il volume di malta cementizia deve essere registrato e verbalizzato nel giornale dei lavori.

## **2.11 Opere e strutture di calcestruzzo**

### **CARATTERISTICHE DELLE MISCELE**

#### **REQUISITI GENERALI**

La composizione del calcestruzzo (cemento, aggregati, acqua, additivi ed eventuali aggiunte) dovrà soddisfare le specifiche prestazionali, descritte nel precedente articolo “Conglomerati cementizi” del presente capitolato, in merito a classe di resistenza, dimensione nominale massima dell’aggregato, classe di consistenza e classe di esposizione, con assenza di fenomeni di segregazione.

I calcestruzzi dovranno soddisfare le caratteristiche minime di resistenza e durabilità indicate nel progetto.

Nella scelta del tipo e della classe di cemento si dovrà tenere conto delle condizioni ambientali di esposizione delle opere, della velocità di sviluppo della resistenza, del calore di idratazione e della velocità alla quale esso si libera.

Il contenuto minimo di cemento, ove definito, dovrà tenere conto delle condizioni ambientali di esposizione e delle prestazioni richieste.

#### **Granulometria degli aggregati**

Per il confezionamento del calcestruzzo dovranno essere impiegati aggregati appartenenti a non meno di due classi granulometriche diverse.

Per la realizzazione di calcestruzzi con classi di resistenza maggiori di C12/15 gli aggregati dovranno appartenere preferibilmente ad almeno tre classi granulometriche diverse. Nella composizione della curva granulometrica nessuna frazione potrà essere dosata in percentuale maggiore del 55%, salvo preventiva autorizzazione del Direttore dei Lavori.

Le classi granulometriche dovranno essere mescolate tra loro in percentuali tali da formare miscele rispondenti ai criteri di curve granulometriche di riferimento teoriche o sperimentali, scelte in modo che l'impasto fresco e indurito abbia i prescritti requisiti di resistenza, consistenza, omogeneità, aria inglobata, permeabilità, ritiro e acqua essudata. Si dovrà adottare una curva granulometrica che, in relazione al dosaggio di cemento, garantisca la massima compattezza e la migliore lavorabilità del calcestruzzo.

#### **Dimensione massima nominale dell’aggregato**

La massima dimensione nominale dell'aggregato dovrà essere scelto in funzione dei valori di copriferro e interferro, delle dimensioni minime dei getti, delle modalità di getto e del tipo di mezzi d'opera utilizzati per la compattazione dei getti; la dimensione massima nominale dell’aggregato non dovrà essere maggiore:

- di un quarto della dimensione minima dell'elemento strutturale;
- della distanza tra le singole barre di armatura o tra gruppi di barre (interferro) diminuita di 5 mm;
- di 1,3 volte lo spessore del copriferro.

### **Rapporto acqua/cemento**

La quantità d'acqua totale da impiegare per il confezionamento dell'impasto dovrà essere calcolata tenendo conto dell'acqua libera contenuta negli aggregati. Si dovrà fare riferimento alla norma UNI EN 1097-6 per la condizione "satura a superficie asciutta", nella quale l'aggregato non assorbe né cede acqua all'impasto.

Il rapporto acqua/cemento di ciascuna miscela potrà essere controllato, anche in cantiere almeno una volta ogni tre mesi o ogni 2.000 mc di produzione: il rapporto a/c non dovrà discostarsi più di +0,02 dal valore verificato in fase di qualificazione della relativa miscela e mai maggiore del prescritto dalla norma EN UNI 206.

### **Lavorabilità**

La lavorabilità, indice delle proprietà e del comportamento del calcestruzzo nell'intervallo di tempo tra la produzione e la compattazione dell'impasto nella cassaforma, viene comunemente valutata attraverso la misura della consistenza.

La consistenza, come la lavorabilità, è il risultato di più proprietà reologiche: di conseguenza può essere valutata sulla base del comportamento dell'impasto fresco con determinate modalità di prova.

Per la classificazione della consistenza del calcestruzzo si fa riferimento ai seguenti metodi:

- UNI EN 12350/1: prova sul calcestruzzo fresco - Campionamento
- UNI EN 12350/2: prova di abbassamento al cono
- UNI EN 12350/5: prova di spandimento alla tavola a scosse

I valori di riferimento per ciascun metodo di prova sono indicati nelle tabelle seguenti:

**Tabella 1 Classi di abbassamento al cono (slump)**

<b>Classe di consistenza</b>	<b>Abbassamento al cono mm</b>
S1	da 10 a 40
S2	da 50 a 90
S3	da 100 a 150
S4	da 160 a 210
S5	≥ 220

**Tabella 2 - Classi di spandimento**

<b>Classe</b>	<b>Diametro Spandimento mm</b>
F1	≤ 340
F2	da 350 a 410
F3	da 420 a 480
F4	da 490 a 550
F5	da 560 a 620
F6	≥ 630

Nella misura dell'abbassamento al cono possono verificarsi diverse condizioni di cedimento.

La prova è valida solo se dà luogo ad un abbassamento vero, il cui calcestruzzo rimane sostanzialmente intatto e simmetrico. Se il provino cede per taglio, deve essere preso un altro campione e ripetere la prova.

Se due prove consecutive mostrano cedimento per taglio di una porzione di calcestruzzo rispetto alla massa del campione di prova, il calcestruzzo manca della plasticità e coesione necessarie affinché possa essere ritenuta idonea la prova di cedimento al cono.

L'Appaltatore dovrà garantire in ogni situazione la classe di consistenza prescritta per le diverse miscele tenendo conto che sono assolutamente proibite le aggiunte di acqua in betoniera al momento del getto dopo l'inizio dello scarico del calcestruzzo dall'autobetoniera. La classe di consistenza prescritta verrà garantita per un intervallo di tempo di 20-30 minuti dall'arrivo della betoniera in cantiere. Il calcestruzzo con la lavorabilità inferiore a quella prescritta potrà essere respinta dalla Direzione Lavori; gli oneri della nuova fornitura sono comunque a carico dell'Appaltatore.

***Il tempo massimo consentito dalla produzione dell'impasto in impianto al momento del getto non dovrà superare i 90 minuti e dovrà essere riportato nel documento di trasporto l'orario effettivo di fine carico della betoniera in impianto.***

### **Acqua essudata**

Il calcestruzzo non dovrà presentarsi segregato; ove vengano fissati un limite di accettazione e una frequenza di prova, la quantità di acqua essudata verrà misurata secondo la norma UNI 7122.

## **DURABILITÀ E RESISTENZA DEI CALCESTRUZZI AGLI AGENTI ESTERNI**

### **Copriferro minimo e copriferro nominale**

Ai fini di preservare le armature dai fenomeni di aggressione ambientale, dovrà essere previsto un idoneo copriferro; il suo valore, misurato tra la parete interna del

cassero e la generatrice dell'armatura metallica più vicina, individua il cosiddetto "copriferro nominale".

Il copriferro nominale  $c_{nom}$  è somma di due contributi, il copriferro minimo  $c_{min}$  e la tolleranza di posizionamento  $h$ . Vale pertanto:  $c_{nom} = c_{min} + h$

I valori di copriferro minimo in funzione delle classi di esposizione del calcestruzzo sono indicati nella tabella seguente. La tolleranza di posizionamento delle armature  $h$ , nel caso di strutture gettate in opera, dovrà essere assunta pari ad almeno 5 mm.

Il copriferro nominale deve essere specificato in tutte le tavole di progetto e nei documenti di calcolo.

**Tabella 3 - Copriferro minimo e classi di esposizione**

Ambiente	Classe di esposizione	$c_{min}$ (mm)
Molto secco/ secco	X0	15
Umido senza gelo	XC1 XC2	20
Debolmente aggressivo	XC3 XA1 XD1	30
Umido con gelo	XF1	
Marino senza gelo	XS1 XD2	
Moderatamente aggressivo	XA2 XC4	
Umido con gelo e Sali disgelanti	XF3	40
Marino con gelo	XF2	
Fortemente aggressivo	XS2 XS3XA3 XD3 XF4	

### **Calcestruzzi resistenti ai cicli gelo-disgelo**

Per migliorare la resistenza dei calcestruzzi ai cicli gelo-disgelo l'impiego di additivi aeranti potrà essere autorizzato solamente se:

- gli additivi sono conformi alla norma UNI EN 934-2;
- l'immissione dell'aerante avviene contemporaneamente al caricamento di almeno il 50% dell'acqua aggiunta.

Si dovrà evitare ogni disomogenea distribuzione delle microbolle d'aria nell'impasto, che possa comportare nella struttura volumi di calcestruzzo aventi caratteristiche variabili con conseguenti negative ripercussioni sulla resistenza e sulla durabilità dell'opera.

La quantità percentuale d'aria inglobata, determinata sul calcestruzzo fresco prelevato dal getto dopo la vibrazione secondo UNI EN 12350-7, dovrà essere conforme alle indicazioni della seguente tabella.

<b>Tabella 4 – Aria totale inglobata</b>	Attacco da cicli gelo/disgelo			
	XF1	XF2	XF3	XF4
Massimo rapporto a/c	0,50	0,50		0,45
Minima classe di resistenza	32/40	25/30		28/35
Minimo contenuto di cemento (kg/m <sup>3</sup> )	320	340		360
Contenuto minimo in aria (%)			3,0	
Altri requisiti	Aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo			

Qualora prescritto dal Progettista, i calcestruzzi esposti a cicli gelo-disgelo dovranno essere sottoposti alla prova di determinazione della resistenza a degradazione secondo norma UNI 7087; la riduzione del modulo elastico non dovrà risultare superiore al 30% del valore iniziale del campione di riferimento.

Se l'importanza dell'opera o le condizioni di esposizione lo giustificano, il Progettista potrà richiedere prove di resistenza alla penetrazione dell'acqua sotto pressione, da eseguirsi in laboratorio con le modalità della norma UNI EN 12390-8 su provini stagionati nelle stesse condizioni della struttura o su carote estratte dalla struttura al termine della stagionatura: la profondità media del profilo di penetrazione dell'acqua dovrà essere minore di 20 mm, ciascun valore dovrà essere minore di 50 mm.

### Reazioni alcali-aggregato

Il Progettista, in base all'esperienza locale o all'identificazione delle caratteristiche mineralogiche degli aggregati secondo quanto previsto nella norma UNI 8520, dovrà valutare la possibilità che si manifesti con effetti dannosi nel calcestruzzo la reazione chimica tra gli alcali (ioni sodio Na<sup>-</sup> e potassio K<sup>+</sup> presenti in tutti i costituenti delle miscele di calcestruzzo: cemento, aggregati, acqua, additivi e aggiunte) ed eventuali aggregati reattivi, e dovrà determinare il tipo di prevenzione da adottare per impedire il fenomeno.

Nel caso in cui si preveda che l'opera da realizzare possa risultare satura d'acqua, costantemente o frequentemente, le misure preventive adottabili sono:

- scelta di componenti della miscela a basso contenuto di alcali;
- sostituzione di una frazione o dell'intero aggregato reattivo con aggregato inerte;
- impermeabilizzazione della struttura;
- utilizzo di idonei quantitativi di aggiunte di tipo II o di idonei additivi a base di sali di litio.

## Calcestruzzi esposti ad attacco chimico.

Sulla base della concentrazione di agenti aggressivi presenti, il Progettista dovrà individuare la classe di esposizione ambientale tra le classi XA1, XA2 e XA3.

