



UNIONE  
EUROPEA



REPUBBLICA  
ITALIANA



Regione Autònoma De Sardigna  
Regione Autonoma Della Sardegna

Assessoradu de sos traballos pùblicos

Assessorato dei lavori pubblici

Ente Abbas de Sardigna  
Ente acque della Sardegna



L82 - "Ristrutturazione linea Coghinas I e II"  
- Convenzione LL.PP. RAS/EAF in data 25.07.2006 -

**L82.6 Interconnessione Coghinas I e II**  
**- Rifacimento attraversamento del rio Mannu di Porto Torres -**

Allegati Redazionali

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Allegato:

I

scala:

*Redatto dal Servizio Gestione Nord*

**Responsabile del Procedimento:** Ing. Fernando Mura

**Redazione a cura di:**

**Collaborazioni tecniche:** geom. Sebastiano Sau

**Progettista:** ing. Sandro Bachis

**Responsabile Sicurezza in fase di:**

**progettazione:** geom. Giulio Fattori

**esecuzione:** geom. Giulio Fattori

**Geologia:** Dott. Geol. Angelo Vigo

**Il Direttore Generale**  
Ing. Maurizio Cittadini

**Il Direttore del Servizio**  
Ing. Fernando Mura

**Maggio 2020**

# CAPO I:

## Caratterizzazione tecnico economica

### PISTA ACCESSO

(€ 1.542,96 pari al 0,507%)

#### PF.0001.02.0009 - Formazione e rimozione di massciata stradale temporanea

Realizzazione della pista temporanea di accesso all'area di lavoro in sponda destra, a partire dalla strada vicinale esistente, eseguita con preventivo sbancamento, compreso l'onere per il taglio e l'estirpazione di erbe, ceppaie, alberi etc, compreso l'onere dell'accumulo del suolo agrario separato dai materiali sottostanti, al fine del suo ripristino a lavori terminati, compresa la realizzazione di rilevato compattato costituito da terreni adatti, esclusi quelli vegetali da mettersi in opera a strati non eccedenti i 25-30 cm costipati meccanicamente mediante idonei attrezzi (rulli a punte, od a griglia, nonché, quelli pneumatici zavorrati secondo la natura del terreno ed eventualmente lo stadio di compattazione o con piastre vibranti) regolando il numero dei passaggi e l'aggiunta dell'acqua (innaffiamento) in modo da ottenere una densità pari al 90% di quella Proctor. Alla conclusione dei lavori si procederà al completo smantellamento del rilevato, con l'asportazione, il caricamento, il trasporto e l'eventuale smaltimento delle terre e posa a ripristino del suolo agrario accumulato in sede di realizzazione della pista.

*Realizzazione pista temporanea*

### BY PASS PROVVISORIO

(€ 91.317,33 pari al 30,006%)

#### PF.0012.003.0002 – Rinterro con materiale di risulta proveniente dagli scavi

Eventuale pulizia del canale già realizzato e/o taglio ed estirpazione di erbe, ceppaie, alberi etc., rimozione di trovanti lapidei di qualunque dimensione, compreso l'onere delle opere provvisorie per proteggere gli scavi dalle acque superficiali e gli oneri per il loro eventuale aggettamento, comprese le necessarie armature e sbadacchiature di qualsiasi tipo ed importanza, compreso l'onere per l'apertura di canali fuggatori ed il successivo rinterro, l'onere di mantenere la continuità delle vie d'acqua preesistenti, il ripristino delle scoline e dei fossi, compreso l'onere della posa a rinterro dell'accumulo del suolo agrario, precedentemente separato dai materiali sottostanti al fine di riutilizzarlo, compreso l'onere del caricamento dei materiali eccedenti quanto necessario localmente per il rinterro, compresa la profilatura delle pareti di scavo, la perfetta pulizia degli scavi, lo spianamento e la rullatura del fondo e qualsiasi altro onere necessario per l'esecuzione dei lavori a regola d'arte. Lo scavo è stato eseguito tenendo presente che l'operatore al montaggio deve agevolmente muoversi ai lati della condotta. Sarà necessario bonificare lo scavo già effettuato. Il materiale asportato, se non idoneo, verrà sostituito con altro di adeguate caratteristiche al costipamento. Il letto di posa deve essere tale da poter ripartire regolarmente il carico. Per tale motivo il terreno sottostante deve essere il più possibile uniforme. Il letto di fondazione dovrà essere sagomato in modo tale che la struttura risulti perfettamente appoggiata. Verrà così facilitata l'operazione di rinfiacco della struttura durante la fase di costipamento laterale, assicurando una perfetta esecuzione dell'opera.

I rinterri dovranno essere eseguiti in modo che:

- per natura del materiale e modalità di costipamento non abbiano a formarsi, in prosieguo di tempo, cedimenti o assestamenti irregolari;
- i condotti e i manufatti non siano assoggettati a spinte trasversali e di galleggiamento e, in particolare, non vengano loro provocati spostamenti;
- si formi un'intima unione tra il terreno naturale e il materiale di riempimento, cosicché, in virtù dell'attrito con le pareti dello scavo, ne consegua un alleggerimento del carico sui condotti.
- Non potranno in ogni caso essere impiegati:
- materiali che possono aggredire chimicamente le opere quali scorie o terreni gessosi;
- materiali voluminosi quali terreni gelati o erbosi, terreni limo-argillosi che a contatto con l'acqua si siano rigonfiati per più del 10% del volume;

- materiali di natura organica quali: legno, carta, foglie, torba e simili che possono successivamente provocare sprofondamenti;
- grosse pietre o frammenti di calcestruzzo e muratura che possano danneggiare la canalizzazione e i manufatti durante il rinterro o, a costipamento avvenuto, determinare la concentrazione di carichi sui condotti. Nell'eseguire i rinterri si dovrà distinguere tra il rinalzo della tubazione, il rendimento della fossa e la sistemazione dello strato superficiale. Il rinalzo si estende dal fondo della fossa fino ad una altezza minima di 20 cm sopra la generatrice del tubo; esso dovrà essere realizzato con materiale privo di corpi estranei compresi ciottoli. La compattezza del rinalzo dovrà essere eseguita a mano, con apparecchi leggeri e contemporaneamente da ambo i lati della tubazione evitando di determinare spinte trasversali o di galleggiamento sulla tubazione.

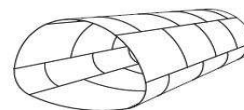
Canale deviazione provvisoria

#### **NP.001 – Fornitura, trasporto ed installazione di tubolari in acciaio zincato compresa successiva rimozione**

Per tali manufatti, aventi struttura portante costituita da lamiera d'acciaio ondulata e zincata con onda normale alla generatrice, a piastre, valgono le seguenti prescrizioni. L'acciaio della lamiera ondulata dovrà avere uno spessore minimo di 3,5 mm, con tolleranza UNI, un carico di rottura non minore di 360 N/mm<sup>2</sup> e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura a bagno caldo, praticata dopo l'avvenuto taglio e piegatura dell'elemento, in quantità non inferiore a 305 gr/mq per faccia. L'acciaio della lamiera ondulata dovrà essere della qualità non inferiore a S235JR secondo UNI EN 10025, con area di passaggio minima di 2,05 mq. La verifica della stabilità statica delle strutture sarà effettuata in funzione dei diametri e dei carichi esterni applicati, adottando uno dei metodi della Scienza delle Costruzioni. Le strutture impiegate saranno del tipo a piastre multiple per condotte e sottopassi con ondulazione della lamiera pari a mm. 152,4 e profondità mm. 50,8; il raggio della curva interna della gola dovrà essere almeno di mm. 28,6. I bulloni di giunzione delle piastre dovranno essere di diametro non inferiore a  $\frac{3}{4}$  di pollice ed appartenere alla classe 8.8. Le teste dei bulloni e i dadi dovranno assicurare una perfetta aderenza e la loro coppia dinamometrica di serraggio dovrà, al termine del serraggio stesso, risultare tra i 18 e 27 Kgm, a seconda delle dimensioni e dell'impiego. Le strutture finite dovranno essere esenti da difetti come bolle di fusione, parti non zincate, ecc. Per manufatti da impiegare in ambienti chimicamente aggressivi, si dovrà provvedere alla loro protezione mediante rivestimento bituminoso o asfaltico, e dovrà corrispondere ad un peso di 1,0 Kg/mq applicato a spruzzo od a pennello, ovvero di bitume ossidato applicato mediante immersione a caldo, negli stessi quantitativi precedentemente indicati. I pesi, in rapporto allo spessore dei vari diametri impiegati, dovranno risultare da tabelle fornite da ogni fabbricante, con tolleranza del più o meno 5%. Prima della messa in opera e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla D.L. il relativo certificato di origine rilasciato in originale, in cui specifica il nome del prodotto, la Ditta produttrice, le quantità fornite e la destinazione. La conformità dei prodotti dovrà essere certificata da un organismo terzo indipendente (certificazione di prodotto) e l'indicazione "prodotto certificato" e il nome dell'organismo terzo certificatore dovranno comparire sulle etichette di accompagnamento della merce e sui certificati di origine. Il Sistema Qualità della ditta produttrice sarà inoltre certificato in accordo alla ISO 9001:2008 da un organismo terzo indipendente. Per la posa in opera dei suddetti manufatti dovrà essere predisposto un adeguato appoggio, ricavando nel piano di posa (costituito da terreno naturale o rilevato preesistente) un vano opportunamente profilato e accuratamente compattato, secondo la sagoma da ricevere ed interponendo, fra il terreno e la condotta, un cuscinetto di materiale granulare fino (max 15 mm.) avente spessore 30 cm e comunque idoneo all'impiego. Il rinterro dei quarti inferiori delle condotte dovrà essere fatto con pestelli meccanici o con pestelli a mano nei punti ove i primi non siano impiegabili. Il costipamento del materiale riportato sui fianchi dovrà esser fatto a strati di 50 cm, utilizzando i normali mezzi costipanti dei rilevati, salvo che per le parti immediatamente adiacenti alle strutture dove il costipamento verrà fatto con pestelli pneumatici o a mano. Occorrerà evitare che i mezzi costipatori lavorino a contatto della struttura metallica. I materiali di rinterro saranno: sabbia, pietrisco, e comunque terreni misti granulari incoerenti, secondo CNR UNI 10.006, tabella "classificazione delle terre", gruppi A1, A3, A2-4, A2-5. La densità del terreno di rinfiacco sarà maggiore del 95% standard Proctor. La larghezza del costipamento, per installazioni in rilevato, sarà almeno una volta il diametro o luce della condotta su entrambi i lati.

A titolo orientativo vengono qui di seguito riportati i dati relativi ai tipi commercialmente in uso, non escludendosi la possibilità di adottare, ferma restando la qualità dell'acciaio e le prescrizioni relative alla zincatura, tipi aventi caratteristiche geometriche simili, rispondenti a tutti i requisiti di stabilità che dovranno risultare da verifiche statiche, estese a tutti gli elementi strutturali, tenendo conto dei carichi esterni applicati e con l'adozione dei metodi della Scienza delle Costruzioni.

## **onda 150 sezione ribassata** **tipo 1**



SPESSORE DELLA CONDOTTA mm							CARATTERISTICHE GEOMETRICHE					PESO TEORICO CON BULLONERIA kg/m						
altezza del rilevato m							n° di piastre	n° spazi	Luce m	Freccia m	sezione m²	spessore mm						
min +	1,01 +	2,51 +	4,01 +	5,51 +	7,01 +	8,50						2,5	3,5	4,0	4,5	5,5	6,0	7,0
1,00	2,50	4,00	5,50	7,00	8,50													
2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3,5			22	1,85	1,40	2,05	200	246	286	308	399	422	467
2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3,5			23	1,93	1,45	2,25	207	255	297	320	414	438	485
2,5	2,5	2,5	2,5	3,5	3,5			24	2,06	1,50	2,40	213	264	307	332	428	454	504
2,5	2,5	2,5	2,5	3,5	3,5			25	2,13	1,55	2,60	220	274	318	344	443	469	522
2,5	2,5	2,5	2,5	3,5	3,5			26	2,21	1,60	2,90	227	283	329	356	457	485	540
3,5	2,5	2,5	2,5	3,5	3,5			27	2,34	1,65	3,05	234	293	339	368	472	501	558
3,5	2,5	2,5	2,5	3,5	3,5			28	2,41	1,70	3,25	241	302	350	380	486	517	576
3,5	2,5	2,5	2,5	3,5	3,5		6	29	2,49	1,75	3,55	248	312	361	392	501	553	608
3,5	2,5	2,5	3,5	3,5	4,0			30	2,62	1,80	3,70	254	321	372	404	515	569	626
3,5	2,5	2,5	3,5	3,5	4,0			31	2,69	1,85	4,00	261	330	382	416	530	585	644
3,5	2,5	3,5	3,5	4,0	4,0			32	2,85	1,90	4,25	268	340	393	428	545	621	676
3,5	3,5	3,5	3,5	4,0	4,0			33	2,90	1,95	4,55	275	349	404	440	559	637	694
3,5	3,5	3,5	3,5	4,0	4,0			34	2,97	2,00	4,85	282	359	415	452	574	653	712
3,5	3,5	3,5	3,5	4,0	4,0			35	3,12	2,06	5,10	289	368	425	464	589	663	730
3,5	3,5	3,5	3,5	4,0	4,5			36	3,25	2,11	5,40	302	385	444	485	613	675	749

Scarico e predisposizione ordinata delle piastre:

Lo scarico deve essere effettuato con mezzi meccanico o a mano, ma non può essere eseguito con mezzi ribaltanti perché si potrebbero deformare le lamiere o creare delle pieghe agli spigoli delle stesse, rendendo il montaggio più difficoltoso e quindi più costoso. L'avvicinamento al luogo di installazione deve essere eseguito razionalmente, predisponendo le lamiere in modo tale da subire minori spostamenti e trascinamenti possibili onde evitare che si possa danneggiare lo strato di protezione dell'acciaio.

Montaggio della struttura:

Per ogni fornitura di questo tipo di condotte viene dato uno schema di montaggio che indica chiaramente la posizione di ciascuna piastra e l'ordine di montaggio. Quando la struttura è fornita di parti terminali tagliate a becco di flauto secondo l'inclinazione richiesta, appositi disegni particolareggiati vengono consegnati unitamente alla struttura. In questo caso anche le singole lamiere sagomate porteranno un contrassegno che permetterà di individuarne la posizione in corrispondenza con il disegno particolareggiato. Il montaggio si esegue inserendo un limitato numero di bulloni eventi il fine di tenere assemblate le piastre nella loro giusta posizione. Solo dopo avere montato un certo numero di anelli si procede all'inserimento dei bulloni mancanti. È opportuno che i bulloni siano lasciati lenti per permettere alle piastre quei piccoli spostamenti che consentono loro di trovare il giusto assestamento. Terminato il montaggio di tutta la struttura si procedere a stringere i bulloni. Questa operazione è molto importante ed i bulloni devono essere tutti ben stretti e tali da rendere la struttura monolitica. La coppia di serraggio non deve essere inferiore a 25 kgm.

*Canale deviazione provvisoria*

### FORMAZIONE TURA

(€ 74.218,67 pari al 24,387%)

#### PF.0006.0001.0051 - Formazione di rilevati

Per la formazione dei rilevati 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, 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 smiuzzate 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 in rilevato o rinterro con vagoni, automezzi o carretti 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.

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.

*Tura*

#### **PF.0002.003.0001 – Esaurimento d'acqua entro i cavi**

Esaurimento d'acqua entro cavi fino a m 5.00 di profondità dal piano campagna da effettuarsi a mezzo di gruppi di motopompe o elettropompe ed eventuali accessori necessari (tubazioni, valvole, saracinesche, ecc), compreso la mano d'opera per l'installazione, lo smontaggio e ritiro, la manutenzione e la guardiania, la fornitura di energia elettrica o combustibile, dei lubrificanti, dei ricambi, delle tubazioni e degli accessori d'uso. Le pompe dovranno essere in numero non inferiore a 3 a funzionamento alternato e dovranno garantire il livello adatto alle lavorazioni da eseguirsi.

*Tura*

#### **PF.0001.002.0020 – Scavo a sezione ristretta e obbligata**

Scavo incassato a sezione obbligata per fondazione di opere d'arte in genere in materia di qualunque natura e consistenza esclusa la roccia dura, eseguito con qualsiasi mezzo a qualunque profondità dal piano di campagna esistente o dal preventivo piano realizzato con lo sbancamento, comunque eseguito anche se a campioni o a pozzo, compreso l'onere per il taglio e l'estirpazione di erbe, ceppaie, alberi etc., la rimozione di trovanti lapidei di qualunque dimensione, la demolizione di muri e la rimozione di recinzioni e/o cancelli, compreso l'onere delle opere provvisoriale per proteggere gli scavi dalle acque superficiali e gli oneri per il loro eventuale aggettamento dagli scavi stessi, comprese le necessarie armature e sbadacchiature di qualsiasi tipo ed importanza, compreso l'onere per l'apertura di canali fuggatori ed il successivo rinterro, l'onere di mantenere la continuità delle vie d'acqua preesistenti, il ripristino delle scoline e dei fossi, compreso l'onere dell'accumulo del suolo agrario separato dai materiali sottostanti, al fine della sua posa a rinterro per ultimo, compreso l'onere del caricamento dei materiali eccedenti quanto necessario localmente per il rinterro, compresa la profilatura delle pareti di scavo, la perfetta pulizia degli scavi, lo spianamento e la rullatura del fondo e qualsiasi altro onere necessario per l'esecuzione dei lavori a regola d'arte. Lo scavo sarà eseguito tenendo presente che l'operatore al montaggio deve agevolmente muoversi ai lati della condotta. Il materiale asportato verrà sostituito con altro di adeguate caratteristiche al costipamento. Il letto di posa deve essere tale da poter ripartire regolarmente il carico. Per tale motivo il terreno sottostante deve essere il più possibile uniforme. Il letto di fondazione dovrà essere sagomato in modo tale che la struttura risulti perfettamente appoggiata. Verrà così facilitata l'operazione di rinfiacco della struttura durante la fase di costipamento laterale, assicurando una perfetta esecuzione dell'opera.

*Tura principale*

#### **PF.0001.002.0024 - Sovrapprezzo agli articoli di scavo per maggior profondità**

Maggiorazione alla voce precedente qualora la profondità a cui scavare sia superiore a quanto già previsto.

#### **PF.0001.0002.0012 – Scavo in larga sezione**

Scavo a larga sezione per la rimozione della tura principale d'imposta, in materie di qualunque natura e consistenza esclusa la roccia dura, eseguito con qualsiasi mezzo a qualunque profondità dal piano finito del rilevato precedentemente realizzato o dal preventivo piano realizzato con lo sbancamento, compreso l'onere delle opere

provvisori per proteggere gli scavi dalle acque superficiali e gli oneri per il loro eventuale aggettamento dagli scavi stessi, compreso l'onere per il caricamento e lo spostamento dei materiali ed il loro reimpiego per la sagomatura ed il ripristino delle sponde, il ripristino del fondo dell'alveo, l'onere di mantenere la continuit  delle vie d'acqua preesistenti, il ripristino delle scoline e dei fossi, compreso ogni maggiore onere che possa derivare nella esecuzione dello scavo per la presenza nel sottosuolo di tubazioni d'acqua, o altri ostacoli nonch  gli oneri per il ripristino degli eventuali danni causati alle citate condotte, compresa la profilatura delle sponde, la perfetta pulizia degli scavi, lo spianamento e la rullatura del fondo e qualsiasi altro onere necessario per l'esecuzione dei lavori a regola d'arte.

*Rimozione tura*

#### **NP.003 – Noleggio per 30 giorni, infissione e successivo svellimento di palancole metalliche tipo Larssen**

I palancole metallici da porre in opera vanno eseguiti con palancole del tipo Larssen come indicato in progetto. L'ubicazione e l'andamento, sia altimetrico che planimetrico, dei palancole risultano dai disegni di progetto e comunque la Direzione dei lavori si riserva la facolt  di precisare o variare l'ubicazione e l'andamento dei palancole all'atto esecutivo. Durante l'infissione delle palancole si deve tenere particolare cura nell'evitare la torsione dei singoli elementi e rispettare esattamente il tracciato dell'opera senza deviazioni. L'Impresa deve, inoltre, adottare tutti quegli accorgimenti necessari, al fine di evitare qualunque deformazione dei palancole sia durante che dopo l'infissione. L'infissione dei palancole pu  avvenire anche a pi  riprese secondo le prescrizioni impartite dalla Direzione dei lavori nel pieno rispetto delle norme tecniche NTC 2018.

*Tura principale*

**CONDOTTA IN BRIGLIA**

**(  124.472,09 pari al 40,900%)**

#### **PF.0001.0007.0013 – Fornitura e posa in opera di geotessile non tessuto**

Il geotessile non tessuto sar  costituito in fibre di polipropilene a filo continuo, avente funzione di separazione, filtrazione e protezione meccanica per applicazioni geotecniche, stradali ed idrauliche in terreni medi e carichi medi, aventi le seguenti caratteristiche: Indice di velocit   $V_{H50} \geq 45$  mm/s (EN 11058) Permeabilit  a 20 kPa  $\geq 2.6 \cdot 10^{-4}$  m/s (DIN 60500-4) Permeabilit  a 200 kPa  $\geq 1.8 \cdot 10^{-4}$  m/s (DIN 60500-4) Diametro di filtrazione O90 100 micron (EN 12956) Riduzione di spessore da 20 a 200 kPa  $\leq 0.06$  mm (EN 964-1) Assorbimento di energia  $\geq 4,5$  kJ/m<sup>2</sup> (EN 10319) Il geotessile dovr  essere prodotto da aziende operanti secondo lo standard della certificazione ISO 9001, copia di tale certificazione prima della fornitura dovr  essere sottoposta alla D.L. il geotessile dovr  essere in possesso della marcatura CE. Ogni fornitura dovr  essere documentata da una dichiarazione di conformit  secondo le modalit  previste dalla norma EN 45014, attestante la qualit , il tipo e le caratteristiche del materiale fornito, con preciso riferimento alla data ed alla localit  di consegna, sar  facolt  della D.L. far verificare, da un laboratorio competente, a cura e spese dell'impresa le caratteristiche dichiarate

*Condotta in briglia*

#### **PF.0001.0007.0004 – Sottofondo in ciottolame**

Il ciottolame potr  essere di fiume o di cava, dell'altezza minima di cm 40 ad alto potere drenante, posato con mezzo meccanico e parzialmente sistemato a mano dato in opera perfettamente livellato.

*Condotta in briglia*

#### **PF.0004.0010.0004 – Calcestruzzo preconfezionato ordinario per opere strutturali**

Calcestruzzo preconfezionato ordinario per opere strutturali, magroni di sottofondazione, massetti a terra o su vespaio, platee, rinfianco e rivestimento di tubazioni, avente classe di consistenza s4, con dimensione massima dell'aggregato inerte di 31,5 mm ( $D_{max}$  31,5), confezionato con cemento 32,5 e fornito in opera con autobetoniera senza l'impiego di pompe o gru fino ad una profondit  massima di m 3,00 se entro terra o fino all'altezza di m 0,50 se fuori terra. Escluse carpenterie ed eventuali armature metalliche; con resistenza caratteristica RCK pari a 20 N/mm<sup>2</sup> a norma UNI EN 206-1 e Linee Guida Consiglio Sup. LLPP.

*Condotta in briglia*

#### **PF.0004.001.0009 - Calcestruzzo a durabilità garantita per opere strutturali**

Calcestruzzo a durabilità garantita per opere strutturali in fondazione o in elevazione, avente CLASSE DI CONSISTENZA S4, con dimensione massima dell'aggregato inerte di 31,5 mm (Dmax 31,5), confezionato con cemento 32,5 e fornito in opera con autobetoniera senza l'impiego di pompe o gru fino ad una profondità massima di m 3,00 se entro terra o fino all'altezza di m 0,50 se fuori terra. Gettato entro apposite casseforme da compensarsi a parte, compresa la vibratura e l'innaffiamento dei getti ed escluse le armature metalliche; avente RESISTENZA CARATTERISTICA RCK pari a 30 N/mm<sup>2</sup> e classe di esposizione XC1 - XC2 norma UNI EN 206-1.

*Blocchi di ancoraggio e briglia*

#### **PF.0004.0001.0043 - Maggiorazione del prezzo del calcestruzzo per esecuzione dei getti con l'impiego di pompe**

Maggiorazione del prezzo del calcestruzzo per l'esecuzione dei getti con l'impiego di pompe, gru, nastri trasportatori o altri mezzi di avvicinamento; per ogni m<sup>3</sup> di calcestruzzo gettato in opera a profondità inferiore a m 3,00, dato in opera gettato entro apposite casseforme da compensarsi a parte, compresa la vibratura e l'innaffiamento dei getti ed escluse le armature metalliche.

*Blocchi di ancoraggio e briglia*

#### **SL.0006.0002.0005 - Rete elettrosaldata B450C con filo Fi 12 in pannelli standard**

Acciaio ad aderenza migliorata del tipo Fe B450C controllato in stabilimento, per strutture in c.a., messo in opera a qualunque altezza dal piano di campagna, compreso il taglio, la piegatura, la sovrapposizione, la legatura con filo di ferro ricotto, gli oneri per la presenza di giunti di ripresa e di movimento, lo sfrido ed ogni altro onere e magistero per dare la lavorazione eseguita a regola d'arte.

*Blocchi di ancoraggio e briglia*

#### **PF.0010.0006.0167 - Fornitura, trasporto e posa in opera di pezzi speciali in acciaio al carbonio zincati a caldo**

Pezzo speciale in acciaio L355 di qualunque forma e diametro, a bicchiere, a cordone, a saldatura, a punta liscia, a flangia o misto, per curve, Ti, derivazioni, imbocchi, tazze, riduzioni, passi d'uomo, sovrappassi e sottopassi di opere esistenti, ecc., compresi giunti Gibault, flange, bulloni e dadi in acciaio inox AISI 316L, etc. comprendente tutti i seguenti oneri, lavorazioni e forniture: la lavorazione al tornio di tutte le estremità a cordone, a bicchiere e a punta liscia per la perfetta giunzione delle condotte; la sabbiatura S.A. 2.5 S.T. OS-5900; la zincatura in vasca con bagno elettrolitico conforme alle norme UNI 5744/66 o equivalente; il rivestimento interno costituito da vernice epossidica per acqua potabile dello spessore minimo di 250 micron; il rivestimento esterno con verniciatura al clorocaucciù con spessore minimo di almeno 200 micron; l'esecuzione di flange; le saldature e la fornitura e posa in opera del materiale di giunzione quali bulloni e dadi in acciaio inox AISI 316L, le guarnizioni di qualunque tipo e forma; la posa in opera sia dentro che fuori dai manufatti, anche entro cunicolo o su tubi pensili a qualunque altezza o profondità dal piano di calpestio; ogni fornitura e prestazioni per la esecuzione di prove idrauliche anche ripetute; il ripristino dei rivestimenti interni ed esterni comunque danneggiati e compreso altresì ogni maggior onere per la presenza d'acqua sotto qualsiasi battente e qualsiasi altro onere necessario per dare l'opera finita a regola d'arte.

*Pozzetti di sfiato*

#### **SL.0006.009.0001 – Ferro lavorato**

Profilati e lamiere in acciaio Fe 410 lavorati e zincati a caldo, con zincatura in vasca con bagno elettrolitico conforme alle norme UNI 5744/66, per tiranti, grigliati, barre, parapetti, ringhiere, cancelli, mensole, chiusini, grate e simili, posto in opera sia all'aperto che in sotterraneo a qualunque profondità ed a qualunque altezza dal piano di campagna. Compreso e compensato ogni onere per il taglio, la piegatura anche se a caldo, le lavorazioni, le saldature, il trasporto in officina ed il ritrasporto in cantiere, gli oneri per la posa in opera compreso l'eventuale taglio delle murature per il fissaggio ed il successivo ripristino delle stesse, la bulloneria in acciaio inox AISI 316 L, i pezzi speciali quali squadrette, cardini, passanti e simili e quanto altro necessario per la posa in opera a regola d'arte.

*Pozzetti di sfiato*

#### **NP.004 - Trasporto e posa di tubo in acciaio DN 800**

Carico, trasporto, scarico e posa in opera di tubazione in acciaio DN 800 fornita dall'ENAS, con rivestimento pesante a base di bitume all'esterno (conforme alla Norma UNI 5256/87) e con primer bituminoso per liquidi potabili all'interno (conforme alle norme sanitarie vigenti in materia di condotte per acque potabili), con giunto a punte lisce o a bicchiere, a saldare (Norma UNI 6363/84), fornito in canne da m 10/12; dato in opera compreso: il carico, il trasporto e lo scarico dei tubi, lo sfilamento lungo linea, la posa in opera con l'esecuzione della saldatura dei giunti e il ripristino del rivestimento sia interno che esterno, in corrispondenza delle giunzioni e delle parti comunque danneggiate; escluso: i pezzi speciali ricadenti lungo linea e in corrispondenza dei pozzetti. Comprese le prove idrauliche anche ripetute alla pressione di prova stabilita, la fornitura dell'acqua e delle apparecchiature di misura, la pulizia e il lavaggio. Valutato per la lunghezza effettiva misurata in opera.

*Condotta in briglia*

#### **NP.005 - Trasporto e posa di saracinesca a corpo piatto DN 150 PN 16**

Fornitura, trasporto e posa in opera di saracinesca a corpo piatto DN 150 come da disciplinare di apparecchiature elettromeccaniche, per pressioni d'esercizio PN16; costruite secondo la norma UNI 10269-94, corpo, coperchio in ghisa sferoidale GS400-15, UNI 4544-74, cuneo in ghisa sferoidale rivestito con gomma vulcanizzata idonea al contatto con acqua per uso potabile (Circ.02/12/78 n° 102 Min. Sanità) con volantino di manovra in acciaio stampato plastificato, albero in acciaio inox AISI 420, tenuta sull'albero con almeno 2 ORING, flange UNI-ISO, bulloneria d'accoppiamento in acciaio inox AISI 304, corpo cappello a scomparsa e rivestiti con cera plastificata, verniciatura interna ed esterna (colore RAL 5015) con vernici epossidiche applicate con metodo elettrostatico a forno, di 300 micron di spessore. Compreso il trasporto a piè d'opera, lo scarico e posa in opera, saldatura delle flange alla condotta per il diametro DN 150. Compreso ogni onere per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte ed in conformità dei disciplinari e disegni di progetto.

*Pozzetti di sfiato*

#### **NP.006 - Trasporto e posa di sfiato automatico Multivent - MPC DN 150 PN 16**

Fornitura, trasporto e posa in opera di sfiato automatico combinato a grande portata DN 150 mm con PN 16 atm per le due funzioni di degassaggio e rientro/uscita dell'aria durante gli scarichi ed i riempimenti della condotta stessa, realizzato in ghisa sferoidale fornito con le caratteristiche, le modalità e le certificazioni descritte nel disciplinare tecnico per la fornitura delle apparecchiature idrauliche ed elettromeccaniche. Posto in opera sia all'interno di manufatti che all'esterno, a qualunque altezza e profondità dal piano di campagna, anche in presenza d'acqua o in acqua sotto qualsiasi battente previo relativo aggettamento, compresi i ponteggi, le giunzioni flangiate, il ripristino dei rivestimenti eventualmente danneggiati (il danneggiamento del rivestimento comporterà il ripristino del rivestimento dell'intera apparecchiatura), la fornitura di flange, guarnizioni in gomma, tiranti, dadi e rondelle in acciaio inox AISI 304, le prove idrauliche in opera anche ripetute, compresa la relativa fornitura di acqua prelevata e trasportata da qualsiasi distanza e quanto altro necessario per dare l'apparecchiatura completa, funzionante e montata a regola d'arte.

I materiali costituenti il prodotto (i metalli, le gomme, le plastiche e i rivestimenti) devono essere selezionati con particolare attenzione agli aspetti igienico-sanitari. Le prove di cessione e composizione presso laboratori indipendenti ne devono aver attestato la conformità ai requisiti di legge per i prodotti a contatto con acqua potabile – D.M.174/2004.

*Pozzetti di sfiato*

#### **PF.0008.0001.0002 - CASSEFORME in legname grezzo per getti di calcestruzzo**

Casseforme in legname grezzo per getti di calcestruzzo armato per aggetti, solette piane, pensiline, pareti pozzetti etc, fino a m 4 di altezza dal sottostante piano di appoggio comprese armature di sostegno, chioderie, legacci, disarmanti, sfrido e compreso altresì il disarmo, la pulizia e il ri-accatastamento del legname, valutate per l'effettiva superficie dei casseri a contatto con il getto.

*Pozzetti di sfiato*



**PF.0006.001.0087 – Formazione di scogliera in grossi massi ciclopici**

Le pietre da impiegare per la sistemazione delle sponde, nelle dimensioni previste dalla Direzione Lavori, dovranno essere inalterabili, tenaci, prive di fratture e piani di scistosità, e il peso di volume P dovrà essere maggiore o uguale a 2,5 t/mc, il peso specifico p dovrà essere maggiore o uguale a 2,6 g/cmc, ed il grado di compattezza  $C = P/p$  dovrà essere maggiore o uguale a 0,95. La roccia, costituente i massi, non deve risultare geliva alla prova eseguita secondo le Norme del R.D. 16 novembre 1939 - XVIII N° 2232, relativo all'accettazione delle pietre naturali da costruzione. I massi dovranno avere forme regolari e dimensioni adatte al loro particolare impiego. Le pietre grezze non dovranno presentare fessurazioni, crepe e fili, dovranno essere sgrossate col martello ed anche con la punta, in modo da togliere le scabrosità più sentite nelle facce viste e nei piani di contatto in modo da permettere lo stabile assestamento su letti orizzontali e in perfetto allineamento. La scelta dei massi naturali è dovuta alla necessità di garantire una maggiore naturalità dell'intervento per favorirne l'inserimento ambientale.

Gli interstizi fra masso e masso delle parti in elevazione dovranno essere intasati con terreno vegetale atto a permettere l'espandersi del successivo rinverdimento con talee dell'opera realizzata. Per la realizzazione della fondazione dovrà essere preventivamente deviata la corrente fluida al fine di realizzare uno scavo di forma regolare che permetta una agevole misurazione dagli addetti alla contabilizzazione; lo scavo sarà successivamente riempito con i massi previsti che dovranno essere adeguatamente sistemati al fine di costituire un solido appoggio ai vari strati costituenti l'elevazione della "scogliera". La Direzione Lavori potrà richiedere il completo esaurimento dell'acqua nello scavo anche mediante l'ausilio di pompa con adeguata portata. L'elevazione della scogliera dovrà essere eseguita sistemando i massi in modo da ridurre al minimo gli interspazi con il lato più pianeggiante verso l'esterno; l'allineamento e la quota della sommità saranno costantemente controllati mediante traguardi e modine appositamente predisposte.

Il lavoro comprende l'onere di preparazione del piano di posa, di scavo anche a sezione ristretta, di riempimento e costipamento finale per ripristino dell'argine, di prosciugamenti, ecc.; è altresì compreso l'onere di trasporto a discarica del materiale di risulta.

*Sistemazione sponde e fondo alveo*

**Tabella qualificazione**

<b>PISTA ACCESSO (0,507%)</b>				
Scavi e rinterri	€	1.542,96	pari al	0,507%
<b>BY PASS PROVVISORIO (30,006%)</b>				
Scavi e rinterri	€	4.076,33	pari al	1,339%
Opere provvisionali	€	87.241,00	pari al	28,666%
<b>FORMAZIONE TURA (24,387%)</b>				
Scavi e rinterri	€	31.546,67	pari al	10,366%
Opere provvisionali	€	42.672,00	pari al	14,022%
<b>CONDOTTA IN BRIGLIA (40,900%)</b>				
Protezione tubazione	€	36.490,91	pari al	11,991%
Tubazione e pezzi speciali	€	34.117,62	pari al	11,211%
Saracinesche e sfiati	€	760,88	pari al	0,250%
Blocchi di ancoraggio	€	53.102,68	pari al	17,449%
<b>SISTEMAZIONE AREA INTERVENTO (4,199%)</b>				
Massi Ciclopici	€	12.779,90	pari al	4,199%
<b>Complessivamente</b>	<b>€</b>	<b>304.330,95</b>	<b>pari al</b>	<b>100,00%</b>

## **CAPO II:**

# **Modalità di esecuzione, qualità e provenienza dei materiali, prove, norme di misurazione**

### **Norme generali sui materiali, i componenti, i sistemi e l'esecuzione**

Nell'esecuzione di tutte le lavorazioni, le opere, le forniture, i componenti, anche relativamente a sistemi e subsistemi di impianti tecnologici oggetto dell'appalto, devono essere rispettate tutte le prescrizioni di legge e di regolamento in materia di qualità, provenienza e accettazione dei materiali e componenti nonché, per quanto concerne la descrizione, i requisiti di prestazione e le modalità di esecuzione di ogni categoria di lavoro, tutte le indicazioni contenute o richiamate contrattualmente nel presente capitolato di appalto e disciplinari allegati, negli elaborati grafici del progetto esecutivo e nella descrizione delle singole voci allegata allo stesso capitolato.

Per quanto riguarda l'accettazione, la qualità e l'impiego dei materiali, la loro provvista, il luogo della loro provenienza e l'eventuale sostituzione di quest'ultimo, si applicano rispettivamente gli articoli 15, 16 e 17 del capitolato generale d'appalto (D.M. del 19 aprile 2000, N.145: REGOLAMENTO RECANTE IL CAPITOLATO GENERALE D'APPALTO DEI LAVORI PUBBLICI, AI SENSI DELL'ARTICOLO 3, COMMA 5, DELLA LEGGE 11 FEBBRAIO 1994, N. 109, E SUCCESSIVE MODIFICAZIONI).

### **Scavi**

#### Elementi di riferimento

Prima di iniziare i lavori di scavo l'impresa è obbligata ad eseguire il tracciamento completo delle opere, materializzando sul terreno con idonei picchetti e segnali sia gli ingombri dei manufatti che, per le condotte, i vertici planimetrici e le sezioni trasversali di sbancamento prescritte negli elaborati grafici di progetto. Inoltre dovranno essere individuate sul terreno anche un congruo numero di sezioni dei profili longitudinali.

Essendo le operazioni preliminari di cui sopra finalizzate alle necessarie verifiche da parte della direzione lavori, l'impresa dovrà posizionare tali picchetti e segnali in maniera che non vengano eliminati con gli scavi, e quindi curarne il mantenimento sul terreno per tutta la durata dei lavori, non potendo spostarli senza il preventivo consenso della direzione lavori.

#### Smacchiamento delle aree interessate

Sono a carico dell'appaltatore, in quanto compresi nella voce di scavo di capitolato speciale d'appalto, tutti gli oneri per lo smacchiamento generale delle zone interessate dai lavori, ivi incluso il taglio di alberi, arbusti, siepi e l'estirpazione di eventuali ceppaie, per quanto necessario all'esecuzione e buona riuscita delle opere.

#### Sistemi di scavo

Per l'esecuzione degli scavi, dei relativi rinterri e trasporti l'impresa sarà libera di adoperare tutti quei sistemi, materiali, mezzi d'opera ed impianti, che riterrà di sua convenienza purché dalla direzione lavori siano riconosciuti rispondenti allo scopo e non pregiudizievoli per il regolare andamento e la buona riuscita dei lavori.

Per gli scavi in roccia da mina di qualsiasi natura, durezza e consistenza comunque fessurata e stratificata, l'impresa potrà in generale impiegare i sistemi ritenuti più convenienti compreso l'uso di mine. L'utilizzo di esplosivi per l'effettuazione degli scavi potrà però avvenire solo successivamente all'ottenimento da parte dell'impresa, a sua cura e spese, di tutte le autorizzazioni di qualsiasi tipo necessarie, e comunque nel costante rispetto di tutte le normative e regolamenti nazionali, regionali e locali vigenti. L'impresa rimane comunque unica responsabile, sia direttamente che, eventualmente, in via di rivalsa, delle conseguenze di danni a persone e cose derivanti dall'uso di mine.

Nel caso in cui l'impresa intenda impiegare mine negli scavi, dovrà informarne preventivamente la direzione lavori, la quale potrà comunque limitarne o vietarne l'uso quando, a suo insindacabile giudizio, il loro impiego possa nuocere alla buona riuscita delle opere o a manufatti o piantagioni esistenti in prossimità o infine alla pubblica incolumità.

#### Scavo di sbancamento e a larga sezione

Per scavo di sbancamento si intende quello eseguito per splateamento, per apertura di trincee e in genere ogni scavo su superficie, per cui sia possibile - con la formazione di rampe provvisorie o con l'impiego di altri mezzi idonei - allontanare le materie di scavo. Sono pertanto compresi negli scavi di sbancamento quelli necessari per lo scavo delle vasche dei serbatoi, delle camere di manovre, degli impianti di depurazione, ecc.

Nei lavori di splateamento o sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco devono avere una inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti. Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di m 1,50, è vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete.

Nei lavori di escavazione con mezzi meccanici deve essere vietata la presenza degli operai nel campo di azione dell'escavatore e sul ciglio del fronte di attacco.

Ai lavoratori deve essere fatto esplicito divieto di avvicinarsi alla base della parete di attacco e, in quanto necessario in relazione all'altezza dell'escavo o alle condizioni di accessibilità del ciglio della platea superiore, la zona superiore di pericolo deve essere almeno delimitata mediante opportune segnalazioni spostabili col proseguire dell'escavo.

#### Scavo a sezione obbligata ristretta

Per scavi a sezione obbligata ristretta si intendono quelli incassati necessari per il collocamento in opera di tubazioni, per la sede di fognoli in calcestruzzo, per la fondazione delle opere d'arte e per la esecuzione di pozzetti di fognatura e rete idrica.

Nello scavo di pozzi e di trincee profondi più di m 1,50, quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilità, anche in relazione alla pendenza delle pareti, si deve provvedere, man mano che procede lo scavo, all'applicazione delle necessarie armature di sostegno. Le tavole di rivestimento delle pareti devono sporgere dai bordi degli scavi di almeno cm 30.

#### Scavi in genere

Gli scavi dovranno essere eseguiti rispettando i disegni allegati al contratto.

Qualora per la natura e consistenza delle materie da scavare, per piogge, infiltrazioni o per qualsiasi altro motivo siano da temere frane o scoscendimenti, l'impresa dovrà di sua iniziativa ed a sue spese provvedere a porre in essere tutti gli accorgimenti e misure di sicurezza necessarie per impedire smottamenti e franamenti, restando in ogni caso unica responsabile sia in via diretta che, eventualmente, in via di rivalsa, di eventuali danni alle persone ed alle cose e di tutte le conseguenze di ogni genere che derivassero dalla mancanza o dalla inadeguatezza delle suddette misure di sicurezza.

A tal fine l'impresa a propria cura e spese dovrà predisporre le necessarie puntellature, sbadacchiature ed armature delle pareti degli scavi, e col procedere dei lavori l'impresa potrà recuperare i soli materiali costituenti le armature che possano essere tolti senza pericolo e danno del lavoro, dovendo altrimenti abbandonarli negli scavi, senza che per questo spetti all'impresa alcun speciale compenso.

In alternativa all'esecuzione dell'armatura degli scavi, qualora non sussistano cause ostative, l'impresa potrà provvedere alla profilatura delle pareti sino a conferirgli una inclinazione tale da assicurarne la stabilità in rapporto alle caratteristiche geologiche e geotecniche del materiale scavato, oppure eseguire gli scavi per successivi ripiani anziché per fronti a tutta altezza. Resta peraltro inteso che, quali che siano i provvedimenti adottati per assicurare la stabilità delle pareti degli scavi, verranno in ogni caso riconosciuti all'Appaltatore i soli volumi di scavo derivanti dalle sezioni teoriche di progetto.

Fermo restando quanto sopra, quando negli scavi si fossero comunque oltrepassati i limiti assegnati, non solo non si terrà conto del maggior lavoro eseguito, ma anzi l'impresa dovrà a tutte sue cure e spese rimettere in sito le materie scavate in più. Inoltre dovrà eseguire quei lavori murari o di altro genere che a seguito del maggior scavo si rendessero necessari per la regolare esecuzione e la buona riuscita dell'opera.

Gli scavi devono essere rifiniti con il fondo e le pareti accuratamente ripuliti dal materiale smosso, con i cigli ben tracciati ed i condotti di guardia e di scolo efficienti.

È obbligo dell'Appaltatore di provvedere a sua cura e spese a condurre i lavori di scavo in maniera da prevenire ed impedire l'invasione nei cavi delle acque meteoriche o superficiali, nonché da garantire il libero deflusso delle acque meteoriche o di qualunque provenienza, togliendo ogni impedimento che vi si opponesse ed ogni causa di rigurgito.

Nell'esecuzione degli scavi di qualsiasi genere l'Appaltatore deve provvedere in ogni caso all'aggottamento delle acque di qualsiasi natura che si raccolgano nei cavi, anche con l'ausilio di pompe. La direzione lavori potrà, a suo giudizio insindacabile, prescrivere che gli scavi siano mantenuti asciutti tanto durante la loro esecuzione, quanto durante la costruzione delle condotte e durante l'esecuzione dei getti delle strutture. Resta chiaramente stabilito che per questi aggottamenti ed esaurimenti parziali o totali, durante gli scavi e dopo di essi, non verrà corrisposto alcun compenso, essendo tale onere già compreso nella voce di capitolato dello scavo.

Per tutto il tempo in cui i cavi dovranno rimanere aperti per prove, verifiche e per qualsiasi altro motivo saranno ad esclusivo carico dell'impresa tutte le spese di in generale occorrenti per la perfetta manutenzione del cavo stesso.

