



Mandatario senza rappresentanza del  
**CONSORZIO DI BONIFICA SICILIA ORIENTALE**  
 (D.P.Reg.Sic. n. 467 del 12.09.2017)  
 giusta Deliberazione Commissariale n. 8 del 30.10.2017  
 Via Agnone n°68 - 96016 - Lentini (SR)

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA'  
 IDRAULICA DEI CANALI DI SCOLO CONSORTILI  
 DELL'AREA NORD *DEL COMPRESORIO DEL*  
**«PANTANO GELSARI».**

## PROGETTO ESECUTIVO

			2	0	S	R		<b>F.6.2</b>	<b>VISTI ED APPROVAZIONI</b>
Codice Lavoro	Anno	Provincia	Scala	N° allegati					
<b>OGGETTO:</b>  CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO 2 <sup>a</sup> parte									
<b>IL PROGETTISTA</b> <i>(Geom. Paolo Fisicaro)</i>									
<b>IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO</b> <i>(Dr. Ing. Stefano Grimaldi)</i>			<b>V.TO II DIRIGENTE AREA TECNICA MANUTENZIONE</b> <i>(Dr. Geol. Gaetano Punzi)</i>			<b>II DIRIGENTE AREA TECNICA PROGETTAZIONE</b> <i>(Dr. Ing. Eugenio Pollicino)</i>			
REV.	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	ANNOTAZIONI				
	<i>Febbraio 2019</i>	<i>dall'Ufficio Tecnico Consortile</i>			<i>prezzario 2019</i>				

# **CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO**

(Art. 45, comma 2, Regolamento n. 554/99)

(Art. 43, comma 2, D.P.R. 207/2010)

## **PARTE II**

### **SPECIFICAZIONE DELLE PRESCRIZIONI TECNICHE**

CAPITOLO I

**QUALITÀ, PROVENIENZA E NORME DI ACCETTAZIONE  
DEI MATERIALI, DEI MANUFATTI E DELLE FORNITURE IN GENERE**

## Art. 41

**CARATTERISTICHE E CONDIZIONI GENERALI DI ACCETTAZIONE – SCORPORI**

## 41.1. MATERIALI E FORNITURE IN GENERALE (1)

**41.1.0. Generalità**

I materiali, i manufatti e le forniture in genere da impiegare nelle opere da eseguire dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio, possedere i requisiti stabiliti dalle leggi e dai regolamenti vigenti in materia ed inoltre corrispondere alle specifiche norme indicate nel presente Capitolato o negli altri atti contrattuali. Essi inoltre, se non diversamente prescritto o consentito, dovranno rispondere alle specificazioni tecniche dei relativi Enti di unificazione e normazione (UNI, EN, ISO, CEI, ecc.) con la notazione che ove il richiamo del presente testo fosse indirizzato a norme ritirate o sostituite, la relativa valenza dovrà ritenersi rispettivamente prorogata (salvo diversa specifica) o riferita alla norma sostitutiva. Si richiamano peraltro, espressamente, le prescrizioni degli artt. 15, 16 e 17 del Capitolato Generale d'Appalto.

Potranno essere impiegati materiali e prodotti conformi ad una *norma armonizzata* o ad un *benessere tecnico europeo* come definiti dalla Direttiva 89/106/CEE, ovvero conformi a specifiche nazionali dei Paesi della Comunità Europea, qualora dette specifiche garantiscano un livello di sicurezza equivalente e tale da soddisfare i *requisiti essenziali* allegati alla citata direttiva (1). Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la corrispondenza ai requisiti prescritti (2).

L'Appaltatore è obbligato a prestarsi, in qualsiasi momento, ad eseguire od a far eseguire presso il laboratorio di cantiere, presso gli stabilimenti di produzione o presso gli Istituti autorizzati, tutte le prove prescritte dal presente Capitolato o dalla Direzione sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti, sia prefabbricati che formati in opera, e sulle forniture in genere. Il prelievo dei campioni, da eseguire secondo le norme UNI, UNI EN, ecc. verrà effettuato in contraddittorio e sarà appositamente verbalizzato.

L'Appaltatore farà sì che tutti i materiali abbiano ad avere, durante il corso dei lavori, le medesime caratteristiche riconosciute ed accettate dalla Direzione. Pertanto, qualora in corso di coltivazione di cave o di esercizio di fabbriche, stabilimenti, ecc. i materiali e le forniture non fossero più rispondenti ai requisiti prescritti, ovvero venissero a mancare e si presentasse quindi la necessità di cambiamenti nell'approvvigionamento, nessuna eccezione potrà accampare l'Appaltatore, né alcuna variazione di prezzi, fermi restando gli obblighi di cui al primo capoverso.

Le provviste non accettate dalla Direzione dei lavori, in quanto ad insindacabile giudizio non riconosciute idonee, dovranno essere immediatamente allontanate dal cantiere, a cura e spese dell'Appaltatore, e sostituite con altre rispondenti ai requisiti richiesti. Lo stesso resta comunque totalmente responsabile in rapporto ai materiali forniti la cui accettazione, in ogni caso, non pregiudica i diritti che l'Amministrazione si riserva in sede di collaudo finale.

**41.1.1. Materiali e prodotti per uso strutturale**

I materiali ed i prodotti per uso strutturale dovranno rispondere ai requisiti indicati al Paragrafo II delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" approvate con D.M. 14 settembre 2005. In particolare dovranno essere:

- identificati mediante la descrizione, a cura del fabbricante, del materiale stesso e dei suoi componenti elementari;
- certificati mediante la documentazione di attestazione che preveda prove sperimentali per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche, effettuate da un ente terzo indipendente (3) ovvero, ove previsto, autocertificate dal produttore secondo procedure stabilite dalle specifiche tecniche europee richiamate nelle superiori "Norme Tecniche";
- accettati dal Direttore dei lavori mediante controllo delle certificazioni di cui in precedenza e mediante le prove sperimentali di accettazione previste nelle stesse norme per misurare le caratteristiche di cui sopra.

Nei casi in cui per i materiali e prodotti per uso strutturale è prevista la marcatura CE ai sensi del D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246, (modificato con D.P.R. 10.12.1997, n. 499) ovvero la qualificazione secondo le superiori norme tecniche, la relativa "attestazione di conformità" dovrà essere consegnata alla Direzione Lavori. Negli altri casi, l'idoneità sarà accertata attraverso le procedure stabilite dal Servizio Tecnico Centrale che dovranno essere almeno equivalenti a quelle delle corrispondenti norme europee armonizzate ovvero a quelle previste dalle superiori norme.

**41.1.2. Materiali e prodotti pericolosi**

Ai sensi del D.Leg.vo 2 febbraio 2002, n. 25 che richiama il precedente D.Leg.vo 3 febbraio 1997, n. 52 e s.m.i sulla salute e sicurezza dei lavoratori, i materiali ed i prodotti pericolosi (pitture, vernici, impregnanti, malte particolari, ecc.) dovranno essere corredati, da parte del produttore, di apposita "Scheda informativa di sicurezza".

## 41.2. TUBI E PEZZI SPECIALI

**41.2.1. Generalità**

Per accertare la buona qualità dei materiali impiegati nella fabbricazione di tubi di qualunque genere, l'esattezza della lavorazione, il perfetto funzionamento degli apparecchi di manovra e la loro corrispondenza all'uso cui devono servire, l'Amministrazione appaltante si riserva ampia facoltà di far sorvegliare la lavorazione in officina a mezzo di propri incaricati e di sottoporre i materiali ed i relativi manufatti a tutte le prove e verifiche di collaudo che riterrà necessarie. A tale scopo l'Appaltatore indicherà, ad avvenuta consegna dei lavori, la Ditta prescelta per la fornitura del materiale di condotta, Ditta che dovrà dare, durante la lavorazione, libero accesso nella propria officina agli incaricati dell'Amministrazione e prestarsi in ogni tempo affinché essi possano verificare l'osservanza delle condizioni di fornitura.

(1) I prodotti possono essere accettati solo se idonei all'impiego previsto. Sono tali i prodotti che rendono le opere nelle quali devono essere incorporati od installati conformi ai requisiti essenziali di cui all'Allegato "A" del D.P.R. 21.04.1993, n. 246 (v. tab. a fianco) se e per quanto tali requisiti sono prescritti. La conformità a tali requisiti sarà attestata mediante "certificazione" o "dichiarazione" secondo l'art. 7 del D.P.R. citato. I prodotti che recano la marcatura CE si presumono idonei all'impiego previsto. I prodotti che non hanno una diretta incidenza sulla salute e sulla sicurezza (prodotti marginali di cui all'art. 13 del D.P.R.) non devono recare il marchio CE.

(2) Qualora gli atti contrattuali prevedano il luogo di provenienza dei materiali, la Direzione Lavori, ove ricorrano ragioni di necessità o convenienza, potrà sempre prescrivere uno diverso; in questo caso, se il cambiamento importerà una differenza in più o in meno del quinto del prezzo contrattuale del materiale, si farà luogo alla determinazione di un sovrapprezzo ai sensi degli artt. 136 e 137 del Regolamento. Si richiama in ogni caso il comma 3 dell'art. 17 del Capitolato Generale d'Appalto.

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

REQUISITI ESSENZIALI	
1	Resistenza meccanica e stabilità
2	Sicurezza in caso di incendio
3	Igiene, salute ed ambiente
4	Sicurezza di utilizzazione
5	Protezione contro il rumore
6	Risparmio energetico e termoisolamento

I tubi, pezzi speciali e gli apparecchi dovranno essere presentati alla verifica completamente ultimati, salvo la bitumatura per i pezzi speciali e gli apparecchi di ghisa e di acciaio. L'Appaltatore, o per esso la Ditta fornitrice, dovrà procurare a propria cura e spese i mezzi e la mano d'opera necessari per eseguire tutte le prove e verifiche richieste.

#### **41.2.2. Controlli e verifiche – Formazione dei lotti**

La qualità dei materiali impiegati (ghisa, acciaio, grès, fibro-cemento, cemento armato, plastica) e le caratteristiche esecutive dei manufatti saranno controllate, ogni qualvolta l'Amministrazione appaltante lo ritenesse necessario, mediante verifiche e prove meccaniche, tecnologiche e idrauliche prescritte per ogni singolo materiale dalle norme ufficiali, dal presente Capitolato o dalla Direzione Lavori. Le prove non distruttive saranno effettuate su appositi campioni prelevati dai singoli lotti; quelle distruttive su campioni o provini ricavati da elementi o pezzi forniti in eccedenza rispetto a quelli ordinati.

Ogni lotto, salvo diversa specifica, dovrà comprendere tubi o pezzi speciali dello stesso diametro e della stessa classe in numero non superiore a 200 unità. Qualsiasi fornitura, comprendente elementi dello stesso diametro e della stessa classe, minore di 200 unità, costituirà pertanto un lotto. La Direzione Lavori, qualora le norme di cui al precedente punto 41.2.1. prevedessero criteri diversi per la formazione dei lotti, avrà la facoltà di operare in deroga.

Le prescrizioni relative alle caratteristiche geometriche, alle tolleranze ed alla marcatura potranno essere controllate su ciascun elemento della fornitura; lo stesso dicasi per il controllo della rettilineità, del diametro interno e dell'ovalizzazione. Gli elementi che non soddisfacessero anche ad una delle superiori prescrizioni saranno rifiutati. Tali controlli comunque, previo benestare della Direzione Lavori, potranno essere eseguiti anche per campioni: in tal caso, qualora gli accertamenti portassero al rifiuto del lotto, l'Appaltatore potrà richiedere che il controllo sulle caratteristiche non rispettate venga esteso al 100% della fornitura.

Quando tutte le prove e le verifiche eseguite avessero avuto esito soddisfacente, il materiale cui esse si riferiscono si intenderà accettato. Di contro, ove un tubo, un elemento di giunto od un elemento di condotta in genere non soddisfacesse ad una delle prove, la prova stessa dovrà essere ripetuta su un numero doppio di unità dello stesso lotto. L'esito negativo di una di queste seconde prove giustificherà il rifiuto del lotto.

Qualora l'Amministrazione, o per essa la Direzione Lavori, rinunciassero a presenziare od a farsi rappresentare alla esecuzione parziale o totale delle prove, l'Appaltatore dovrà consegnare, a richiesta, un certificato rilasciato dal fabbricante ed attestante che le prove, alle quali non si è presenziato, sono state effettuate in conformità alle norme vigenti ed hanno avuto esito positivo.

### **41.3. APPROVVIGIONAMENTI DIRETTI – SCORPORI**

#### **41.3.1. Approvvigionamento a carico dell'Amministrazione**

Qualora i materiali (tubi, pezzi speciali, apparecchi, ecc.) dovessero venire forniti direttamente dall'Amministrazione appaltante, la consegna avverrà secondo un programma (non vincolante) di cui l'Appaltatore potrà prendere conoscenza presso la Direzione Lavori. Le forniture saranno effettuate, dopo che l'Appaltatore ne avrà fatto richiesta a mezzo di esatte distinte risultanti da rilievi esecutivi, secondo un piano che nelle linee generali gli sarà comunicato dopo che le Ditte fornitrici avranno confermato l'ordinazione indirizzata dall'Amministrazione (1).

Le ordinazioni saranno fatte dall'Amministrazione in aderenza al programma di esecuzione dei lavori redatto dall'Appaltatore ed approvato dalla Direzione Lavori. Questa si riserva comunque la facoltà di disporre variazioni nello sviluppo delle opere, in dipendenza anche della consegna delle forniture.

La consegna dei materiali resterà ovviamente condizionata alla disponibilità degli stessi presso i fabbricanti od ai tempi necessari per la loro fabbricazione ed alle possibilità di trasporto nel periodo in cui verranno commessi all'industria. Di conseguenza nessuna responsabilità potrà essere addebitata all'Amministrazione circa eventuali ritardi rispetto alle previsioni di consegna; sarà invece ritenuto responsabile l'Appaltatore se le operazioni necessarie per l'approntamento delle distinte dei materiali non saranno sollecitamente eseguite, a consegna avvenuta, e se tali distinte non saranno presentate in tempo utile alla Direzione Lavori.

La consegna dei tubi e dei materiali in genere forniti dall'Amministrazione potrà avvenire su carro ferroviario franco stazioni ferroviarie vicine al luogo d'impiego (da designarsi dall'Appaltatore all'atto della consegna dei lavori e da specificarsi nel relativo verbale), oppure franco autocarro nel punto o nei punti vicini al luogo di impiego e, comunque, sempre in zone servite da strade statali, provinciali o comunali (che saranno stabilite in accordo con l'Appaltatore), od ancora franco stabilimento di fabbricazione. Resta inteso che ogni decisione circa la forma di consegna spetterà unicamente all'Amministrazione.

L'Appaltatore dovrà farsi diligente presso le stazioni ed 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. Lo stesso non potrà mai chiedere che spedizioni ed arrivi avvengano con un determinato ritmo, ma dovrà invece attrezzarsi per potere scaricare ed avviare ai suoi depositi temporanei od a piè d'opera tutti i tubi ed i materiali in arrivo, quale che fosse il numero dei carri ferroviari e la loro distribuzione nella giornata ovvero l'entità del carico su nave. La mancanza di mezzi di scarico 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 o su altro mezzo, l'Appaltatore dovrà procedere al controllo del materiale in arrivo e quindi, se del caso, alle contestazioni nei riguardi dell'amministrazione ferroviaria o dell'impresa dei trasporti, ritirando il relativo verbale di accertamento. Tutto il materiale per cui non venisse redatto apposito verbale di avaria si intenderà ricevuto dall'Appaltatore in condizioni perfette, sia nel corpo che nel relativo rivestimento protettivo. Da quell'istante l'Appaltatore resterà garante dei materiali ricevuti.

La consegna dei materiali franco stabilimento sarà effettuata dall'Amministrazione, a mezzo di propri incaricati, subito dopo il collaudo degli stessi, collaudo che potrà avvenire alla presenza o meno di rappresentanti dell'Appaltatore con un preavviso, per quest'ultimo, di non meno di 4 giorni.

(1) Si precisa al riguardo che il tempo occorrente per la compilazione delle distinte, nonché quello normalmente occorrente perché dalla richiesta di offerta si pervenga all'esecuzione ed alla consegna della fornitura, si intende compreso nel termine contrattuale stabilito per l'ultimazione dei lavori; di conseguenza tali tempi non daranno diritto all'Appaltatore di ricevere proroghe, né facoltà alla Direzione Lavori di ordinare sospensioni.

A collaudo avvenuto l'Appaltatore dovrà dare disposizioni alla fabbrica per l'immediata spedizione di tutti tubi ed i manufatti collaudati, e questo con i mezzi, i criteri e le cautele che possano garantire la assoluta integrità dei materiali durante il trasporto. In difetto, l'Amministrazione disporrà la spedizione direttamente, nel modo che riterrà migliore, a tutte spese dell'Appaltatore che sarà tempestivamente avvertito del provvedimento.

I materiali forniti dall'Amministrazione e consegnati all'Appaltatore, 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'Appaltatore sarà addebitato, al costo, il materiale che risulterà non impiegato, né compreso nel normale sfrido, nè riconsegnato, nonché il materiale restituito deteriorato o danneggiato.

#### 41.3.2. Scorporo dell'appalto

L'Amministrazione si riserva la facoltà di scorporare dall'appalto determinati materiali e forniture, senza che per questo l'Appaltatore possa avanzare richieste di speciali compensi sotto qualunque titolo. Ove ricorresse tale evenienza, l'Appaltatore sarà tenuto al rispetto degli obblighi di cui al punto 27.25. del presente Capitolato.

### Art. 42

## MATERIALI NATURALI, DI CAVA ED ARTIFICIALI

#### 42.1. ACQUA

Dovrà essere dolce, limpida, scevra di materie terrose od organiche e non aggressiva. Avrà un pH compreso tra 6 e 8 ed una torbidezza non superiore al 2%. Per gli impasti cementizi non dovrà presentare tracce di sali in percentuali dannose ed in particolare: cloruri (Cl<sup>-</sup>) in concentrazione superiore a 500 mg/l per cementi armati precompressi e malte di iniezione, a 1000 mg/l per cementizi armati ordinari ed a 4500 mg/l per cementi non armati; solfati (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) in percentuali superiori a 2000 mg/l (prove 6.1.3 UNI EN 1008). Il contenuto di sodio equivalente dovrà essere ≤ 1500 mg/l e la concentrazione di sostanze chimiche (zucchero, fosfati, nitrati, piombo) conforme al Prospetto 3 della norma citata. Infine il tempo di presa dei provini dovrà essere conforme a quanto previsto al punto 4.4 della norma.

È vietato l'impiego di acqua di mare, salvo esplicita autorizzazione (nel caso, con gli opportuni accorgimenti per i calcoli di stabilità). Tale divieto rimane tassativo ed assoluto per i calcestruzzi armati ed in genere per tutte le strutture inglobanti materiali metallici soggetti a corrosione. Di contro l'impiego di acqua potabile non sarà soggetto ad alcuna analisi preventiva.

#### 42.2. AGGREGATI PER MALTA

##### 42.2.0. Generalità

Saranno ritenuti idonei alla produzione di malte gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali od artificiali (con esclusione, se non diversamente consentito, di materiali provenienti da processi di riciclo), conformi alla parte armonizzata della norma europea UNI EN 13139 (Aggregati per malta).

Gli aggregati dovranno essere assolutamente scevri di materie terrose ed organiche (v. punto 7.4 della norma), essere preferibilmente di qualità silicea (in subordine quarzosa, granitica o calcarea), di grana omogenea, stridenti al tatto e dovranno provenire, se naturali, da rocce aventi alta resistenza alla compressione. Ove necessario saranno lavati con acqua dolce per l'eliminazione delle eventuali materie nocive.

##### 42.2.1. Termini e definizioni

Ai fini della norma superiormente riportata, si applicano i termini e le definizioni seguenti:

- *Dimensione dell'aggregato*: descrizione dell'aggregato come dimensioni dello staccio inferiore ( $d$ ) e superiore ( $D$ ) (1).
- *Aggregato grosso*: aggregato la cui dimensione superiore  $D \geq 4$  mm e la cui dimensione inferiore  $d \geq 2$  mm.
- *Aggregato fine*: aggregato la cui dimensione superiore  $D \leq 4$  mm.
- *Fini*: frazione granulometrica di aggregato passante allo staccio di 0,063 mm.
- *Filler*: aggregato, in maggior parte passante allo staccio di 0,063 mm, aggiungibile ai materiali da costruzione per conferire determinate proprietà.

##### 42.2.2. Granulometria

La granulometria degli aggregati, da determinarsi in conformità della UNI EN 933-1, dovrà soddisfare i requisiti di cui al punto 5 della norma della quale si riportano, nella Tab. 4, i limiti di sopra e sottovaglio.

Gli aggregati per malte da muratura (sabbie) saranno in genere costituiti da grani di dimensioni tali da passare attraverso lo staccio 2 UNI EN 933-2; quelli per intonaci, stuccature, murature da paramento ed in pietra da taglio da grani passanti allo staccio 0,5 UNI EN 933-2.

TAB. 4 - Aggregati per malte. Limiti di sopravaglio e sottovaglio

DIMENSIONI AGGREGATO	Limiti per la percentuale in massa del passante				
	Sopravaglio			Sottovaglio	
	2 D	1,4 D	D	d	0,5 d
0/1	100	da 95 a 100	da 85 a 99	-	-
0/2	100	da 95 a 100	da 85 a 99	-	-
0/4	100	da 95 a 100	da 85 a 99	-	-
0/8	100	da 98 a 100	da 90 a 99	-	-
2/4	100	da 95 a 100	da 85 a 99	da 0 a 20	da 0 a 5
2/8	100	da 98 a 100	da 85 a 99	da 0 a 20	da 0 a 5

(1) Tutti gli aggregati devono essere descritti in termini di dimensioni tramite la designazione  $d/D$ , eccetto i filler che saranno descritti come tali. La coppia di stacci di dimensione nominale inferiore  $d$  e superiore  $D$ , in mm, costituisce i limiti entro cui si situa la maggior parte della distribuzione granulometrica dell'aggregato (esempi di dimensioni preferenziali: 0/1 mm, 0/2 mm, 0/4 mm, 0/8 mm, 2/4 mm, 2/8 mm).

Il contenuto dei fini, da determinarsi in conformità della UNI EN 933-1, non dovrà superare i limiti del Prospetto 4 della norma (1). La granulometria dei filler, da determinarsi in conformità della UNI-EN 933-10, dovrà soddisfare i limiti specificati nel Prospetto 3 della norma, parzialmente riportato nella Tab. 5.

#### 42.2.3. Requisiti fisici e chimici

I requisiti fisici e chimici degli aggregati saranno conformi alle prescrizioni di progetto e verranno stabiliti con le modalità di cui ai punti 6 e 7 della norma. In particolare: il contenuto di ioni cloro idrosolubile non dovrà superare lo 0,15% (v. Appendice D) per la malta non armata e lo 0,06% per le malte contenenti elementi metallici (v. UNI EN 206-1, UNI EN 998-2, UNI EN 1744-1); il contenuto di zolfo totale dell'aggregato e dei filler, determinato in conformità della UNI EN 1744-1, non dovrà superare l'1%S in massa per aggregati naturali ed il 2%S in massa per scorie d'alto forno raffreddate in aria. Per quanto riguarda la durabilità e la reattività alcali-silice degli aggregati si rimanda al punto 7.6 ed all'Appendice D della norma.

#### 42.2.4. Designazione e descrizione

Gli aggregati per malta ed i filler devono essere designati come di seguito: a) provenienza (nome della cava e del punto di estrazione); b) tipo di aggregato (indicazione petrografica o nome commerciale); c) numero della norma; d) dimensione nominale.

#### 42.2.5. Sistema di attestazione di conformità

I sistemi di attestazione di conformità per gli aggregati e filler per malte saranno, conformemente ai prospetti ZA 2A e ZA 2b dell'Appendice ZA della norma, del tipo "2+" per materiali ove siano richiesti alti requisiti di sicurezza e del tipo "4" ove tali requisiti non siano richiesti.

#### 42.2.6. Marcatura ed etichettatura

Ogni consegna di aggregati dovrà essere accompagnata da una bolla numerata, emessa da o per conto del produttore, nella quale sia dichiarato: a) provenienza; b) regione/luogo di produzione; c) data di consegna; designazione; e) se richiesto, massa volumica dei granuli e contenuto massimo di cloruro; marcatura CE se necessario.

#### 42.2.7. Marcatura ed etichettatura CE

Il simbolo di marcatura CE, ove richiesto, deve figurare sull'etichetta o sulla confezione o sui documenti di accompagnamento (es. bolla di consegna) e deve essere accompagnato dalle seguenti informazioni:

- numero di identificazione dell'ente di certificazione (solo per i prodotti sotto il sistema 2+);
- nome o marchio identificativo ed indirizzo registrato del produttore;
- ultime due cifre dell'anno di affissione della marcatura CE; numero del certificato del controllo di produzione di fabbrica (solo per i prodotti sotto sistema 2+); riferimento alla UNI EN 13139;
- descrizione ed impiego previsto del prodotto;
- informazioni sulle caratteristiche essenziali, elencate nel prospetto ZA.1a o nel prospetto ZA.1b (2).

### 42.3. AGGREGATI PER CALCESTRUZZO

#### 42.3.0. Generalità

Saranno ritenuti idonei alla produzione di conglomerato cementizio gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali od artificiali (con esclusione, ove non diversamente consentito, di materiali provenienti da processi di riciclo) rispondenti alle prescrizioni di cui al paragrafo 11.1.9.2 delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" e conformi alla parte armonizzata della norma europea UNI EN 12620 (Aggregati per calcestruzzo).

I materiali naturali dovranno essere costituiti da elementi omogenei, provenienti da rocce compatte, resistenti, non gessose o marnose, né gelive. Tra le ghiaie si escluderanno quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica, sfaldati o sfaldabili e quelle rivestite da incrostazioni.

I pietrischi e le graniglie dovranno provenire dalla frantumazione di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina, o di calcari puri durissimi e di alta resistenza alla compressione, all'urto, all'abrasione ed al gelo. Saranno a spigolo vivo, scevri di materie terrose, sabbia e comunque materie eterogenee ed organiche.

La granulometria degli aggregati sarà in genere indicata dal progetto o dalla Direzione dei lavori in base alla resistenza, alla destinazione dei getti ed alle modalità di posa in opera dei calcestruzzi. In ogni caso la dimensione massima degli elementi, per le strutture armate, non dovrà superare il 60% dell'interferro e, per le strutture in generale, il 25% della minima dimensione strutturale. È prescritto inoltre che per getti di fondazione o di forte spessore gli elementi di dimensione massima risultino passanti allo staccio con maglie di 63 mm. Sarà assolutamente vietato l'impiego di sabbia marina.

TAB. 5 - Filler. Requisiti granulometrici

DIMENSIONI STACCIO	Percentuale passante in massa
	Limiti per risultati singoli
mm	
2	100
0,125	da 85 a 100
0,063	da 70 a 100

(1) Categoria 1: 3% (Malte per sottofondi di pavimenti, proiettilate, per riparazioni, per iniezioni) – Ogni tipo di aggregato.  
 2 5% (Malte per intonaci interni ed esterni) – Ogni tipo di aggregato.  
 3 8% (Malte da muratura) – Ogni tipo di aggregato eccetto le rocce frantumate.  
 4 30% (Malte da muratura) – Si applica alle rocce frantumate - 11% per le frazioni granulometriche 0/8 e 2/8.