**Tabella 5 – Valori limite per le classi d’esposizione all’attacco chimico nel suolo naturale e nell’acqua del terreno (Secondo UNIEN 206-1- Prospetto 2)**

	XA1	XA2	XA3
<b>Acqua nel terreno</b>			
pH	6,5 - 5,5	5,5 - 4,5	4,5 - 4,0
ioni solfato $\text{SO}_4^{--}$ mg/l	200 - 600	600 - 3000	3000 - 6000
CO <sub>2</sub> aggressiva mg/l	15 - 40	40 - 100	> 100 Fino a saturazione
ioni ammonio $\text{NH}_4^+$ mg/l	15 - 30	30 - 60	60 - 100
ioni magnesio $\text{Mg}^{++}$ mg/l	300 - 1000	1000 - 3000	> 3000 Fino a saturazione
<b>Terreno</b>			
ioni solfato $\text{SO}_4^{--}$ mg/kg totale	2000 - 3000	3000 - 12000	12000 - 24000
Acidità ml/kg	> 200 <i>Baumann</i> <i>Gully</i>	Non incontrato in pratica	

Come riportato nel Prospetto 2 della UNI EN 206-1, la condizione più gravosa per ognuna delle condizioni chimiche determina la classe d’esposizione. Se due o più caratteristiche di aggressività appartengono alla stessa classe, l’esposizione sarà classificata nella classe più elevata successiva, salvo il caso che uno studio specifico provi che ciò non è necessario.

Nei calcestruzzi esposti ad attacco chimico la profondità media del profilo di penetrazione dell’acqua sotto pressione, su carote prelevate dalla struttura, dovrà essere minore di 20 mm, ciascun valore dovrà essere minore di 50 mm.

### Attacco chimico da parte dei solfati

I cementi dovranno avere la composizione specificata nella norma UNI 9156, nel caso di calcestruzzi in classe XA2 e/o XA3.

## PRODUZIONE, TRASPORTO, POSA E STAGIONATURA

### GENERALITÀ

Le prescrizioni dei successivi punti PRODUZIONE e TRASPORTO E CONSEGNA non sono da ottemperare nel caso di impianto classificabile come “certificato”.

## PRODUZIONE

### **Impianto**

I calcestruzzi dovranno essere confezionati in impianto avente caratteristiche tali da soddisfare le prescrizioni di cui ai successivi punti: Cemento, Aggregati, Additivi e aggiunte, Qualifica delle ricette.

La capacità dell'impianto dovrà essere commisurata alle produzioni previste dal programma dei lavori. L'impianto dovrà essere dotato di strumenti e attrezzature idonee a garantire il costante controllo dei dosaggi delle materie prime costituenti il calcestruzzo.

### **Cemento**

Non è permesso mescolare fra loro cementi di diversa classe, tipo e provenienza; per ciascuna struttura dovrà essere impiegato cemento di un unico tipo e classe e provenienza.

Il cemento:

- se sfuso, dovrà essere conservato in silos che garantiscano la perfetta tenuta nei confronti dell'umidità atmosferica; ciascun silos dovrà contenere un cemento di un unico tipo e unica classe e provenienza e sarà chiaramente identificato da appositi contrassegni;
- se in sacchi, dovrà essere sistemato su pedane poste su un pavimento asciutto in ambiente chiuso; i sacchi di cemento di diverso tipo e/o classe verranno conservati separatamente e chiaramente identificati.

### **Aggregati**

Gli aggregati dovranno essere disponibili in quantità sufficiente a completare qualsiasi struttura che debba essere gettata senza interruzioni.

Il luogo di deposito dovrà essere di capacità adeguata e consentire lo stoccaggio senza commistione delle diverse pezzature.

Gli aggregati verranno prelevati in modo da garantire la rotazione dei volumi stoccati.

### **Additivi e aggiunte**

Non è permesso mescolare fra loro additivi di diverso tipo e provenienza; gli additivi dovranno essere depositati in contenitori a tenuta e chiaramente identificati.

Le ceneri volanti dovranno essere conservate in silos che garantiscano la perfetta tenuta nei confronti dell'umidità atmosferica; ciascun silos dovrà essere identificato da appositi contrassegni.

### **Qualifica delle ricette**

Tutte le miscele di calcestruzzo impiegate nell'opera dovranno essere qualificate con le procedure di cui al successivo paragrafo "Casseforme e finitura del calcestruzzo". La qualifica non potrà prescindere dalla valutazione delle metodologie di autocontrollo adottate in fase di produzione.

### **Pesatura e mescolamento**

Il cemento, l'acqua e gli additivi dovranno essere dosati con dispositivi separati con precisione pari a 3% della quantità richiesta ( 5% per le aggiunte).

Il cemento dovrà essere pesato con una bilancia indipendente. Il cemento e le aggiunte in polvere dovranno essere dosati a peso; l'acqua, gli additivi e le aggiunte liquide potranno essere dosati a peso o a volume.

Gli aggregati saranno dosati per pesate singole o cumulative, con precisione pari a 3% sulla quantità totale.

Le tramogge contenenti le sabbie dovranno essere dotate di strumenti idonei a misurarne l'umidità all'inizio di ciascuna pesata, in modo da regolare automaticamente il dosaggio dell'acqua aggiunta. Nel luogo di produzione e in cantiere dovranno essere installati termometri atti a misurare la minima e massima temperatura giornaliera dell'aria.

L'impianto dovrà essere periodicamente tarato per controllare l'accuratezza di ogni misura in tutto il campo di valori consentito da ogni strumento. Per la taratura delle apparecchiature di registrazione dell'umidità in automatico, il tenore di umidità media delle sabbie dovrà essere controllato almeno 1 volta alla settimana.

Dovrà essere predisposto un programma di controlli eseguito da personale qualificato: le bilance dovranno essere revisionate periodicamente e tarate almeno una volta all'anno.

L'impianto dovrà essere costruito in modo tale che i costituenti di un nuovo impasto non possano essere pesati finché non sia stata ultimata la pesata e lo scarico dei costituenti dell'impasto precedente.

L'operatore dell'impianto dovrà disporre di tabelle di carico riportanti le pesate cumulative dei singoli costituenti per tutte le miscele qualificate, e per le diverse quantità miscelate in funzione dell'umidità media delle sabbie. Gli impasti dovranno corrispondere, in quantità e qualità, a quanto riportato sulle tabelle di carico.

Le betoniere dovranno essere esaminate trimestralmente per verificare l'eventuale diminuzione dell'efficacia della mescolazione dovuta sia ad accumulo di calcestruzzo indurito o di legante che all'usura delle lame.

### **TRASPORTO E CONSEGNA**

Il trasporto del calcestruzzo dal luogo del confezionamento a quello d'impiego dovrà avvenire utilizzando mezzi e attrezzature idonee a evitare la segregazione dei costituenti l'impasto o il deterioramento dell'impasto stesso.

Ogni carico di calcestruzzo dovrà essere accompagnato da un documento di trasporto sul quale saranno indicati:

- la data e le ore di partenza dall'impianto, di arrivo in cantiere e di inizio/fine scarico;
- la classe di esposizione ambientale;
- la classe di resistenza caratteristica;
- un codice che identifichi la ricetta utilizzata per il confezionamento;
- il tipo, la classe e, ove specificato nell'ordine di fornitura, il contenuto di cemento;
- il rapporto a/c teorico;
- la dimensione massima dell'aggregato;
- la classe di consistenza;
- i metri cubi nominali trasportati.

A richiesta il personale dell'Appaltatore dovrà esibire detti documenti agli incaricati del Direttore dei Lavori.

L'Appaltatore dovrà tenere idonea documentazione in base alla quale sia possibile individuare la struttura cui ciascun carico è stato destinato.

La consistenza dell'impasto dovrà essere controllata contestualmente a ogni prelievo di materiale per le prove di resistenza, di massa volumica e del rapporto a/c. Tutte le prove dovranno essere eseguite sullo stesso materiale di prelievo, in contraddittorio tra le parti interessate alla fornitura

Nel caso di calcestruzzo pompato, la consistenza dovrà essere misurata prima dell'immissione del materiale nel getto.

## POSA IN OPERA

### **Operazioni di getto**

L'Appaltatore é tenuto a comunicare con dovuto anticipo al Direttore dei Lavori il programma dei getti indicando:

- il luogo di getto;
- la struttura interessata dal getto;
- la classe di resistenza e la classe di consistenza del calcestruzzo;

I getti potranno avere inizio solo dopo che il Direttore dei Lavori avrà verificato:

- preparazione e rettifica dei piani di posa;
- pulizia delle casseforme;
- posizione e corrispondenza al progetto delle armature e dei copriferri;
- posizione delle eventuali guaine dei cavi di precompressione;
- posizione degli inserti (giunti, water stop, ecc.).

Nel caso di getti contro terra si dovrà controllare con particolare cura che siano stati eseguiti, in conformità alle disposizioni di progetto:

- a pulizia del sottofondo;
- la posizione di eventuali drenaggi;
- la stesa di materiale isolante o di collegamento.

La geometria delle casseforme dovrà risultare conforme ai particolari costruttivi di progetto e alle eventuali prescrizioni aggiuntive.

In nessun caso si dovranno verificare cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento; in tale ultimo caso l'Appaltatore dovrà provvedere al loro immediato ripristino.

Prima del getto tutte le superfici di contenimento del calcestruzzo dovranno essere pulite e trattate con prodotti disarmanti preventivamente autorizzati dal Direttore dei Lavori; se porose, dovranno essere mantenute umide per almeno due ore prima dell'inizio dei getti. I ristagni d'acqua dovranno essere allontanati dal fondo.

È esclusa la possibilità di qualunque aggiunta d'acqua al calcestruzzo al momento del getto.

Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti a evitarne la segregazione. È ammesso l'uso di scivoli soltanto se risulterà garantita l'omogeneità dell'impasto in opera. L'impiego di benne a scarico di fondo e di nastri trasportatori dovrà essere autorizzato dal Direttore dei Lavori in funzione della distanza di scarico.

L'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, misurata dall'uscita dello scivolo o della bocca del tubo convogliatore, non dovrà essere mai maggiore di 100 cm. Il calcestruzzo dovrà cadere verticalmente ed essere steso in strati orizzontali di spessore, misurato dopo la vibrazione, comunque non maggiore di 50 cm. È vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore.

A meno che non sia altrimenti stabilito, il calcestruzzo dovrà essere compattato con un numero di vibratori a immersione o a parete determinato, prima di ciascuna operazione di getto, in relazione alla classe di consistenza del calcestruzzo, alle caratteristiche dei vibratori e alla dimensione del getto stesso. Per omogeneizzare la massa durante il costipamento di uno strato i vibratori a immersione dovranno penetrare per almeno 5 cm nello strato inferiore.

Il calcestruzzo dovrà essere compattato fino ad incipiente rifluimento della malta, in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee, perfettamente regolari, senza vespai o nidi di ghiaia ed esenti da macchie o chiazze.

Le attrezzature non funzionanti dovranno essere immediatamente sostituite in modo che le operazioni di costipamento non vengano rallentate o risultino insufficienti.

Per getti in pendenza dovranno essere predisposti cordolini di arresto che evitino la formazione di lingue di calcestruzzo troppo sottili per essere vibrato efficacemente.

Nel caso di getti da eseguire in presenza d'acqua l'Appaltatore dovrà:

- adottare gli accorgimenti necessari per impedire che l'acqua dilavi il calcestruzzo e ne pregiudichi la regolare presa e maturazione;
- provvedere con i mezzi più adeguati all'aggottamento o alla deviazione dell'acqua o, in alternativa, adottare per l'esecuzione dei getti miscele con caratteristiche anti dilavamento preventivamente autorizzate dal Direttore dei Lavori.

### **Riprese di getto**

Di norma i getti dovranno essere eseguiti senza soluzione di continuità, in modo da evitare ogni ripresa. Dovranno essere definiti i tempi massimi di ricopertura dei vari strati successivi, così da consentire l'adeguata rifluidificazione e omogeneizzazione della massa di calcestruzzo per mezzo di vibrazione.

Nel caso ciò non fosse possibile, a insindacabile giudizio del Direttore dei Lavori, prima di poter effettuare la ripresa la superficie del calcestruzzo indurito dovrà essere accuratamente pulita, lavata, spazzolata e scalfita fino a diventare sufficientemente rugosa, così da garantire una perfetta aderenza con il getto successivo; ciò potrà essere ottenuto anche mediante l'impiego di additivi ritardanti o di ritardanti superficiali o di speciali adesivi per riprese di getto.

Tra le successive riprese di getto non si dovranno avere distacchi, discontinuità o differenze di aspetto e colore; in caso contrario l'Appaltatore dovrà provvedere ad applicare adeguati trattamenti superficiali traspiranti al vapore d'acqua.