Il fondo dei cavi aperti per il collocamento in opera delle tubazioni dovrà essere ben spianato. Non saranno tollerate sporgenze o infossature superiori ai tre centimetri misurati dal piano delle livellette indicate nel profilo longitudinale allegato al contratto o di quelle che, come varianti, potranno essere ordinate per iscritto dalla direzione lavori. Le pareti dei cavi stessi non dovranno presentare blocchi sporgenti e massi pericolanti che, dovranno essere tempestivamente abbattuti o sgombrati a cura e spese dell'impresa.

Per quanto concerne l'esecuzione degli scavi a sezione obbligata ristretta per la posa delle tubazioni, quando la pendenza trasversale del terreno dovesse risultare minore del 30%, tutti gli oneri per l'effettuazione dell'apertura delle piste, degli sbancamenti, dei rilevati e di quant'altro risulti necessario per poi eseguire lo scavo a sezione ristretta saranno totalmente a carico dell'impresa in quanto compresi nella voce di capitolato dello scavo a sezione ristretta.

Qualora invece, nell'esecuzione degli scavi previsti per la posa delle tubazioni, la pendenza trasversale del terreno dovesse risultare maggiore o uguale al 30%, l'impresa è tenuta ad osservare le sezioni trasversali di scavo di sbancamento allegate al progetto.

Negli scavi che si eseguono nelle vie cittadine, l'Appaltatore dovrà prendere, a tutta sua cura e spese le indispensabili precauzioni dirette ad evitare il sia pur minimo danno alla stabilità delle costruzioni prospicienti le strade in cui si effettuano gli scavi, curando, ove necessario, di far risultare da appositi verbali, firmati in contraddittorio con le parti interessate e prima dell'inizio degli scavi la presenza di eventuali lesioni esistenti nei fabbricati. Restano, comunque, ogni contestazione ed ogni eventuale risarcimento di danni di esclusiva pertinenza dell'Appaltatore responsabile dei danni eventualmente causati.

#### Scavi di fondazione

Gli scavi occorrenti per la fondazione delle opere murarie saranno a giudizio insindacabile della direzione lavori, spinti alla necessaria profondità fino al terreno stabile in modo da rimuovere ogni pericolo di cedimento o scalzamento: in ogni caso è vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, di por mano alle murature prima che la direzione lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni; i piani di fondazione saranno perfettamente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra falde inclinate dovranno essere disposti a gradoni con leggera pendenza verso monte.

Le superfici rocciose di fondazione devono venire profilate con l'asportazione di tutti gli elementi smossi o alterati e pulite con getti di aria e di acqua in forte pressione subito prima di iniziare i getti, mentre quelle terrose devono venire adeguatamente compattate. La profilatura dei piani di fondazione deve avvenire sempre per asportazione e mai per riporto di materiale.

#### Materiali di risulta

I materiali di risulta degli scavi che risultino inutili in quanto da non riutilizzare nei lavori per l'effettuazione di rinterri, terrapieni, rilevati, ecc. e comunque eccedenti, dovranno essere trasportati e conferiti a rifiuto a cura e spese dell'impresa in discariche autorizzate, nel rispetto delle norme vigenti in materia di smaltimento dei rifiuti per quanto applicabili.

I materiali da reimpiegare saranno in genere temporaneamente depositati in cumuli lateralmente alle trincee, disposti in modo da non creare ostacoli per il passaggio, il traffico e le manovre degli operai, mantenendo libera la zona riservata al transito ed in modo da prevenire ed impedire l'invasione delle trincee dalle acque meteoriche e superficiali, nonché gli scoscendimenti e smottamenti delle materie depositate ed ogni altro eventuale danno.

La distanza da lasciare tra il ciglio della trincea ed il piede del cumulo delle materie depositate lateralmente, non dovrà in nessun caso essere inferiore a un metro.

Quando per la ristrettezza della zona o per altre ragioni non fosse possibile, a giudizio insindacabile della

direzione lavori o del coordinatore per la sicurezza in esecuzione, depositare lateralmente alla trincea la terra e i materiali da reimpiegarsi, questi dovranno essere trasportati in luoghi più adatti, donde saranno poi di volta in volta ripresi, e tutti i relativi maggiori oneri saranno a carico dell'impresa in quanto da intendersi già compresi nell'esecuzione dello scavo.

Le superfici della zona di occupazione lasciate libere dalle opere e quelle provvisoriamente occupate dall'impresa dovranno essere rimessi in pristino a cura e spese dell'impresa stessa, mediante l'asportazione dei depositi.

## **Demolizioni**

### Interventi preliminari

L'appaltatore prima dell'inizio delle demolizioni deve assicurarsi dell'interruzione degli approvvigionamenti idrici, gas, allacci di fognature; dell'accertamento e successiva eliminazione di elementi in amianto in conformità alle prescrizioni del D.M. 6 settembre 1994 recante «Normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, e dell'art. 12, comma 2, della legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto».

### Sbarramento della zona di demolizione

Nella zona sottostante la demolizione deve essere vietata la sosta ed il transito di persone e mezzi, delimitando la zona stessa con appositi sbarramenti.

L'accesso allo sbocco dei canali di scarico per il caricamento ed il trasporto del materiale accumulato deve essere consentito soltanto dopo che sia stato sospeso lo scarico dall'alto.

### Idoneità delle opere provvisionali

Le opere provvisionali, in legno o in ferro, devono essere allestite sulla base di giustificati calcoli di resistenza; esse devono essere conservate in efficienza per l'intera durata del lavoro, secondo le prescrizioni specifiche del piano di sicurezza.

Prima di reimpiegare elementi di ponteggi di qualsiasi tipo si deve provvedere alla loro revisione per eliminare le parti non ritenute più idonee.

In particolare per gli elementi metallici devono essere sottoposti a controllo della resistenza meccanica e della preservazione alla ruggine degli elementi soggetti ad usura come ad esempio: giunti, spinotti, bulloni, lastre, cerniere, ecc.

Il coordinatore per l'esecuzione dei lavori e/o il direttore dei lavori potrà ordinare l'esecuzione di prove per verificare la resistenza degli elementi strutturali provvisionali impiegati dall'appaltatore.

Prima dell'inizio di lavori di demolizione è fatto obbligo di procedere alla verifica delle condizioni di conservazione e di stabilità delle strutture da demolire e dell'eventuale influenza su strutture limitrofe.

In relazione al risultato di tale verifica devono essere eseguite le opere di rafforzamento e di puntellamento necessarie ad evitare che, durante la demolizione, si possano verificare crolli intempestivi o danni anche a strutture di edifici confinanti o adiacenti.

### Ordine delle demolizioni e modalità di esecuzione. Programma di demolizione

Nella Sezione VIII del D.Lgs.81/2008 e s.m.i., e in particolare, all'art.150, si parla del rafforzamento delle strutture:

- prima dell'inizio di lavori di demolizione è fatto obbligo di procedere alla verifica delle condizioni di conservazione e di stabilità delle varie strutture da demolire;

- in relazione al risultato di tale verifica devono essere eseguite le opere di rafforzamento e di puntellamento necessarie ad evitare che, durante la demolizione, si verifichino crolli imprevisti.

Nell'art. 151 si parla dell'ordine delle demolizioni e viene detto che i lavori di demolizione devono procedere con cautela e con ordine, che devono essere eseguiti sotto la sorveglianza di un preposto e condotti in maniera da non pregiudicare la stabilità delle strutture portanti o di collegamento e di quelle eventuali adiacenti.

La successione dei lavori deve risultare da apposito programma contenuto nel piano operativo di sicurezza (POS), tenendo conto di quanto indicato nel piano di sicurezza e coordinamento (PSC), ove previsto, che deve essere

tenuto a disposizione degli organi di vigilanza.

Nell'art.15 la demolizione dei muri effettuata con attrezzature manuali deve essere fatta servendosi di ponti di servizio indipendenti dall'opera in demolizione. È vietato lavorare e fare lavorare gli operai sui muri in demolizione, quando trattasi di muri di altezza inferiore ai 2 metri non sussistono gli obblighi qui elencati.

Nell'art. 153 il Legislatore chiarisce dove deve essere convogliato il materiale di demolizione:

- il materiale di demolizione non deve essere gettato dall'alto, ma deve essere trasportato oppure convogliato in appositi canali, il cui estremo inferiore non deve risultare ad altezza maggiore di due metri dal livello del piano di raccolta;
- i canali suddetti devono essere costruiti in modo che ogni tronco imbocchi nel tronco successivo;
- gli eventuali raccordi devono essere adeguatamente rinforzati;
- l'imboccatura superiore del canale deve essere realizzata in modo che non possano cadervi accidentalmente persone;
- ove sia costituito da elementi pesanti od ingombranti, il materiale di demolizione deve essere calato a terra con mezzi idonei.

Durante i lavori di demolizione si deve provvedere a ridurre il sollevamento della polvere, irrorando con acqua le murature e i materiali di risulta. Nell'art. 154 sempre del D.Lgs.81/2008 e s.m.i., si parla dello sbarramento della zona di demolizione, ovvero, nella zona sottostante la demolizione deve essere vietata la sosta ed il transito, delimitando la zona stessa con appositi sbarramenti.

L'accesso allo sbocco dei canali di scarico per il caricamento e il trasporto del materiale accumulato deve essere consentito soltanto dopo che sia stato sospeso lo scarico dall'alto. L'art. 155, invece, menziona la "demolizione per rovesciamento":

- la demolizione di parti di strutture aventi altezza sul terreno non superiore a 5 metri può essere effettuata mediante rovesciamento per trazione o per spinta;
- la trazione o la spinta deve essere esercitata in modo graduale e senza strappi e deve essere eseguita soltanto su elementi di struttura opportunamente isolati dal resto del fabbricato in demolizione in modo da non determinare crolli intempestivi o non previsti di altre parti;
- devono inoltre essere adottate le precauzioni necessarie per la sicurezza del lavoro quali: trazione da distanza non minore di una volta e mezzo l'altezza del muro o della struttura da abbattere e allontanamento degli operai dalla zona interessata;
- il rovesciamento per spinta può essere effettuato con martinetti solo per opere di altezza non superiore a 3 metri, con l'ausilio di puntelli sussidiari contro il ritorno degli elementi smossi;
- deve essere evitato in ogni caso che per lo scuotimento del terreno in seguito alla caduta delle strutture o di grossi blocchi possano derivare danni o lesioni agli edifici vicini o ad opere adiacenti pericolose per i lavoratori addetti.

Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte negli elaborati progettuali, nonché secondo le varianti e le particolari disposizioni che potranno essere date di volta in volta, per iscritto, all'atto esecutivo, dalla direzione lavori. Quando, per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, esse saranno ricostituite e rimesse in pristino a cura e spese dell'Appaltatore senza alcun compenso.

#### Materiali di risulta

L'impresa dovrà provvedere ad allontanare dal cantiere e portare a rifiuto, presso pubblica discarica od altra discarica autorizzata, il materiale di risulta ritenuto inutilizzabile dal direttore dei lavori; diversamente l'appaltatore potrà caricare e trasportare a sue spese il materiale di risulta presso proprie aree, nel rispetto delle normative vigenti in materia di trasporto e smaltimento dei rifiuti.

Il materiale proveniente dalle demolizioni ritenuto riutilizzabile dalla direzione lavori, il quale rimane di proprietà della stazione appaltante, dovrà essere temporaneamente depositato, a cure e spese dell'impresa, entro l'ambito del cantiere, o sulle aree precedentemente indicate ovvero in zone tali da non costituire intralcio al movimento di uomini e mezzi durante l'esecuzione dei lavori. I relativi oneri per il carico il trasporto e lo scarico da e verso il

cantiere rimangono a carico dell'impresa in quanto da intendersi ricompresi nelle relative voci di capitolato.

#### **Presenza di gas negli scavi**

Quando si eseguono lavori entro pozzi, fogne, cunicoli, camini e fosse in genere, devono essere adottate idonee misure di sicurezza contro i pericoli derivanti dalla presenza di gas o vapori tossici, asfissianti, infiammabili o esplosivi, specie in rapporto alla natura geologica del terreno o alla vicinanza di fabbriche, depositi, raffinerie, stazioni di compressione e di decompressione, metanodotti e condutture di gas, che possono dar luogo ad infiltrazione di sostanze pericolose.

Quando sia accertata o sia da temere la presenza di gas tossici, asfissianti o l'irrespirabilità dell'aria ambiente e non sia possibile assicurare un'efficiente aerazione ed una completa bonifica, i lavoratori devono essere provvisti di apparecchi respiratori, ed essere muniti di cintura di sicurezza con bretelle passanti sotto le ascelle collegate a funi di salvataggio, le quali devono essere tenute all'esterno dal personale addetto alla sorveglianza. Questo deve mantenersi in continuo collegamento con gli operai all'interno ed essere in grado di sollevare prontamente all'esterno il lavoratore colpito dai gas. Possono essere adoperate le maschere respiratorie, in luogo di autorespiratori, solo quando, accertate la natura e la concentrazione dei gas o vapori nocivi o asfissianti, esse offrano garanzia di sicurezza e sempreché sia assicurata un'efficace e continua aerazione.

Quando è stata accertata la presenza di gas infiammabili o esplosivi, deve provvedersi alla bonifica dell'ambiente mediante idonea ventilazione; deve inoltre vietarsi, anche dopo la bonifica, se siano da temere emanazioni di gas pericolosi, l'uso di apparecchi a fiamma, di corpi incandescenti e di apparecchi comunque suscettibili di provocare fiamme o surriscaldamenti atti ad incendiare il gas.

Nei casi sopra previsti i lavoratori devono operare in abbinamento nell'esecuzione dei lavori.

#### **Proprietà degli oggetti ritrovati**

La stazione appaltante, salvi i diritti che spettano allo Stato a termini di legge, si riserva la proprietà degli oggetti di valore e di quelli che interessano la scienza, la storia, l'arte o l'archeologia o l'etnologia, compresi i relativi frammenti, che si rinvenivano nei fondi occupati per l'esecuzione dei lavori e per i rispettivi cantieri e nella sede dei lavori stessi. L'appaltatore dovrà pertanto consegnarli alla stazione appaltante, che gli rimborserà le spese incontrate per la loro conservazione e per le speciali operazioni che fossero state espressamente ordinate al fine di assicurarne l'incolumità ed il diligente recupero.

Qualora l'appaltatore, nella esecuzione dei lavori, scopra ruderi monumentali, deve darne subito notizia al direttore dei lavori e non può demolirli né alterarli in qualsiasi modo senza il preventivo permesso del direttore stesso.

L'appaltatore deve denunciare immediatamente alle forze di pubblica sicurezza il rinvenimento di sepolcri, tombe, cadaveri e scheletri umani, ancorché attinenti pratiche funerarie antiche, nonché il rinvenimento di cose, consacrate o meno, che formano o abbiano formato oggetto di culto religioso o siano destinate all'esercizio del culto o formano oggetto della pietà verso i defunti. L'appaltatore dovrà altresì darne immediata comunicazione al direttore dei lavori, che potrà ordinare adeguate azioni per una temporanea e migliore conservazione, segnalando eventuali danneggiamenti all'autorità giudiziaria.

#### **Attraversamenti servizi pubblici**

Preliminarmente all'inizio degli scavi l'impresa dovrà contattare tutti i soggetti gestori di servizi a rete (ENEL, TELECOM, Comuni, Consorzi, ecc.) ed acquisire da essi la documentazione (planimetrie, elenchi, ecc.) utile ad individuare, se necessario anche attraverso l'esecuzione di saggi, la posizione e la profondità nel sottosuolo di eventuali servizi pubblici quali: cunicoli di fogna, tubazioni di gas o d'acqua, metanodotti o oleodotti, cavi elettrici, e telefonici o altri ostacoli e manufatti che comunque possano essere interessati dalla esecuzione dei lavori.

L'appaltatore non potrà chiedere compensi o indennità di sorta per tutti gli oneri che possano derivare da quanto specificato, nel presente articolo.

In ogni caso, qualora le suddette operazioni preliminari di localizzazione evidenziassero la necessità di introdurre variazioni al tracciato delle opere e/o alle profondità di posa, l'impresa dovrà informare tempestivamente la direzione lavori affinché disponga in merito.

Tutte le volte che nella esecuzione dei lavori si incontreranno sottoservizi o manufatti in genere, l'impresa

dovrà a sua cura e spese porre in essere ogni accorgimento affinché non siano danneggiate dette opere sottosuolo e pertanto egli dovrà, a mezzo di sostegni, puntelli, sbadacchiature e sospensioni, fare quanto occorre perché le opere stesse restino perfettamente integre e funzionanti.

Tutti gli eventuali maggiori oneri ivi compresi quelli eventualmente derivanti dal forzato rallentamento del ritmo dei lavori, da pericolosità o da particolari cautele da adottare nel corso dei lavori che si potessero presentare per l'esecuzione dei lavori da eseguire in dipendenza dell'incontro di fogne, tubazioni di acque e gas, metanodotti o oleodotti, cavi elettrici, telefonici e telegrafici, sia fuori che dentro l'abitato, sono stati considerati nella valutazione dei prezzi e pertanto l'Appaltatore non potrà reclamare il risarcimento di alcun compenso aggiuntivo.

Qualora, durante l'esecuzione dei lavori venissero comunque danneggiati sottoservizi o manufatti presenti nel sottosuolo, anche se non localizzati dall'impresa preventivamente all'inizio delle operazioni, la stessa dovrà avvertire immediatamente il competente soggetto gestore e la direzione lavori. Resta comunque stabilito che l'impresa è comunque responsabile di ogni e qualsiasi danno che possa venire dai lavori a dette opere nel sottosuolo, e che è obbligato a ripararlo o farlo riparare al più presto sollevando l'Amministrazione Appaltante da ogni gravame, noia o molestia.

Qualora durante i lavori si avvertisse la presenza di emanazione di gas, l'impresa provvederà ad allontanare qualsiasi causa di innesco che possa trovarsi nelle vicinanze dello scavo avvertendo immediatamente i vigili del fuoco ed i competenti organi di polizia.

Nell'ipotesi in cui nell'esecuzione dei lavori si incontrassero opere sottosuolo che per evidente negligenza dell'impresa non fossero state preventivamente localizzate, quest'ultima rimarrà unica responsabile per le variazioni che si rendessero eventualmente necessarie al tracciato e/o alle livellette di posa, rimanendo quindi a carico dell'impresa tutti i maggiori oneri necessari per l'esecuzione dei lavori a regola d'arte.

### **Terrapieni e rilevati**

Per la formazione dei rilevati e terrapieni, anche da addossare a murature, si impiegheranno in generale, fino alle quote prescritte dagli elaborati progettuali e fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti nell'ambito dei lavori di cantiere adiacenti il rilevato o terrapieno da realizzare, in quanto disponibili e ritenute adatte per la formazione dei rilevati dalla direzione lavori.

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.

In caso di terrapieni e rilevati da addossarsi alle murature o alle strutture di fondazione, si dovranno sempre impiegare materie sciolte o ghiaiose, di opportuna pezzatura, 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.

È vietato di addossare terrapieni a murature o strutture in c.a. di recente realizzazione e delle quali si riconosca non completato il processo di maturazione.

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

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza, di norma non superiori a 30 cm, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le strutture portanti su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

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

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

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.

### **Cave di pietrisco**

Qualora per la formazione dei rinterri e dei rilevati non bastasse il materiale proveniente dagli scavi e riconosciuto idoneo dalla Direzione dei Lavori, l'Appaltatore dovrà procurare i materiali occorrenti ricorrendo a cave di prestito.

Queste cave dovranno essere aperte, a tutte cure e spese dell'Appaltatore, dove egli crederà opportuno, a condizione però:

- 1) che le materie che esse forniscono siano rispondenti allo scopo, a giudizio esclusivo della Direzione dei Lavori;
- 2) che siano situate a distanza non minore di metri 50 dell'asse delle condotte;
- 3) che sia sempre assicurato il regolare e completo scolo in modo che non si abbiano a verificare i ristagni e siano osservate le disposizioni delle leggi sull'igiene, sulla pubblica sanità e quelle per diminuire le cause della malaria.

Nei contratti che per l'apertura delle cave di prestito l'Appaltatore stipulerà coi proprietari deve essere pattuito che i proprietari stessi si obbligano a tenere sollevata, in qualunque tempo, l'Amministrazione Appaltante da qualsiasi reclamo di Autorità o di terzi.

In caso di inosservanza delle precedenti prescrizioni e segnatamente di quella concernente lo scolo delle acque nelle cave di prestito, l'Amministrazione Appaltante ha facoltà di mettersi riparo di ufficio rivalendosi sui crediti dell'appaltatore e sulla cauzione. A tal fine l'Amministrazione si riserva la facoltà di richiedere ai proprietari delle cave interessate esplicita dichiarazione circa l'assunzione di tale obbligo.

### **Qualità, requisiti e provenienza dei materiali da costruzione**

Tutti i materiali da costruzione forniti dall'Appaltatore dovranno corrispondere ai requisiti previsti nelle specifiche prescrizioni emanate dal Ministero dei Lavori Pubblici.

I materiali occorrenti per la costruzione delle opere appaltate dovranno essere forniti a totale cura e spese dell'Appaltatore ed a tempo debito, in modo da assicurare l'ultimazione dei lavori nel termine assegnato.

Detti materiali saranno delle migliori qualità rinvenibili in commercio, scevri di ogni difetto e lavorati secondo le migliori regole d'arte. Prima di essere impiegati dovranno essere sottoposti alla approvazione della Direzione dei Lavori, la quale ha la facoltà di sottoporli alle prove prescritte, e li rifiuterà se li troverà difettosi, di cattiva qualità o comunque non rispondenti ai requisiti qui di seguito indicati.

I materiali rifiutati dovranno essere asportati subito dai cantieri. Qualora per eccezione ne fosse concesso il deposito provvisorio nei cantieri, la Direzione Lavori avrà diritto di prendere al riguardo ed a spese dell'Impresa tutte le precauzioni che stimerà convenienti per evitare che siano impiegati nei lavori.

In massima i materiali da costruzione dovranno corrispondere ai seguenti requisiti:

#### **a) Pietre naturali**

Per gli elementi naturali, le prove da eseguire presso i laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 si rimanda alle prescrizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2232 (Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione), del R.D. 16 novembre 1939, n. 2234 (Norme per l'accettazione dei materiali per pavimentazione), e delle norme UNI vigenti.

I campioni delle pietre naturali da sottoporre alle prove da prelevare dalle forniture esistenti in cantiere, debbono presentare caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche conformi a quanto prescritto nei contratti, in relazione al tipo della pietra ed all'impiego che di essa deve farsi nella costruzione.

Valori indicativi di tenacità:

Roccia	Tenacità
Calcare	1
Gneiss	1,20
Granito	1,50
Arenaria calcarea	1,50
Basalto	2,30
Arenaria silicea	2,60

Valori indicativi di resistenza a taglio:

Roccia	Carico di rottura (Mpa)
Arenarie	3-9
Calcare	5-11
Marmi	12
Granito	15
Porfido	16
Serpentini	18-34
Gneiss	22-31

#### Pietra

Roccia da costruzione e/o da decorazione, di norma non lucidabile.

A questa categoria appartengono rocce di composizione mineralogica svariata, non inseribili in alcuna classificazione. Esse sono riconducibili ad uno dei due gruppi seguenti:

- rocce tenere e/o poco compatte;
- rocce dure e/o compatte.

Esempi di pietre del primo gruppo sono: varie rocce sedimentarie (calcareniti, arenarie a cemento calcareo, ecc.), varie rocce piroclastiche (peperini, tufi, ecc.); al secondo gruppo appartengono le pietre a spacco naturale (quarziti, micascisti, gneiss lastroidi, ardesie, ecc.), e talune vulcaniti (basalti, trachiti, leucititi, ecc.).

Per gli altri termini usati per definire il prodotto in base alle norme, dimensioni, tecniche di lavorazione ed alla conformazione geometrica, vale quanto riportato nella norma UNI EN 12670.

#### Requisiti d'accettazione

I prodotti in pietra naturale o ricostruita devono rispondere alle seguenti prescrizioni:

- appartenere alla denominazione commerciale e/o petrografica indicata nel progetto oppure avere origine dal bacino di estrazione o zona geografica richiesta nonché essere conformi ad eventuali campioni di riferimento ed essere esenti da crepe, discontinuità, ecc. che riducono la resistenza o la funzione;
- avere lavorazione superficiale e/o finiture indicate nel progetto e/o rispondere ai campioni di riferimento; avere le dimensioni nominali concordate e le relative tolleranze;
- delle seguenti caratteristiche il fornitore dichiarerà i valori medi (ed i valori minimi e/o la dispersione percentuale):
  - massa volumica reale ed apparente, misurata secondo la norma UNI 9724, parte 2ª;
  - coefficiente di imbibizione della massa secca iniziale, misurato secondo la norma UNI 9724, parte 2ª;
  - resistenza a compressione, misurata secondo la norma UNI 9724, parte 3ª;
  - resistenza a flessione, misurata secondo la norma UNI 9724, parte 5ª;
  - resistenza all'abrasione, misurata secondo le disposizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2234;
- per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (strutturale per mura-ture, pavimentazioni, coperture, ecc.) si rinvia agli appositi articoli del presente capitolato ed alle prescrizioni di progetto.

I valori dichiarati saranno accettati dalla direzione dei lavori anche in base ai criteri generali del presente capitolato speciale d'appalto.

#### Prove d'accettazione

Per quanto non espressamente indicato, per l'accettazione dei materiali lapidei si rinvia alle prescrizioni delle seguenti norme:

UNI 9724-1 - Materiali lapidei. Descrizione petrografica;

UNI 9724-2 - Materiali lapidei. Determinazione della massa volumica apparente e del coefficiente di imbi-bizione;

UNI 9724-3 - Materiali lapidei. Determinazione della resistenza a compressione semplice;

UNI 9724-4 - Materiali lapidei. Confezionamento sezioni sottili e lucide;

UNI 9724-5 - Materiali lapidei. Determinazione della resistenza a flessione;

UNI 9724-6 - Materiali lapidei. Determinazione della microdurezza Knoop;

UNI 9724-7 - Materiali lapidei. Determinazione della massa volumica reale e della porosità totale e accessi-bile.

b) Ghiaia e pietrisco

Le ghiaie e i pietrischi da impiegarsi nella confezione dei calcestruzzi debbono rispettivamente provenire od essere ricavati da pietre dure, resistenti, compatte, non marnose né gelive.

Devono essere esenti da sostanze estranee, da parti polverulente o terrose e, quando non lo siano, devono essere lavati ripetutamente in acqua dolce e limpida fino a che presentino i requisiti anzidetti; devono pure essere esenti da salsedine quando siano destinati a calcestruzzi per opere di fondazione o subacquee.

Devono inoltre essere costituiti da elementi di forma pressoché rotonda e di grossezze assortite.

L'Appaltatore dovrà mettere a disposizione della Direzione Lavori la serie di crivelli di cui alle norme di unificazione:

- UNI 2333 - Lamiere lavorate per crivelli di controllo;
- UNI 2334 - Crivelli di controllo e relativi fondi e coperchi salvo speciali e diverse prescrizioni del contratto, gli elementi delle ghiaie e dei pietrischi per calcestruzzo devono essere rispetto ai crivelli UNI 2334:
- passanti da quello di 71 mm e trattenuti da quello di 40 mm se si tratta di lavori correnti di fondazione, muri di sostegno, piedritti, rivestimento di scarpa e simili;
- passanti da quello di 40 mm e trattenuti da quello di 25 mm se si tratta di volti di getto di un certo spessore;
- passanti da quello di 25 mm e trattenuti da quello di 8 mm se si tratta di cappe di volti o lavori in cemento armato od in pareti sottili.

Gli elementi più piccoli delle ghiaie e dei pietrischi non devono passare da quello di 8 mm salvo quando vanno impiegati in cappe di volte o in lavori in cemento armato od in pareti sottili, nei quali casi sono ammessi anche elementi più piccoli.

Per i lavori stradali si precisa che i materiali litoidi ad elementi approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, ottenuti per frantumazione di pietrame e ciottoli, costituiscono gli aggregati grossi, che a seconda delle dimensioni, si classificano come pietrisco, pietrischetto, graniglia.

A frantumazione avvenuta, rispetto a crivelli UNI 2334 essi debbono essere: per il pietrisco passanti a quello di 60 mm e trattenuti da quello di 25 mm; per il pietrischetto passanti a quello di 25 e trattenuti da quello di 10 mm; per la graniglia normale, ottenuta anche da frantumazione di ghiaia, passanti al crivello da 10 mm e trattenuti da quello da 5 mm; per la graniglia minuta (moniglio), passanti a 5 mm e trattenuti da 3 mm.

c) Sabbia

La sabbia da adoperarsi per la confezione delle malte e dei calcestruzzi potrà essere:

- di fiume;
- di cava.

È escluso in modo assoluto l'impiego di sabbia di mare, anche se l'uso di questa sia - nella zona - consuetudinario.

Le sabbie di fiume non dovranno essere troppo fini né granulari di uniforme grandezza. Saranno perciò un po' grosse, ruvide al tatto, stridenti tra le dita. Dovranno essere pulite e scevre da sostanze argillose, terrose e melmose.

Le sabbie di cava potranno essere impiegate, purché provenienti da cave pulite da materiale sano e non disaggregabili. Queste sabbie dovranno essere lavate, tutte le volte che sia riconosciuto necessario dal Direttore dei Lavori, per eliminare le materie nocive.

Le sabbie artificiali proverranno dalla frantumazione di materiale calcareo, siliceo, granitico e basaltico, con esclusione di materiale tufaceo, gessoso, marnoso e comunque di rocce non sane o compatte o troppo tenere.

L'Appaltatore dovrà mettere a disposizione della Direzione Lavori gli stacci di cui alle norme di unificazione:

- UNI 2331 - tele metalliche per stacci di controllo;
- UNI 2332 - stacci di controllo e relativi fondi e coperchi.

La dimensione massima dei grani di sabbia non dovrà superare i 5 mm.

La sabbia, ai soli effetti della scelta dell'assortimento più opportuno, si distinguerà, rispetto agli stacci UNI 2332 in:

- sabbia grossa - grani da 2 a 5 mm: passante da quello da 5 mm e trattenuti da quello da 2 mm;
- sabbia media - grani da 0,5 a 2 mm: passante da quello da 2 mm e trattenuta da quello da 0,5 mm;
- sabbia fina - grani minori di 0,5 mm: passante da quello da 0,5 mm.

Per calcestruzzi si adotterà sabbia, con prevalenza di grani grossi e medi e una minore quantità (1/4 circa) di sabbia con grani fini.

Per la formazione delle malte per gli intonaci e cappe, la sabbia dovrà essere tutta passante al setaccio 0,5 mm e dare sul setaccio 0,075 mm un residuo pari al 30%.

In caso di costruzione di particolari strutture in calcestruzzo cementizio semplice o armato, potranno essere date dal Direttore dei Lavori opportune prescrizioni granulometriche per gli inerti senza che perciò l'assuntore abbia a pretendere speciali compensi perché già ritenuti compresi nel prezzo d'elenco per i calcestruzzi.

f) Acqua

L'acqua per l'esecuzione dei lavori e delle prove delle condotte dovrà essere provvista dall'Appaltatore e dovrà essere limpida, dolce e priva di sostanze organiche e non contenere colori e solfati in percentuale dannosa.

g) Acciaio trafilato e laminato a caldo

L'acciaio dolce (ferro omogeneo), semiduro e duro in barre laminate a caldo per cemento armato dovrà essere privo di difetti di fusione e laminazione, senza screpolature, bruciature o altre soluzioni di continuità e rispondere alle norme vigenti, all'inizio della costruzione.

L'acciaio da cemento armato ordinario comprende:

- barre d'acciaio tipo B450C ( $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 50 \text{ mm}$ ), rotoli tipo B450C ( $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$ );
- prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli con diametri  $\leq 16 \text{ mm}$  per il tipo B450C;
- reti elettrosaldate ( $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 12 \text{ mm}$ ) tipo B450C;
- tralicci elettrosaldati ( $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 12 \text{ mm}$ ) tipo B450C;

Ognuno di questi prodotti deve rispondere alle caratteristiche richieste dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018, che specifica le caratteristiche tecniche che devono essere verificate, i metodi di prova, le condizioni di prova e il sistema per l'attestazione di conformità per gli acciai destinati alle costruzioni in cemento armato che ricadono sotto il Regolamento (UE) n. 305/2011 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 9 marzo 2011. Il provvedimento – adottato in attuazione della delega contenuta nell'articolo 9, comma 1, della legge n. 170 del 2016 (legge di delegazione europea per il 2015) – reca l'adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE. In particolare, lo schema di decreto in esame sostituisce integralmente la disciplina vigente in materia, disponendo quindi l'abrogazione del DPR 246/1993 e il decreto del Ministro delle attività produttive del 9 maggio 2003 n. 156.

L'acciaio deve essere qualificato all'origine, deve portare impresso, come prescritto dalle suddette norme, il marchio indelebile che lo renda costantemente riconoscibile e riconducibile inequivocabilmente allo stabilimento di produzione.

Requisiti

Saldabilità e composizione chimica

L'analisi chimica effettuata su colata e l'eventuale analisi chimica di controllo effettuata sul prodotto finito devono soddisfare le limitazioni riportate nelle NTC-2018, più precisamente nella Tab. 11.3.II, dove il calcolo del carbonio equivalente  $C_{eq}$  è effettuato con la seguente formula:

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

in cui i simboli chimici denotano il contenuto degli elementi stessi espresso in percentuale.

**Tab. 11.3.II – Massimo contenuto di elementi chimici in %**

		Analisi di prodotto	Analisi di colata
Carbonio	C	0,24	0,22
Fosforo	P	0,055	0,050
Zolfo	S	0,055	0,050
Rame	Cu	0,85	0,80
Azoto	N	0,014	0,012
Carbonio equivalente	$C_{eq}$	0,52	0,50

È possibile eccedere il valore massimo di C dello 0,03% in massa, a patto che il valore del  $C_{eq}$  sia ridotto dello 0,02% in massa. Contenuti di azoto più elevati sono consentiti in presenza di una sufficiente quantità di elementi che fissano l'azoto stesso.

*Proprietà meccaniche*

Le proprietà meccaniche devono essere in accordo con quanto specificato nelle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2018. L'acciaio per calcestruzzo armato B450C è caratterizzato dai seguenti valori nominali della tensione di snervamento e della tensione a carico massimo da utilizzare nei calcoli:

**Tab. 11.3.Ia**

$f_{y\text{ nom}}$	450 N/mm <sup>2</sup>
$f_{t\text{ nom}}$	540 N/mm <sup>2</sup>

e deve rispettare i requisiti indicati nella seguente Tab. 11.3.Ib:

**Tab. 11.3.Ib**

Caratteristiche	Requisiti	Frattile (%)
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq f_{y\text{ nom}}$	5.0
Tensione caratteristica a carico massimo $f_{tk}$	$\geq f_{t\text{ nom}}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$	10.0
	$< 1,35$	
$(f_y/f_{y\text{ nom}})_k$	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 7,5\%$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
$\phi < 12\text{ mm}$	4 $\phi$	
$12 \leq \phi \leq 16\text{ mm}$	5 $\phi$	
per $16 < \phi \leq 25\text{ mm}$	8 $\phi$	
per $25 < \phi \leq 40\text{ mm}$	10 $\phi$	

Per l'accertamento delle proprietà meccaniche di cui alle precedenti tabelle si applica la norma UNI EN ISO 15630-1: 2010.

Le proprietà meccaniche dei campioni ottenuti da rotolo raddrizzato, reti e tralicci sono determinate su provette mantenute per 60 (+15, -0) minuti a  $100 \pm 10\text{ °C}$  e successivamente raffreddate in aria calma a temperatura ambiente. In ogni caso, qualora lo snervamento non sia chiaramente individuabile, si sostituisce  $f_y$  con  $f(0,2)$ .

La prova di piegamento e raddrizzamento si esegue alla temperatura di  $20 \pm 5\text{ °C}$  piegando la provetta a 90°, mantenendola poi per 60 minuti a  $100 \pm 10\text{ °C}$  e procedendo, dopo raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno 20°. Dopo la prova il campione non deve presentare cricche.

In aggiunta a quanto sopra riportato si possono richiedere le seguenti caratteristiche aggiuntive Tipo SI-SMIC.

#### Proprietà aggiuntive

Proprietà	Requisito
Resistenza a fatica assiale*	2 milioni di cicli
Resistenza a carico ciclico**	3 cicli/sec (deformazione 1,5÷4 %)
Idoneità al raddrizzamento dopo piega	Mantenimento delle proprietà meccaniche
Controllo radiometrico	superato, ai sensi del D.Lgs. 230/95 D. Lgs. 241/00
* = in campo elastico ** = in campo plastico	

#### Resistenza a fatica in campo elastico

Le proprietà di resistenza a fatica garantiscono l'integrità dell'acciaio sottoposto a sollecitazioni ripetute nel tempo.

La proprietà di resistenza a fatica deve essere determinata secondo UNI EN 15630.

Il valore della tensione  $\sigma_{\text{max}}$  sarà 270 N/mm<sup>2</sup> (0,6  $f_{y\text{ nom}}$ ). L'intervallo delle tensioni,  $2\sigma$  deve essere pari a 150 N/mm<sup>2</sup> per le barre dritte o ottenute da rotolo e 100 N/mm<sup>2</sup> per le reti elettrosaldate. Il campione deve sopportare un numero di cicli pari a  $2 \times 10^6$ .

#### Resistenza a carico ciclico in campo plastico

Le proprietà di resistenza a carico ciclico garantiscono l'integrità dell'acciaio sottoposto a sollecitazioni particolarmente gravose o eventi straordinari (es. urti, sisma etc).

La proprietà di resistenza al carico ciclico deve essere determinata sottoponendo il campione a tre cicli completi di isteresi simmetrica con una frequenza da 1 a 3 Hz e con lunghezza libera entro gli afferraggi e con deformazione massima di trazione e compressione seguente:

Prova carico ciclico in relazione al diametro

Diametro nominale (mm)	Lunghezza libera	Deformazione (%)
$d \leq 16$	5 d	$\pm 4$
$16 < 25$	10 d	$\pm 2,5$
$25 \leq d$	15 d	$\pm 1,5$

La prova è superata se non avviene la rottura totale o parziale del campione causata da fessurazioni sulla sezione trasversale visibili ad occhio nudo.

Diametri e sezioni equivalenti

Il valore del diametro nominale deve essere concordato all'atto dell'ordine. Le tolleranze devono essere in accordo con il D.M.17/01/2018. La deviazione ammissibile per la massa nominale per metro deve essere come riportato nella Tab. 11.3.III seguente.

**Tab. 11.3.III**

Diametro nominale, (mm)	$5 \leq \phi \leq 8$	$8 < \phi \leq 40$
Tolleranza in % sulla massa nominale per metro	$\pm 6$	$\pm 4,5$

Aderenza e geometria superficiale

Ai fini della qualificazione, i prodotti in barre e in rotolo devono superare con esito positivo prove di aderenza conformemente al metodo Beam-test da eseguirsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001, con le modalità specificate nella norma UNI EN 10080:2005.

Le tensioni di aderenza ricavate devono soddisfare le seguenti relazioni:

$$\tau_m \geq 0,098 (80 - 1,2 \phi) \quad [11.3.5]$$

$$\tau_r \geq 0,098 (130 - 1,9 \phi) \quad [11.3.6]$$

essendo:

$\phi$  il diametro nominale del campione in mm;

$\tau_m$  il valor medio della tensione di aderenza in MPa calcolata in corrispondenza di uno scorrimento pari a 0,01, 0,1 ed 1 mm;

$\tau_r$  la tensione di aderenza massima al collasso.

Le prove devono essere estese ad almeno 3 diametri, come segue:

- uno nell'intervallo  $5 \leq \phi \leq 10$  mm (barre) e  $5 \leq \phi \leq 8$  mm (rotoli);
- uno nell'intervallo  $12 \leq \phi \leq 18$  mm (barre) e  $10 \leq \phi \leq 14$  mm (rotoli);
- uno pari al diametro massimo (barre e rotoli).

Per le verifiche periodiche della qualità e per le verifiche delle singole partite, non è richiesta la ripetizione delle prove di aderenza quando se ne possa determinare la rispondenza nei riguardi delle caratteristiche e delle misure geometriche, con riferimento alla serie di barre che hanno superato le prove stesse con esito positivo.

Con riferimento sia all'acciaio nervato che all'acciaio dentellato, per accertare la rispondenza delle singole partite nei riguardi delle proprietà di aderenza, si valuteranno su 3 campioni per ciascun diametro considerato, conformemente alle procedure riportate nella norma UNI EN ISO 15630-1:2010:

- il valore dell'area relativa di nervatura  $f_r$ , per l'acciaio nervato;
- il valore dell'area relativa di dentellatura  $f_p$ , per l'acciaio dentellato.

Il valore minimo di tali parametri è di seguito riportato:

**Tab. 11.3.VI b)**

		Barre	Rotoli
per $5 \leq \phi \leq 6$ mm	$f_r$ oppure $f_p \geq$	0.035	0.037
per $6 < \phi \leq 12$ mm	$f_r$ oppure $f_p \geq$	0.040	0.042
per $\phi > 12$ mm	$f_r$ oppure $f_p \geq$	0.056	0.059

Nel certificato di prova, oltre agli esiti delle verifiche di cui sopra, devono essere descritte le caratteristiche geometriche della sezione e delle nervature o delle dentellature.

Controlli sull'acciaio

#### Controllo di accettazione e della documentazione

In cantiere è ammessa esclusivamente la fornitura e l'impiego di acciai B450C saldabili e ad aderenza migliorata, qualificati e controllati secondo le procedure indicate nel D.M. 17/01/2018.

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori e devono essere effettuati, entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale, a cura di un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001. Essi devono essere eseguiti in ragione di 3 campioni ogni 30 t di acciaio impiegato della stessa classe proveniente dallo stesso stabilimento o Centro di trasformazione, anche se con forniture successive.

Il prelievo dei campioni va eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo ed alla identificazione dei provini mediante sigle, etichette indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare il riferimento a tale verbale.

La richiesta di prove al laboratorio incaricato deve essere sempre firmata dal Direttore dei Lavori, che rimane anche responsabile della trasmissione dei campioni. Il laboratorio incaricato di effettuare le prove provvede all'accettazione dei campioni accompagnati dalla lettera di richiesta sottoscritta dal direttore dei lavori. Il laboratorio verifica lo stato dei provini e la documentazione di riferimento ed in caso di anomalie riscontrate sui campioni oppure di mancanza totale o parziale degli strumenti idonei per la identificazione degli stessi, deve sospendere l'esecuzione delle prove e darne notizia al Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Il prelievo potrà anche essere eseguito dallo stesso laboratorio incaricato della esecuzione delle prove.

I laboratori devono conservare i campioni sottoposti a prova per almeno trenta giorni dopo l'emissione dei certificati di prova, in modo da consentirne l'identificabilità e la rintracciabilità. I campioni devono essere ricavati da barre di uno stesso diametro o della stessa tipologia (in termini di diametro e dimensioni) per reti e tralicci, e recare il marchio di provenienza. I valori di resistenza ed allungamento di ciascun campione, accertati in accordo le NTC-2018, da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti ad uno stesso diametro, devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nelle Tabelle seguenti, rispettivamente per barre e reti e tralicci:

**Tab. 11.3.VII a) – Valori di accettazione in cantiere – barre**

Caratteristica	Valore limite	Note
$f_y$ minimo	425 N/mm <sup>2</sup>	per acciai B450A e B450C
$f_y$ massimo	572 N/mm <sup>2</sup>	per acciai B450A e B450C
$A_{gt}$ minimo	$\geq 6,0\%$	per acciai B450C
$A_{gt}$ minimo	$\geq 2,0\%$	per acciai B450A
$f_t / f_y$	$1,13 \leq f_t / f_y \leq 1,37$	per acciai B450C
$f_t / f_y$	$f_t / f_y \geq 1,03$	per acciai B450A
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche	per acciai B450A e B450C

**Tab. 11.3.VII b) – Valori di accettazione in cantiere – reti e tralicci**

Caratteristica	Valore limite	Note
$f_y$ minimo	425 N/mm <sup>2</sup>	per acciai B450A e B450C
$f_y$ massimo	572 N/mm <sup>2</sup>	per acciai B450A e B450C
$A_{gt}$ minimo	$\geq 6,0\%$	per acciai B450C
$A_{gt}$ minimo	$\geq 2,0\%$	per acciai B450A
$f_t / f_y$	$1,13 \leq f_t / f_y \leq 1,37$	per acciai B450C
$f_t / f_y$	$f_t / f_y \geq 1,03$	per acciai B450A
Distacco del nodo	$\geq \text{Sez. nom. } \varnothing \text{ maggiore} \times 450 \times 25\%$	per acciai B450A e B450C

Qualora il risultato non sia conforme a quello dichiarato dal fabbricante, il direttore dei lavori dispone la ripetizione della prova su 6 ulteriori campioni dello stesso diametro. Ove anche da tale accertamento i limiti dichiarati non risultino rispettati, il controllo deve estendersi, previo avviso al fabbricante nel caso di fornitura di acciaio non lavorato presso un centro di trasformazione, o al centro di trasformazione, a 25 campioni, applicando ai dati ottenuti la formula generale valida per controlli sistematici in stabilimento (Paragrafo 11.3.2.10.1.3 delle NTC-2018). L'ulteriore risultato negativo comporta l'inidoneità della partita e la trasmissione dei risultati al fabbricante, nel caso di fornitura di acciaio non lavorato presso un centro di trasformazione, o al centro di trasformazione, che sarà tenuto a farli inserire tra i risultati dei controlli statistici della sua produzione.

Analoghe norme si applicano ai controlli di duttilità, aderenza e distacco al nodo saldato: un singolo risultato negativo sul primo prelievo comporta l'esame di sei nuovi campioni dello stesso diametro, un ulteriore singolo risultato negativo comporta l'inidoneità della partita.