(2) • Valori dichiarati e, se pertinente, livello o classe/categoria (inclusa l'indicazione "passa" in base ai requisiti di "passa/non passa", se necessario) da dichiarare per ciascuna caratteristica essenziale come indicato nelle note dei prospetti ZA.1a e ZA.1b.  
 • "Nessuna prestazione determinata" per caratteristiche ove ciò non sia rilevante.  
 L'opzione "Nessuna prestazione determinata" (NPD) non può essere utilizzata nel caso in cui la caratteristica sia soggetta ad un limite di soglia, altrimenti può essere impiegata quando e dove la caratteristica, per una determinata destinazione d'uso prevista, non è soggetta a requisiti regolamentari.

#### 42.3.1. Granulometria

La granulometria dell'aggregato, determinata in conformità alla UNI EN 933-1, dovrà soddisfare i requisiti di cui al punto 4.3 della UNI EN 12620 della quale si riporta, in parte (1), il Prospetto 2. Le dimensioni di un aggregato (2) sono specificate da una coppia di stacci di cui al Prospetto 1 della norma scelti tra le tre serie previste (e separate), con la notazione che tali dimensioni devono avere  $D/d \geq 1.4$ .

#### 42.3.2. Forma dell'aggregato (a.g.)

La forma dell'aggregato grosso sarà determinata in termini di *indice di appiattimento* (come specificato dalla UNI EN 933-3) e di *indice di forma* (come specificato dalla UNI EN 934-4) e riferite alle rispettive categorie "F" e "S" di cui ai Prospetti 8 e 9 della UNI EN 12620.

TAB. 6 - Requisiti generali di granulometria secondo UNI EN 12620

AGGREGATO	DIMENSIONE	Percentuale passante in massa					Categoria G'
		2 D	1,4 D	D	d	d/2	
Grosso	$D/D \leq 2$ o $D \leq 11,2$ mm	100 100	da 98 a 100 da 98 a 100	da 85 a 99 da 80 a 99	da 0 a 20 da 0 a 20	da 0 a 5 da 0 a 5	$G_{s,85/20}$ $G_{c,80/20}$
	$D/D \geq 2$ o $D \geq 11,2$ mm	100	da 98 a 100	da 90 a 99	da 0 a 15	da 0 a 5	$G_c 90/15$
Fine	$D \leq 4$ mm e $d=0$	100	da 95 a 100	da 85 a 99			$G_F 85$
Naturale 0/8	$D = 8$ mm e $d=0$	100	da 98 a 100	da 90 a 99			$G_{N4} 90$
Misto	$D \leq 45$ mm e $d=0$	100	da 98 a 100	da 90 a 99			$G_A 90$
		100	da 98 a 100	da 85 a 99			$G_A 85$

#### 42.3.3. Resistenza alla frantumazione (a.g.)

La resistenza alla frantumazione dell'aggregato grosso sarà specificata con riferimento al coefficiente "Los Angeles" (categoria "LA") ed al valore d'urto (categoria "SZ") di cui ai Prospetti 12 e 13 della norma superiormente citata, con metodo di prova secondo UNI EN 1097-2.

#### 42.3.4. Resistenza all'usura (a.g.)

Ove richiesta, la resistenza all'usura dell'aggregato grosso (coefficiente micro-Deval MDE) sarà determinata in conformità alla UNI EN 1097-1 e specificata con riferimento al Prospetto 14 della UNI EN 12620.

#### 42.3.5. Resistenza alla levigabilità e all'abrasione (a.g.)

Ove richiesta (per calcestruzzi destinati a strati di usura nelle pavimentazioni stradali), la resistenza alla levigabilità (valore di levigabilità "VL") ed all'abrasione (valore dell'abrasione "AAV") dell'aggregato grosso sarà determinata secondo UNI EN 1097-8 e riferita ai Prospetti 15 e 16 della UNI EN 12620.

#### 42.3.6. Riferimento a norme UNI

Al fine di individuare i limiti di accettazione delle caratteristiche tecniche degli aggregati, utile riferimento potrà comunque essere fatto anche alle norme sotto riportate (3).

UNI 8520-1 - Aggregati per confezione di calcestruzzi. Definizioni, classificazione e caratteristiche.

UNI 8520-2 - Idem. Limiti di accettazione.

#### 42.3.7. Sistema di attestazione

Il sistema di attestazione degli aggregati, ai sensi del D.P.R. n. 246/93, seguirà le indicazioni riportate nella seguente tabella:

TAB. 7 - Aggregati per calcestruzzi. Sistema di attestazione della conformità

Specifica Tecnica Europea di riferimento	Uso Previsto	Sistema di Attestazione della Conformità (4)
Aggregati per calcestruzzo UNI EN 12620-13055	Calcestruzzo strutturale	2+
	Uso non strutturale	4

#### 42.3.8. Designazione, marcatura ed etichettatura

Per quanto riguarda la designazione, gli aggregati dovranno essere indicati come di seguito:

- Origine, produttore ed eventuale deposito;
- Tipo (v. UNI EN 932-3) e dimensione dell'aggregato.

Per quanto riguarda la marcatura e l'etichettatura, la bolla di consegna dovrà contenere le seguenti informazioni:

- Designazione e data di spedizione;
- Numero di serie della bolla ed il riferimento alla norma UNI EN 12620.

(1) Il Prospetto 2 della UNI EN 12620 va letto unitamente alle ulteriori notazioni riportate nello stesso prospetto ed al punto 4.3 della norma.

(2) La *Designazione granulometrica* o *classe* di un aggregato, fine (a.f.) o grosso (a.g.) che sia (con esclusione del filler), viene individuata dal rapporto di due numeri  $d/D$  di cui uno minore "d" ed uno maggiore "D" corrispondenti alle dimensioni dei vagli estremi che interessano l'aggregato. Essi verificano la condizione, superiormente riportata, che  $D/d$  deve essere non inferiore a 1,4.

(3) Le UNI 8520 individuano tre categorie di qualità degli aggregati per calcestruzzi (A, B, C) di cui la prima (A) per calcestruzzi di classe non inferiore a 30 N/mm<sup>2</sup>, la seconda (B) per calcestruzzi di classe fino a 30 N/mm<sup>2</sup> e la terza (C) per calcestruzzi di classe non superiore a 15 N/mm<sup>2</sup>.

(4) Il sistema 2+ (certificazione del controllo di produzione in fabbrica) è quello specificato all'art. 7, comma 1, lett. B), Procedura 1 del D.P.R. 246/93. Il sistema 4 (autodichiarazione del produttore) è quello specificato all'art. 7, comma 1, lett. B), Procedura 3 dello stesso decreto.



#### 42.3.9. Marcatura ed etichettatura CE

Per la marcatura CE e l'etichettatura v. quanto riportato nell'Appendice ZA.3 della norma UNI EN 12620. Il simbolo di marcatura CE dovrà figurare sull'etichetta o sulla confezione o sui documenti di accompagnamento (es. bolla di consegna) e dovrà essere accompagnato da informazioni del tipo di quelle riportate al precedente punto 42.2.7.

#### 42.4. AGGREGATI PER SOVRASTRUTTURE STRADALI

Quando per gli strati di fondazione o di base della sovrastruttura stradale sia disposto di impiegare detriti di cava o di frantoio od altro materiale, questo dovrà essere in ogni caso non suscettibile all'azione dell'acqua (non solubile, né plasticizzabile), nonché privo di radici e di sostanze organiche.

La granulometria del materiale, qualora diversa dalle prescrizioni del presente Capitolato, sarà indicata dalla Direzione dei lavori o dall'Elenco. Il limite liquido (LL) del materiale (Atterberg), per la frazione con  $D_{max} \leq 4$  mm, dovrà essere comunque non maggiore di 25 e l'indice di plasticità (IP) di 6 (4+9 per gli strati base). L'indice C.B.R. dovrà avere un valore non minore di 50. Per l'accettazione del materiale dovrà farsi riferimento ai "Criteri e requisiti di accettazione degli aggregati impiegati nelle sovrastrutture stradali" di cui alle Norme C.N.R., Fasc. 139/1992 ed in ogni caso, specie per le prescrizioni più restrittive, alle seguenti norme di unificazione:

**UNI EN 13242** - Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade.

**UNI EN 13285** - Miscele non legate. Specifiche.

**UNI EN 13043** - Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico.

Gli aggregati dovranno essere marcati CE e riportare le indicazioni precedentemente descritte per gli altri tipi di analogo materiale. Il sistema di attestazione della conformità sarà di tipo 2+ per aggregati e per impieghi con altri requisiti di sicurezza e del tipo 4 negli altri casi.

#### 42.5. PIETRE NATURALI E MARMI

##### 42.5.0. Generalità

I materiali in argomento dovranno rispondere alle "Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione" di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2232.

In generale, le pietre da impiegarsi nelle costruzioni dovranno essere omogenee, a grana compatta (con esclusione di parti tratte dal cappellaccio), esenti da screpolature, peli, venature, piani di sfaldatura, sostanze estranee, nodi, scaglie, cavità, ecc. Dovranno avere dimensioni adatte al particolare loro impiego ed offrire una resistenza proporzionata all'entità delle sollecitazioni cui saranno sottoposte; in particolare, il carico di sicurezza a compressione dovrà essere indicativamente non superiore ad 1/5 del rispettivo carico di rottura.

Saranno escluse le pietre marnose, gessose ed in generale tutte quelle alterabili all'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente. Le prove per l'accertamento dei requisiti fisico-chimici e meccanici saranno effettuate in conformità alle norme di cui al R.D. citato e delle norme della serie UNI EN 772. Si richiamano in particolare le norme:

**UNI EN 771-6** - Specifiche per elementi di muratura. Elementi di pietra naturale.

**UNI EN 772-1** - Metodi di prova per elementi di muratura. Determinazione della resistenza a compressione.

Per le murature portanti, gli elementi dovranno possedere i requisiti di resistenza meccanica ed adesività alle malte determinati con le modalità descritte al punto 11.9 delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" emanate con D.M. 14 settembre 2005.

La descrizione, designazione e classificazione degli elementi per muratura di pietra naturale dovrà comprendere: il riferimento alla norma UNI EN 771-6; le dimensioni; la descrizione petrografica ed ancora, se necessario: la resistenza alla compressione media; la porosità totale ed aperta; la massa volumica apparente; il coefficiente d'assorbimento d'acqua per capillarità; la resistenza al gelo/disgelo; le proprietà termiche. Il fabbricante/fornitore dovrà dimostrare la conformità del proprio prodotto ai requisiti della UNI EN 771-6 ed ai valori dichiarati per le relative proprietà esibendo entrambi i punti seguenti: prova di tipo iniziale del prodotto; controllo della produzione in fabbrica.

##### 42.5.1. Pietra da taglio

Oltre a possedere gli accennati requisiti e caratteri generali, dovrà essere sonora alla percussione, immune da fenditure e litoclasti e di perfetta lavorabilità. Per le opere esterne sarà vietato l'impiego di materiali con vene non perfettamente omogeneizzate e di brecce in genere.

##### 42.5.2. Marmo

Dovrà essere della migliore qualità, perfettamente sano, senza scaglie, brecce, vene, spacchi, nodi, peli ed altri difetti che ne infirmino la omogeneità e la solidità. Non saranno tollerate stuccature, tasselli, rotture, scheggiature.

##### 42.5.3. Cubetti di pietra

I cubetti da impiegare per le pavimentazioni, secondo apparecchiature ad arco od a corsi rettilinei, dovranno essere costituiti da porfidi, graniti, dioriti, basalti (eccezionalmente), ed in ogni modo da rocce di origine ignea particolarmente dure e tenaci, costituite da almeno due diversi minerali a differente usabilità, preferibilmente a grana non troppo fine.

In accordo alle norme del C.N.R., Fascicolo n. 5/1954, i cubetti dovranno presentare una resistenza alla compressione non inferiore a 140 N/mm<sup>2</sup>, una all'usura non inferiore a 0,8 ed una all'urto di almeno 13. I cubetti dovranno presentare spigoli vivi, praticamente rettilinei, facce piane e, salvo diverse disposizioni, avranno caratteristiche uniformi. Vale in ogni caso la norma:

**UNI EN 1342** - Cubetti di pietra naturale per pavimentazioni esterne. Requisiti e metodi di prova.

I cubetti dovranno essere dotati di conformità CE con sistema di attestazione del tipo 4. La marcatura CE dovrà esse-

re accompagnata dalle seguenti informazioni generali: norme o marchio identificativo del fabbricante; ultime due cifre dell'anno di apposizione della marcatura; uso previsto e descrizione del prodotto; resistenza a compressione (valore o classe dichiarato secondo UNI EN 1926); scivolosità (se pertinente); resistenza allo slittamento (se pertinente); durabilità; trattamento chimico superficiale (se appropriato).

#### 42.5.4. Lastre da pavimentazione e cordoli

Dovranno rispondere rispettivamente alle norme UNI EN 1341 e 1343 (Requisiti e metodi di prova) e dovranno essere dotati di marcatura CE, con sistema di attestazione della conformità del tipo 4.

### Art. 43

## CALCI – POZZOLANE – LEGANTI IDRAULICI – ADDITIVI

### 43.1. CALCI

#### 43.1.0. Generalità

Dovranno possedere le caratteristiche ed i requisiti prescritti dalle norme vigenti (R.D. 16 novembre 1939, n. 2231 e s.m.i.) per quanto non incompatibile con la parte armonizzata delle seguenti norme europee recepite dall'UNI:

**UNI EN 459-1** - Calci da costruzione. Definizioni, specifiche e criteri di conformità.

**UNI EN 459-2** - Calci da costruzione. Metodi di prova.

La distinzione sarà fatta in *calci aeree* [vive (Q), idrate (S1), semi-idrate (S2), calciche (CI), dolomitiche (DL) idrate e semidrate] e *calci idrauliche* [naturali (NHI), naturali con materiali aggiunti (Z) e miscelate (HL)]. Le calci aeree saranno classificate in base al loro contenuto di (CaO + MgO), mentre quelle idrauliche in base alla loro resistenza a compressione in MPa, come da Tab. 15. Per i requisiti fisici sarà fatto riferimento al prospetto 5 della UNI EN 459-1.

#### 43.1.1. Calce viva (1)

La calce viva in zolle al momento dell'estinzione dovrà essere perfettamente anidra; sarà rifiutata quella ridotta in polvere o sfiorita e perciò si dovrà provvedere in rapporto al bisogno e conservarla in luoghi asciutti e ben riparati dall'umidità.

#### 43.1.2. Calce idrata in polvere (2)

Dovrà essere confezionata in idonei imballaggi e conservata in locali ben asciutti. Gli imballaggi dovranno portare ben visibili: l'indicazione del produttore, il peso del prodotto e la specifica se trattasi di fiore di calce o calce idrata da costruzione.

#### 43.1.3. Marcatura ed etichettatura

Le calci da impiegarsi per la preparazione di malte per murature, intonaci esterni ed interni e per la produzione di altri prodotti dovranno essere marcate CE. Il sistema di attestazione della conformità sarà del tipo "2". Il simbolo di marcatura CE (da figurare sulla confezione o sui documenti di accompagnamento) dovrà essere accompagnato dalle seguenti informazioni: numero di identificazione dell'ente autorizzato; nome o marchio identificativo ed indirizzo registrato del produttore; le ultime due cifre dell'anno di marcatura; numero del certificato di conformità CE o certificato di controllo di produzione di fabbrica (se necessario); riferimento alla norma UNI EN 459-1; descrizione del prodotto e dell'impiego previsto; informazioni sulle caratteristiche pertinenti elencate nel prospetto ZA.1 della norma.

### 43.2. POZZOLANA

Dovrà rispondere alle "Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico", di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2230.

La pozzolana sarà ricavata da strati mondici da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o di parti inerti, sarà di grana fina (passante allo staccio 3,15 UNI 2332/1 per malte in generale e 0,5 UNI 2332/1 per malte fini di intonaco e murature di paramento), asciutta ed accuratamente vagliata. Sarà impiegata esclusivamente pozzolana classificata "energica".

### 43.3. LEGANTI IDRAULICI

#### 43.3.0. Generalità

I materiali in argomento dovranno avere le caratteristiche ed i requisiti prescritti dalla Legge 26 maggio 1965, n. 595 e dai DD.MM. 3 giugno 1968 e 31 agosto 1972 aventi rispettivamente per oggetto: "Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici", "Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi", "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche", con le modifiche e gli aggiornamenti di cui ai DD.MM. 20 novembre 1984 e 13 settembre 1993.

Per quanto riguarda i cementi, fatto salvo quanto previsto dal D.M. 3 giugno 1968 e dal D.M. 20 novembre 1984 per i cementi alluminosi e per i cementi per sbarramenti di ritenuta, la composizione, le specificazioni ed i criteri di conformità saranno quelli previsti dalle norme UNI EN sotto riportate, alle quali fa peraltro riferimento il D.M. 14 settembre 2005 che ha emanato le nuove "Norme Tecniche per le costruzioni" (3):

**UNI EN 197-1** - Cemento. Composizione, specificazioni e criteri di conformità per i cementi comuni.

**UNI EN 197-2** - Cemento. Valutazione della conformità.

(1) Per le definizioni v. il punto 3 della UNI EN 459-1. La calce viva è ottenuta per calcinazione di rocce calcaree e/o dolomitiche. Essa include la calce calcica e la calce dolomitica.

(2) La calce idrata (S) è una calce aerea, calcica o dolomitica, ottenuta dallo spegnimento controllato della calce viva. La calce spenta potrà essere richiesta in forma di polvere secca, di grassello o di liquido (latte di calce).

(3) Vedi, sull'argomento, il punto 11.9.1 di tali norme.

### 43.3.1. Denominazione dei tipi

I 27 prodotti della famiglia dei cementi comuni conformi alla UNI EN 197-1, e la loro denominazione, sono indicati nel prospetto 1 della norma. Essi sono raggruppati in cinque tipi principali di cemento così definiti: CEM I (cemento Portland); CEM II (cemento Portland composito); CEM III (cemento d'alto forno); CEM IV (cemento pozzolanico); CEM V (cemento composito). La denominazione comprenderà: il tipo di cemento, il riferimento alla norma, la sigla del tipo, la classe di resistenza e la resistenza iniziale (N, ordinaria; R, elevata) (1).

### 43.3.2. Resistenze meccaniche e tempi di presa

I cementi precedentemente elencati, saggiati su malta normale secondo le prescrizioni e le modalità indicate nella norma UNI EN 196-1, dovranno avere le caratteristiche ed i limiti minimi di resistenza meccanica parzialmente riportati nella tabella 8.

### 43.3.3. Modalità di fornitura

La fornitura dei leganti idraulici dovrà avvenire in sacchi sigillati, ovvero in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola od ancora alla rinfusa.

Dovranno comunque essere chiaramente riportate, a mezzo stampa nei primi due casi e con documenti di accompagnamento nell'ultimo, le informazioni previste dall'Appendice ZA.4 della norma UNI EN 197-1 ed in particolare: il marchio CE; il numero di identificazione dell'organismo di certificazione; il nome o marchio identificativo del produttore; la sede legale; il nome o marchio identificativo del produttore; la sede legale; il nome o marchio identificativo della fabbrica; le ultime due cifre dell'anno di marcatura; il numero del certificato di conformità CE; la norma di riferimento e la denominazione normalizzata (esempio: CEM I 42,5 R).

L'introduzione in cantiere di ogni partita di cemento sfuso dovrà risultare dal *Giornale dei lavori* e dal *Registro dei getti*.

### 43.3.4. Prelievo dei campioni

Per l'accertamento dei requisiti di accettazione dei cementi, degli agglomerati cementizi e delle calce idrauliche in polvere, le prove saranno eseguite su materiale proveniente da un campione originario di almeno 50 kg di legante prelevato da dieci sacchi per ogni partita di mille sacchi o frazione.

Per le forniture di leganti alla rinfusa la campionatura per le prove sarà effettuata all'atto della consegna, in contraddittorio fra le parti, mediante il prelievo di un campione medio in ragione di 10 kg per ogni 50 o frazione.

### 43.3.5. Conservazione

Dovrà essere effettuata in locali asciutti, approntati a cura dell'Appaltatore, e su tavolati in legname; più idoneamente lo stoccaggio sarà effettuato in adeguati "silos".

### 43.3.6. Particolari prescrizioni ed impieghi

I cementi pozzolanici dovranno prevalentemente essere impiegati per opere destinate a venire in contatto con terreni gessosi, acque di mare o solfatate in genere. I cementi d'alto forno dovranno essere impiegati nelle pavimentazioni stradali, nelle strutture a contatto con terreni gessosi ed in genere nelle opere in cui è richiesto un basso ritiro; non dovranno invece essere impiegati per conglomerati destinati a strutture a vista. Si richiamano le norme UNI 9156 (cemento resistenti ai solfati) ed UNI 9606 (cementi resistenti al dilavamento della calce).

I cementi alluminosi saranno impiegati per getti a bassa temperatura, per getti subacquei, per lavori urgenti ed in genere per opere a contatto con terreni od acque fisicamente o chimicamente aggressivi. Ne è escluso l'impiego per opere strutturali.

## 43.4. ADDITIVI

### 43.4.1. Additivi per calcestruzzi

Materiale aggiunto durante il procedimento di miscelazione del calcestruzzo, in quantità non maggiore del 5% in massa del contenuto di cemento del calcestruzzo, dovrà essere conforme alla parte armonizzata della seguente norma:

**UNI EN 934-2** - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Additivi per calcestruzzo. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura.

La designazione degli additivi dovrà riportare: il nome ed il tipo di additivo; il riferimento alla norma; il codice per identificare il tipo di additivo (numero del prospetto della norma che riporta i requisiti prestazionali, es. UNI EN 934-2:T3.1/3.2). La marcatura CE dovrà essere accompagnata dalle seguenti informazioni: numero di identificazione dell'ente autorizzato; nome o marchio identificativo e indirizzo registrato del produttore; ultime due cifre dell'anno di marcatura; numero del certificato di controllo di produzione in fabbrica; descrizione del prodotto; informazioni sulle caratteristiche pertinenti essenziali di cui al prospetto ZA.1 della norma.

### 43.4.2. Additivi per malte

Gli additivi per malte per opere murarie dovranno essere conformi alla parte armonizzata della norma UNI EN 934-3. Per la designazione e la marcatura CE si richiama quanto indicato superiormente per i calcestruzzi.

TAB. 8 - Cementi - Resistenze meccaniche e tempi di presa

CLASSE	Resistenza alla compressione N/mm <sup>2</sup>			Tempo di inizio presa minuti	
	Resistenza iniziale		Resistenza normalizzata 28 giorni		
	2 giorni	7 giorni			
32,5 N	—	≥ 16	≥ 32,5	≤ 52,5	≥ 75
32,5 R	≥ 10	—	≥ 42,5	≤ 62,5	≥ 60
42,5 N	≥ 10	—	≥ 52,5	—	≥ 45
42,5 R	≥ 20	—	—	—	—
52,5 N	≥ 20	—	—	—	—
52,5 R	≥ 30	—	—	—	—

(1) Esempi di denominazione: Cemento Portland EN 197-1 – CEM I 42,5 R; Cemento Portland al calcare EN 197-1 – CEM III/A 32,5 N.

## Art. 44

**MATERIALI LATERIZI**

Formati da argilla (contenente quantità variabili di sabbia, ossido di ferro e carbonato di calcio) purgata, macerata, impastata, pressata e sottoposta a giusta cottura in apposite fornaci, dovranno rispondere alle "Norme per l'accettazione dei materiali laterizi" emanate con R.D. 16 novembre 1939, n. 2233.

I laterizi di qualsiasi tipo, forma e dimensioni (pieni, forati e per coperture) dovranno nella massa essere scevri da sassolini ed altre impurità; avere forma regolare, facce lisce e spigoli sani; presentare alla frattura (non vetrosa) grana fine, compatta ed uniforme; essere sonori alla percussione; assorbire acqua per immersione ed asciugarsi all'aria con sufficiente rapidità; non sfaldarsi o sfiorire sotto la influenza degli agenti atmosferici (anche in zone costiere) e di soluzione saline; non screpolarsi al fuoco ed al gelo; avere resistenza adeguata, colore omogeneo e giusto grado di cottura; non contenere sabbia con sali di soda o potassio, avere forma geometrica precisa ed infine un contenuto di solfati alcalini tali che il tenore di  $SO_3$  sia  $\leq 0,05\%$ .

Gli elementi da impiegarsi nelle murature dovranno avere facce piane e spigoli regolari, essere esenti da scopolature, fessure e cavità e presentare superfici atte alla adesione delle malte. I mattoni da paramento dovranno presentare in maniera particolare regolarità di forma, integrità superficiale e sufficiente uniformare di colore per l'intera partita.

Quando impiegati nelle murature portanti, essi dovranno rispondere alle prescrizioni contenute nel D.M. 14 settembre 2005 relativo alle nuove "Norme Tecniche per le Costruzioni", con particolare riferimento ai paragrafi 5.4 e 11.9.1 delle stesse norme.

## Art. 45

**MATERIALI CERAMICI**

Formati con un impasto il cui ingrediente fondamentale è l'argilla (bianca o naturalmente colorata), saranno distinti secondo la tabella 9.

## 45.1. GRÈS ORDINARI

**45.1.0. Generalità**

Materiali ottenuti da argille plastiche naturali, ferruginose, eventualmente con aggiunta di silice od argilla refrattaria, cotti a temperatura tra 1000 e 1400 °C e ricoperti o meno da vetrina, dovranno presentare, nella pasta di colore rosso o bruno: struttura omogenea, dura e compatta, con principio di vetrificazione, non scalfibile con l'acciaio; permeabilità nulla; potere di assorbimento di acqua inferiore al 4%; frattura liscia. Le superfici dovranno inoltre essere esenti da screpolature, lesioni o deformazioni e la vetrificazione dovrà presentarsi omogenea, continua e con assenza di opacità.

TAB. 9 - Materiali ceramici. Nomenclatura classificazione

MATERIALI	PASTA COLORATA	PASTA BIANCA
A pasta porosa	Terrecotte Faenze Maioliche	Terraglie
A pasta compatta	Grès	Porcellane

**45.1.1. Tubi**

Dovranno essere forniti sempre di prima scelta, con una tolleranza massima dell'1% nella ovalizzazione e dello 0,5% nello scostamento dalla rettilineità. Per quanto riguarda invece la tolleranza sulla lunghezza e sul diametro nominale si rimanda al successivo punto 45.2.1.

**45.1.2. Piastrelle per pavimenti**

Formate con argille comuni e cotte a 1000 ÷ 1150 °C fino ad ottenere una buona rettificazione, presenteranno un coefficiente di abrasione (al tribometro) non superiore a 4 mm, una resistenza a flessione non inferiore a 20 N/mm<sup>2</sup> ed una assoluta impermeabilità per 24 ore, sotto una colonna d'acqua di 50 mm. Per le piastrelle di ceramica comunque, siano esse destinate a pavimenti od a rivestimenti dovrà farsi riferimento alla norma UNI EN 14411.

## 45.2. GRÈS CERAMICI

**45.2.0 Generalità**

Materiali ottenuti da miscele di caolino, argilla plastica, quarzo e feldspati, cotte a temperature di 1220 ÷ 1400 °C e rivestite totalmente o parzialmente da una copertura vetrificata (vetrina) ottenuta mediante reazioni chimico-fisiche fra le sostanze di apporto (esclusivamente o prevalentemente a base di silicati) e le argille costituenti il grès, presenteranno pasta di colore bianco e giallognolo e rosso o di diverso colore ottenuto con ossidi metallici, elevata durezza (non inferiore al 7° posto della scala di Mohs), perfetta impermeabilità e resistenza al gelo, inalterabilità agli acidi, resistenza a compressione non inferiore a 250 N/mm<sup>2</sup>.