Nelle strutture impermeabili dovrà essere garantita la tenuta all'acqua dei giunti di costruzione con accorgimenti, da indicare nel progetto, autorizzati dal Direttore dei Lavori.

Qualora sia richiesta la posa di giunti "water-stop" per la tenuta idraulica, questi saranno opportunamente fissati e disposti in maniera tale da non interagire con le armature.

I distanziatori utilizzati per garantire i copriferri ed eventualmente le reciproche distanze tra le barre di armatura, dovranno essere in plastica o a base di malta cementizia di forma e geometria tali da minimizzare la superficie di contatto con il cassero.

### **Getti in clima freddo**

Il clima si definisce freddo quando la temperatura dell'aria è minore di +5°C: in tal caso valgono le disposizioni e prescrizioni della Norma UNI 11417-1 e 2.

La posa in opera del calcestruzzo dovrà essere sospesa nel caso che la temperatura dell'impasto scenda al di sotto di + 5C.

Prima del getto ci si dovrà assicurare che tutte le superfici a contatto del calcestruzzo siano a temperatura di alcuni gradi sopra lo zero.

La neve e il ghiaccio, se presenti, dovranno essere rimossi, dai casseri, dalle armature e dal sottofondo: per evitare il congelamento tale operazione dovrebbe essere eseguita immediatamente prima del getto.

I getti all'esterno dovranno essere sospesi se la temperatura dell'aria è minore di  $-5^{\circ}\text{C}$ . Tale limitazione non si applica nel caso di getti in ambiente protetto o nel caso vengano predisposti opportuni accorgimenti, approvati dal Direttore dei Lavori.

### Getti in clima caldo

Durante le operazioni di getto la temperatura dell'impasto non dovrà superare i  $35^{\circ}\text{C}$ ; tale limite potrà essere convenientemente abbassato per getti massivi.

Al fine di abbassare la temperatura del calcestruzzo potrà essere usato ghiaccio, in sostituzione di parte dell'acqua di impasto, o gas refrigerante di cui sia garantita la neutralità nei riguardi delle caratteristiche del calcestruzzo e dell'ambiente.

Per ritardare la presa del cemento e facilitare la posa e la finitura del calcestruzzo potranno essere impiegati additivi ritardanti, o fluidificanti ritardanti di presa, conformi alle norme UNI EN 934 preventivamente autorizzati dal Direttore dei Lavori.

### STAGIONATURA PROTETTA

È l'insieme di precauzioni che, durante il processo di indurimento, permette di trasformare l'impasto fresco in un materiale resistente e durevole.

I metodi di stagionatura e la loro durata dovranno essere tali da garantire:

- la prescritta resistenza e durabilità del calcestruzzo indurito;
- la limitazione della formazione di fessure o cavillature in conseguenza del ritiro per rapida essiccazione delle superfici di getto o per sviluppo di elevati gradienti termici all'interno della struttura.

Nella tabella seguente sono riportati le durate minime di stagionatura, in giorni, per strutture esposte nelle classi di esposizione X0, XC e XA1.

**Tabella 6 - Durata minima della stagionatura protetta (giorni)**

Velocità di sviluppo della resistenza del calcestruzzo	Rapido			Medio			Lento		
	5	10	15	5	10	15	5	10	15
Temperatura del calcestruzzo ( $^{\circ}\text{C}$ )	5	10	15	5	10	15	5	10	15
Condizioni ambientali durante la stagionatura									
I) Non esposto ad insolazione diretta; Umidità relativa $U_R$ dell'aria circostante $\geq 80\%$	2	2	1	3	3	2	3	3	2
II) Insolazione diretta media o vento di media velocità o $U_R \geq 50\%$	4	3	2	6	4	3	8	5	4

III) Insolazione intensa o vento di forte velocità o UR <50%	4	3	2	8	6	5	10	8	5
---	---	---	---	---	---	---	----	---	---

Le durate di stagionatura indicate nella tabella precedente dovranno essere adeguatamente aumentate per condizioni ambientali più gravose di quelle corrispondenti alle classi X0, XC e XA1.

La velocità di sviluppo della resistenza del calcestruzzo è indicata nella tabella riportata nella tabella seguente.

**Tabella 7 - Velocità di sviluppo della resistenza del calcestruzzo**

Velocità di sviluppo della resistenza	Rapporto a/c	Classe di resistenza del cemento
Rapida	≤ 0.45	42.5 R
Media	≤ 0.50	42.5 N/R - 32.5 R
Lenta	≤ 0,55	42,5 N - 32,5 N/R
Molto Lenta	-----	32,5 N/R

Le indicazioni sopra riportate relative alle condizioni di stagionatura per conseguire una adeguata impermeabilità dello strato superficiale non prendono in considerazione gli aspetti della sicurezza strutturale in relazione ai quali potrà essere stabilito un tempo minimo di stagionatura per raggiungere la resistenza voluta alla rimozione dei casseri.

Nel caso siano previste, nelle 24 ore successive al getto durante la fase di stagionatura, temperature dell'aria con valori minori di 5°C o maggiori di 35°C, l'Appaltatore dovrà utilizzare esclusivamente casseri in legno o coibentati sull'intera superficie del getto ed eventualmente teli isolanti.

Tutte le superfici dovranno essere mantenute umide per almeno 48 ore dopo lo scassero mediante utilizzo di prodotti filmogeni applicati a spruzzo conformi alle norme UNI ovvero continua bagnatura con serie di spruzzatori d'acqua o con altri idonei sistemi.

Qualora il prodotto filmogeno venga applicato su una superficie di ripresa, prima di eseguire il successivo getto si dovrà procedere a ravvivare la superficie.

Nel caso di superfici con finiture a faccia vista dovrà essere evitato qualunque ristagno d'acqua sulla superficie a vista durante la stagionatura.

Durante il periodo di stagionatura protetta si dovrà evitare che i getti subiscano urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

I metodi di stagionatura proposti dal Progettista dovranno essere preventivamente sottoposti all'esame del Direttore dei Lavori.

Il metodo di stagionatura prescelto dovrà assicurare che le variazioni termiche differenziali nella sezione trasversale delle strutture non provochino fessure o cavillature tali da compromettere le caratteristiche del calcestruzzo indurito.

Se prescritto dal Progettista, tali variazioni termiche potranno essere verificate direttamente nella struttura mediante serie di termocoppie predisposte all'interno del cassero.

Anche se non è possibile stabilire esatti limiti per le differenze di temperatura accettabili nelle sezioni trasversali in fase di indurimento, poiché esse dipendono dalla composizione dell'impasto, dalle caratteristiche di sviluppo della resistenza, dalla forma geometrica dell'elemento strutturale e dalla velocità con la quale il manufatto, dopo la rimozione dei casseri, raggiunge l'equilibrio termico con l'ambiente, per limitare le tensioni di origine termica dovranno essere rispettati i limiti seguenti:

- una differenza massima di 20°C sulla sezione durante il raffreddamento dopo la rimozione dei casseri;
- una differenza massima di 15°C attraverso i giunti di costruzione e per strutture con sezioni di dimensioni molto variabili.

### **Accelerazione dei tempi di stagionatura**

La maturazione accelerata con trattamento termico dei calcestruzzi gettati in opera è normalmente esclusa; essa sarà permessa solo qualora siano state condotte indagini sperimentali sul tipo di trattamento termico che si intende adottare.

Dovranno comunque essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- a) la durata di prestagionatura, alla temperatura massima di 30 °C, non dovrà essere minore di tre ore (in genere dalle 4 alle 5 ore);
- b) i gradienti termici non dovranno superare il valore di 20°C/ora durante il riscaldamento e 10 °C/ora durante il raffreddamento; essi dovranno essere ulteriormente ridotti qualora non sia verificata la condizione di cui al successivo punto d);
- c) la temperatura all'interno del calcestruzzo non dovrà superare in media i 60 °C, con valore puntuale massimo non superiore a 65°C;
- d) la differenza di temperatura tra quella massima all'interno del calcestruzzo e quella alla superficie non dovrà superare 20 °C;
- e) durante tutta la procedura di maturazione forzata e durante il raffreddamento il calcestruzzo sarà protetto contro le perdite di umidità.

In ogni caso i provini per la valutazione della resistenza raggiunta al momento del taglio di trefoli o fili aderenti, dovranno essere maturati nelle stesse condizioni termogravimetriche della struttura, secondo quanto previsto dalla Norma UNI EN 12390-2.

## **Ripristini e stuccature**

Nessun ripristino o stuccatura potrà essere eseguito dopo il disarmo del calcestruzzo senza il preventivo controllo del Direttore dei Lavori, che dovrà autorizzare i materiali, proposti dal Progettista, da utilizzare per l'intervento.

## **CASSEFORME E FINITURA DEL CALCESTRUZZO**

### GENERALITÀ

La superficie esterna dei getti in calcestruzzo dovrà essere esente da nidi di ghiaia, bolle d'aria, concentrazione di malta fine, macchie che ne pregiudichino l'uniformità e la compattezza sia ai fini della durabilità che dell'aspetto estetico dell'opera.

Per la ripresa dei getti dovranno essere adottati gli accorgimenti indicati al successivo punto "Giunti e riprese di getto".

### CASSEFORME

#### **Progetto e costruzione**

Le casseforme dovranno essere atte a consentire la realizzazione delle opere in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo, dovranno essere rigide e a perfetta tenuta, per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia.

Nel caso di cassetta a perdere inglobata nell'opera si dovrà verificare la sua funzionalità, se è elemento portante, e che non sia dannosa per l'estetica o la durabilità, se è elemento accessorio.

#### **Pulizia, trattamento, disarmanti**

I casseri dovranno essere puliti e privi di elementi che possano comunque pregiudicare l'aspetto della superficie del calcestruzzo indurito.

Si dovrà far uso di prodotti disarmanti conformi alla norma UNI 8866, disposti in strati omogenei continui che non dovranno assolutamente macchiare la superficie a vista del calcestruzzo. Su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto. È vietato usare come disarmanti lubrificanti di varia natura o oli esausti.

Se sono impiegate casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto e qualora espressamente previsto nel progetto, si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo o sotto forma di emulsioni pastose in quantità controllata; la vibrazione sarà contemporanea al getto.

Qualora sia prevista la realizzazione di calcestruzzi colorati o con cemento bianco, l'impiego di disarmanti dovrà essere subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto non alteri il colore del calcestruzzo.

#### **Giunti e riprese di getto**

I giunti tra gli elementi di cassaforma dovranno essere realizzati con ogni cura al fine di evitare fuoriuscite di boiaccia e creare irregolarità o sbavature. Se prescritto nel progetto tali giunti dovranno essere evidenziati.

Le riprese del getto sulla faccia a vista dovranno essere realizzate secondo linee rette; qualora previsto nel progetto, dovranno essere marcate con gole o risalti di profondità o spessore di 2-3 cm.

### **Sistemi di fissaggio e distanziatori delle armature**

I dispositivi che mantengono in posizione i casseri, quando attraversano il calcestruzzo, non dovranno risultare dannosi a quest'ultimo.

Gli elementi dei casseri saranno fissati nella posizione prevista unicamente mediante fili metallici liberi di scorrere entro tubi di pvc stabilizzato o simili, che dovranno rimanere incorporati nel getto di calcestruzzo e siglati in entrambe le estremità con tappi a tenuta.

Il Direttore dei Lavori potrà autorizzare l'adozione di altri sistemi di fissaggio dei casseri, se proposti dal Progettista, prescrivendo le cautele da adottare a totale carico dell'Appaltatore.

È vietato l'utilizzo di fili o fascette d'acciaio inglobati nel getto.

È vietato l'impiego di distanziatori di legno o metallici, sono ammessi distanziatori non deformabili in plastica, ma ovunque possibile dovranno essere usati quelli in malta o pasta cementizia. La superficie del distanziatore a contatto con la cassaforma dovrà essere la più piccola possibile e tale da garantire il copriferro previsto nel progetto.