Inoltre il direttore dei lavori deve comunicare il risultato anomalo al Servizio tecnico centrale.

I certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai devono riportare l'indicazione del marchio identificativo di cui al § 11.3.1.4 delle Norme tecniche, rilevato sui campioni da sottoporre a prova a cura del laboratorio incaricato dei controlli. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio tecnico centrale, di ciò deve essere riportata specifica annotazione sul certificato di prova.

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Qualora la fornitura di elementi sagomati o assemblati, provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso dei requisiti previsti al § 11.3.1.7 delle NTC-2018, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di accettazione prescritti al presente paragrafo. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore Tecnico del Centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove da effettuarsi presso il laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 incaricato delle prove di accettazione in cantiere, siano effettivamente quelli prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove contenente l'indicazione delle strutture cui si riferisce ciascun prelievo. In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del Direttore dei Lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi del D.M.17/01/2018 e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

I certificati emessi dai laboratori devono obbligatoriamente contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del Direttore dei Lavori che richiede la prova;
- la descrizione e l'identificazione dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni;
- i valori delle grandezze misurate e l'esito delle prove di piegamento.

I certificati devono riportare, inoltre, l'indicazione del marchio identificativo rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

Inoltre può essere richiesta la seguente documentazione aggiuntiva :

- certificato di collaudo tipo 3.1 in conformità alla norma UNI EN 10204;
- certificato Sistema Gestione Qualità UNI EN ISO 9001;
- certificato Sistema Gestione Ambientale UNI EN ISO 14001;
- dichiarazione di conformità al controllo radiometrico (può essere inserito nel certificato di collaudo tipo 3.1);
- polizza assicurativa per danni derivanti dal prodotto.



Valori limite per prove acciaio

Caratteristica	Valore Limite	Note
$f_y$ minimo	425 N/mm <sup>2</sup>	(450 – 25) N/mm <sup>2</sup>
$f_y$ massimo	572 N/mm <sup>2</sup>	[450x(1.25+0.02)] N/mm <sup>2</sup>
Agt minimo	≥ 5.0%	Per acciai laminati a caldo
Rottura/snervamento	$1.11 < f_t/f_y < 1.37$	Per acciai laminati a caldo
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche	Per tutti

Qualora la determinazione del valore di una quantità fissata in termini di valore caratteristico crei una controversia, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato.

Se un risultato è minore del valore caratteristico prescritto, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente. Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino.

Se i tre risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore caratteristico, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, dieci ulteriori provini devono essere prelevati da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio di cui all'art.59 del D.P.R. n.380/2001.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui 10 ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo secondo quanto sopra riportato. In caso contrario il lotto deve essere respinto.

Qualora all'interno della fornitura siano contenute anche reti elettrosaldate, il controllo di accettazione dovrà essere esteso anche a questi elementi. In particolare, a partire da tre differenti reti elettrosaldate verranno prelevati 3 campioni di dimensioni 100\*100 cm.

Il controllo di accettazione riguarderà la prova di trazione su uno spezzone di filo comprendente almeno un nodo saldato, per la determinazione della tensione di rottura, della tensione di snervamento e dell'allungamento; inoltre, dovrà essere effettuata la prova di resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo.

I controlli in cantiere sono facoltativi quando il prodotto utilizzato proviene da un Centro di trasformazione o luogo di lavorazione delle barre, nel quale sono stati effettuati tutti i controlli descritti in precedenza. In quest'ultimo caso, la spedizione del materiale deve essere accompagnata dalla certificazione attestante l'esecuzione delle prove di cui sopra.

Resta nella discrezionalità del Direttore dei Lavori effettuare tutti gli eventuali ulteriori controlli ritenuti opportuni (es. indice di aderenza, saldabilità).

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.

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"; in particolare si ha:

Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate

Diametro barra	Diametro minimo del mandrino per piegature, uncini e ganci
$\phi \leq 16$ mm	4 $\phi$
$\phi > 16$ mm	7 $\phi$

Deposito e conservazione in cantiere

Alla consegna in cantiere, l'Impresa appaltatrice 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.

h) Legnami

I legnami di qualunque specie da impiegarsi in opere stabili devono essere provveduti dalla più scelta qualità della categoria prescritta, diritti, sani, di fibra pure diritta e compatta, senza nodi o gruppi viziosi, scevri di fradiciume, fenditure e di qualunque altro difetto nocivo alla esecuzione, alla resistenza e durata delle opere.

I legnami devono essere atterrati nella stagione più propizia a norma della loro essenza, tagliati almeno da un anno, salvo quelli destinati ad opere di fondazione, che a seconda della loro specie e delle circostanze possono essere di taglio più recente: i legnami per i pali di fondazione debbono essere di fresco taglio.

I legnami destinati alla costruzione dei serramenti, dei pavimenti ed altre simili opere minute o di finimento, devono avere per lo meno tre anni di sega.

Il tavolame deve essere ricavato dalle travi più diritte affinché le fibre non riescano tagliate dalla segatura e non si ritirino nelle connessioni.

I legnami rotondi devono essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e congruati alla superficie ricadendone i nodi, la differenza tra i diametri delle estremità non deve oltrepassare i 15 millesimi della loro lunghezza, né il quarto del maggiore dei due diametri.

Nei legnami grossamente squadrati od a spigolo smussato, l'alburno in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale.

I legnami a spigolo vivo devono essere lavorati e squadrati a sega con diverse facce esattamente spianate e senza rientranze o risalti e con spigoli tirati a filo vivo, senza alburno, né smussi di sorta, neppure minimi.

Per le altre caratteristiche valgono le «Norme per l'accettazione dei legnami» approvate con D.M. 30.12.1912 e le norme UNI vigenti.

#### i) Idrofughi

Gli idrofughi da aggiungere alle malte, dovranno dare agli intonaci una efficiente e dura idrorepellenza che, pur respingendo l'acqua, mantenga agli intonaci la loro porosità; non dovranno avere nessuna influenza sulle qualità meccaniche e sul tempo di presa delle malte, né dovranno modificare l'aspetto ed il colore degli intonaci; dovranno essere appropriati alle qualità di malta cui andranno addizionati.

Nell'uso degli idrofughi dovranno essere rispettati i suggerimenti di applicazione indicati dalle rispettive Ditte produttrici.

La marca e la qualità degli idrofughi dovranno essere preventivamente comunicate per iscritto al Direttore dei Lavori, allegando le note esplicative fornite dalla ditta produttrice.

Al Direttore dei Lavori è riservata la facoltà di approvare o meno il tipo di idrofugo da impiegare, restando però all'Appaltatore stesso la responsabilità della eventuale non idoneità dell'idrofugo agli usi cui è destinato e della perfetta riuscita del lavoro sotto ogni riguardo.

L'idrofugo dovrà pervenire in cantiere in recipienti o confezioni originali e con l'indicazione della qualità, della marca e della Ditta produttrice.

I recipienti o le confezioni dovranno essere aperti solamente al momento dell'impiego del materiale, pertanto è vietato l'impiego di materiale contenuto in recipienti o confezioni comunque manomessi; questi recipienti o confezioni dovranno essere allontanati subito dal cantiere.

l) Le caratteristiche e le modalità di impiego nei conglomerati cementizi armati degli acciai ad aderenza migliorata dovranno comunque rispondere ai disposti del Testo unico edilizia (DPR 380 del 2001).

### **Caratteristiche del Calcestruzzo allo stato fresco ed indurito**

#### Le classi di resistenza

Per le classi di resistenza normalizzate per calcestruzzo normale si può fare utile riferimento a quanto indicato nelle norme UNI EN 206 e nella UNI 11104. Ai fini della valutazione del comportamento e della resistenza delle strutture in calcestruzzo, questo viene titolato ed identificato mediante la classe di resistenza contraddistinta dai valori caratteristici delle resistenze cilindrica e cubica a compressione uniassiale, misurate rispettivamente su provini cilindrici (o prismatici) e cubici, espressa in MPa. Sulla base della denominazione normalizzata vengono definite nelle NTC-2018 le seguenti classi di resistenza:

Tab. 4.1.1 – Classi di resistenza

Classe di resistenza
C8/10
C12/15
C16/20
C20/25
C25/30
C30/37
C35/45
C40/50
C45/55
C50/60
C55/67
C60/75
C70/85
C80/95
C90/105

La classe di resistenza è contraddistinta dai valori caratteristici delle resistenze cubica  $R_{ck}$  e cilindrica  $f_{ck}$  a compressione uniassiale, misurate rispettivamente su cubi di spigolo 150 mm e su cilindri di diametro 150 mm e di altezza 300 mm.

Reologia degli impasti e granulometria degli aggregati

Per il confezionamento del calcestruzzo dovranno essere impiegati aggregati appartenenti a non meno di due classi granulometriche diverse. La percentuale di impiego di ogni singola classe granulometrica verrà stabilita dal produttore con l'obiettivo di conseguire i requisiti di lavorabilità e di resistenza alla segregazione di cui ai paragrafi 2.4 e 2.5 che seguono. La curva granulometrica ottenuta dalla combinazione degli aggregati disponibili, inoltre, sarà quella capace di soddisfare le esigenze di posa in opera richieste dall'impresa (ad esempio, pompabilità), e quelle di resistenza meccanica a compressione e di durabilità richieste per il conglomerato.

La dimensione massima dell'aggregato dovrà essere non maggiore di  $\frac{1}{4}$  della sezione minima dell'elemento da realizzare, dell'interfero ridotto di 5 mm, dello spessore del copriferro aumentato del 30% (in accordo anche con quanto stabilito dagli Eurocodici).

Rapporto acqua/cemento

Il quantitativo di acqua efficace da prendere in considerazione nel calcolo del rapporto a/c equivalente è quello realmente a disposizione dell'impasto, dato dalla somma di:

(a<sub>aggr</sub>) => quantitativo di acqua ceduto o sottratto dall'aggregato se caratterizzato rispettivamente da un tenore di umidità maggiore o minore dell'assorbimento (tenore di umidità che individua la condizione di saturo a superficie asciutta);

(a<sub>add</sub>) => aliquota di acqua introdotta tramite gli additivi liquidi (se utilizzati in misura superiore a 3 l/m<sup>3</sup>) o le aggiunte minerali in forma di slurry;

(a<sub>gh</sub>) => aliquota di acqua introdotta tramite l'utilizzo di chips di ghiaccio;

(a<sub>m</sub>) => aliquota di acqua introdotta nel mescolatore/betoniera;

ottenendo la formula:

$$a_{eff} = a_m + a_{agg} + a_{add} + a_{gh}$$

Il rapporto acqua/cemento sarà quindi da considerarsi come un rapporto acqua/cemento equivalente individuato dall'espressione più generale:

$$\left(\frac{a}{c}\right)_{eq} = \frac{a_{eff}}{(c + K_{cv} * cv + K_{fs} * fs)}$$

nella quale vengono considerate le eventuali aggiunte di ceneri volanti o fumi di silice all'impasto nell'impianto di betonaggio.

I termini utilizzati sono:

c => dosaggio per m<sup>3</sup> di impasto di cemento;

cv => dosaggio per m<sup>3</sup> di impasto di cenere volante;

fs => dosaggio per m<sup>3</sup> di impasto di fumo di silice;

K<sub>cv</sub> ; K<sub>fs</sub> => coefficienti di equivalenza rispettivamente della cenere volante e del fumo di silice desunti dalla norma UNI-EN 206-1 ed UNI 11104 (vedi paragrafi 2.2.1 e 2.2.2).

Lavorabilità

Il produttore del calcestruzzo dovrà adottare tutti gli accorgimenti in termini di ingredienti e di composizione dell'impasto per garantire che il calcestruzzo possieda al momento della consegna del calcestruzzo in cantiere la lavorabilità prescritta e riportata per ogni specifico conglomerato.

Salvo diverse specifiche e/o accordi con il produttore del conglomerato la lavorabilità al momento del getto verrà controllata all'atto del prelievo dei campioni per i controlli d'accettazione della resistenza caratteristica convenzionale a compressione secondo le indicazioni riportate sulle Norme Tecniche sulle Costruzioni. La misura della lavorabilità verrà condotta in accordo alla UNI-EN 206-1 dopo aver proceduto a scaricare dalla betoniera almeno 0.3 mc di calcestruzzo. In accordo con le specifiche di capitolato la misura della lavorabilità potrà essere effettuata mediante differenti metodologie. In particolare la lavorabilità del calcestruzzo può essere definita mediante:

- Il valore dell'abbassamento al cono di Abrams (UNI-EN 12350-2) che definisce la classe di consistenza o uno slump di riferimento oggetto di specifica;
- la misura del diametro di spandimento alla tavola a scosse (UNI-EN 12350-5).

Salvo strutture da realizzarsi con particolari procedimenti di posa in opera (pavimentazioni a casseri scorrevoli, manufatti estrusi, etc.) o caratterizzate da geometrie particolari (ad esempio, travi di tetti a falde molto inclinate) non potranno essere utilizzati calcestruzzi con classe di consistenza inferiore ad S4/F4.

Sarà cura del fornitore 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. Trascorso questo tempo sarà l'impresa esecutrice responsabile della eventuale minore lavorabilità rispetto a quella prescritta. Il calcestruzzo con la lavorabilità inferiore a quella prescritta potrà essere a discrezione della D.L. :

- respinto (l'onere della fornitura in tal caso spetta all'impresa esecutrice);
- accettato se esistono le condizioni, in relazione alla difficoltà di esecuzione del getto, per poter conseguire un completo riempimento dei casseri ed una completa compattazione.

Il tempo massimo consentito dalla produzione dell'impasto in impianto al momento del getto non dovrà superare i 90 minuti e sarà onere del produttore riportare nel documento di trasporto l'orario effettivo di fine carico della betoniera in impianto. Si potrà operare in deroga a questa prescrizione in casi eccezionali quando i tempi di trasporto del calcestruzzo dalla Centrale di betonaggio al cantiere dovessero risultare superiori ai 75 minuti. In questa evenienza si potrà utilizzare il conglomerato fino a 120 minuti dalla miscelazione dello stesso in impianto purché lo stesso possieda i requisiti di lavorabilità prescritti. Inoltre, in questa evenienza dovrà essere accertato preliminarmente dal produttore e valutato dalla D.L. che le resistenze iniziali del conglomerato cementizio non siano penalizzate a causa di dosaggi elevati di additivi ritardanti impiegati per la riduzione della perdita di lavorabilità.

Acqua di bleeding

L'essudamento di acqua dovrà risultare non superiore allo 0,1% in conformità alla norma UNI 7122.

Contenuto d'aria

Contestualmente alla misura della lavorabilità del conglomerato (con frequenza diversa da stabilirsi con il fornitore del conglomerato) dovrà essere determinato il contenuto di aria nel calcestruzzo in accordo alla procedura descritta alla norma UNI EN 12350-7 basata sull'impiego del porosimetro. Il contenuto di aria in ogni miscela prodotta dovrà essere conforme a quanto indicato nella tabella 3.1 (in funzione del diametro massimo dell'aggregato e dell'eventuale esposizione alla classe XF: strutture soggette a cicli di gelo/disgelo in presenza o meno di sali disgelanti).

Prescrizioni per la durabilità

Ogni calcestruzzo dovrà soddisfare i seguenti requisiti di durabilità in accordo con quanto richiesto dalle norme UNI 11104 e UNI EN 206 -1 e dalle Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale in base alla classe (alle classi) di esposizione ambientale della struttura cui il calcestruzzo è destinato:

- rapporto (a/c)max;
- classe di resistenza caratteristica a compressione minima;
- classe di consistenza;
- aria inglobata o aggiunta (solo per le classi di esposizione XF2, XF3, XF4);
- contenuto minimo di cemento;
- tipo di cemento (se necessario);
- classe di contenuto di cloruri calcestruzzo;
- D.max dell'aggregato;
- copriferro minimo.

Tipi di conglomerato cementizio

Sarà compilata una tabella sull'esempio di quella sottostante, contenente i vari tipi di conglomerato impiegati, le loro caratteristiche prestazionali e la loro destinazione.

Fac-simile di tabella da utilizzare per la classificazione dei diversi tipi di calcestruzzo.

prospetto 5 Valori limite per la composizione e le proprietà del calcestruzzo																		
Classi di esposizione																		
UNI 11104:2016	Nessun rischio di corrosione dell'armatura	Corrosione delle armature indotte dalla carbonatazione					Corrosione delle armature indotte da cloruri					Attacchi da cicli di gelo/sgelo				Ambiente aggressivo per attacco chimico		
		Corrosione delle armature indotte dalla carbonatazione					Corrosione delle armature indotte da cloruri					Attacchi da cicli di gelo/sgelo						
		Corrosione delle armature indotte dalla carbonatazione					Corrosione delle armature indotte da cloruri					Attacchi da cicli di gelo/sgelo						
		XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
Massimo rapporto a/c	-	0,60	0,55	0,55	0,50	0,50	0,45		0,55	0,50	0,45	0,50	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45
Minima classe di resistenza	C12/15	C25/30	C30/37	C32/40	C32/40	C32/40	C35/45		C30/37	C32/40	C35/45	C32/40	C25/30		C30/37	C30/37	C32/40	C35/45
Minimo contenuto in cemento (kg/m³)	-	300	320	320	340	340	360		320	340	360	320	340		360	320	340	360
Contenuto minimo in aria (%)												b)		4,0 a)				
Altri requisiti							E richiedo l'utilizzo di cementi resistenti all'acqua di mare a secondo UNI 9156								E richiedo l'utilizzo di aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/sgelo	In caso di esposizione a terreno o acqua dal terreno contenente solati nel limite del prospetto 2 della all'acqua di mare adeguata resistenza al UNI EN 206:2014, è richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solati c)		

a) Quando il calcestruzzo non contiene aria inglobata, le sue prestazioni devono essere verificate rispetto ad un calcestruzzo aereo per il quale è prevista la resistenza al gelo/sgelo, da determinarsi secondo UNI CEI-EN 12600-9, UNI CEI-EN 15177 o UNI 7087 per la relativa classe di esposizione. Il valore minimo di aria inglobata del 4% può ritenersi adeguato per calcestruzzi specificati con b) Duppi per x20mm; per Duppi inferiori limite minimo ancora opportunamente aumentato (ad esempio 5% per Duppi tra 12 mm e 16 mm).

c) Cementi resistenti ai solati sono definiti dalla UNI EN 197-1 e su base nazionale dalla UNI 9156. La UNI 9156 classifica i cementi resistenti ai solati in tre classi: moderata, alta e altissima resistenza solatica. La classe di resistenza solatica del cemento deve essere prescritta in relazione alla classe di esposizione del calcestruzzo secondo il criterio di corrispondenza della UNI 11117-1.

d) Quando si applica il concetto di valore i, il rapporto minimo di cemento sono calcolati in conformità al punto 5.2.2.

Le miscele, se prodotte con un processo industrializzato, di cui meglio si specifica nel paragrafo successivo, non necessitano di alcuna qualifica preliminare che si richiede invece per conglomerati prodotti senza processo industrializzato.

### Prova dei materiali da costruzione

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal presente capitolato speciale d'appalto, sono disposti dalla direzione dei lavori, imputando la spesa a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico dei lavori in appalto. Per le stesse prove la direzione dei lavori provvederà al prelievo del relativo campione ed alla redazione di apposito verbale di prelievo redatto alla presenza dell'impresa; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali riporterà espresso riferimento a tale verbale.

La direzione dei lavori potrà disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte dal presente capitolato speciale d'appalto ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese saranno poste a carico dell'appaltatore.

Per le opere strutturali le verifiche tecniche dovranno essere condotte in applicazione delle norme tecniche emanate con D.M 17 gennaio 2018.

### Muratura a secco e riempimento di pietrame a secco e vespai

I muri a secco devono eseguirsi con pietre il più possibile di forma regolare, collegate nel miglior modo fra loro rinzeppandone i vani con scaglie conficcate con il martello, e scegliendo per le facce viste e specialmente per coronamento le pietre di maggiori dimensioni con rientranza non minore di cm 30. Il parametro delle facce viste deve essere eseguito a superficie regolare secondo le forme prescritte, cercando di limitare, il più possibile, i vani fra le pietre, e riempiendo i vani stessi con le scaglie battute con il martello.

I riempimenti di pietrame a secco per le fognature, banchettoni di consolidamento e simili devono essere formati con pietre da collocarsi in opera ad una ad una, sistemandole a mano.

I vespai, sottoplatee, pavimenti e simili devono essere costruiti con pietrame a secco assestato a mano in mutuo contrasto, i cui vuoti devono essere in comunicazione con l'esterno attraverso fori nei muri perimetrali.

### Composizione delle malte

Le prestazioni meccaniche di una malta sono definite mediante la sua resistenza media a compressione  $f_m$ . La classe di una malta è definita da una sigla costituita dalla lettera M seguita da un numero che indica la resistenza  $f_m$  espressa in N/mm<sup>2</sup> secondo la seguente tabella:

**Tab. 11.10.II - Classi di malte a prestazione garantita**

Classe	M 2,5	M 5	M 10	M 15	M 20	M d
Resistenza a compressione N/mm <sup>2</sup>	2,5	5	10	15	20	d

**d** è una resistenza a compressione maggiore di 25 N/mm<sup>2</sup> dichiarata dal fabbricante

Per l'impiego in muratura portante non sono ammesse malte con resistenza  $f_m < 2,5$  N/mm<sup>2</sup>.

Per garantire la durabilità è necessario che i componenti la miscela rispondano ai requisiti contenuti nelle norme UNI EN 1008:2003 (acqua di impasto), nelle norme europee armonizzate UNI EN 13139 (aggregati per malta) e UNI EN 13055 (aggregati leggeri).

Le malte possono essere prodotte in fabbrica oppure prodotte in cantiere mediante la miscelazione di sabbia, acqua ed altri componenti leganti.

Le malte per muratura prodotte in fabbrica devono essere specificate o come malte a prestazione garantita oppure come malte a composizione prescritta. La composizione delle malte per muratura prodotte in cantiere deve essere definita dalle specifiche del progetto.

#### - MALTE A PRESTAZIONE GARANTITA

La malta a prestazione garantita deve essere specificata per mezzo della classe di resistenza a compressione con riferimento alla classificazione riportata nella tabella 11.10.II.

Le modalità per la determinazione della resistenza a compressione delle malte sono riportate nella UNI EN 1015-11:2007.

La malta per muratura portante deve garantire prestazioni adeguate al suo impiego in termini di durabilità e di prestazioni meccaniche e deve essere conforme alla norma europea armonizzata UNI EN 998-2 e, secondo quanto specificato nelle NTC (per i materiali e prodotti per i quali sia disponibile, per l'uso strutturale previsto, una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato su GUUE), al termine del periodo di coesistenza il loro impiego nelle opere è possibile soltanto se corredati della "Dichiarazione di Prestazione" e della Marcatura CE, prevista al Capo II del Regolamento UE 305/2011, recare la Marcatura CE, secondo il sistema di Valutazione e Verifica della Costanza della Prestazione indicato nella seguente tabella:

**Tab. 11.10.III**

Specifica Tecnica Europea di Riferimento	Uso Previsto	Sistema di Valutazione e Verifica della Costanza della Prestazione
Malta per murature UNI EN 998-2	Usi strutturali	2+

**- MALTE A COMPOSIZIONE PRESCRITTA**

Per le malte a composizione prescritta le proporzioni di composizione in volume o in massa di tutti i costituenti devono essere dichiarate dal fabbricante.

La resistenza meccanica dovrà essere verificata mediante prove sperimentali svolte in accordo con le UNI EN 1015-11:2007.

Le malte a composizione prescritta devono inoltre rispettare le indicazioni riportate nella norma europea armonizzata UNI EN 998-2 secondo il sistema di valutazione e verifica della costanza della prestazione:

**Tab. 11.10.IV**

Specifica Tecnica Europea di Riferimento	Uso Previsto	Sistema di Valutazione e Verifica della Costanza della Prestazione
Malta per murature UNI EN 998-2	Usi strutturali e non	4

Il sistema di attestazione della conformità delle malte, ma in generale di tutti i prodotti da costruzione, è indicato nel Decreto Legislativo 16 giugno 2017, n. 106 - Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE.

I tipi di malta e le loro classi sono definite in rapporto alla composizione in volume secondo le seguenti tabelle:

Classi e tipi di malta (dalle NTC-2018)

**Tab. 11.10.V - Corrispondenza tra classi di resistenza e composizione in volume delle malte**

Classe	Tipo di malta	Composizione				
		Cemento	Calce aerea	Calce idraulica	Sabbia	Pozzolana
M 2,5	Idraulica	–	–	1	3	–
M 2,5	Pozzolonica	–	1	–	–	3
M 2,5	Bastarda	1	–	2	9	–
M 5	Bastarda	1	–	1	5	–
M 8	Cementizia	2	–	1	8	–
M 12	Cementizia	1	–	–	3	–

Rapporti di miscela delle malte (AITEC)

Tipo di malta	Rapporti in volume	Quantità per 1 m³ di malta (kg)
Calce idrata,sabbia	1: 3,5	142-1300
	1: 4,5	110-1300
Calce idraulica, sabbia	1:3	270-1300
	1:4	200-1300
Calce eminentemente idraulica, sabbia	1:3	330-1300
	1:4	250-1300
Calce idrata, cemento, sabbia	2:1:8	125-150-1300
	2:1:9	110-130-1300
Cemento, sabbia	1:3	400-1300
	1:4	300-1300

Alla malta cementizia si può aggiungere una piccola quantità di calce aerea con funzione plastificante.

Malte di diverse proporzioni nella composizione confezionate anche con additivi, preventivamente sperimentate, possono essere ritenute equivalenti a quelle indicate qualora la loro resistenza media a compressione risulti non inferiore ai valori seguenti:

- 12 N/mm<sup>2</sup> per l'equivalenza alla malta M1
- 8 N/mm<sup>2</sup> per l'equivalenza alla malta M2
- 5 N/mm<sup>2</sup> per l'equivalenza alla malta M3
- 2,5 N/mm<sup>2</sup> per l'equivalenza alla malta M4

#### Malte premiscelate

L'impiego di malte premiscelate e pronte per l'uso è consentito purché ogni fornitura sia accompagnata da una dichiarazione del fornitore attestante il gruppo della malta, il tipo e la quantità dei leganti e degli eventuali additivi.

Ove il tipo di malta non rientri tra quelli appresso indicati il fornitore dovrà certificare con prove ufficiali anche le caratteristiche di resistenza della malta stessa.

#### Malte speciali

Le malte speciali a base cementizia (espansive, autoportanti, antiritiro, ecc.) composte da cementi ad alta resistenza, inerti, silice, additivi, da impiegarsi nei ripristini di elementi strutturali in c.a., impermeabilizzazioni, iniezioni armate, devono possedere le caratteristiche indicate nel progetto esecutivo, in caso di applicazione di prodotti equivalenti gli stessi devono essere accettati ed autorizzati dalla direzione dei lavori.

Per qualunque contestazione si rimanda alle prescrizioni delle seguenti norme:

- UNI 8993 - Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Definizione e classificazione;
- UNI 8994 - Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Controllo dell'idoneità;
- UNI 8995 - Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Determinazione della massa volumica della malta fresca;
- UNI 8996 - Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Determinazione dell'espansione libera in fase plastica;
- UNI 8997 - Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Malte superfluide. Determinazione della consistenza mediante cabaletta;
- UNI 8998 - Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata;
- UNI EN 12190 - Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo. Metodi di prova. Determinazione della resistenza a compressione delle malte da riparazione.

#### Metodi di prova delle malte cementizie

Sulle malte cementizie la direzione dei lavori può fare eseguire le seguenti prove:

- UNI 7044 - Determinazione della consistenza delle malte cementizie mediante l'impiego di tavola a scosse;
- UNI EN 1015-1 - Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della distribuzione granulometrica (mediante stacciatura);
- UNI EN 1015-2 - Metodi di prova per malte per opere murarie. Campionamento globale e preparazione delle malte di prova;
- UNI EN 1015-3 - Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della consistenza della malta fresca (mediante tavola a scosse);
- UNI EN 1015-4 - Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della consistenza della malta fresca (mediante penetrazione della sonda);
- UNI EN 1015-6 - Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della massa volumica apparente della malta fresca;
- UNI EN 1015-7 - Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione del contenuto d'aria della malta fresca;
- UNI EN 1015-19 - Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della permeabilità al vapore d'acqua delle malte da intonaco indurite;
- UNI ENV 1170-8 - Malte e paste di cemento rinforzate con fibre di vetro (GRC). Prova mediante cicli climatici.



## Opere e strutture in calcestruzzo: esecuzione e consolidamento

### Qualifica del conglomerato cementizio

In accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni per la produzione del calcestruzzo si possono configurare due differenti possibilità:

- 1) calcestruzzo prodotto senza processo industrializzato.
- 2) calcestruzzo prodotto con processo industrializzato;

Il caso 1) si verifica nella produzione limitata di calcestruzzo direttamente effettuata in cantiere mediante processi di produzione temporanei e non industrializzati. In tal caso la produzione deve essere effettuata sotto la diretta vigilanza del Direttore dei Lavori. Il D.M. 14/09/2006 prevede, in questo caso, la qualificazione iniziale delle miscele per mezzo della “Valutazione preliminare della Resistenza” (par. 11.2.3 delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018) effettuata sotto la responsabilità dell'appaltatore o committente, prima dell'inizio della costruzione dell'opera, attraverso idonee prove preliminari atte ad accertare la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato che verrà utilizzata per la costruzione dell'opera. La qualificazione iniziale di tutte le miscele utilizzate deve effettuarsi per mezzo di prove certificate da parte dei laboratori di cui all'art.59 del D.P.R. n.380/2001 (Laboratori Ufficiali).

Nella relazione di prequalifica, nel caso di calcestruzzo prodotti senza processo industrializzato l'appaltatore dovrà fare esplicito riferimento a:

- materiali che si intendono utilizzare, indicandone provenienza, tipo e qualità;
- documenti sulla marcatura CE dei materiali costituenti;
- massa volumica reale s.s.a. e assorbimento, per ogni classe di aggregato, valutati secondo la Norma UNI 8520 parti 13a e 16a;
- studio granulometrico per ogni tipo e classe di calcestruzzo;
- tipo, classe e dosaggio del cemento;
- rapporto acqua-cemento;
- massa volumica del calcestruzzo fresco e calcolo della resa;
- classe di esposizione ambientale a cui è destinata la miscela;
- tipo e dosaggio degli eventuali additivi;
- proporzionamento analitico della miscela e resa volumetrica;
- classe di consistenza del calcestruzzo;
- risultati delle prove di resistenza a compressione;
- curve di resistenza nel tempo (almeno per il periodo 2-28 giorni);
- caratteristiche dell'impianto di confezionamento e stato delle tarature;
- sistemi di trasporto, di posa in opera e maturazione dei getti.

Il caso 2) è trattato dal D.M. 17/01/2018 al punto 11.2.8 che definisce come “calcestruzzo prodotto con processo industrializzato” quello prodotto mediante impianti, strutture e tecniche organizzate sia in un cantiere che in uno stabilimento esterno al cantiere stesso.

Di conseguenza in questa fattispecie rientrano, a loro volta, tre tipologie di produzione del calcestruzzo:

- calcestruzzo prodotto in impianti industrializzati fissi;
- calcestruzzo prodotto negli stabilimenti di prefabbricazione;
- calcestruzzo prodotto in impianti industrializzati installati nei cantieri (temporanei).

In questi casi gli impianti devono essere idonei ad una produzione costante, disporre di apparecchiature adeguate per il confezionamento, nonché di personale esperto e di attrezzature idonee a provare, valutare e correggere la qualità del prodotto.

Al fine di contribuire a garantire quest'ultimo punto, gli impianti devono essere dotati di un sistema di controllo permanente della produzione allo scopo di assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Tale sistema di controllo non deve confondersi con l'ordinario sistema di gestione della qualità aziendale, al quale può affiancarsi.

Il sistema di controllo della produzione in fabbrica dovrà essere certificato da un organismo terzo indipendente di adeguata competenza e organizzazione, che opera in coerenza con la UNI EN 45012. A riferimento per tale certificazione devono essere prese le Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici allo scopo di ottenere un calcestruzzo di adeguate caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche.

Il sistema di controllo di produzione in fabbrica dovrà comprendere le prove di autocontrollo, effettuate a cura del produttore secondo quanto previsto dalle Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato. L'organismo di certificazione dovrà, nell'ambito dell'ispezione delle singole unità produttive, verificare anche i laboratori utilizzati per le prove di autocontrollo interno. In virtù di tale verifica e sorveglianza del controllo di produzione le prove di autocontrollo della produzione sono sostitutive di quelle effettuate dai laboratori ufficiali.

Il programma delle prove di autocontrollo deve essere sviluppato in maniera tale da assicurare il rispetto dei disposti normativi per le numerose miscele prodotte, ma essere nel contempo contenuto in maniera tale da agevolare l'applicazione, in virtù dell'elevato numero delle miscele prodotte in generale in un impianto di calcestruzzo preconfezionato.

È compito della Direzione Lavori accertarsi che i documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere indichino gli estremi della certificazione del sistema di controllo della produzione.

Ove opportuno il Direttore dei Lavori potrà richiedere la relazione preliminare di qualifica ed i relativi allegati (es. certificazione della marcatura CE degli aggregati, del cemento, etc.).

Posa in opera del calcestruzzo

Al momento della messa in opera del conglomerato è obbligatoria la presenza di almeno un membro dell'ufficio della direzione dei lavori incaricato a norma di legge e di un responsabile tecnico dell'Impresa appaltatrice. Nel caso di opere particolari, soggette a sorveglianza da parte di Enti ministeriali la confezione dei provini verrà effettuata anche alla presenza dell'Ingegnere incaricato della sorveglianza in cantiere.

Prima di procedere alla messa in opera del calcestruzzo, sarà necessario adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare qualsiasi sottrazione di acqua dall'impasto. In particolare, in caso di casseforme in legno, andrà eseguita un'accurata bagnatura delle superfici.

È proibito eseguire il getto del conglomerato quando la temperatura esterna scende al di sotto dei +5° C se non si prendono particolari sistemi di protezione del manufatto concordati e autorizzati dalla D.L. anche qualora la temperatura ambientale superi i 33° C.

Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme si effettua applicando tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione.

L'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, indipendentemente dal sistema di movimentazione e getto, non deve eccedere i 50 centimetri; si utilizzerà un tubo di getto che si accosti al punto di posa o, meglio ancora, che si inserisca nello strato fresco già posato e consenta al calcestruzzo di rifluire all'interno di quello già steso.

Per la compattazione del getto verranno adoperati vibratori a parete o ad immersione. Nel caso si adoperi il sistema di vibrazione ad immersione, l'ago vibrante deve essere introdotto verticalmente e spostato, da punto a punto nel calcestruzzo, ogni 50 cm circa; la durata della vibrazione verrà protratta nel tempo in funzione della classe di consistenza del calcestruzzo.

Relazione tra classe di consistenza e tempo di vibrazione del conglomerato

Classe di consistenza	Tempo minimo di immersione dell'ago nel calcestruzzo (s)
S1	25 - 30
S2	20 - 25
S3	15 - 20
S4	10 - 15
S5	5 - 10
F6	0 - 5
SCC	Non necessita compattazione (salvo indicazioni specifiche della D.L.)

Nel caso siano previste riprese di getto sarà obbligo dell'appaltatore procedere ad una preliminare rimozione, mediante scarifica con martello, dello strato corticale di calcestruzzo già parzialmente indurito. Tale superficie, che dovrà possedere elevata rugosità (asperità di circa 5 mm) verrà opportunamente pulita e bagnata per circa due ore prima del getto del nuovo strato di calcestruzzo.

Qualora alla struttura sia richiesta la tenuta idraulica, lungo la superficie scarificata verranno disposti dei giunti "water-stop" in materiale bentonitico idroespansivo. I profili "water-stop" 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.

È obbligo della D.L. verificare la corretta esecuzione delle operazioni sopra riportate.

Tolleranze esecutive

Nelle opere finite gli scostamenti ammissibili (tolleranze) rispetto alle dimensioni e/o quote dei progetti sono riportate di seguito per i vari elementi strutturali:

Fondazioni: plinti, platee, solettoni ecc:

- posizionamento rispetto alle coordinate di progetto  $S = \pm 3.0\text{cm}$
- dimensioni in pianta  $S = - 3.0\text{ cm o } + 5.0\text{ cm}$
- dimensioni in altezza (superiore)  $S = - 0.5\text{ cm o } + 3.0\text{ cm}$
- quota altimetrica estradosso  $S = - 0.5\text{ cm o } + 2.0\text{ cm}$
- Strutture in elevazione: pile, spalle, muri ecc.:
- posizionamento rispetto alle coordinate degli allineamenti di progetto  $S = \pm 2.0\text{ cm}$
- dimensione in pianta (anche per pila piena)  $S = - 0.5\text{ cm o } + 2.0\text{ cm}$
- spessore muri, pareti, pile cave o spalle  $S = - 0.5\text{ cm o } + 2.0\text{ cm}$
- quota altimetrica sommità  $S = \pm 1.5\text{ cm}$
- verticalità per  $H \leq 600\text{ cm}$   $S = \pm 2.0\text{ cm}$
- verticalità per  $H > 600\text{ cm}$   $S = \pm H/12$
- Solette e solettoni per impalcati, solai in genere:
- spessore:  $S = -0.5\text{ cm o } + 1.0\text{ cm}$
- quota altimetrica estradosso:  $S = \pm 1.0\text{ cm}$
- Vani, cassette, inserterie:
- posizionamento e dimensione vani e cassette:  $S = \pm 1.5\text{ cm}$
- posizionamenti inserti (piastre boccole):  $S = \pm 1.0\text{ cm}$

In ogni caso gli scostamenti dimensionali negativi non devono ridurre i copriferri minimi prescritti dal progetto.

#### Casseforme

Per tali opere provvisorie l'appaltatore comunicherà preventivamente alla direzione dei lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando l'esclusiva responsabilità dell'appaltatore stesso per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere provvisorie e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle. Il sistema prescelto dovrà comunque essere atto a consentire la realizzazione delle opere in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Nella progettazione e nella esecuzione delle armature di sostegno delle centinature e delle attrezzature di costruzione, l'appaltatore è tenuto a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in particolare:

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tranvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprassuolo o di sottosuolo.

Tutte le attrezzature dovranno essere dotate degli opportuni accorgimenti affinché, in ogni punto della struttura, la rimozione dei sostegni sia regolare ed uniforme.

#### Caratteristiche delle casseforme

Per quanto riguarda le casseforme viene prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompresi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ad essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle opere e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.

Nel caso di eventuale utilizzo di casseforme in legno, si dovrà curare che le stesse siano eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto. In ogni caso l'appaltatore avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti conformi alla norma UNI 8866. Le parti componenti i casseri debbono essere a perfetto contatto e sigillate con idoneo materiale per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia.

Nel caso di cassetatura a perdere, inglobata nell'opera, occorre verificare la sua funzionalità, se è elemento portante, e che non sia dannosa, se è elemento accessorio.

#### Pulizia e trattamento

Prima del getto le casseforme dovranno essere pulite per l'eliminazione di qualsiasi traccia di materiale che possa compromettere l'estetica del manufatto quali polvere, terriccio etc. Dove e quando necessario si farà uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui, su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto.

Nel caso di utilizzo di casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata e la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

#### Predisposizione di fori, tracce e cavità

L'appaltatore avrà l'obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, etc. per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, etc..

#### Disarmo

Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme dai getti quando saranno state raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'appaltatore dovrà attenersi a quanto stabilito all'interno delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17/01/2018).

Le eventuali irregolarità o sbavature, qualora ritenute tollerabili, dovranno essere asportate mediante scarifica meccanica o manuale ed i punti difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo, previa bagnatura a rifiuto delle superfici interessate.

Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, dovranno essere tagliati almeno 0.5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento.

#### Getti faccia a vista

I casseri devono essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito.

Apposite matrici potranno essere adottate se prescritte in progetto per l'ottenimento di superfici a faccia vista con motivi o disegni in rilievo.

I disarmanti non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio.

Qualora si realizzino conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, l'uso dei disarmanti sarà subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto usato non alteri il colore.

Le riprese di getto saranno delle linee rette e, qualora richiesto dalla D.L., saranno marcate con gole o risalti di profondità o spessore di 2-3 cm., che all'occorrenza verranno opportunamente sigillati.

#### Stagionatura

Il calcestruzzo, al termine della messa in opera e successiva compattazione, deve essere stagionato e protetto dalla rapida evaporazione dell'acqua di impasto e dall'essiccamento degli strati superficiali (fenomeno particolarmente insidioso in caso di elevate temperature ambientali e forte ventilazione). Per consentire una corretta stagionatura è necessario mantenere costantemente umida la struttura realizzata; l'appaltatore è responsabile della corretta esecuzione della stagionatura che potrà essere condotta mediante:

- la permanenza entro casseri del conglomerato;
- l'applicazione, sulle superfici libere, di specifici film di protezione mediante la distribuzione nebulizzata di additivi stagionanti (agenti di curing);
- l'irrorazione continua del getto con acqua nebulizzata;
- la copertura delle superfici del getto con fogli di polietilene, sacchi di iuta o tessuto non tessuto mantenuto umido in modo che si eviti la perdita dell'acqua di idratazione;
- la creazione attorno al getto, con fogli di polietilene od altro, di un ambiente mantenuto saturo di umidità;
- la creazione, nel caso di solette e getti a sviluppo orizzontale, di un cordolo perimetrale (in sabbia od altro materiale rimovibile) che permetta di mantenere la superficie ricoperta da un costante velo d'acqua.

I prodotti filmogeni di protezione non possono essere applicati lungo i giunti di costruzione, sulle riprese di getto o sulle superfici che devono essere trattate con altri materiali.

Al fine di assicurare alla struttura un corretto sistema di stagionatura in funzione delle condizioni ambientali, della geometria dell'elemento e dei tempi di scasseratura previsti, l'appaltatore, previa informazione alla direzione dei lavori, eseguirà verifiche di cantiere che assicurino l'efficacia delle misure di protezione adottate.

Sarà obbligatorio procedere alla maturazione dei getti per almeno 7 giorni consecutivi. Qualora dovessero insorgere esigenze particolari per sospendere la maturazione esse dovranno essere espressamente autorizzate dalla direzione dei lavori.

Nel caso di superfici orizzontali non casserate (pavimentazioni, platee di fondazione...) dovrà essere effettuata l'operazione di bagnatura continua con acqua non appena il conglomerato avrà avviato la fase di presa. Le superfici verranno mantenute costantemente umide per almeno 7 giorni. Per i getti confinati entro casseforme l'operazione di bagnatura verrà avviata al momento della rimozione dei casseri, se questa avverrà prima di 7 giorni. Per calcestruzzi con classe di resistenza a compressione maggiore o uguale di C40/50 la maturazione deve essere curata in modo particolare.

#### Controlli in corso d'opera

La direzione dei lavori ha l'obbligo di eseguire 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.

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee di conglomerato e, in funzione del quantitativo di conglomerato accettato, può essere condotto mediante (Norme Tecniche cap.11):

- controllo di tipo A;
- controllo di tipo B (obbligatorio nelle costruzioni con più di 1500 m<sup>3</sup> di miscela omogenea).

Il prelievo del conglomerato per i controlli di accettazione si deve eseguire a "bocca di betoniera" (non prima di aver scaricato almeno 0.3 mc di conglomerato), conducendo tutte le operazioni in conformità con le prescrizioni indicate nelle Norme Tecniche per le costruzioni (§ 11.1.4 PRELIEVO DEI CAMPIONI) e nella norma UNI-EN 206-1.

Il prelievo di calcestruzzo dovrà essere eseguito alla presenza della direzione dei lavori o di un suo incaricato.

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 non prima di aver scaricato 0.3 mc 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 (carriola, sessola) 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 disarante.

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 dritta 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 dei 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'Impresa appaltatrice;

3. Data e ora di confezionamento dei provini;

4. La firma della D.L. In caso di opere particolari, soggette a sorveglianza da parte di Enti ministeriali (es. Dighe), il verbale di prelievo dovrà riportare anche la firma dell'Ingegnere incaricato della sorveglianza in cantiere.

Al termine del prelievo, i provini verranno posizionati al di sopra di 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 di effettuare le prove di schiacciamento dove, una volta rimossi dalle casseforme, devono essere conservati in acqua alla temperatura costante di  $20 \pm 2$  °C oppure in ambiente termostato posto alla temperatura di  $20 \pm 2$  °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) per fare in modo che tutte le superfici siano a contatto con l'acqua.

L'Impresa appaltatrice sarà responsabile delle operazioni di corretta conservazione dei provini campionati e della loro custodia in cantiere prima dell'invio al Laboratorio incaricato di effettuare le prove di schiacciamento. Inoltre, l'Impresa appaltatrice sarà 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.

Qualora per esigenze legate alla logistica di cantiere o ad una rapida messa in servizio di una struttura o di porzioni di essa si rende necessario prescrivere un valore della resistenza caratteristica a tempi inferiori ai canonici 28 giorni o a temperature diverse dai 20 °C i controlli di accettazione verranno effettuati con le stesse modalità sopra descritte fatta eccezione per le modalità di conservazione dei provini che verranno mantenuti in adiacenza alla struttura o all'elemento strutturale per il quale è stato richiesto un valore della resistenza caratteristica a tempi e temperature inferiori a quelle canoniche. Resta inteso che in queste situazioni rimane sempre l'obbligo di confezionare e stagionare anche i provini per 28 giorni a 20 °C e U.R. del 95% per valutare la rispondenza del valore caratteristico a quello prescritto in progetto.

I certificati emessi dal Laboratorio dovranno contenere tutte le informazioni richieste al punto 11.2.5.3 delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 17/01/2018.