I controlli di cantiere accerteranno la forma e le dimensioni dei pezzi, la regolarità delle superfici e dei rivestimenti, la sonorità, l'assenza di deformazioni di cottura, la durezza.

**45.2.1. Prodotti di grès ceramico per fognature**

Sia le tubazioni che i pezzi speciali, i fondi fogna e le mattonelle dovranno presentare impasto omogeneo compatto anche in frattura, ben vetrificato, senza incrinature, difetti od asperità, suono metallico, colore uniforme, ottima cottura; dovranno inoltre portare impresso, in maniera leggibile ed indelebile, il marchio di fabbrica, l'anno di fabbricazione e, per le tubazioni, il diametro nominale.

Per le caratteristiche, le specificazioni e le prove di accettazione si farà riferimento alle seguenti UNI:

- UNI 9459** – Mattoni, mattonelle e fondi fogna di grès per condotte di liquidi. Caratteristiche e prove.  
**UNI EN 295/1** – Tubi ed elementi complementari di grès e relativi sistemi di giunzione destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Specificazioni  
**UNI EN 295/2** – Idem. Controllo della qualità e campionamento  
**UNI EN 295/3** – Idem. Metodi di prova  
**UNI EN 295/7** – Idem. Requisiti per tubi e sistemi di giunzione di gres per tubazioni con posa a spinta.

Dovrà osservarsi inoltre in particolare:

a) – *Mattoni, mattonelle e fondi fogna*

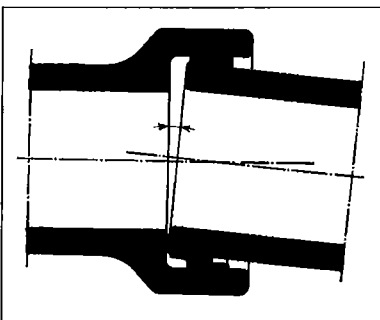
Non devono presentare danni o difetti tali da pregiudicare l'impiego, avere dimensioni e forme come alla UNI citata, perdita in massa non superiore allo 0,25% (prova 7.3 UNI 9459), resistenza all'abrasione non inferiore allo 0,8 (prova 7.4) e resistenza meccanica a flessione non inferiore a 200 kg/cm (prova 7.5).

b) – *Tubi*

Avranno diametri nominali conformi alla tabella 10 che riporta anche i massimi scostamenti negativi ammessi. Per quanto riguarda la rettilineità, lo scostamento sarà non superiore a 6 mm/m per diametri inferiori a DN 150, a 5 mm/m per diametri non superiori a DN 150 ed a 4 mm/m per diametri superiori. La tolleranza sulla lunghezza nominale dei tubi dovrà essere contenuta entro i limiti del  $-1/ + 4\%$ , con un minimo ammesso pari a  $+ / -10$  mm.

Gli angoli preferenziali delle curve saranno di  $11,25^\circ - 15^\circ - 22,5^\circ - 30^\circ - 45^\circ - 90^\circ$ . I valori della resistenza allo schiacciamento, misurati in KN/m come al punto 4, della UNI EN 295/3 non dovranno essere inferiori alle misure riportate nei prospetti IV e V della UNI EN 295/1 che prevedono 3 classi per DN 100 e 150 e 4 classi per DN da 200 a 1200 (classe L, leggera, per DN  $\geq 600$ ; classe 95 per DN  $400 \div 1000$ ; classe 120 per DN  $200 \div 800$ ; classe 160 per DN  $32 \div 80$ ; classe 200 per DN  $40 \div 350$ ).

Per quanto riguarda la tenuta all'acqua, la relativa prova, da eseguirsi secondo il punto 9 della UNI EN 295/3, dovrà richiedere aggiunte di acqua eventualmente necessarie per mantenere costante la pressione al valore di 50 kPa (0,5 bar), non superiori alla quantità di  $0,07 \text{ l/m}^2$  di superficie interna del tubo, con assoluta assenza di segni di fuoriuscite. I sistemi di giunzione dovranno essere conformi a quanto specificato al punto 3 della UNI EN 295/1. Nel caso di guarnizioni ad anello gomma dovranno essere rispettate le specifiche ISO/DIS 4633; per guarnizioni solidali coi tubi si darà corso alla prova di resistenza all'ozono di cui al punto 14 della UNI EN 295/3. Gli elementi di tenuta in poliuretano (1), sottoposti alla prova di cui al punto 15 della norma citata, dovranno soddisfare i limiti di cui al prospetto VII della UNI EN 295/1 (2). Gli elementi costituenti la giunzione dovranno consentire una tenuta perfettamente stagna fino ad una pressione (interna ed esterna) di 50 kPa; inoltre, e per almeno 5 min., tale tenuta dovrà essere mantenuta anche con deviazioni d'asse di 80 mm/m per DN  $100 \div 200$ , di 30 mm/m per DN  $225 \div 500$ , di 20 mm/m per DN  $600 \div 800$  e di 10 mm/m per DN maggiori di 800.



#### 45.3. CLINCKER

Materiale ottenuto da argille limose (del tipo argille da grès) mediante cottura fino a sinterizzazione, dovrà essere esente da calce, gesso e sostanze comunque alterabili per azione dell'acqua.

I mattoni dovranno essere immuni da squamature, cavità, fenditure, scheggiature ed avere superfici lisce e piatte. Dovranno inoltre rispettare le norme DIN 4051 e presentare i seguenti requisiti: tolleranza sulle misure  $\pm 3\%$ , peso specifico  $1,8 \text{ kg/dm}^3$ , resistenza a compressione non inferiore a  $35 \text{ N/mm}^2$ , porosità non superiore al 7%, perdita in peso per attacco acido non superiore all'8%.

Nell'impiego per il rivestimento di condotti fognanti per acque nere (di norma per diametri superiori a 100 cm) i mattoni dovranno essere applicati con esclusione di malta cementizia; dovrà ricorrersi pertanto all'uso di malte speciali, a base di sostanze bituminose o di resine organiche anticorrosive.

### Art. 46

#### MATERIALI FERROSI – PRODOTTI DI ACCIAIO E GHISA

##### 46.0. GENERALITÀ

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, saldature, paglie e da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, profilatura, fucinataura e simili. Essi inoltre dovranno soddisfare tutte le condizioni generali previste dal D.M. 28 febbraio 1908, modificato con R.D. 15 luglio 1925 (per quanto compatibile con la nuova normativa).

(1) Tali elementi saranno di norma costituiti da mescole a base di resine poliuretatiche, colate ad anello attorno alle punte ed all'interno del bicchiere dei tubi e pezzi speciali, e polimerizzate in aderenza (v. UNI EN 681-4).

(2) Nel caso di mescole poliuretatiche, avranno durezza Shore A compresa tra 62 e 72, carico di rottura a trazione superiore a  $2 \text{ N/mm}^2$ , allungamento a rottura almeno del 90%.

TAB. 10 - Prodotti di grès ceramico per fognature Tubi

Diametri nominali DN	Scostamenti max negativi
100	4 mm
150	4 "
200	5 "
225	6 "
250	6 "
300	7 "
350	9 "
400	10 "
450	11 "
500	13 "
600	15 "
700	18 "
800	20 "
1000	25 "
1200	30 "

Per i materiali ferrosi, ferma restando l'applicazione del R.D. in precedenza richiamato, dovranno comunque essere rispettate le vigenti norme emanate dall'UNI o recepite da norme armonizzate sotto le sigle di UNI EN o UNI EN ISO. Gli acciai in particolare, ove destinati ad impieghi strutturali, dovranno soddisfare i requisiti previsti dal paragrafo 11.2 delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" approvate con D.M. 14 settembre 2005 (1) (2).

#### 46.0.1. Designazione e classificazione – Qualificazione

Per la designazione e la classificazione si farà riferimento alle seguenti norme di unificazione:

- UNI EN 10020 - Definizione e classificazione dell'acciaio.
- UNI EN 10021 - Condizioni tecniche generali di fornitura per l'acciaio ed i prodotti siderurgici.
- UNI EN 10027/1 - Sistemi di designazione degli acciai. Designazione alfanumerica. Simboli principali.
- UNI EN 10027/2 - Idem. Designazione numerica.
- UNI EN 1563 - Fonderia. Getti di ghisa a grafite sferoidale.

I prodotti di acciaio di impiego strutturale dovranno essere coperti da marcatura CE. Anche in questo caso dovranno comunque essere rispettati, laddove applicabili, i punti del paragrafo 11.2 delle "Norme Tecniche" non in contrasto con le specifiche tecniche europee armonizzate.

Quando non sia applicabile tale marcatura, ai sensi del D.P.R. n. 246/93 di recepimento della Direttiva 89/106/CE, i prodotti dovranno essere qualificati con la procedura di cui al paragrafo 11.2.1.1 delle superiori norme e dotati di "Attestato di qualificazione" di validità quinquennale, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP.

#### 46.0.2. Identificazione dei prodotti qualificati

Ogni prodotto qualificato dovrà essere dotato di marcatura indelebile, depositata presso il Servizio Tecnico di cui sopra, dalla quale risulti in modo inequivocabile il riferimento al produttore, allo stabilimento, al tipo di acciaio ed alla eventuale saldabilità (3).

#### 46.0.3. Prove e certificazioni

Per le prove dei materiali sarà fatto in genere riferimento alle UNI EN ISO 377 (Prelievo e preparazione dei saggi), alla UNI 10002/1 (Prova di trazione), alla UNI 558 (Prova di compressione), alla UNI 559 (Prova di flessione), alle UNI EN ISO 6506 e 6507 (Prove di durezza) ed alla UNI EN ISO 7438 (Prova di piegamento).

Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento che in cantiere o nel luogo di lavorazione, dovranno riportare l'indicazione del marchio identificativo, rilevato dal laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure lo stesso non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il S.T.C., le certificazioni emesse dal laboratorio saranno prive di valenza ed il materiale non potrà essere utilizzato (4).

#### 46.0.4. Documentazione di accompagnamento

Tutte le forniture di acciaio destinato ad impieghi strutturali dovranno essere accompagnate dall'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale con riportato il riferimento al documento di trasporto. Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio dovranno essere accompagnate da copie dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio. Il Direttore dei lavori, prima della messa in opera, verificherà quanto sopra rifiutando le eventuali forniture non conformi.

### 46.1. ACCIAI PER CEMENTO ARMATO ORDINARIO

#### 46.1.0. Generalità

Per il cemento armato ordinario è ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili, del tipo ad aderenza migliorata, qualificati secondo le procedure di cui al punto 11.2.1 delle "Norme Tecniche" cui è fatto riferimento nelle "Generalità" e controllati con le modalità riportate nel punto 11.2.2.10 delle stesse norme.

I controlli in cantiere (o nei luoghi di lavorazione) sono obbligatori. Essi saranno riferiti agli stessi gruppi di diametri contemplati nelle prove a carattere statistico di cui al punto 11.2.2.10 (5) delle norme, in ragione di tre 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 dovranno essere estesi agli altri diametri della partita. I controlli in cantiere sono facoltativi quando il prodotto da utilizzare provenga da un centro di trasformazione (o luogo di lavorazione) delle barre nel quale siano stati effettuati tutti i controlli prescritti. In questo caso la spedizione del materiale dovrà essere accompagnata dalla certificazione attestante l'esecuzione delle prove secondo norma.

I limiti di accettazione, con riguardo alla resistenza ed all'allungamento, devono rientrare nei valori riportati nella tabella di cui al punto 11.2.10.3 delle "Norme tecniche" e qui riprodotta. Ove i risultati non siano conformi, si opererà come particolarmente previsto nello stesso paragrafo.

È ammesso l'uso di acciai inossidabili o zincati, purché le caratteristiche meccaniche (ed anche fisiche e tecnologiche, per gli zincati) siano conformi alle prescri-

TAB. 11 - Barre per c.a. ordinario. Valori limite di accettazione

Caratteristiche	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
Agt minimo	≥ 1.0%	per acciai trafilati a freddo
Rottura/snervamento	$1.11 ≤ f_t/f_y ≤ 1.37$	per acciai laminati a caldo
Rottura/snervamento	$f_t/f_y ≥ 1.03$	per acciai trafilati a freddo
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche	per tutti

(1) Come acciai si definiscono i materiali ferrosi contenenti meno dell'1,9% di carbonio, limite che li separa dalle ghise.

(2) Tutti gli acciai dovranno essere prodotti con un sistema permanente della produzione in stabilimento che assicuri il mantenimento dello stesso livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito, indipendentemente dal processo di produzione.

(3) Il produttore è tenuto a marcare ogni singolo pezzo. Ove ciò non sia possibile, per la specifica tipologia del prodotto, la marcatura dovrà essere tale che prima dell'apertura dell'eventuale ultima e più piccola confezione (fascio, bobina, rotolo, pacco, ecc.) il prodotto sia riconducibile al produttore, al tipo di acciaio nonché al lotto e alla data di produzione. Qualora presso gli utilizzatori o commercianti l'unità marcata (pezzo singolo o fascio) venga scorporata, per cui una parte o tutto perda l'originale marcatura, sarà responsabilità degli utilizzatori o commercianti documentare la provenienza mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il S.T.C. Nel caso, i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere dovranno essere accompagnati da detta documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dal Direttore dei lavori.

(4) In tal caso il laboratorio incaricato informerà il Servizio Tecnico Centrale dei LL.PP.

(5) Diametro barre compreso tra 5 e 32 mm; Diametro barre maggiore di 32 mm; Diametro rotoli fino a 16 mm. I rotoli devono essere soggetti a qualificazione separata dalla produzione in barre e dotati di marcatura differenziata.

zioni relative agli acciai normali. Nel caso degli zincati, la marcatura dovrà consentire l'identificazione sia del produttore dell'elemento base che dello stabilimento di zincatura.

#### 46.1.1. Acciaio laminato a caldo

L'acciaio per cemento armato laminato a caldo, denominato **B450C** e caratterizzato da una tensione caratteristica di snervamento ( $f_{yk}$ ) di 450 N/mm<sup>2</sup> e di rottura ( $f_{tk}$ ) di 540 N/mm<sup>2</sup>, dovrà rispettare i requisiti riportati nella Tab. 12. delle norme tecniche, parzialmente riprodotta a fianco.

#### 46.1.2. Acciaio trafilato a freddo

L'acciaio per cemento armato trafilato a freddo, denominato **B450A** e caratterizzato dai medesimi valori nominali dell'acciaio laminato a caldo, dovrà rispettare i requisiti riportati nella corrispondente Tab. 13 e qui riprodotta parzialmente.

#### 46.1.3. Barre e rotoli

Tutti gli acciai per cemento armato dovranno essere, come già specificato nelle generalità, del tipo "ad aderenza migliorata". Le barre, caratterizzate dal diametro della barra tonda liscia equivalente, avranno diametro compreso tra 6 e 50 mm (1). Per gli acciai forniti in rotoli, il diametro massimo ammesso sarà non superiore a 16 mm.

#### 46.1.4. 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.

#### 46.1.5. Reti e tralicci elettrosaldati

Dovranno essere costituiti con barre aventi diametro compreso tra 5 e 12 mm, formanti maglia con lato non superiore a 330 mm. I nodi delle reti dovranno resistere ad una forza di distacco, determinata secondo UNI EN ISO 15630-2, pari al 30% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore. La marcatura dovrà rientrare nella casistica di cui al punto 11.2.2.5 delle norme tecniche.

#### 46.1.6. Tolleranze dimensionali

La deviazione ammissibile per la massa nominale delle barre deve rientrare nei limiti previsti dalla Tab. 11.2.III delle norme tecniche.

#### 46.1.7. Centri di trasformazione

I Centri di trasformazione possono ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dalla documentazione prevista al punto 11.2.1.3 delle norme. In ogni caso i documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere devono indicare gli estremi degli attestati di qualificazione del prodotto di origine.

I Centri di trasformazione, identificati agli effetti della normativa cui si fa riferimento quali "luoghi di lavorazione", sono tenuti ad effettuare i controlli obbligatori previsti in cantiere, secondo le indicazioni di cui al punto 11.2.2.10.3 della stessa normativa. L'esecuzione delle prove presso tali centri non esclude comunque che il Direttore dei lavori, nell'ambito della propria discrezionalità, possa effettuare in cantiere eventuali ulteriori controlli, se ritenuti opportuni.

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore intermedio dovranno essere dotati di una specifica marcatura che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso, in aggiunta alla marcatura del prodotto di origine.

### 46.2. ACCIAI PER STRUTTURE METALLICHE

#### 46.2.0. Generalità

Gli acciai da impiegare nelle strutture metalliche dovranno rispettare le prescrizioni contenute nel paragrafo 11.2.4 delle "Norme Tecniche" di cui al D.M. 14 settembre 2005, più volte richiamato, con le eventuali successive modifiche ed integrazioni. Potranno essere impiegati prodotti conformi ad altre specifiche tecniche qualora garantiscano un livello di sicurezza equivalente e tale da soddisfare i *requisiti essenziali* della Direttiva 89/106/CEE (2).

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche, il prelievo dei saggi, la posizione di prelievo, la preparazione delle provette e le modalità di prova dovranno osservarsi le prescrizioni delle norme UNI EN ISO 377, UNI 552, UNI EN 10002-1, UNI EN 10045-1. Le tolleranze di fabbricazione devono rispettare i limiti previsti dalla EN 1090. Si richiamano inoltre le norme:

**UNI EN 10025-1** - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Condizioni tecniche generali di fornitura.

**UNI EN 10210-1** - Profili cavi finiti a caldo di acciai non legati ed a grana fine per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura.

**UNI EN 10219-1** - Profili formati a freddo di acciaio non legato ed a grana fine per strutture saldate. Condizioni tecniche di fornitura.

I controlli di cantiere sono obbligatori. Dovranno essere effettuate per ogni fornitura minimo tre prove, di cui almeno due sugli spessori massimo e minimo. I dati sperimentali ottenuti dovranno soddisfare le prescrizioni di cui alle tabelle delle norme della serie UNI EN 10025 ovvero della tabella più avanti riportata per i profilati cavi, per quanto concerne l'allungamento e la resistenza, nonché le norme superiormente richiamate per le caratteristiche chimiche. Ogni singolo valore

TAB. 12 - Acciaio per c.a. laminato a caldo. Requisiti (parziali)

Parametri	Caratteristiche
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq f_{y\text{nom}}(\text{N/mm}^2)$
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq f_{t\text{nom}}(\text{N/mm}^2)$
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,13$ $\leq 1,35$
$(f_y/f_{y\text{nom}})_k$	$\leq 1,25$
Allungamento $(A_{gl})_k$	$\geq 7\%$

TAB. 13 - Acciaio per c.a. trafilato a freddo. Requisiti (parziali)

Parametri	Caratteristiche
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq f_{y\text{nom}}(\text{N/mm}^2)$
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq f_{t\text{nom}}(\text{N/mm}^2)$
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,05$
$(f_y/f_{y\text{nom}})_k$	$\leq 1,25$
Allungamento $(A_{gl})_k$	$\geq 3\%$

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

(2) Tale equivalenza sarà accertata dal Ministero delle Infrastrutture, Servizio Tecnico Centrale (S.T.C.).

della tensione di snervamento e di rottura ( $R_m$ ) non dovrà risultare inferiore ai limiti tabellari (v. ad es. Tab. 14 per i prodotti di cui alla norma UNI EN 10025-2).

Il prelievo dei campioni sarà effettuato a cura del Direttore dei lavori (o di tecnico di sua fiducia) che dovrà validare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., i campioni inviati in laboratorio per le prove richieste.

Per la particolare procedura, per le caratteristiche delle certificazioni rilasciate e per gli ulteriori controlli d'obbligo da parte dei laboratori di prova, si rinvia comunque al punto 11.2.4.8.3 delle norme tecniche.

Le superfici dei laminati dovranno essere esenti da scaglie, paglie, ripiegature, cricche ed altri difetti che ne possano pregiudicare ragionevolmente la possibilità di impiego. Sarà tollerata la presenza di lievi sporgenze o rientranze, di leggere rigature e vaiolature, purché non venga superata la tolleranza in meno prescritta sullo spessore. Valgono sull'argomento le norme UNI EN 10163-1-2-3.

#### 46.2.1. Acciaio laminato – Prodotti piani e lunghi

Gli acciai di uso generale laminati a caldo, in profilati, barre, larghi piatti e lamiere devono appartenere in uno dei tipi previsti nella norma UNI EN 10025 (1÷6) ed essere in possesso di attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale secondo le procedure di cui al punto 11.2.4.8 delle "Norme tecniche".

Il produttore dovrà dichiarare, nelle forme previste, le caratteristiche tecniche di cui al prospetto ZA.1 dell'appendice ZA della norma UNI EN 10025-1. Tali caratteristiche dovranno rispettare, per i diversi tipi di acciaio di cui alle UNI EN 10025 (2÷6), i limiti previsti nelle medesime specifiche tecniche (2).

#### 46.2.2. Acciaio laminato – Profilati aperti

Avranno dimensioni e tolleranze come da relative norme UNI tra cui si citano: UNI 5397 (Travi HE ad ali larghe e parallele); UNI 5398 (Travi IPE ad ali parallele); UNI 5679 (Travi IPN); UNI 5681 (Profilati a T a spigoli vivi).

#### 46.2.3. Acciaio laminato – Profilati cavi

Gli acciai di uso generale in forma di profilati cavi (anche tubi saldati provenienti da nostro laminato a caldo), dovranno appartenere ad uno dei tipi aventi le caratteristiche meccaniche di cui alle specifiche norme riportate nella tabella che segue, nelle classi di duttilità JR, J0, J2 e K2. Il produttore dovrà dichiarare le caratteristiche tecniche come al precedente punto 46.3.1.

#### 46.3. LAMIERE DI ACCIAIO

Saranno conformi, per qualità e caratteristiche, ai requisiti ed alle prescrizioni riportati nelle seguenti norme:

**UNI EN 10025-1** - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Condizioni tecniche generali di fornitura.

**UNI EN 10029** - Lamiere di acciaio laminato a caldo, di spessore  $\geq 3$  mm. Tolleranze dimensionali, di forma e sulla massa.

#### 46.3.1. Lamiere zincate – Generalità

Fornite in fogli, rotoli od in profilati vari per lavorazione dopo zincatura, le lamiere zincate avranno come base acciaio non legato, di norma laminato a freddo. Qualità, requisiti e tolleranze saranno conformi, in rapporto ai tipi, alle seguenti norme di unificazione:

**UNI EN 10326** - Nastri e lamiere di acciaio per impieghi strutturali rivestiti per immersione a caldo in continuo. Condizioni tecniche di fornitura.

**UNI EN 10327** - Nastri e lamiere di acciaio a basso tenore di carbonio rivestiti per immersione a caldo in continuo per formazione a freddo. Condizioni tecniche di fornitura.

La zincatura dovrà essere effettuata per immersione a caldo nello zinco allo stato fuso (450-460 °C); questo sarà di prima fusione, almeno di titolo ZN 99,5 UNI EN 1179. Con riguardo al procedimento di zincatura questo potrà essere di tipo a bagno continuo o discontinuo (più idoneamente indicato quest'ultimo per manufatti lavorati pre-zincatura).

La finitura del rivestimento potrà venire richiesta, in rapporto all'impiego, a stellatura normale (N) o ridotta (M), l'aspetto della superficie potrà essere *normale (A)*, *migliorato (B)* o di *qualità superiore (C)*, quest'ultimo ottenuto mediante laminazione a freddo (skin-passatura) (1). In ogni caso le lamiere sottili zincate non dovranno presentare zone prive di rivestimento, ossidazione bianca, grossi grumi di zinco, soffiature od altri difetti superficiali. Con riguardo poi al grado di protezione superficiale i prodotti zincati, se non sottoposti a verniciatura industriale, potranno venire richiesti secchi, oliati o trattati all'acido cromico (passivazione) con esclusione, per tale ultima operazione, dei prodotti a superficie levigata.

**TAB. 14 - Prodotti piani e lunghi di acciaio non legato UNI EN 10025-2. Carichi unitari di rottura a trazione**

DESIGNAZIONE secondo EN 10027-1 (1)	Carico unitario di rottura a trazione $R_m$ (N/mm <sup>2</sup> )				
	Spessore nominale in mm				
	< 3	$\geq 3$ $\leq 100$	> 100 $\leq 150$	> 150 $\leq 250$	> 250 $\leq 400$
S235JR S235J0 S235J2	360 - 510 360 - 510 360 - 510	360 - 510 360 - 510 360 - 510	350 - 500 350 - 500 350 - 500	340 - 490 340 - 490 340 - 490	- - 330 - 480
S275JR S275J0 S275J2	430 - 580 430 - 580 430 - 580	410 - 560 410 - 560 410 - 560	400 - 540 400 - 540 400 - 540	380 - 540 380 - 540 380 - 540	- - 330 - 540
S355JR S355J0 S355J2 S355K2	510 - 680 510 - 680 510 - 680 510 - 680	470 - 630 470 - 630 470 - 630 470 - 630	450 - 600 450 - 600 450 - 600 450 - 600	450 - 600 450 - 600 450 - 600 450 - 600	- - 450 - 600 450 - 600
S450J0*	-	550 - 720	530 - 700	-	-

\* Applicabile solo per prodotti lunghi.

(1) Per gli acciai designati in tabella il simbolo "S" indica gli acciai per impieghi strutturali, il numero indica il carico unitario di snervamento minimo prescritto, in N/mm<sup>2</sup>, e gli ulteriori simboli indicano caratteristiche aggiuntive secondo la Circolare d'informazione CI 10 dell'ECISS.

(2) Tali caratteristiche saranno peraltro contenute nelle informazioni che accompagnano l'attestato di qualificazione ovvero, quando prevista, la marcatura CE di cui al D.P.R. 246/93.



### 46.3.2. Lamiere zincate con procedimento continuo a caldo

Salvo diversa prescrizione, per tutti i manufatti previsti in lamiera zincata quali coperture, rivestimenti, infissi, serande, gronde, converse, serbatoi d'acqua, ecc. dovrà essere impiegata lamiera trattata secondo il procedimento di zincatura in continuo, consentendo lo stesso, che prevede tra l'altro la preventiva normalizzazione dell'acciaio ed un'accurata preparazione delle superfici, di ottenere una perfetta aderenza dello zinco all'acciaio di base e la formazione di uno strato ferro-zinco molto sottile ed uniforme.

La zincatura Z 450 sarà tassativamente prescritta per le lamiere destinate alla costruzione di serbatoi d'acqua o da impiegarsi in ambienti aggressivi. In nessun caso la fornitura potrà prevedere manufatti con grado di zincatura  $\leq$  Z 140.

### 46.3.3. Lamiere bugnate o striate

Impiegate per la formazione di piani pedonabili o carrabili, dovranno rispondere, per dimensioni e tolleranze, alle prescrizioni delle norme UNI 4630 (lamiere bugnate) e UNI 3151 (lamiere striate). In tutti i casi saranno esenti da difetti visibili (scagliature, bave, crepe, crateri, ecc.) o da difetti di forma (svergolamento, ondulazione, ecc.) o di lavorazione (spigoli a taglio, assenza o difetti di limatura, ecc.) che ne pregiudichino l'impiego e/o la messa in opera e/o la sicurezza e l'estetica. Il rivestimento superficiale sarà conforme alle indicazioni di progetto.