### **Predisposizione di fori, tracce, cavità.**

L'Appaltatore avrà l'onere di predisporre durante l'esecuzione dei lavori tutti i fori, tracce, cavità e incassature previsti negli elaborati costruttivi per permettere la successiva posa in opera di apparecchi accessori quali: giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e cavi, opere interruttrive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, ecc.

### **Disarmo**

Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme quando saranno state raggiunte le resistenze indicate dal Progettista e comunque non prima dei tempi indicati nei decreti attuativi della Legge n°1086.

Eventuali irregolarità o sbavature di calcestruzzo o pasta cementizia, dovute anche a modeste perdite dai giunti dei casseri, qualora ritenute non tollerabili dal Direttore dei Lavori, dovranno essere asportate mediante bocciardatura; i punti difettosi dovranno essere ripristinati, immediatamente dopo il controllo del Direttore Lavori.

Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette, che dovessero sporgere dai getti, dovranno essere tagliati almeno 10 mm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti dovranno essere accuratamente sigillati con malta fine di cemento ad alta adesione.

Dopo la scasseratura dovranno essere adottati i provvedimenti di cui al punto "Posa in opera" del presente articolo al fine di evitare il rapido essiccamento delle superfici ed il loro brusco raffreddamento.

## **Controllo del colore**

Affinché il colore superficiale del calcestruzzo, determinato dalla sottile pellicola di malta che si forma nel getto a contatto con la cassaforma, risulti il più possibile uniforme:

- il cemento utilizzato in ciascuna opera dovrà provenire dallo stesso cementificio ed essere sempre dello stesso tipo e classe;
- la sabbia dovrà provenire dalla stessa cava e avere granulometria e composizione costante.

Il contenuto d'acqua e la classe di consistenza delle miscele di calcestruzzo dovranno rientrare strettamente nei limiti fissati dal Progettista.

Le opere o i costituenti delle opere a facciavista che dovranno avere lo stesso aspetto esteriore dovranno ricevere lo stesso trattamento di stagionatura; in particolare si dovrà curare che l'essiccamento della massa del calcestruzzo sia lento e uniforme.

Si dovranno evitare condizioni per eventuali formazioni di efflorescenze sul calcestruzzo, nel qual caso sarà onere dell'Appaltatore eliminarle tempestivamente mediante spazzolatura, senza impiego di acidi.

Le superfici finite e curate come indicato ai punti precedenti dovranno essere adeguatamente protette se le condizioni ambientali e di lavoro saranno tali da poter causare danno in qualsiasi modo alle superfici stesse.

Si dovrà evitare che vengano prodotte sulla superficie finita scalfitture, macchie o altro che ne pregiudichino la durabilità o l'estetica.

Si dovranno evitare macchie di ruggine dovute alla presenza temporanea dei ferri di ripresa; prendendo i dovuti provvedimenti per evitare che l'acqua piovana scorra sui ferri e successivamente sulle superfici finite del getto.

Qualsiasi danno o difetto della superficie finita del calcestruzzo dovrà essere eliminato a cura dell'Appaltatore, con i provvedimenti preventivamente autorizzati dal Direttore dei Lavori.

## **CONTROLLI IN CORSO D'OPERA**

La Direzione Lavori eseguirà controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità tra le caratteristiche del conglomerato messo in opera e quello stabilito dal progetto e garantito in sede di valutazione preliminare.

Tali controlli di accettazione, alla presenza della Direzione Lavori, si eseguiranno conducendo tutte le operazioni in conformità con le prescrizioni indicate nel DM 14.01.2008 "Norme tecniche per le Costruzioni" (Punto 11.1) e nella norma UNI-EN 206-1.

In particolare i campioni di calcestruzzo devono essere preparati con casseforme rispondenti alla norma UNI EN 12390-1, confezionati secondo le indicazioni riportate nella norma UNI EN 12390-2 e provati presso un laboratorio Ufficiale secondo la UNI

EN 12390-3. Le casseforme devono essere realizzate con materiali rigidi al fine di prevenire deformazioni durante le operazioni di preparazione dei provini, devono essere a tenuta stagna e non assorbenti. La geometria delle casseforme deve essere cubica di lato pari a 150 mm o cilindrica con diametro  $d$  pari a 150 mm ed altezza  $h$  300 mm.

Il prelievo del calcestruzzo deve essere effettuato a “bocca di betoniera” non prima di aver scaricato 0,3 m<sup>3</sup> di calcestruzzo e preferibilmente a metà dello scarico della betoniera. Il conglomerato sarà versato tramite canaletta all’interno di una carriola in quantità pari a circa 2 volte superiore a quello necessario al confezionamento dei provini. Il materiale versato verrà omogeneizzato con l’impiego di una sassola. È obbligatorio inumidire tutti gli attrezzi necessari al campionamento prima di utilizzarli, in modo tale da non modificare il contenuto di acqua del campione di materiale prelevato. Prima del riempimento con il conglomerato, le casseforme andranno pulite e trattate con un liquido disarmante.

Per la compattazione del calcestruzzo entro le casseforme è previsto l’uso di uno dei seguenti mezzi:

- pestello di compattazione metallico a sezione circolare e con le estremità arrotondate, con diametro di circa 16 mm e lunghezza di circa 600 mm;
- barra diritta metallica a sezione quadrata, con lato di circa 25 mm e lunghezza di circa 380 mm;
- vibratore interno con frequenza minima di 120 Hz e diametro non superiore ad  $\frac{1}{4}$  della più piccola dimensione del provino;
- tavola vibrante con frequenza minima pari a 40 Hz;

Il riempimento della cassaforma deve avvenire per strati successivi di 75 mm, ciascuno dei quali accuratamente compattati senza produrre segregazioni o comparsa di acqua sulla superficie.

Nel caso di compattazione manuale, ciascuno strato verrà assestato fino alla massima costipazione, avendo cura di martellare anche le superficie esterne del cassero. Nel caso si impieghi il vibratore interno, l’ago non dovrà toccare lungo le pareti verticali e sul fondo della cassatura.

La superficie orizzontale del provino verrà spianata con un movimento a sega, procedendo dal centro verso i bordi esterni. Su tale superficie verrà applicata (annegandola nel calcestruzzo) un’etichetta di plastica/cartoncino rigido sulla quale verrà riportata l’identificazione del campione con inchiostro indelebile; l’etichetta sarà siglata dalla Direzione Lavori al momento del confezionamento dei provini.

L’esecuzione del prelievo deve essere accompagnata dalla stesura di un verbale di prelievo che riporti le seguenti indicazioni:

1. Identificazione del campione:
  - tipo di calcestruzzo;

- numero di provini effettuati;
  - codice del prelievo;
  - metodo di compattazione adottato;
  - numero del documento di trasporto;
  - ubicazione del getto per il puntuale riferimento del calcestruzzo messo in opera (es. muro di sostegno, solaio di copertura...);
2. Identificazione del cantiere e dell'Appaltatore;
  3. Data e ora di confezionamento dei provini;
  4. La firma della Direzione Lavori.

Al termine del prelievo, i provini verranno posizionati sopra una superficie orizzontale piana in una posizione non soggetta ad urti e vibrazioni.

Il calcestruzzo campionato deve essere lasciato all'interno delle casseforme per almeno 16 h (in ogni caso non oltre i 3 giorni). In questo caso sarà opportuno coprire i provini con sistemi isolanti o materiali umidi (es. sacchi di juta, tessuto non tessuto...). Trascorso questo tempo i provini dovranno essere consegnati presso il Laboratorio incaricato, una volta rimossi dalle casseforme, devono essere conservati in acqua alla temperatura costante di  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$  oppure in ambiente termostato posto alla temperatura di  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$  ed umidità relativa superiore al 95%.

Nel caso in cui i provini vengano conservati immersi nell'acqua, il contenitore deve avere dei ripiani realizzati con griglie (è consentito l'impiego di reti elettrosaldate) in modo che tutte le superfici siano a contatto con l'acqua.

L'Appaltatore sarà responsabile delle operazioni di corretta conservazione dei provini campionati e della loro custodia in cantiere prima dell'invio al Laboratorio incaricato. Sarà inoltre responsabile del trasporto e della consegna dei provini di calcestruzzo al Laboratorio Ufficiale unitamente ad una lettera ufficiale di richiesta prove firmata dalla Direzione Lavori.

I certificati emessi dal Laboratorio dovranno contenere tutte le informazioni richieste dal DM 14.01.2008 "Norme tecniche per le Costruzioni".

### Carotaggi

Qualora un controllo di accettazione dovesse risultare non soddisfatto e ogniqualvolta la Direzione Lavori lo ritenesse opportuno la stessa può predisporre un controllo della resistenza del calcestruzzo in opera da valutarsi su carote estratte dalla struttura da indagare. Le carote verranno estratte in modo da rispettare il vincolo sulla geometria di  $(h/D) = 1$  o  $= 2$  e non in un intervallo intermedio.

Dovranno essere rispettati i seguenti vincoli per il prelievo delle carote:

- non in prossimità degli spigoli;

- zone a bassa densità d'armatura (prima di eseguire i carotaggi sarà opportuno stabilire l'esatta disposizione delle armature mediante apposite metodologie d'indagine non distruttive);
- evitare le parti sommitali dei getti;
- evitare i nodi strutturali;
- attendere un periodo di tempo, variabile in funzione delle temperature ambientali, tale da poter conseguire per il calcestruzzo in opera un grado di maturazione paragonabile a quello di un calcestruzzo maturato per 28 giorni alla temperatura di 20 °C.

**Ad ogni modo la Direzione dei lavori si riserva la facoltà di prelevare campioni di prodotto da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta ogni volta che lo ritenga opportuno, per verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto.**

### 2.12 Pozzetti

La scelta dei tipi di pozzetti prefabbricati per ispezione sarà fatta a giudizio insindacabile della Direzione Lavori; essi potranno essere del tipo circolare o rettangolare in conglomerato cementizio, ovvero stampati in polietilene.

#### Pozzetti prefabbricati quadrati.

##### *Elementi prefabbricati*

Sono realizzati in calcestruzzo avente classe di resistenza minima C32/40 (Rck 40 N/mm<sup>2</sup>), gettati entro un cassero metallico presso uno stabilimento di prefabbricazione; il conglomerato cementizio dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- minimo contenuto in cemento: 340 kg/m<sup>3</sup>;
- massimo rapporto acqua/cemento: 0,50;
- classe di consistenza: S5;
- classe di contenuto in cloruri Cl 0,20;
- dimensione massima degli aggregati: 16 mm.

Sono previsti i seguenti elementi:

- 1) Anelli;
- 2) Elementi di copertura.

##### *Metodo di costruzione anelli*

Gli anelli devono essere realizzati presso uno stabilimento di prefabbricazione con le seguenti modalità:

- preparazione delle armature metalliche;

- allestimento dei casseri realizzati, uno interno ed uno esterno, in lamiera metallica calandrata e posti verticalmente;
- getto del calcestruzzo entro le pareti verticali utilizzando un invito metallico per la contemporaneità del getto in ogni punto dell'anello;
- maturazione del calcestruzzo mediante vapore;
- apertura delle casserature ed estrazione dell'anello;
- sollevamento dell'anello mediante un traliccio metallico per permettere alle tre funi, una per ogni boccola, di rimanere verticali;
- stoccaggio degli anelli per circa una settimana al fine di completare le resistenze.

Gli anelli devono contenere al loro interno quattro guaine, di  $\varnothing 60$  mm, iniettate con malta cementizia espansiva, tipo EMACO o similare, solo dopo che è stata infilata una barra in acciaio del  $\varnothing 20$  mm, allo scopo di solidarizzare i vari anelli e rendere monolitico il pozzetto.

#### *Copertura*

Realizzata da una lastra circolare in c.a. prefabbricata, posta come coperchio a chiusura degli anelli e con la possibilità di venire rimossa allorquando fosse necessario un intervento straordinario all'interno del pozzetto.

Nella parte inferiore del coperchio devono essere annegate nel getto delle piastre metalliche per permettere l'applicazione della guida di scorrimento del paranco di lavoro, necessario al sollevamento delle valvole ed apparecchiature sistemate sul fondo del pozzetto.