Controlli supplementari della resistenza a compressione

Carotaggi

Quando un controllo di accettazione dovesse risultare non soddisfatto e ogniqualvolta la D.L. lo ritiene 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, in conformità con la norma prEN 13791.

Zona di prelievo

Le carote verranno eseguite in corrispondenza del manufatto in cui è stato posto in opera il conglomerato non rispondente ai controlli di accettazione o laddove la D.L. ritiene che ci sia un problema di scadente o inefficace compattazione e maturazione dei getti.

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.

Prove di carico

L'appaltatore dovrà fornire ogni supporto utile all'esecuzione delle prove di carico rispettando fedelmente le procedure e le indicazioni fornitegli dal Direttore Lavori e dal Collaudatore. Allo scopo a suo carico e spese egli dovrà predisporre quanto necessario nel rispetto delle norme che attengono la sicurezza di uomini e cose oltre al rispetto dell'ambiente. Egli, infine, è tenuto ad accettare sia i risultati delle operazioni di collaudo sia le eventuali azioni ed interventi per sanare situazioni ritenute insoddisfacenti dalla direzione dei lavori, dal Collaudatore o dal progettista.

Norme di riferimento  
 D.M. 14/09/05 Norme Tecniche per Costruzioni  
 Linee Guida per il Calcestruzzo Preconfezionato  
 Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale  
 Linee Guida sui Calcestruzzi Strutturali ad Alta Resistenza  
 Decreto Legislativo 16 giugno 2017, n. 106 - Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE. UNI EN 206-1 Calcestruzzo, Specificazione, prestazione, produzione e conformità  
 UNI 11104 Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1  
 UNI EN 197-1: 2006 Cemento - Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni  
 UNI 9156 Cementi resistenti ai solfati  
 ISO 9001:2000 Sistema di gestione per la qualità. Requisiti  
 UNI EN 12620 Aggregati per calcestruzzo  
 UNI 8520 Parte 1 e 2 Aggregati per calcestruzzo-Istruzioni complementari per l'applicazione in Italia della norma UNI-EN 12620 - Requisiti  
 UNI EN 1008:2003 Acqua d'impasto per il calcestruzzo  
 UNI EN 934-2 Additivi per calcestruzzo  
 UNI EN 450 Ceneri volanti per calcestruzzo  
 UNI-EN 13263 parte 1 e 2 Fumi di silice per calcestruzzo  
 UNI EN 12350-2 Determinazione dell'abbassamento al cono  
 UNI EN 12350-5 Determinazione dello spandimento alla tavola a scosse  
 UNI EN 12350-7 Misura del contenuto d'aria sul calcestruzzo fresco  
 UNI 7122 Calcestruzzo fresco. Determinazione della quantità di acqua d'impasto essudata  
 UNI EN 12390 Parte 1, 2, 3 e 4 Procedura per il confezionamento dei provini destinati alla valutazione della resistenza meccanica a compressione  
 prEN 13791 Valutazione della resistenza meccanica a compressione del calcestruzzo(in situ) della struttura in opera  
 UNI EN 12504-1 Prove sul calcestruzzo nelle strutture. Carote: valutazione della resistenza a compressione  
  
 EN 10080 Ed. maggio 2005 Acciaio per cemento armato  
 UNI EN ISO 15630 -1/2 Acciai per cemento armato: Metodi di prova  
 EUROCODICE 2- UNI ENV 1992 Progettazione delle strutture in c.a.  
 UNI ENV 13670-1 Execution of concrete structures  
 UNI 8866 Disarmanti  
 Norme di esecuzione per il cemento armato normale  
 Nell'esecuzione delle opere di cemento armato normale, l'Appaltatore dovrà attenersi al Testo unico edilizia (DPR 380 del 2001) ed alle NTC2008 O 2018.  
 In particolare:

- *gli impasti dovranno essere preparati e trasportati in modo da escludere pericoli di segregazione dei componenti o di prematuro inizio della presa al momento del getto Il getto dovrà essere convenientemente compatto, mentre la sua superficie dovrà essere mantenuta umida per almeno tre giorni. Non si dovrà mettere in opera il conglomerato a temperature minori di 0°C, salvo il ricorso a opportune cautele.*
- *Le giunzioni delle barre in zona tesa, quando non siano evitabili, si dovranno realizzare possibilmente nelle regioni di minore sollecitazione e in ogni caso dovranno essere opportunamente sfalsate.*
- *Le giunzioni di cui sopra potranno effettuarsi mediante:*
- *saldature, da eseguire in conformità alle peculiari norme in vigore;*
- *manicotto filettato;*
- *sovrapposizione, calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra. In ogni caso, la lunghezza di sovrapposizione in retto dovrà essere non minore di 20 volte il diametro e la prosecuzione di ciascuna barra deviata verso la zona compromessa. La distanza mutua (interfero) nella sovrapposizione non dovrà superare 6 volte il diametro.*
- *Le barre piegate dovranno presentare, nelle piegature, un raccordo circolare di raggio non minore di 6 volte il diametro, mentre gli ancoraggi dovranno rispondere a quanto prescritto nel punto 4.1.2.1.4 del decreto ministeriale del 17 gennaio 2018, che inoltre consiglia di far riferimento alla sezione 8 della UNI*

*EN 1992-1-1:2015. Per barre di acciaio incrudito a freddo le piegature non potranno essere effettuate a caldo.*

- *La superficie dell'armatura resistente dovrà distare dalle facce esterne del conglomerato di almeno 0,8 cm nel caso di solette, setti e pareti, e di almeno 2 cm nel caso di travi e pilastri. Tali misure dovranno essere aumentate, e al massimo portate rispettivamente a 2 cm per le solette e a 4 cm per le travi e i pilastri, in presenza di salsedine marina e altri agenti aggressivi. Copriferrì maggiori richiederanno l'assunzione di opportuni provvedimenti intesi a evitarne il distacco (ad esempio, la messa in opera di reti). Le superfici delle barre dovranno essere mutuamente distanziate in ogni direzione di almeno una volta il diametro delle barre medesime e, in ogni caso, non meno di 2 cm. Si potrà derogare a quanto sopra raggruppando le barre a coppie e aumentando la mutua distanza minima tra le coppie ad almeno 4 cm. Per le barre di sezione non circolare, si dovrà considerare il diametro del cerchio circoscritto.*
- *Il disarmo dovrà avvenire per gradi e in modo da evitare azioni dinamiche, ma in ogni caso non prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive; la decisione in merito è lasciata al giudizio del direttore dei lavori.*

In genere le superfici dei getti, dopo la sformatura, dovranno risultare perfettamente piane, senza concavità, risalti, nidi di ghiaia, sbavature ed irregolarità di sorta, tali comunque da non richiedere alcun tipo di intonaco, né tantomeno spianamenti, abbozzi o rinzaffi.

Pertanto, le casseformi dovranno essere preferibilmente metalliche oppure, se di legno, rivestite in lamiera; saranno tuttavia consentite casseforme di legno non rivestite, purché il tavolame e le relative fasciature ed armature siano perfettamente connesse e lisciate in modo da conseguire tale risultato.

L'assestamento in opera verrà eseguito per qualunque tipo di calcestruzzo mediante vibrazione ad alta frequenza, con idonei apparecchi approvati dalla Direzione Lavori. All'uopo il getto sarà eseguito a strati orizzontali di altezza limitata e comunque non superiore ai 50 cm resi dopo la vibrazione.

Tra le successive riprese del getto non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze di aspetto. Nel caso di interruzione dei getti per un periodo superiore a 24 ore, la ripresa potrà effettuarsi solo dopo che la superficie del getto precedente sia stata accuratamente pulita, lavata e ripresa con malta liquida dosata q.li 6 di cemento per ogni mc di sabbia.

Quando il calcestruzzo fosse gettato in acqua dovranno adottare gli accorgimenti necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi la qualità.

A getto ultimato, in particolare dei rivestimenti e delle strutture sottili, sarà curata la stagionatura in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei regolarmente approvati dalla Direzione Lavori. Durante il periodo di presa ed indurimento i getti saranno riparati da possibilità di urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

I calcestruzzi aventi funzioni di contenimento di acqua (come quelli per torrini piezometrici, canali autoportanti, strutture accessorie dei serbatoi, etc.) dovranno essere impermeabili sotto i carichi di esercizio e non dovranno dar luogo a trafile, gocciolamenti e trasudi. Per ottenere ciò l'Impresa dovrà usare ogni accorgimento (in particolare nella granulometria, nella costipazione, nelle riprese) e potrà impiegare anche additivi purché approvati dalla Direzione Lavori: questi restano a suo completo carico, come pure tutti gli interventi ed intonaci speciali successivi che si rendessero necessari per assicurare l'impermeabilità, sempre previa approvazione della Direzione Lavori.

Ove si richiedesse che le strutture in calcestruzzo venissero rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali in pietra, i getti dovranno procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti sempre mediante vibrazioni, in modo da assicurare l'assoluta solidità tra getto e paramento.

La Direzione Lavori si riserva di effettuare detrazioni nel caso di getti difettosi, restando a carico dell'Impresa ogni ripresa, frattazzatura, spennellatura o intonacatura. Tali applicazioni potranno essere effettuate solo sul calcestruzzo appena sformato dopo non più di trenta ore dal getto. Superato tale limite di tempo ogni applicazione potrà essere effettuata solo impiegando gli additivi o materiali particolarmente atti ad assicurare una perfetta adesione sul getto (resine epossidiche, emulsioni viniliche e simili), sempreché la Direzione Lavori non ordini la demolizione dell'opera.

Responsabilità per le opere in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso

Nell'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso, l'Appaltatore dovrà attenersi strettamente a tutte le disposizioni contenute nel Decreto Legislativo 16 giugno 2017, n. 106 (Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE), oltreché alle norme contenute nel D.M. 31/08/1972 per l'accettazione dei leganti idraulici e dei materiali ferrosi, e nelle relative norme tecniche



attuative vigenti emanate dalle competenti autorità (circolari della Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP., A.N.A.S., etc.).

Tutti i lavori di cemento armato facenti parte dell'opera appaltata saranno accompagnati da calcoli di stabilità e accompagnati da disegni costruttivi e da una relazione, che dovranno essere redatti e firmati da un tecnico abilitato iscritto all'Albo e che l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione dei lavori entro il termine che gli verrà prescritto, attenendosi agli schemi e ai disegni facenti parte del progetto e allegati al contratto o alle norme che gli verranno impartite, a sua richiesta, all'atto della consegna dei lavori.

L'esame e la verifica da parte della Direzione dei lavori del progetto delle varie strutture in cemento armato non esonera in alcun modo l'Appaltatore e il progettista delle strutture dalle responsabilità loro derivanti per legge e per le precise pattuizioni del contratto, restando contrattualmente stabilito che, malgrado i controlli di ogni genere eseguiti dalla Direzione lavori nell'esclusivo interesse dell'Amministrazione Appaltante, l'Impresa rimane unica e completa responsabile delle opere sia per quanto ha rapporto con la progettazione costruttiva e calcolo che per la qualità dei materiali e la loro esatta esecuzione; di conseguenza essa dovrà rispondere degli inconvenienti che avessero a verificarsi, di qualunque natura, importanza e conseguenza potessero risultare.

### **Acciai per cemento armato**

#### **Requisiti principali**

Gli acciai per strutture in cemento armato devono rispettare le prescrizioni delle norme tecniche per le costruzioni approvate con il D.M. 17 gennaio 2018, di seguito riportate.

L'appaltatore non deve porre in opera armature ossidate, corrose, recanti difetti superficiali, che ne riducano la resistenza o che siano ricoperte da sostanze che riducono sensibilmente l'aderenza al conglomerato cementizio.

#### **Prescrizioni comuni a tutte le tipologie di acciaio**

##### **Controlli di produzione in fabbrica e procedure di qualificazione**

Tutti gli acciai oggetto delle norme tecniche per le costruzioni approvate con D.M. 17 gennaio 2018, siano essi destinati ad utilizzo come armature per cemento armato ordinario o precompresso o ad utilizzo diretto come carpenterie in strutture metalliche devono essere prodotti con un sistema di controllo permanente della produzione in stabilimento che deve assicurare il mantenimento dello stesso livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito, indipendentemente dal processo di produzione.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme **UNI EN 9001** e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme **UNI EN 45012**.

Ai fini della certificazione del sistema di gestione della qualità del processo produttivo il produttore e l'organismo di certificazione di processo potranno fare riferimento alle indicazioni contenute nelle relative norme europee disponibili **EN 10080, EN 10138, EN 10025, EN 10210, EN 10219**.

Quando non sia applicabile la marcatura CE, ai sensi del Decreto Legislativo 16 giugno 2017, n. 106 - Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, la valutazione della conformità del controllo di produzione in stabilimento e del prodotto finito è effettuata attraverso la procedura di qualificazione di seguito indicata.

Nel caso di prodotti coperti da marcatura CE, devono essere comunque rispettati, laddove applicabili, i punti del paragrafo 11.3 del D.M. 17 gennaio 2018 non in contrasto con le specifiche tecniche europee armonizzate.

Il Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici è organismo per il rilascio dell'attestato di qualificazione per gli acciai.

L'inizio della procedura di qualificazione deve essere preventivamente comunicato al Servizio Tecnico Centrale allegando una relazione ove siano riportati:

- 1) elenco e caratteristiche dei prodotti che si intende qualificare (tipo, dimensioni, caratteristiche meccaniche e chimiche, ecc.);
- 2) indicazione dello stabilimento e descrizione degli impianti e dei processi di produzione;
- 3) descrizione dell'organizzazione del controllo interno di qualità con indicazione delle responsabilità aziendali;
- 4) copia della certificazione del sistema di gestione della qualità;
- 5) indicazione dei responsabili aziendali incaricati della firma dei certificati;
- 6) descrizione particolareggiata delle apparecchiature e degli strumenti del laboratorio interno di stabilimento per il controllo continuo di qualità;

- 7) dichiarazione con la quale si attesti che il servizio di controllo interno della qualità sovrintende ai controlli di produzione ed è indipendente dai servizi di produzione;
- 8) modalità di marchiatura che si intende adottare per l'identificazione del prodotto finito;
- 9) descrizione delle condizioni generali di fabbricazione del prodotto nonché dell'approvvigionamento delle materie prime e/o del prodotto intermedio (billette, rotoli, vergella, lamiere, laminati, ecc.);
- 10) copia del manuale di qualità aziendale, coerente alla norma UNI EN ISO 9001.
- 11) nel caso in cui il fabbricante non sia stabilito sul territorio dell'Unione Europea, copia della nomina, mediante mandato scritto, del mandatario.

Il Servizio Tecnico Centrale verifica la completezza e congruità della documentazione presentata e procede a una verifica documentale preliminare della idoneità dei processi produttivi e del Sistema di Gestione della Qualità nel suo complesso. Se tale verifica preliminare ha esito positivo, il Servizio Tecnico Centrale può effettuare una verifica ispettiva presso lo stabilimento di produzione.

Il risultato della verifica documentale preliminare unitamente al risultato della verifica ispettiva sono oggetto di successiva valutazione da parte del Servizio Tecnico Centrale per la necessaria ratifica e notifica al fabbricante. In caso di esito positivo il fabbricante

può proseguire nella procedura di qualificazione del prodotto. In caso negativo viene richiesto al fabbricante di apportare le opportune azioni correttive che devono essere implementate.

La procedura di qualificazione del Prodotto prosegue attraverso le seguenti ulteriori fasi:

- esecuzione delle prove di qualificazione a cura di un laboratorio di cui all'articolo 59 del DPR n. 380/2001 incaricato dal Servizio Tecnico Centrale su proposta del fabbricante secondo le procedure di cui al § 11.3.1.4;
- invio dei risultati delle prove di qualificazione da sottoporre a giudizio di conformità al Servizio Tecnico Centrale da parte del laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 incaricato;
- in caso di giudizio positivo il Servizio Tecnico Centrale provvede al rilascio dell'Attestato di Qualificazione al fabbricante e inserisce quest'ultimo nel Catalogo ufficiale dei prodotti qualificati che viene reso pubblicamente disponibile;
- in caso di giudizio negativo, il fabbricante può individuare le cause delle non conformità, apportare le opportune azioni correttive, dandone comunicazione sia al Servizio Tecnico Centrale che al laboratorio incaricato e successivamente ripetere le prove di qualificazione.

Il prodotto può essere immesso sul mercato solo dopo il rilascio dell'Attestato di Qualificazione. La qualificazione ha validità di cinque anni.

Mantenimento e rinnovo della Qualificazione

Per il mantenimento della qualificazione i Produttori sono tenuti, con cadenza semestrale entro 60 giorni dalla data di scadenza del semestre di riferimento ad inviare al Servizio Tecnico Centrale:

- 1) dichiarazione attestante la permanenza delle condizioni iniziali di idoneità del processo produttivo, dell'organizzazione del controllo interno di produzione in fabbrica;
- 2) i risultati dei controlli interni eseguiti nel semestre sul prodotto nonché la loro elaborazione statistica con l'indicazione del quantitativo di produzione e del numero delle prove;
- 3) i risultati dei controlli eseguiti nel corso delle prove di verifica periodica della qualità, da parte del laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001;
- 4) la documentazione di conformità statistica dei parametri rilevati (di cui ai prospetti relativi agli acciai specifici) nel corso delle prove di cui ai punti 2) e 3). Per la conformità statistica tra i risultati dei controlli interni ed i risultati dei controlli effettuati dal Laboratorio incaricato, devono essere utilizzati test statistici di confronto delle varianze e delle medie delle due serie di dati, secondo i procedimenti del controllo;
- 5) della qualità (**UNI 6809-72 e 6806-72**).

Il Produttore deve segnalare al Servizio Tecnico Centrale ogni eventuale modifica al processo produttivo o al sistema di controllo anche temporanea.

Il Servizio Tecnico Centrale esamina la documentazione, ne accerta la conformità ai requisiti previsti e rilascia l'Attestato di Conferma della qualificazione.

Ogni sospensione della produzione deve essere tempestivamente comunicata al Servizio Tecnico Centrale indicandone le motivazioni. Qualora la produzione venga sospesa per oltre un anno, la procedura di qualificazione deve essere ripetuta. La sospensione della produzione non esenta gli organismi incaricati dall'effettuare le visite di ispezione periodica della qualità di cui ai punti 11.3.2.10, 11.3.2.11, 11.3.3.5 e 11.3.4.11. del D.M. 17 gennaio 2018.

Il Servizio Tecnico Centrale può effettuare o far effettuare, in qualsiasi momento, al Laboratorio incaricato ulteriori visite ispettive finalizzate all'accertamento della sussistenza dei requisiti previsti per la qualificazione.

Al termine del periodo di validità di 5 (cinque) anni dell'Attestato di Qualificazione il produttore deve chiedere il rinnovo, il Servizio Tecnico Centrale, valutata anche la conformità relativa all'intera documentazione fornita nei 5 (cinque) anni precedenti, rinnoverà la qualificazione.

Il mancato invio della documentazione di cui sopra entro i previsti sessanta giorni ovvero l'accertamento da parte del Servizio Tecnico Centrale di rilevanti non conformità, comporta la sospensione ovvero la decadenza della qualificazione.

#### Identificazione e rintracciabilità dei prodotti qualificati

Ciascun prodotto qualificato deve costantemente essere riconoscibile per quanto concerne le caratteristiche qualitative e deve costantemente essere riconducibile allo stabilimento di produzione tramite la marcatura indelebile depositata presso il Servizio Tecnico Centrale, dalla quale risulti, in modo inequivocabile, il riferimento all'Azienda produttrice, allo Stabilimento, al tipo di acciaio ed alla sua eventuale saldabilità.

Ogni prodotto deve essere marcato con identificativi diversi da quelli di prodotti aventi differenti caratteristiche, ma fabbricati nello stesso stabilimento e con identificativi differenti da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, siano essi o meno dello stesso produttore. La marcatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione.

Per stabilimento si intende una unità produttiva a se stante, con impianti propri e magazzini per il prodotto finito. Nel caso di unità produttive multiple appartenenti allo stesso produttore, la qualificazione deve essere ripetuta per ognuna di esse e per ogni tipo di prodotto in esse fabbricato.

Considerata la diversa natura, forma e dimensione dei prodotti, le caratteristiche degli impianti per la loro produzione, nonché la possibilità di fornitura sia in pezzi singoli sia in fasci, diversi possono essere i sistemi di marcatura adottati, anche in relazione all'uso, quali ad esempio l'impressione sui cilindri di laminazione, la punzonatura a caldo e a freddo, la stampigliatura a vernice, la targhetatura, la sigillatura dei fasci e altri.

Comunque, per quanto possibile, anche in relazione all'uso del prodotto, il produttore è tenuto a marcare ogni singolo pezzo. Ove ciò non sia possibile, per la specifica tipologia del prodotto, la marcatura deve essere tale che prima dell'apertura dell'eventuale ultima e più piccola confezione (fascio, bobina, rotolo, pacco, etc.) il prodotto sia riconducibile al produttore, al tipo di acciaio nonché al lotto di produzione e alla data di produzione.

Tenendo presente che l'elemento determinante della marcatura è costituito dalla sua inalterabilità nel tempo, dalla impossibilità di manomissione, il produttore deve rispettare le modalità di marcatura denunciate nella documentazione presentata al Servizio Tecnico Centrale e deve comunicare tempestivamente eventuali modifiche apportate.

La mancata marcatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile.

Qualora, sia presso gli utilizzatori, sia presso i commercianti, l'unità marcata (pezzo singolo o fascio) viene scorporata, per cui una parte, o il tutto, perde l'originale marcatura del prodotto è responsabilità sia degli utilizzatori sia dei commercianti documentare la provenienza mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il Servizio Tecnico Centrale.

In tal caso i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere devono essere accompagnati dalla sopraindicata documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dal direttore dei lavori.

I produttori, i successivi intermediari e gli utilizzatori finali devono assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno 10 anni e devono mantenere evidenti le marcature o le etichette di riconoscimento per la rintracciabilità del prodotto.

Eventuali disposizioni supplementari atte a facilitare l'identificazione e la rintracciabilità del prodotto attraverso il marchio possono essere emesse dal Servizio Tecnico Centrale.

Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento che in cantiere o nel luogo di lavorazione, devono riportare l'indicazione del marchio identificativo, rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle norme tecniche di cui al D.M. 17 gennaio 2018 e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

In tal caso il materiale non può essere utilizzato ed il Laboratorio incaricato informa di ciò il Servizio Tecnico Centrale.

#### I controlli e la documentazione di accompagnamento

La vigente normativa prevede le seguenti forme di controllo obbligatorie:

- controlli di produzione in stabilimento;
- controlli di accettazione nei centri di trasformazione, definiti come nel punto 11.3.2.10.3 del D.M. 17 gennaio 2018, e in cantiere (11.3.3.5.4).

I controlli eseguiti in stabilimento si riferiscono a lotti di produzione.

I controlli di accettazione eseguiti in cantiere, o nei centri di trasformazione, sono riferiti a lotti di spedizione.

A tale riguardo si definiscono:

- *Lotti di produzione*: si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (numero di rotolo finito o del fascio di barre). Un lotto di produzione è compreso tra 30 e 100 tonnellate.
- *Lotti di spedizione*: sono lotti formati da un massimo di 30 t, spediti in cantiere o nei centri di trasformazione.

Tutti i lotti di spedizione, anche se parte di un'unica fornitura, di acciaio devono essere accompagnati dall'attestato di qualificazione del Produttore rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale. L'attestato può essere utilizzato senza limitazione di tempo. Su tale attestato deve essere riportato il riferimento al documento di trasporto del produttore.

Tutti i lotti di spedizione effettuati da un commerciante o da un trasformatore intermedio devono essere accompagnati dalla copia dell'attestato di qualificazione del Produttore, sul quale deve essere riportato il riferimento al documento di trasporto fino al commerciante o al trasformatore intermedio. I controlli in cantiere, eseguiti su ciascun lotto di spedizione, possono essere omessi quando il prodotto utilizzato in cantiere proviene da un centro di trasformazione, in quest'ultimo caso la certificazione delle prove eseguite presso un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 deve riportare gli elementi identificativi del produttore, le caratteristiche commerciali, le quantità fornite, il cantiere di destinazione. Nel caso in cui il centro di trasformazione proceda ad eseguire i controlli di cui sopra, ha l'obbligo di nominare un Direttore Tecnico che, in possesso dei requisiti definiti per norma per il direttore dei lavori, assume la responsabilità del controllo dei materiali.

Resta comunque nella discrezionalità del direttore dei lavori la facoltà di effettuare tutti gli eventuali controlli ritenuti opportuni.

I controlli sono effettuati secondo le modalità indicate al punto 11.3.3.5 del D.M. 17 gennaio 2018.

Il Direttore dei Lavori prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

Prove di qualificazione e verifiche periodiche della qualità

I laboratori incaricati, di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, devono operare secondo uno specifico piano di qualità approvato dal Servizio Tecnico Centrale.

I certificati di prova emessi dovranno essere uniformati ad un modello standard elaborato dal Servizio Tecnico Centrale.

I relativi certificati devono contenere almeno:

- l'identificazione dell'azienda produttrice e dello stabilimento di produzione;
  - l'indicazione del tipo di prodotto e della eventuale dichiarata saldabilità;
  - il marchio di identificazione del prodotto depositato presso il Servizio Tecnico Centrale;
  - gli estremi dell'attestato di qualificazione nonché l'ultimo attestato di conferma della qualificazione (per le sole verifiche periodiche della qualità);
  - la data del prelievo, il luogo di effettuazione delle prove e la data di emissione del certificato;
  - le dimensioni nominali ed effettive del prodotto ed i risultati delle prove eseguite;
  - l'analisi chimica per i prodotti dichiarati saldabili (o comunque utilizzati per la fabbricazione di prodotti finiti elettrosaldati);
  - le elaborazioni statistiche previste nei punti: 11.3.2.10, 11.3.3.5 e 11.3.4.11 del D.M. 17 gennaio 2018;
- I prelievi in stabilimento sono effettuati, ove possibile, dalla linea di produzione.

Le prove possono essere effettuate dai tecnici del laboratorio incaricato, anche presso lo stabilimento del produttore, qualora le attrezzature utilizzate siano tarate e la loro idoneità sia accertata e documentata.

Di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione nel rapporto di prova nel quale deve essere presente la dichiarazione del rappresentante del laboratorio incaricato relativa all'idoneità delle attrezzature utilizzate.

In caso di risultato negativo delle prove il Produttore deve individuare le cause e apportare le opportune azioni correttive, dandone comunicazione al Laboratorio incaricato e successivamente ripetere le prove di verifica.

Le specifiche per l'effettuazione delle prove di qualificazione e delle verifiche periodiche della qualità, ivi compresa la cadenza temporale dei controlli stessi, sono riportate rispettivamente nei punti seguenti del D.M. 17 gennaio 2018:

- punto 11.3.2.10, per acciai per cemento armato in barre o rotoli;
- punto 11.3.3.5, per acciai per cemento armato precompresso;
- punto 11.3.4.11, per acciai per carpenterie metalliche.

Acciaio per cemento armato e cemento armato precompresso

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili qualificati secondo le procedure di cui al punto 11.3.1.2 del D.M. 17 gennaio 2018 e controllati con le modalità riportate nei punti: 11.3.2.10 e 11.3.3.5. del medesimo decreto.

Acciaio per cemento armato laminato a caldo

L'acciaio per cemento armato laminato a caldo, denominato B450C deve essere caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura:

$f_{y \text{ nom}}$	450
$f_{t \text{ nom}}$	540

e deve rispettare i requisiti indicati nella seguente tabella:

L'acciaio per cemento armato laminato a caldo B450C

	CARATTERISTICHE
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq f_{y \text{ nom}} \text{ (N/mm}^2\text{)}$
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq f_{t \text{ nom}} \text{ (N/mm}^2\text{)}$
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,13$ $\leq 1,35$
$(f_y/f_{ynom})_k$	$\leq 1,25$
Allungamento $(A_{gt})_k$ :	$\geq 7 \%$
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche:	
$\varnothing < 12 \text{ mm}$	4 $\varnothing$
$12 \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$	5 $\varnothing$
per $16 < \varnothing \leq 25 \text{ mm}$	8 $\varnothing$
per $25 < \varnothing \leq 50 \text{ mm}$	10 $\varnothing$

Acciai per cemento armato trafilati a freddo

L'acciaio trafilato a freddo, denominato B450C è caratterizzato dai medesimi valori nominali delle tensioni di snervamento e rottura dell'acciaio laminato a caldo B450C, deve rispettare i requisiti nella seguente tabella

L'acciaio per cemento armato trafilato a freddo B450A

	CARATTERISTICHE
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq f_{y \text{ nom}} \text{ (N/mm}^2\text{)}$
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq f_{t \text{ nom}} \text{ (N/mm}^2\text{)}$
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,05$
$(f_y/f_{ynom})_k$	$\leq 1,25$
Allungamento $(A_{gt})_k$ :	$\geq 3 \%$
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche:	
per $\varnothing < 12 \text{ mm}$	4 $\varnothing$

Nel caso in cui l'acciaio trafilato a freddo rispetti le prescrizioni di cui alla tabella, valgono le prescrizioni relative all'acciaio laminato a caldo.

Accertamento delle proprietà meccaniche

Per l'accertamento delle proprietà meccaniche vale quanto indicato nelle **UNI EN ISO 15630-1** e **UNI EN ISO 15630-2**.

Per acciai deformati a freddo, ivi compresi i rotoli, le proprietà meccaniche devono essere determinate su provette mantenute per 60 minuti a  $100 \pm 10 \text{ }^\circ\text{C}$  e successivamente raffreddate in aria calma a temperatura ambiente.

La prova di piegamento e raddrizzamento deve essere eseguita alla temperatura di  $20 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$  piegando la provetta a 90°, mantenendola poi per 30 minuti a  $100 \pm 10 \text{ }^\circ\text{C}$  e procedendo, dopo raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno 20°. Dopo la prova il campione non deve presentare cricche.

Caratteristiche dimensionali

L'acciaio per cemento armato è generalmente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni.

Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati o preassemblati in appositi centri di trasformazione, a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera, quali:

- elementi presagomati (staffe, ferri piegati, ecc);
- elementi preassemblati (gabbie di armatura, ecc.).

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio.

Per quanto riguarda la marcatura dei prodotti vale quanto indicato al punto 11.3.1.4. delle norme tecniche di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

Per la documentazione di accompagnamento delle forniture vale quanto indicato al punto 11.3.1.5. delle norme tecniche di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

#### Barre e rotoli

Le barre sono caratterizzate dal diametro  $\varnothing$  della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a 7,85 kg/dm<sup>3</sup>.

Il diametro  $\varnothing$  delle barre deve essere compreso tra 6 e 50 mm.

Per barre con diametri superiori a 40 mm la struttura va considerata composta e valgono le regole delle strutture composte acciaio-conglomerato cementizio.

L'uso di acciai forniti in rotoli è ammesso, senza limitazioni, per diametri fino a  $\varnothing \leq 16$ . Nel luogo di lavorazione, dove avviene il raddrizzamento, per tenere in conto del danneggiamento della superficie del tondo ai fini dell'aderenza opportune prove dovranno essere condotte così come indicato al punto 11.3.2.10.4 delle norme tecniche di cui al D.M. 17 gennaio 2018. Quando il raddrizzamento avviene a caldo, bisogna verificare che siano mantenute le caratteristiche meccaniche dell'acciaio.

#### Procedure di controllo in stabilimento

Il direttore dei lavori dovrà richiedere i risultati dei controlli in stabilimento previsti dal punto 11.3.2.10. delle norme tecniche di cui al D.M. 17 gennaio 2018, tali controlli devono riguardare i controlli sistematici:

- prove di qualificazione;
- prove di verifica della qualità;
- controlli sui singoli lotti di produzione.

#### Reti e tralicci elettrosaldati

Si intendono per reti elettrosaldate le armature costituite da due sistemi di barre parallele ortogonali equidistanziate, assemblate per saldatura negli incroci chiamati nodi. Gli acciai delle reti elettrosaldate devono essere saldabili.

La equidistanza non può superare 330 mm.

I tralicci sono elementi reticolari composti da barre ed assemblati mediante saldature. Gli acciai per i tralicci elettrosaldati devono essere saldabili.

Le reti ed i tralicci costituiti con acciaio B450A devono avere diametro  $\varnothing$  compreso tra 5 e 12 mm.

I nodi delle reti devono resistere ad una forza di distacco determinata in accordo con la **UNI EN ISO 15630-2** pari al 30% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore. Tale resistenza al distacco della saldatura del nodo, va controllata e certificata dal produttore di reti.

In ogni elemento di rete o traliccio le singole armature componenti devono avere le stesse caratteristiche.

La produzione di reti e tralicci elettrosaldati può essere effettuata a partire da materiale di base prodotto nello stesso stabilimento di produzione del prodotto finito o da materiale di base proveniente da altro stabilimento.

Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti in altro stabilimento, questi ultimi devono essere dotati della prevista qualificazione. Ogni pannello o traliccio deve essere inoltre dotato di apposita marcatura che identifichi il produttore della rete o del traliccio stesso.

La marcatura di identificazione può essere anche costituita da sigilli o etichettature metalliche indelebili con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto, ovvero da marcatura supplementare indelebile identificabile in modo permanente anche dopo annegamento nel calcestruzzo.

Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti nello stesso stabilimento la marcatura del prodotto finito può coincidere con la marcatura dell'elemento base.

#### Peso delle reti elettrosaldate

Diametro $\varnothing$ mm	Peso barra kg/m	Peso in una direzione kg/m <sup>2</sup>								
		Interasse tondini in mm								
		50	75	100	125	150	200	250	300	350
4	0,099	1,98	1,32	0,99	0,79	0,66	0,49	0,39	0,33	0,28
5	0,154	3,08	2,05	1,54	1,23	1,03	0,77	0,62	0,51	0,44
6	0,222	4,44	2,96	2,22	1,78	1,48	1,11	0,89	0,75	0,63
7	0,302	6,04	4,03	3,02	2,42	2,01	1,51	1,21	1,01	0,86
8	0,394	7,89	5,26	3,94	3,15	2,63	1,97	1,58	1,31	1,13
9	0,499	9,98	6,60	4,99	4,00	3,30	2,49	1,98	1,65	1,43
10	0,617	12,30	8,18	6,17	4,93	4,09	3,08	2,45	2,04	1,76
11	0,746	14,90	9,84	7,46	5,97	4,92	3,73	2,96	2,46	2,13
12	0,888	17,80	11,80	8,88	7,10	5,88	4,44	3,52	2,94	2,54

### Sezioni delle reti elettrosaldate

Diametro Ø mm	Sezione barra cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup> per metro								
		Barre portanti						Barre trasversali		
		50	75	100	125	150	200	250	300	350
4	0,126	2,52	1,68	1,26	1,01	0,84	0,63	0,50	0,42	0,36
5	0,196	3,93	2,62	1,96	1,57	1,31	0,98	0,79	0,65	0,56
6	0,283	5,65	3,77	2,83	2,30	1,88	1,41	1,13	0,94	0,81
7	0,385	7,69	5,13	3,85	3,00	2,56	1,92	1,54	1,28	1,10
8	0,502	10,05	6,70	5,02	4,00	3,35	2,51	2,01	1,67	1,43
9	0,635	12,70	8,45	6,35	5,10	4,23	3,18	2,54	2,12	1,81
10	0,785	15,70	10,50	7,85	6,30	5,22	3,92	3,14	2,61	2,24
11	0,947	18,90	12,60	9,47	7,60	6,31	4,74	3,79	3,15	2,71
12	1,130	22,60	15,10	11,30	9,10	7,53	5,65	4,52	3,76	3,23

### Procedure di controllo in stabilimento

Il direttore dei lavori dovrà richiedere i risultati dei controlli in stabilimento previsti dal punto 11.3.2.11. delle norme tecniche di cui al D.M. 17 gennaio 2018, tali controlli devono riguardare i controlli sistematici:

- prove di qualificazione;
- prove di verifica della qualità;
- controlli sui singoli lotti di produzione.

### Saldabilità

L'analisi chimica effettuata su colata e l'eventuale analisi chimica di controllo effettuata sul prodotto finito deve soddisfare le limitazioni riportate nel tabella 16.5. dove il calcolo del carbonio equivalente  $C_{eq}$  è effettuato con la seguente formula:

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

in cui i simboli chimici denotano il contenuto degli elementi stessi espresso in percentuale.

Massimo contenuto di elementi chimici in %			
		Analisi di prodotto	Analisi di colata
Carbonio	C	0,24	0,22
Fosforo	P	0,055	0,050
Zolfo	S	0,055	0,050
Rame	Cu	0,85	0,80
Azoto	N	0,013	0,012
Carbonio equiva-	$C_{eq}$	0,52	0,50

a) È possibile eccedere il valore max. di C dello 0,03% in massa, a patto che il valore del  $C_{eq}$ , venga ridotto dello 0,02% in massa.

b) Contenuti di azoto più elevati sono consentiti in presenza di una sufficiente quantità di elementi che fissano l'azoto stesso.

### Tolleranze dimensionali

La deviazione ammissibile per la massa nominale deve essere come riportato nel Tabella seguente.

Diametro nominale, (mm)	5 a ≤ 8	> 8 ≤ 50
Tolleranza in % sulla sezione ammessa per l'impiego	± 6	± 4,5

### Altri tipi di acciai

#### Acciai inossidabili

È ammesso l'impiego di acciai inossidabili purché le caratteristiche meccaniche siano conformi alle prescrizioni relative agli acciai di cui al punto 11.3.2 del D.M. 17 gennaio 2018, con l'avvertenza di sostituire al termine ft della tabella Tab.11.3.1a delle NTC-2018, il termine f 7.5 %, ovvero la tensione corrispondente ad un allungamento  $Agt = 7.5\%$ . La saldabilità di tali acciai va documentata attraverso prove di saldabilità certificate da un laboratorio di

cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 ed effettuate secondo gli specifici procedimenti di saldatura, da utilizzare in cantiere o in officina, previsti dal produttore.

Per essi la qualificazione è ammessa anche nel caso di produzione non continua, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione.

Acciai zincati

È ammesso l'uso di acciai zincati purché le caratteristiche fisiche, meccaniche e tecnologiche siano conformi alle prescrizioni relative agli acciai normali.

La qualificazione e, di conseguenza, la relativa verifica delle caratteristiche sopra indicate deve essere effettuata sul prodotto finito, dopo il procedimento di zincatura.

La marcatura deve consentire l'identificazione sia del produttore dell'elemento base che dello stabilimento di zincatura; pertanto, nel caso in cui la zincatura venga effettuata su prodotti già qualificati all'origine e, quindi, dotati di marcatura indelebile, deve essere prevista una marcatura aggiuntiva che identifichi lo stabilimento di zincatura.

Per essi la qualificazione con le successive verifiche è ammessa anche nel caso di produzione non continua, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione.

Controlli nei centri di trasformazione o nei luoghi di lavorazione delle barre. Accettazione in cantiere.

I controlli sono obbligatori e devono riferirsi agli stessi gruppi di diametri contemplati nelle prove a carattere statistico di cui al punto 11.3.2.10 del D.M. 17 gennaio 2018, in ragione di 3 spezzoni, marcati, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun gruppo di diametri per ciascuna fornitura, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi agli altri diametri della partita. Il campionamento e le prove devono essere eseguiti entro 30 giorni dalla consegna delle barre in cantiere e comunque sempre prima della messa in opera del prodotto.

Il controllo della resistenza, la verifica dell'allungamento e del piegamento, per uno stesso diametro, viene eseguito secondo le prescrizioni di cui alle **UNI EN ISO 15630-1** e **UNI EN ISO 15630-2**. valori minimi, limite, che devono essere rispettati per ciascun provino, sono i seguenti:

Valori Limite di Accettazione

Caratteristica	Valore limite	NOTE
$f_y$ minimo	425 N/mm <sup>2</sup>	(450-25) N/mm <sup>2</sup>
$f_y$ massimo	572 N/mm <sup>2</sup>	[450x(1, 25+0,02)] N/mm <sup>2</sup>
$A_{gt}$ minimo	≥ 5.0%	per acciai laminati a caldo
$A_{gt}$ minimo	≥ 1.0%	per acciai trafilati a freddo
Rottura/snervamento	$1.11 \leq f_t/f_y \leq 1.37$	per acciai laminati a caldo
Rottura/snervamento	$f_t/f_y \geq 1.03$	per acciai trafilati a freddo
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche	per tutti

Questi limiti tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che possono intervenire impiegando diverse apparecchiature e modalità di prova.

Nel caso in cui l'esito delle prove determini una non conformità si dovrà procedere dallo stesso fascio ma da barre diverse dello stesso diametro al prelievo ed alle prove di tre ulteriori provini, salvo quando l'esito negativo sia riconducibile ad un difetto o si abbia ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, in questo caso il risultato della prova stessa deve essere ignorato ed è sufficiente prelevare un ulteriore (singolo) provino.

Se ciascuno dei tre risultati validi della prova è compreso nei limiti sopra richiamati, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, 10 ulteriori provini devono essere prelevati da elementi diversi del lotto in presenza del produttore o di un suo rappresentante che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove che devono essere eseguite presso un laboratorio inserito nell'Albo dei laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui 10 ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico di progetto e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo secondo quanto sopra riportato.

In caso contrario il lotto deve essere respinto.

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del direttore dei lavori o di tecnico di sua fiducia e nel caso di un centro di trasformazione dal Direttore Tecnico, che assume le responsabilità affidate per norma al Direttore dei Lavori, che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc, che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

La domanda di prove al Laboratorio autorizzato deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori, ovvero dal Direttore Tecnico, e deve contenere precise indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo e deve essere



integrata dalla dichiarazione, rilasciata dal legale rappresentante del centro di trasformazione, di impegno ad utilizzare esclusivamente elementi di base qualificati all'origine e dalla nota di incarico al Direttore Tecnico del centro di trasformazione, controfirmata dallo stesso per accettazione ed assunzione delle responsabilità sui controlli sui materiali.

In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del direttore dei lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi della vigente normativa e non possono essere accettate.

I certificati emessi dai laboratori devono obbligatoriamente contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del direttore dei lavori che richiede la prova;
- la descrizione e l'identificazione dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni;
- i valori di resistenza misurati e l'esito delle prove di piegamento.

I certificati devono riportare, inoltre, l'indicazione del marchio identificativo rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio tecnico centrale, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi del presente decreto e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

I controlli in cantiere sono obbligatori, devono riferirsi agli stessi gruppi di diametri richiamati al punto 11.3.2.10 del D.M. 17 gennaio 2018 e le proprietà meccaniche devono essere ricavate secondo le disposizioni di cui al punto 11.3.2.3 dello stesso decreto.

I controlli in cantiere, eseguiti su ciascun lotto di spedizione, possono essere omessi quando il prodotto utilizzato in cantiere proviene da un centro di trasformazione, in questo caso la certificazione delle prove eseguite presso un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380 deve essere richiesta dal Direttore tecnico, che assume le responsabilità affidate per norma al Direttore dei lavori, e deve essere specifica per ciascun cantiere e per ogni consegna oltre a riportare gli elementi identificativi del produttore, le caratteristiche commerciali, le quantità fornite, il cantiere di destinazione.

Resta nella discrezionalità del direttore dei lavori effettuare tutti gli eventuali ulteriori controlli ritenuti opportuni (per esempio, indice di aderenza, saldabilità).

Prove di aderenza

Ai fini della qualificazione, le barre devono superare con esito positivo prove di aderenza secondo il metodo Beam - test da eseguirsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, con le modalità specificate nella CNR-UNI 10020 (2001). La tensione di aderenza  $t_d$  valutata secondo la CNR-UNI 10020 verrà riferita ad una resistenza nominale del calcestruzzo di 27 N/mm<sup>2</sup>, mediante l'applicazione della seguente formula di correzione:

Le tensioni tangenziali di aderenza  $\tau_m$  e  $\tau_r$  desunte dalla prova, come media dei risultati ottenuti sperimentando almeno quattro travi per ogni diametro, devono soddisfare le condizioni seguenti:

$$\tau_m \geq \tau_m^* = 8 - 0,12 \varnothing$$

$$\tau_r \geq \tau_r^* = 13 - 0,19 \varnothing$$

ove  $\tau_m$ ,  $\tau_r$ ,  $\tau_m^*$ ,  $\tau_r^*$  sono espressi in N/mm<sup>2</sup> e  $\varnothing$  è espresso in mm.

Per accertare la rispondenza delle singole partite nei riguardi delle proprietà di aderenza, si calcolerà per un numero significativo di barre il valore dell'indice di aderenza  $I_R$  definito dall'espressione:

$$I_R = \frac{2 \cdot a_m \cdot l_R \cdot \cos(90^\circ - \beta)}{\pi \cdot \varnothing_n \cdot c}$$

confrontando quindi il valore medio di  $I_R$  con il corrispondente  $I_R(L)$  valutato sulle barre provate in laboratorio.

La partita è ritenuta idonea se è verificata al meno una delle due seguenti ineguaglianze (A) e (B):

$$\frac{I_R}{I_R(L)} \geq \frac{\tau_m^*}{\tau_m} \quad (A)$$

$I_R \geq 0,048$  per  $5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 6 \text{ mm}$   
 $I_R \geq 0,055$  per  $6 \text{ mm} < \varnothing \leq 8 \text{ mm}$  (B)  
 $I_R \geq 0,060$  per  $8 \text{ mm} < \varnothing \leq 12 \text{ mm}$   
 $I_R \geq 0,065$  per  $\varnothing > 12 \text{ mm}$

essendo:

$\tau_m^*$  = valore limite di  $\tau_m$  quale sopra definito per il diametro considerato;

$\tau_m, \tau_r$  = valori desunti dalle prove di laboratorio;

$\varnothing_n$  = diametro nominale della barra;

$c$  = interasse delle nervature;

$a_m$  = altezza media delle nervature;

$\beta$  = inclinazione delle nervature sull'asse della barra espressa in gradi;

$I_R$  = lunghezza delle nervature;

$I_R$  = valore di  $I_R$  determinato sulle barre della fornitura considerata;

$I_R (L)$  = valore di  $I_R$  determinato sulle barre provate in laboratorio.