### 46.3.4. Lamiere grecate

Qualunque sia il materiale di formazione (acciaio lucido zincato, preverniciato plastificato, inossidabile; alluminio naturale, smaltato; rame, ecc.) saranno ottenute tramite profilatura a freddo e tranciatura con stampo e controstampo; di conseguenza le lamiere saranno fornite, per lunghezze anche superiori a 10 m, in unico pezzo.

Le lamiere si presenteranno prive di svergolamenti, deformazioni e difetti superficiali di qualunque genere; i rivestimenti dovranno essere ben aderenti e continui, senza danni di sorta. Lo spessore non sarà mai inferiore a 0,6 mm per le lamiere da impiegarsi nei manti di copertura, a 0,7 mm per quelle da impiegarsi nei solai con soletta collaborante ed a 0,8 mm per i solai a secco. La tolleranza sullo spessore sarà conforme alle relative norme UNI EN ed in ogni caso mai superiore al  $\pm 10\%$ . Si richiamano la EN 14782 ed il punto 11.2.4.8.1.1 delle "Norme tecniche".

### 46.4. PRODOTTI DI ACCIAIO ZINCATI IN DISCONTINUO

Per i prodotti di acciaio rivestiti per immersione a caldo in discontinuo dovrà essere osservata la norma:

**UNI EN ISO 1461** - Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi ed articoli di acciaio. Specificazioni e metodi di prova.

Lo spessore medio del rivestimento, per campioni non centrifugati, dovrà essere non inferiore ai valori riportati nella presente tabella. Per l'accettazione, le superfici degli articoli dovranno risultare esenti da noduli, rugosità, parti taglienti ed aree non rivestite. Inoltre ogni fornitura dovrà essere accompagnata da un certificato di conformità che faccia espresso riferimento alla norma superiormente riportata.

**TAB. 16 - Prodotti di acciaio zincati per immersione a caldo. Spessori minimi del rivestimento medio**

Articolo e suo spessore	Spessore medio del rivestimento (minimo) $\mu\text{m}$
Acciaio $\geq$ 6 mm	85
Acciaio $\geq$ 3 mm fino a 6 mm	70

**TAB. 17 - Acciaio zincato. Corrispondenza tra spessore e peso del rivestimento**

Spessore (micron)	5	10	20	30	40	47	50	60	64	70	76	80	85	90	97	100	139	150	208
Peso (g/m <sup>2</sup> )	36	72	144	216	288	335	360	432	458	504	549	596	610	648	702	720	1000	1080	1500

### 46.5. ACCIAIO INOSSIDABILE

Caratterizzato da un contenuto di cromo superiore al 12%, dovrà presentare elevata resistenza alla ossidazione ed alla corrosione e rispondere alle classifiche e prescrizioni di cui alle seguenti norme di unificazione:

**UNI EN 10088-1** - Acciai inossidabili. Lista.

**UNI EN 10088-2** - Condizioni tecniche di fornitura delle lamiere e dei nastri per impieghi generali.

Oltre alla classificazione UNI EN verrà anche usata abitualmente la classificazione AISI (American Iron and Steel Institute) per la quale si riporta a fianco una tabella di approssimativa corrispondenza.

Per la designazione si farà riferimento alla UNI EN 10027/1, specificando che trattasi di acciai designati per composizione chimica dove "X" sta per acciaio legato, il primo numero indica la percentuale di carbonio ed i numeri finali indicano i tenori degli elementi di lega, in %.

**TAB. 18 - Acciai inossidabili AISI ed UNI. Tabella di corrispondenza approssimativa**

NOMENCLATURA AISI		NOMENCLATURA UNI
Serie 300	301	x 1 2 Cr Ni 17 07
	302	x 10 Cr Ni 18 09
	304	x 5 Cr Ni 18 10
	316	x 5 Cr Ni Mo 17 12
Serie 400	430	x 8 Cr 17
	409L	x 2 Cr Ti 12

### 46.6. TUBI DI ACCIAIO

#### 46.6.0. Generalità

Per le condizioni tecniche generali di fornitura vale la norma UNI EN 1002. I tubi saranno costituiti da acciaio non legato e dovranno corrispondere alla normativa generale di unificazione di seguito riportata:

**UNI EN 10216-1** - Tubi senza saldatura di acciaio per impianti a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 1. Tubi di acciaio non legato per impieghi a temperatura ambiente.

**UNI EN 10217-1** - Idem. Tubi saldati.

I tubi dovranno risultare ragionevolmente dritti a vista e presentare sezione circolare entro le tolleranze prescritte; saranno privi di difetti superficiali (interni ed esterni) che possano pregiudicarne l'impiego: è ammessa la loro eliminazione purché lo spessore non scenda sotto il minimo prescritto. Tubi e relativi pezzi speciali dovranno inoltre avere la superficie interna ed esterna protetta con rivestimenti appropriati e specificati in Elenco. In ogni caso, qualunque sia il tipo di rivestimento, questo dovrà risultare omogeneo, continuo, ben aderente ed impermeabile.

#### 46.6.1. Tubi di acciaio per impiantistica – Tubi zincati

Già commercialmente definiti "tubi gas", potranno essere impiegati, secondo prescrizione, nelle normali installazioni per condutture di acqua calda e fredda, impianti di riscaldamento, ecc. I tubi potranno essere senza saldatura o saldati e dovranno rispondere alle seguenti norme di unificazione:

**UNI EN 10255** - Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura ed alla filettatura. Condizioni tecniche di fornitura.

**UNI EN 10240** - Rivestimenti protettivi interni o esterni per tubi di acciaio. Prescrizioni per rivestimenti di zincatura per immersione a caldo applicati in impianti automatici.

Il materiale sarà costituito di acciaio del tipo S195 T con carico unitario di rottura a trazione " $R_m$ " di 320+520 Mpa (N/mm<sup>2</sup>) ed allungamento minimo del 20%. Le tolleranze sulle masse e sugli spessori delle pareti saranno conformi ai valori riportati nella superiore norma.

**TAB. 19 - Tubi di acciaio non legati adatti alla saldatura e alla filettatura. Designazione e caratteristiche fisiche**

Designazione		Rif. DN	Spessore s (mm)			PESO CONVENZIONALE DEI TUBI (kg/m)					
DE	FIL.		Serie leggera	Serie media	Serie pesante	Non filettati			Filettati con manicotto		
						Serie leggera	Serie media	Serie pesante	Serie leggera	Serie media	Serie pesante
17,2	3/8	10	2,0	2,3	2,9	0,74	0,84	1,02	0,75	0,85	1,03
21,3	1/2	15	2,3	2,6	3,2	1,08	1,21	1,44	1,09	1,22	1,45
26,9	3/4	20	2,3	2,6	3,2	1,39	1,56	1,87	1,40	1,57	1,88
33,7	1	25	2,9	3,2	4,0	2,20	2,41	2,93	2,22	2,43	2,95
42,4	1 1/4	32	2,9	3,2	4,0	2,82	3,10	3,79	2,85	3,13	3,82
48,3	1 1/2	40	2,9	3,2	4,0	3,24	3,56	4,37	3,28	3,60	4,41
60,3	2	50	3,2	3,6	4,5	4,49	5,03	6,19	4,56	5,10	6,26
76,1	2 1/2	65	3,2	3,6	4,5	5,75	6,42	7,93	5,85	6,54	8,05
88,9	3	80	3,2	4,0	5,0	6,76	8,36	10,30	6,93	8,53	10,50
114,3	4	100	3,6	4,5	5,4	9,83	12,20	14,50	10,10	12,50	14,80

#### 46.6.2. Tubi per condotte

Saranno costituiti da acciaio non legato, classificato secondo EN 10020 e potranno essere senza saldatura o saldati (1) tutti i casi dovranno rispondere alle prescrizioni delle seguenti norme di unificazione (2):

**UNI EN 10224** - 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 10311** - Giunzioni per la connessione di tubi e raccordi di acciaio per il trasporto di acqua ed altri liquidi acquosi.

La designazione dell'acciaio adoperato sarà costituita dal numero della superiore norma o dal numero dell'acciaio in conformità alla EN 10027-1 (3) e al CR 10260 o dal numero dell'acciaio in conformità alla EN 10027-2.

L'acciaio adoperato dovrà possedere, in rapporto al tipo, le caratteristiche meccaniche parzialmente riportate nella Tab. 20. Per i diametri esterni e gli spessori ad essi correlati, si farà riferimento alla Tab. 21.

I tubi ed i raccordi dovranno essere rilevati da un esame visivo; ove presenti, tali difetti dovranno poter essere riparabili, a meno che non incidano negativamente sullo spessore minimo prescritto. Le saldature di tutti i tubi e raccordi dovranno dimostrarsi integre (v. requisiti di cui ai punti 10,4 e 10,5 della norma). I tubi inoltre non dovranno scostarsi dalla rettilineità di più dello 0,2% della lunghezza totale misurata al centro dello spezzone di tubo.

**TAB. 20 - Tubi di acciaio per condotte. Caratteristiche meccaniche**

QUALITÀ DI ACCIAIO	PROVA DI TRAZIONE			
	Carico unitario di rottura $R_m$ (Mpa)	Carico unitario di snervamento $T \leq 16$ mm $T > 16$ mm $R_e$ (Mpa)		Allungamento long. trasv. %
L 235	360 – 500	235	225	25    23
L 275	430 – 570	275	265	21    19
L 355	500 – 650	355	345	21    19

Con riguardo alle tolleranze sui diametri, queste saranno: per i tubi senza saldatura,  $\pm 1\%$  del diametro, con un minimo di  $\pm 0,5$  mm; per i tubi del tipo BW (saldati testa a testa) e del tipo EW (saldati elettricamente),  $\pm 1\%$  del diametro, con un minimo di  $\pm 0,5$  mm (per  $De \leq 219,1$  mm) e 0,75% del diametro, con  $De > 219,1$  mm; per i tubi saldati ad arco sommerso,  $\pm 0,75\%$  del diametro, con un massimo di  $\pm 6$  mm per diametri fino a 2032 mm compresi.

(1) Processi di fabbricazione: senza saldatura (S); con saldatura testa a testa (BW); con saldatura elettrica (EW); con saldatura ad arco sommerso (SAW). Le saldature dei tubi saldati testa a testa dovranno essere longitudinali, mentre le altre potranno essere longitudinali od elicoidali. La zona di saldatura dei tubi saldati elettricamente dovrà essere sottoposta a trattamento termico.

(2) La norma è valida per dimensioni trasversali dei tubi da 26,9 mm a 2743 mm.

(3) La designazione simbolica dell'acciaio è costituita dalla lettera maiuscola L (tubi per condotte) e dal carico unitario di snervamento minimo L in MPa (N/mm<sup>2</sup>).

Tutte le prove e le riprove relative alla verifica dell'idoneità dei tubi dovranno essere eseguite presso lo stabilimento produttore ed in conformità alla UNI EN 10224. Tali prove, che l'Amministrazione appaltante potrà richiedere eseguite in presenza di un proprio rappresentante, saranno:

a) – *Prova di tenuta alla pressione idraulica interna (prova idrostatica)*: sarà eseguita ad una pressione di prova di 70 bar ovvero, secondo specifica, in base ad una delle due opzioni previste al punto 10.3.2 della norma; la durata della prova dovrà essere non inferiore a 10 secondi. Ove il controllo sia di tipo elettromagnetico, il riferimento sarà fatto alla norma EN 10246-1.

b) – *Prova di trazione*: sarà eseguita in conformità alla EN 10002-1 con la determinazione dei seguenti parametri: resistenza a trazione  $R_m$ , carico unitario di snervamento superiore  $ReH$  e l'allungamento percentuale dopo rottura (v. UNI EN 10224, punto 10.2.1).

c) – *Prova di schiacciamento*: sarà eseguita in conformità alla norma EN 10234.

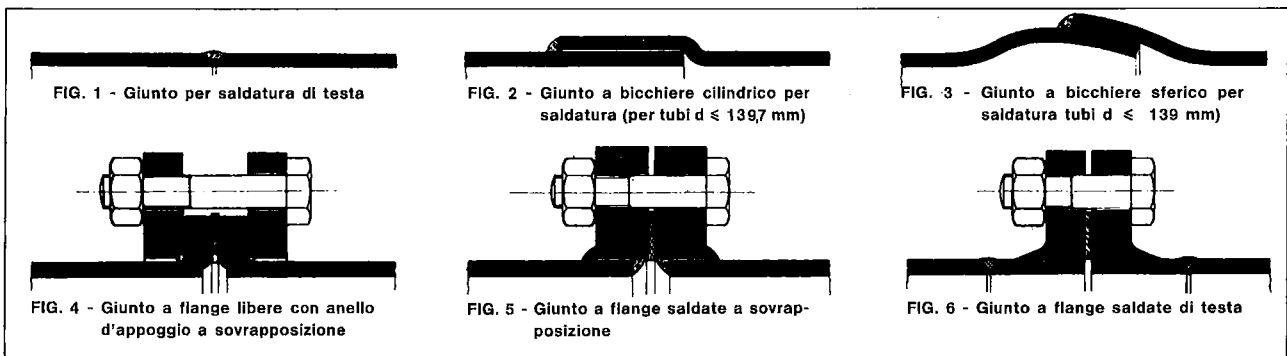
d) – *Controllo non distruttivo delle saldature*: da effettuarsi sull'intera lunghezza delle saldature con metodi ultrasonici, elettromagnetici, radiografici, ecc., sarà eseguito con riferimento alla normativa richiamata al punto 10.4 della norma.

I tubi ed i raccordi potranno essere forniti a nudo o con protezione temporanea di fabbrica o rivestiti internamente ed esternamente secondo prescrizione: i rivestimenti interni potranno essere di malta di cemento, di tipo epossidico, termoplastico o zincato a caldo; quelli esterni di tipo bituminoso (diversamente armato), catramoso, epossidico, polipropilenico o zincato a caldo. Per la relativa normativa si farà riferimento alle EN 10288, 10240, 10289, 10290, 10298, 10310, EN ISO 1461.

Ogni tubo e raccordo dovrà essere marcato in modo leggibile mediante stampigliatura o altro tipo di marcatura indelebile, con le seguenti informazioni: norme o marchio di identificazione del fabbricante; riferimento alla norma; designazione dell'acciaio; sigla (S e W) secondo che sia senza saldatura o saldato. La marcatura del tubo dovrà iniziare non oltre 300 mm da un'estremità.

I giunti saranno, secondo prescrizione, in uno dei tipi previsti dall'Appendice C della norma: a *bicchiere* da saldare (cilindrico o parallelo, conico o sferico), a *collare* da saldare, a *flange* nei vari tipi riportati in figura, a *manicotto scorrevole* (tipo Gibault), ad *innesto rapido con guarnizione* od ancor di tipo *speciale*. Per le guarnizioni sarà fatto riferimento alla norma UNI EN 10311 (1).

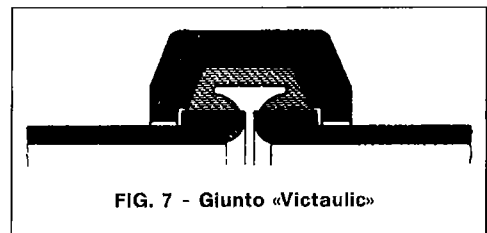
I tubi ed i relativi pezzi speciali dovranno essere marcati CE in conformità delle disposizioni dell'Appendice ZA della norma UNI EN 10224.



#### 46.6.3. Tubi per condotte di gas naturale (metanodotti)

Dovranno essere costituiti con acciaio di qualità ottenuto al forno elettrico od al forno Martin Siemens calmato e potranno essere con o senza saldatura longitudinale. Se saldati, la saldatura dovrà essere eseguita a macchina con procedimento elettrico a scintillo od a resistenza od automatico ad arco sommerso ovvero con procedimento in continuo.

In ogni caso dovranno risultare conformi alle norme e prescrizioni di seguito riportate (2) (3):



(1) La produzione corrente prevede l'impiego del giunto a bicchiere cilindrico per saldatura per  $\varnothing \leq 139,7$  mm, del giunto a bicchiere sferico per  $\varnothing > 139,7$  mm e del giunto per saldatura di testa su richiesta.

(2) Le norme delle UNI EN 10208 devono ritenersi prevalenti rispetto alle prescrizioni della circolare n. 56, fatte salve prescrizioni più restrittive della stessa.

(3) Per i tubi di classe C si farà riferimento alla UNI EN 10208-3.

TAB. 21 - Relazione tra diametro esterno e dimensione nominale (DN)

Diametro esterno mm	DN	Diametro esterno mm	DN
26,9	20	273	250
33,7	25	323,7	300
42,4	32	355,6	350
48,3	40	406,4	400
60,3	50	457	450
76,1	65	508	500
88,9	80	610	600
114,3	100	711	700
139,7	125	813,0	800
168,3	150	914,0	900
219,1	200	1016,0	1000

Per DN > 1000 mm v. l'App. B della UNI EN 10224

- UNI EN 10208-1** - Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili.  
Condizioni tecniche di fornitura. Classe A.
- UNI EN 10208-2** - Idem. Tubi della classe B.
- D.M. 24 nov. 1984** - Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8.

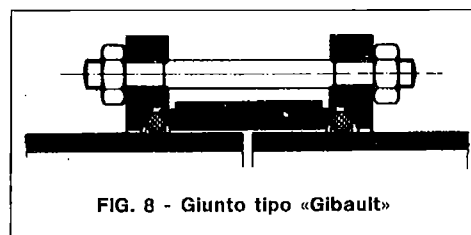


FIG. 8 - Giunto tipo «Gibault»

L'acciaio impiegato per i tubi dovrà rispondere ai limiti di composizione riportati nei prospetti 2 e 3 della UNI EN 10208-1 per i tubi si classe A e nei prospetti 3 e 4 della UNI EN 10208-2 per quelli della classe B.

La designazione dell'acciaio farà riferimento alle UNI EN 10027.

L'acciaio inoltre dovrà presentare caratteristiche meccaniche e tecnologiche come da prospetti 4 e 5 rispettivamente della UNI EN 10208-1 e della UNI EN 10208-2.

Gli spessori teorici dei tubi dovranno essere correlati alle massime pressioni di esercizio secondo le formulazioni e le specifiche di cui ai punti 2.2 e 3.2 del D.M. sopra citato. In ogni caso lo spessore dei tubi, in rapporto al diametro esterno  $D_e$  non dovrà essere inferiore a: 1,8 mm, per  $D_e$  fino a 300 mm; 2,3 mm, per  $D_e$  oltre 30 e fino a 65 mm; 2,6 mm, per  $D_e$  oltre 65 e fino a 160 mm; 3,5 mm, per  $D_e$  oltre 160 e fino a 325 mm; 4,5 mm, per  $D_e$  oltre 325 e fino a 450 mm; 1%  $D_e$  per  $D_e$  oltre 450 mm.

I tubi dovranno avere la massima lunghezza compatibile con le esigenze di trasporto e di posa e, di norma non inferiore a 8 m; non saranno ammessi tubi accoppiati mediante saldatura trasversale. Le tolleranze sul diametro esterno e sullo spessore saranno conformi ai relativi prospetti riportati nella normativa di riferimento.

I tubi saldati con spessore superiore a 3,2 mm dovranno essere obbligatoriamente sottoposti a trattamento termico nella zona di giunzione, alla temperatura di  $880 \div 920$  °C al fine di ripristinare la struttura ferriticoperlitica del materiale base; per i tubi di spessore fino a 3,2 mm tale trattamento di normalizzazione non sarà obbligatorio a condizione che l'acciaio sia calmato all'alluminio a grana fine e la durezza Vickers, non risulti superiore a 240 HV.

Tutte le prove e le riprova saranno eseguite presso lo stabilimento produttore che dovrà rilasciare certificazioni secondo UNI EN 21.

Prove e controlli (analisi chimica, prova di trazione, di piegamento, di schiacciamento e prova idrostatica) saranno effettuati secondo le particolari metodologie riportate negli appositi capitoli della specifica normativa di riferimento. Lo stesso dicasi per la marcatura.

I tubi da impiegare per condotte da interrare od immergere dovranno essere protetti esternamente con rivestimento bituminoso pesante realizzato come di seguito:

- *strato di fondo*: pellicola di bitume ottenuta a freddo per verniciatura;
- *1° strato protettivo*: miscela bituminosa con  $70 \pm 5\%$  di bitume ossidato e  $30 \pm 5\%$  di polvere di ardesia o di microfibra minerale;
- *1° strato di armatura*: feltro di vetro «tipo 9» impregnato di miscela bituminosa;
- *2° strato di armatura*: tessuto di vetro «tipo 8» impregnato di miscela bituminosa;
- *strato di finitura*: pellicola di idrato di calcio.

Ogni fornitura di tubi dovrà essere accompagnata da apposita dichiarazione di conformità alla normativa vigente rilasciata dallo stabilimento produttore.

#### 46.7. PRODOTTI GRIGLIATI ELETTRISALDATI E/O PRESSATI

Potranno essere costituiti da pannelli per piani di calpestio e carrabili o da gradini per scale e rampe e dovranno rispondere per requisiti, metodi di prova, campionamento e criteri di accettazione, alla normativa della serie sottoindicata:

**UNI 11002** - Pannelli e gradini di grigliato elettrosaldato e/o pressato. Terminologia, tolleranze, requisiti e metodi di prova (1÷3).

#### 46.8. GHISA E PRODOTTI DI GHISA

##### 46.8.1. Ghisa grigia per getti

Dovrà rispondere alle prescrizioni di cui alla norma di unificazione UNI EN 1561. La ghisa dovrà essere di seconda fusione, a grana fine, grigia, compatta, esente da bolle, scorie, gocce fredde ed altri difetti. Il materiale dei getti dovrà essere compatto e lavorabile alla lima ed allo scalpello in tutte le parti. I singoli pezzi dovranno uscire perfetti di fusione, a superficie liscia e dovranno essere accuratamente sbavati e liberati dalla sabbia di formazione.

TAB. 22 - Tubi di acciaio UNI 10208-1 per metanodotti. Caratteristiche fisiche

Diametro esterno D (mm)	Spessore (mm)																			
	2,3	2,6	2,9	3,2	3,6	4,0	4,5	4,8	5,0	5,6	5,9	6,3	7,1	8,0	8,8	9,5	10,0			
	Masse, kg/m																			
26,9	1,40	1,56	1,72																	
33,7	1,78	1,99	2,20	2,41	2,67	2,93														
42,4	2,27	2,55	2,82	3,09	3,44	3,79														
48,3	2,61	2,93	3,25	3,56	3,97	4,37														
60,3	3,29	3,70	4,11	4,51	5,03	5,55	6,19	6,57	6,82	7,55	7,9	8,39	9,31	10,3	11,2	11,9	12,4			
76,1	4,19	4,71	5,24	5,75	6,44	7,11	7,95	8,44	8,77	9,74	10,2	10,8	12,1	13,4	14,6	15,6	16,3			
88,9	4,91	5,53	6,15	6,76	7,57	8,37	9,37	9,95	10,3	11,5	12,1	12,8	14,3	16,0	17,4	18,6	19,5			
101,6	5,63	6,35	7,06	7,77	8,70	9,63	10,8	11,5	11,9	13,3	13,9	14,8	16,5	18,5	20,1	21,6	22,6			
114,3	6,35	7,16	7,97	8,77	9,83	10,9	12,2	13,0	13,5	15,0	15,8	16,8	18,8	21,0	22,9	24,6	25,7			
139,7			9,78	10,8	12,1	13,4	15,3	15,9	16,6	18,5	19,5	20,7	23,2	25,9	28,4	30,5	31,9			
168,3			11,8	13,0	14,6	16,2	18,2	19,4	20,1	22,5	23,6	25,2	28,2	31,6	34,6	37,2	39,0			
219,1				17,0	19,1	21,2	23,8	25,4	26,4	29,5	31,0	33,1	37,1	41,6	45,6	49,1	51,6			
273					23,9	26,5	29,8	31,7	33,0	36,9	38,9	41,4	46,6	52,3	57,3	61,7	64,9			
323,9						31,6	35,4	37,8	39,3	44,0	46,3	49,3	55,5	62,3	68,4	73,7	77,4			
355,6							39,0	41,5	43,2	48,3	50,9	54,3	61,0	68,6	75,3	81,1	85,2			
406,4							44,6	47,5	49,5	55,4	58,3	62,2	69,9	78,6	86,3	93,0	97,8			
457								53,5	55,7	62,3	65,6	70,0	78,8	88,6	97,3	104,8	110,2			
508										69,4	73,1	77,9	87,7	98,6	108,0	116,8	122,8			
610											87,9	93,8	105,6	118,8	130,5	140,7	148,0			
660												95,2	101,6	114,3	128,6	141,3	152,4	160,3		
711													109,5	123,2	138,7	152,4	164,3	172,9		
762														117,4	132,2	148,7	163,5	176,3	185,4	
813															125,3	141,1	158,8	174,5	188,2	198,0

#### 46.8.2. Ghisa malleabile per getti

Dovrà rispondere alle prescrizioni di cui alla norma di unificazione UNI EN 1562. I getti di ghisa malleabile dovranno potersi lavorare a freddo, avere spigoli vivi, essere esenti da soffiature e difetti in genere e presentare superficie liscia e pulita.

#### 46.8.3. Ghisa a grafite sferoidale per getti

Dovrà rispondere alle prescrizioni di cui alla norma EN 1563.

#### 46.8.4. Tubi di ghisa grigia per condotte d'acqua

Saranno ammessi, salvo diversa specifica, unicamente in tratte di sostituzione di condotte di analogo materiale.

I tubi dovranno rispondere, per le caratteristiche qualitative e di fabbricazione, alle prescrizioni delle relative norme UNI, e in particolare, alle norme da UNI 5336 ad UNI 5340. I tubi saranno costituiti da ghisa di seconda fusione, centrifugata e ricotta e, al pari dei pezzi speciali, saranno esenti da difetti di lavorazione e/o superficiali che ne possano pregiudicare la funzionalità e la durata.

Salvo diversa indicazione, tubi, raccordi e pezzi speciali saranno catramati o bitumati a caldo sia internamente che esternamente e tale strato protettivo, che dovrà risultare continuo e ben aderente, non dovrà contenere sostanze solubili nell'acqua convogliata né dovrà pregiudicarne, qualora potabile, i caratteri organolettici.

Le dimensioni e le masse dovranno corrispondere a quelle indicate nelle rispettive unificazioni dimensionali entro i limiti di tolleranza di cui al punto 8 della UNI 5336. I tubi dovranno essere diritti (1); inoltre, unitamente ai raccordi e pezzi speciali, dovranno potere essere tagliati, forati e lavorati. I prodotti saranno comunque considerati accettabili se la durezza Brinell HB, misurata a metà dello spessore, non supererà il valore di 215 kgf/mm<sup>2</sup> (2). I tubi potranno essere richiesti nella gamma di diametri nominali da DN 50 a DN 600 mm (3) e nelle tre classi LA, A e B di cui alle norme richiamate (4), I manufatti saranno sottoposti a prove idrauliche di tenuta ed a prove meccaniche (5), I giunti tra i vari tubi potranno essere di tipo rigido (a piombo) od elastico (6); in quest'ultimo caso le guarnizioni che verranno fornite con i tubi saranno fabbricate con tipi di gomma resistenti sia all'invecchiamento che alla corrosione.