#### *Impermeabilizzazioni pareti*

Le pareti esterne dei pozzetti, per i tratti interrati, devono essere trattate mediante un rivestimento impermeabilizzante avente le seguenti caratteristiche:

- un rivestimento impermeabile a base di cemento Portland ad altissima resistenza additivato con quarzo ed altri prodotti chimici inorganici micronizzati con funzione di stabilizzazione ed idrorepellenza;
- deve essere applicato alle pareti bagnate mediante spatola o pennello;
- deve essere un rivestimento resistente agli agenti aggressori del terreno, e costituire una valida e duratura protezione per il calcestruzzo, con una elevata resistenza meccanica.

L'impermeabilizzazione deve essere applicata sulle superfici esterne degli anelli compreso i risvolti e le pareti laterali delle fondazioni nonché a chiusura interna del dente del primo anello sul piano della fondazione.

#### *Sigillatura giunti*

I giunti tra anello e anello per la parte interrata devono essere sigillati mediante un giunto colato plastico.

Dopo aver spalmato con un pennello una mano di primer sulla superficie del giunto da sigillare attendere la completa essiccazione della pellicola quindi procedere all'applicazione del giunto vero e proprio.

Deve essere un prodotto sigillante a due componenti a base di polisolfuro che per reazione chimica tra i due componenti indurisca trasformandosi in un materiale solido ed elastico con trascurabile ritiro.

È da notare che il giunto da sigillare è un giunto di ripresa e non di lavoro, quindi non essendo sottoposto a movimenti continui deve garantire una perfetta tenuta.

Per quanto concerne la tenuta dei giunti negli attraversamenti del tubo si demanda alle prescrizioni inserite nell'articolo relativo alla posa in opera della condotta nei manufatti murali.

### *Trasporto*

Il trasporto degli anelli mediante autocarro con gli anelli, appoggiati sopra delle tavole di legno per impedire eventuali rotture al dente del giunto; nel calcolo delle armature deve tenere conto anche delle sollecitazioni dovute al sollevamento ed al trasporto per evitare che si abbiano delle lesioni o rotture. Gli anelli con il vano della porta hanno dei profilati metallici orizzontali di collegamento per dare la continuità e rendere in tal modo rigido e continuo l'anello stesso.

### *Metodo di montaggio*

Gli anelli vengono posti in opera sovrapponendoli uno sopra l'altro, avendo cura di fare combaciare le guaine annegate negli anelli ed è questa una operazione indispensabile per poter infilare le barre di acciaio di diametro 20 mm di collegamento ed eseguire poi l'inghisaggio con malta espansiva tipo "EMACO" o similare.

## **2.13 Installazione delle tubazioni e pezzi speciali in acciaio**

### Trasporto dei tubi

Allo scopo di mantenere efficiente la protezione del rivestimento esterno sarà opportuno, durante le operazioni di trasporto e maneggio tubi, tener presenti le seguenti raccomandazioni: durante le operazioni di carico e scarico, i tubi, singoli o in fascio, non dovranno essere sostenuti con funi o con catene, ma con larghe bande di tela gommata od imbottita; se i tubi hanno un diametro maggiore di 100 mm sarà opportuno manovrarli singolarmente agganciandoli alle sue estremità mediante braghe i cui ganci devono essere adeguatamente protetti; qualora i tubi vengano sollevati in fascio si dovrà prestare attenzione a che la loro protezione non subisca danni.

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

Si dovrà limitare l'altezza delle cataste per evitare lo schiacciamento del rivestimento dei tubi posti negli strati inferiori, tenendo presente le condizioni ambientali (in particolare modo la temperatura).

Durante il trasporto in ferrovia, nave o automezzo, i tubi dovranno essere sistemati in modo da impedire le oscillazioni e gli sfregamenti; i montanti contro i quali poggiano i tubi esterni dovranno essere convenientemente imbottiti o fasciati con materiali morbidi (paglia, stracci, ecc.).

I tubi non dovranno essere lasciati cadere a terra, rotolati o strisciati, ma sollevati e trasportati sul luogo di impiego con cura onde evitare danni al rivestimento.

La zona di accatastamento dovrà essere una superficie di appoggio piana e priva di ghiaia, pietre od altri oggetti acuminati che possono penetrare nel rivestimento; dovrà inoltre essere sgomberata dalla gramigna che ha il potere di intaccare i rivestimenti a base di bitume.

### Installazione della condotta

#### *Sfilamento*

I tubi dovranno essere prelevati dalle cataste e disposti allineati, con le estremità avvicinate, lungo l'asse previsto per la condotta.

Lo sfilamento dovrà essere eseguito con tutte le precauzioni necessarie per evitare danni ai tubi ed al loro rivestimento; in particolare le estremità dei tubi sfilati devono sempre essere adagiate su traversine o su sacchetti riempiti di terra o di paglia, che assicurino il distanziamento dell'intera lunghezza dei tubi dal piano campagna così da evitare l'inquinamento delle superfici metalliche grezze da parte di terra e fango.

### Saldatura della condotta

#### *Generalità*

Prima di essere assiemati, i tubi dovranno essere accuratamente esaminati, con particolare riguardo alle estremità ed al rivestimento, per accertare che nel trasporto o nelle operazioni di carico o scarico non siano stati danneggiati.

L'eventuale esistenza di difetti deve essere segnalata alla Direzione Lavori, la quale decide sulla messa in opera o sul rifiuto del tubo difettoso, dopo aver esaminato ogni caso.

Difetti di limitate dimensioni quali ovalizzazioni o schiacciamenti, possono essere corretti con idonee attrezzature solo con l'autorizzazione della Direzione Lavori.

I tubi dovranno essere puliti all'interno per eliminare ogni materiale che vi si fosse eventualmente introdotto.

Quindi, si avvicineranno le testate dei tubi e poi si procederà alla loro giunzione mediante saldatura, onde formare dei lunghi tronchi da deporre a lato dello scavo, ed in qualche caso sopra lo scavo stesso, pronti per essere posati quando il letto di posa sarà disponibile.

Nel caso di pendenze elevate e di giunti a bicchiere, i tubi dovranno essere collocati con i bicchieri rivolti verso l'alto facilitando così l'esecuzione delle giunzioni.

Le presenti prescrizioni dovranno ritenersi indispensabili per una corretta esecuzione in cantiere delle giunzioni circonferenziali e limitatamente a spessori fino a 20 mm.

### *Qualità delle saldature*

La qualità di esecuzione dei giunti saldati per tubazioni convoglianti acqua, per tutte le condizioni di posa, dovrà assicurare, oltre alla tenuta idraulica, l'efficienza nelle normali condizioni di collaudo e di esercizio.

Verrà richiesto, a seconda del materiale base:

- materiale d'apporto con caratteristiche meccaniche adeguate a quelle del materiale base;
- procedimento di saldatura appropriato;
- preparazioni, esecuzioni e controlli della saldatura adeguati al procedimento adottato ed all'importanza della condotta;
- saldatori qualificati per il procedimento adottato.

### *Procedimenti*

La realizzazione dei giunti saldati in cantiere sarà ottenuta normalmente con procedimento di saldatura manuale all'arco elettrico con elettrodi cellulosici rivestiti. Nel caso di tubazioni di piccolo spessore ( $\leq 4$  mm) e di piccolo diametro ( $\leq 80$  mm) può essere adottato il procedimento al cannello ossiacetilenico; possono essere adottati anche altri procedimenti di saldatura purché concordati con la Direzione Lavori.

In ogni caso il procedimento di saldatura che l'Appaltatore intende adottare per la giunzione delle tubazioni sia di testa che a bicchiere, deve essere sottoposto alla preventiva approvazione della Direzione Lavori.

### *Approvazione del procedimento di saldatura*

Per l'approvazione del procedimento di saldatura nel caso di tubi saldati in testa, verrà richiesta una prova preliminare. La prova sarà eseguita saldando di testa nel senso della lunghezza due lamiera dell'acciaio in esame, aventi dimensioni tali da consentire il prelievo di tutti i provini necessari (circa 0,20 m di larghezza per 1 m di lunghezza), oppure, a discrezione della Direzione Lavori, la prova potrà essere eseguita su tubi o spezzoni di tubi aventi le stesse caratteristiche (materiale e diametro) di quelle previste in contratto. La saldatura deve essere fatta nelle stesse condizioni previste durante la costruzione, in particolare modo per quanto concerne:

- lo spessore dei pezzi, che dovrà essere il maggiore tra quelli previsti;
- la presenza o meno del sostegno al rovescio;
- il tipo di rivestimento dell'elettrodo, il tipo di flusso di protezione dell'arco, la qualità del metallo d'apporto;

- il diametro dell'elettrodo, che dovrà essere uguale a quello che verrà utilizzato con lo spessore in esame;
- il numero delle passate e la velocità d'avanzamento massima;
- il tipo delle macchine saldatrici ed i loro parametri di regolazione (per il caso di saldatura automatica o semiautomatica);
- la posizione di lavoro;
- la temperatura dell'eventuale trattamento di preriscaldamento;
- l'eventuale trattamento termico dopo saldatura.

#### *Controllo del saggio saldato*

Esame esterno per semplice osservazione diretta ed altre prove (ultrasuoni, del metallo fuso, micrografico, di durezza) ed altre di dettaglio che verranno specificate nel disciplinare del progetto esecutivo.

#### *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 corretta esecuzione e continuità del lavoro nonché sicurezza del personale. Gli impianti per la saldatura automatica o semiautomatica devono essere provvisti di strumenti per la misura della corrente e della tensione d'arco durante l'esecuzione del giunto. Le attrezzature per l'allineamento e l'accoppiamento dei tubi devono essere tali da evitare danneggiamenti alle estremità delle tubazioni.

Tutte le attrezzature devono essere conformi alle prescrizioni vigenti per la "Sicurezza sul lavoro" e devono essere impiegate nel rispetto delle stesse.

#### *Corrente*

Premesso che in linea di massima è da preferirsi l'impiego di corrente continua, viene riportato qui di seguito per ciascun tipo di elettrodo previsto, il tipo di corrente che generalmente è possibile impiegare e la relativa polarità alla pinza, in relazione anche al procedimento di saldatura corrispondente.

<b>Elettrodi</b>	<b>Procedimento</b>	<b>Corrente</b>	<b>Polarità alla pinza</b>
A : Acidi	ascendente	CC	-
		CA	
B : Basici	ascendente	CC	+
		CA(°)	
C : Cellulosici	Ca = ascendente	CC	+
		CA(°)	
	Cd = discendente	CC	+
		CA(°)	

(°) Questi elettrodi potranno venire impiegati usando corrente alternata soltanto se esplicitamente dichiarati dal fabbricante: "da impiegarsi anche corrente alternata".

### *Elettrodi*

Gli elettrodi rivestiti per saldatura manuale ad arco dovranno essere omologati secondo le tabelle UNI EN ISO 2560 e corrispondere al tipo di quelli indicati nella Tabella A.

### *Qualifica dei fili*

È necessario che i fili per la saldatura ossiacetilenica, elettrica o di altro tipo, siano scelti in relazione al materiale base ed al procedimento di saldatura previsto; il fornitore dovrà comunicare analisi e caratteristiche meccaniche.

#### TABELLA "A"

Tipo Acciaio: L355

Tipo elettrodi: Cellulosici

1+ passata:

Elettrodi: UNI F44T3C10R07  
(AWS E6010) o equivalenti Ø4

2+ passata:

Elettrodi: UNI E52T3C10R08  
(AWS E7010AI) o equivalenti Ø4

Altre passate:

Elettrodi: UNI E52T3C10R08  
(AWS E7010AI) o equivalenti Ø5

Tipo Acciaio: L235

1 passata:

Elettrodi: UNI E44T3C10R07  
(AWS E6010) o equivalenti Ø3,25 e 4mm.

2 passata:

Elettrodi: UNI E52T3C10R08  
(AWS E70010AI) o equivalenti Ø3,25 e 4mm.

Altre passate:

Elettrodi: UNI E52T3C10R08  
(AWS E7010Al) o equivalenti  $\varnothing 4$  o 5 mm.