Qualora il profilo comporti particolarità di forma non contemplate nella definizione di  $I_R$  (per esempio nocciolo non circolare), l'ineguaglianza (A) deve essere verificata per i soli risalti o nervature.

Nel certificato di prova devono essere descritte le caratteristiche geometriche della sezione e delle nervature e deve, inoltre, essere indicata quale delle due disuguaglianze (A) o (B) viene rispettata.

Norme di riferimento

**UNI 8926** - Fili di acciaio destinati alla fabbricazione di reti e tralicci elettrosaldati per cemento armato strutturale.

**UNI 8927** - Reti e tralicci elettrosaldati di acciaio per cemento armato strutturale;

**UNI 9120** - Disegni tecnici. Disegni di costruzione e d'ingegneria civile. Distinta dei ferri;

**UNI 10622** - Barre e vergella (rotoli) di acciaio d'armatura per cemento armato, zincati a caldo;

**CNR UNI 10020** - Prova di aderenza su barre di acciaio ad aderenza migliorata;

**UNI ENV 10080** - Acciaio per cemento armato. Armature per cemento armato saldabili nervate B500. Condizioni tecniche di fornitura per barre, rotoli e reti saldate;

**UNI ISO 10065** - Barre di acciaio per l'armatura del calcestruzzo. Prova di piegamento e raddrizzamento;

**UNI ISO 3766** - Disegni di costruzioni e d'ingegneria civile. Rappresentazione simbolica delle armature del calcestruzzo;

**UNI ISO 10287** - Acciaio per calcestruzzo armato. Determinazione della resistenza dei nodi delle reti saldate.

**UNI EN ISO 15630-1** - Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova . Parte 1: Barre, rotoli e fili per calcestruzzo armato

**UNI EN ISO 15630-2** - Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso . Metodi di prova . Parte 2: Reti saldate.

### Paratie e casseri in legname per fondazioni

Le paratie o casseri in legname occorrenti per le fondazioni debbono essere formate con pali o tavoloni infissi nel suolo e con longarine o filagne di collegamento in sommità, della qualità e dimensioni che saranno prescritte. I tavoloni debbono essere battuti a perfetto contatto l'uno con l'altro; ogni palo o tavolone che si spezzasse sotto la battitura o che nella discesa deviasse dalla verticale, deve essere dall'Impresa, a sue cure e spese, estratto e sostituito.

Le teste dei pali o dei tavoloni debbono essere munite di adatte cerchiature in ferro per evitare le scheggiature e gli altri guasti che possono essere causati dai colpi di maglio. Le punte dei pali e dei tavoloni debbono essere munite di puntazze di ferro quando il Direttore dei lavori lo giudichi necessario.

Le teste delle palancole debbono essere portate al livello delle longarine, recidendo la parte sporgente, quando sia stata riconosciuta la impossibilità di farle maggiormente penetrare nel terreno.

Quando le condizioni del sottosuolo lo permettono, i tavoloni o le palancole, anziché infissi nel terreno, possono essere posti orizzontalmente sulla fronte dei pali verso lo scavo e debbono essere assicurati ai pali stessi mediante robusta ed abbondante chiodatura, in modo da formare una parete stagna e resistente.

#### Paratie

Per paratia si intende un'opera con funzioni di sostegno delle terre, ma anche di fondazione, difesa di opere preesistenti, etc., realizzato asportando e sostituendo il terreno con un conglomerato cementizio armato.

Lo scavo è eseguito per elementi singoli (pannelli), le cui dimensioni corrispondono alle dimensioni nominali dell'utensile di scavo, o ad un suo multiplo, gettati monoliticamente.

Per pannelli si intendono i singoli elementi costituenti il diaframma. Pannelli isolati possono essere utilizzati per realizzare fondazioni profonde, alle stregua di pali trivellati di grande diametro.

I giunti di una paratia sono costituiti dalle superfici di contatto tra i singoli pannelli costituenti il diaframma.

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti leggi:

- Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018
- ASTM D1143-81 "Standard Test Method for piles under static and compressive load".
- UNI 9916 - DIN 4150.

La potenza e la capacità operativa delle attrezzature dovranno in ogni caso essere adeguate alla consistenza del terreno da attraversare ed alle dimensioni dei diaframmi da eseguire nei tempi previsti.

Marcature disposte ad intervalli regolari (1-2 m) sugli organi di manovra degli utensili di scavo dovranno consentire il rapido apprezzamento della profondità alla quale gli utensili stanno operando.

La verticalità delle aste di guida rigide dovrà essere controllata da un indicatore a pendolo disposto sulle stesse.

Nel caso che la perforazione sia eseguita mediante benna mordente, il corpo dell'utensile dovrà lasciare uno spazio tra esso e la parete del foro di ampiezza sufficiente ad evitare "effetti pistone" allorché l'utensile viene sollevato.

Gli utensili di perforazione dovranno avere conformazione tale da non lasciare sul fondo del foro detriti smossi o zone di terreno rimaneggiato.

La benna mordente sarà provvista delle aperture per la fuoriuscita del fango all'atto dell'estrazione.

Il livello del fango nel foro dovrà essere in ogni caso più alto della massima quota piezometrica delle falde presenti nel terreno lungo la perforazione.

Il franco dovrà risultare di norma non inferiore a 1,00 m e non dovrà scendere al di sotto di 0,60 m all'atto dell'estrazione dell'utensile dal foro; a tale scopo si potrà disporre di una fossa di piccola capacità accanto al foro, direttamente connessa alla sua sommità con corto canale.

Ciascun tratto di paratia sarà eseguito in due fasi: si procederà dapprima alla perforazione ed al getto di elementi alterni e si completerà il tratto in seconda fase, con l'esecuzione degli elementi di chiusura ad avvenuta presa del conglomerato cementizio di quelli eseguiti in prima fase.

Le operazioni dovranno essere programmate e condotte in modo da evitare interazioni pregiudizievoli alla buona riuscita del lavoro tra elementi in corso di esecuzione o appena ultimati.

Il materiale di risulta dovrà essere sistematicamente portato alla discarica, previo trattamento dei fanghi bentonitici, secondo la legislazione vigente.

Qualora si accertasse l'impossibilità di fare eseguire immediatamente il getto all'ultimazione della perforazione (per sosta notturna, difficoltà di approvvigionamento del conglomerato cementizio o qualunque altro motivo), si dovrà interrompere la perforazione almeno un metro sopra alla profondità finale prevista e riprenderla successivamente, in modo da ultimare nell'imminenza del getto.

Attraversamento di trovanti e/o formazioni rocciose

Nel caso di presenza nel terreno di trovanti lapidei, non estraibili con i normali metodi di estrazione, o di strati rocciosi o cementati e per conseguire una adeguata immorsatura del diaframma nei substrati rocciosi di base si farà ricorso all'impiego di scalpelli frangiroccia azionati a percussione, di peso e forma adeguati.

In alternativa, ed in relazione alla natura dei materiali attraversati, potranno essere impiegate speciali attrezzature fresanti.

L'uso di queste attrezzature dovrà essere frequentemente alternato a quello della benna o del secchione, che hanno il compito di estrarre dal foro i materiali di risulta.

Per ulteriori informazioni si rimanda alle prescrizioni delle seguenti norme: UNI EN 10248-1, UNI EN 10248-2, UNI EN 10249-1, UNI EN 10249-2.

## **CAPO III:**

# **Costruzione delle Condotte**

### **Approvvigionamento ed impiego dei materiali**

#### **1) Materiali forniti dall'impresa**

Nel caso in cui l'approvvigionamento di parte o di tutti i materiali previsti nel presente Appalto siano a carico dell'impresa, saranno a carico della stessa oltre alla fornitura di tutti i materiali, il trasporto, lo scarico in cantiere, l'accatastamento nei parchi di cantiere, la ripresa, la posa in opera e le relative prove, nonché l'onere di tutto il personale addetto alla manovra, guardiania e quanto altro occorrente fino al compimento delle opere appaltate.

Col compenso stabilito in elenco per la fornitura, posa in opera e relative giunzioni s'intendono fra l'altro, compensati qualsiasi onere derivante dalla lunghezza dei tubi, in relazione al loro trasporto, maneggio, numero delle giunzioni, ecc. per cui l'impresa, a tale titolo, non potrà chiedere compensi speciali di alcun genere.

I tubi, i pezzi speciali e le apparecchiature dovranno essere presentati alla verifica completamente ultimati, salvo per i manufatti in acciaio, i rivestimenti protettivi, interni ed esterni. L'Appaltatore dovrà procurare a sua cura e spese i mezzi e la mano d'opera necessari per eseguire tutte le prove e le verifiche di collaudo.

La qualità dei materiali impiegati (acciaio, ghisa, bronzo, ecc.) sarà controllata ogni qualvolta l'Amministrazione appaltante lo ritenga necessario, mediante le prove meccaniche, tecnologiche e pratiche, prescritte per ogni singolo materiale dal presente Capitolato e dalle norme in esso richiamate.

Quando tutte le prove eseguite abbiano avuto risultato soddisfacente, il materiale cui esse si riferiscono si intenderà accettato.

L'incaricato delle verifiche, nell'assistere al carico dei tubi e dei materiali su carico ferroviario o autocarro e loro scarico nel cantiere potrà scartare tutti quelli che presentassero difetti non prima avvertiti. Tutte le spese per le predette verifiche e per i collaudi in stabilimento restano a carico dell'impresa.

Malgrado il collaudo e le verifiche eseguite in officina o in partenza, l'Appaltatore resta garante dei manufatti fino al collaudo delle opere e allo scadere dei termini di garanzia: vale a dire si impegna di ricambiare a sua cura e spese quei pezzi che all'atto pratico non corrispondessero alle prove prescritte.

Le tubazioni e i pezzi speciali in acciaio dovranno essere rispondenti al «Disciplinare per la fornitura dei materiali tubolari in acciaio» allegato al Presente Capitolato Speciale.

Le tubazioni e i pezzi speciali in ghisa sferoidale dovranno essere rispondenti alle «Norme per la fornitura di tubi e pezzi speciali in ghisa sferoidale».

Le tubazioni ed i pezzi speciali in resina termoindurente rinforzata con fibre di vetro dovranno essere rispondenti al disciplinare per la fornitura e per la posa dei tubi in resina termoindurente rinforzata con fibre di vetro cui all'allegato al presente Capitolato Speciale.

Le tubazioni in polietilene ad alta densità dovranno essere rispondenti per caratteristiche del materiale di base, tipi, dimensioni e requisiti, alle UNI EN 12201 del 2012 e successive e a quanto previsto dal D.M. n. 174 del 06.04.2004 (che sostituisce la Circolare del Ministero della Sanità n. 102 del 02.12.1978) e per i relativi metodi di prova, alle norme UNI vigenti che per patto non si allegano.

Le apparecchiature idrauliche dovranno essere rispondenti alle relative norme UNI che per patto non si allegano.

Per le saracinesche si stabilisce in particolare che, su richiesta della Direzione dei Lavori, l'impresa dovrà esibire preliminarmente i relativi prototipi. La direzione lavori, ritenuti idonei i prototipi, li sottoporrà a prove di fatica nello stabilimento di produzione, o in un laboratorio di sua fiducia e soltanto a esito positivo delle prove, le apparecchiature si intendono accettate.

L'accettazione delle apparecchiature da parte della direzione lavori non esonera l'impresa dalla propria responsabilità finale di consegnare le apparecchiature stesse in opera perfettamente funzionanti.

Le spese, gli oneri e ogni altra necessità per tali adempimenti saranno a carico dell'impresa.

In particolare saranno a carico dell'impresa tutti gli oneri di collaudo dei materiali che la direzione lavori volesse effettuare negli stabilimenti di produzione a tutti gli oneri per ottenere l'Assistenza, nella posa in opera, da parte di personale specializzato delle Ditte fornitrici.

L'impresa rimane comunque responsabile della perfetta qualità dei materiali, per i quali dovrà peraltro prestare dichiarazione di rispondenza alle norme di fornitura da parte delle Ditte produttrici, nonché della costruzione delle condotte a perfetta regola d'arte.

A garanzia di quanto sopra l'impresa dovrà prestare la cauzione di cui allo specifico articolo.

a) Tubi e pezzi speciali

Per accertare la buona qualità del materiale impiegato nella fabbricazione dei tubi di qualunque genere, l'esattezza della lavorazione, il perfetto funzionamento degli apparecchi di manovra e delle tubazioni e la loro corrispondenza all'uso cui devono servire, l'Amministrazione Appaltante si riserva ampia facoltà di far sorvegliare in officina a mezzo di propri incaricati e di sottoporre i materiali e le tubazioni a tutte le prove e verifiche di collaudo che riterrà necessarie. A tal uopo l'impresa indicherà, subito dopo la consegna dei lavori, la Ditta da essa prescelta per la fornitura del materiale di condotta; questa Ditta dovrà, durante la lavorazione, dare libero accesso nella propria officina agli incaricati dall'Amministrazione Appaltante e prestarsi in ogni tempo affinché essi possano verificare se sono esattamente osservate le prescrizioni di fornitura. I tubi e i pezzi speciali e gli apparecchi dovranno essere presentati alla verifica completamente ultimati, salvo la bitumatura per i pezzi speciali e apparecchi di ghisa e di acciaio. L'impresario o per esso la Ditta fornitrice, dovrà procurare a sua cura e spese i mezzi e la mano d'opera necessaria per eseguire tutte le prove e verifiche di collaudo.

I pezzi speciali di ghisa o acciaio, dopo il collaudo dovranno essere internamente ed esternamente bitumati, e quelli in acciaio esternamente protetti con rivestimento uguale a quello delle tubazioni nelle quali saranno inseriti. La bitumatura dovrà essere ottenuta immergendo i pezzi speciali esenti da ruggine e riscaldati in bagno caldo di bitume polimerizzato. L'operazione dovrà essere fatta con cura, scolando bene le parti dopo l'estrazione dal bagno, in modo da non poter essere asportata né con conficcamento né a colpi, senza grumi, gocce e screpolature.

La qualità del materiale impiegato (ghisa, acciaio, gres) sarà controllato ogni qualvolta l'Amministrazione Appaltante lo ritenesse necessario, mediante le prove meccaniche, tecnologiche e pratiche prescritte per ogni singolo materiale da norme ufficiali o, in mancanza, dalla direzione lavori, da effettuarsi su appositi saggi, provini o barrette ricavati da pezzi forniti in più da quelli ordinati.

Per i tubi in ghisa saranno rispettate le norme UNI vigenti all'atto della fornitura. Per i tubi in gres saranno rispettate le norme UNI vigenti all'atto della fornitura. Per i tubi di cemento armato saranno rispettate le norme UNI e per quelli in polietilene quelle riportate allo specifico articolo.

Quando tutte le opere eseguite abbiano avuto risultato soddisfacente, il materiale di cui essi si riferiscono si intenderà accettato.

Nel caso che una prova non soddisfacesse, si dovranno prelevare dal materiale sotto accertamento nuovi saggi per le riprove: se anche una sola di queste desse risultato negativo, il materiale verrà definitivamente rifiutato.

Oltre alle prove predette, i tubi, pezzi speciali ed apparecchi saranno sottoposti in officina alla pressione idraulica prescritta per un tempo sufficientemente lungo, onde si possa esaminare accuratamente se le diverse parti presentino qualche difetto di tenuta.

Saranno rifiutati tutti quei pezzi che presentassero lesioni, rotture ed anche trasudamenti oltre i limiti di tolleranza consentiti per ciascuna specie.

Le prove alla pressa possono essere ripetute, sempre a spese dell'Appaltatore, sopra un numero qualsiasi di pezzi ed anche tutti, qualora sia ritenuto opportuno, a giudizio insindacabile del collaudatore, il quale potrà fare uso di un proprio manometro di controllo.

Le dimensioni di ciascun pezzo non dovranno risultare in nessun caso diverse da quelle stabilite, salvo, comunque, le tolleranze ammesse. Saranno rifiutati i pezzi che presentassero difetti superiori alle tolleranze stabilite. I pezzi rifiutati dovranno essere ridotti in rottami o quanto meno venire conservati fino al termine di consegna dell'intera fornitura previa apposita marcatura di rifiuto, in luogo ben separato e distinto.

L'incaricato delle verifiche, nell'assistere al carico dei materiali sul carro ferroviario o autocarro, potrà scartare tutti quei materiali che presentassero difetti non prima avvertiti.

Malgrado il collaudo e le verifiche eseguite in officina ed in partenza l'Appaltatore resta garante delle tubazioni fino a dopo eseguite le prove in opera di cui all'articolo specifico, vale a dire si impegna di ricambiare a tutte sue spese quei pezzi che a lato pratico non corrispondessero alle prove stesse.

*b) Apparecchi*

Gli apparecchi idraulici (per i quali l'impresa dovrà comunicare il nominativo della Ditta da essa prescelta per la fornitura) dovranno in tutto uniformarsi ai tipi di progetto e atti a sopportare (chiusi) la pressione di prova della condotta dove sono inseriti e rispondere alle prescrizioni indicate nell'elenco dei prezzi, e a quelle più dettagliate che saranno caso per caso, stabilite dalla direzione lavori, la quale non consentirà la messa in opera di nessun apparecchio che non sia stato dall'amministrazione precedentemente collaudato.

I pezzi di fusione dovranno presentare superfici esterne perfettamente modellate, senza bave e ripassate allo scalpello ed alla lima.

I piani di combaciamento di tutte le flange dovranno essere ricavati mediante lavorazione; inoltre, le flange di attacco alle tubazioni dovranno presentare una o più rigature circolari concentriche, ricavate al tornio, per facilitare la tenuta della guarnizione. Dovranno pure essere ottenute con lavorazioni a macchina tutte le superfici soggette a sfregamenti: i fori delle flange dei coperchi e di quelle di collegamento con le tubazioni dovranno essere ricavati al trapano. Le sedi delle valvole e le superfici di tenuta, gli otturatori dovranno essere ricavati al tornio e venire rettificati a mano e smerigliati in quanto necessario ad assicurare una perfetta e durevole tenuta agli organi di chiusura.

I filetti delle viti di manovra e di quelle destinate a serrare coperchi saranno ricavate a macchina e dovranno essere completi, a spigoli retti senza strappi o ammanchi di materia.

Sulla superficie esterna di ogni apparecchio dovrà risultare di fusione la marca della Casa fornitrice, il diametro di passaggio e la freccia per la direzione del flusso dell'acqua.

Per le parti speciali stampate e fucinate tali indicazioni saranno ricavate mediante punzonatura.

Tutte le parti di ghisa per le quali non sarà prescritta verniciatura, dopo il collaudo in officina eseguito da incaricati dell'amministrazione dovranno essere bitumati internamente ed esternamente. La bitumatura dovrà essere ottenuta immergendo le parti esenti da ruggine e riscaldate in bagno caldo di bitume polimerizzato minerale. La operazione dovrà essere fatta con cura, scolando bene le parti dopo la estrazione del bagno, in modo da non poter esser asportata né con il conficcamento né a colpi, e risulti senza grumi, gocce di catrame e screpolature.

Le parti di ferro o di acciaio, stampate e forgiate, e quelle fuse da verniciarsi, saranno pure coperte con bitume polimerizzato. Le superfici esterne grezze, in bronzo, rame, ottone, saranno semplicemente ripulite mediante sabbiatura. Gli accessori da installarsi in vista nei locali di manovra dovranno, nella parte di ghisa, essere dapprima stuccati e spalmati di minio, dopo che questo è asciugato, verranno verniciati con doppia mano di vernice cenere all'olio essiccativo. I volantini dovranno essere invece verniciati di nero; le parti esterne lavorate in bronzo e ottone saranno pulimentate.

Gli apparecchi e accessori dovranno essere costruiti in relazione ai diversi diametri ed alle diverse pressioni secondo le norme UNI; a tali prescrizioni dovranno soddisfare anche le flange degli stessi apparecchi ed accessori.

*c) Materiali forniti dall'Amministrazione*

Per i materiali che eventualmente dovessero essere direttamente forniti dall'Ente Finanziatore o dall'Ente Appaltante secondo un programma di consegna, risultante dalle ordinazioni dei vari materiali, di cui l'impresa potrà prendere conoscenza presso la direzione lavori, l'Amministrazione Appaltante non si impegna in merito ai termini di consegna.

Tali forniture saranno effettuate, dopo che l'impresa ne avrà fatta richiesta a mezzo di esatte distinte risultanti dai rilievi esecutivi, secondo un piano che nelle linee generali sarà comunicato all'Appaltatore, dopo che le Ditte fornitrici avranno confermata l'ordinazione effettuata dalla Amministrazione.

Le ordinazioni saranno fatte dall'Ente Finanziatore, o dall'Ente Appaltante secondo le modalità stabilite e di massima, in aderenza al programma di esecuzione dei Lavori redatto dall'impresa ed approvato dalla direzione lavori, riservandosi la Direzione stessa la facoltà di disporre variazioni nello sviluppo dei Lavori, anche in dipendenza della consegna delle forniture.

La consegna dei materiali resta ovviamente condizionata alla disponibilità degli stessi presso i fabbricanti o ai

tempi necessari per la loro fabbricazione e alla possibilità di trasporto nel periodo in cui vengono commessi all'industria, per cui degli eventuali ritardi rispetto alle previsioni di consegna non potrà essere ritenuta responsabile l'Amministrazione; sarà invece ritenuta responsabile l'impresa se le operazioni necessarie per l'approntamento delle distinte dei materiali non saranno sollecitamente eseguite dopo la consegna dei Lavori e le distinte stesse non saranno presentate alla direzione lavori con la richiesta di approvvigionamento in tempo utile, tenuto presente il tempo normalmente occorrente dalla richiesta di offerta alle Ditte si giunga alla consegna della fornitura.

Tale periodo di tempo s'intende compreso nel termine contrattuale stabilito per l'ultimazione dei Lavori e non darà perciò diritto all'impresa di ricevere proroghe e facoltà alla direzione lavori di ordinare sospensioni.

Per quanto riguarda le tubazioni, si precisa che l'importo a corpo stabilito per la posa in opera e le giunzioni dei tubi intende tra l'altro compensare qualsiasi onere derivante dalla lunghezza dei tubi così come verranno forniti, in relazione al loro trasporto, maneggio, numero di giunzioni ecc. per cui l'impresa a tale titolo non potrà chiedere compensi speciali di alcun genere.

La consegna dei tubi forniti dall'Amministrazione avverrà:

- a) per i tubi di acciaio e di ghisa e relativi pezzi speciali e apparecchi su carro ferroviario franco stazioni ferroviarie, vicine al luogo di impiego, o franco bordo nave (al posto più vicino ove siano assicurati frequenti collegamenti marittimi da designarsi dall'Appaltatore all'atto della consegna dei Lavori e da specificarsi nel relativo verbale), oppure franco autocarro nel punto e nei punti vicino al luogo di impiego e, comunque sempre in zone servite da strade statali, provinciali o comunali (che saranno in accordo stabiliti con l'impresa), restando altresì inteso che ogni decisione circa la scelta definitiva della consegna franco stazione o franco autocarro, o franco bordo nave, spetta all'Amministrazione a suo insindacabile giudizio.
- b) I tubi di acciaio potranno avere imballaggio costituito da tappetini di paglia intrecciata, larghi circa cm 60, appositamente disposto alla distanza di circa m 2,00 l'uno dall'altro e fissati al tubo con legature di filo di ferro. Alla sommità del carico, per impedire l'azione di usura della corda metallica sulla parete rivestita del tubo saranno disposte apposite tapparelle distanziatrici.
- c) I tubi di ghisa saranno semplicemente protetti con cercine di vegetale attorno ai bicchieri.
- d) L'Appaltatore dovrà farsi diligente presso le stazioni e i porti di arrivo per procedere allo scarico dei materiali nel più breve tempo al fine di evitare qualunque spesa per soste od altro, che rimarrebbe in ogni caso a suo esclusivo carico. L'Appaltatore non potrà mai chiedere che spedizioni e arrivi avvengano con un determinato ritmo, ma dovrà invece attrezzarsi per poter caricare e avviare ai suoi depositi temporanei o a piè d'opera tutti i tubi di arrivo, quale che sia il numero dei carri ferroviari e la loro distribuzione nella giornata ovvero la entità del carico su nave. La mancanza di mezzi di scarico (gru, ecc.) in stazione o su banchina non potrà essere invocata dall'Appaltatore né per modificare il ritmo degli arrivi né per chiedere speciali compensi. All'atto dello svincolo dei carri ferroviari o del ritiro su nave l'Appaltatore dovrà procedere al controllo del materiale in arrivo e quindi, ove sia il caso, alle contestazioni nei confronti dell'Amministrazione o dell'impresa di trasporti marittimi, ritirando il relativo verbale di accertamento. Tutto il materiale per cui non sia fatto verbale di avaria si intende ricevuto dall'Appaltatore in condizioni perfette, sia nel corpo che nell'eventuale rivestimento protettivo: da quell'istante l'Appaltatore resta garante dei materiali ricevuti fino a dopo eseguite le prove in opera (di cui al seguente articolo), vale a dire si impegna di ricambiare a tutte sue spese quei pezzi che all'atto pratico non corrispondessero alle prove stesse;
- e) per i tubi in gres e pezzi speciali relativi, per la costruzione di condotte idriche e di fogne di gres, la consegna avverrà franco stabilimento di fabbricazione.

L'Amministrazione fornirà tubi di lunghezza di fabbricazione normale.

L'importo in Capitolato per la posa in opera e le giunzioni dei tubi di gres intende fra l'altro compensare qualsiasi onere anche in relazione al loro trasporto, maneggio, giunzione, da effettuarsi secondo le prescrizioni del fabbricante, eventuali tagli, sagomature del bordo, etc.; per cui l'impresa a tale titolo non potrà chiedere compensi speciali di alcun genere.

La consegna dei materiali sarà effettuata dall'Amministrazione allo stabilimento di fabbricazione subito dopo il collaudo effettuato, alla presenza o meno di rappresentanti dell'Appaltatore e da incaricati dell'Ente. Dell'effettuazione dei collaudi l'Appaltatore sarà avvisato, perché intervenga ad assistere, con preavviso di 48 ore. La presenza dell'Appaltatore al collaudo ha solamente lo scopo di assicurarne che i tubi che gli sono consegnati corrispondono alle speciali norme di fornitura. Ove egli non si presenti, il collaudo sarà eseguito dagli incaricati della Amministrazione ed avrà ugualmente valore impegnativo nei confronti dell'Appaltatore, il quale pertanto resta garante dei materiali collaudati dall'Amministrazione fino a dopo eseguite le prove in opera, vale a dire è obbligato a ricambiare a tutte sue spese quei pezzi che all'atto pratico non superassero le prove stesse.

Effettuato il collaudo, l'Appaltatore dovrà contemporaneamente dare disposizioni alla fabbrica per immediata spedizione di tutti i tubi collaudati, quale sia il loro numero, con quei mezzi che a giudizio della Ditta fabbricatrice dei tubi assicurino all'atto del carico modalità di stivaggio che garantiscano la assoluta integrità dei materiali durante il trasporto.

Ove egli a ciò non provveda, su richiesta della fabbrica, comunicata per conoscenza anche all'Appaltatore, l'ente Finanziatore o l'Ente Appaltante, disporrà la spedizione direttamente, nel modo che riterrà migliore, a tutte spese dell'Appaltatore, il quale sarà tempestivamente avvertito dei provvedimenti adottati dall'Amministrazione.

I materiali forniti e consegnati all'impresa, non posti in opera, ad ultimazione dei Lavori dovranno essere riconsegnati alla Stazione Appaltante a mezzo di regolare verbale unitamente ad una distinta dettagliata in cui verranno indicate le caratteristiche dei materiali, le lunghezze, i diametri, il numero, ecc. nonché lo stato di conservazione.

In sede di conto finale all'impresa sarà addebitato, al costo, il materiale che risulterà mancante e non compreso nel normale sfrido, nonché il materiale riconsegnato deteriorato o danneggiato.

È fatto divieto all'impresa di adoperare i materiali forniti dall'Amministrazione in modo diverso da quello stabilito all'atto della consegna del Direttore dei Lavori.

### **Posa delle tubazioni e pezzi speciali**

#### **1) Norme generali**

- a) La posa in opera e la giunzione delle condotte, di qualunque materiale esse siano formate (acciaio, ghisa, cemento armato, PVC, PRFV, polietilene o gres), dovrà essere effettuata da personale specializzato.
- b) In particolare:
  - Nelle operazioni di posa in opera dei tubi di acciaio il personale saldatore dell'impresa deve possedere la necessaria preparazione tecnica che dovrà risultare da attestati di lavoro o da diplomi di corsi di specializzazione per saldatore. Comunque, prima dell'inizio delle operazioni di posa in opera la direzione lavori, mentre potrà richiedere l'allontanamento di quel personale che presenti titoli da essa ritenuti insufficienti, potrà sottoporre il personale accettabile ad esperimento pratico ed a un breve esame che verterà sul minimo di cognizioni tecniche necessarie. Il risultato di detta prova dovrà essere verbalizzato agli atti della gestione Lavori. Il riconoscimento da parte della direzione lavori della idoneità del personale saldatore, in sede degli esperimenti e degli esami di cui innanzi, non modifica in nessun modo la piena responsabilità della buona riuscita delle saldature e i conseguenti obblighi stabiliti nel presente Capitolato a carico dell'impresa.
  - La formazione dei giunti delle tubazioni di ghisa ad anello di gomma e di cemento armato deve essere fatta da operai forniti dalla Ditta costruttrice delle tubazioni alla quale l'impresa dovrà richiederli nel numero che sarà dalla direzione lavori ritenuto adeguato per assicurare la ultimazione dei Lavori entro il termine contrattuale. Solo il personale di manovalanza in aiuto può essere scelto tra quello generico dell'impresa.
- c) L'impresa è tenuta a mostrare alla direzione lavori, prima dell'inizio delle operazioni di posa in opera, l'elenco degli operai forniti dalla Ditta costruttrice delle tubazioni. Alla direzione lavori è riservata la piena facoltà di accertare, ogni volta che lo riterrà necessario e nei modi che riterrà migliori, l'esatto adempimento di questo obbligo da parte dell'impresa.
- d) Le norme di cui sopra non modificano in nessun modo la responsabilità dell'impresa come dal presente Capitolato circa la buona riuscita del lavoro di costruzione della condotta o gli oneri relativi.
- e) Gli oneri particolari relativi a tali prestazioni sono compresi nella posa in opera, giunzione e prova delle condotte costruite con detti tubi.
- f) La direzione lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, far sospendere la posa delle tubazioni qualora il personale incaricato di tale lavoro, nonostante la osservanza di quanto stabilito in precedenza, non dia all'atto pratico, le necessarie garanzie per la perfetta riuscita dell'opera.

La posizione esatta in cui devono essere posti i pezzi speciali e gli apparecchi, deve essere riconosciuta e approvata dal Direttore dei Lavori. Conseguentemente resta determinata la lunghezza dei diversi tratti di tubazione continua. Questa deve essere formata col massimo numero possibile di tubi interi, così da ridurre al minimo il numero delle giunture. Resta quindi vietato l'impiego di spezzoni di tubi ove non sia strettamente riconosciuto necessario dal Direttore dei Lavori. Qualora venisse riscontrato l'impiego non necessario di spezzoni di tubo, l'Appaltatore dovrà, a tutte sue spese, rifare il lavoro correttamente, rimanendo di lui il carico di tutte le maggiori spese per tale fatto sostenute dall'Amministrazione.



## 2) Pulizia di tubi ed accessori

Prima di essere posto in opera ciascun tubo, pezzo speciale ed apparecchio deve essere, a piè d'opera accuratamente pulito dalle tracce di ruggine o di qualunque elemento estraneo. Nell'operazione di posa deve evitarsi che nell'interno della condotta vadano detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la superficie interna del tubo.

Gli estremi della condotta posata devono essere tappati accuratamente, durante le interruzioni del lavoro, con tappi di legno.

## 3) Discesa dei tubi, pezzi speciali ed apparecchi

I tubi, pezzi speciali ed apparecchi devono essere discesi con cura nelle trincee e nei cunicoli dove debbono essere posati, evitando urti, cadute, ecc. I singoli elementi saranno calati il più possibile vicino al posto che dovranno avere in opera, evitando spostamenti notevoli entro il cavo.

## 4) Preparazione del piano di posa

La posa dei tubi dovrà essere fatta secondo le disposizioni che, tratto per tratto, impartirà la direzione lavori. In questo caso sarà necessario consolidare il piano di posa, questo consolidamento sarà effettuato mediante platea di calcestruzzo cementizio semplice o armato, con le modalità che saranno ordinate dal Direttore dei Lavori.

Nella briglia, la posa dei tubi avverrà su apposite sellette in acciaio.

Il fondo del cavo, sia esso in terra o in roccia, esista o no il letto di posa, non potrà presentare rilievi o infossature maggiori di cm 3.

Ove sia necessario, potrà raggiungersi il terreno solido per l'appoggio mediante pilastri in murature ovvero facendo ricorso a palificate di sostegno.

È vietato l'impiego di pezzi di pietra sotto i tubi per stabilire gli allineamenti.

## 5) Scavo delle nicchie

Nelle pareti e sul fondo dei cavi, in corrispondenza dei giunti, verranno scavate apposite incavature e nicchie per far luogo sia alla ribattitura del materiale di ristagno delle giunzioni dei tubi sia alla ispezione accurata delle giunzioni stesse in sede di prova. La dimensione delle nicchie deve essere tale che a giudizio del Direttore dei Lavori gli operai possano eseguire il loro lavoro con libertà di azione e tranquillità. L'onere per lo scavo delle nicchie è compensato nello scavo a sezione ristretta per posa delle tubazioni.

## 6) Profondità

La profondità non sarà di norma minore a m 1,20 sull'estradosso della tubazione. Potrà essere permessa una profondità minore, per brevi tratti, per particolari ragioni riconosciute dal Direttore dei Lavori. Qualora il profilo del terreno non consentisse di mantenere regolarmente tale profondità minima, la prescritta copertura dovrà essere raggiunta con la costruzione di un adeguato rilevato, curato in modo che esso non abbia a provocare ristagni di acqua.

## 7) Precauzioni da aversi durante i lavori

Durante l'esecuzione dei Lavori di posa debbono essere adottati tutti gli accorgimenti necessari per evitare danni agli elementi di condotta già posati.

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

Con opportune arginature e deviazioni si impedirà che le trincee siano invase dalle acque piovane, e si eviteranno parimenti, con rinterri parziali eseguiti a tempo debito, senza comunque interessare i giunti che verificandosi, nonostante ogni precauzione, le inondazioni dei cavi, e che le condotte, vuote o chiuse agli estremi, possano essere sollevate dalle acque. Ogni danno, di qualsiasi entità, che si verificasse in tali casi per mancanza di adozione delle necessarie cautele è a carico dell'Appaltatore.

Le estremità di ciascun tratto di condotta in corso di impianto debbono essere tenute chiuse con tappo di legno. È vietato praticare tali chiusure in modo diverso.

## 8) Integrità dei rivestimenti delle tubazioni d'acciaio

L'impresa assume con la stipula del contratto, l'intera e piena responsabilità dell'integrità dei rivestimenti

delle tubazioni e pezzi speciali di acciaio, forniti da essa direttamente o dall'Amministrazione, durante lo scarico da bordo nave ed i trasporti dal porto, dalle stazioni ferroviarie e dai luoghi di scarico dagli autocarri provenienti dalla fabbrica in poi, e durante tutte le operazioni per la costruzione dell'acquedotto fino a dare la condotta posata, giuntata e provata

Essa è quindi tenuta, a suo carico, nel caso di fornitura da parte dell'Amministrazione o di quelle fornite direttamente, a rilevare accuratamente, all'atto di prendere in consegna le tubazioni ed i pezzi speciali, durante lo scarico della nave, dai vagoni ferroviari o dagli autocarri provenienti dalla fabbrica, lo stato di rivestimenti di ogni singolo tubo o pezzo speciale ed a far rilevare dagli incaricati dalla direzione lavori o, in mancanza, da due testimoni estranei all'impresa, le eventuali imperfezioni (lesioni, abrasioni, tagli, ecc.) che il rivestimento presenti per danneggiamento subito durante le operazioni di trasporto dalla fabbrica al luogo ove l'impresa li prende in consegna.

Questi rilievi devono essere verbalizzati.

La direzione lavori darà le necessarie disposizioni e contabilizzerà a credito dell'impresa quelle riparazioni ai rivestimenti per i danneggiamenti come sopra rilevati, per i quali la Direzione stessa abbia ritenuto sufficiente la riparazione a piè d'opera fatta dall'impresa.

Il collocamento in opera dei tubi di acciaio deve essere preceduto da accurate ispezioni sullo stato dei rivestimenti protettivi e da quelle prove sulla integrità di essi che saranno disposte dalla direzione lavori.

Per accertare l'integrità dei rivestimenti l'impresa dovrà provvedersi di rilevatori a scintilla alimentati da spinterogeni, nei quali la distanza delle punte dallo scaricatore non dovrà essere inferiore a 1,5 volte lo spessore del rivestimento da controllare.

Qualunque danno ai rivestimenti che sia constatato a tubi e pezzi speciali in questa operazione di controllo, od in opera successivamente e quindi dipenda dalle operazioni fatte dall'impresa dopo il ricevimento delle tubazioni, farà carico all'impresa stessa la quale dovrà provvedere, a sue spese e secondo le norme del presente Capitolato in appresso specificate, alle riparazioni che saranno ordinate dalla direzione lavori, o ai maggiori rivestimenti, e, occorrendo, anche, a forniture a piè d'opera tubi o pezzi speciali con rivestimento integro quanti siano stati giudicati in condizioni di rivestimento tale che esso non sia riparabile a piè d'opera.

I tubi ed i pezzi scartati rimarranno di proprietà dell'impresa, che dovrà subito provvedere ad allontanarli dal cantiere.

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

#### 9) Riparazione delle lesioni al rivestimento applicato ai tubi o pezzi speciali (curve) d'acciaio

Tutte le volte che un tubo o pezzo speciale di acciaio si presenti a piè d'opera con il rivestimento lesionato, prima di rifiutarne l'impiego, la direzione lavori potrà a suo esclusivo giudizio consentire, ove le lesioni siano di modesta entità, che i rivestimenti lesionati vengano restaurati con le modalità di cui appresso, e quindi accettare il materiale.

Nel caso che si tratti di tubi e pezzi speciali con il rivestimento tipo "Dalmine" ove il danno al fibrocemento si limiti ad una fessurazione eventualmente appena segnata da un inizio di fuoriuscita di bitume, basterà riparare il solo fibrocemento; per far questo, dopo aver asportato la superficie con idonea boiacatura si applicherà una doppia fasciatura elicoidale di tessuto di vetro impregnato di malta di cemento e di sabbia in rapporto 1 a 1, estesa da ambo le parti fino a ricoprire per almeno cm 30 al di là della rottura il rivestimento protettivo originale fibro-cementizio.

Detta fasciatura sarà finita superficialmente con spolveratura di cemento e successiva fasciatura.

Se poi il danno si estende anche allo strato bituminoso, ovvero se dalla lesione del fibrocemento si sia verificata fuoriuscita e colatura di bitume, si dovrà procedere alla asportazione del fibrocemento e del bitume, sulla intera circonferenza, per la sezione di tubo danneggiata, provvedendo al completo ripristino del rivestimento (strato di fondo, mastice e vetro) per la ripresa del rivestimento sui giunti saldati, e con materiali e modalità rispondenti alle «Norme di Capitolato per il rivestimento protettivo dei tubi di Dalmine di acciaio per acquedotti». La riuscita del restauro del rivestimento bituminoso dovrà essere controllata in questa fase mediante il rilevatore a scintille.

Successivamente, sopra il rivestimento bituminoso restaurato, si applicherà la fasciatura di vetro e cemento sopra descritta, estesa per cm 30 sopra l'adiacente fibrocemento.

Particolare cura dovrà essere rivolta agli stagionamenti cementizi, provvedendo a frequenti abbondanti bagnature.

Nel caso invece che si tratti di tubi e pezzi speciali (curve) con il solo rivestimento bituminoso, si procederà secondo quanto detto dalla norma UNI ISO 5256:1987 e successive modifiche ed integrazioni.

#### 10) Posa in opera dei tubi

Dopo che i tubi saranno stati trasportati a piè d'opera lungo il tratto di condotta da eseguire e saranno state raggiunte le profondità di scavo fissate nelle tabelle di posa, l'impresa farà porre e quotare con canne metriche e livello a cannocchiale, dei picchetti sia nei punti del fondo della fossa che corrispondono alle verticali dei cambiamenti di pendenza e di direzione della condotta, sia in punti intermedi in modo che la distanza tra picchetto e picchetto non superi i m 15.

Con riferimento a detti picchetti verrà ritoccato e perfettamente livellato il fondo della fossa predisponendo, ove sia stabilito dal Direttore dei Lavori, secondo le norme del presente Capitolato l'eventuale letto di posa, verranno quindi disposte delle travi di legno in posizione tale che una delle facce sia a piombo con il centro del picchetto corrispondente.

Queste travi verranno situate ad una altezza costante sul piano di posa: questa altezza corrisponderà al diametro massimo esterno del tubo da posare, maggiorato in una misura costante.

Su ciascuna trave si tratterà con pressione l'allineamento tra vertice e vertice; quindi si procederà allo scavo delle nicchie per l'esecuzione delle giunzioni e alla perfetta sistemazione del fondo della fossa, come verrà prescritto dalla direzione lavori.

I tubi verranno calati nella fossa con mezzi adeguati a preservare l'integrità sia della struttura che del rivestimento e verranno disposti nella giusta posizione per l'esecuzione delle giunzioni, facendo riferimento ad una cordicella tesa fra le travi precedentemente descritte.

Prima di essere calati nei cavi i tubi dovranno essere puliti accuratamente nell'interno dalle materie che eventualmente vi fossero depositate e disinfettati isolatamente con lavaggio di acqua di calce: quindi saranno battuti a piccoli colpi di martello per accertare che non vi siano rotture, né soffiature, né camere d'aria.

Prima del collocamento in opera dei tubi in acciaio oltre la pulizia e disinfezione già indicate dovrà provvedersi alle riparazioni accurate dei rivestimenti cementizi protettivi. Dopo la posa in opera e l'esito favorevole della prima prova idraulica, dovrà provvedersi alla protezione dei giunti secondo le norme già indicate. La posa in opera dei tubi in acciaio e ghisa per i giunti saldati si eseguirà facendo poggiare l'esterno del cordone entro il fondo del bicchiere successivo si da ottenere che i vari pezzi risultino concentrici e perfettamente allineati.

Salvo quanto riguarda in particolare la formazione delle giunzioni, ogni tratto di condotta deve essere disposto e rettificato in modo che l'asse del tubo unisca con uniforme pendenza i diversi punti che verranno fissati con appositi picchetti, in modo da corrispondere esattamente all'andamento planimetrico o altimetrico stabilito nei profili che potranno essere disposti dalla direzione lavori stessa.

Nessun tratto dovrà essere posato in orizzontale; la pendenza minima ammessa è del 2%; i bicchieri devono essere sempre rivolti verso i punti a quota maggiore.

Non sono tollerate contropendenze.

Nel caso che nonostante tutto, queste si verificassero, l'Appaltatore ha tutti quei maggiori oneri che a giudizio insindacabile della direzione lavori, saranno ritenuti necessari per rettificare la tubazione, compreso quello di rimuovere la tubatura già posata e ricostruita nel modo prescritto.

Gli assi dei tubi consecutivi debbono essere rigorosamente disposti su una retta. Sono solo consentite deviazioni sino ad un massimo di un grado nei tubi a bicchiere con giunti a piombo e sino ad un massimo di tre gradi nei tubi con giunto a manicotto e ad anello di gomma e sino ad un massimo di sei gradi nei tubi con giunto sferico saldato allo scopo di consentire la formazione di curve a grande raggio.

I tubi debbono essere disposti in modo da appoggiare per tutta la loro lunghezza.

#### 11) Posa in opera di tubazioni in ghisa sferoidale

L'accoppiamento di tubi in ghisa sferoidale può avvenire con due tipi di giunzione, ambedue con guarnizione di gomma alloggiata in apposito cavo del bicchiere. La posa in opera del giunto di tipo "express" cioè con bulloni avviene secondo le regole normali di posa dei tubi di ghisa e cioè centrando il tubo rispetto al precedente posto in opera dopo aver introdotto in prossimità del cordone prima la ghiera (contro flangia) e poi la guarnizione in gomma avendo cura che il tubo sia totalmente appoggiato sul terreno. Si procede alla introduzione del tubo sino a fare quasi

toccare il cordone sul fondo del bicchiere e quindi si passa a stringere i bulloni.

La posa in opera del giunto rapido richiede invece degli speciali apparecchi in quanto il giunto ha guarnizioni a sezione conica che provvedono da sole alla tenuta senza l'aiuto di ghiere a vite o a bulloni.

Per effettuare la dovuta spinta ci si serve di un cavo da un lato facente capo al bicchiere del tubo già installato e dall'altro al bicchiere di quello da installare mediante opportune cravatte. La tensione del cavo si ottiene mediante un tendi cavo a mano.

L'impresa dovrà impiegare l'apparecchiatura idonea allo scopo fornita o indicata dalla Ditta fornitrice dei tubi e comunque soggetta all'approvazione della direzione lavori a suo giudizio insindacabile.