#### 46.8.5. Tubi di ghisa sferoidale per condotte d'acqua

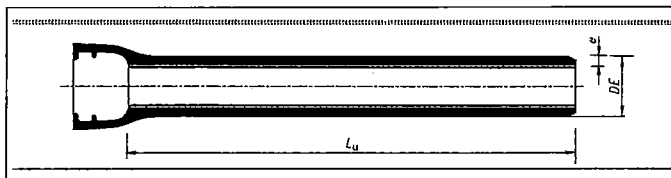
Dovranno essere prodotti, unitamente ai raccordi e pezzi speciali, con ghisa di tipo sferoidale (7) di durezza Brinell non maggiore di 230 HB per i tubi e di 250 HB per i raccordi ed accessori; dovranno inoltre rispondere, per ulteriori caratteristiche di qualità e di fabbricazione, alla norma.

**UNI EN 545** - Tubi, raccordi e pezzi accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi per condotte d'acqua. Prescrizioni e metodi di prova.

Salvo diversa prescrizione, i tubi saranno ottenuti per colata mediante centrifugazione in conchiglia e sottoposti, in seguito, a trattamento di ricottura e di ferritizzazione. Il rivestimento sarà effettuato internamente mediante malta cementizia (con cemento d'alto forno e spessore normale di 3 mm per i tubi della gamma DN 350÷600) ed esternamente mediante vernice bituminosa (spessore  $\geq$  40 microns). Il rivestimento interno non dovrà contenere alcun elemento solubile in acqua né, per le condotte d'acqua potabile, elementi di natura tossica.

Per i tubi della gamma DN 80÷300 potrà essere richiesto anche un rivestimento esterno primario di zinco elettrolitico, applicato a mezzo di pistole elettriche od altri idonei sistemi (spessore degli strati di zinco + vernice bituminosa  $\geq$  60 microns). I raccordi dovranno essere rivestiti, sia internamente che esternamente, con vernici bituminose date a bagno.

FIG. 9 - Tubi di ghisa sferoidale per condotte UNI EN 545



Tutti i tubi dovranno portare, ottenuti di fusione o riportati con pittura o stampaggio a freddo, i contrassegni relativi al marchio di fabbrica, all'anno di fabbricazione, al tipo di ghisa (nel caso, sferoidale) e al diametro nominale DN; inoltre il riferimento alla norma UNI EN 545 ed, eventualmente, la classe di spessore (se diversa da k9) e l'identificazione della certificazione da parte di terzi.

Le dimensioni dei tubi e dei raccordi dovranno rispondere a quelle indicate nelle rispettive specificazioni dimensionali, entro i limiti di tolleranza di cui al punto 4.2 della UNI EN 545. Lo spessore nominale "e" sarà calcolato in funzione del diametro nominale DN (8).

- (1) Alla prova di rotolamento su due guide distanti circa 2/3 della lunghezza dei tubi stessi, la freccia di incurvamento massima, espressa in millimetri, non dovrà essere maggiore di 1,25 volte la lunghezza dei tubi stessi, espressa in metri.
- (2) La durezza Brinell HB superficiale dei tubi colati mediante centrifugazione in conchiglia non dovrà del pari superare il valore di 230 kgf/mm<sup>2</sup> (2300 N/mm<sup>2</sup>).
- (3) Gamme intermedie: DN 60-65-80-100-125-150-200-250-300-350-400-500 mm.
- (4) Si definiscono tubi di classi LA, A e B, quelli aventi spessori di parete rispettivamente di:  $s = 10/12 (7 + 0,02DN)$ ,  $s = 11/12 (7 + 0,02DN)$ ,  $s = 12/12 (7 + 0,02 DN)$ . I tubi di classe A e B risultano pertanto maggiorati del 10 e del 20%, rispetto a quelli della serie normale LA.
- (5) Le prove meccaniche potranno essere di flessione o di trazione. Per i tubi colati per centrifugazione in conchiglia metallica le prove potranno essere effettuate su anelli per tubi con diametro nominale fino a DN300 e su provette di trazione per tubi con DN oltre 300. Per i tubi colati per centrifugazione in forme di sabbia le prove, per tutti i diametri, si effettueranno su provette di trazione.
- (6) Il giunto elastico potrà essere del tipo con sola guarnizione in gomma, del tipo con guarnizione in gomma e controflangia a bulloni, od infine del tipo con guarnizione in gomma e ghiera premi-guarnizione avvitata.
- (7) La ghisa sferoidale (GS) si differenzia dalla ghisa grigia (GG) non tanto per il contenuto in carbonio, che è pressoché uguale nelle due leghe (rispettivamente del 3,75% e del 3,65%), quanto per la configurazione nettamente diversa dei cristalli di grafite, ottenuta mediante l'introduzione nella lega di una piccolissima quantità di magnesio (0,03%).  
La ghisa sferoidale utilizzata per la produzione di tubi e raccordi dovrà avere le seguenti caratteristiche di resistenza meccanica: resistenza minima alla trazione di circa 42 kgf/mm<sup>2</sup>; allungamento minimo a rottura del 10% (tubi) e del 5% (raccordi); durezza Brinell non superiore a 230 HB (tubi) ed a 250 HB (raccordi).
- (8) Lo spessore normale dei tubi e dei raccordi deve essere calcolato in funzione del loro diametro nominale mediante l'espressione:  $s = k (0,5 + 0,001 DN)$  con  $k = 9 \div 10$  rispettivamente per i tubi del prospetto 14 della UNI 545. K è un coefficiente utilizzato per la determinazione della classe di spessore. È scelto da una serie di numeri interi... 8, 9, 10, 11, 12, ...

I manufatti saranno sottoposti a prova idraulica di tenuta ed a prove meccaniche di trazione e di durezza Brinell (sulla superficie esterna). La prova idraulica sarà effettuata, su tubi e raccordi, con le modalità di cui al punto 6.5. della norma UNI EN citata (1). La pressione minima di prova, per i tubi centrifugati con  $k \geq 9$ , sarà di: 50 bar per DN 40 ÷ 300; 40 bar per DN 350 ÷ 600; 32 bar per DN 700 ÷ 1000; 25 bar per DN 1100 ÷ 2000. Per i tubi con  $k < 9$ , sarà fatto riferimento al prospetto 13 della norma.

I tubi saranno provati idraulicamente in officina per la durata totale del ciclo di pressione di almeno 15 s, compresi 10 s alla pressione di prova.

I raccordi dovranno essere sottoposti in officina ad un controllo di tenuta stagna, effettuata con aria sotto pressione di 1 bar oppure con acqua, ad una pressione di 25 bar per i raccordi della gamma DN 40÷300, di 16 bar per i raccordi della gamma DN 350÷600 e di 10 bar per i raccordi della gamma DN 700÷2000.

Durante la prova di tenuta, che avrà la durata di almeno 15 s, non si dovranno constatare fuoriuscite di aria od acqua, né porosità od altri difetti di sorta.

I tubi per condotte di gas, oltre alla prova idraulica, dovranno essere sottoposti in officina ad una particolare prova di tenuta effettuata con aria alla pressione di 1,3 volte la pressione di esercizio della condotta, con un minimo di 1 bar ed un massimo di 6 bar. Per tali tubi sarà fatto riferimento alla UNI EN 969.

La prova di trazione dovrà fornire risultati conformi al Prospetto 7 della UNI-EN 545, in particolare un carico unitario di rottura «Rm» non inferiore a 420 N/mm<sup>2</sup> per i tubi centrifugati e per i raccordi. La prova di durezza Brinell HB dovrà essere eseguita secondo le modalità della ISO/R 79 (UNI 560), con una sfera di acciaio del diametro di 10 o di 5 mm.

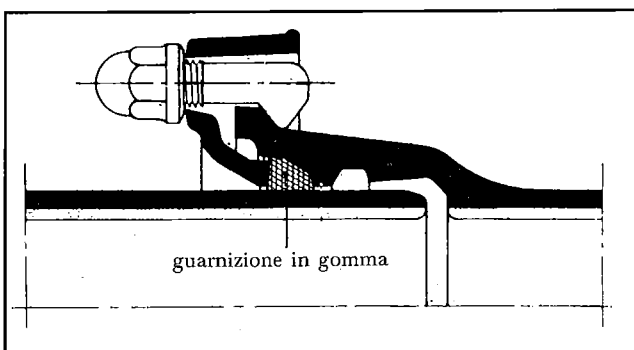
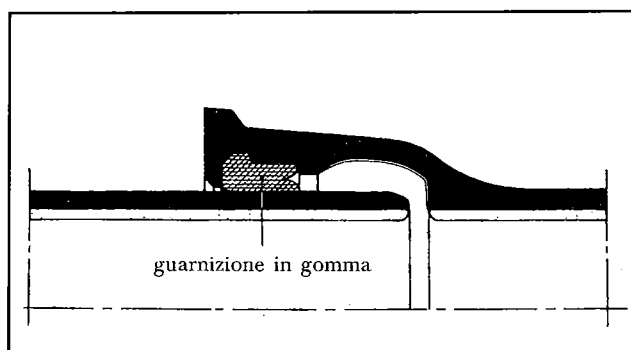
I tubi avranno di norma un'estremità a bicchiere per giunzione a mezzo di anello in gomma. I giunti potranno essere del tipo automatico (Fig. 10) (2) o del tipo meccanico (Fig. 11) (3); in ogni caso dovranno consentire piccoli spostamenti angolari e longitudinali dei tubi senza compromettere la perfetta tenuta (v. i punti 5.2.1 e 5.3 della norma).

Le dimensioni dei tubi (a bicchiere od a flangia), dei raccordi e degli accessori tutti dovranno essere conformi a quelle riportate al punto 9 della UNI EN 545.

Le guarnizioni di gomma (4) da impiegarsi nei vari tipi di giunti dovranno essere ad anello con sezione trasversale della forma particolare adottata dalla Ditta produttrice dei tubi. Ogni guarnizione dovrà riportare il marchio del fabbricante, il DN, il tipo di giunto e di impiego cui si riferisce, nonché la settimana e l'anno di fabbricazione. Gli anelli saranno fabbricati per stampaggio e convenientemente vulcanizzati; non saranno ammesse saldature, fatta eccezione per gli anelli di grande diametro (a condizione però che rimangano inalterate le caratteristiche qualitative e venga assicurata comunque la tenuta del giunto).

**TAB. 23 - Tubi a bicchiere di ghisa sferoidale per condotte. Diametri nominali, diametri esterni, spessori e relative tolleranze**

DN	Diametro esterno DE mm		Spessore del tubo propriamente detto (ghisa) "e" mm		
	Nominale	Tolleranza	K9	K10	Tolleranza
40	56	+ 1/-1,2	6,0	6,0	- 1,3
50	66	+ 1/-1,2	6,0	6,0	- 1,3
60	77	+ 1/-1,2	6,0	6,0	- 1,3
65	82	+ 1/-1,2	6,0	6,0	- 1,3
80	98	+ 1/-2,7	6,0	6,0	- 1,3
100	118	+ 1/-2,8	6,0	6,0	- 1,3
125	144	+ 1/-2,8	6,0	6,2	- 1,4
150	170	+ 1/-2,9	6,0	6,5	- 1,5
200	222	+ 1/-3,0	6,3	7,0	- 1,5
250	274	+ 1/-3,1	6,8	7,5	- 1,6
300	326	+ 1/-3,3	7,2	8,0	- 1,6
350	378	+ 1/-3,4	7,7	8,5	- 1,7
400	429	+ 1/-3,5	8,1	9,0	- 1,7
450	480	+ 1/-3,6	8,6	9,5	- 1,8
500	532	+ 1/-3,8	9,0	10,0	- 1,8
600	635	+ 1/-4,0	9,9	11,0	- 1,9
700	738	+ 1/-4,3	10,8	12,0	- 2,0
800	842	+ 1/-4,5	11,7	13,0	- 2,1
900	945	+ 1/-4,8	12,6	14,0	- 2,2
1.000	1.048	+ 1/-5,0	13,5	15,0	- 2,3
1.100	1.152	+ 1/-6,0	14,4	16,0	- 2,4
1.200	1.255	+ 1/-5,8	15,3	17,0	- 2,5
1.400	1.462	+ 1/-6,6	17,1	19,0	- 2,7
1.500	1.565	+ 1/-7,0	18,0	20,0	- 2,8
1.600	1.668	+ 1/-7,4	18,9	21,0	- 2,9
1.800	1.875	+ 1/-8,2	20,7	23,0	- 3,1
2.000	2.082	+ 1/-9,0	22,5	25,0	- 3,3



**FIG. 10 - Tubi per condotte in ghisa sferoidale. Giunto elastico di tipo automatico**

**FIG. 11 - Tubi per condotte in ghisa sferoidale. Giunto elastico di tipo meccanico**

- (1) La prova idraulica dovrà essere eseguita durante il ciclo di produzione su tutti i tubi ed i raccordi. Qualora i controlli e le prove fossero effettuate in un periodo successivo, su singole partite già pronte per la consegna, la prova idraulica sarà ripetuta su un quantitativo di almeno il 10% del numero di elementi costituenti le singole partite.
- (2) Nel tipo automatico la tenuta sarà assicurata sia dalla reazione elastica di deformazione dell'anello di guarnizione in gomma, sia dall'aderenza della gomma generata dalla pressione dell'acqua.
- (3) Nel tipo meccanico la tenuta sarà assicurata dal bloccaggio della gomma contro un'apposita sede ricavata nel bicchiere del tubo. Il bloccaggio verrà realizzato all'atto del montaggio mediante la compressione esercitata da una controflangia opportunamente sagomata e serrata meccanicamente sul bicchiere mediante appositi bulloni.
- (4) Per le caratteristiche generali v. anche il punto 58.2. del presente Capitolato.

#### 46.8.6. Tubi di ghisa sferoidale per fognatura

Dovranno rispondere alle prescrizioni della seguente norma di unificazione:

**UNI EN 598** - Tubi, raccordi ed accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi per fognatura. Prescrizioni e metodi di prova.

Tubi e relativi raccordi avranno dimensioni nominali unificate  $DN$  di 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 500, 600, 700 ... 1200, 1400, 1500, 1600, 1800, 2000 e lunghezze unificate di 5,0 e 5,5 o 6,0 per  $DN$  fino a 600, di 5,5 o 6,0 o 7,0 per  $DN$  di 700 ed 800, di 6,0 o 7,0 o 8,15 per  $DN$  da 900 a 1400, l'ultima dimensione valendo per diametri superiori. Avranno resistenza a trazione  $R_m$  non inferiore a 420 Mpa, e durezza Brinell non maggiore di 230 HB per i tubi e 250 HB per i raccordi ed accessori. Le tolleranze e le altre caratteristiche dimensionali faranno riferimento al punto 4.2 della norma. Per le guarnizioni di gomma sarà fatto riferimento alla ISO 4633.

I rivestimenti interni ed esterni saranno come da prescrizione (1). Ove non specificato i tubi dovranno essere forniti con:

- un rivestimento esterno di zinco, con massa non inferiore a 130 g/m<sup>2</sup>, con strato di finitura bituminoso o resina sintetica;
- un rivestimento interno di malta di cemento alluminoso;
- un rivestimento esterno a base di resina epossidica sulle superfici di estremità che possono venire a contatto con gli effluenti (superficie interna del bicchiere e superficie esterna dell'estremità liscia).

I sistemi di fognature costruiti con componenti di ghisa sferoidale conformi alla presente norma dovranno risultare a tenuta idraulica alle pressioni indicate nella seguente tabella:

#### 46.8.7. Tubi e raccordi di ghisa per evacuazione d'acqua degli edifici

Dovranno rispondere alle prescrizioni della seguente norma di unificazione:

**UNI EN 877** - Tubi e raccordi in ghisa, loro assemblaggi ed accessori per l'evacuazione d'acqua dagli edifici. Requisiti, metodi di prova e assicurazione della qualità.

**TAB. 24 - Tenuta idraulica dei sistemi di fognature. Pressioni**

Condizione di esercizio	Pressione interna bar		Pressione esterna bar
	continua	occasionale	continua
A pelo libero	da 0 a 0,5	2	1
Pressione positiva	6	9	1
Pressione negativa	-0,5	-0,8	1

#### 46.8.8. Tubi di ghisa sferoidale per condotte di gas

Dovranno rispondere alle prescrizioni della seguente norma di unificazione (valida per tubi, raccordi ed accessori fabbricati con estremità a bicchiere, flan giate oppure lisce, destinati a giunzione mediante vari tipi di guarnizione ed idonei per temperature da -15 °C a +50 °C):

**UNI EN 969** - Tubi, raccordi ed accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggio per condotte di gas. Prescrizioni e metodi di prova.

Tubi e raccordi avranno dimensioni nominali unificate  $DN$  di 40, 50, 60, 65, 80, 100, 125, 150, 200, 250 ... 500 e 600 e caratteristiche funzionali come riportate nelle Appendici A e B della norma. Lo spessore delle pareti sarà inferiore a 6 mm (7 mm per i tubi non centrifugati ed i raccordi) con tolleranze come indicato nel prospetto 1 della stessa norma. La lunghezza dei tubi a bicchiere sarà di 3 m, 5 m, 5,5 m o 6 m secondo prescrizione, con una tolleranza di  $\pm 100$  mm; quella dei tubi flangiati sarà riferita al prospetto 2. I tubi dovranno essere diritti, con uno scostamento massimo pari allo 0,125% della loro lunghezza. Per la resistenza a trazione minima, la durezza Brinell ed i rivestimenti si rimanda a quanto specificato al precedente punto 46.8.6.

I tubi ed i raccordi dovranno essere progettati per risultare a tenuta idraulica alla loro pressione di funzionamento ammissibile (PFA); saranno provati in conformità al punto 6.5 della norma e non dovranno mostrare perdite visibili o trasudamenti, né alcun altro sintomo di cedimento.

Tutti i giunti dovranno risultare completamente elastici; di conseguenza lo scostamento angolare ammissibile dichiarato dal fabbricante non dovrà essere minore di: 3° 30' per  $DN$  da 40 a 300; 2° 30' per  $DN$  da 350 a 600. I giunti antisfilamento dovranno risultare alcune semielastici, con scostamento angolare non inferiore al 50% del valore dei giunti elastici.

Per quanto riguarda la resistenza alla flessione longitudinale dei tubi e quella diametrale, si rinvia alle Appendici A e B della norma. Per quanto riguarda la marcatura, tubi e raccordi dovranno riportare in modo leggibile e durevole: il nome o marchio del fabbricante, l'identificazione dell'anno di fabbricazione e del tipo di ghisa (sferoidale), il  $DN$ , l'identificazione della certificazione di qualità, la designazione della classe dei tubi centrifugati (se diversa da K9), il riferimento alla norma.

### Art. 47

#### METALLI DIVERSI

##### 47.0. GENERALITÀ

Tutti i materiali da impiegare nelle costruzioni, e le relative leghe, dovranno essere della migliore qualità, ottimamente lavorati e scevri di ogni impurità o difetto che ne vizino la forma o ne alterino la resistenza e la durata.

##### 47.1. STAGNO E SUE LEGHE

Dovranno essere conformi alla normativa UNI EN 610 (Lingotti) e UNI 10368 (Leghe per saldature e rivestimenti).

(1) Tra rivestimenti prescrivibili: Esterni: zinco con strato di finitura, manicottato o meno con polietilene; polietilene estruso; polipropilene estruso; poliuretano; malta di cemento con fibre. Interni: malta di cemento di alto forno; poliuretano; polietilene; resina epossidica. Il tutto conformemente alle norme EN o ISO o norme nazionali.

#### 47.2. ZINCO E SUE LEGHE

Dovranno essere conformi alla normativa UNI EN 1179. Le lamiere (UNI 4201), i nastri (UNI 4202), i fili ed i tubi dovranno avere superfici lisce, regolari, privi di scaglie, rigature, vaiolature, corrosioni, striature. Gli elementi per coperture in lamiera di zinco non autoprotettante dovranno rispondere alla norma UNI EN 501.

#### 47.3. RAME E SUE LEGHE – PRODOTTI

##### 47.3.1. Tubi

Dovranno essere di rame Cu-DHP (disossidato al fosforo) e fabbricati con procedimento senza saldatura. Potranno essere forniti sia allo stato incrudito, in verghe, sia allo stato ricotto, in rotoli. In ogni caso dovranno essere conformi alla seguente norma:

**UNI EN 1057** - Rame e leghe di rame. Tubi rotondi di rame senza saldatura per acqua e gas nelle applicazioni sanitarie e di riscaldamento.

I tubi presenteranno residuo carbonioso sulla superficie interna non superiore a 0,2 mg/dm<sup>2</sup> e resistenza a trazione non inferiore a 220 MPa per il tipo ricotto (R 220), a 250 MPa per il tipo semiduro (R 250) ed a 290 MPa per il tipo duro (R 290). Le relative prove saranno effettuate secondo quanto riportato al punto 8 della norma.

I tubi di diametro da 10 mm e fino a 54 mm dovranno essere marcati in modo indelebile sulla lunghezza ad intervalli ripetuti non maggiori di 600 mm, coi seguenti dati: riferimento alla norma (EN 1057), dimensioni nominali: diametro esterno x spessore, identificazione, con simbolo, dello stato metallurgico, marchio del produttore, data di produzione: anno e trimestre o mese. I tubi al di fuori della gamma sopra riportata dovranno essere marcati, analogamente, almeno in corrispondenza di entrambe le estremità.

Per i tubi gas da posizionarsi in zona di interrimento si richiama la norma:

**UNI 10823** - Rame e leghe di rame. Tubi di rame rivestiti per applicazioni gas in zone di interrimento. Rivestimento esterno di materiali plastici applicati per estrusione.

##### 47.3.2. Lamiere

Come per i tubi, saranno di rame Cu-DHP, con caratteristiche meccaniche definite dalla UNI EN 13599. Potranno essere di tipo incrudito o ricotto, secondo prescrizione, ed avranno spessore non inferiore a 6 mm. La superficie sarà di norma lucida da laminazione ed assolutamente priva di difetti constatabili a vista.

##### 47.3.3. Ottone

Si rimanda, per le prescrizioni, alle specifiche voci di fornitura previste con tale materiale.

##### 47.3.4. Bronzo per rubinetterie

Il bronzo per rubinetterie, raccordi, ecc. da incassare nelle murature sarà conforme alla lega definita dalla UNI 7013/8.

### Art. 48 LEGNAMI

#### 48.0. GENERALITÀ

##### 48.0.1. Nomenclatura e misurazione

Per la nomenclatura delle specie legnose, sia di produzione nazionale che d'importazione, si farà riferimento alle norme UNI 2853 e 2854; per la nomenclatura convenzionale degli assortimenti alla UNI 3517; per la nomenclatura dei difetti, la classifica e la misurazione alle UNI ISO 1029, UNI EN 1310, UNI EN 844 (3-9) ed UNI EN 975-1.

##### 48.0.2. Requisiti in generale

I legnami da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano, dovranno rispondere a tutte le prescrizioni di cui al D.M. 30 ottobre 1912; saranno provvisti fra le più scelte qualità della categoria prescritta e non presenteranno difetti incompatibili con l'uso cui sono destinati.

Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più diritte affinché le fibre non riescano tagliate dalla segatura e non si ritirino nelle connessioni. I legnami rotondi dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e conguagliati alla superficie recidendone i nodi a seconda di essa; la differenza fra i diametri delle estremità non dovrà oltrepassare i 15/1000 della loro lunghezza, né il quarto del maggiore dei due diametri. Nei legnami grossamente squadrati od a spigolo smussato l'alburno dovrà essere in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale.

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

#### 48.1. LEGNAMI DA CARPENTERIA DEFINITIVA

Dovranno presentare carico di rottura a compressione normalmente alle fibre non inferiore a 30 MPa e carico di rottura a trazione parallelamente alle fibre non inferiore a 70 MPa.

#### 48.2. LEGNAMI PER SERRAMENTI

Dovranno essere della migliore qualità ben stagionati (con almeno 2 anni di taglio) e provenire da alberi abbattuti in stagione propizia oppure essere sottoposti ad essiccazione artificiale perfetta. Saranno naturalmente di prima scelta,



di struttura a fibra compatta e resistente, privi di spaccature, sia in senso radiale che circolare, sani, dritti, con colori e venature uniformi, esenti da nodi, cipollature, tarli ed altri difetti.

Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più diritte affinché le fibre non risultino mozzate dalla sega e si ritirino nelle connessioni. Le essenze da usare dovranno essere in genere: dolci per i serramenti interni, resinose o forti per i serramenti esterni, pregiate od a grana fine per i serramenti di sicurezza.

Gli elementi dovranno essere perfettamente tagliati, piallati e levigati e risultare dopo tali operazioni di dimensioni conformi ai disegni, particolari e dettagli di progetto ed alle prescrizioni contrattuali. In merito agli spessori, la quotazione dei disegni dovrà intendersi per elementi finiti ed ultimati, dovendo L'Appaltatore provvedere a fornire legnami di spessore superiore in modo da garantire quello richiesto a lavorazione ultimata.

#### Art. 49

### MATERIALI PER PAVIMENTAZIONI

#### 49.0. GENERALITÀ

I materiali per pavimentazione ed in particolare piastrelle di argilla, mattonelle e marmette di cemento, mattonelle greificate, lastre e quadrelle di marmo, mattonelle d'asfalto, oltre a possedere le caratteristiche riportate negli articoli relativi alle corrispondenti categorie di materiale, dovranno rispondere anche alle norme di accettazione di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2234.

Le prove da eseguire per accertare la bontà dei materiali da pavimentazione, in lastre o piastrelle, saranno almeno quelle di resistenza alla rottura per urto e per flessione, all'usura per attrito radente o per getto di sabbia, la prova di gelività e, per i materiali cementati a caldo, anche la prova d'impronta.

Per la terminologia e la classificazione dei pavimenti lapidei si farà riferimento alla UNI 9379.

#### 49.1. MATTONELLE, MARMETTE E PIETRINI DI CEMENTO

##### 49.1.0. Norme generali

Le mattonelle, le marmette ed i pietrini di cemento dovranno essere conformi, per dimensioni e caratteristiche, alle norme UNI da 2623 a 2629. Dovranno altresì risultare di ottima fabbricazione, di idonea compressione meccanica e di stagionatura non inferiore a tre mesi. Saranno ben calibrati, a bordi sani e piani e non dovranno presentare carie, né peli, né segni di distacco tra sottofondo e strato superiore. La colorazione del cemento dovrà essere fatta con colori adatti, amalgamati ed uniformi.

##### 49.1.1. Mattonelle di cemento

Di spessore complessivo non inferiore a 18 mm, avranno uno strato superficiale di assoluto cemento colorato di spessore costante non inferiore a 5 mm.

##### 49.1.2. Pietrini di cemento

Potranno avere forma quadrata (25 x 25) e rettangolare (20 x 10 e 30 x 15). Nel formato minore (20 x 10) avranno spessore complessivo non inferiore a 15 mm costituito da due strati dei quali il superiore, di assoluto cemento puro, colorato o meno, di spessore non inferiore a 5 mm; negli altri due formati avranno spessore complessivo non inferiore a 15 mm per usi pedonali ed a 18 mm per impieghi carrabili. La superficie superiore dei pietrini potrà essere richiesta liscia, bocciardata, bugnata (25 o 100 bugne), scanalata o ad impronte varie. Tolleranza sulle dimensioni dei lati: + 0,5/-1 mm.