## CARPENTERIA

Elettrodi basilici:

Elettrodi: UNI E52L4B20  
(AWS E7015:18) o equivalenti vari calibri

### *Allineamento - Uso dell'accoppiatore*

Nei tubi saldati longitudinalmente è facoltà della D.L. di pretendere, senza oneri aggiuntivi, che le saldature longitudinali devono essere poste nella parte superiore in un arco di + 45° dalla verticale. Due tubi contigui devono avere le saldature longitudinali distanziate fra di loro di almeno 20 cm. Fanno eccezione le curve nelle quali l'eventuale saldatura longitudinale deve capitare sull'asse neutro.

Nei tubi saldati ad elica, il termine delle saldature elicoidali deve essere di preferenza od ove possibile, posto nella parte superiore del tubo e sfalsato di almeno 20 cm.

Gli accoppiamenti dei tubi devono normalmente essere fatti sopra terra a lato dello scavo o sulla piastra e con tubi sostenuti almeno a 50 cm dal piano di campagna.

Gli accoppiamenti eseguiti nello scavo devono essere ridotti al minimo possibile.

Il posizionamento delle estremità affacciate dei tubi deve essere tale da rendere minimo lo slivellamento delle superfici. Il distanziamento alla radice della saldatura fra le spalle del cianfrino deve essere accuratamente controllato e deve essere conforme al procedimento di saldatura.

Ogni tubo deve essere allineato in modo da formare una linea il più possibile senza punti singolari di soluzione di continuità (es. angoli, spigoli, slivellamenti).

L'accoppiamento dei tubi in linea viene normalmente fatto con accoppiatore interno ad espansione pneumatica, agendo dall'esterno.

L'accoppiatore esterno è ammesso solo nei casi di constatata impossibilità dell'uso dell'accoppiatore interno, verificata dalla Direzione Lavori.

L'uso degli accoppiatori deve essere fatto seguendo rigidamente le specifiche del procedimento.

L'accoppiatore non deve essere rimosso ed il tubo non deve subire movimenti, scosse od urti prima del completamento della 1 passata.

Nel caso di saldatura degli attraversamenti, l'accoppiamento può essere fatto con l'uso di accoppiatori esterni.

Quando viene usato l'accoppiatore esterno devono essere realizzati in prima passata quattro segmenti di saldatura, equidistanti tra loro e di lunghezza tale da coprire almeno il 60% della circonferenza: i segmenti che vengono lasciati nel cordone della saldatura, devono avere le stesse caratteristiche della saldatura completa. Si deve

provvedere alla pulizia di scaglie, ecc. ed alla preparazione con mola delle estremità dei segmenti al fine di assicurare la continuità del cordone della saldatura.

Con l'accoppiatore esterno viene raccomandata l'esecuzione della prima passata con tecnica ascendente.

### *Operazioni della saldatura*

Prima della saldatura le estremità da congiungere dovranno risultare completamente esenti da scorie, vernici, grasso, ruggine, terra, ecc.

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

La zona pulita deve estendersi per una fascia circonferenziale larga almeno 20 mm sulla superficie interna ed almeno 50 mm su quella esterna dei tubi, misurata dall'angolo dello smusso.

Sulle superfici pulite e sullo smusso, non devono esistere sbavature, tacche, irregolarità di superficie, eccessi di ossido, ammaccature.

Il numero delle passate ed il diametro degli elettrodi impiegati saranno scelti in funzione della preparazione dei lembi, dello spessore, ecc.

Nei giunti testa a testa è consigliabile l'impiego in prima passata del diametro 3,25 4 salvo tubi con spessore inferiore a 4 mm per i quali è opportuno l'impiego del diametro 2,5.

La prima passata dovrà assicurare una sufficiente ed uniforme penetrazione. Eventuali riprese all'interno, diametro della condotta permettendo, potranno essere fatte, dopo molatura, con un elettrodo del diametro 3,25 e 4.

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

Si dovrà aver cura di eseguire almeno la seconda passata immediatamente dopo la prima.

Dopo ogni passata e prima della successiva dovrà essere eliminata ogni traccia di ossido o scoria a mezzo di appositi utensili (martellina, spazzola metallica, smerigliatrice, ecc.). Crateri di estremità, irregolarità di ripresa, ecc., dovranno essere asportati mediante molatura.

A saldatura ultimata la superficie esterna del cordone dovrà risultare a profilo convesso ben raccordato, con la superficie esterna del tubo, e con sporgenza di circa 2 mm estendendosi oltre gli spigoli dei lembi.

Tutte le saldature dovranno essere eseguite da operai qualificati. Il lavoro di ciascun saldatore dovrà essere identificato.

### *Prescrizioni aggiuntive per la saldatura dei tubi con rivestimento interno cementizio*

La saldatura di testa può essere utilizzata anche in presenza di tubi di acciaio rivestiti internamente con malta cementizia, anche di diametro relativamente ridotto e, dunque, non accessibili al personale dopo la saldatura stessa.

I tubi di questo tipo presentano un rivestimento interno in malta cementizia esteso fino alle loro estremità, in conformità alle norme DIN 2614 o EN 10298.

Il processo di saldatura idoneo a tale proposito è quello del tipo a cordone discendente, in quanto in tal modo la passata di fondo può essere realizzata con una velocità maggiore e con un bagno di fusione più ridotto, in modo tale per cui l'apporto di calore nella zona di saldatura risulti relativamente minore.

A tale proposito si è dimostrato ottimale l'uso di elettrodi di tipo cellulosico. La necessaria luce di saldatura deve essere pari a circa 1,5 mm.

Qui di seguito si riportano alcuni valori orientativi per l'esecuzione della passata di fondo:

Diametro nominale(DN)	Spessore di parete(mm)	Diametro degli elettrodi	Intensità di corrente (A)
DN < 200	5,00	2,50	60÷80
250 < DN < 350	6,30	3,25	110÷130
DN > 400	7,10÷11,00	4,00	150÷160

In presenza di particolari condizioni climatiche, prima di procedere alla saldatura, si raccomanda di far preventivamente asciugare dall'esterno il rivestimento interno cementizio, utilizzando una tenue fiamma di propano. In questo modo si provoca gradualmente l'emissione preventiva dell'umidità, così da escludere l'eventuale dannoso fenomeno dello sviluppo repentino di vapori al momento della saldatura vera e propria.

La saldatura a cordone discendente della passata di fondo dovrebbe avere inizio nella posizione circonferenziale compresa fra le ore 4 e le ore 7, per essere poi terminata proseguendo dalla posizione di ore 12 verso le ore 4 e rispettivamente verso le ore 7.

Le successive passate di riempimento e di copertura possono essere effettuate sia con la procedura a cordone discendente che anche a cordone ascendente. Il cordone interno di saldatura deve possibilmente risultare contenuto e non oltrepassare 1 mm.

#### *Condizioni atmosferiche*

Le saldature dovranno essere effettuate con temperatura ambiente uguale o superiore a 0°C; per temperature più basse dovrà essere concordato un opportuno trattamento di preriscaldamento; è consigliabile inoltre evitare di effettuare saldature quando le condizioni atmosferiche per pioggia, forte umidità, vento, siano giudicate pregiudizievoli per la buona esecuzione delle saldature stesse. La Direzione Lavori deciderà in merito.

Non è comunque ammesso eseguire saldature su lembi o bagnati o anche umidi; in tal caso si dovrà procedere ad asciugarli mediante preriscaldamento a 30°C 40°C in modo da eliminare completamente la piccola traccia di umidità.

### *Qualifica dei saldatori*

Dovranno essere impiegati saldatori qualificati secondo le specifiche seguenti, per i procedimenti e gli elettrodi per i quali hanno conseguito la qualifica.

Per la saldatura con procedimenti semiautomatici e manuali: UNI EN ISO 9606-1 "Qualifica dei saldatori – Saldatura per fusione – Parte 1: Acciai".

Per saldatura con procedimenti robotizzati: UNI EN ISO 14732 "Personale di saldatura – Prova di qualificazione degli operatori di saldatura e dei preparatori di saldatura per la saldatura completamente meccanizzata ed automatica di materiali metallici".

### *Ispezione, controllo e prove delle saldature*

La Stazione Appaltante avrà il diritto di ispezionare tutte le saldature sia alla fine dell'operazione che durante l'operazione stessa.

L'ispezione sarà eseguita da un esperto incaricato dal Stazione Appaltante estesa anche saltuariamente:

- al taglio e preparazione dei lembi;
- alla presentazione degli smussi;
- alla pulizia dei lembi dello smusso;
- al controllo visivo delle saldature di prima passata e relativa penetrazione;
- al controllo di buona esecuzione delle passate successive.

Per l'accettabilità del lavoro non si dovranno riscontrare difetti di esecuzione eccedenti i limiti previsti dalle norme API Standard 1104 aggiornata.

Tutte le saldature longitudinali e circonferenziali saranno controllate, dopo il loro eventuale trattamento termico, mediante radiografia ed ultrasuoni; i due metodi devono vicendevolmente completarsi quando occorre meglio precisare la natura o la gravità di un'anomalia riscontrata con uno di essi.

Quando occorre, si potrà ricorrere anche ad esami magnetoscopici o con liquidi penetranti.

## **2.14 Posa delle tubazioni in materiale plastico**

### **Movimentazione**

#### *Trasporto*

Nel trasporto dei tubi i piani di appoggio devono essere privi di asperità. I tubi devono essere appoggiati evitando eccessive sporgenze al di fuori del piano di carico.

I tubi dovranno essere in barre, non sarà accettato l'utilizzo di tubi in rotoli.

Le imbracature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o bande di canapa o di nylon o similari, adottando gli opportuni accorgimenti in modo che i tubi non vengano mai direttamente a contatto con esse per non provocare abrasioni o danneggiamenti.

#### *Carico e scarico*

Se il carico e lo scarico dai mezzi di trasporto e comunque la movimentazione vengono effettuati con gru o col braccio di un escavatore, i tubi devono essere sollevati nella zona centrale con un bilancino di ampiezza adeguata.

Se queste operazioni vengono effettuate manualmente, si eviterà in ogni modo di fare strisciare i tubi sulle sponde del mezzo di trasporto o comunque su oggetti duri e aguzzi.

#### *Accatastamento*

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

L'altezza di accatastamento per i tubi in barre non deve essere superiore a 2 m qualunque sia il loro diametro.

Quando i tubi vengono accatastati all'aperto per lunghi periodi, dovranno essere protetti dai raggi solari.

#### *Raccordi ed accessori*

Per questi pezzi (che vengono forniti in genere in appositi imballaggi), se sono forniti sfusi, si dovrà avere cura nel trasporto e nell'immagazzinamento di non ammucchiarli disordinatamente e si dovrà evitare che possano essere deformati o danneggiati per effetto di urti fra di essi o con altri materiali pesanti.

### **Posa in opera e rinterro**

#### *Profondità di posa*

La profondità di posa misurata dalla generatrice superiore del tubo dovrà essere almeno 1,20 m per le aree asfaltate e 1,0 m per le aree verdi.

In corso di lavoro, nel caso che si verificano condizioni più gravose di quelle previste dalle norme vigenti e sempre che tali condizioni riguardino tronchi di limitata ampiezza per cui sussista la convenienza economica di lasciare invariati gli spessori previsti in sede di progettazione, si deve procedere ad opera di protezione della canalizzazione tale da ridurre le sollecitazioni sulle pareti del tubo ai valori stabiliti per la classe di spessori prescelta.

Ad esempio, in caso di smottamento o di frana che allarghi notevolmente la sezione della trincea nella parte destinata a contenere la tubazione, si dovranno costruire da una parte e dall'altra della tubazione stessa, fino alla quota della generatrice

superiore, muretti di pietrame o di calcestruzzo atti a ridurre opportunamente la larghezza della sezione di scavo.

In caso di attraversamento di terreni melmosi o di strade con traffico capace di indurre sollecitazioni di entità dannose per la tubazione, questa si potrà proteggere con una guaina di caratteristiche idonee da determinare di volta in volta anche in rapporto alla natura del terreno.