Con le modalità prescritte dalla direzione lavori e dalla Ditta fornitrice, l'impresa dovrà porre in opera ove occorra, il manicotto di rivestimento in polietilene del quale deve assicurare l'integrità fino al completo rinterro della condotta. In caso di forature e lacerazioni del manicotto, questo dovrà essere sostituito a cura e spese dell'impresa.

#### 12) Posa in opera dei pezzi speciali, apparecchi ed accessori

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

Nella messa in opera dei pezzi speciali deve essere assicurata la perfetta coassialità di questi con l'asse della condotta. Similmente per gli apparecchi dovrà essere usata ogni cura per evitare, durante i lavori e la messa in opera, danni alle parti delicate.

I bulloni e i dadi delle giunzioni debbono rispondere ai requisiti di cui alle norme UNI ed essere protetti con speciale "grasso antiruggine" (previa perfetta pulitura od eliminazione di ossidazione); l'applicazione di tale grasso è da eseguire a cura e spese dell'impresa.

Ove il rivestimento dei pezzi speciali di scarico e sfiato, deviazione, ecc. in acciaio o in ghisa abbia subito abrasioni o asportazioni, deve aversi provveduto, a cura e spese dell'impresa, al ripristino del rivestimento originario.

In particolare, poi, dovranno osservarsi le norme seguenti:

- i pezzi a T ed a croce dovranno collocarsi in opera, a perfetto squadra rispetto all'asse della condotta, con l'attacco orizzontale o verticale, a seconda di ciò che prescriverà la direzione lavori;
- saracinesche di arresto e di scarico. Le saracinesche di arresto saranno collocate nei punti che saranno indicati dalla direzione lavori all'atto della loro esecuzione. Le saracinesche di scarico saranno collocate nei punti più depressi delle condotte fra due rami di pendenza contrari; ovvero alla estremità di una condotta isolata quando questa è in continua discesa. Le saracinesche saranno sempre posate verticalmente entro pozzetti o camera in muratura.
- In generale le saracinesche di arresto avranno lo stesso diametro delle tubazioni nelle quali debbono essere inserite;
- sfiati automatici - Gli sfiati automatici da collocarsi o nei punti culminanti delle condotte, quando ad un ramo ascendente ne succede uno discendente, o al termine di tronchi in ascesa minima ovvero alla sommità di sifoni, anche di breve sviluppo, saranno messi in opera mediante pezzo T con attacco centrale.

Lo sfiato sarà sempre preceduto da una saracinesca e munito di apposito rubinetto di spurgo. Ove opportuno, questo rubinetto potrà essere portato all'esterno e fare capo ad apposito fontanino.

### Giunzioni

#### 1) Giunto con saldatura elettrica per tubi di acciaio

Le saldature verranno eseguite secondo le prescrizioni contenute nelle Norme UNI 15610, UNI EN 1011, UNI EN ISO 544, UNI EN 1708 e successive modifiche ed integrazioni.

L'impresa dovrà presentare all'Amministrazione appaltante documenti che provino di avere eseguito opere saldate elettricamente o quanto meno di avere alle dipendenze operai specializzati a tali saldature.

A completamento delle «Norme» citate si precisa particolarmente quanto segue:

- a) *Mano d'opera* - Nei lavori di saldatura dovranno essere impiegate maestranze espertissime, in possesso di patente, rilasciata dal Registro Navale Italiano o di titolo ritenuto equipollente dall'Amministrazione. La direzione

lavori sottoporrà il personale presentato dall'Appaltatore ad un esperimento pratico e ad un esame, come indicato nello specifico articolo.

- b) *Esecuzione delle saldature* - Le saldature dovranno essere eseguite con la massima cura e a perfetta regola d'arte. Le superfici sulle quali devono applicarsi saranno tenute accuratamente libere da ruggine o da altri ossidi, pelle di laminazione, scaglie, vernice o altre impurità, in modo da presentare il metallo perfettamente nudo e pulito. I cordoni di saldatura saranno formati da una successione di strati sovrapposti (passate) compenetranti intimamente uno nell'altro. Il numero di passate che sarà in relazione all'elemento da saldare, non dovrà essere inferiore a due. Lo spessore di materiale di apporto depositato da una passata non dovrà superare i 4 mm. Ciascuna passata dovrà presentare una buona penetrazione marginale col metallo base e con la precedente passata dovrà essere priva di soluzioni di continuità, fenditure, soffiature. Prima di compiere la passata successiva dovrà provvedersi alla asportazione delle scorie mediante martelli leggeri o spazzole in modo che il metallo risulti nudo e netto.
- c) *Elettrodi* - Verranno impiegati esclusivamente elettrodi rivestiti il metallo di apporto presenti caratteristiche metalliche analoghe a quelle del metallo base. Il tipo di elettrodo o di elettrodi da impiegare dovrà essere approvato dalla direzione lavori, la quale si riserva di richiedere all'Appaltatore ulteriori prove anche diverse da quelle suggerite dalle «Norme» su accennate.
- d) *Rifacimento del rivestimento protettivo* - Dopo la saldatura delle giunzioni l'impresa dovrà ripristinare accuratamente la bitumatura esterna (sia di fondo che protettiva) dei tubi in corrispondenza delle giunzioni stesse, facendo attenzione che non si creino soluzioni di continuità fra il rivestimento già esistente sui tubi e quello del giunto.

A tal fine la ricostruzione del rivestimento sarà realizzata come segue:

- Rivestimento bituminoso: eseguire sul rivestimento bituminoso già esistente ai due lati del giunto, su una larga superficie ben rinvivata, un invito a becco di flauto.
  - La saldatura e tutta la superficie del metallo da rivestire deve essere accuratamente ripulita con spazzola metallica, al fine di asportare qualsiasi traccia di materiali estranei (prodotti dalla ossidazione del ferro, sostanze grasse ecc.) fino a rendere il metallo perfettamente nudo e pulito.
  - Dopo un'imprimatura con vernice bituminosa, eseguire una fasciatura elicoidale di tessuto di vetro impregnata di bitume fuso a caldo, con sovrapposizione minima del 25%, in più strati, fino a raggiungere uno spessore totale del rivestimento bituminoso di almeno 8 mm. La nuova fasciatura deve essere estesa fino alla superficie bituminosa ben rinvivata, senza sovrapporsi all'eventuale rivestimento fibro-cementizio esistente.
- Le caratteristiche dei materiali da impiegarsi nel ripristino del rivestimento bituminoso e le modalità di esecuzione di esso dovranno concordare con quanto prescritto per i tubi di Dalmine di acciaio per gli acquedotti della Cassa per il mezzogiorno.
  - Subito dopo effettuato il rivestimento del giunto con il tessuto di vetro e bitume e per i tubi con rivestimento Dalmine, prima di rieseguire la ricopertura, con la fasciatura di vetro e cemento, la direzione lavori avrà facoltà di controllare la buona riuscita di detto rivestimento con apposito rilevatore a scintilla; l'Appaltatore è tenuto ad interrompere a tal fine la lavorazione per il tempo necessario, senza che ciò possa costituire oggetto di compensi speciali.
    - Rivestimento fibro-cementizio: Si praticherà per i tubi di acciaio con rivestimento "Dalmine", una doppia fasciatura di tessuto di vetro bene impregnato di malta di cemento e sabbia in rapporto 1 a 1, estesa a ricoprire l'adiacente strato di cemento amianto (che sarà accuratamente ripulito) per 30 cm per parte circa, si finirà con una lisciatura a spolvero di cemento.
- e) *Varie* - L'Appaltatore dovrà precisare in una relazione eventualmente corredata da disegni, le dimensioni dei cordoni di saldature, il numero di passate con cui verranno costituiti detti cordoni, il tipo ed il calibro degli elettrodi da impiegare in ciascuna passata e la corrispondente intensità di corrente elettrica nonché la descrizione delle attrezzature ed impianti che l'impresa impiegherà per la saldatura elettrica.
- f) L'Amministrazione potrà eseguire tutte quelle indagini ed esperienze che riterrà necessarie per accertare la buona esecuzione di lavori di saldatura.
- g) Tutte le prove ed esperienze saranno eseguite a cura e spese dell'Appaltatore che in ogni modo resta il solo responsabile della perfetta riuscita dei lavori di saldatura.
- h) *Caratteristiche del bitume per l'esecuzione dei rivestimenti dei giunti* - il bitume da impiegarsi per il ripristino dello strato di fondo avrà queste caratteristiche:
- punto di rammollimento (palla - anello) compreso fra 75° e 85°;
  - penetrazione a 25° (DOW): da 20 a 35 decimi di millimetro;
  - punto di rottura a bassa temperatura (Fraas) non superiore a -80°.

- Le caratteristiche del bitume per lo strato protettivo saranno le seguenti:
- punto di rammollimento (palla - anello): compreso fra 90° e 100°;
- penetrazione a 25° (DOW): non maggiore di 20 decimi di millimetro;
- punto di rottura a bassa temperatura (Fraas): non superiore a -60°.

### **Murature d'ancoraggio e di contenimento**

In corrispondenza della parte convessa delle curve, sia altimetriche che planimetriche, saranno di norma costruiti ancoraggi di calcestruzzo, eventualmente con staffa di ferro per contrastare la spinta che si verifica in corrispondenza della deviazione e per ripartire uniformemente la spinta sul terreno di posa.

Parimenti murature di contenimento dovranno di norma essere costruite quando la tubazione è posata su terreno a forte pendenza, a distanza inversamente proporzionale alla pendenza stessa e differente secondo che i tubi siano collegati mediante giunto a banchiere e materiale di ristagno con giunti elastici.

Dette murature e le eventuali staffe avranno le dimensioni e le caratteristiche minime indicate in progetto, che dovranno essere verificate e, se necessario per la stabilità delle condotte, eventualmente maggiorate a cura dell'appaltatore, con l'approvazione del Direttore dei Lavori.

### **Prove delle condotte**

L'impresa è strettamente obbligata ad eseguire le prove dei tronchi di condotta posata al più presto possibile e pertanto dovrà far seguire immediatamente all'esecuzione delle giunzioni l'inserimento delle apparecchiature previste e la costruzione delle murature di contenimento e di ancoraggio. Successivamente non appena scaduti i termini di stagionatura delle murature avanti dette, dovrà attuare tutte le operazioni per l'esecuzione delle prove.

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

Le prove saranno effettuate per tratti di lunghezza media di mt 500; restando però in facoltà della direzione lavori, a suo insindacabile giudizio, aumentare o diminuire tali lunghezze.

Ciascun tratto da provare sarà idraulicamente collegato con l'antecedente e con il seguente.

L'Amministrazione potrà prescrivere altri dispositivi speciali, come l'esecuzione di blocchi di calcestruzzo con tubi di comunicazione tra l'uno e l'altro muniti di saracinesche per il passaggio dell'acqua: blocchi da rimuoversi in tutto od in parte dopo le prove per eseguirle nel tratto di tubazione adiacente alla interruzione.

L'impresa dovrà provvedere a sue cure e spese a tutto quanto è necessario per la perfetta esecuzione delle prove e per il loro controllo da parte dell'Amministrazione. Dovrà quindi fornire l'acqua occorrente, i piatti di chiusura, le pompe, rubinetti, raccordi, guarnizioni e manometri registratori (manografi) muniti di certificato di taratura rilasciato da un laboratorio ufficiale.

Saranno inoltre effettuati, a cura e spese dell'impresa, la provvista di materiali e tutti i lavori occorrenti per sbadacchiature e ancoraggi provvisori delle estremità libere della condotta e dei relativi piatti di chiusura durante le prove, curando l'esecuzione di tali operazioni nel modo più perfetto così da non dar luogo a danneggiamenti della tubazione ed altri manufatti.

Prima dell'inizio delle prove, peraltro, l'impresa dovrà comunicare alle Direzioni Lavori dove intende approvigionarsi d'acqua: l'acqua dovrà avere comunque caratteristiche di potabilità fornendo alla direzione lavori apposita preventiva documentazione; la direzione lavori, a suo insindacabile giudizio, può evitare l'immissione delle condotte da provare di acqua non idonea.

È comunque escluso l'uso di acque di fossi o depositi superficiali. Solo in casi particolari, il Direttore dei Lavori può ammettere, su richiesta scritta e giustificata dell'impresa, acque che non abbiano caratteristiche di potabilità, a suo insindacabile giudizio. Tutti i relativi oneri derivanti dall'osservanza di quanto sopra sono compresi e compensati con i prezzi di elenco per ritiro, trasporto e posa delle tubazioni.

Le prove da eseguirsi in ogni tratto saranno due: una a giunti scoperti e condotta seminterrata, l'altra a rinterro totalmente eseguito. Durante il periodo nel quale la condotta sarà sottoposta alla prima prova, il personale della direzione lavori, in contraddittorio con quello dell'Appaltatore, eseguirà la visita accuratissima di tutti i giunti. A tale scopo, all'inizio della prova, devono essere bene aperte e sgombrare tutte le nicchie ed i singoli giunti debbono risultare puliti e asciutti perfettamente.

Qualora la prima prova non abbia dato risultati conformi alle prescrizioni relative ai singoli tipi di tubi, la prova dovrà essere ripetuta, previ i necessari interventi, per tutta la durata alle medesime condizioni.

Tutte le predette operazioni, compreso il vuotamento ed il nuovo riempimento della condotta e tutto quanto altro possa occorrere per la ripetizione della prova, sono a totale carico dell'Appaltatore.

La buona riuscita della prova sarà dimostrata dai concordi risultati dell'esame dei giunti del grafico del manometro registratore. In particolare, non potrà essere convalidata una prova in base alle sole indicazioni, ancorché buone, nel manometro registratore, senza che sia stata effettuata la completa ispezione di tutti i giunti.

Eseguita la prima prova con esito favorevole si procederà al rinterro della condotta adoperando le materie scavate in precedenza calandole con la massima cura fino a costruire il necessario ricoprimento sulla generatrice superiore del tubo.

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

Qualora la seconda prova non abbia dato risultati conformi alle prescrizioni relative ai singoli tipi di tubo, il cavo dovrà essere riaperto, i giunti revisionati e rifatti, il rinterro rinnovato. Dopo ciò la prova potrà essere rinnovata con le stesse modalità di cui sopra.

Tutte le predette operazioni, compreso il vuotamento ed il nuovo riempimento della condotta e tutto quanto altro possa occorrere per la ripetizione della prova, sono a totale carico dell'Appaltatore.

Le prove saranno sempre eseguite in contraddittorio tra la direzione lavori e l'Impresa e per ogni prova eseguita, sia l'esito favorevole o negativo, verrà redatto apposito verbale sottoscritto dalle parti.

La sostituzione dei tubi (come fornitura del materiale e come mano d'opera) che risultassero rotti o che si rompessero durante le prove è a totale carico dell'impresa.

Dopo l'esito favorevole delle due prove, le condotte, i serbatoi ecc. devono restare pieni d'acqua, e a ciò deve provvedere l'impresa a sue cure e spese, fino al collaudo provvisorio o, in mancanza di questo, fino al collaudo definitivo.

La pressione base per la prova delle condotte in opera sarà quella massima idrostatica relativa alla tratta in prova, ovvero la maggiore pressione dinamica che possa verificarsi in dipendenza dei servizi cui la condotta è destinata, calcolata con i metodi appositi dell'idraulica.

Potranno essere inserite in contabilità solamente le tubazioni per le quali sia risultato positivo l'esito di entrambe le prove. In caso contrario le tubazioni potranno essere contabilizzate solamente come materiali a piè d'opera.

#### **Tubazioni metalliche**

Per le tubazioni in ghisa sferoidale le modalità di prova sono indicate nell'apposito disciplinare di fornitura allegato al capitolato speciale d'appalto.

Per le tubazioni di acciaio i singoli tratti saranno in tutte e due le prove saranno sottoposti ad una pressione pari ad una volta e mezzo quella base di prova e, in ogni caso, non inferiore a 15 atmosfere.

Sia per la tubazione di ghisa che per quelle di acciaio la prima prova avrà la durata di otto ore, la seconda di quattro.

Le prove saranno effettuate riempiendo d'acqua la tratta da provare e raggiungendo la pressione stabilita mediante pressa idraulica da applicarsi all'estremo più depresso della tratta stessa. La pressione di prova dovrà essere raggiunta gradualmente, in ragione di non più di un'atmosfera al minuto primo.

#### **Rinterri**

Le trincee aperte per le condutture saranno riempite dopo aver posato i tubi e dopo aver eseguito, con buon esito, la prima prova di pressione.

Per il riempimento si adopereranno i materiali provenienti dagli scavi, riconosciuti idonei dalla direzione lavori, che si trovano depositati lungo la trincea o in luoghi di deposito, qualunque sia lo stato di costipamento delle materie stesse. Il rinterro di un dato tronco di conduttura, già provato, dovrà essere iniziato quando la condotta trovasi ancora in pressione, adoperando per il primo strato, fino ad una altezza di ricoprimento di 30 cm sulla generatrice superiore del tubo, materiali minuti sciolti e di preferenza aridi, con esclusione di ciottoli, pietre e scapoli di roccia di dimensioni maggiori di cm 5, senza erba, frasche, etc.

Il riempimento successivo, da eseguirsi appena ultimato e pestonato il primo strato anzidetto, sarà eseguito anche esso, per strati successivi di altezza non maggiore di cm 25, regolarmente spianati e bagnati e accuratamente pestonato con mazzeranga fino a superare il piano di campagna con un colmo di altezza sufficiente a compensare gli assestamenti che potranno aversi successivamente.

Qualora le materie di scavo fossero costituite da pietrame o da scapoli di roccia di dimensioni maggiori di cm 10, questi saranno messi in opera a mano nella parte di rinterro superiore a quello di prima copertura, in guisa da evitare, con il loro getto alla rinfusa, i danneggiamenti dei tubi.

Gli spazi vuoti saranno riempiti con terre minute anche se dovranno essere trasportati da siti più lontani.

L'Appaltatore resta sempre unico responsabile dei danni e delle avarie comunque prodotti alla condotta in dipendenza del modo con cui si esegue il rinterro. In nessun caso il rinterro totale dovrà risultare inferiore alla profondità di scavo e se per raggiungere tale scopo non bastasse dovrà provvedere a tutte sue cure e spese agli eventuali trasporti longitudinali ovvero a prelevare e trasportarlo da cave di prestito. Dette cave dovranno essere aperte a tutte cure e spese dell'Assuntore a distanza non minore di metri 50 dall'asse della condotta e dovranno essere mantenute in modo che non si abbiano a verificare in esse ristagni di acqua.

Allorché per raggiungere la necessaria altezza di ricoprimento delle condotte e che sarà ordinata dalla direzione lavori, occorresse spingere il rilevato al di sopra del piano naturale della campagna, questo sarà sagomato a sezione trapezoidale con scarpe profilate di adatta inclinazione, secondo le prescrizioni che saranno impartite all'atto pratico dalla direzione lavori.

Il materiale di rinterro dovrà essere comunque sistemato in modo da superare il piano di campagna con un colmo di altezza sufficiente a compensare gli assestamenti che potranno aversi successivamente.

Se, anche dopo aver raggiunto la minima altezza di ricoprimento sulla generatrice superiore del tubo, restasse ancora il materiale, questo, ad eccezione di quanto possa essere necessario per eventuali successivi ricarichi, dovrà essere rimosso a tutte cure e spese dell'Appaltatore.



## **CAPO IV:**

# **Misurazione e Valutazione dei lavori**

### **(valido esclusivamente per le varianti)**

#### **Disposizioni generali relative ai prezzi dei lavori a misura e delle somministrazioni per opere in economia**

I prezzi unitari in base ai quali -sotto deduzione del pattuito ribasso sull'intero loro importo- saranno pagate le somministrazioni di materiali, i noli e i Lavori appaltati a misura -oltre quanto particolarmente indicato nelle singole voci dell'elenco prezzi- comprendono quanto appresso.

- a) Per la somministrazione di materiali, ogni spesa -nessuna eccettuata- sopportata dall'impresa per la fornitura, i trasporti, cali, perdite, sprechi, etc., per dare i materiali stessi pronti all'impiego a piè d'opera in qualsiasi punto del lavoro, nella quantità richiesta dall'Amministrazione.
- b) Per i noli, ogni spesa per dare a piè d'opera i macchinari, accessori e mezzi d'opera pronti al loro uso secondo le modalità tutte come sopra.
- c) Per i Lavori a misura, tutte le spese per i mezzi d'opera e mano d'opera assicurazioni di ogni specie; tutte le forniture occorrenti e la loro lavorazione e messa in opera; trasporti e scarichi in ascesa; indennità di cave, di passaggi, di depositi, di cantiere, di occupazioni temporanee, imposte di consumo, etc.

Nei prezzi stessi si intende cioè compreso ogni compenso per gli oneri tutti (anche se non esplicitamente sopra detti o richiamati nei vari articoli e nell'elenco dei prezzi) che l'Appaltatore dovrà sostenere per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte.

Per le somministrazioni di mano d'opera i prezzi indicati in elenco sono comprensivi di ogni spesa per fornire gli operai di attrezzi e utensili del mestiere, nonché delle quote per oneri di ogni genere posti per legge a carico del datore di lavoro, per spese generali, beneficio dell'impresa, etc. Detti prezzi sono soggetti al ribasso d'arte limitatamente ad una quota pari al 20% (venti per cento) del loro importo.

#### **Valutazione degli scavi e demolizione all'aperto**

##### **1) Oneri generali**

Oltre che degli obblighi particolari emergenti dal presente articolo e dalle prescrizioni del Capitolato con i prezzi di elenco per gli scavi l'Appaltatore deve ritenersi compensato di tutti gli oneri che esso dovrà incontrare:

- per taglio di piante, estirpazione di ceppaie, radici, etc.;
- per il taglio e lo scavo con qualsiasi mezzo delle materie, sia asciutte che bagnate o in presenza d'acqua, per qualsiasi altezza sul fondo cavo;
- per paleggi, innalzamenti, carico, trasporto e scarico in rilevato o rinterro od a rifiuto; sistemazione delle materie di rifiuto; deposito temporaneo in zona al di fuori della striscia destinata a costruire la sede definitiva della condotta, che sarà occupata a cure e spese dell'Amministrazione;
- per la regolarizzazione delle scarpate o pareti, per lo spianamento del fondo, per la formazione di gradoni, per il rinterro all'ingiro delle murature, secondo le sagome definitive di progetto o stabilite dalla direzione lavori;
- per puntellare, sbadacchiature ed armature di qualsiasi genere e di normale importanza secondo tutte le prescrizioni contenute nel presente Capitolato, comprese le composizioni, scomposizioni, estrazioni ed allontanamento, nonché sfridi, deterioramenti, perdite parziali o totali del legame dei ferri;
- per impalcature, ponti passerelle e costruzioni provvisorie, occorrenti sia per l'esecuzione dei trasporti delle materie per scavo, sia per la formazione di rilevati, per passaggi, attraversamenti, etc.;
- per ogni altra spesa infine necessaria per l'esecuzione completa degli scavi.

Agli effetti dei trasporti delle terre di scavo non si terrà conto del maggior volume che rispetto alle misure geometriche degli scavi possono acquistare i materiali dopo scavi.

Agli effetti della liquidazione degli acconti i prezzi per i movimenti di terra, si considerano riferiti per l'80% ai

movimenti e per il 20% ai Lavori di rifinitura, ossia alla profilatura delle scarpate e dei cigli, alla sistemazione delle terre a rifiuto e in generale a tutti i Lavori per il perfezionamento degli scavi e dei rialzi e per la completa sistemazione delle terre collocate al di fuori della sede delle opere.

Per conseguenza, gli acconti per i movimenti di terra, alla cui liquidazione si provvede prima ancora dei prescritti Lavori di rifinitura, non potranno superare l'80% dell'acconto liquidabile a lavoro completamente eseguito.

Il residuo 20% sarà accreditato all'impresa nei successivi stati d'avanzamento a mano a mano che questa avrà provveduto alla completa esecuzione del lavoro.

Qualora l'impresa trascurasse l'esecuzione dei Lavori di rifinitura incorrerà a titolo di penale nella perdita del predetto 20%, senza pregiudizio del maggiore risarcimento dovuto per il danno effettivamente cagionato.

## 2) Misurazione degli scavi

- a) Il volume degli scavi di sbancamento sarà valutato in base alle precise dimensioni prescritte senza tener conto di fuori sagoma per qualsiasi ragione determinatisi; sarà valutato a tratti in ciascuno dei quali l'andamento del terreno sia sensibilmente uniforme, moltiplicando la lunghezza del tratto, misurata in orizzontale, per la media aritmetica delle sezioni estreme del tratto stesso, (metodo delle sezioni ragguagliate) rilevate in contraddittorio con l'Appaltatore.
- i) L'apertura della pista lungo il tracciato verrà compensata solo quando la pendenza trasversale del terreno è maggiore del 30%. La valutazione avverrà ai prezzi previsti per gli scavi di sbancamento.
- j) Le trincee aperte lungo l'asse delle condotte per dar luogo successivamente allo scavo di fondazione saranno compiute e pagate come scavo di sbancamento.
- b) Gli scavi di fondazione -sia per fondazione che per la posa delle tubazioni- saranno computati in modo analogo agli scavi di sbancamento, con l'avvertenza che l'area delle sezioni risulterà -picchetto per picchetto- dal prodotto della base di fondazione per la sua profondità sotto il piano degli scavi di sbancamento e del terreno naturale (quando detto scavo di sbancamento non viene effettuato) misurata sulla verticale della testa dei singoli picchetti.

Ove la sezione degli scavi sia maggiore di quella stabilita, non sarà tenuto conto degli scavi eseguiti in eccesso.

Sarà considerata sempre come terreno scavato la parte ricadente al di sopra della condotta per consentire passaggi pedonali o altro.

Ai volumi così calcolati si applicheranno i vari prezzi fissati nell'elenco per tali scavi, vale a dire che essi saranno valutati sempre come eseguiti a pareti verticali, ritenendosi già compreso e compensato col prezzo unitario di elenco ogni maggiore scavo. In detto prezzo unitario d'elenco è compreso altresì l'onere (sia per il maggior volume di scavo che pertanto non verrà computato, sia per le particolari difficoltà d'esecuzione quando i tubi siano già calati entro la fossa) dello scavo delle nicchie necessarie per la esecuzione delle giunzioni della condotta nei punti che risultassero determinati all'atto pratico a seguito dello sfilamento dei tubi nella fossa.

Dal computo dei volumi va detratto il volume delle demolizioni quando queste sono compensate a parte con apposito prezzo.

I prezzi di elenco per gli scavi di fondazione sono applicabili unicamente e rispettivamente al volume di scavo ricadente in ciascuna zona compresa fra la quota del piano superiore e la quota del piano inferiore che delimitano le varie zone successive a partire dalla quota di sbancamento e proseguendo verso il basso.

Pertanto la valutazione definitiva dello scavo eseguito entro i limiti di ciascuna zona risulta dal volume ricadente nella zona stessa e dalla applicazione a questo volume del prezzo di Elenco fissato per lo scavo nella zona in esame.

Per la larghezza degli scavi per la posa delle tubazioni saranno adottati, per i vari diametri, le seguenti misure salvo ordini scritti della direzione lavori:

- per tubazioni fino a DN di 300 mm L. = 0.70 m
- per tubazioni DN da 315 a 400 mm L. = 0.80 m
- per tubazioni DN da 450 a 500 mm L. = 0.90 m
- per tubazioni DN da 550 a 600 mm L. = 1.00 m
- per tubazioni DN da 700 a 800 mm L. = 1.30 m
- per tubazioni DN da 900 a 1000 mm L. = 1.80 m
- per tubazioni DN da 1100 a 1200 mm L. = 2.00 m

Nei casi di due o più condotte affiancate, la larghezza totale di scavo sarà uguale alla somma dei diametri

esterni dei tubi più 20 cm di intervallo da parete scavo a tubo e da un tubo all'altro.

### 3) Classifica delle materie di scavo

A seconda delle materie da rimuoversi gli scavi saranno così classificati: scavi in roccia da mina e scavi in terreni di qualsiasi natura e consistenza esclusa la detta roccia da mina.

Ai fini contabili non verrà effettuata alcuna classificazione dei terreni in quanto il prezzo d'applicazione annesso all'elenco prezzi è unico per qualsiasi qualifica e varia solo per la tipologia di scavo (sbancamento, larga sezione, sezione obbligata ristretta). Conseguentemente in nessun caso e per nessuna ragione saranno ammessi particolari e speciali valutazioni e compensi all'infuori della pura e semplice applicazione dei prezzi suddetti ai volumi di scavo effettuati.

### 4) Demolizioni di muratura

I prezzi fissati in tariffa per la demolizione delle murature e strutture in genere si applicheranno al volume o alla superficie delle murature e strutture ordinate da demolire.

Tali prezzi comprendono i compensi per tutti gli oneri e obblighi specificati nel presente Capitolato (scelta dei materiali, loro accatastamento o trasporto a rifiuto, etc.).

### 5) Rilevati e rinterri

Tutti gli oneri, obblighi e spese per la formazione dei rilevati e rinterri come precisato nel presente Capitolato si intendono compresi nei prezzi stabiliti in elenco per dette opere e quindi all'Appaltatore non spetterà alcun compenso oltre l'applicazione di detti prezzi.

Il volume dei rinterri delle condotte -compreso il rilevato e "colmo" al di sopra del piano di campagna costituito per compensare i successivi assestamenti- sarà contabilizzato pari al corrispondente volume di scavo riportato in contabilità per la posa delle tubazioni diminuito del volume corrispondente all'eventuale letto di posa delle tubazioni per l'altezza pari a 15 cm e del volume corrispondente all'eventuale cassonetto di pietrisco senza tener conto di maggiori larghezze dello scavo, rispetto a quelle ordinate dovute a franamenti, errori eventuali e a qualsiasi altra causa.

Il volume del rinterro e dei rilevati da eseguirsi secondo la prescrizione della direzione lavori, al di sopra delle strutture di copertura dei serbatoi e dei partitori sarà contabilizzato con il metodo delle sezioni ragguagliate.

L'Appaltatore è tenuto ad effettuare, secondo le prescrizioni della direzione lavori, a sua totale cura e spese, il trasporto a rifiuto e la idonea sistemazione delle materie eccedenti anche dopo la esecuzione del colmo per le tubazioni e dei rinterri per i manufatti.

Il volume dei rilevati stradali sarà contabilizzato con metodo delle sezioni ragguagliate detraendo dal volume così risultante il vano corrispondente al cassonetto per l'impianto della massiciata.

Nei prezzi di elenco relativi ai rinterri ed ai rilevati sono anche compresi e compensati tutti gli oneri contemplati per tale genere di lavoro, nonché la ripresa ed il trasporto da qualunque distanza dei materiali provenienti dagli scavi, dai siti ove sono depositati ai punti ove occorrono.

### 6) Riempimento con pietrame a secco

Il riempimento con pietrame a secco a ridosso delle murature per drenaggi, vespai, etc., sarà valutato al mc per il suo volume misurato in opera tenuto conto degli ordini della direzione lavori.

Nel prezzo è compreso ogni onere per la fornitura di tutto il materiale necessario -qualunque ne sia la provenienza- e relativa posa in opera come prescritto.

### **Valutazione murature, calcestruzzi e iniezioni**

Tutte le murature e calcestruzzi in genere, salvo le eccezioni in appresso specificate, saranno misurate geometricamente, a volume od a superficie, secondo la categoria, in base a misure sul vivo dei muri, esclusi cioè gli intonaci.

Nei prezzi unitari delle murature e calcestruzzi di qualsiasi genere si intende compreso ogni onere per la formazione di spalle, sginci, canne, spigoli, strombature, feritoie per scolo di acqua, incassature per imposte di archi, volte e piattabande.

Qualunque sia la curvatura data alla pianta e alle sezioni trasversali dei muri, anche se si debbano costruire sotto raggio, le relative murature e calcestruzzi non potranno essere comprese nella categoria delle volte e saranno quindi valutate con i prezzi delle murature rette senza alcun compenso in più.

Nei singoli prezzi di tutti i generi di muratura oltre agli oneri speciali per ciascun genere indicati è compreso e compensato lo sfrido e la lavorazione dei pezzi per ridurli ai voluti profili, il sollevamento dei materiali alle varie altezze, gli anditi, i ponti di servizio, le armature, le centine, e casseri, le casseforme, gli sbadacchi e quanto altro occorre per la completa e perfetta riuscita delle murature eseguite a qualunque altezza o profondità ed in qualunque località dei Lavori appaltati; ivi compreso ogni maggiore onere per eseguire le opere nei terreni asciutti o bagnati e, conseguentemente, per ogni occorrente aggettamento ed esaurimento d'acqua in qualsiasi entità; nonché per eseguire le opere in presenza di attraversamenti di cavi e fogne di qualsiasi genere. Nei relativi prezzi di elenco è anche compreso ogni onere per i necessari rinzaffi.

#### **Opere in cemento armato**

Nella valutazione delle murature in cemento armato il ferro impiegato ed il conglomerato, saranno valutati separatamente secondo i rispettivi prezzi di tariffa.

Nel computo del volume del conglomerato non sarà fatta alcuna detrazione del volume delle armature in esso immerse.

Nel prezzo riportato in elenco del detto conglomerato è anche compreso e compensato ogni onere per tutte le operazioni di versamento, costipamento e conguaglio.

Nel prezzo del ferro, che sarà valutato a peso moltiplicandone la lunghezza sviluppata dei singoli ferri, quali risulta dai disegni esecutivi, per il peso unitario al ml. è compreso e compensato l'onere del taglio, secondo le dimensioni stabilite, della piegatura, della situazione in opera e delle legature delle giunzioni e degli incroci in filo di ferro da mm 1, nonché della bagnatura delle armature con boiacca di cemento; detto peso unitario si desumerà dal manuale dell'Ingegnere del «Colombo», ultima edizione.

Nell'accennato prezzo del ferro sono altresì compensate le sovraggiunture e lo sfrido, in qualsiasi misura esso si verifichi in dipendenza delle dimensioni delle armature.

#### **Valutazione dei lavori in metallo**

Tutti i lavori in metallo saranno valutati a peso ed i relativi prezzi verranno applicati al peso effettivo dei materiali stessi a lavorazione completamente ultimata e determinata prima della loro posa in opera, con pesatura diretta fatta in contraddittorio ed a spese dell'Appaltatore, escluse, bene inteso, dal peso le verniciature e coloriture.

Nei prezzi dei lavori in metallo in opera è compreso ogni e qualunque compenso per forniture principali ed accessorie, per lavorazioni, montaggi e posa in opera.

Sono pure compresi e compensati:

- l'esecuzione sia dei necessari fori ed incassi nelle murature e pietre da taglio, sia delle impiombature e suggellamenti con relativa fornitura della malta di cemento e del piombo per le impiombature;
- la zincatura a freddo, il tiro ed il trasporto in alto (ovvero: la discesa in basso) e tutto altro quanto necessario per dare i Lavori compiuti in opera a qualsiasi altezza.

In particolare, i prezzi delle travi in ferro a doppia T e con qualsiasi altro profilo (per solai, piattabande, sostegno, collegamenti, etc.) si applicano quali che siano la lunghezza, grandezza e sezione delle travi stesse, anche se di tipi di fabbricazione speciale, oltre il tiro ed il trasporto in alto (ovvero: la discesa in basso), tutte le forature, tagli, lavorazioni, etc. per collegare le teste di tutte le travi dei solai con tondini, tiranti, cordoni in cemento armato, ovvero per applicazioni di chiavi, coprichiavi, chivarde, staffe, avvolgibili, bulloni, chiodature, etc., per assicurare le travi ai muri di appoggio, ovvero per collegare due o più travi tra di loro, etc., per qualsiasi altro lavoro prescritto e che potrà prescrivere la direzione lavori per la perfetta riuscita del lavoro e per fare esercitare alle travi la funzione loro assegnata in progetto.

Le ringhiere e cancellate, con profilati di ferro scatolari o pieni e con disegni semplici e lineari, saranno valutate a peso.

Le ringhiere e cancellate di ferro con ornati o con disegni particolarmente complessi saranno valutate a corpo.

Il ferro in armatura di opere in cemento armato sarà valutato moltiplicando la lunghezza sviluppata dai singoli ferri (quale risulterà dal disegno esecutivo dell'opera) per il peso riportato nella seguente tabella:

diametro tondino	peso tondino a ml	diametro tondino	peso tondino a ml
mm 5	kg 0,451	mm 22	kg 2,894
mm 6	kg 0,222	mm 24	kg 3,551
mm 8	kg 0,395	mm 26	kg 4,168
mm 10	kg 0,617	mm 28	kg 4,834
mm 12	kg 0,888	mm 30	kg 5,548
mm 14	kg 1,208	mm 32	kg 6,313
mm 16	kg 1,578	mm 34	kg 7,127
mm 18	kg 1,808	mm 36	kg 7,990
mm 20	kg 2,466	mm 38	kg 8,903

In detto prezzo oltre alla fornitura sono compresi l'onere del taglio secondo le dimensioni stabilite, la piegatura, la sagomatura e la legatura delle giunzioni e degli incroci in filo di ferro da mm 1, la bagnatura delle armature con boiaccia di cemento. Con detto prezzo sono altresì compensati lo sfrido, in qualsiasi misura esso si verifichi in dipendenza delle dimensioni delle armature, la fornitura e la posa in opera di distanziatori in plastica nel numero e delle dimensioni necessarie per assicurare l'inamovibilità dell'armatura durante i getti e la realizzazione dei prescritti copriferri.

Il ferro verrà pagato dopo la sua messa in opera.

#### **Tubazioni, pezzi speciali ed apparecchiature**

##### **a) Norme generali**

- Per tubazione si intende qualunque elemento rettilineo costituente la condotta (o riconducibile a rettilineo nel caso di tubazioni in materiale plastico), di area costante ed avente esclusivamente una luce di ingresso ed una luce di uscita di area nominale pari a quella della sezione nominale dell'elemento, prodotto secondo specifiche norme UNI, ISO, UNI-ISO, UNISIDER, IIP, ANDIS, AWWA, BSS, ASTM, DIN, API.
- Per apparecchiature si intendono tutti quegli elementi della condotta la cui funzione prioritaria non sia quella di convogliare il flusso liquido, bensì quello di modulare, interrompere, misurare portate e/o pressioni, rendere unidirezionale le portate e provvedere all'eliminazione dell'aria contenuta nell'acqua nonché allo svuotamento dei tronchi di condotta.
- Per pezzo speciale o raccordo si intende qualunque elemento costituente la condotta, la cui realizzazione comporta l'adozione di un procedimento costruttivo differente in tutto od in parte da quello proprio della produzione delle tubazioni o delle apparecchiature, la cui funzione è quella di congiungere due o più tronchi di tubazioni rettilinei anche con disconnessione dal punto di vista della continuità elettrica.

Le seguenti norme sono da applicare sia al caso dei lavori di fornitura, trasporto e posa in opera di tubazioni, pezzi speciali ed apparecchiature sia a quello dei lavori concernenti il solo loro trasporto e posa in opera.

In questo ultimo caso la fornitura si intende a carico dell'Ente finanziatore o dell'Ente appaltante.

La contabilizzazione dei lavori succitati (in entrambi i casi) verrà effettuata per la lunghezza - misurata lungo l'asse - della successione continua degli elementi costituenti la condotta, come risulta la posa in opera dei tubi, dei giunti, delle curve e di qualsivoglia pezzo speciale: non si terrà conto, pertanto, delle sovrapposizioni e delle penetrazioni.

Dallo sviluppo dell'asse della condotta dovrà detrarsi la lunghezza delle apparecchiature (saracinesche, venturimetri, contatori, etc.) e di tutte quelle parti e pezzi speciali, la cui fornitura e/o posa in opera è compensata con

prezzi a parte.

Ove non sia diversamente stabilito nelle relative dizioni dei prezzi ed ove insorgano incertezze nella applicazione di uno o più di essi, ai fini della contabilizzazione dei lavori vale quanto segue:

- in corrispondenza delle apparecchiature idrauliche, la misura viene effettuata fino alla sezione corrispondente alla faccia esterna della flangia ovvero fino alla sezione corrispondente al piano del primo anello del giunto Gibault nella posizione definitiva;
- saranno valutati a chilogrammo i lavori di fornitura (o ritiro), trasporto e posa in opera dei tubi e dei pezzi speciali da montare nell'interno dei serbatoi, di partitori, di piezometri, di centrali di sollevamento, di impianti di potabilizzazione o di depurazione, di manufatti di diramazione e di disconnessione; parimenti saranno valutati a chilogrammo i lavori di fornitura (o ritiro), trasporto e posa in opera dei pezzi speciali non ricadenti lungo l'asse della condotta, da montare all'interno dei pozzetti di scarico e sfiato e quelli ricadenti lungo l'asse della condotta in corrispondenza di attraversamenti stradali e ferroviari, ponti, briglie, cunicoli e gallerie se rettilinee e di sviluppo inferiore ai 5 m. Dallo sviluppo delle condotte dovrà, quindi, detrarsi la lunghezza delle saracinesche e V.R. e dei giunti dielettrici, organi di contrazione (tubi Venturi e diaframmi calibrati) e contatori inseriti, nonché la lunghezza dei pezzi speciali in corrispondenza di attraversamenti stradali e ferroviari, ponti, briglie, cunicoli e gallerie ricadenti lungo l'asse della condotta;
- l'iscrizione in contabilità della posa in opera delle tubazioni avrà luogo solamente dopo ultimate con esito favorevole tutte le prescritte prove idrauliche, anche se queste per qualsiasi motivo - compreso quello dell'impossibilità di un agevole rifornimento dell'acqua necessaria, onere comunque a carico dell'impresa - dovessero essere effettuate a notevole distanza di tempo dalla posa;
- nel caso che il ritardo delle prove derivasse da regolare ordine scritto della direzione lavori, varrebbe quanto previsto al successivo art. 46.

b) Contabilizzazione dei lavori di fornitura, trasporto e posa in opera di tubazioni, pezzi speciali ed apparecchiature

I prezzi di elenco relativi alla fornitura e posa in opera di tubazioni e pezzi speciali comprendono e compensano:

- tutte le forniture dei tubi completi degli elementi di giunzione (elettrodi, manicotti, anelli di gomma, guarnizioni, bulloni, etc.) e dei pezzi speciali, ad eccezione delle esclusioni espressamente indicate nella dizione del prezzo;
- il carico sui mezzi di trasporto, e lo scarico a piè d'opera, gli eventuali depositi provvisori, le relative spese di guardiana e di ripresa delle tubazioni; le cautele necessarie per la buona conservazione dei tubi e degli eventuali rivestimenti;
- le riparazioni e il rifacimento, secondo le norme stabilite, dei rivestimenti dei tubi che presentassero lesioni od abrasioni;
- lo sfilamento lungo il cavo, il calo nella fossa, l'esecuzione delle giunzioni, quale che sia il loro numero, compresa la fornitura del materiale di ristagno (anelli di gomma, etc.), di apporto (elettrodi, etc.), dei bulloni, delle guarnizioni delle flange, del materiale per le sigillature, dell'energia elettrica, sia derivata da linee di distribuzione che prodotta in sito, dell'acetilene, dell'ossigeno, etc.;
- ogni onere per la posa anche in presenza di acqua sotto qualsiasi battente, previo relativo aggettamento;
- il ripristino della continuità del rivestimento protettivo in corrispondenza delle giunzioni e delle zone limitrofe e la realizzazione di eventuali cavallotti per protezione catodica nelle condotte in acciaio;
- le prove idrauliche, anche ripetute, a cavi mantenuti liberi da acqua, sia a giunti scoperti che a condotta completamente interrata, compresa la fornitura di acqua, prelevata e trasportata da qualsiasi distanza, con qualsiasi mezzo ed in qualsiasi stagione, e di tutti i "tappi" provvisori;
- lavaggio e disinfezione delle condotte secondo le norme prescritte nel presente Disciplinare;
- prova idraulica della condotta finita, a cavi rinterrati, da eseguirsi su ordine della Direzione lavori, compresa la fornitura di acqua prelevata e trasportata da qualsiasi distanza a completa cura e spese dell'impresa;
- la fornitura e posa in opera di tutti i pezzi speciali e dei giunti Gibault che si rendessero necessari a causa dell'ordine di posa delle condotte e delle apparecchiature e per l'esecuzione di prove idrauliche ove per interventi di riparazione o di modifica conseguenti ad errori di montaggio, a rotture in prova nel periodo di garanzia;
- la realizzazione di ancoraggi sia provvisori, per prove di condotta, che definitivi, per la condotta ed apparecchiature, compresi scavi, calcestruzzi, opere in ferro.
- Si precisa che per condotte fino al diametro del DN 150 mm incluso e per pressioni di esercizio fino a 16 bar (atm) incluse, la realizzazione degli ancoraggi è comunque ed esplicitamente compresa nel prezzo di fornitura in opera della condotta (tubazioni e pezzi speciali); per diametri nominali superiori al DN 150 mm o per pressioni di esercizio superiori alle 16 atm gli ancoraggi saranno pagati a parte secondo le relative voci dei prezzi unitari

(scavi, calcestruzzi, opere in ferro);

- per l'incavallottamento, eseguito con costipamento di terra a regola d'arte, per una lunghezza pari a 1/3 dell'elemento, portato al piano di campagna ed il riempimento finale del cavo;
- per il fatto che posa e montaggio devono essere effettuati da operai specializzati.

La fornitura e posa in opera dei pezzi speciali per le camere di manovra, sarà pagata a chilogrammo di peso determinato mediante pesatura.