#### 49.2. PIASTRELLE DI CERAMICA

Le piastrelle di ceramica per pavimentazioni dovranno essere del materiale indicato nel progetto tenendo conto che le dizioni commerciali e/o tradizionali (cotto, cotto forte, grès, ecc.) devono essere associate alla classificazione basata sul metodo di formatura e sull'assorbimento d'acqua secondo la norma:

**UNI EN 14411** - Piastrelle di ceramica. Definizioni, classificazione, caratteristiche e marcatura.

A seconda della classe di appartenenza le piastrelle di ceramica estruse o pressate, comunque di prima scelta, dovranno in particolare rispondere ai requisiti riportati nelle Appendici della stessa norma secondo l'indirizzo indicato nella Tab. 25.

Per le piastrelle colate, le caratteristiche da misurare ai fini della qualificazione del materiale saranno le stesse di quelle indicate per le piastrelle pressate od estruse. I limiti di accettazione, tenendo in conto il parametro relativo all'assorbimento di acqua, saranno valutati sulla base dei dati tecnici previsti dal progetto o dichiarate dal produttore ed accettate dalla Direzione dei Lavori.

Per quanto attiene ai metodi di prova, si farà riferimento alla tabella 25 qui riportata.

**TAB. 25 - Piastrelle di ceramica. Classificazione secondo metodo di formatura ed assorbimento d'acqua. Requisiti ed Appendici di riferimento secondo UNI EN 14411**

METODI DI FORMATURA	Gruppo I $E \leq 3\%$	Gruppo IIa $3\% < E \leq 6\%$	Gruppo IIb $6\% < E \leq 10\%$	Gruppo III $E > 10\%$
A Estruse	Gruppo AI (Appendice A)	Gruppo IIa-1 (Appendice B)	Gruppo IIb-1 (Appendice D)	Gruppo III (Appendice F)
		Gruppo IIa-2 (Appendice C)	Gruppo IIb-2 (Appendice E)	
B Pressatura a secco	Gruppo BIa $E \leq 0,5\%$ (Appendice G)	Gruppo BIa (Appendice J)	Gruppo BIb (Appendice K)	Gruppo BIII (Appendice L)
	Gruppo BIb $0,5\% < E \leq 3\%$ (Appendice H)			

Il campionamento ed i criteri di accettazione saranno conformi a quanto riportato nella norma ISO 10545-1.

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche, sporatura, ecc. nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa ed essere accompagnati da fogli informativi riportanti il nome del fornitore e la rispondenza alle prescrizioni predette.

#### 49.3. MATTONELLE D'ASFALTO

Composte di polvere d'asfalto naturale arricchita di bitume (puro ed in percentuale dell'11%), di fibrette di armatura e pigmenti naturali, compresse in forme a  $250 \div 300$  atm e riscaldate a  $150$  °C, dovranno avere forme perfettamente regolari, spigoli vivi, massa volumica non inferiore a  $2000$  kg/m<sup>3</sup> e resistenza all'impronta di  $0,5 \div 0,6$  mm.

#### 49.4. PAVIMENTI RESILIENTI

Qualunque fosse il tipo di materiale impiegato, tali pavimenti dovranno essere resistenti all'usura ed al deterioramento, nonché all'acqua, ai detersivi, alle cere ed alle normali sollecitazioni meccaniche; dovranno inoltre risultare resistenti al fuoco, autoestinguenti ed atossici. I colori dovranno risultare stabili alla luce, uniformi e continui nell'intero spessore.

##### 49.4.1. Gomma

Per i pavimenti in gomma le lastre, confezionate con buone mescolanze di gomma naturale o sintetica (in percentuale non inferiore al 10% per i tipi civili ed al 30% per i tipi industriali), vulcanizzanti e stabilizzanti, cariche e pigmenti inorganici, saranno prive di difetti quali porosità o rugosità, avranno superficie superiore piana e ben levigata od a rilievo ed in ogni caso priva di efflorescenze di natura tale da alterare il colore del pavimento.

I pavimenti potranno essere in unico strato colorato o con sottostrato, con superficie liscia o rigata od a bolli, con rovescio ad impronta tela per attacco con adesivi od a peduncoli o sottosquadri per attacco con cemento.

Nei pavimenti per uso civile lo spessore, se non diversamente prescritto, dovrà essere non inferiore a 3 mm (attacco ad impronta tela) od a 4 mm (attacco a peduncoli) con tolleranza di  $\pm 0,3$  mm.

Nei pavimenti per uso industriale lo spessore, se non diversamente prescritto, dovrà essere non inferiore a 4 mm per le lastre con superficie liscia e rovescio a peduncoli o con superficie a bolli e rovescio liscio e non inferiore a 10 mm per le lastre con superficie rigata od a bolli e rovescio a sottosquadri. Le lastre avranno tolleranza sullo spessore di  $\pm 0,3$  mm per spessori fino a 4 mm e di  $\pm 0,5$  mm per spessori superiori. Le lastre saranno di unico colore, generalmente nero ma anche di altra tinta e, se ininfiammabili, saranno ottenute con mescole a base di gomma cloroprenica.

Sia per i prodotti civili che per quelli industriali sarà fatto riferimento alle norme UNI EN 1816, 1817 e 12199.

### Art. 50

#### PRODOTTI VERNICIANTI – PITTURE – VERNICI – SMALTI

##### 50.0. GENERALITÀ

Tutti i prodotti in argomento dovranno essere forniti in cantiere in recipienti originali sigillati, di marca qualificata, recanti il nome della Ditta produttrice, il tipo e la qualità del prodotto, le modalità di conservazione e di uso, e l'eventuale data di scadenza. I recipienti, da aprire solo al momento dell'impiego in presenza di un assistente della Direzione, non dovranno presentare materiali con pigmenti irreversibilmente sedimentati, galleggianti non disperdibili, peli, addensamenti, gelatinizzazioni o degradazioni di qualunque genere.

Salvo diversa prescrizione, tutti i prodotti dovranno risultare pronti all'uso, non essendo consentita alcuna diluizione con solventi o diluenti, tranne che nei casi previsti dalle Ditte produttrici e con i prodotti e nei rapporti dalle stesse indicati. Risulta di conseguenza assolutamente vietato preparare pitture e vernici in cantiere, salvo le deroghe di cui alle norme di esecuzione.

Per quanto riguarda proprietà e metodi di prova dei materiali si farà riferimento alle norme di classifica UNI I.C.S. 87 (pitture, vernici, smalti) ed alle norme UNICHIM. In ogni caso saranno presi in considerazione solo prodotti di ottima qualità, di idonee e costanti caratteristiche per i quali potrà peraltro venire richiesto che siano corredati del "Marchio di Qualità Controllata" rilasciato dall'Istituto Italiano del Colore (I.I.C.).

##### 50.1. PRODOTTI PER TINTEGGIATURA – IDROPITTURE

Caratterizzate dal fatto di avere l'acqua come elemento solvente e lo diluente, le pitture in argomento verranno suddivise, per le norme del presente Capitolato, in due classi, di cui la prima comprenderà le pitture con legante disciolto in acqua (pitture con legante a base di colla, cemento, ecc.) e la seconda le pitture con legante disperso in emulsione (lattice) fra cui, le più comuni, quelle di copolimeri butadiene-stirene, di acetato di polivinile e di resine acriliche.

Per le pitture di che trattasi, o più in particolare per le idropitture, oltre alle prove contemplate nelle UNI potranno venire richieste delle prove aggiuntive di qualificazione, da eseguire con le modalità o nei tipi diversamente prescritti dalla Direzione Lavori.

##### 50.1.1. Latte di calce

Sarà preparato con perfetta diluizione in acqua di grassello di calce grassa con non meno di sei mesi di stagionatura; la calce dovrà essere perfettamente spenta. Non sarà ammesso l'impiego di calce idrata.

##### 50.1.2. Idropitture a base di cemento

Saranno preparate a base di cemento bianco, con l'incorporamento di pigmenti bianchi o colorati in misura non superiore al 10%. La preparazione della miscela dovrà essere effettuata secondo le prescrizioni della Ditta produttrice e sempre nei quantitativi utilizzabili entro 30 minuti dalla preparazione stessa.

### 50.1.3. Idropitture a base di silicati

Dette anche "pitture minerali", saranno ottenute sospendendo in una soluzione di vetro solubile (legante di silicato di potassio) polveri di caolino, talco e pigmenti vari. Verranno fornite in prodotto confezionato e saranno accompagnate da documento di qualificazione.

Le idropitture ai silicati dovranno possedere elevata permeabilità al vapore acqueo e non dovranno venire applicate su pitture preesistenti a base di leganti filmogeni.

### 50.1.4. Idropitture a base di resine sintetiche

Ottenute con l'uso di veicoli leganti quali l'acetato di polivinile e la resina acrilica (emulsioni, dispersioni, copolimeri), saranno distinte in base all'impiego come di seguito:

- a) - *Idropittura per interno*: Avrà massa volumica non superiore a 1,50 kg/dm<sup>3</sup>, tempo di essiccazione massimo di 8 ore, assenza di odori. Alla prova di lavabilità l'idropittura non dovrà presentare distacchi o rammollimenti, né alterazioni di colore; inoltre dovrà superare positivamente le prove di adesività e di resistenza alla luce per una esposizione alla lampada ad arco non inferiore a 6 ore.
- b) - *Idropittura per esterno*: In aggiunta alle caratteristiche riportate alla lett. a), dovrà risultare particolarmente resistente agli alcali ed alle muffe, all'acqua ed agli agenti atmosferici e dovrà presentare facilità d'impiego e limitata sedimentazione. A distanza di 28 gg. dall'applicazione, poi, risulterà di colorazione uniforme, priva di macchie e perfettamente lavabile anche con detersivi forti.

## 50.2. PITTURE

### 50.2.0. Generalità

Ai fini della presente normativa verranno definiti come tali tutti i prodotti verniciati non classificabili tra le idropitture di cui ai precedenti punti 50.1.3. e 50.1.4. né tra le vernici trasparenti e gli smalti.

Di norma saranno costituite da un *legante* da un *solvente* (ed eventuale diluente per regolarne la consistenza) e da un *pigmento* (corpo opacizzante e colorante); il complesso legante + solvente, costituente la fase continua liquida della pittura, verrà definito, con termine già in precedenza adoperato, *veicolo*. Con riguardo alla normativa si farà riferimento, oltre che alle UNI, anche alle UNICHIM di argomento 53/57 (Prodotti vernicianti - Metodi generali di prova).

### 50.2.1. Pitture ad olio

Pitture essiccanti per ossidazione, nelle quali cioè la polimerizzazione avviene per forte assorbimento di ossigeno atmosferico con l'aggiunta di opportuni siccativi innestati in dosi adeguate, dovranno risultare composte da non meno del 60% di pigmento e da non oltre il 40% di veicolo.

### 50.2.2. Pitture oleosintetiche

Composte da olio e resine sintetiche (alchidiche, gliceroftaliche), con appropriate proporzioni di pigmenti, veicoli e sostanze coloranti, le pitture in argomento presenteranno massa volumica di 1 ÷ 1,50 kg/dm<sup>3</sup>, adesività 0%, durezza 24 Sward Rocker, essiccazione fuori polvere (f.p.) di 4 ÷ 6 ore, residuo secco min. del 55%, brillantezza non inferiore a 80 Gloss.

Le pitture saranno fornite con vasta gamma di colori in confezioni sigillate di marca qualificata.

### 50.2.3. Pitture antiruggine e anticorrosive

Saranno rapportate al tipo di materiale da proteggere, al grado di protezione, alle modalità d'impiego, al tipo di finitura nonché alle condizioni ambientali nelle quali dovranno esplicare la loro azione protettiva. Si richiamano le norme:

- UNI 9863** - Prodotti vernicianti. Pitture antiruggine su supporto di acciaio per ambiente urbano o rurale con essiccamento e/o reticolazione a temperatura ambiente. Requisiti per la caratterizzazione e l'identificazione.
- UNI 9864** - Idem per ambiente marino o industriale. Requisiti per la caratterizzazione e l'identificazione.
- UNI 9865** - Idem per ambiente misto.
- UNI 9866** - Prodotti vernicianti. Pitture di fondo. Zincati organici ad alto contenuto di zinco metallico. Requisiti per la caratterizzazione e l'identificazione.
- UNI 9867** - Idem per zincati inorganici.
- UNI 9868** - Prodotti vernicianti. Pitture di finitura su supporto di acciaio per ogni tipo di ambiente con essiccamento e/o reticolazione a temperatura ambiente. Requisiti per la caratterizzazione e l'identificazione.

In ogni caso, e con riguardo alle pitture antiruggine di più comune impiego, si prescrive:

- a) - *Antiruggine ad olio al minio di piombo* (1): Dovrà corrispondere alle caratteristiche di cui al punto 4.1. del Manuale UNICHIM 43 e dare, in prova, i seguenti risultati: densità 2,80 ÷ 3,40, finezza di macinazione 20 ÷ 40 micron, essiccazione f.p. max. 6 ore, essiccazione max. 72 ore.
- b) - *Antiruggine oleosintetica al minio di piombo* (1): Dovrà corrispondere alle caratteristiche di cui al punto 4.2. del Manuale UNICHIM 43 e dare, in prova, i seguenti risultati: densità 2,10 ÷ 2,40, finezza di macinazione 30 ÷ 40 micron, essiccazione all'aria max. 16 ore.
- c) - *Antiruggine al cromato di piombo* (1): Dovrà corrispondere alle caratteristiche di cui al punto 4.3. del Manuale UNICHIM 43 e dare, in prova, i seguenti risultati: densità 1,50 ÷ 1,80, finezza di macinazione 20 ÷ 40 micron, essiccazione all'aria max. 16 ore.

(1) Per i rivestimenti delle superfici zincate, non dovranno in alcun modo venire impiegati pigmenti al minio o cromato di piombo, risultando questi catodici rispetto allo zinco.

d) - *Anticorrosiva al cromato di zinco*: Dovrà corrispondere alle caratteristiche di cui al punto 4.4. del Manuale UNICHIM 43 e dare, in prova i seguenti risultati: densità  $1,35 \div 1,48$ , finezza di macinazione  $30 \div 40$  micron, essiccazione all'aria max. 16 ore.

e) - *Anticorrosive al catrame e speciali*: Dovranno possedere caratteristiche medie di composizione e fisico-meccaniche rientranti nei limiti di cui alla tabella 26. Dovranno inoltre presentare resistenza alle corrosioni chimiche correlate alle condizioni di impiego e comunque non inferiore alle specifiche particolari richieste.

**TAB. 26 - Pitture anticorrosive al catrame e speciali. Limiti percentuali di composizione e resistenza alle sollecitazioni fisico-meccaniche**

C O M P O N E N T I --- Caratteristiche fisico-meccaniche	PITTURE ANTICORROSIVE								
	Catramose	Catramose Epossidiche	Epossidiche	Catramose Fenoliche	Fenoliche	Poliestere	Poliuretatiche	Viniliche	Epossiviniliche
Pece di catrame	40/60	15/30	--	15/20	--	--	--	--	--
Resina	--	15/30	25/40	20/30	30/40	40/50	30/45	15/30	25/30
Solvente (max)	40	30	15	15	10	20	30	65	20
Carica e pigmento (max)	30	40	60	50	60	40	40	20	55
Limiti sulla composizione delle Ceneri: silicati min. 30% carbonati max. 20%, solfati max. 20%									
Resistenza alla temperatura in immersione (°C)	+45	+60	+90	+60	+90	+90	+100	+60	+60
Salto termico a caldo (°C)	70	90	120	90	120	120	130	90	90
Durezza min. Sward-Rocher Imbutitura	4 4	15 4	20 4	15 2	25 2	30 2	20 3	10 3	10 3

Le prove termiche, nonché quelle di durezza, di imbutitura e di impermeabilità verranno eseguite su rivestimento di 100 micron applicato a lamierini di acciaio dolcissimo conformemente alle norme UNI; quelle di corrosione, su rivestimento di 400 micron; quelle di urto, su rivestimento di 200 micron applicato su provino di calcestruzzo. Al termine delle prove, i rivestimenti non dovranno presentare spaccature, sfogliature, vescicature, distacchi od alterazioni di sorta. L'eventuale alterazione di colore del rivestimento non sarà comunque considerato motivo di inidoneità.

### 50.3. VERNICI

Saranno perfettamente trasparenti e derivate da resine o gomme naturali di piante esotiche (flating grasse e fini) o da resine sintetiche, escludendosi in ogni caso l'impiego di gomme prodotte da distillazione. Dovranno formare una pellicola dura ed elastica, di brillantezza cristallina e resistere all'azione degli olii lubrificanti e della benzina. In termini quantitativi presenteranno adesività 0%, durezza 24 Sward Rocker, essiccazione f.p.  $4 \div 6$  ore, resistenza all'imbutitura per deformazioni fino ad 8 mm.

Le vernici sintetiche e quelle speciali (acriliche, cloroviniliche, epossidiche, catalizzate poliesteri, poliuretatiche, al clorocaucciù, ecc.) saranno approvvigionate nelle loro confezioni sigillate e corrisponderanno perfettamente alle caratteristiche d'impiego e di qualità richieste. Caratteristiche comuni saranno comunque l'ottima adesività, l'uniforme applicabilità, l'assoluta assenza di grumi, la rapidità d'essiccazione, la resistenza all'abrasione ed alle macchie nonché l'inalterabilità all'acqua ed agli agenti atmosferici in generale.

### 50.4. SMALTI (1)

Nel tipo grasso avranno come leganti le resine naturali e come pigmenti diossido di titanio, cariche inerti ed ossido di zinco. Nel tipo sintetico avranno come componenti principali le resine sintetiche (nelle loro svariate formulazioni: alchidiche, maleiche, fenoliche, epossidiche, poliesteri, poliuretatiche, siliconiche, ecc.) ed il bianco titanio rutilo e, come componenti secondari pigmenti aggiuntivi (cariche) ed additivi vari (dilatanti, antipelle, anti-impolmonimento, anticoloranti, ecc.).

Gli smalti sintetici, prodotti di norma nei tipi *per interno* e *per esterno*, presentano adesività 0%, durezza 26 Sward Rocker, finezza di macinazione inferiore a 12 micron, massa volumica  $1,10 \pm 20\%$  kg/dm<sup>3</sup>, resistenza all'imbutitura per deformazione fino ad 8 mm. Gli smalti presenteranno altresì ottimo potere coprente, perfetto stendimento, brillantezza adeguata (per i lucidi non inferiore a 90 Gloss, per i satinati non superiore a 50 Gloss), nonché resistenza agli urti, alle macchie, all'azione dell'acqua, della luce, degli agenti atmosferici e decoloranti in genere.

Anche gli smalti, come le vernici, saranno approvvigionati in confezioni sigillate, con colori di vasta campionatura. Per i metodi di prova si rimanda alle precedenti elencazioni.

## Art. 51

### PLASTICI PER RIVESTIMENTI MURARI

#### 51.0. GENERALITÀ E CATEGORIE

Caratterizzati dalla copertura e spessore (in genere non inferiore a 6/10 mm), potranno dividersi nelle categorie riportate ai punti che seguono.

I plastici saranno forniti in confezioni sigillate con vasta gamma di tinte e dovranno superare positivamente le prove (su provini condizionati a  $20 \pm 2$  °C e 65% U.R. per 30 gg) che potranno essere richieste dalla Direzione Lavori.

Sui materiali potrà comunque venire richiesto il "Certificato di Idoneità Tecnica" rilasciato dall'I.C.I.T.E. (2)

#### 51.0.1. Plastici a base di resine in emulsione

Avranno come leganti (in generale) resine acetoviniliche od acriliche di idonea formulazione e come inerti polveri silicee (farina di quarzo, ecc.), caolino, cariche ed additivi vari (addensanti, coalescenti, fungicidi, battericidi, ecc.).

(1) Pitture la cui pellicola si presenta particolarmente dura, resistente e liscia.

(2) Istituto Centrale per l'Industrializzazione e la Tecnologia Edilizia.

All'applicazione dovranno risultare tenaci, aderenti, duri, impermeabili nonché resistenti alla calce, alla luce, alle atmosfere aggressive ed al lavaggio con detersivi.

### 51.0.2. Plastici a base di resine a solvente

Avranno come legante resine di elevato pregio e come corpo farine minerali, ossidi coloranti ed additivi vari (stabilizzanti, idrorepellenti, ecc.). Presenteranno ottima resistenza agli alcali, agli agenti atmosferici, alle muffe, alle macchie ed alla scolorazione; saranno altresì dotati di autolavabilità, di traspirabilità unita ad idrorepellenza e presenteranno anche ottima adesività, facile applicazione in condizioni climatiche anche difficili, rapida essiccabilità, limitata sedimentazione e facile ridispersibilità.

### 51.0.3. Intonaci resino-plastici

Presenteranno le stesse caratteristiche generali dei rivestimenti resino-plastici di cui ai precedenti punti 51.0.1. e 51.0.2. A differenza però avranno il corpo arricchito con farine e graniglie di quarzo o polveri e graniglie di marmo di diversa granulometria, a seconda delle caratteristiche e degli effetti decorativi richiesti.

## Art. 52

### PRODOTTI DI FIBRO-CEMENTO

#### 52.0. GENERALITÀ

Formati da miscela intima ed omogenea di cemento (o silicati di calcio) e materiali a fibra lunga (con esclusione dell'amianto), più eventuali correttivi minerali, dovranno rispondere alle norme di unificazione di seguito riportate:

- UNI EN 492** - Lastre piane di fibrocemento e relativi accessori. Specifiche di prodotto e metodi di prova.
- UNI EN 494** - Lastre nervate di fibrocemento e relativi accessori. Specifiche di prodotto e metodi di prova.
- UNI EN 512** - Prodotti di fibrocemento. Tubi e giunti per condotte in pressione.
- UNI EN 588/1** - Tubi di fibrocemento per fognature e sistemi di scarico. Tubi, raccordi ed accessori per sistemi a gravità.
- UNI EN 588/2** - Tubi e raccordi in fibrocemento per sistemi di scarico degli edifici. Pozzetti e sistemi di scarico. Pozzetti e camere di ispezione.
- UNI EN 12763** - Idem. Dimensioni e termini tecnici di distribuzione.

Gli agglomerati di fibro-cemento dovranno essere inossidabili, inalterabili agli acidi ed agli agenti corrosivi in genere, resistenti al gelo ed alle alte temperature, incombustibili ed isolanti. I relativi manufatti dovranno presentare in frattura compattezza uniforme, priva di soffiature, superfici lisce e regolari, esenti da sfaldamenti, spessori ben calibrati e bordi integri.

#### 52.1. LASTRE

##### 52.1.1. Lastre piane

Potranno essere di "Classe A" o di "Classe B", secondo prescrizione, le due classi differendo, a parità di spessore, per il valore minimo medio del momento flettente di rottura per metro di larghezza (v. anche le note al prospetto 1 della UNI EN 492). Le lastre dovranno risultare ben squadrate, con bordi dritti a taglio netto, ed avere almeno una superficie liscia; dovranno inoltre superare le prove di impermeabilità all'acqua, all'immersione, al gelo-disgelo, ecc. secondo quanto previsto dalla UNI EN citata. Le tolleranze saranno di  $\pm 3$  mm su lunghezza e larghezza e del  $-10/+25\%$  sullo spessore nominale.

##### 52.1.2. Lastre nervate

Dovranno appartenere, secondo prescrizione ed in rapporto a quanto previsto dalla UNI EN 494, ad una delle cinque categorie previste in tabella, la classificazione essendo riferita all'altezza dell'onda. Per ogni categoria inoltre potranno aversi due classi (Cl.1 e Cl.2) caratterizzate dal carico di rottura minimo per metro di larghezza come da Prospetto 3 della UNI EN 494. Le tolleranze saranno conformi al punto 5.2.4 della stessa norma ed in particolare:  $\pm 10$  mm sulla lunghezza,  $+ 10/-5$  mm sulla larghezza e di  $\pm 0,6$  mm sullo spessore nominale; il fuori squadra non dovrà superare 6,0 mm.

#### 52.2. TUBI, GIUNTI E PEZZI SPECIALI (RACCORDI)

##### 52.2.0. Generalità e prove

I manufatti in argomento dovranno presentare elevato grado di impermeabilità e resistenza meccanica nonché, per i tubi, generatrici diritte e svergolamenti contenuti nei limiti di tolleranza.

Ogni tubo dovrà riportare contrassegni indelebili che permettano di individuare il marchio di fabbrica, la data di fabbricazione, il diametro nominale e la classe (1). La conformità della fornitura alla norma sarà attestata dal riferimento "UNI" anche esso chiaramente riportato su ogni tubo e giunto della fornitura stessa. La designazione sarà effettuata in base al valore del diametro nominale, al valore della lunghezza ed alla classe di pressione (2). Nel caso di tubi per condotte in pressione di diametro superiore a 1000 mm, in luogo della classe di pressione si indicheranno i valori minimi garantiti della pressione di scoppio (3).

(1) Sarà richiesto anche il tipo di composizione (TN o NT).

(2) Esempio di designazione di un tubo di fibro cemento per condotte in pressione avente diametro nominale di 80 mm, lunghezza di 3 m e classe 10:

**Tubo EN 512 80-3-10 TN.**

(3) V. più in particolare il punto 4.2.2 della UNI EN 512.

I giunti ed i raccordi dovranno presentare caratteristiche non inferiori a quelle dei corrispondenti tubi. Le parti dei giunti non di fibro-cemento dovranno soddisfare alle norme vigenti per i relativi materiali. Le guarnizioni elastiche di tenuta, realizzate a base di gomma naturale o sintetica, dovranno essere conformi alle prescrizioni della norma UNI EN 681/1 (elementi di tenuta in elastomero) o di altra specifica normativa emanata sull'argomento.

Le prove di accettazione potranno essere eseguite in fabbrica od in cantiere ad esclusiva scelta della Direzione Lavori. La formazione dei lotti e le modalità di prelevamento dei manufatti da sottoporre a prova saranno conformi alle specifiche di cui alle Appendici A e B rispettivamente delle UNI EN 512 e 588-1 (relativamente a prodotti non sottoposti a certificazione da parte di un Organismo esterno).

I giunti montati dovranno resistere senza perdite alle prove di tenuta prescritte per i tubi corrispondenti, e questo anche con la massima deviazione angolare di montaggio tra i pezzi giuntati indicata e garantita dal fabbricante. Qualora un tubo od un elemento di giunto non soddisfacesse ad una delle prove, la prova stessa dovrà essere ripetuta su un numero doppio di unità dello stesso tipo. L'eventuale esito negativo giustificherà in questo caso il rifiuto del lotto.

Tutti gli oneri e le spese connessi all'esecuzione delle prove, siano esse eseguite in cantiere che in stabilimento, saranno a carico dell'Appaltatore.

### 52.2.1. Tubi e giunti per condotte in pressione

Dovranno essere esclusivamente del tipo TN (Tecnologia Non-amianto) e, per diametri nominali fino a DN 1000, saranno classificati in base alla pressione nominale (PN) come da Tab. 27.

TAB. 27 - Tubi per condotte in pressione - Classi di pressione

PN	(2,5)	4	6	(7,5)	(9)	10	12	(12,5)	15	16	(17,5)	20
(*)	(*) Fuori parentesi le pressioni nominali preferenziali											

Per l'accettazione dei tubi, dovrà verificarsi che sussistano determinati rapporti tra la pressione di scoppio (PS), la pressione di prova in fabbrica (PF) e la pressione nominale (PN), il tutto espresso in bar: tali rapporti dovranno essere non minori di quelli riportati in Tab. 28.

TAB. 28 - Rapporti minimi tra pressioni di scoppio, di prova e nominali

DN	PS/PN	PF/PN
50 ÷ 100	4,0	2,0
125 ÷ 200	3,5	2,0

DN	PS/PN	PF/PN
250 ÷ 500	3,0	2,0
600 ÷ 1000	2,5	1,67

Per i tubi con diametro nominale maggiore di DN 1000 restano fissi i valori minimi dei superiori rapporti indicati per i tubi DN 1000.