In caso di altezza di rinterro minore del valore minimo sopra indicato, occorre consultare il progettista che dovrà effettuare le dovute verifiche prima di provvedere alla posa, pena il non rilascio del certificato di collaudo.

Per il rinterro si potranno adoperare i materiali provenienti dagli scavi qualora riconosciuti idonei dalla Direzione dei Lavori.

#### *Letto di posa*

Prima della posa in opera del tubo, sarà steso sul fondo dello scavo uno strato di sabbia certificata con massimo 12% di frazione fine, adeguatamente compattata con 90% MDP (densità Proctor modificata), di spessore non inferiore a 150 mm sul quale verrà posato il tubo che verrà poi rinfiato quanto meno per 220 mm per lato e ricoperto con lo stesso materiale sabbioso per uno spessore non inferiore a 300 mm misurato sulla generatrice superiore.

#### *Posa della tubazione*

L'assemblaggio della condotta può essere effettuato fuori dallo scavo e quindi la posa della condotta avverrà per tratti successivi utilizzando mezzi meccanici.

Prima di effettuare il collegamento dei diversi elementi della tubazione, tubi e raccordi devono essere controllati per eventuali difetti ed accuratamente puliti alle estremità; i tubi inoltre saranno tagliati perpendicolarmente all'asse.

I terminali dei tratti già collegati che per un qualunque motivo debbano rimanere temporaneamente isolati, devono essere chiusi ermeticamente onde evitare l'introduzione di materiali estranei.

Gli accessori interposti nella tubazione come valvole, saracinesche e simili devono essere sorretti in modo da non esercitare alcuna sollecitazione sui tubi.

#### *Rinterro*

Tenuto conto che il tubo, dilatandosi in funzione della temperatura del terreno, assume delle tensioni se bloccato alle estremità prima del riempimento, si dovrà procedere come segue:

- il riempimento (almeno per i primi 500 mm sopra il tubo) dovrà essere eseguito su tutta la condotta, nelle medesime condizioni di temperatura esterna; esso sarà di norma eseguito nelle ore meno calde della giornata;

- si procederà, sempre a zone di 20÷30 m avanzando in una sola direzione e possibilmente in salita: si lavorerà su tre tratte consecutive e si eseguirà contemporaneamente il ricoprimento fino a quota 500 mm sul tubo in una zona, il ricoprimento fino a 150÷200 mm sul tubo nella zona adiacente e la posa della sabbia intorno al tubo nella tratta più avanzata;
- si potrà procedere a lavoro finito su tratte più lunghe solo in condizioni di temperatura più o meno costante.

**Per la parte superficiale del rinterro finale potrà essere impiegato esclusivamente il terreno agrario (cappellaccio) preventivamente accantonato nel corso delle operazioni di scavo previa autorizzazione della Direzione Lavori.**

Per consentire che il tubo si assesti assumendo la temperatura del terreno, una delle estremità della tratta di condotta dovrà essere mantenuta libera di muoversi e l'attacco ai pezzi speciali e all'altra estremità della condotta dovrà essere eseguito dopo che il ricoprimento è stato portato a 5÷6 m dal pezzo stesso da collegare.

Il rinterro dovrà essere compattato con 90% MDP (densità Proctor modificata).

### **Giunzione e collegamenti**

#### *Condotte in polietilene per acqua.*

La giunzione dei tubi, dei raccordi, dei pezzi speciali di polietilene deve essere conforme alle corrispondenti prescrizioni del pr EN 1555-5 e deve essere realizzata, a seconda dei casi, mediante:

- saldatura di testa per fusione, mediante elementi riscaldanti (termoelementi) in accordo a UNI 10520;

Prima della saldatura i tubi di polietilene dovranno essere perfettamente puliti con adeguate attrezzature da qualsiasi materiale estraneo che possa viziare il futuro esercizio della condotta.

Sulle teste da saldare la pulizia dovrà avvenire sia all'esterno che all'interno per almeno 10 cm di lunghezza.

Eventuali deformazioni o schiacciamenti delle estremità dovranno essere eliminate con tagli o corrette utilizzando le ganasce della macchina saldatrice.

Le macchine ed attrezzature usate per il montaggio delle tubazioni in polietilene dovranno essere preventivamente approvate dalla D.L.

I tubi da saldare dovranno essere appoggiati su appositi rulli di scorrimento ed essere tenuti dalla stessa attrezzatura in posizione perfettamente coassiale. Prima della saldatura, se le facce da unire non si presentano perfettamente parallele e combacianti, le estremità dovranno essere intestate con apposita attrezzatura a rotelle in maniera da rispondere a questo requisito.

Prima della saldatura le tubazioni dovranno essere perfettamente asciutte, prive di qualsiasi traccia di umidità.

Nel corso della saldatura e per tutto il tempo di raffreddamento, la zona interessata dovrà essere protetta da sole diretto, pioggia, neve, vento e polvere. La gamma di temperatura dell'ambiente ammessa durante le operazioni dovrà essere compresa fra 0 e 40 gradi centigradi.

A saldatura avvenuta la protezione dovrà garantire un raffreddamento graduale ed il sistema di bloccaggio dei tubi sulla macchina saldatrice dovrà garantirne la ferma posizione fino a raffreddamento.

La sezione dei cordoni di saldatura dovrà presentarsi uniforme, di superficie e larghezza costanti, senza evidenza di soffiature od altri difetti.

Al termine delle operazioni di saldatura sull'ultima testa di tubo dovrà essere posto idoneo tappo ad espansione per garantire il mantenimento della pulizia all'interno della condotta.

Alla posa delle tubazioni sul fondo dello scavo si procederà solo con adeguati mezzi d'opera per evitare deformazioni plastiche e danneggiamento alla superficie esterna dei tubi dopo aver verificato la rispondenza plano-altimetrica degli scavi in funzione delle prescrizioni progettuali e di quelle rilasciate dalla Direzione Lavori. Eventuali variazioni potranno essere consentite in presenza di eventuali ostacoli dovuti alla presenza di altri sottoservizi non suscettibili di spostamento e preventivamente autorizzate dalla Direzione Lavori. In quei casi, prima di ogni variazione delle livellette, dovrà preventivamente essere studiato il nuovo intero profilo di progetto, da sottoporre ad espressa autorizzazione della Direzione Lavori.

### **2.15 Posa delle tubazioni in ghisa sferoidale**

#### **Movimentazione**

##### *Trasporto, Carico e Scarico*

Alla partenza dal magazzino, i fasci devono essere estratti con l'ausilio di gru e argani, per essere caricati sui camion che li trasporteranno fino al sito.

È essenziale ottenere una disposizione ottimale sui camion. I fasci devono essere scaricati dagli autoarticolati mediante gru a ponte.

Nel caso dei tubi sfusi, delle traverse di legno sono collocate sulla piattaforma dell'automezzo, con dei cunei in legno profilati per impedire il movimento laterale durante viaggio fino al porto. I tubi sono caricati a piramide sui camion, in strati/file sovrapposti, con i bicchieri posti in maniera alternata tra loro. In caso di utilizzo di

rimorchi, è opportuno assicurarsi che i bicchieri dello strato inferiore siano rivolti gli uni verso gli altri. I tubi devono essere fissati al camion mediante imbragature. Non devono essere usati cavi metallici o catene.

Durante lo scarico a destinazione, prestare attenzione a non urtare i tubi contro le pareti altre attrezzature. I tubi devono essere scaricati fila dopo fila. È consigliabile estrarre prima i tubi centrali, quindi fare rotolare i tubi laterali fino al centro per sollevarli mediante gru o argani della nave. È preferibile caricare direttamente i tubi sul camion e trasportarli al magazzino o al sito. Per ulteriori informazioni si veda il manuale di trasporto, carico e scarico del produttore.

#### *Raccordi ed Accessori*

Per questi pezzi (che vengono forniti in genere in appositi imballaggi), se sono forniti sfusi, si dovrà avere cura nel trasporto e nell'immagazzinamento di non ammucchiarli disordinatamente e si dovrà evitare che possano essere deformati o danneggiati per effetto di urti fra di essi o con altri materiali pesanti.

### **Posa in opera e rinterro**

#### *Profondità di posa*

La profondità di posa misurata dalla generatrice superiore del tubo dovrà essere almeno 1,20 m per le aree asfaltate e 1,0 m per le aree verdi.

In corso di lavoro, nel caso che si verificano condizioni più gravose di quelle previste dalle norme vigenti e sempre che tali condizioni riguardino tronchi di limitata ampiezza per cui sussista la convenienza economica di lasciare invariati gli spessori previsti in sede di progettazione, si deve procedere ad opera di protezione della canalizzazione tale da ridurre le sollecitazioni sulle pareti del tubo ai valori stabiliti per la classe di spessori prescelta.

Ad esempio, in caso di smottamento o di frana che allarghi notevolmente la sezione della trincea nella parte destinata a contenere la tubazione, si dovranno costruire da una parte e dall'altra della tubazione stessa, fino alla quota della generatrice superiore, muretti di pietrame o di calcestruzzo atti a ridurre opportunamente la larghezza della sezione di scavo.

In caso di attraversamento di terreni melmosi o di strade con traffico capace di indurre sollecitazioni di entità dannose per la tubazione, questa si potrà proteggere con una guaina di caratteristiche idonee da determinare di volta in volta anche in rapporto alla natura del terreno.

In caso di altezza di rinterro minore del valore minimo sopra indicato, occorre consultare il progettista che dovrà effettuare le dovute verifiche prima di provvedere alla posa, pena il non rilascio del certificato di collaudo.

### *Letto di posa*

Prima della posa in opera del tubo, sarà steso sul fondo dello scavo uno strato di sabbia certificata con frazione fine minore del 12% adeguatamente compattata con 90% MDP (densità Proctor modificata), di spessore non inferiore a 150 mm sul quale verrà posato il tubo che verrà poi rinfiancato quanto meno per 220 mm per lato e ricoperto con lo stesso materiale sabbioso per uno spessore non inferiore a 300 mm misurato sulla generatrice superiore.

### *Posa della tubazione*

Le tubazioni in ghisa sferoidale devono essere posate nel fossato per mezzo di un paranco adatto alla loro massa. È necessario usare una gru mobile o una struttura adeguata di pontone con cavi, controllando il posizionamento delle imbragature non appena il tubo viene sollevato dal terreno, in modo da garantire un bilanciamento perfetto. Nel caso in cui non siano disponibili mezzi di sollevamento, i tubi di piccolo diametro potranno essere posati mediante corde adeguate.

Nessuno deve sostare nella sezione del fossato in cui viene posato il tubo.

Tutti i residui di fabbricazione devono essere rimossi dall'interno del tubo prima della realizzazione di una giunzione. Un'attenzione particolare deve essere posta alla verifica dell'interno del bicchiere. Questo deve essere ben pulito e liscio per accogliere la guarnizione. Questa operazione può essere effettuata facendo passare uno scovolino lungo il tubo, oppure manualmente, a seconda del diametro del tubo. Durante le interruzioni dei lavori di posa, è opportuno applicare un tappo provvisorio sull'estremità aperta della condotta. Questo può causare il galleggiamento dei tubi in caso di inondazione del fossato; in tal caso, i tubi devono essere trattenuti sul fondo mediante riempimento parziale del fossato o puntellatura provvisoria.

Prima dell'assemblaggio, l'esterno dell'estremità imboccata e l'interno del bicchiere dei due elementi della condotta devono essere puliti con cura. Qualora sul tubo non siano indicate le distanze minime e massime d'inserimento, queste sono disponibili nella tabella alla pagina seguente.

L'esecuzione delle giunzioni può essere facilitata applicando preliminarmente un sottile strato di lubrificante secondo i consigli della tabella a lato. Evitare di applicare il lubrificante sulla superficie di appoggio della guarnizione.

La guarnizione deve essere controllata per verificare l'assenza di deformazioni o segni di danneggiamento. L'anello deve essere pulito, piegato e quindi collocato sul fondo del bicchiere. Assicurarsi che la scanalatura nell'anello di tenuta sia posizionata correttamente sul bordo di arresto all'interno del bicchiere e che il tallone dell'anello sia posizionato saldamente nella sua sede.