I prezzi relativi alla fornitura e posa in opera di apparecchiature idrauliche in genere comprendono tutti gli oneri specificati per la fornitura in opera delle tubazioni e dei pezzi speciali inclusi quindi quelli per gli ancoraggi provvisori e definitivi, e sono inoltre comprensive degli oneri per la manovra motorizzata delle apparecchiature stesse, inclusi quindi motori elettrici reversibili con idonei riduttori, linee di trasporto energia elettrica e quadri di comando protezione e manovra dei motori elettrici, nonché, qualora le manovre venissero fatte tramite fluidi compressi, la fornitura in opera dei motori reversibili a fluido, le relative linee di trasporto in rame PN 16 con  $\phi$  interno non inferiore a 15 mm, le apparecchiature elettromeccaniche per la pressurizzazione dei fluidi, i quadri elettrici di comando, protezione e manovra per le apparecchiature elettromeccaniche, i serbatoi per il fluido occorrente per 4 manovre senza funzionamento dei compressori e la fornitura dei sensori dei vari parametri (pressione, portata) su cui viene fatta la regolazione del regime idraulico dell'acquedotto.

c) Contabilizzazione dei lavori di ritiro trasporto e posa in opera di tubazioni pezzi speciali ed apparecchiature (fornite dalla Pubblica Amministrazione)

Nel caso di forniture effettuate dall'Ente Finanziatore o dall'Ente Appaltante le tubazioni e i pezzi speciali necessari per la costruzione delle condotte saranno consegnati all'impresa conformemente a quanto precisato all'art. 35.

Restano a cura e spese dell'impresa lo scarico della nave o dei vagoni o degli autocarri o il prelevamento dagli stabilimenti o dai magazzini, il carico sui mezzi di trasporto e lo scarico a piè d'opera: compresi gli altri oneri per eventuali depositi provvisori e relative spese di guardiania, per le provvidenze cautelative necessarie per la buona conservazione dei tubi, nonché il rifacimento -secondo le norme stabilite in appositi articoli di Capitolato- dei rivestimenti originari dei tubi e pezzi speciali di acciaio che comportassero lesioni o abrasioni, intendendosi tali compresi e compensati nel prezzo all'uopo stabilito per la posa in opera.

Resta contrattualmente convenuto:

- 1) che, ove richiesto, l'impresa dovrà provvedere allo svincolo dei carri ferroviari, anticipando il relativo importo, che verrà poi rimborsato a parte;
- 2) che le penali per le soste dipendenti da ritardi nell'eseguire lo scarico dei carri ferroviari saranno a carico dell'impresa, che pertanto dovrà tener l'Ente Finanziatore o l'Ente Appaltante interamente sollevato da ogni onere derivante da tale motivo.

Nel prezzo del trasporto e posa in opera delle tubazioni si intende compreso e compensato ogni onere con la sola esclusione delle forniture di materiali tubolari, pezzi speciali ed apparecchiature, e quindi, oltre che per il trasporto dallo stabilimento di produzione o da deposito del venditore dei materiali o dal posto di consegna del materiale, indicato dall'Amministrazione appaltante che può essere in qualsiasi località del territorio dello Stato, carico, scarico, magazzinaggio, revisione e posa dei pezzi speciali, anche per la regolarizzazione del fondo cavo (inclusa ove occorre, la fornitura del materiale incoerente), ripristino -nei modi prescritti- del rivestimento protettivo, per il lavaggio e disinfezione della condotta, per le prove, anche ripetute, sia condotta seminterrata che a condotta completamente coperta e la eventuale prova idraulica della condotta finita, se richiesto dalla direzione lavori; con acqua potabile, salvo eventuale diversa autorizzazione della direzione lavori ai sensi di quanto prescritto nel testo del Capitolato.

Il prezzo del trasporto e posa in opera delle tubazioni comprende e compensa anche la fattura delle giunzioni - qualunque sia il loro numero e tipo e cioè, oltre la mano d'opera specializzata e comunque anche la fornitura dei materiali di ristagno e di apporto (elettrodi, etc.), dei bulloni, delle guarnizioni, del materiale per le sigillature, dell'energia elettrica, sia derivata da linee di distribuzione che prodotta in sito, del carburante, acetilene, ossigeno, etc. nonché il ripristino del rivestimento protettivo in corrispondenza della giunzione e zone limitrofe (secondo le disposizioni del Capitolato Speciale); è anche compresa la fornitura dei giunti Gibault completi di gomma, bride e bulloni.

Detto prezzo comprende, altresì, ogni onere derivante dall'impresa per il fatto che posa e montaggio delle condotte debbono essere effettuate da operai specializzati.

Sempre a chilogrammo saranno valutati il ritiro e il trasporto e la posa in opera di apparecchi di sfiato, valvole,

regolatrici, saracinesche, giunti dielettrici, organi di contrazione e contatori (esclusi gli eventuali apparecchi indicatori o registratori di qualunque tipo) sia nell'interno di serbatoi, di partitori, di piezometri, di centrali di sollevamento, di impianti di potabilizzazione, di manufatti di diramazione e di disconnessione, sia nell'interno di pozzetti di scarico e sfiato e intermedi lungo l'asse della condotta ivi compresi attraversamenti stradali e ferroviari, ponti, briglie, cunicoli e gallerie.

### **Misura degli acconti per tubazioni, pezzi speciali, apparecchiature**

La valutazione delle forniture al fine dei pagamenti in acconto sarà fatta al prezzo di elenco prezzi a piè d'opera per il 50% degli elementi depositati provvisoriamente in cantiere o sfilati lungo i cavi.

L'accreditamento definitivo a prezzo di elenco potrà essere effettuato per i tubi solo dopo l'esito favorevole di ambedue le prove prescritte.

Nel caso che il ritardo delle prove derivasse da regolare ordine scritto dalla direzione lavori, potrà essere iscritto in contabilità un importo pari al 75% del prezzo della fornitura e posa in opera o trasporto e posa in opera, restando però sempre a carico dell'impresa tutti gli oneri (quali riapertura dei cavi, sgombero, prosciugamento, etc.) conseguenti al ritardo.

### **Valutazione delle prestazioni di mano d'opera**

Gli operai per i Lavori in economia dovranno essere idonei al lavoro per il quale sono richiesti e dovranno essere provvisti dei necessari attrezzi.

L'Appaltatore è obbligato, senza compenso alcuno, a sostituire tutti quegli operai che non riescano di gradimento alla direzione lavori.

Nelle prestazioni di mano d'opera saranno seguite le disposizioni delle leggi e dei contratti collettivi di lavoro stipulati e convalidati a norma delle leggi sulla disciplina giuridica dei rapporti collettivi.

Per le prestazioni di mano d'opera in economia verranno applicati i costi previsti in elenco e soggetti a ribasso d'asta.

#### ***OPERAI SPECIALIZZATI***

Per operai specializzati si intendono quegli operai che sono capaci di eseguire Lavori particolari che necessitano di speciale competenza pratica, conseguente da tirocinio o da preparazione tecnico-pratica.

Per operai qualificati si intendono quegli operai che sono capaci di eseguire Lavori che necessitano per la loro esecuzione di capacità specifica normale.

#### ***OPERAI COMUNI (MANOVALI SPECIALIZZATI)***

Per operai comuni si intendono quelli che sono capaci di compiere Lavori nei quali, pur prevalendo lo sforzo fisico, quest'ultimo è associato al compimento di determinate semplici attribuzioni inerenti al lavoro stesso, oppure adibiti a Lavori o servizi per i quali occorra qualche attitudine o conoscenza, conseguibili in pochi giorni.

In questa categoria sono compresi anche gli aiutanti della categoria operai qualificati e quelli (purché non siano operai qualificati) della categoria operai specializzati.

#### ***MANOVALI COMUNI***

Per manovali comuni si intendono tutti coloro che, non appartenendo alla categoria precedente, compiono Lavori prevalentemente di fatica che non comportano speciale conoscenza e pratica di lavoro.

### **Valutazione dei noleggi di macchine, attrezzi, etc.**

Le macchine ed attrezzi dati a noleggio debbono essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento.

Sono a carico esclusivo dell'Appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine perché siano sempre in buono stato di servizio.



Nel prezzo di noleggio di meccanismi sono compresi tutti gli oneri e tutte le spese per il loro trasporto a piè d'opera, montaggio, smontaggio ed allontanamento dal cantiere.

Per l'applicazione dei prezzi di noleggio di meccanismi in genere, ove il prezzo sia l'unico, esso si intende corrisposto per tutto il tempo durante il quale i meccanismi rimangono a piè d'opera a disposizione dell'Amministrazione.

Ove il prezzo sia duplice (per macchine ferme o per macchine in opera) il prezzo del noleggio di macchine funzionanti si applica soltanto per quelle ore in cui esse sono in regolare attività di lavoro. In tal caso il prezzo comprende la mano d'opera, il combustibile o l'energia elettrica, i lubrificanti, i materiali di consumo e tutto quanto occorre per il funzionamento delle macchine. In ogni altra condizione, e cioè per tutto il tempo impiegato per la messa in funzione del meccanismo e per gli eventuali perditempi si applica il prezzo del noleggio per meccanismi in riposo.

Per il noleggio dei carri e degli autocarri verrà corrisposto soltanto il prezzo per il lavoro effettivamente eseguito rimanendo ogni compenso per qualsiasi altra causa o perditempo.

Il prezzo del noleggio delle pompe a motore comprende oltre il nolo del motore, (a vapore, a scoppio o elettrico) e della relativa fonte di energia necessaria per il funzionamento (linea per il trasporto dell'energia elettrica e - ove occorra - il trasformatore), etc.

Per la determinazione dei costi dei noli a caldo verranno applicati i costi orari previsti in elenco e soggetti a ribasso d'asta.

### **Valutazione dei trasporti**

Nei prezzi dei trasporti si intendono comprese la fornitura dei materiali di consumo e la mano d'opera del conducente, ove occorre, qualificato.

I mezzi di trasporto per i Lavori in economia debbono essere forniti in pieno stato di efficienza e corrispondente alle prescritte caratteristiche.

La valutazione delle materie da trasportare è fatta, a seconda dei casi, a volume ed a peso con riferimento alla distanza del percorso utile escluso cioè il ritorno a vuoto, il cui onere è compreso nel prezzo. Le distanze per la contabilizzazione dei trasporti saranno desunte dalle carte topografiche dell'Istituto Geografico Militare in scala 1:25.000. In caso di divergenza tutte le misure di controllo saranno a carico dell'impresa

### **Valutazione dei materiali resi a piè d'opera**

I materiali dovranno essere resi a piè d'opera regolarmente accatastati o riposti in appositi recipienti o sistemati nel modo richiesto dalla loro natura per la conservazione e la misura.

Le spese di misurazione sono a carico dell'Appaltatore.

Tutte le provviste dei materiali saranno misurate con metodi geometrici o a peso, registrando i dati in appositi verbali, salvo le eccezioni indicate qui appresso, ovvero nei vari articoli del presente Capitolato.

#### **a) Calce in pasta**

La calce in pasta sarà misurata nelle fosse di spegnimento od cassa parallelepipedica dopo adeguata stagionatura.

#### **b) Ghiaia, pietrisco e sabbia**

A carico dell'impresa debbono essere presentati pronti per la misura i cumuli regolari nel luogo stabilito dalla direzione lavori.

## **CAPO V:**

### **Lavori interessanti strade e condotte**

#### **Bonifica degli ordigni bellici**

Con la dicitura "Bonifica da Ordigni Bellici" si intendono tutte le attività finalizzate alla ricerca, disinnescamento e/o rimozione di ordigni bellici di qualsiasi natura dalle aree interessate dai lavori di costruzione oggetto del presente Capitolato.

Per ordigni bellici, indipendentemente dalla terminologia utilizzata nel seguito ed in ogni altro documento contrattuale o progettuale, si intendono: mine, bombe, proiettili, munizioni, ordigni esplosivi, masse ferrose e residui bellici di qualsiasi natura.

I lavori di bonifica dovranno essere eseguiti nel rispetto delle leggi dello Stato e dei regolamenti militari vigenti, e di quanto prescritto dal presente Capitolato. In caso di conflitto, le prescrizioni e le disposizioni che l'Amministrazione Militare, competente per territorio, riterrà opportuno impartire circa l'esecuzione dei lavori di bonifica, potranno prevalere, con l'accordo della DL, su quelle del presente Capitolato.

Per quanto sopra resta stabilito che con quanto previsto dagli oneri di capitolato restano compresi o compensati tutti quei maggiori oneri che l'impresa appaltatrice venga a sopportare per l'esecuzione dei necessari Lavori di sminamento e bonifica da ordigni esplosivi dei terreni interessati alle opere di appalto e che potranno comprendere il preventivo sboscamento, la bonifica superficiale nonché quella in profondità.

Nell'esecuzione di tali Lavori di bonifica l'impresa sarà tenuta alla osservanza di tutte le norme, modalità e prescrizioni in materia di bonifica da mine ed altri ordigni esplosivi, rastrellando proiettili, maneggio, trasporto, conservazione, etc. di esplosivi in genere e alle disposizioni in materia per assunzione e assicurazione personale e tutte quelle altre eventuali disposizioni che possono essere impartite dal competente Ufficio del Genio Militare in corso Lavori nonché di quelle impartite dalle Autorità di P.S. e dei VV.FF.

La condotta di detti Lavori di bonifica sarà eseguita a completo rischio e pericolo dell'impresa, che ne assumerà ogni responsabilità dichiarando indenni la direzione lavori e l'Amministrazione Appaltante nonché la Direzione del Genio Militare.

Con quanto previsto dagli oneri di capitolato si intende compresa anche ogni soggezione generale e particolare, gli oneri connessi col dare allo sviluppo dei Lavori il ritmo vincolato a quello delle operazioni di bonifica, le conseguenti limitazioni dei mezzi meccanici, etc.

A tal fine, la Stazione Appaltante avrà anche la facoltà di richiedere, al termine dell'opera di bonifica, il collaudo dei Lavori stessi secondo le norme vigenti, restando inteso che ogni onere e spesa relativa resta a completo carico dell'impresa Appaltatrice, in quanto i relativi oneri sono compresi e compensati con gli oneri di capitolato e quindi non potrà avanzare alcuna richiesta di compensi o indennità di sorta né potrà richiedere a tale titolo alcuna proroga al termine di ultimazione dei Lavori oltre il periodo specificato nel presente Capitolato.

Si richiamano, a titolo non esaustivo, le principali normative relative all'argomento in oggetto:

- D.L.L. 12/04/46, n. 320 e leggi successive
- R.D. 18/06/31 n° 773 T.U. leggi Pubblica Sicurezza Artt.46 e 52 e leggi successive
- Regolamento esecutivo al T.U. di cui sopra
- Circolare 300/46 del 24/11/52 del Min. Interni
- Capitolato Ministero Difesa Esercito ed. 1984 o successive.

## **CAPO VI:**

# **Fornitura e posa in opera di tubi e raccordi in acciaio**

Il presente Capo stabilisce le caratteristiche dei prodotti tubolari di acciaio e dei relativi rivestimenti protettivi, nonché le prove di controllo sistematico e di accettazione a cui detti materiali dovranno essere assoggettati.

Le prescrizioni che seguono si riferiscono a tubazione in acciaio per acquedotti con giunzioni saldate o a flangia.

I tubi potranno essere prodotti senza saldatura tipo Mannesmann, con saldatura, longitudinale ed elicoidale rispondenti alle norme UNI EN 10224 – 2006.

Il presente Disciplinare stabilisce inoltre le caratteristiche delle saracinesche in ghisa sferoidale e dei relativi rivestimenti protettivi, nonché le prove di controllo sistematico e di accettazione a cui dette apparecchiature dovranno essere assoggettate.

### **ELENCO NORME TECNICHE RICHIAMATE**

Fanno parte integrante del presente disciplinare, anche se non materialmente allegate, le seguenti norme:

- UNI EN 10224:2006 - Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di liquidi acquosi inclusa l'acqua per il consumo umano – Condizioni tecniche di fornitura
- UNI EN 10021:2007 – Condizioni tecniche generali di fornitura dei prodotti di acciaio
- UNI EN 10204:2005 – Prodotti metallici – Tipi di documenti di controllo
- UNI EN 681-1:2006 - Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua. Gomma vulcanizzata
- Decreto 6 aprile 2004, n. 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
- Circ. Min. n. 27291 del 12.12.1985 - Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni
- UNI EN 10298:2006 – Tubi e raccordi di acciaio per condotte terrestri e marine – Rivestimento interno con malta cementizia
- UNI ISO 5256:1987 – Tubi e accessori di acciaio impiegati per tubazioni interrato o immerse – Rivestimento esterno e interno a base di bitume o di catrame
- UNI 9099:1989 – Tubi di acciaio impiegati per tubazioni interrato o sommerse - Rivestimento esterno di polietilene applicato per estrusione
- DIN 30670:2012-04 - Rivestimenti in polietilene di tubi e raccordi in acciaio - Requisiti e prove;
- EN 10288: 2002 - Tubi e raccordi in acciaio per condotte on e offshore - Rivestimenti esterni in polietilene estruso a due strati;
- UNI EN ISO 1461:2009 e UNI EN 10240:1999 per la zincatura a caldo di tubazioni e pezzi speciali in acciaio.

### **PRODUZIONE DI TUBI E RACCORDI**

Le prescrizioni che seguono si riferiscono ai tubi, raccordi e pezzi speciali di acciaio da utilizzare per la realizzazione di acquedotti e condotte in genere.

Come prescrizione generale, le condizioni tecniche di fornitura da rispettare sono quelle contenute nella norma UNI EN 10224:2006.

I tubi dovranno essere fabbricati da uno degli acciai seguenti (rif. Prospetti 1 e 3 della norma UNI EN 10224:2006):

- L235 , avente carico unitario di rottura a trazione tra 360 e 500 Mpa;
- L275 , avente carico unitario di rottura a trazione tra 430 e 570 Mpa;
- L355 , avente carico unitario di rottura a trazione tra 500 e 650 Mpa;

I tubi dovranno essere fabbricati mediante uno dei seguenti processi:

- senza saldatura (S);
- con saldatura testa a testa (BW) longitudinale;
- con saldatura elettrica (EW) longitudinale o elicoidale;
- con saldatura ad arco sommerso (SAW) longitudinale o elicoidale.

I raccordi devono essere prodotti da tubi fabbricati in conformità alla norma UNI EN 10224:2006, o da lamiere o nastri fabbricati con acciaio L235 o L275 o L 355.

Tutte le saldature dei raccordi realizzati da lamiera o nastro e tutte le saldature di fabbricazione devono essere saldature ad arco e la preparazione per la saldatura e la saldatura stessa devono essere eseguite da saldatori qualificati in conformità alla norma UNI EN ISO 9606-1:2017, in accordo a procedure conformi alle norme: EN 288-UNI EN ISO 15607:2005, UNI EN ISO 15609-1:2006 e EN ISO 15614-1:2017.

## **REQUISITI DEI TUBI E RACCORDI**

In fase di produzione, i tubi e i raccordi devono essere ispezionati e sottoposti a prova in conformità ai punti 9 e 10 della norma UNI EN 10224:2006, dovendo risultare rispettati i requisiti di cui ai seguenti punti della stessa norma:

- 7.2 Composizione chimica
- 7.3 Caratteristiche meccaniche
- 7.4 Aspetto
- 7.5 Integrità
- 7.6 Dimensioni dei tubi
- 7.7 Tolleranze dei tubi
- 7.8 Tipi e dimensioni dei raccordi
- 7.9 Tolleranze sui raccordi
- 7.10 Preparazione delle estremità dei tubi per la saldatura testa a testa (se richiesta dal committente)

In aggiunta ai requisiti suddetti, si applicano le condizioni tecniche generali di fornitura di cui alla norma UNI EN 10021:2007.

I raccordi devono essere progettati per resistere ad una pressione non minore di 1,5 volte la pressione d'esercizio ammissibile

## **CONTROLLI E CAMPIONAMENTI IN FABBRICA**

In fase di produzione delle tubazioni e raccordi in acciaio, deve essere effettuata la verifica di conformità ai requisiti della norma UNI EN 10224:2006. Tale verifica potrà essere effettuata:

- a) Di norma, per mezzo di controlli e prove non specifici (vedere norma UNI EN 10021:2007);
- b) Ove sia stata espressamente specificata dalla stazione appaltante l'opzione 10 di cui al punto 8.1 delle norme UNI EN 10224:2006, per mezzo di controlli e prove specifici (vedere norma UNI EN 10021:2007)

### **1. Controlli e prove non specifici**

Dovrà essere fornito un attestato di controllo tipo 2.2 in conformità alla norma UNI EN 10204:2005.

L'attestato di controllo, conforme al prEN 10168, deve contenere i seguenti codici ed informazioni:

A Transazioni commerciali e parti coinvolte

B Descrizione dei prodotti a cui si applica l'attestato di controllo

C02 Direzione dei provini

C10-C13 Prove di trazione

C50-C69 Prova di piegamento (saldatura), di schiacciamento/allargamento

C71-C92 Composizione chimica

D01 Marcatura ed identificazione, aspetto superficiale, forma e caratteristiche dimensionali

D02-D99 Prova di tenuta, prove non distruttive della saldatura

Z Validazione

I controlli e le prove devono essere eseguite come indicato nel prospetto 13 della norma UNI EN 10224:2006.

Le prove devono essere eseguite dal fabbricante in conformità alle proprie procedure.

## 2. Controlli e prove specifici

Dovrà essere fornito un certificato di collaudo di tipo 3.1.B in conformità alla norma UNI EN 10204:2005.

Il certificato di collaudo, conforme al prEN 10168, deve contenere i seguenti codici ed informazioni:

A Transazioni commerciali e parti coinvolte

B Descrizione dei prodotti a cui si applicano i certificati di collaudo

C02 Direzione dei provini

C10-C13 Prove di trazione

C50-C69 Prova di piegamento (saldatura), di schiacciamento/allargamento

C71-C92 Composizione chimica

D01 Marcatura ed identificazione, aspetto superficiale, forma e caratteristiche dimensionali

D02-D99 Prova di tenuta, prove non distruttive della saldatura

Z Validazione

I controlli e le prove devono essere eseguite come indicato nel prospetto 14 della norma UNI EN 10224:2006.

Le prove devono essere eseguite dal fabbricante sui prodotti da fornire o sulle unità di collaudo di cui fa parte il prodotto da fornire (vedere UNI EN 10021:2007), come previsto dal punto 9.1 della norma UNI EN 10224:2006.

In luogo di quanto sopra, per casi particolari per i quali la stazione appaltante abbia specificato espressamente l'opzione 11 di cui al punto 8.2 della norma UNI EN 10224:2006, dovrà essere invece prodotto, a scelta della stazione appaltante, uno dei seguenti documenti:

a) Certificato di collaudo di tipo 3.1.A (UNI EN 10204:2005);

b) Certificato di collaudo di tipo 3.1.C (UNI EN 10204:2005);

c) Verbale di collaudo di tipo 3.2 (UNI EN 10204:2005).

In ogni caso, la stazione appaltante dovrà comunicare all'appaltatore – che a sua volta lo comunicherà al fabbricante – il nome e l'indirizzo del soggetto incaricato di eseguire il collaudo e produrre il documento di collaudo.

Nel caso del verbale di collaudo tipo 3.2, la stazione appaltante stabilirà anche quale parte debba emettere il documento.

## MARCATURA

Ogni tubo e raccordo deve essere marcato in modo leggibile mediante stampigliatura o altro tipo di marcatura indelebile, con le seguenti informazioni:

- Nome o marchio di identificazione del fabbricante;
- Il numero della norma europea UNI EN 10224;
- Designazione dell'acciaio (L235 o L275 o L355);
- Se il committente ha specificato il tipo di tubo prescelto (saldato, non saldato), la sigla di riferimento appropriata (W, S)

## GIUNZIONI

Le possibili tipologie di giunzione tra le estremità dei tubi e raccordi sono le seguenti:

**a)** Giunto per saldatura testa a testa

**b)** **Giunto a banchiere da saldare di tipo 1**, di cui al punto C.2.2 della norma UNI EN 10224:2006;

**c)** **Giunto a banchiere da saldare di tipo 2**, di cui al punto C.2.3 della norma UNI EN 10224:2006;

**d)** **Giunto a collare da saldare**, di cui al punto C.2.4 della norma UNI EN 10224:2006;

**e)** **Giunto flangiato**, di cui al punto C.3 della norma UNI EN 10224:2006; le flange dovranno essere fabbricate in modo da poter essere collegate con flange le cui dimensioni e tolleranze siano conformi alla norma UNI EN 1092-2:1999. Ciò assicura l'interconnessione tra tutti i componenti flangiati (tubi, raccordi, valvole, ecc.) della stessa PFA e dello stesso DN, nonché una adeguata prestazione del giunto. I bulloni ed i dadi devono essere almeno conformi alle prescrizioni della norma EN ISO 4016:2011 e della EN ISO 4034:2012, grado 4.6. Quando applicabile, le rondelle devono essere conformi alla UNI EN ISO 7091:2001. Le guarnizioni dei giunti a flangia possono essere fra quelle indicate nella norma UNI EN 1514-1:1998. Qualora per le guarnizioni

dovessero essere per necessità costituite da materiale diverso dalla gomma, tale materiale dovrà risultare conforme alla corrispondente norma europea oppure, in assenza di questa, alla corrispondente norma ISO. I bulloni e i dadi dovranno essere protetti con speciale "grasso antiruggine" (previa perfetta pulitura od eliminazione di ossidazione); l'applicazione di tale grasso è da eseguire a cura e spese dell'impresa esecutrice;

**f) Giunto a manicotto scorrevole**, di cui al punto C.4 della norma UNI EN 10224:2006;

**g) Giunto ad innesto rapido** con guarnizione in gomma, di cui al punto C.5 della norma UNI EN 10224:2006; le guarnizioni in gomma dovranno essere conformi alla norma UNI EN 681-1:2006, e dovranno essere idonee al contatto con acqua potabile ai sensi del Decreto Ministeriale del 6 aprile 2004, n. 174.

## RIVESTIMENTI

I tubi e raccordi dovranno essere approvvigionati in cantiere già provvisti del rivestimento interno ed esterno previsto in progetto.

I rivestimenti protettivi interni od esterni dovranno essere tali da:

- Proteggere efficacemente la superficie interna dall'azione aggressiva dell'acqua convogliata e la superficie esterna dall'azione aggressiva dei terreni e dell'ambiente in cui le tubazioni sono posate;
- Conservare la loro integrità anche durante le operazioni di carico, scarico e trasporto nei luoghi di impiego;
- Resistere senza alterazioni sia alle temperature più elevate della stagione calda sia alle temperature più basse della stagione fredda specialmente nelle località più elevate.

Il collocamento in opera dei tubi di acciaio deve essere preceduto da accurate ispezioni sullo stato dei rivestimenti protettivi e da quelle prove sulla integrità di essi che saranno disposte dalla Direzione dei Lavori.

Tutte le volte che su un tubo, raccordo o pezzo speciale di acciaio si presenti una lesione del rivestimento, prima di rifiutarne l'impiego, la Direzione dei Lavori potrà a suo esclusivo giudizio consentire, ove le lesioni siano di modesta entità, che i rivestimenti lesionati vengano restaurati con modalità tali da ripristinare la continuità del rivestimento con gli stessi materiali e modalità descritte nei successivi articoli.

Qualunque danno ai rivestimenti che sia constatato farà comunque carico all'appaltatore, il quale dovrà provvedere a sue spese alle riparazioni che saranno eventualmente accettate dalla Direzione dei Lavori, e occorrendo anche alla nuova fornitura sostitutiva di quei tubi, raccordi e pezzi speciali con rivestimento danneggiato in maniera giudicata non riparabile a piè d'opera, a giudizio insindacabile della direzione lavori.

I tubi ed i pezzi scartati rimarranno di proprietà dell'appaltatore, che dovrà subito provvedere ad allontanarli dal cantiere.

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

### 3. RIVESTIMENTI EPOSSIDICI

Il rivestimento con resine epossidiche verrà eseguito su tubo precedentemente sabbiato o comunque scevro da ogni impurità, con una prima mano di resina epossidica dello spessore 150 micron previa miscelatura con idoneo induritore.

Successivamente verrà eseguito un secondo strato dello spessore di 600 micron (nel caso di rivestimenti epossidici esterni).

Il rivestimento interno deve essere applicato, previa preparazione del tubo come su esposto, su una superficie perfettamente pulita con una rugosità dai 30 ai 50 micron. Seguirà la applicazione della verniciatura interna epossidica realizzata con il seguente ciclo:

- Granigliatura della superficie metallica grado SA 2÷2,5;
- Verniciatura in airless con tubo in rotazione;
- Centrifugazione della vernice per circa 5 minuti con velocità di rotazione di 2÷3 giri/sec.
- Spessore del rivestimento a richiesta secondo l'impiego.
- Temperatura di esercizio: -70° +100 °C.

Il rivestimento con vernici epossidiche potrà essere realizzato anche con altre idonee tecnologie purché vengano assicurate le stesse caratteristiche predette.

Questo rivestimento dovrà resistere bene a fluidi molto corrosivi e per effetto della propria durezza ed elasticità dovrà avere un'eccellente resistenza all'abrasione ed all'impatto.

### 4. RIVESTIMENTI ESTERNI IN POLIETILENE

I rivestimenti esterni in polietilene dovranno essere conformi alle prescrizioni della norma UNI 9099:1989, (o in alternativa alla norme DIN 30670:2012-04 e EN 10288: 2002 ) di cui un parziale riepilogo è esposto a seguire.

Il polietilene sarà applicato per estrusione su tubi in acciaio saldati o senza saldatura.

Il rivestimento può essere a doppio strato (designazione R2) o a triplo strato (designazione R3).

Il rivestimento R2 è costituito:

- 1) da un adesivo costituito da polietilene copolimero o modificato;
- 2) da uno strato di polietilene costituito da omopolimeri o copolimeri dell'etilene o da loro miscele, contenete nerofumo ( $2,5 \pm 0,5$  % in massa) ed altri additivi che lo stabilizzino contro l'azione della radiazione ultravioletta e dell'ossigeno, e che permettano di raggiungere tutti i requisiti richiesti per il rivestimento

Il rivestimento R3 è costituito:

- 1) da una mano di fondo costituita da resina a base epossidica liquida oppure in polvere;
- 2) da un adesivo costituito da polietilene copolimero o modificato;
- 3) da uno strato di polietilene costituito da omopolimeri o copolimeri dell'etilene o da loro miscele, contenete nerofumo ( $2,5 \pm 0,5$  % in massa) ed altri additivi che lo stabilizzino contro l'azione della radiazione ultravioletta e dell'ossigeno, e che permettano di raggiungere tutti i requisiti richiesti per il rivestimento

Lo strato di protezione è applicato mediante estrusione longitudinale (a calza) o laterale (a banda); in quest'ultimo caso lo spessore totale dello strato deve essere realizzato con più spire sovrapposte.

La superficie da rivestire deve essere asciutta, esente da sostanze estranee e sabbiata sino al raggiungimento di finitura superficiale grado SA 2,5 della UNI EN ISO 8501-1:2012 o SIS 05 5900.

L'applicazione del rivestimento dovrà essere effettuata rispettando le indicazioni delle schede tecniche dei prodotti di base.

Dopo l'applicazione, il rivestimento dovrà essere sottoposto ad adeguato raffreddamento forzato con modalità tali da non degradarlo o danneggiarlo.

Il rivestimento finito si presenterà alla vista di colore nero ed esente da difetti.

Per quanto concerne lo spessore, sono previste tre classi di spessore:

- spessore di classe N – normale;
- spessore di classe R – rinforzata;
- spessore di classe S – speciale.

Per ciascuna classe di spessore, gli spessori dei rivestimenti devono corrispondere, per ciascuna classe di diametri di tubazione rivestita, a quelli previsti dal prospetto 1 della norma UNI 9099:1989:

Diametro dei tubi				Spessore del rivest. per la classe		
Nominale DN		Esterno specificato (mm)		Normale (N)	Rinforzata (R)	Speciale (S)
oltre	fino a	oltre	fino a	min./mm.		
	100		114,3	1,2	1,8	2,5
100	250	114,3	273	1,5	2,0	2,5
250	500	273	508	2,0	2,2	3,0
500	800	508	813	-	2,5	3,5
800		813		-	3,0	3,5

Il rivestimento finito deve possedere i seguenti requisiti:

- l'aderenza del rivestimento a temperatura ambiente, definita come il più piccolo dei valori di distacco, deve essere almeno uguale a 3,5 N/mm per rivestimenti R2 e a 7 N/mm per rivestimenti R3;
- la profondità di penetrazione nel rivestimento deve essere minore di 0,3 mm a temperatura ambiente;
- la resistenza elettrica d'isolamento del rivestimento deve essere uguale o maggiore di  $100 \text{ M } \Omega \text{ m}^2$ ;
- di norma, l'allungamento a rottura del rivestimento sottoposto a prova di trazione deve essere di almeno il 200% a temperatura ambiente;
- la stabilità del rivestimento deve essere tale che dopo esposizione alla lampada allo xeno per la durata prescritta, o dopo permanenza del rivestimento in stufa nelle condizioni e per la durata prescritta, il suo allungamento a rottura sia maggiore del 50% di quello iniziale, ed il suo indice di fluidità sia compreso tra il 75 % ed il 125 % di quello iniziale;
- l'area da cui il rivestimento si distacca per effetto di polarizzazione negativa a temperatura ambiente dopo 28 giorni non deve essere maggiore di  $7500 \text{ mm}^2$  per rivestimento R2 e di  $500 \text{ mm}^2$  per rivestimento R3.

In fase di realizzazione dei rivestimenti in fabbrica, deve essere effettuata la verifica di conformità ai requisiti della norma UNI 9090:1989. Tale verifica potrà essere effettuata:

- a) di norma, per mezzo di controlli e prove non specifici (vedere norma UNI EN 10021); in tal caso dovrà essere fornito un attestato di conformità all'ordinazione o, se specificato dal committente, un attestato di controllo, in conformità alla norma UNI EN 10204.

- b) ove sia stato espressamente specificato dalla stazione appaltante, per mezzo di controlli e prove specifici (vedere norma UNI EN 10021); in tale caso dovrà essere fornito un certificato di collaudo o, se specificato dal committente, un verbale di collaudo, in conformità alla norma UNI EN 10204.

I controlli e le prove devono essere effettuati come previsto dal punto 8 e dall'appendice B della norma UNI 9099:1989, e devono riguardare:

- preparazione della superficie metallica;
- condizioni di applicazione del rivestimento;
- aspetto, finitura delle estremità e continuità del rivestimento;
- costituzione, spessore ed aderenza del rivestimento;
- resistenza agli urti ed alla penetrazione;
- resistenza di isolamento;
- allungamento a rottura;
- stabilità del rivestimento;
- resistenza al distacco sotto polarizzazione negativa.

I tubi e raccordi rivestiti dovranno essere dotati di marcatura in conformità alla norma UNI 9099:1989.

#### RIVESTIMENTI ESTERNI DI TIPO BITUMINOSO

##### ➤ Generalità

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

##### ➤ Preparazione della superficie da rivestire

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

L'aderenza che potrà essere misurata con le prove successivamente previste, sarà tanto migliore quanto più elevato è il grado di pulizia e di ruvidità della superficie.

La pulizia della superficie da rivestire dovrà comportare:

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

Questa pulizia sarà ottenuta mediante sabbiatura -Riferimento SA 2 - Norme SIS 05 59 00:1967 - oppure mediante una energica spazzolatura meccanica -Riferimento ST 3- richiamate norme SIS.

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

##### ➤ Applicazione dello strato di fondo (primer)

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

- punto di rammollimento P.A.  $105 \pm 5$
- punto di rottura Fraas  $-6^{\circ}\text{C}$
- penetrazione ( $25^{\circ}\text{C}$  - 100 gr - 5s) 25 dmm
- solubilità di CCL4  $> 99\%$

L'applicazione dello strato di fondo potrà essere ottenuta:

a) mediante immersione del tubo in una vasca contenente il bitume fuso ad una temperatura di  $190 - 220^{\circ}\text{C}$ ; l'immersione dovrà durare  $10 \div 30$  minuti a seconda dello spessore della parete del tubo in modo che il tubo stesso raggiunga la temperatura del bagno; qualora il tubo venga preriscaldato alla temperatura del bagno la durata dell'immersione potrà essere limitata a  $1 \div 2$  minuti primi;

b) mediante applicazione di vernice bituminosa.

Nel caso b) la superficie dovrà essere preparata con particolare cura. Se la vernice è applicata con sistema "airless" dovrà essere praticamente priva di solvente.

Se la vernice è applicata con pennello o spruzzo essa potrà essere costituita da soluzione di bitume disciolto in solvente con percentuale di solvente massima del 65% del peso della soluzione. In questo ultimo caso la vernice si dovrà applicare in più mani, avendo cura di applicare la mano successiva quando la mano precedente è perfettamente liberata dal solvente che contiene.



L'uso di emulsioni acquose o comunque di sostanze diluite con acqua è ammesso solamente per esplicita accettazione della Direzione lavori dietro verifica del procedimento di applicazione.

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

Applicazione dello strato protettivo

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

- punto di rammollimento P.A. 105–115 °C
- punto di rottura Fraas -5 °C
- penetrazione (25 °C - 100 gr - 5s) 20 dmm
- carica 30 ± 5%

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

- natura ardesia: silicea;
- umidità: 2% in peso;
- perdita alla calcinazione: 25%;
- residuo al vaglio di 10.000 maglie/cm<sup>2</sup>: < 5%.

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

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

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

➤ Applicazione dell'armatura

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

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

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

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

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

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

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

➤ Caratteristiche del feltro di vetro

Il feltro di vetro avrà le seguenti caratteristiche:

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

➤ Caratteristiche del tessuto di vetro

Il tessuto di fibra di vetro avrà le seguenti caratteristiche:

- grado idrolitico: 3;
- peso del tessuto: 220±20 G/m<sup>2</sup>;
- resistenza alla trazione nel senso longitudinale (larghezza del provino: 5 cm): 40 Kg/5 cm;
- resistenza alla trazione nel senso trasversale (larghezza provino: 5 cm): 40 Kg/5 cm;

- peso dell'appretto: 20%;
- composizione dell'appretto: bitume 50%;
- resine, colla, etc.: 50%;
- numero dei fili ordinato: 20/10 cm;
- numero dei fili in trama: 10/10 cm.

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

Nella fabbricazione del tessuto è escluso il trattamento con oli.

- Rivestimento pesante
  - Spessore medio mm 9
  - Spessore minimo mm 7.
- Rivestimento rinforzato
  - Spessore medio mm 10
  - Spessore minimo mm 8.

#### ➤ Applicazione dello strato di finitura

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

## ZINCATURA

È ammesso esclusivamente il procedimento di zincatura a caldo, effettuato secondo quanto disposto dalla Norme EN ISO 1461:2009 e UNI EN 10240:1999 ed appresso sommariamente riassunto:

- Eliminazione di grassi ed oli eventualmente presenti sul tubo con impiego di apposite soluzioni sgrassanti;
- Decapaggio in acido cloridrico 1:1 per la trasformazione completa degli ossidi di ferro eventualmente presenti in cloruro di ferro;
- Lavaggio in acqua per evitare trascinamenti di acido nelle successive fasi;
- Flussaggio (processo a secco) in soluzione acquosa di cloruro di ammonio per ritardare l'ossidazione della superficie metallica "nuda" prima della zincatura
- Essiccazione e preriscaldamento (circa 150° C) per eliminare qualsiasi traccia di liquido dai pezzi;
- Zincatura per immersione in zinco fuso a circa 450° C per un tempo dipendente dal tipo di materiale e dello spessore di rivestimento desiderato, onde dar luogo alla formazione di una lega intercrystallina tra il ferro dell'acciaio e lo zinco dello strato superficiale;
- Estrazione dei tubi dal bagno, raffreddamento, distacco dalla linea di zincatura, controllo del prodotto finito.

La zincatura deve essere effettuata sulle superfici interna ed esterna delle tubazioni e dei pezzi speciali, successivamente alla predisposizione di questi ultimi per il montaggio in opera.

Al riguardo resta inteso che le tubazioni ed i pezzi speciali zincati a caldo potranno essere connesse tra loro esclusivamente con giunzioni di tipo flangiato.

Lo zinco nel bagno deve essere conforme alla norma UNI EN 1179:2005, ovvero il bagno non deve contenere più dell'1,5% di impurezze totali, che non siano ferro o stagno.

Gli spessori non devono risultare inferiori a 75 µm, equivalenti a 515 g/mq.

L'aspetto del prodotto finito non deve presentare bolle, punte, aree scoperte, ruvidità, e non devono esservi residui del flussante.

Le procedure di campionatura e verifica sono in accordo con quanto definito nelle norme citate

## CERTIFICAZIONI E DOCUMENTAZIONE

La fornitura dovrà essere accompagnata dai seguenti documenti:

- Certificato di conformità dei tubi, dei raccordi e dei pezzi speciali alle prescrizioni della norma UNI EN 10224:2006, con allegato il documento di cui al paragrafo "Controlli e campionamenti in fabbrica" del presente disciplinare, in originale o copia conforme;
- Certificato di conformità dei rivestimenti interni/esterni alle norme di riferimento richiamate nel presente disciplinare, con allegati i documenti del caso (es. attestato di controllo per rivestimenti in polietilene);

- Certificato di conformità alla norma EN ISO 9001:2015 (LG UNI-CONFORMA ISO 9001:2015 e QUADERNI QUALITA') del sistema di garanzia della qualità del fabbricante, in originale o copia conforme, rilasciato da organismo accreditato secondo la UNI CEI EN ISO/IEC 17021-1:2015. Tale accreditamento deve essere stato effettuato dal SINCERT, o da altro organismo che abbia sottoscritto con l'ACCREDIA l'accordo "European Cooperation for Accreditation" (EAC);
- Nel caso di giunti ad innesto rapido: certificato di conformità delle guarnizioni in gomma alla norma UNI EN 681-1:2006, in originale o copia conforme; certificato di conformità delle guarnizioni in gomma al Decreto 6 aprile 2004, n. 174, in originale o copia conforme.

## **ACCETTAZIONE DEI TUBI E DEI RACCORDI**

Al fine dell'effettuazione dei controlli e delle prove in fase di produzione, finalizzati all'accettazione dei tubi e dei pezzi speciali, la stazione appaltante ha la facoltà di inviare un proprio rappresentante o di incaricare un laboratorio qualificato di sua fiducia.

A tale scopo, la stazione appaltante dovrà essere preavvertita in tempo utile dell'inizio delle operazioni di produzione. La ditta produttrice dovrà eventualmente fornire le macchine di prova, il materiale, gli strumenti di controllo ed il personale necessario al fine di consentire agli incaricati della stazione appaltante l'effettuazione di tutte le verifiche ritenute utili all'accertamento della rispondenza della produzione alle prescrizioni del presente disciplinare.

Qualora la stazione appaltante non si avvalga della suddetta facoltà, la ditta produttrice potrà comunque procedere alla produzione.

La stazione appaltante disporrà comunque sulla fornitura approvvigionata in cantiere – a cura di un proprio rappresentante o di un laboratorio qualificato di sua fiducia – tutti i controlli e prove ritenute utili all'accertamento della rispondenza della fornitura alle prescrizioni del presente disciplinare, sia per quanto riguarda i rivestimenti che le tubazioni e raccordi.

Per le verifiche sulla qualità dei tubi e dei raccordi, si procederà come di seguito specificato.

**Formazione delle partite**

L'intera fornitura sarà suddivisa in singole partite di materiali il più possibile omogenee dal punto di vista sia della forma sia della fabbricazione.

La formazione delle partite di materiali approntati, su cui saranno eseguite le operazioni di controllo e prova da parte del rappresentante della stazione appaltante, avverrà di norma secondo i seguenti criteri, salvo particolari accordi che verranno presi tra le parti in relazione ai quantitativi effettivi di materiali compresi nell'appalto.

I tubi verranno suddivisi in partite di uguale numero di elementi di uguale diametro e spessori, fabbricati in successione. Il numero di elementi per ogni partita sarà stabilito dal rappresentante della stazione appaltante, con un minimo di 100 elementi per partita.

I raccordi e pezzi speciali in partite di uguale peso complessivo, composte possibilmente da elementi fabbricati in successione. Il peso di ogni partita sarà stabilito dal rappresentante della stazione appaltante, con un minimo di 10 tonnellate per partita.

Tutti i tubi, sui quali saranno stati prelevati saggi per le prove di accettazione, saranno accettati dalla stazione appaltante come se avessero la loro lunghezza normale.

**Esame visivo**

Su ogni partita verranno effettuati dei controlli a campione per verificare l'integrità delle tubazioni e rilevare eventuali difetti macroscopici, la cui presenza comporterà automaticamente lo scarto del tubo o raccordo difettoso.

**Controllo delle dimensioni**

Su ogni partita verranno effettuati dei controlli a campione per verificare il soddisfacimento dei requisiti di cui ai punti 7.6, 7.7, 7.8, 7.9, e se del caso 7.10, della norma UNI EN 10224:2006.

I tubi, raccordi e pezzi speciali, le cui dimensioni presentassero al controllo differenze rispetto alle dimensioni normali oltrepassanti le tolleranze ammesse, saranno rifiutati.

**Analisi chimica**

L'analisi chimica sarà eseguita, a cura di laboratorio qualificato di fiducia della stazione appaltante, su un campione per ogni partita.

Il prelievo del campione e l'analisi saranno effettuati nel rispetto dei punti 9.2.2 e 10.1 della norma UNI EN 10224:2006.

**Prova meccanica di trazione**

La prova di trazione sarà eseguita, a cura di laboratorio qualificato di fiducia della stazione appaltante, su un provino per ogni partita.

Il prelievo del provino e la prova saranno effettuati nel rispetto dei punti 9.2.3 e 10.2.1 della norma UNI EN 10224:2006 e della norma UNI EN ISO 6892-1:2016, determinando:

- Resistenza a trazione;
- Carico unitario di snervamento;
- Allungamento percentuale dopo rottura

Prova meccanica di schiacciamento

La prova di schiacciamento sarà eseguita, a cura di laboratorio qualificato di fiducia della stazione appaltante, su un provino per ogni partita.