TAB. 29 - Diametri nominali

DN			
(50)	450	(175)	1000
(60)	500	200	(1100)
(80)	600	250	1200
100	700	300	(1300)
125	800	(350)	1400
150	900	400	1500

La lunghezza nominale dovrà essere multipla di 0,50 m con minimo, se non diversamente prescritto, di 2,00 m per tubi fino a DN 300 e di 2,5 m per tubi con DN maggiore. La tolleranza sul diametro interno sarà di  $-(2,5 + 0,01 \text{ DN})$  mm; quella sullo spessore, dichiarato dal fabbricante, come da Tab. 30.

Sulla lunghezza media la tolleranza sarà di  $-20/+5$  mm; circa, infine la rettilineità, la deviazione massima dovrà essere contenuta nei valori riportati nel prospetto 5 della UNI EN 512.

Le prove che la Direzione Lavori potrà richiedere per l'accettazione dei tubi saranno le seguenti:

- Prova di tenuta alla pressione idraulica:* (da eseguire con le modalità di cui al punto 4.6.4 della UNI EN 512).
- Prova di scoppio per pressione idraulica:* (da eseguire con le modalità di cui al punto 4.6.5 della UNI EN 512).
- Prova di schiacciamento:* (da eseguire con le modalità di cui al punto 4.6.6 della UNI EN 512).
- Prova di flessione:* (da eseguire con le modalità di cui al punto 4.6.7 della UNI EN 512).

I giunti saranno di norma del tipo a manicotto con anelli di tenuta in elastomero (v. Fig. 12). Questi saranno con sezione a cuneo tronco e superficie esterna lamellata o con altro tipo di sezione idonea a garantire la perfetta tenuta idraulica della sezione.

TAB. 30 - Tolleranza sullo spessore

Spessore "e" mm	Tolleranza in meno mm
$e < 10$	- 1,5
$10 \leq e < 20$	- 2,0
$20 \leq e < 30$	- 2,5
$30 \leq e < 60$	- 3,0
$60 \leq e < 90$	- 3,5
$e > 90$	- 4,0
Tolleranza in + libera	

### 52.2.2. Tubi, raccordi ed accessori per sistemi a gravità

Dovranno essere esclusivamente del tipo NT (Tecnologia senza amianto) con estremità lisce (lavorate o meno a macchina, secondo prescrizione) o con una estremità liscia e l'altra a bicchiere (monolitico o riportato). Per la classificazione sarà fatto riferimento alla loro resistenza minima a compressione in base al carico per superficie interna unitaria. Sono previste tre classi: 60 kN/m<sup>2</sup>; 90 kN/m<sup>2</sup>; 120 kN/m<sup>2</sup> (1).

La lunghezza nominale (lunghezza reale al netto della profondità dell'eventuale bicchiere) dovrà essere compresa tra 2,00 e 6,00 m, secondo prescrizione. La lunghezza dell'estremità lavorata a macchina non dovrà eccedere la lunghezza del raccordo (o bicchiere) + 10 mm.

I diametri nominali saranno conformi a quelli riportati nella Tab. 31 (tabella limitata a DN 1500, ferma restando la possibilità di richiedere tubi con DN fino a 2500). La tolleranza sul diametro interno sarà di  $\pm (2,5 + 0,01 \text{ DN})$  mm per tubi fino a DN 1200;  $\pm 15$  mm per tubi con DN superiore. Per lo scarto inferiore sullo spessore del cilindro e per quello supe-

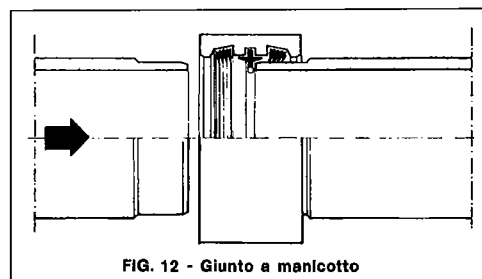


FIG. 12 - Giunto a manicotto

(1) Il carico per unità di superficie corrisponde al carico per unità di lunghezza diviso per il diametro nominale del tubo espresso in metri. Il carico di rottura, riferito all'unità di lunghezza, non dovrà essere in alcun caso minore di 15 kN/m.

riore sullo spessore dell'estremità dei tubi, sarà fatto riferimento ai prospetti 4 e 5 della norma UNI EN 588-1. Per lo scarto limite sulla rettilineità sarà fatto ancora riferimento al prospetto 6 della stessa norma.

I carichi di rottura minimi a compressione dei tubi, espressi in kN/m, per le tre classi previste dalla norma, dovranno essere quelli riportati, per DN fino a 1000 mm, nel prospetto 7 della stessa; per DN maggiori di 1000 i carichi di rottura minimi si otterranno moltiplicando la classe (in kN/m<sup>2</sup>) per il diametro nominale DN (espresso in metri).

Le prove che la Direzione Lavori potrà richiedere per l'accettazione saranno le seguenti:

- Accertamento delle caratteristiche meccaniche (resistenza a compressione e flessione):*  
(da eseguire con le modalità di cui al punto 4.10.3 della UNI EN 588-1).
- Accertamento delle caratteristiche fisiche:*  
(da eseguire con le modalità di cui al punto 4.10.4 della UNI EN 588-1).
- Prova di resistenza ai liquami domestici:*  
(da eseguire con le modalità di cui al punto 4.10.5 della UNI EN 588-1).

I giunti saranno in generale del tipo a manicotto per i tubi (1) e del tipo a manicotto o a bicchiere per i raccordi (secondo prescrizione). Per entrambi i tipi la tenuta dovrà essere assicurata da guarnizioni elastiche di qualità e forme atte a rendere la condotta perfettamente e permanentemente stagna.

I giunti dovranno resistere senza perdite ad una pressione di prova di tenuta di  $1 \pm 0,1$  bar. Tale tenuta dovrà essere assicurata anche se i giunti saranno montati con la massima deviazione angolare tra i pezzi giuntati indicata e garantita dal fabbricante (2).

I raccordi avranno composizione, fabbricazione, marcatura e classificazione come per i tubi. Le relative prove di accettazione saranno effettuate in conformità alle prescrizioni di cui al punto 6 della UNI EN 588-1.

## Art. 53

### PRODOTTI DI CEMENTO E AGGREGATI GRANULARI

#### 53.0. GENERALITÀ

I prodotti di cemento dovranno essere confezionati con conglomerato vibrocompresso o centrifugato ad alto dosaggio di cemento (del tipo prescritto), con inerti di granulometria adeguata ai manufatti e di qualità rispondente ai vigenti requisiti generali di accettabilità. Dovranno avere spessore proporzionato alle condizioni di impiego, superfici lisce e regolari, dimensioni ben calibrate, assoluta mancanza di difetti e/o danni.

Per i tubi di cemento armato in pressione la qualità dei materiali dovrà essere particolarmente rapportata alle condizioni di posa: verranno pertanto usati cementi resistenti ai solfati ove il contenuto totale di solfati solubili dovesse superare nel terreno i 3000 mg/kg di terreno od i 600 mg/kg di acqua di sottosuolo e comunque per terreni impregnati di acqua di mare (3). In ogni caso il contenuto massimo ammissibile di cloruri nel calcestruzzo dovrà essere, in percentuale del peso di cemento: 0,4% per i tubi di calcestruzzo armato e 0,2% per i tubi di calcestruzzo precompresso. La resistenza minima a 28 giorni, in entrambi i casi, dovrà essere di 35 MPa (N/mm<sup>2</sup>). Vale la norma:

**UNI EN 639** - Prescrizioni comuni per tubi in pressione di calcestruzzo, inclusi giunti e pezzi speciali.

#### 53.1. TUBI

##### 53.1.1. Tubi di cemento semplice (4)

Saranno confezionati con impasto dosato a  $350 \div 400$  kg/m<sup>3</sup> di cemento, vibrocompresso o centrifugato, e dovranno presentare sezione perfettamente circolare (od ovale, nella sagoma prescritta), generatrice diritta, spessore uniforme (o come da sagoma), elevata resistenza flessionale ed, in frattura, grana omogenea, compatta e resistente. Dovranno rispondere inoltre, per i diametri superiori a 250 mm, alla seguente norma:

**UNI 9534** - Tubi di calcestruzzo non armato per fognature a sezione interna circolare, senza piede di appoggio.

I tubi UNI 9534 potranno essere con giunto a bicchiere o con giunto a mezzo spessore (ad incastro) con lunghezza nominale non inferiore a due metri. Lo spessore minimo, salvo diversa specifica, sarà conforme ai valori riportati nella tabella a fianco. Per giunto ad incastro, lo spessore dovrà comunque non scendere sotto il valore di 120 mm.

**TAB. 31 - Diametri nominali**

DN	
100	600
125	(700)
150	800
200	(900)
250	1000
300	(1100)
(350)	1200
400	(1300)
(450)	1400
500	(1500)

**TAB. 32 - Tubi di cemento semplice.**  
Diametri nominali e classi

DN	CLASSI		
	1 <sup>a</sup> (60 kN/m <sup>2</sup> )	2 <sup>a</sup> (100 kN/m <sup>2</sup> )	3 <sup>a</sup> (150 kN/m <sup>2</sup> )
	Spessore nominale (minimo) mm		
300	50	50	50
400	50	50	55
500	50	55	65
600	60	65	80
700	70	75	95
800	80	90	110
1000		115	140
1200		140	170
1400		165	205
1500		180	220

(1) Di norma il manicotto sarà munito internamente di 3 gole (v. precedente Fig. 12): una gola centrale per accogliere dei segmenti distanziatori di gomma e due gole laterali simmetriche atte a ricevere ciascuna un anello di gomma elastomerico. Nel caso invece che il manicotto dovesse resistere anche a trazione, per applicazioni speciali, esso sarà munito di 4 gole, a due a due simmetriche, delle quali quelle centrali destinate agli anelli di tenuta in gomma e quelle di estremità destinate a ricevere delle corde di bloccaggio in acciaio od in materia plastica, secondo i casi e le prescrizioni.

(2) Di norma 4° per tubi fino al diametro 500 e 2 ÷ 3° per diametri maggiori.

(3) In questo caso dovranno essere prese ulteriori precauzioni nei riguardi dei cloruri solubili, se presenti in quantità superiore a 500 mg/kg di terreno o di acqua di sottosuolo. Ancora, dovrà tenersi in considerazione l'eventuale presenza di acido carbonico (che dissolve la calce), se in quantità superiore a 60 mg/l di acqua di sottosuolo.

(4) Così definiti i tubi in conglomerato cementizio i quali o sono privi di armatura metallica, ovvero la incorporano unicamente per necessità di trasporto e posa, con esclusione di qualunque altra funzione statica nelle condizioni d'uso.

Le prove che potranno venire richieste per l'accettazione saranno quelle di controllo geometrico delle dimensioni, di tenuta per pressione idraulica interna, di impermeabilità e di schiacciamento trasversale.

Per le prime, il diametro interno non potrà scostarsi dal valore nominale di oltre  $(3 + 0,004 \text{ DN})$  mm, mentre la lunghezza non potrà scostarsi da LN di oltre 10 mm. Per la seconda i tubi, mantenuti per almeno 15 minuti alla pressione di 10 m di colonna di acqua, non dovranno presentare perdite né gocciolamenti. Per la terza, da eseguirsi come al punto 10.2. della UNI citata, l'assorbimento d'acqua non dovrà superare  $0,30 \text{ l/m}^2$  (1) per DN inferiori a 1000 e  $0,20 \text{ l/m}^2$  per DN uguali o superiori a 1000. Per la quarta, da eseguirsi come al punto 10.3 della stessa UNI, il carico di rottura, in rapporto alla classe, non dovrà risultare inferiore ai valori riportati nel Prosp. I della UNI 9534 (2).

### 53.1.2. Tubi di cemento armato ordinario

Dovranno essere fabbricati da ditta specializzata, in apposito stabilimento e con idonee apparecchiature. Saranno calcolati, armati ed eseguiti secondo le norme valide per il conglomerato cementizio armato ed inoltre avranno: caratteristiche di qualità e di lavorazione uniformi, superfici interne perfettamente lisce, estremità piene ed a spigoli vivi, fronti perpendicolari all'asse. Non saranno ammessi tubi con danneggiamenti od imperfezioni che possano diminuirne l'impermeabilità, la resistenza meccanica e, in generale, le possibilità di impiego e la durabilità.

La lunghezza dei tubi senza piede sarà di almeno 2,00 m; quella dei tubi con piede di norma 1,00 m. La tolleranza sarà come al precedente punto 53.1.1. Le generatrici potranno scostarsi dalla rettilineità non oltre 3 mm per i tubi con diametro fino a 600 mm e non oltre 5 mm per i tubi con diametro superiore.

Per i tubi in pressione il diametro interno, lo spessore della parete, la lunghezza interna della canna e le caratteristiche geometriche del giunto saranno conformi alle specifiche di progetto e/o alla documentazione di fabbrica (3). I diametri nominali (da DN/ID 200 a DN/ID 4000) saranno conformi al prospetto 1 della UNI EN 639 con tolleranza come da Prospetto 2 della stessa norma. Sulla lunghezza interna sarà ammessa una tolleranza di  $\pm 10$  mm (per elementi diritti); in ogni caso il rapporto tra lunghezza utile di progetto e diametro nominale, espresso in mm, non dovrà superare i seguenti valori: 21 per tubi con cilindro e 14 per tubi senza. Valgono, per detti tubi, le seguenti norme:

- UNI EN 640** – Tubi in pressione di calcestruzzo armato e tubi in pressione di calcestruzzo con armatura diffusa (del tipo senza cilindro), inclusi giunti e pezzi speciali.
- UNI EN 641** – Tubi in pressione di calcestruzzo armato del tipo con cilindro, inclusi giunti e pezzi speciali.

Le dimensioni massime degli aggregati non dovranno essere maggiori di 1/3 dello spessore dei tubi, con massimo di 32 mm (4 mm per i tubi con armatura diffusa).

L'armatura metallica trasversale sarà costituita da tondi piegati ad anelli, ovvero avvolti in semplice o doppia elica, da fili o reti di acciaio, inglobate in una parete di calcestruzzo compatto (RCP), o da strati multipli di filo sottile continuo avvolti ad elica ed inglobati in una parete di malta compatta (DRP); quella longitudinale (specie se richiesta la resistenza a flessione) da barre di acciaio, fili o strati di nastro di acciaio. Nei tubi UNI EN 641 l'armatura sarà integrata da un cilindro di acciaio saldato, con anelli per il giunto collegati all'estremità a mezzo saldatura (4).

Lo spessore minimo dei tubi EN 640 sarà conforme al Prospetto 1 della norma (5); analogamente per i tubi della EN 641 (6).

La stagionatura dei tubi avverrà di regola entro vasche di acqua a temperatura non inferiore a  $10^\circ$  per un periodo di tempo non inferiore a 6 giorni. Ove si adottassero particolari trattamenti (vacuum, vapore) i periodi ed i sistemi di stagionatura potranno differire, purché certificati con provate esperienze. Di seguito i tubi saranno mantenuti per almeno 15 giorni in parco dello stabilimento, sotto continua aspersione di acqua.

I tubi dovranno essere calcolati, dimensionati e verificati in base ai procedimenti indicati nelle norme. Per tubi e condizioni di impiego che si discostano da dette norme, dovranno essere istituiti appositi calcoli statici da sottoporsi all'accettazione dell'Amministrazione.

I giunti, secondo specifica, potranno essere rigidi, regolabili, semiflessibili o completamente flessibili; in ogni caso dovranno assicurare la perfetta tenuta all'acqua, consentire piccoli assestamenti (7) ed essere costituiti da materiali che diano piena garanzia di durata nelle previste condizioni di esercizio: di norma saranno realizzati con guarnizioni ad anelli di gomma (8). I pezzi speciali potranno essere di conglomerato cementizio armato, di ghisa ovvero di lamiera di acciaio saldato, secondo prescrizione; in quest'ultimo caso, ferma restando la verifica a pressione, lo spessore della lamiera sarà non inferiore a 1,5 mm se con rivestimento in conglomerato ( $2,5$  per  $\text{DN} \geq 50$ ;  $3$  per  $\text{DN} \geq 70$ ) ed a 4 mm se con rivestimento bituminoso ( $5,5$  per  $\text{DN} \geq 50$ ;  $7$  per  $\text{DN} \geq 70$ ).

Per l'accettazione i tubi verranno sottoposti a collaudo in stabilimento, eseguendo su campioni rappresentativi apposite prove tecnologiche, in particolare la prova di impermeabilità, quella di rottura per pressione interna e quella allo schiacciamento. Le prove saranno eseguite in conformità al punto 4 delle norme.

Ogni tubo dovrà riportare contrassegni indelebili che permettano di individuare il *marchio di fabbrica*, la *data di fabbricazione* (mese ed anno), le *dimensioni* (intese come prodotto del diametro interno per la lunghezza nominale) e la categoria. Per i tubi ad armatura disimmetrica, dovrà essere apposta sulla parete esterna l'indicazione del vertice (9).

(1) Assorbimento d'acqua, espresso in litri per  $\text{m}^2$  di superficie interna.

(2) Carico di schiacciamento espresso in  $\text{kN/m}^2$ .

(3) Qualora le specifiche di progetto differissero dalle caratteristiche di produzione standard, tali caratteristiche dovranno essere adeguate tenendo conto in particolare modo dei seguenti dati: pressione e pressione massima di progetto; carichi esterni e condizioni di posa in opera; caratteristiche chimico-fisiche del fluido trasportato; dati sul terreno; condizioni di appoggio.

(4) Per i particolari si rinvia comunque al punto 3.3 delle UNI EN richiamate.

(5) Spessore minimo: 60 mm fino a DN/ID 500 per i tubi RCP e 40 mm per i tubi DRP.

(6) Spessore minimo: 50 mm fino a DN/ID 400 e 40 mm fino a pari diametro per i tubi con cilindro ed armatura pretensionata.

(7) Per le deviazioni angolari consentite sarà fatto riferimento al Prospetto 3 della UNI EN 639.

(8) Nei giunti di acciaio con guarnizione elastomerica gli anelli maschio e femmina dovranno essere costruiti in modo da rendere i tubi autocentranti.

(9) I tubi adatti all'utilizzo con acqua potabile dovranno altresì essere marcati con la lettera "P" appresso al numero della norma UNI EN utilizzata.



### 53.1.3. Tubi rinforzati con fibre di acciaio

Per i tubi rinforzati con fibre di acciaio sarà fatto riferimento alla norma:

**UNI EN 1916** - Tubi e raccordi di calcestruzzo non armato con fibre di acciaio e con armatura tradizionale.

### 53.1.4. Tubi di cemento armato precompresso

Valgono, per i tubi in argomento, le norme generali di cui al precedente punto. I tubi dovranno essere fabbricati in officine o cantieri debitamente attrezzati, con procedimenti atti a garantire il costante raggiungimento dei requisiti in tutti i manufatti prodotti. Le operazioni automatizzate dovranno essere svolte sotto controllo di strumenti indicatori e registratori e nel ciclo di lavorazione saranno inseriti rilevamenti sistematici dei risultati ottenuti che, raccolti unitamente alle prove di qualità dei materiali in apposito registro di fabbricazione, avranno valore di documentazione agli effetti contrattuali.

I tubi in c.a.p., in rapporto alle prescrizioni di Elenco, potranno essere di tre tipi:

- a) - Tubi con nucleo di conglomerato cementizio prefabbricato munito di cilindro di lamierino, armatura di precompressione radiale, rivestimento protettivo e giunto autocentrante a tenuta d'acqua.
- b) - Tubi con nucleo di conglomerato cementizio prefabbricato, armatura di precompressione radiale, rivestimento protettivo e giunto come sopra.
- c) - Tubi monolitici con armatura di precompressione radiale inglobata nella parete di conglomerato e giunto come sopra.

Con riferimento alle norme, dovranno osservarsi quelle per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle tubazioni in argomento e qui riportate:

**UNI EN 642** - Tubi in pressione di calcestruzzo precompresso con cilindro e senza cilindro, inclusi giunti e pezzi speciali, e prescrizioni specifiche per l'acciaio di precompressione dei tubi.

I tubi saranno di norma classificati in base alla pressione di decompressione a deformazioni lente esaurite nella sezione decompressa (pressione nominale PN); tale pressione dovrà essere correlata alle massime sollecitazioni conseguenti sia alla pressione idraulica che ai carichi esterni. Il diametro nominale corrisponderà al diametro interno del tubo, misurato in mm. Lo spessore nominale (t) corrisponderà allo spessore della parete del nucleo di conglomerato per i tubi del tipo a) e b), ovvero alla intera parete per i tubi del tipo c); lo spessore nominale del rivestimento protettivo corrisponderà alla distanza tra l'estradosso dell'armatura di precompressione e la parete esterna.

Gli spessori minimi di calcolo delle pareti dei tubi saranno conformi al Prospetto 1 della UNI EN 642. Nei tubi con cilindro, lo spessore  $t_1$  min. (nucleo + spessore cilindro) sarà di 50 mm per DN/ID fino ad 800 mm e progressivamente crescente fino a 240 mm per DN/ID 4000 mm; nei tubi senza cilindro, lo spessore  $t_2$  min. (tubo nucleo) sarà di 40 mm per DN/ID fino a 700 mm; nei tubi senza cilindro di tipo c), lo spessore  $t_3$  min. (parete) sarà di 45 mm per DN/ID fino a 600 mm. I diametri nominali DN/ID avranno i seguenti valori, con tolleranza  $\pm 10\%$ : 500-600-700-800-900-1000 ... 4000. Le lunghezze nominali saranno multiple di 0,50 m con tolleranza del  $\pm 1\%$ .

La superficie interna dei tubi dovrà essere sufficientemente liscia, in modo che le perdite di carico della condotta, espresse con la 2ª formula di Bazin (velocità d'acqua  $\leq 3$  m/sec) dovranno corrispondere ad indici di scabrezza non maggiori di: 0,12 (DN/ID 400÷600); 0,10 (DN/ID 700÷1500); 0,08 (DN/ID > 1600).

I materiali e le modalità di costruzione dovranno rispettare in generale le norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. precompresso di cui al D.M. 9 gennaio 1996. In particolare la composizione chimica degli acciai sotto forma di fili trafilati dovrà rispondere alle seguenti limitazioni: C  $\leq 0,87\%$ , S  $\leq 0,03\%$ ; P  $\leq 0,03\%$ . L'acciaio da impiegarsi nella costruzione degli eventuali involucri cilindrici in lamierino dovrà essere di facile saldabilità ed avere resistenza a snervamento e rottura rispettivamente non inferiore a 200 e 370 N/mm<sup>2</sup>. In ogni caso gli spessori e le armature di precompressione dovranno essere riferiti, per ogni coppia di valori PN e DN, a criteri di dimensionamento e calcoli statici elaborati conformemente alle Appendici C e D della norma.

I tubi saranno sottoposti a prove di produzione in stabilimento come al punto 4 della UNI EN richiamata. Le prove saranno effettuate sia sul calcestruzzo preformatura (1) sia sul tubo formato (prova idrostatica e prova di permeabilità). Il numero dei tubi da provare, in rapporto alla quantità di fornitura, sarà stabilito dalla Direzione Lavori, con minimo di uno ogni 50.

La prova idrostatica dovrà essere effettuata sull'intero nucleo o tubo precompresso, incluse le porzioni di innesto soggette a pressione. La pressione interna di prova sarà gradualmente aumentata, con gradiente non maggiore di 200 kPa (0,2 bar) in 5 s. I tubi con cilindro saranno sottoposti alla prova dopo il rivestimento, quelli senza cilindro prima o dopo il rivestimento od in entrambi i casi. La pressione idrostatica applicata dovrà annullare la tensione di compressione nella parete del tubo (tenendo conto delle perdite di precompressione al momento della prova) e dovrà essere mantenuta per almeno 3 min; in tale periodo non dovranno manifestarsi perdite o crearsi fessurazioni.

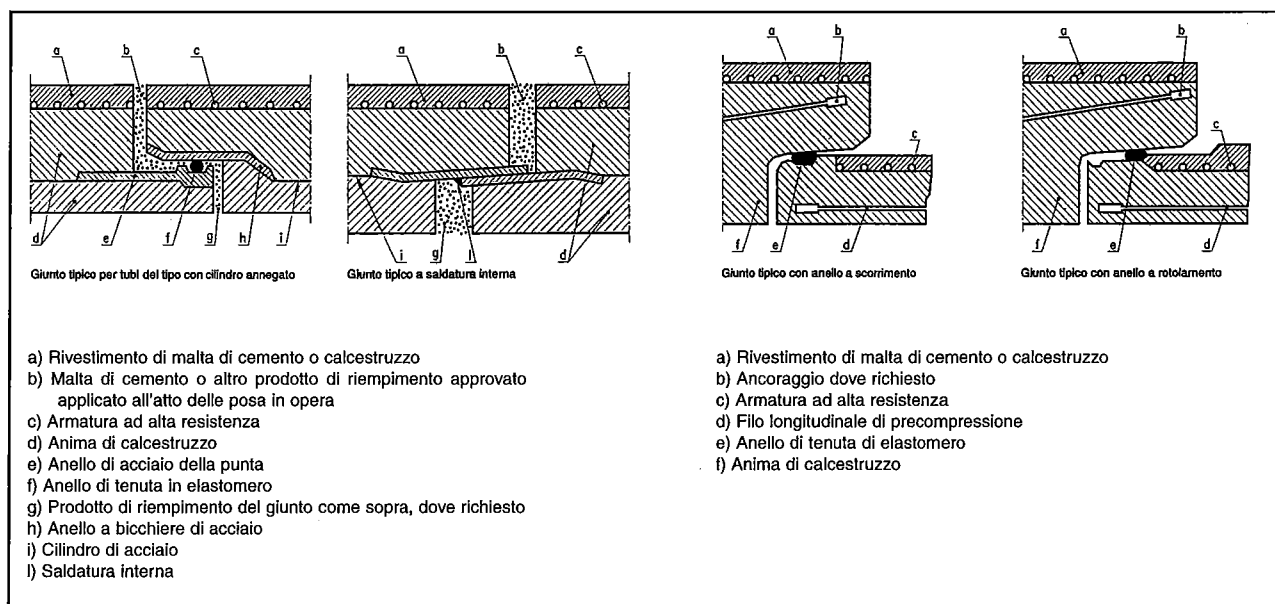
La prova di permeabilità (2) sul rivestimento o strato di copertura di calcestruzzo o di malta sul prodotto finito sarà effettuata con l'apparecchiatura di cui al punto 4.3 della norma.

I giunti saranno in uno dei tipi di cui all'Appendice B della norma e comunque secondo specifica di Elenco in rapporto alla tipologia dei tubi. La marcatura, da apparire in modo indelebile, riporterà; la *data di fabbricazione*, il *diámetro nominale* e la *pressione*, il *riferimento alla norma UNI EN 642* ed il *marcbio* di fabbrica.

(1) Prova di resistenza a compressione su due provini per giorno di fabbricazione e per tipo di impasto.

(2) È basata sull'utilizzo delle normali apparecchiature progettate per misurare la quantità d'acqua assorbita sotto pressione costante.