Assicurarsi anche che l'anello di tenuta aderisca in modo uniforme su tutta la circonferenza, livellando tutte le sporgenze che potrebbero impedire il corretto inserimento della parte liscia.

Per i tubi di diametro maggiore, questa operazione può essere facilitata formando da due a quattro anse nell'anello di tenuta, inserendo l'anello, ed infine, distendendo le anse, una dopo l'altra, sulla circonferenza del tubo. Applicare una pellicola sottile di lubrificante sulla superficie interna dell'anello di tenuta che verrà in contatto con la parte liscia, che a sua volta può essere ricoperta con una sottile pellicola di lubrificante fino a una distanza di 75 mm dall'estremità.

La parte liscia deve essere allineata e inserita con attenzione nel bicchiere, fino al contatto con l'anello di tenuta. L'assemblaggio finale della giunzione viene portato a termine da questa posizione.

Quindi, la giunzione viene realizzata forzando la parte liscia del tubo da inserire oltre l'anello di tenuta del tubo ricevente, e comprimendo l'anello finché il bicchiere non si trovi tra le distanze minima e massima di inserimento (vedere la tabella seguente). Le distanze di inserimento devono essere contrassegnate, se non presenti.

Nel caso in cui l'assemblaggio finale non possa essere realizzato tramite applicazione di una forza ragionevole, sarà opportuno estrarre di nuovo la parte liscia per verificare la posizione dell'anello di tenuta. Se necessario, la parte liscia può essere estratta dal fondo del bicchiere muovendo l'estremità opposta del tubo verso l'alto e lateralmente con spostamenti di circa 150 mm, riportandolo quindi in posizione dritta.

#### *Taglio delle tubazioni*

Per l'installazione di curve, diramazioni e valvole, la condotta richiede segmenti di tubi di varie lunghezze. La lunghezza esatta deve essere determinata sul luogo di posa, in modo da rendere le operazioni di taglio più semplici, rapide e sicure.

Attualmente, per il taglio dei tubi in ghisa sferoidale vengono utilizzate troncatrici a disco abrasivo. Queste troncatrici sono azionate da motori elettrici o da compressori, oppure possono essere azionate indirettamente da motori a combustione interna.

Molte delle troncatrici a disco abrasivo in commercio possono essere equipaggiate con dischi abrasivi per il taglio o con dischi per la molatura dei bordi tagliati dei tubi.

Il tubo deve essere collocato su terreno piano o su travi squadrate, in modo che durante il taglio il disco non si blocchi e il segmento restante del tubo non si spezzi prima del momento dovuto.

**Marcatura:** una linea segnata su tutta la circonferenza del tubo rende possibile un taglio dritto. La linea viene semplicemente disegnata seguendo un nastro di acciaio piegato intorno al tubo.

**Taglio:** mediante il disco di taglio, la parete del tubo in ghisa sferoidale e malta di cemento viene tagliata di netto su un solo punto. Spesso il tubo può essere tagliato con una singola operazione seguendo la linea disegnata.

**Molatura:** per l'inserimento in bicchieri del tipo a pressione, l'estremità del tubo deve essere smussata nello stesso modo in cui lo era l'estremità originale. Solo in questo modo è possibile inserire correttamente la parte liscia nel bicchiere, senza danneggiare la guarnizione o spostandola dalla propria sede. Per la smussatura viene utilizzato un disco di molatura.

**Rivestimento:** successivamente, la superficie di metallo nudo deve essere riverniciata con una vernice allo zinco e uno strato di finitura al bitume.

**Marcatura delle profondità di inserimento:** prima di effettuare la giunzione, è necessario segnare delle linee sulla parte liscia, allo scopo di evidenziare la corretta profondità di inserimento della parte liscia nel bicchiere

#### *Rinterro*

Dopo la posa della tubazione si può provvedere al completo rinterro con la stessa tipologia di sabbia del letto di posa e alla compattazione per un minimo di 300mm sopra la generatrice superiore della tubazione.

**Per la parte superficiale del rinterro finale potrà essere impiegato esclusivamente il terreno agrario (cappellaccio) preventivamente accantonato nel corso delle operazioni di scavo previa autorizzazione della Direzione Lavori.**

Il rinterro dovrà essere compattato con 90% MDP (densità Proctor modificata).

### **2.16 Precauzioni generali**

#### *Precauzioni in corrispondenza di manufatti murari*

Per una efficace realizzazione della protezione passiva della tubazione si dovranno mantenere le camerette ed i pozzetti contenenti organi di manovra (saracinesche, scarichi, sfiati, ecc.) asciutti e drenati dalle acque di infiltrazione: se ciò non sarà possibile si dovranno rivestire i suddetti organi.

Il rivestimento del corpo dell'organo di manovra sarà eseguito prima dell'installazione dello stesso e successivamente sarà eseguito quello della flange in opera. Inoltre dovranno essere interposte lastre di materiali isolanti fra gli organi di manovra ed eventuali muretti di appoggio.

Negli attraversamenti di pareti, blocchi di ancoraggio, di murature particolari, briglie di calcestruzzo, ecc., si dovrà conservare il rivestimento protettivo e tenere una distanza di almeno 15 cm tra gli eventuali ferri di armatura e le tubazioni di acciaio; si prescrive anzi di aumentare l'isolamento della tubazione, per tutta la lunghezza dell'ancoraggio o dell'attraversamento della muratura sovrapponendo al rivestimento esistente una doppia fasciatura con nastri autoadesivi di cloruro di polivinile. Qualora, per ragioni meccaniche, alla tubazione dovessero essere applicate corniere di ancoraggio, le stesse dovranno essere rivestite, previa sabbiatura, con miscele di resine epossidiche e polvere di quarzo contenente una quantità di resine 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 a 1 mm e dovrà, comunque, essere capace di sopportare, senza perdere le sue capacità isolanti, le sollecitazioni meccaniche alle quali sarà sottoposto in opera.

#### *Prova idraulica delle tubazioni*

L'Appaltatore dovrà presentare un programma di esecuzione delle prove idrauliche delle tubazioni e dovrà indicare quali opere provvisorie intende adottare per garantire l'eseguibilità in sicurezza delle prove idrauliche. Quanto richiesto dovrà essere sottoposto alla approvazione della Direzione Lavori.

L'Appaltatore dovrà provvedere a sue cure e spese a tutto quanto è necessario all'esecuzione delle prove: l'acqua di riempimento delle tubazioni, le pompe, i rubinetti, i raccordi, le guarnizioni ed i manometri registratori (accompagnati da certificato di taratura rilasciato da un Laboratorio ufficiale); l'acqua per l'effettuazione delle prove idrauliche potrà essere messa a disposizione dalla stazione appaltante, dietro rimborso dei quantitativi consumati con le modalità previste dallo schema di contratto allegato al presente progetto esecutivo, all'articolo relativo agli oneri a carico dell'Appaltatore.

Per l'esecuzione delle prove, le chiusure di valle e di monte saranno realizzate mediante apposito fondo posto in corrispondenza del limite di ogni singola tratta.

Per le tubazioni in pressione, la prova verrà effettuata riempiendo gradualmente di acqua la tratta da provare e raggiungendo la pressione stabilita mediante pompa idraulica applicata all'estremo più depresso della tratta stessa in ragione di non più di un'atmosfera al minuto primo.

Dopo il riempimento dovranno essere lasciati aperti, per un certo periodo, gli sfiati per favorire l'uscita di ogni residuo di aria.

La pressione di prova deve essere svolta nel punto più depresso della condotta, in accordo a quanto previsto nelle prescrizioni del D.M. 12.12.1985, sarà assunta pari ad 1,5 volte la pressione di esercizio, e comunque non inferiore a 15 bar.

Anche nel caso si utilizzino valvole come dispositivi di chiusura in fase di collaudo idraulico, la pressione di prova sarà comunque pari ad 1,5 volte la pressione di esercizio.

La prova di pressione idraulica si considera superata quando sarà riscontrata la perfetta tenuta della condotta in un intervallo temporale di 24 ore.

Ad ogni prova delle tratte di tubazione dovrà essere redatto un regolare verbale di constatazione con allegato il diagramma registratore.

Qualora sia richiesto dalla Direzione dei Lavori la prova verrà effettuata a giunti scoperti con tubazione parzialmente rinterrata. In questo caso all'inizio della prova dovranno essere ben aperte e sgombre tutte le nicchie ed i singoli giunti debbono risultare puliti ed asciutti, tali da permettere il controllo visivo dei medesimi da parte della Direzione dei Lavori.

Qualora la prova non dia risultato favorevole, si dovrà provvedere, a cura e spese dell'Appaltatore, alla ricerca delle perdite e dei trafiletti con metodologie e sistemi da sottoporre alla preventiva approvazione della Direzione Lavori, ed alle necessarie sostituzioni o riparazioni; completate le necessarie sostituzioni e riparazioni la prova idraulica dovrà essere ripetuta con le medesime modalità.

#### *Ripristini*

Al termine della prova, qualora sia stata effettuata a giunti scoperti, dovranno essere effettuati i rivestimenti delle zone di giunzione ed il rinterro del tubo in corrispondenza delle nicchie, seguendo gli stessi criteri previsti per la tubazione.

Il rifacimento dei manufatti, demoliti per esigenze di lavoro, dovrà eseguirsi a perfetta regola d'arte, nel rispetto delle dimensioni preesistenti e secondo le prescrizioni dei proprietari od Enti interessati.

#### *Altre prescrizioni nella posa dei tubi.*

In presenza di altre strutture metalliche interrato si dovrà tenere la condotta alla massima distanza possibile da esse. In particolare:

- nei parallelismi, se si dovesse ridurre la distanza a meno di 30 cm, dovrà essere eseguito un rivestimento supplementare e, nell'eventualità che possano verificarsi contatti tra le strutture, dovranno essere inseriti tasselli di materiale dielettrico (ad esempio tela bachelizzata, PVC, ecc.) dello spessore di almeno 1cm;
- negli incroci, se si dovesse ridurre la distanza a meno di 30 cm, dovrà essere eseguito un rivestimento supplementare avente un'estensione di idonea estensione a monte e a valle; inoltre, se esistesse il pericolo di contatti (ad esempio per assestamento del terreno), si dovrà interporre una lastra di materiale dielettrico (ad es. tela bachelizzata, PVC, ecc.) con spessore uguale a 1 cm, la larghezza uguale

a 2-3 volte il diametro del tubo minore e lunghezza a seconda della disposizione delle condotte.

Nel caso di tubi guaina, si dovranno isolare elettricamente le condotte dai tubi stessi inserendo zeppe e tasselli di materiale elettricamente isolante, meccanicamente resistente ed imputrescibile rispettivamente alle estremità del tubo guaina e nell'intercapedine fra condotta e tubo-guaina. Sarà opportuno impiegare tubi-guaina dotati di adeguato rivestimento esterno.

Sui sostegni e appoggi delle condotte aeree si dovrà interporre fra le condotte e le sellette di appoggio lastre e guaine di materiale dielettrico (ad es. gomma telata, PVC, ecc.) sia nei punti in cui la condotta è semplicemente appoggiata che in quelli in cui la condotta è ancorata ai sostegni.

I giunti isolanti, nei quantitativi, dimensioni, tipo e posizione che verranno stabiliti dalla Direzione dei Lavori dovranno essere installati in manufatti edilizi od in camerette accessibili e drenate dalle acque di infiltrazione; se non sarà possibile mantenere le camerette sicuramente e costantemente asciutte e nel caso di giunti interrati, i giunti stessi dovranno essere opportunamente rivestiti per isolarli dall'ambiente esterno.

In qualsiasi momento la Direzione Lavori potrà ordinare, senza che l'Appaltatore abbia diritto a compensi aggiuntivi di qualsiasi genere, l'adozione di particolari accorgimenti necessari per l'esecuzione dei lavori a perfetta regola d'arte come pure l'uso di particolari apparecchiature, come accoppiatori speciali, macchine per tagli e formazione degli smussi, ecc.