Il prelievo del provino e la prova saranno effettuati nel rispetto dei punti 9.2.4 e 10.2.2 della norma UNI EN 10224:2006 e della norma UNI EN ISO 8492:2014.

Prova meccanica di allargamento

La prova di schiacciamento sarà eseguita, a cura di laboratorio qualificato di fiducia della stazione appaltante, su un provino per ogni partita.

Il prelievo del provino e la prova saranno effettuati nel rispetto dei punti 9.2.5 e 10.2.3 della norma UNI EN 10224:2006 e della norma UNI EN ISO 8493:2005.

Prova meccanica di piegamento della saldatura

La prova di schiacciamento sarà eseguita, a cura di laboratorio qualificato di fiducia della stazione appaltante, su un provino per ogni partita.

Il prelievo del provino e la prova saranno effettuati nel rispetto dei punti 9.2.6 e 10.2.4 della norma UNI EN 10224:2006 e della norma UNI EN ISO 5173:2012.

Esiti delle analisi chimiche e prove meccaniche

Nel caso di esito negativo dell'analisi chimica e/o di una o più prove meccaniche, le prove dovranno essere ripetute, a cura di altro laboratorio qualificato di fiducia della stazione appaltante, su ulteriori due campioni/provini prelevati dalla stessa partita.

Se anche una sola delle dette controprove darà esito negativo, la partita verrà rifiutata.

#### **ACCETTAZIONE DELLE GUARNIZIONI IN GOMMA**

Con riferimento alle giunzioni ad innesto rapido, la stazione appaltante potrà disporre sulla fornitura delle guarnizioni approvigionata in cantiere – a cura di un proprio rappresentante o di un laboratorio qualificato di sua fiducia – tutti i controlli e prove ritenute utili all'accertamento della rispondenza della fornitura alle prescrizioni del presente disciplinare, come di seguito specificato.

Controlli dei difetti superficiali

Su un quantitativo non maggiore del 10% (dieci per cento) del numero di elementi approvigionati saranno effettuati i controlli dei difetti superficiali.

Al controllo dei difetti superficiali le guarnizioni di gomma dovranno presentare omogeneità di materiale, assenze di bolle d'aria, vescichette, forellini e tagli. Saranno tollerati solamente segni, ridottissimi in numero e dimensioni, derivanti da eventuale stampaggio per iniezione. La superficie degli anelli deve essere liscia e perfettamente stampata, esente da difetti, impurità o particelle di materiale estraneo. Sono escluse anche porosità o inclusioni d'aria nella massa.

Le sbavature dovranno essere ridotte ad un minimo che non pregiudichi la tenuta dell'acqua. Eventualmente l'asportazione della bava può essere ottenuta mediante leggera molatura.

Gli anelli di guarnizione, che presentassero difetti superficiali, ritenuti a giudizio del rappresentante della Stazione appaltante nocivi ai fini del loro impiego, saranno senz'altro rifiutati.

Prove fisiche, chimiche

Su un quantitativo non maggiore dell'1% (uno per cento) del numero di elementi costituenti le singole partite saranno effettuate le prove necessarie a verificare la rispondenza del materiale costitutivo alle prescrizioni della norma UNI EN 681-1:2006.

Le prove chimiche, che potranno essere effettuate sui campioni di gomma, avranno lo scopo di accertare la presenza nella miscela di elementi non ammessi dalle suddette norme e di verificare, inoltre, che i tenori percentuali rientrino nei valori prescritti.

Se le caratteristiche degli anelli di guarnizione risultassero, nelle prove fisiche sull'1% (uno per cento) del quantitativo fornito, non rispondenti alle prescrizioni, le prove saranno ripetute ancora su un altro quantitativo pari

al 2% (due per cento).

In caso di esito positivo gli anelli di guarnizione forniti verranno senz'altro accettati; in caso contrario saranno rifiutati.

In ogni caso, qualora dalle analisi chimiche risulti la non idoneità all'impiego per fini potabili, gli anelli di guarnizione saranno senz'altro rifiutati.

## **REALIZZAZIONE DELLE SALDATURE E LORO VERIFICA**

Vanno rispettati i normali criteri per la saldatura a cordone discendente. Le saldature verranno eseguite secondo le prescrizioni contenute nelle «Norme Generali concernenti la esecuzione e l'impiego della saldatura elettrica» adottate dal Ministero delle Comunicazioni e stabilite nel D.M. 26.02.1926, integrato con la circolare in data 20.11.1939 (allegato D) e successive modifiche ed integrazioni.

L'Impresa dovrà presentare alla stazione appaltante la documentazione comprovante la specializzazione ed assoluta esperienza delle maestranze incaricate della saldature, che dovranno risultare in possesso di patente, rilasciata dal Registro Navale Italiano o di titolo ritenuto equipollente dalla stazione appaltante. La Direzione dei Lavori potrà comunque sottoporre il personale presentato dall'Appaltatore ad un esperimento pratico e ad un esame volto a verificarne le capacità.

Le saldature dovranno essere eseguite con la massima cura e a perfetta regola d'arte. Le superfici sulle quali devono applicarsi saranno tenute accuratamente libere da ruggine o da altri ossidi, pelle di laminazione, scaglie, vernice o altre impurità, in modo da presentare il metallo perfettamente nudo e pulito. I cordoni di saldatura saranno formati da una successione di strati sovrapposti (passate) compenetranti intimamente uno nell'altro. Il numero di passate che sarà in relazione all'elemento da saldare, non dovrà essere inferiore a due. Lo spessore di materiale di apporto depositato da una passata non dovrà superare i 4 mm. Ciascuna passata dovrà presentare una buona penetrazione marginale col metallo base e con la precedente passata dovrà essere priva di soluzioni di continuità, fenditure, soffiature. Prima di compiere la passata successiva dovrà provvedersi alla asportazione delle scorie mediante martelli leggeri o spazzole in modo che il metallo risulti nudo e netto.

Nella pratica si sono dimostrati sufficienti 1 o 2 cordoni anulari con elettrodi cellulosici da 3,25 mm.

La penetrazione del cordone all'interno del tubo non deve superare 1 mm.

Dovranno essere impiegati esclusivamente elettrodi rivestiti il metallo di apporto presenti caratteristiche metalliche analoghe a quelle del metallo base. Il tipo di elettrodo o di elettrodi da impiegare dovrà essere approvato dalla Direzione dei Lavori, la quale si riserva di richiedere all'Appaltatore ulteriori prove anche diverse da quelle suggerite dalle «Norme» su accennate.

L'Appaltatore dovrà precisare in una relazione eventualmente corredata da disegni, le dimensioni dei cordoni di saldature, il numero di passate con cui verranno costituiti detti cordoni, il tipo ed il calibro degli elettrodi da impiegare in ciascuna passata e la corrispondente intensità di corrente elettrica nonché la descrizione delle attrezzature ed impianti che l'Impresa impiegherà per la saldatura elettrica.

Si prevede l'esecuzione delle seguenti procedure di controllo sui giunti eseguiti con saldatura realizzata in cantiere:

- controllo delle saldature con ultrasuoni;
- controllo delle saldature con liquidi penetranti;
- controllo magnetoscopico delle saldature.

I controlli verranno svolti secondo le norme UNI EN ISO 9712:2012 e le norme ASME e, con riferimento al controllo mediante ultrasuoni, alle norme UNI EN ISO 11666:2018 (livelli di accettabilità) e 17 640:2018 (tecniche di controllo).

I controlli si eseguiranno su un numero di giunti non inferiore al 10% del totale dei giunti con saldatura realizzati in cantiere.

Tutti i controlli saranno eseguiti, sotto la sorveglianza della direzione lavori, a cura e spese dell'Appaltatore, che in ogni modo resta il solo responsabile della perfetta riuscita dei lavori di saldatura.

La stazione appaltante potrà peraltro eseguire sulle saldature tutte quelle ulteriori indagini ed esperienze che riterrà necessarie per accertare la buona esecuzione di lavori di saldatura.

La verifica della saldatura può avvenire in modo non distruttivo in accordo con il foglio di lavoro GW1 del DVGW.

## **REALIZZAZIONE DELLE CONDOTTE**

Trasporto

Il carico, il sollevamento e la deposizione dei tubi rivestiti deve avvenire utilizzando cinghie di sollevamento in tessuto.

Non devono essere utilizzati mezzi di sollevamento a spigolo vivo né funi d'acciaio o catene; le parti a spigolo vivo degli autocarri devono essere ricoperti in fase di scarico.

Per evitare distacchi del rivestimento alle estremità dei tubi, questi ultimi devono essere movimentati soltanto con ganci gommati o rivestiti di materia plastica.

Durante il trasporto i tubi dovranno essere sostenuti mediante 3 o 4 traversine di base e intermedie della larghezza di circa 150 mm.

Ogni strato deve essere assicurato da almeno 3 cunei su ogni lato per evitare il rotolamento dei tubi.

Stoccaggio

Le tubazioni andranno stoccate in piano con strati separati da traversine di legno.

Per ragioni di sicurezza il numero degli strati accatastabili in cantiere non dovrà superare il numero di 4.

Per evitare contaminazioni della superficie interna delle tubazioni, i cappucci di protezione andranno rimossi solo prima dell'installazione.

Sfilamento della condotta

Il metodo di sfilamento deve essere deciso in relazione alle tecniche di posa del tubo e alle condizioni lungo il tracciato dell'acquedotto.

La tubazione viene trasportata sul sito prima dell'inizio degli scavi e sistemata su un lato del tracciato.

Per ogni tubazione è richiesto un minimo di due cinghie di sollevamento come anche un sufficiente numero di cunei per assicurarne il posizionamento.

Scavo e posa

Il terreno roccioso o instabile non potrà essere usato come superficie di supporto diretto della tubazione.

In caso di sottofondo di tipo roccioso o con prevalenza di pietre si deve incrementare la profondità dello scavo a seconda del tipo di materiale. Lo strato rimosso va sostituito con un sottofondo privo di pietre tipo sabbia compattata, sabbia ghiaiosa o terreno vagliato.

Andranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

Distanza da elettrodotti 0,40 m.

Altezza della ricopertura minima di 1,0 m.

Specifiche di saldatura in accordo alla UNI EN ISO 9606-1:2017.

Letto di posa almeno 0,10 m. intorno alla circonferenza della tubazione.

Copertura dello scavo

In fase di copertura è opportuno effettuare un riempimento intorno ai tubi utilizzando terreni selezionati o sabbia da collocare ai lati della tubazione fino ad oltrepassare per almeno 10 cm la sommità del tubo.

Il terreno di riempimento va compattato in maniera sufficiente.

Taglio in cantiere

Si raccomanda l'uso delle seguenti procedure per il taglio in cantiere della tubazione rivestita in polietilene estruso:

Taglio del tubo mediante mola flessibile con disco abrasivo.

Riscaldamento delle estremità fino a circa 80 °C.

Intaglio del rivestimento in PE in direzione circonferenziale e longitudinale.

Rimozione manuale del rivestimento in PE.

Realizzazione di uno smusso sulla estremità del tubo per un angolo di circa 65°.

Ripristino del rivestimento bituminoso

Dopo la saldatura delle giunzioni l'Impresa dovrà ripristinare accuratamente la bitumatura esterna (sia di fondo che protettiva) dei tubi in corrispondenza delle giunzioni stesse, facendo attenzione che non si creino soluzioni di continuità fra il rivestimento già esistente sui tubi e quello del giunto.

Ripristino della protezione in PE

Il ripristino del rivestimento esterno in polietilene estruso dovrà essere effettuato in conformità con la norma DIN 30672:2000-12 a mezzo di manicotti o fasce termorestringenti, nel rispetto delle istruzioni fornite dai produttori dei materiali di ripristino stessi.

Il taglio della fascia dovrà essere effettuato tenendo presente che essa, una volta abbracciata la tubazione, dovrà sovrapporsi al lembo opposto per almeno 150 mm.

Assicurarsi che il rivestimento della tubazione sia smussato a 30° nella parte finale.

Pulire l'acciaio ed il rivestimento esterno con un solvente per rimuovere l'eventuale presenza di olii, grassi e altri agenti contaminanti e assicurarsi che la superficie sia perfettamente asciutta.

Abradere l'area del giunto con una spazzola metallica sino a raggiungere un grado di rugosità minimo St/3. Abradere leggermente anche il rivestimento oltre la larghezza della fascia per almeno 50 mm per parte.

Pulire con uno straccio od un soffio d'aria per rimuovere eventuali particelle contaminanti.

Preriscaldare la superficie del giunto ad una temperatura minima di 65 °C ed assicurarsi che essa sia omogenea su tutta l'area, compresi 50 mm di larghezza in più per parte.

Rimuovere parzialmente il polietilene di protezione e scaldare la zona sottostante per circa 150 mm.

Centrare la fascia sopra il giunto in modo che la pezza sia posizionata al centro dei 2/4 superiori del tubo; premere la parte sottostante per farla aderire al metallo e rimuovere la protezione.

Avvolgere la fascia intorno al tubo. Scaldare leggermente il polietilene della zona sottoposta e l'adesivo di quella sovrapposta.

Rimuovere qualsiasi protezione dalla pezza di chiusura e scaldare leggermente. Centrare la pezza di chiusura nel punto di sovrapposizione e pressare con forza.

Scaldare delicatamente la pezza di chiusura, schiacciarla sulla fascia con le mani, ripetere la fase di riscaldamento muovendo la torcia da una parte all'altra orizzontalmente.

Far fuoriuscire manualmente o con un rullo eventuali bolle d'aria dal centro verso l'esterno.

Iniziare a riscaldare il centro della fascia effettuando movimenti circolari attorno al tubo.

Continuare a scaldare dal centro verso un margine della fascia finché la retrazione è completa.

Nello stesso modo scaldare e far restringere la parte rimanente.

La termorestrizione è completa quando l'adesivo inizia a fuoriuscire dai bordi della fascia su tutta la circonferenza.

Ultimare la restrizione con lunghi movimenti orizzontali della torcia sull'intera superficie.

Subito dopo la retrazione, quando la fascia è ancora calda e morbida, rullare delicatamente la superficie e far uscire tutte le eventuali bolle d'aria.

Massaggiare con la mano i lati dei cordoni di saldatura e gli smussi del rivestimento, prestando particolare cura nella zona di sovrapposizione della fascia.

Continuare la procedura pressando il rullo sulla pezza di chiusura con lunghi movimenti orizzontali dalla saldatura verso l'esterno.

Esaminare visivamente la fascia ed assicurarsi che:

- La fascia è in totale contatto con la superficie del giunto.
- L'adesivo fuoriesce da entrambi i margini della fascia.
- Nessun buco o rottura è presente nel polietilene della fascia.
- Non vi sia nessuna bolla d'aria, e non vi siano bruciature sul polietilene della fascia.

Pretrattamento e disinfezione

Prima della messa in esercizio della condotta sono necessari i seguenti trattamenti:

Lavaggio preliminare per 24 ore con acqua.

Stagnazione per 48 ore con soluzione di cloro pari a circa 60 mg/litro.

Lavaggio finale con acqua.

## **COLLAUDO IN OPERA DELLE CONDOTTE**

Le condotte di acciaio saranno sottoposte a due prove di collaudo idraulico, entrambe ad una pressione pari ad una volta e mezzo quella di esercizio.

La prima prova, da svolgersi a giunti scoperti, avrà la durata di otto ore.

La seconda prova, da svolgersi a giunti coperti e rinterro completato, avrà la durata di quattro ore.

Le prove saranno effettuate riempiendo d'acqua la tratta da provare e raggiungendo la pressione stabilita mediante pressa idraulica da applicarsi all'estremo più depresso della tratta stessa. La pressione di prova dovrà essere raggiunta gradualmente, in ragione di non più di 1 bar al minuto primo.

## **CAPO VII:**

# **Infissione e svellimento di palancole tipo Larssen**

Il presente Capo stabilisce le caratteristiche delle palancole metalliche tipo Larssen.

### **Paratie di palancole metalliche tipo Larssen**

Le palancole metalliche, previste come tura provvisoria, dovranno garantire, se necessario, lo scavo per la realizzazione della briglia all'interno senza pregiudizio per la stabilità dell'opera provvisoria. L'opera, in questo caso, dovrà essere eseguita all'interno di palancolato metallico provvisorio a completa tenuta d'acqua.

Esse saranno compensate con i prezzi dell'elenco degli oneri per la sicurezza.

I materiali dovranno essere corrispondenti a quelli previsti in progetto. I profili delle palancole dovranno avere caratteristiche di resistenza compatibili con quelle previste nei disegni di progetto. Poiché nei calcoli di stabilità si è tenuto conto dell'intero palancolato come un unico elemento che lavora in serie, le gargamature dovranno essere in grado di trasferire gli sforzi di taglio richiesti per assicurare questo comportamento globale.

L'infissione delle palancole sarà effettuata con i sistemi normalmente in uso. Le palancole potranno essere fornite e infisse singole, a coppie, a terne, purché siano rispettate le caratteristiche geometriche del diaframma finale e la possibilità di trasmettere taglio lungo i gargami, allo scopo sopra citato. La sequenza di infissione dovrà essere indicata dall'impresa, dietro consiglio della casa fornitrice, ed approvata dalla Direzione Lavori.

Nel caso di battitura, i magli dovranno essere di peso idoneo secondo le tipologie ed i pesi indicati dalla casa costruttrice e comunque di peso non inferiore al peso delle palancole più cuffia. Dovranno essere adottate speciali cautele affinché durante l'infissione gli incastri liberi non si deformino e rimangano puliti da materiali così da garantire la guida alla successiva palanca; a tale proposito dovrà essere consultata la casa fornitrice per regolare la potenza di infissione, ed eventualmente per prevedere la spalmatura degli incastri di grasso, prima dell'infissione. Durante l'infissione si dovrà procedere in modo che le palancole rimangano perfettamente verticali non essendo ammesse deviazioni, disallineamenti o fuoriuscite dalle guide.

Per ottenere un più facile affondamento, specialmente in terreni ghiaiosi e sabbiosi, l'infissione, oltre che con la battitura, potrà essere realizzata con il sussidio dell'acqua in pressione fatta arrivare, mediante un tubo metallico, sotto la punta della palanca, o con vibratore.

Se durante l'infissione si verificassero fuoriuscite dalle guide, disallineamenti o deviazioni che a giudizio della Direzione Lavori non fossero tollerabili, la palanca dovrà essere rimossa e reinfissa o sostituita, se danneggiata, a totale spesa dell'Impresa.

L'impresa deve presentare la documentazione tecnica ed i calcoli relativi alla scelta delle palancole alla D.L. per approvazione.

#### **1. Prescrizioni generali**

La realizzazione dei palancolati provvisori e definitivi richiede che vengano adottati tutti i provvedimenti necessari perché l'opera abbia, senza eccezioni, i requisiti progettuali, in particolare per quanto riguarda la verticalità, la complanarità ed il mutuo incastro degli elementi costitutivi, la capacità di resistere ai carichi laterali.

L'attrezzatura d'infissione e di estrazione avrà caratteristiche conformi a quanto definito dall'impresa allo scopo di assicurare il raggiungimento della profondità d'infissione richiesta nel contesto stratigrafico locale e la possibilità di estrazione degli elementi non definitivi.

#### **2. Attrezzatura d'infissione ed estrazione**

L'infissione sarà realizzata a percussione, utilizzando un battipalo, o tramite vibrazione, con apposito vibratore. L'estrazione sarà preferibilmente eseguita mediante vibrazione.

Il battipalo sarà di tipo scorrevole su una torre con guide fisse e perfetto allineamento verticale, con caratteristiche in accordo alle prescrizioni di progetto, se esistenti.

L'allineamento e la posizione delle palancole potranno essere facilitate dall'impiego di un telaio guida metallico.

Si potranno impiegare battipali a vapore o diesel, in ogni caso in grado di fornire l'energia sufficiente alla infissione entro i terreni presenti nel sito, adeguatamente alle condizioni della stratigrafia locale.

La massa battente del battipalo agirà su un cuffia o testa di battuta in grado di proteggere efficacemente la palanca da indesiderate deformazioni o danni.



Per ogni attrezzatura l'impresa dovrà fornire le seguenti informazioni:

- marca e tipo del battipalo
- principio di funzionamento:
- energia massima di un colpo e relativa possibilità di regolazione
- n. di colpi al minuto e relativa possibilità di regolazione
- caratteristiche della cuffia o testa di battuta
- peso del battipalo

Il vibratore sarà a masse eccentriche regolabili, a funzionamento idraulico o elettrico.

Le caratteristiche dell'attrezzatura (momento di eccentricità, numero di vibrazioni al minuto, forza centrifuga all'avvio, ampiezza ed accelerazione del minimo) saranno scelte dall'impresa in relazione alle prestazioni da ottenere, eventualmente anche a seguito di prove tecnologiche preliminari.

### 3. Caratteristiche delle palancole

Le palancole saranno di tipo metallico o in cemento armato prefabbricate, con caratteristiche geometriche conformi alle prescrizioni di progetto; tipo e qualità dei materiali costituenti saranno invece corrispondenti a quanto definito ai punti 1.4. e 1.5.

### 4. Infissione

Le palancole saranno preferibilmente infisse con l'ausilio di uno scavo guida d'invito, di dimensioni adeguate.

L'impresa, prima dell'inizio della infissione stessa, dovrà comunicare alla DIREZIONE LAVORI il programma cronologico di infissione per tutte le palancole.

L'infissione per battitura avverrà con l'uso di un battipalo perfettamente efficiente e proseguirà fino al raggiungimento della quota di progetto o fino al raggiungimento del rifiuto, che, se non diversamente indicato, sarà considerato raggiunto quando si misureranno, per 50 colpi di maglio, avanzamenti non superiori a 10 cm.

L'impresa potrà, dietro approvazione della DIREZIONE LAVORI, ricorrere a delle iniezioni di acqua in pressione per facilitare il superamento di livelli granulari addensati, procurando la discesa della palanca per peso proprio con l'ausilio di una modesta battitura. Modalità, pressioni e portata del getto devono essere comunicate alla DIREZIONE LAVORI.

In caso di qualsiasi anomalia rilevata nel corso dell'infissione e comunque nel caso di mancato raggiungimento della prevista quota finale, sia nel caso di infissione per battitura che per vibrazione, l'impresa dovrà immediatamente informare la DIREZIONE LAVORI.

### 5. Controlli e documentazione

Nel corso della infissione per battitura, verrà conteggiato il numero dei colpi per avanzamenti di 1 m. In corrispondenza degli ultimi metri, se richiesto dalla DIREZIONE LAVORI, si conterà il numero di colpi per l'infissione di tratte successive di 10 cm.

Al termine della infissione, l'impresa dovrà controllare la posizione planaltimetrica e l'effettivo incastro laterale reciproco degli elementi.

Per ciascun elemento infisso mediante battitura o vibrazione, l'impresa dovrà redigere una scheda indicante:

- n. progressivo della palanca
- dati tecnici della attrezzatura
- tempo necessario per l'infissione
- informazioni relative alla locale stratigrafia
- tabella dei colpi per l'avanzamento (ove applicabile)
- note aggiuntive su eventuali anomalie o inconvenienti

## Palancole

### 1. Documentazione preliminare

Prima di procedere alla posa in opera l'impresa dovrà trasmettere, per approvazione, alla DIREZIONE LAVORI, una relazione tecnica contenente:

- a) Le procedure operative e le modalità di esecuzione delle opere.
- b) L'elenco e la specifica delle apparecchiature da utilizzare (conformi alle caratteristiche indicate al punto 1.2).

c) Nel caso che l'esecuzione delle infissioni comporti il superamento dei limiti ammissibili per le vibrazioni (norma DIN 4150-2:1999-06), una relazione sui provvedimenti che verranno adottati per evitare danni alle strutture adiacenti e ridurre l'inquinamento acustico.

d) La necessaria documentazione sulla natura del terreno per valutare l'idoneità degli accorgimenti tecnici prescelti e l'eventuale necessità di prove tecnologiche preliminari da eseguire per testare l'idoneità delle attrezzature.

e) una dichiarazione che è stata verificata l'area in cui debbono essere eseguiti i palancolati ed è stata riscontrata priva di impedimenti alla esecuzione degli stessi o in caso contrario una relazione sulle misure e provvedimenti presi.

f) Le planimetrie riportanti la posizione delle palancole con la loro numerazione identificativa, nonché la profondità d'infissione di progetto.

g) Il programma temporale dei lavori in riferimento alle infissioni delle singole palancole indicate mediante il loro numero di identificazione.

## **2. Controlli particolari preliminari**

Prima della posa in opera delle palancolate saranno eseguiti i controlli qui di seguito indicati:

a) verifica che siano state prese tutte le misure necessarie ad evitare disturbi alle persone o/e danni ad opere e manufatti preesistenti;

b) Verifica del corretto posizionamento planimetrico dei punti di infissione delle palancole rispetto al progetto;

c) Verifica della documentazione. inerente la fornitura delle palancole.

## **3. Controlli sull'infissione delle palancole**

Durante le operazioni di infissione delle palancole, sia per battitura che vibrazione, si verificheranno le attività di seguito indicate:

a) Conteggio del numero dei colpi necessari per l'avanzamento (solo per palancole battute) come specificato al punto 1.5.

b) Interruzione dell'infissione quando si sia raggiunta la quota di progetto o si sia riscontrato il rifiuto all'infissione.

c) Controllo della quota raggiunta, posizione e verticalità delle palancole dopo l'arresto dell'infissione. Nel caso di mancato raggiungimento della quota di progetto e comunque per ogni anomalia riscontrata, si dovrà immediatamente comunicare il caso per iscritto alla DIREZIONE LAVORI.

## **Tolleranza nella battitura delle palancole**

### **1. Disassamento angolare**

Il disassamento angolare massimo rispetto alla verticale ammesso è dell'1,5% (15 cm su 10 m) nel piano parallelo alla poligonale del marginamento e dell'1% (10 cm su 10 m) nel piano ad essa normale.

Quando sia superato nel corso di successive battiture il limite ammesso, dovranno essere posti in opera pezzi speciali al fine di ristabilire la direzione corretta.

### **2. Distanza tra le palancole**

La distanza massima indicata tra due palancole adiacenti, misurata tra i lembi più esterni teoricamente previsti in contatto, è di 1,5 cm; il disallineamento massimo, sempre valutato tra due palancole adiacenti è di 0,5 cm.

Nei casi questi limiti fossero superati, si dovrà provvedere all'estrazione ed alla reinfissione delle palancole. Per questa operazione non sarà riconosciuto all'Impresa alcun onere aggiuntivo.

### **3. Quote**

Le quote finali dopo l'infissione delle palancole, dovranno essere precise a meno di  $\pm 3$  cm.

## **Ancoraggi e tiranti**

Nella costruzione di ancoraggi e nell'esecuzione delle prove di carico per la determinazione del carico limite del singolo ancoraggio e delle prove di collaudo – al fine di controllare il comportamento degli ancoraggi eseguiti – devono essere osservate le specifiche norme geotecniche vigenti.

Le prove per la determinazione del carico limite del singolo ancoraggio devono essere spinte a valori del carico tali da portare a rottura il complesso ancoraggio-terreno.

La prova di collaudo consiste in un ciclo semplice di carico e scarico, sottoponendo l'ancoraggio ad una forza pari a 1,2 volte la prevista forza di esercizio.

L'acciaio per i tiranti di ancoraggio dovrà essere del diametro previsto dal progetto, perfettamente calibrato e corrispondente in ogni caso alle vigenti norme e prescrizioni di legge.

I tiranti saranno eseguiti con barre di acciaio tipo DIWIDAG.

La barra tirante, sarà fornita in cantiere già completa di piastre d'ancoraggio, dadi, tubi di iniezione e sfiato già montati e pre-inietti, per le lunghezze di cui al progetto esecutivo, in particolare, una guaina esterna di tipo liscio in poliestere o polipropilene, conterrà al suo interno una ulteriore guaina di tipo corrugato a sua volta inglobante la barra e la miscela cementizia pre-iniettata. Le piastre d'ancoraggio o di tesatura, dal lato della barra pre-iniettata, saranno raccordate alla barra stessa ed alla sua doppia protezione, mediante un tubo contenente miscela anticorrosiva. La tesatura della barra avverrà da una sola delle due estremità ed all'interno di una cavità di dimensioni non inferiori a cm. 20 x cm 20 da realizzarsi all'interno della struttura in c.a. di ancoraggio; l'altra estremità della barra, anch'essa munita di piastra e dado di ancoraggio, sarà idoneamente inserita all'interno del blocco di conglomerato cementizio armato costituente la struttura da ancorare, prima del getto di quest'ultimo. Al termine dell'operazione tesatura della barra e del suo relativo controllo, si provvederà alla chiusura del vano precitato, mediante l'impiego di idonea miscela additivata con anti-ritiro.

Riguardo le modalità di accettazione dei materiali nonché di tesatura delle barre si fa riferimento alla normativa vigente ed alle indicazioni e/o prescrizioni impartite, in corso lavori, dalla Direzione Lavori.

#### **PRESCRIZIONI GENERALI**

##### **1. TESATURA**

La tesatura dei tiranti verrà eseguita fino alla tensione prevista dai calcoli statici anche per fasi successive.

##### **2. APPARECCHI DI TESTATA**

Dispositivi di bloccaggio

Per i tiranti devono essere conformi alle disposizioni dell'allegato "B" della Circolare Ministero LL.PP. 30 giugno 1980 ed eventuali successivi aggiornamenti o sostituzioni; per i bulloni si fa invece riferimento al D. MIN. INFRASTRUTTURE 14/01/2008.

Piastre di ripartizione

Vanno dimensionate in relazione alle loro caratteristiche geometriche ed alle caratteristiche di resistenza e deformabilità del materiale di contrasto.

##### **3. GUAINE**

Le guaine impiegate per i tiranti di ancoraggio devono essere:

- chimicamente stabili per tutta la durata della vita prevista per il tirante
- esenti da difetti, fessure od altro che possano pregiudicarne l'impermeabilità
- stabilità nel campo di temperatura alle quali dovranno essere sottoposte prima, durante e dopo la loro

posa in opera.

- non reattive con i materiali circostanti, quali cemento, acciaio, altre materie plastiche, ecc.

Lo spessore della parete della guaina deve essere adeguato alle sollecitazioni meccaniche previste, ma comunque non inferiore a:

0,5 mm per  $d < 50\text{mm}$

1 mm per  $g < dg < 100\text{mm}$

1,5 mm per  $dg > 100\text{mm}$

Dove  $dg$  è il diametro interno della guaina (sia liscia che corrugata).

##### **4. ANCORAGGI PRELIMINARI DI PROVA**

Si intendono per "ancoraggi preliminari di prova" quegli ancoraggi da realizzare nello stesso sito e con lo stesso sistema di perforazione di quelli definitivi, da sottoporre a prove distruttive (o comunque più severe di quelle eventuali di collaudo) e pertanto non utilizzabili per l'impiego successivo. Tali ancoraggi sono definiti preliminari in quanto in base al loro comportamento si procede al dimensionamento definitivo degli ancoraggi da eseguire e si determina la forza di esercizio  $N_{es}$ ; le prove su di essi eseguite costituiscono quindi parte integrante del progetto degli ancoraggi.

Gli ancoraggi preliminari di prova devono essere in ogni caso realizzati dopo l'esecuzione di quelle operazioni (scavi, riporti, mutamenti nel regime idraulico del terreno) che possono influire sulla resistenza della fondazione dell'ancoraggio.

Le prove devono essere eseguite da personale specializzato, nel rispetto delle norme che garantiscono la sicurezza degli operatori e degli altri eventuali presenti.

Le apparecchiature da impiegare nell'esecuzione delle prova devono essere tarate presso un Laboratorio Ufficiale.

Gli allungamenti dei tiranti di prova devono essere misurati con riferimento ad un punto fisso esterno alla zona in cui si risentono significativamente le azioni trasmesse dall'ancoraggio stesso.

Nel caso in cui si faccia soltanto la misura degli allungamenti o della forza applicata, è sufficiente che l'apparecchiatura impiegata consenta di effettuare le misure con le seguenti precisioni:

- per gli allungamenti: 2% dell'allungamento teorico
- per le forze applicate: 3% della forza limite ultima dell'ancoraggio con riferimento alla fondazione, valutata sulla base di criteri empirici o teorici.

Nel caso in cui la prova richieda la misura degli incrementi di allungamento e di carico, è necessario assicurare una precisione delle misure non inferiore allo 0,5% di o di Naut.

Le prove sui tiranti preliminari sono obbligatorie ogni volta che il numero totale dei tiranti da realizzare sia 30 o superiore.

Per un numero inferiore, non sono richiesti tiranti preliminari; la verifica del dimensionamento sarà effettuata con prove non distruttive sui primi tiranti eseguiti.

## 5. COLLAUDO DEI TIRANTI

Si definisce collaudo di un tirante la prova di tesatura non distruttiva per il controllo esecutivo di tutti i tiranti.

Quando il numero complessivo dei tiranti da eseguire è superiore a 30, ogni tirante deve essere sottoposto a collaudo.

La prova consiste in un ciclo semplice di carico e scarico del tirante realizzato secondo le modalità suggerite nella raccomandazione AICAP pubblicate nel maggio 1983.

La forza di collaudo  $N_c$  è pari a  $1,2 N_{es}$ , essendo  $N_{es}$  la forza di esercizio.

Il tirante viene tesato, a partire da  $N_o$ , fino al valore della forza di collaudo  $N_c$ , misurando il corrispondente allungamento essendo  $N_o = 0,10 N_{es}$  (forza d'allineamento).

Al termine di tale periodo, dopo aver rilevato l'incremento di allungamento o la riduzione della forza, il tirante viene scaricato fino al valore della forza di allineamento  $N_o$  rilevando il relativo allungamento permanente.

Quindi il tirante viene tesato e bloccato al valore della forza di tesatura  $N_i$  prevista dal progetto.

Per l'accettazione del tirante l'incremento di allargamento deve essere minore o uguale al 2% dell'allargamento teorico dell'ancoraggio.

## CAPO VIII:

# Opere di protezione fluviale

### Scogliere in massi naturali

Per la formazione di scogliere di rivestimento e difesa delle scarpate spondali, saranno impiegati massi naturali provenienti da cave autorizzate di volume non inferiore a 0,2 mc conformi alle norme UNI di accettazione.

Il materiale dovrà essere libero da impurità, radici, sostanze vegetali, rifiuti, grumi dannosi di materiale argilloso, materiali gelivi o comunque nocivi e dovrà essere costituito soltanto da massi di cava o, ove sia possibile, da massi di fiume reperiti in alveo, di dimensioni e peso tali da garantire la stabilità della scogliera.

Il materiale lapideo non dovrà essere né friabile né gelivo, privo di filler e sabbia fina.

Le scogliere dovranno essere realizzate nei tratti indicati in progetto e di sezione prescritta negli elaborati grafici; se previsto, esse saranno rinverdite mediante inserimento, tra le fessure dei massi, di robuste talee con alta capacità di propagazione vegetativa in ragione di 2÷5 talee a mq e, su aree soggette a particolare erosione, di 5÷10 talee a mq, di ramaglia viva, di piante di specie autoctone arbustive ed arboree, poste nel modo più irregolare possibile in fase di costruzione, di lunghezza tale da raggiungere il substrato naturale dietro la scogliera; i vuoti residui dovranno essere intasati con inerte terroso.

Nei tratti di maggiore erosione spondale, i singoli massi andranno legati, secondo le prescrizioni di progetto, con funi di acciaio zincato costituite da più trefoli di fili elementari zincati avvolti a elica e preformate, secondo norme DIN 2078, di diametro variabile, con anima tessile o anima metallica e di resistenza nominale del filo elementare di acciaio non inferiore a 180 kg/mm<sup>2</sup>.

Le funi andranno posate in opera a reticolo di contenimento composto a orditura romboidale, e debitamente passate all'interno dei golfari di ancoraggio, tese e bloccate ai golfari medesimi con relativi morsetti; i morsetti da impiegare saranno di acciaio del tipo Deka in fusione zincata per i capicorda e del tipo a cavallotto in fusione zincata per l'attacco ai golfari; i golfari di ancoraggio saranno di acciaio del tipo femmina in fusione zincata, da unire alle barre filettate di acciaio zincato  $\varnothing$  20 mm di lunghezza minima di 25 cm; le barre di ancoraggio saranno collocate all'interno di fori  $\varnothing$  40 mm e annegati in malta speciale antiritiro. Se previsto in progetto, le funi di legatura dovranno essere collegate direttamente agli elementi di sostegno interrati a monte della scogliera. Le scogliere saranno utilmente impiegate in ambito fluviale per protezioni spondali, repellenti, soglie, briglie, ecc.

Nella costruzione delle scogliere verrà accuratamente preparato il piano di posa e in caso di opere di una certa importanza potrà anche prevedersi una vera e propria fondazione al piede costituita da un basamento longitudinale di sezione retta 2.00xH1.00 ml realizzato con i massi più grossi incassati per almeno 1 ml nel terreno.

Le scogliere saranno realizzate come da progetto, sia all'asciutto che in presenza di acqua e anche in alveo. Le fasi di esecuzione si avvicenderanno come segue:

- sagomatura dello scavo e regolarizzazione della scarpa di appoggio con pendenza non superiore a 2/3 oppure con scarpa tagliata a gradoni, secondo le prescrizioni di progetto;
- realizzazione del piede di fondazione con massi di grosso volume (interramento di 1.50 ml al di sotto della quota di fondo alveo), ad evitare lo scalzamento da parte della corrente e la rimobilitazione del pietrame in elevazione;
- realizzazione della scogliera in massi ciclopici di pietrame per uno spessore medio non inferiore a 1.50 ml, inclinati e ben accostati; se previsto, i massi verranno legati con tiranti in acciaio armonico (fune o trefolo). I massi di dimensioni maggiori vanno situate nella parte bassa dell'opera.

Nel caso in cui i massi venissero recuperati nell'alveo, è necessario fare in modo che non venga alterata eccessivamente la struttura fisica dello stesso.

Gli scogli verranno assemblati meccanicamente in modo da realizzare una struttura compatta e continua. Lungo le pareti a vista delle scogliere, i massi dovranno essere accuratamente posti in opera in modo regolare e fino ad avere un paramento a scarpa pressoché piano, con scogli complanari.

Qualsiasi elemento che si troverà spostato o fuori piano sarà rimosso e posto nuovamente in opera a regola d'arte.

Ove previsto si eseguiranno gli idonei ancoraggi tra i massi che compongono il manufatto e tra questo e le sponde in roccia.

L'ancoraggio dei massi potrà essere preso in considerazione per i tratti a forte erosione, nei punti di confluenza dei tributari, nei tratti di intensa velocità della corrente del fiume e in genere ove ci sia serio rischio di smottamento dei massi del manufatto.

I punti di ancoraggio alle sponde in roccia e tra i singoli massi si realizzeranno tramite perforazione meccanica degli elementi da unire, spolveratura dei fori di sede di  $\varnothing$  40 mm e la saturazione di essi con malta speciale anti ritiro, all'interno dei quali annegare le barre filettate di ancoraggio; in testa alle dette barre vanno montati i golfari all'interno dei quali passare le funi di acciaio da posare a reticolo di contenimento composto a orditura romboidale; le funi dovranno essere debitamente tese e bloccate ai golfari mediante morsetti.

Le caratteristiche tecniche e dimensionali degli ancoraggi dovranno corrispondere a quanto indicato in progetto. Il dimensionamento dei ganci e delle funi sarà quello di progetto calcolato in base alle sollecitazioni attese per eventi di massima piena.

Nella fase di perforazione delle pietre si dovranno adottare tutte le cautele atte ad evitare fenomeni di fessurazione e fratturazione dei massi.

Le perforazioni saranno di regola predisposte con trapani a roto percussione evitando l'utilizzo del barra-mine a percussione.

Se previsto in progetto, le funi di legatura dei massi dovranno essere convenientemente collegate direttamente agli elementi di sostegno da realizzare, secondo le prescrizioni di progetto, a monte della scogliera e completamente interrati.

Negli interstizi rimasti vuoti per effetto dell'irregolarità della forma dei massi accostati, verranno adeguatamente inserite, anche a mano, pietre di minore pezzatura sicché da non lasciare, sia in profondità che in superficie, eccessivi vuoti

# Sommario

<b>CAPO I: Caratterizzazione tecnico economica</b>	<b>2</b>
PF.0001.02.0009 - Formazione e rimozione di massicciata stradale temporanea	2
PF.0012.003.0002 – Rinterro con materiale di risulta proveniente dagli scavi	2
NP.001 – Fornitura, trasporto ed installazione di tubolari in acciaio zincato compresa successiva rimozione	3
PF.0006.0001.0051 - Formazione di rilevati	4
PF.0002.003.0001 – Esaurimento d’acqua entro i cavi	5
PF.0001.002.0020 – Scavo a sezione ristretta e obbligata	5
PF.0001.002.0024 - Sovrapprezzo agli articoli di scavo per maggior profondità	5
PF.0001.0002.0012 – Scavo in larga sezione	5
NP.003 – Noleggio per 30 giorni, infissione e successivo svellimento di palancole metalliche tipo Larssen	6
PF.0001.0007.0013 – Fornitura e posa in opera di geotessile non tessuto	6
PF.0001.0007.0004 – Sottofondo in ciottolame	6
PF.0004.0010.0004 – Calcestruzzo preconfezionato ordinario per opere strutturali	6
PF.0004.001.0009 - Calcestruzzo a durabilità garantita per opere strutturali	7
PF.0004.0001.0043 - Maggiorazione del prezzo del calcestruzzo per esecuzione dei getti con l’impiego di pompe	7
SL.0006.0002.0005 - Rete elettrosaldata B450C con filo Fi 12 in pannelli standard	7
PF.0010.0006.0167 - Fornitura, trasporto e posa in opera di pezzi speciali in acciaio al carbonio zincati a caldo	7
SL.0006.009.0001 – Ferro lavorato	7
NP.004 - Trasporto e posa di tubo in acciaio DN 800	8
NP.005 - Trasporto e posa di saracinesca a corpo piatto DN 150 PN 16	8
NP.006 - Trasporto e posa di sfiato automatico Multivent-MPC DN 150 PN 16	8
PF.0008.0001.0002 - CASSEFORME in legname grezzo per getti di calcestruzzo	8
PF.0006.001.0087 – Formazione di scogliera in grossi massi ciclopici	9
A.020 Tabella qualificazione	9
<b>CAPO II: Modalità di esecuzione, qualità e provenienza dei materiali, prove, norme di misurazione</b>	<b>10</b>
Norme generali sui materiali, i componenti, i sistemi e l'esecuzione	10
Scavi	10
Demolizioni	13
Proprietà degli oggetti ritrovati	15
Attraversamenti servizi pubblici	15
Terrapieni e rilevati	16
Cave di pietrisco	17

Qualità, requisiti e provenienza dei materiali da costruzione_____	17
Caratteristiche del Calcestruzzo allo stato fresco ed indurito_____	26
Prova dei materiali da costruzione _____	30
Muratura a secco e riempimento di pietrame a secco e vespai _____	30
Composizione delle malte_____	30
Opere e strutture in calcestruzzo: esecuzione e consolidamento_____	33
Acciai per cemento armato_____	41
Paratie e casseri in legname per fondazioni _____	50
<b>CAPO III: Costruzione delle Condotte _____</b>	<b>52</b>
Approvvigionamento ed impiego dei materiali _____	52
Posa delle tubazioni e pezzi speciali _____	56
Giunzioni_____	60
Murature d'ancoraggio e di contenimento _____	62
Prove delle condotte_____	62
Rinterri _____	63
<b>CAPO IV: Misurazione e Valutazione dei lavori (valido esclusivamente per le varianti)_____</b>	<b>65</b>
Disposizioni generali relative ai prezzi dei lavori a misura e delle somministrazioni per opere in economia_____	65
Valutazione degli scavi e demolizione all'aperto _____	65
Valutazione murature, calcestruzzi e iniezioni _____	67
Valutazione dei lavori in metallo _____	68
Tubazioni, pezzi speciali ed apparecchiature _____	69
Misura degli acconti per tubazioni, pezzi speciali, apparecchiature _____	72
Valutazione delle prestazioni di mano d'opera_____	72
Valutazione dei noleggi di macchine, attrezzi, etc. _____	72
Valutazione dei trasporti _____	73
Valutazione dei materiali resi a piè d'opera _____	73
<b>CAPO V: Lavori interessanti strade e condotte _____</b>	<b>74</b>
Bonifica degli ordigni bellici _____	74
<b>CAPO VI: Fornitura e posa in opera di tubi e raccordi in acciaio _____</b>	<b>75</b>
ELENCO NORME TECNICHE RICHIAMATE_____	75
PRODUZIONE DI TUBI E RACCORDI_____	75
REQUISITI DEI TUBI E RACCORDI _____	76
CONTROLLI E CAMPIONAMENTI IN FABBRICA _____	76
MARCATURA _____	77
GIUNZIONI _____	77
RIVESTIMENTI _____	78
ZINCATURA _____	82



CERTIFICAZIONI E DOCUMENTAZIONE _____	82
ACCETTAZIONE DEI TUBI E DEI RACCORDI _____	83
ACCETTAZIONE DELLE GUARNIZIONI IN GOMMA _____	84
REALIZZAZIONE DELLE SALDATURE E LORO VERIFICA _____	85
REALIZZAZIONE DELLE CONDOTTE _____	85
COLLAUDO IN OPERA DELLE CONDOTTE _____	87
<b>CAPO VII: Infissione e svellimento di palancole tipo Larssen _____</b>	<b>88</b>
Paratie di palancole metalliche tipo Larssen _____	88
Palancole _____	89
Tolleranza nella battitura delle palancole _____	90
Ancoraggi e tiranti _____	90
PRESCRIZIONI GENERALI _____	91
<b>CAPO VIII: Opere di protezione fluviale _____</b>	<b>93</b>
Scogliere in massi naturali _____	93