FIG. 13 - Giunti di acciaio e di calcestruzzo per tubi in c.a.p. Tipi



## 53.2. MANUFATTI IN PIETRA ARTIFICIALE

Saranno confezionati con alto dosaggio di cemento ed inerti particolarmente selezionati. Avranno massa volumica non inferiore a 2300 kg/m<sup>3</sup> e la superficie esterna a vista, per lo spessore di almeno 2 cm, formata con malta dosata a 500 kg/m<sup>3</sup> di cemento, nel tipo bianco o colorato.

## Art. 54

## LEGANTI IDROCARBURATI E AFFINI – MATERIALI PER IMPERMEABILIZZAZIONI

## 54.1. BITUMI

## 54.1.1. Bitumi per usi stradali

Dovranno rispettare le prescrizioni di cui alla seguente norma:

**UNI EN 12591** - Bitumi e leganti bituminosi. Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali.

La designazione sarà effettuata da una sigla, costituita dalla lettera "B" (secondo Fasc. n. 68/1978 CNR) seguita dall'intervallo di penetrazione che caratterizza il legante o semplicemente dalle classi di penetrazione (secondo tabella di cui all'Appendice NA della norma citata, che riporta anche le caratteristiche ed i metodi di prova).

Per gli usi stradali il campo di applicazione sarà definito dal 20/30 per l'asfalto colato, dal 35/50 e dal 50/70, per i conglomerati chiusi, dal 70/100 per i trattamenti a penetrazione ed i pietrischetti bitumati e dal 160/220 per i trattamenti a semipenetrazione.

## 54.1.2. Bitumi da spalmatura

Dovranno essere del tipo ossidato (1) e rispondere ai requisiti di cui alla seguente norma di unificazione:

**UNI 4157** - Impermeabilizzazione delle coperture. Bitumi da spalmatura. Nomenclatura, tipi, requisiti, campionatura.

I bitumi saranno forniti in uno dei tipi indicati nella tabella 33. I requisiti saranno provati con metodi riportati nelle norme UNI.

TAB. 33 - Bitumi da spalmatura. Tipi e caratteristiche

CARATTERISTICA	Unità di misura	TIPO						
		1	2	3	4	5	6	7
Punto di rammolimento P.A.	°C	50 a 60	60 a 70	80 a 90	95 a 105	95 a 105	105 a 115	110 a 120
Penetrazione a 25 °C	10 <sup>-1</sup> mm	40 a 50	25 a 35	20 a 30	35 a 45	10 a 20	25 a 35	10 a 20
Indice di penetrazione		min. -0,5	min. 0,5	min. 2,5	min. 5,5	min. 3	min. 5,5	min. 4,5
Punto di rottura Fraass	°C	max -6	max -12	max -10	max -18	max -8	max -13	max -5
Solubilità in solventi organici	%	min. 99,5	min. 99,5	min. 99,5	min. 99,5	min. 99,5	min. 99,5	min. 99,5

## 54.2. MASTICE BITUMINOSO

Sarà ottenuto per intima mescolanza dei bitumi UNI 4157 di cui al precedente punto 48.2.2. e fibrette minerali e/con del filler in percentuali (in massa, riferite al prodotto finito) non superiori al 5% per le fibre ed al 20% per il filler.

## 54.3. EMULSIONI BITUMINOSE

Classificate in base al contenuto di bitume puro ed alla velocità di rottura, dovranno soddisfare alle norme di

(1) Sottoposti cioè a trattamento di stabilizzazione mediante insufflazione di aria ed ossigeno nella massa fusa ad alta temperatura.

cui al Fascicolo n. 3/1958 - CNR, diffuso con Circolare Ministero LL.PP. 2 aprile 1959, n. 842. All'atto dell'impiego la Direzione dovrà accertare che nei fusti di emulsione, per cause diverse, non sia avvenuta una separazione dei componenti che non sia riemulsionabile per agitazione; in tal caso, e se dopo sbattimento si presentassero ancora dei grumi, l'emulsione dovrà essere scartata.

#### 54.4. ASFALTO

Costituito da carbonato di calcio impregnato di bitume, dovrà essere naturale e provenire dalle più reputate miniere. L'asfalto sarà in pani, omogeneo, compatto, di grana fine e di tinta bruna.

#### 54.5. POLVERI DI ROCCE ASFALTICHE

Dovranno soddisfare le norme di cui al Fasc. n. 6 - C.N.R., diffuso con Circolare Ministero LL.PP. 17 luglio 1956, n. 1916. Le polveri asfaltiche per uso stradale dovranno avere un contenuto di bitume non inferiore al 7% del peso totale.

#### 54.6. MASTICE DI ASFALTO

Preparato con polveri di rocce asfaltiche e bitume, con miscelazione a caldo, sarà fornito in pani di colore bruno-castano, compatti, omogenei, di tenacità e consistenza elastica, privi di odore di catrame.

Il mastice dovrà rispondere, per designazione e caratteristiche, alla normativa UNI 4377; prove e determinazioni verranno effettuate con le modalità UNI da 4379 a 4385. Per la fornitura il mastice dovrà essere del tipo A UNI 4377 (con contenuto solubile in solfuro di carbonio del 14 ±16 %). Non sarà consentito l'uso di mastice di asfalto sintetico.

#### 54.7. MEMBRANE PREFABBRICATE

Per le membrane in argomento si farà riferimento alla specifica normativa UNI; in subordine, alle caratteristiche dichiarate dai fabbricanti accreditati presso l'IGLAE (1) ed accettate dalla Direzione Lavori. Per l'identificazione le membrane saranno suddivise in quattro categorie fondamentali:

- *membrane a base bituminosa*, con impiego di bitume ossidato;
- *membrane a base di bitume-polimero*, con impiego sia di plastomeri (es. polipropilene atattico APP), sia di elastomeri (es. stirene butadiene stirene SBS);
- *membrane a base plastomerica* (es. polivinilcloruro PVC);
- *membrane a base elastomerica* (es. etilene propilene diene EPDM).

La classificazione (e la relativa designazione) sarà effettuata secondo la norma UNI 8818.

### Art. 55

#### SIGILLANTI – GUARNIZIONI – IDROFUGHI – ADDITIVI – ADESIVI

##### 55.1. SIGILLANTI

Composti atti a garantire il riempimento di interspazi e la ermeticità dei giunti mediante forze di adesione, potranno essere di tipo preformato o non preformato (2), questi ultimi a media consistenza (mastici) o ad alta consistenza (stucchi).

Nel tipo preformato i sigillanti saranno in genere costituiti da nastri, strisce e cordoni non vulcanizzati o parzialmente vulcanizzati. Nel tipo non preformato a media consistenza saranno in genere costituiti da prodotti non vulcanizzati di tipo liquido (autolivellanti) o pastoso (a diverso grado di consistenza o tixotropici), ad uno o più componenti. In rapporto alle prestazioni poi, potranno essere distinti in sigillanti ad alto recupero elastico (elastomerici) e sigillanti a basso recupero (elastoplastici e plastici).

Caratteristiche comuni saranno comunque la facilità e possibilità d'impiego entro un ampio arco di temperature (mediamente: +5/+40°C), la perfetta adesività, la resistenza all'acqua, all'ossigeno ed agli sbalzi di temperatura, la resistenza all'invecchiamento e, per i giunti mobili, anche ai fenomeni di fatica.

##### 55.2. GUARNIZIONI

Materiali di tenuta al pari dei sigillanti, ma allo stato solido preformato (ed anche prevulcanizzato o prepolimerizzato), potranno essere costituiti da prodotti elastomerici o da materie plastiche (2). Caratteristiche comuni dovranno essere comunque l'ottima elasticità, la morbidezza, la perfetta calibratura, la resistenza agli agenti aggressivi ed in generale all'invecchiamento.

##### 55.3. IDROFUGHI

Qualunque sia la composizione chimica (fluati, soluzioni saponose, ecc.) dovranno conferire alle malte cui verranno addizionati efficace e duratura idrorepellenza senza peraltro alterare negativamente le qualità fisico-meccaniche delle stesse. Dovranno altresì lasciare inalterati i colori nonché, per intonaci cementizi a contatto con acque potabili, non alterate in alcun modo i requisiti di potabilità.

Gli idrofughi saranno approvvigionati in confezioni sigillate con l'indicazione del tipo, dei modi d'impiego e della Ditta produttrice.

(1) Istituto per la Garanzia dei Lavori Affini all'Edilizia.

(2) V. classificazione UNIPLAST: Materiali di tenuta. Per le caratteristiche di particolari tipi v. anche il punto 58.2. del presente Capitolato.

#### 55.4. ADDITIVI

Gli additivi per calcestruzzi e malte, a qualunque tipo appartengano (fluidificanti, aereanti, acceleranti, antigelo, ad azione combinata), dovranno rispettare le specificazioni della normativa UNI EN 934 (2-3-4-6); in particolare, per i calcestruzzi, la norma UNI EN 934-2, richiamata al paragrafo 11 del D.M. 14 settembre 2005, e che qui si riporta in titolo:

**UNI EN 934-2** - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Additivi per calcestruzzo. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura.

Gli additivi dovranno migliorare e potenziare le caratteristiche del calcestruzzo o della malta (lavorabilità, resistenza, impermeabilità, uniformità, adesione, durabilità) e dovranno essere impiegati secondo le precise prescrizioni del produttore che dimostrerà, con prove di laboratorio, la conformità del prodotto ai requisiti richiesti ed alle disposizioni vigenti.

Gli additivi a base di aggregati metallici ferrosi catalizzati, per malte e calcestruzzi esenti da ritiro od a espansione controllata, dovranno essere esenti da prodotti chimici generatori di gas, nonché da oli, grassi e particelle metalliche non ferrose; l'aggregato metallico base sarà permeabile all'acqua e non conterrà più dello 0,75%; di materiale solubile in acqua.

Tutti gli additivi per calcestruzzi e malte dovranno essere marcati CE; detta marcatura riporterà le informazioni contenute nella Fig. ZA.1 di cui all'Appendice ZA della norma. Il sistema di attestazione della conformità alla parte armonizzata della norma di riferimento sarà, per i calcestruzzi, del tipo "2+". Si richiamano inoltre le UNI 8146 (Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi) e la UNI 9527 (Prodotti ausiliari per impasti cementizi a base di polimeri organici).

#### 55.5. ADESIVI

##### 55.5.1. Generalità

Saranno costituiti da resine, prodotti cementizi o prodotti misti, di resistenza adeguata agli sforzi cui potranno essere interessati i materiali aderenti (compressione, trazione, taglio, spellatura, ecc.) nonché alle altre sollecitazioni di diversa natura (fisica, chimica, ecc.) dovute alle condizioni di posa e di impiego. Dovranno inoltre presentare assoluta compatibilità chimica con i supporti, alto grado di adesività e durabilità nelle condizioni di lavoro.

Per l'accettazione, i prodotti adesivi saranno accompagnati da fogli informativi, forniti dal produttore, dove siano indicati: il campo di applicazione, le caratteristiche tecniche (1), gli eventuali prodotti aggiuntivi di miscela, le modalità di applicazione e le controindicazioni. Saranno altresì indicate le norme di riferimento e le certificazioni di prova. Le prove potranno essere fatte secondo la normativa dichiarata o secondo le UNI ed UNI EN in vigore (classifica ICS 83.180 e 91.100.10) per la caratteristica da controllare.

Ad applicazione avvenuta gli adesivi dovranno risultare insolubili in acqua, chimicamente inerti, stabili agli sbalzi di temperatura, ininfiammabili ed atossici (2) Gli eventuali additivi (catalizzatori, stabilizzanti, solventi, plastificanti, cariche) dovranno essere compatibili con i materiali di base senza compromettere le prestazioni richieste.

##### 55.5.2 Adesivi per piastrelle

Potranno essere di tipo cementizio (C), di tipo in dispersione (D) o di tipo reattivo (R) e dovranno rispondere alle specificazioni di cui alla seguente norma europea recepita dall'UNI:

**UNI EN 12004** - Adesivi per piastrelle. Definizioni e specificazioni.

La marcatura e l'etichettatura riporteranno: il nome del prodotto, il marchio di fabbrica; la data od il codice di produzione; il riferimento alla norma; il tipo di adesivo e le istruzioni per l'uso (3). La marcatura CE dovrà riportare i dati e le caratteristiche di cui al modello ZA.3.2 dell'Appendice ZA alla norma UNI EN 12004.

### Art. 56

## PRODOTTI DI MATERIE PLASTICHE

#### 56.0 GENERALITÀ

Per la definizione, la classificazione e le prescrizioni sulle materie plastiche in generale, si farà riferimento alla normativa UNI (Materie plastiche), (Prove sulle materie plastiche), (Prodotti semifiniti e finiti di materie plastiche).

#### 56.1. LASTRE ONDULATE TRASLUCIDE

Formate con resine poliestere armate con fibre di vetro, dovranno presentare elevata resistenza meccanica, stabilità dimensionale, elasticità, resistenza all'abrasione, agli agenti atmosferici ed agli sbalzi termici. Dovranno inoltre rispondere alle prescrizioni delle norme UNI 6774 e 6775.

**TAB. 34 - Lastre ondulate traslucide.  
Tipi unificati**

Presso P mm	Altezza d'onda h mm
78	17
146	48
152,4	47
152,4	50
177	51

(1) Tutti i costituenti del sistema devono essere conformi alle prescrizioni regolamentari vigenti. Si citano: D.M. 21.3.1973 - Disciplina degli imballaggi, recipienti, utensili destinati a venire in contatto con gli alimenti; Circ. 2.12.1978, n. 102 M.S. - Disciplina igienica concernente le materie plastiche, le gomme per tubazioni ed accessori destinati a venire in contatto con acqua potabile e da rendere potabile.

(2) L 76/907 CEE.

(3) Le istruzioni per l'uso dovranno comprendere: le proporzioni di miscelazione (se del caso); il tempo di maturazione (se del caso); il tempo utile di impiego; il modo di applicazione; il tempo aperto; l'intervallo di tempo prima della sigillatura e dell'apertura al traffico (se del caso); il campo di applicazione.

## 56.2. TUBI E RACCORDI DI CLORURO DI POLIVINILE (PVC)

## 56.2.0. Generalità

Saranno fabbricati con mescolanze a base di cloruro di polivinile (1), esenti da plastificanti ed opportunamente stabilizzate. Saranno inoltre conformi alle prescrizioni delle seguenti norme di unificazione:

- UNI EN 1329-1** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno di fabbricati. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specifiche per tubi, raccordi e per il sistema.
- UNI EN 1401-1** – Sistemi di tubazione di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specificazioni per i tubi, i raccordi ed il sistema.
- UNI EN 1452-1** – Sistemi di tubazioni di materie plastiche per adduzione di acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Generalità.
- UNI EN 1452-2** – Sistemi di tubazioni di materie plastiche per adduzione di acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Tubi (2).
- UNI EN 1453-1** – Sistemi di tubazioni di materie plastiche con tubi a parete strutturata per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specifiche per i tubi ed il sistema.
- UNI EN 1456-1** – Sistemi di tubazioni di materie plastiche per fognature e scarichi in pressione interrati e fuori terra. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specifiche per i componenti della tubazione e per il sistema.
- UNI 10968** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi interrati non a pressione. Sistemi di tubazione a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 1, Specifiche per i tubi, i raccordi ed il sistema.

## 56.2.1. Tubi e raccordi per adduzione d'acqua

Saranno fabbricati con una composizione di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) ed additivi in misura e qualità tali da non costituire pericolo tossico, organolettico o microbiologico (tali caratteristiche estendendosi a tutti i componenti del sistema) e da non influenzare le proprietà fisico-meccaniche dei prodotti e quelle di incollaggio.

I tubi avranno parete opaca e saranno colorati a speck nei colori grigio, blu e crema. Avranno diametro esterno nominale e spessori nominali di parete come da Tab. 35 dove il coefficiente di impiego è un coefficiente di sicurezza.

La massa volumetrica "ρ" dei tubi, misurata secondo ISO 1183 a 23 °C, dovrà essere compresa tra 1350 e 1460 kg/m<sup>3</sup>; la resistenza minima richiesta, MRS, come definita dalla EN 1452-1, dovrà essere di almeno 25 MPa (N/mm<sup>2</sup>). La pressione operativa ammissibile (PFA), per temperature fino a 25 °C, sarà uguale alla pressione nominale PN; per temperature comprese tra 25 e 45 °C, alla PN sarà applicato un coefficiente di riduzione dato dal diagramma riportato nell'Appendice A della UNI 1452-2.

Con caratteristiche meccaniche i tubi con spessore nominale di parete ≤ 14,9 mm, provati secondo EN 744, dovranno avere un TIR (percentuale reale di rottura) ≤ 10%; i tubi della serie da S5 a S10 dovranno essere sottoposti a prova di livello medio, M, e quelli della serie da S12,5 a S20, a prova di livello elevato, H, secondo il pro-

spetto 6 della norma. Si farà invece riferimento al prospetto 7 per la prova di resistenza alla pressione idrostatica interna (secondo EN 921). I tubi dovranno presentare temperatura di rammollimento Vicat ≥ 80 °C, ritiro longitudinale ≤ 5% e non devono contenere cloruro di vinile monomero in quantità maggiore di 1 ppm (ISO 6401).

TAB. 35 - Tubi e raccordi per adduzione d'acqua. Spessori nominali di parete minimi (mm)

Diametro esterno nominale	Spessore di parete nominale (minimo)						
	Serie Tubi S						
	S 20 (SDR 41)	S 16 (SDR 33)	S 12,5 (SDR 26)	S 10 (SDR 21)	S 8 (SDR 17)	S 6,3 (SDR 13,6)	S 5 (SDR 11)
$d_h$	Pressione nominale PN basata sul coefficiente di impiego (progetto) $C = 2,5$						
		PN 6	PN 8	PN 10	PN 12,5	PN 16	PN 20
25		–	–	–	1,5	1,9	2,3
32		–	1,5	1,6	1,9	2,4	2,9
40		1,5	1,6	1,9	2,4	3,0	3,7
50		1,6	2,0	2,4	3,0	3,7	4,6
63		2,0	2,5	3,0	3,8	4,7	5,8
75		2,3	2,9	3,6	4,5	5,6	6,8
90		2,8	3,5	4,3	5,4	6,7	8,2
	Pressione nominale PN basata sul coefficiente di impiego (progetto) $C = 2,0$						
		PN 6	PN 8	PN 10	PN 12,5	PN 16	PN 20
110		2,7	3,4	4,2	5,3	6,6	8,1
125		3,1	3,9	4,8	6,0	7,4	9,2
140		3,5	4,3	5,4	6,7	8,3	10,3
160		4,0	4,9	6,2	7,7	9,5	11,8
180		4,4	5,5	6,9	8,6	10,7	13,3
200		4,9	6,2	7,7	9,6	11,9	14,7
225		5,5	6,9	8,6	10,8	13,4	16,6
250		6,2	7,7	9,6	11,9	14,8	18,4
280		6,9	8,6	10,7	13,4	16,6	20,6
315		7,7	9,7	12,1	15,0	18,7	23,2
355		8,7	10,9	13,6	16,9	21,1	26,1
400		9,8	12,3	15,3	19,1	23,7	29,4
450		11,0	13,8	17,2	21,5	26,7	33,1
500		12,3	15,3	19,1	23,9	29,7	36,8
560		13,7	17,2	21,4	26,7	–	–
630		15,4	19,3	24,1	30,0	–	–
710		17,4	21,8	27,2	–	–	–
800		19,6	24,5	30,6	–	–	–
900		22,0	27,6	–	–	–	–
1000		24,5	30,6	–	–	–	–

(1) Con la dizione "mescolanze a base di PVC" si intendono miscele a base di cloruro di polivinile con gli ingredienti necessari per una appropriata fabbricazione del prodotto e tali comunque che il manufatto risponda ai requisiti specificati dalle superiori norme ed alle prescrizioni del Ministero della Sanità, se necessario. Le mescolanze avranno comunque massa volumica compresa tra 1,37 ÷ 1,45 g/cm<sup>3</sup>, carico unitario a snervamento non inferiore a 480 kgf/cm<sup>2</sup>, allungamento a snervamento minore del 10%, modulo di elasticità di circa 30.000 kgf/cm<sup>2</sup>, coefficiente di dilatazione termica lineare compreso tra 60 ÷ 80 · 10<sup>-6</sup> °C<sup>-1</sup> (le caratteristiche delle mescolanze hanno valore indicativo e non dovranno confondersi con le caratteristiche dei tubi previste dalla superiore normativa).

(2) V. anche UNI EN 1452-3 (Raccordi); 1452-4 (Valvole ed attrezzature ausiliarie); 1452.5 (Idoneità all'impiego del sistema); 1452-6 (Guida per l'installazione). Per i tubi di PVC da impiegare nelle condotte interrate di coinvolgimento dei gas combustibili, e per i relativi raccordi, sarà fatto riferimento alle UNI 7445 e 7446.

La marcatura sarà conforme al prospetto 10 della norma e dovrà contenere, oltre alle informazioni di rito, il diametro esterno nominale  $x$  spessore di parete e la pressione nominale PN. Per i tubi destinati alla distribuzione di acqua, si dovrà avere una marcatura supplementare con la parola "ACQUA".

### 56.2.2. Tubi e raccordi per fognature e scarichi interrati

Definiti dai codici "U" (1) ed "UD" (2) in rapporto all'area di applicazione, saranno formati con PVC-U ed idonei additivi, con contenuto di PVC non inferiore all'80% in massa per i tubi ed all'85% per i raccordi stampati ad iniezione, il tutto conformemente alla norma UNI EN 1401-1 riportata nelle generalità, con particolare riferimento ai Prospetti 1 e 2 della stessa ed ai metodi di prova di cui alla UNI EN 291. Saranno colorati in tutto il suo spessore, di regola nei colori marrone arancio (RAL 8023) o grigio (RAL 7037) (3).

I diametri esterni e gli spessori minimi e massimi dovranno essere conformi, in rapporto alla diversa rigidità anulare nominale SN (kN/m<sup>2</sup>) ai valori riportati nella Tab. 36; lo scostamento dalla circolarità (ovalizzazione), misurato direttamente dopo la produzione, dovrà essere non superiore a  $0,024 d_n$ .

Per le dimensioni dei raccordi, dei bicchieri e dei codoli, sarà fatto riferimento ai punti 6.3 e 6.4 della UNI EN citata; per la tipologia dei raccordi, al punto 6.5.

I tubi presenteranno una percentuale reale di rottura (TIR) da prova d'urto non superiore al 10% (prova EN 744) (2) ed inoltre una temperatura di rammollimento Vicat (VST) superiore a 79 °C ed un ritiro longitudinale (EN 743) non superiore al 5%. Per i raccordi si farà riferimento ai Prospetti 11 e 13 della norma.

TAB. 36 – Tubi di PVC-U per condotte di scarico interrate - Diametri nominali e spessori

Diametro nominale DN/OD Diametro esterno nominale $d_n$	Diametro esterno medio $d_{em.max}$	SN2 SDR51		SN4 SDR41		SN8 SDR34	
		$e_{min}$	$e_{min.max}$	$e_{min}$	$e_{min.max}$	$e_{min}$	$e_{min.max}$
110	110,3	-	-	3,2	3,8	3,2	3,8
125	125,3	-	-	3,2	3,8	3,7	4,3
160	160,4	3,2	3,8	4,0	4,6	4,7	5,4
200	200,5	3,9	4,5	4,9	5,6	5,9	6,7
250	250,5	4,9	5,6	6,2	7,1	7,3	8,3
315	315,6	6,2	7,1	7,7	8,7	9,2	10,4
400	400,7	7,9	8,9	9,8	11,0	11,7	13,1
500	500,9	9,8	11,0	12,3	13,8	14,5	16,3
630	631,1	12,3	13,8	15,4	17,2	18,4	20,5
800	801,3	15,7	17,5	19,6	21,8	-	-
1000	1001,6	19,6	21,8	24,5	27,2	-	-

Nota: Per le definizioni e la simbologia v. il punto 3 della UNI EN 1401-1

I tubi dovranno essere marcati ad intervalli massimi di due metri, con riporto: il riferimento alla norma, il codice di area di applicazione, la dimensione nominale, lo spessore minimo di parete o SDR, il materiale, la rigidità anulare nominale (SN) ed infine l'eventuale simbolo del cristallo di ghiaccio per impiego alle basse temperature ed il marchio di fabbrica.

### 56.3. TUBI, RACCORDI E VALVOLE DI POLIETILENE

#### 56.3.1. Tubi, raccordi e valvole di polietilene per la distribuzione di gas combustibili

Dovranno rispondere alle norme UNI EN 1555-1 (Generalità), UNI EN 1555-2 (Tubi), UNI EN 1555-3 (Raccordi), UNI EN 1555-4 (Valvole) nonché alle parti 5 e 7 per l'idoneità all'impiego del sistema e la guida alla conformità e dovranno resistere ad una pressione massima di esercizio "MOP" di 10 bar ad una temperatura di riferimento di 20 °C. Per la composizione del *compound* sarà fatto riferimento al prospetto 1 della UNI EN 1555-1.

I tubi avranno colore giallo o nero con strisce gialle di identificazione, diametri di 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110, 125, 140, ..... 630 mm, spessore di parete minimo connesso ai due tipi di serie (SDR 17,6 e SDR 11) come da prospetto 2 della norma e caratteristiche di cui in precedenza, specificherà anch'è il tipo di fluido interno (gas). Si richiamano le norme:

- UNI 8849** - Raccordi di polietilene saldabili per fusione mediante elementi riscaldanti, per condotte per convogliamento di gas Combustibile. Tipi di dimensioni e requisiti (pressioni di esercizio non maggiori di 4 bar).
- UNI 8850** - Raccordi di polietilene saldabili per elettrofusione per condotte interrate per convogliamento di gas Combustibile. Tipi dimensioni e requisiti (pressioni di esercizio non maggiori di 4 bar).
- UNI EN 13774** - Valvole per i sistemi di distribuzione gas con pressione massima di esercizio non maggiore di 16 bar.

#### 56.3.2. Tubi per distribuzione d'acqua (4)

Dovranno rispondere alle specifiche della seguente norma:

- UNI EN 12201-2** - Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE). Tubi.

Saranno composti con materiali conformi ai requisiti specificati nella norma UNI EN 12201-1, avranno colore blu o nero con strisce blu e dovranno rispettare le prescrizioni regolamentari vigenti (D.M. 21.03.1973, Circ. Min. San. 2.12.1978, n. 102). Avranno dimensioni nominali e spessore di parete come al prospetto 2 della norma, parzialmente riportato nella

(1) Codice U: codice per area di applicazione interrata all'esterno della struttura dell'edificio.

(2) Codice UD: codice per area di applicazione interrata sia all'interno che all'esterno dell'edificio.

(3) Secondo il registro dei colori RAL 840-HR.

(4) Tutti i costituenti del sistema devono essere conformi alle prescrizioni regolamentari vigenti. Si citano: D.M. 21.3.1973 - Disciplina degli imballaggi, recipienti, utensili destinati a venire in contatto con gli alimenti; Circ. 2.12.1978, n. 102 M.S. - Disciplina igienica concernente le materie plastiche, le gomme per tubazioni ed accessori destinati a venire in contatto con acqua potabile e da rendere potabile.

Tab. 37, e caratteristiche meccaniche e fisiche come ai prospetti 3, 4 e 5. In particolare: resistenza alla pressione idrostatica ad 80 °C (prova EN 921), allungamento a rottura  $\geq 350\%$  (prove EN ISO 6259-1 e ISO 6259-3), indice di fluidità in massa MFR con variazione a seguito della lavorazione  $\pm 20\%$  (rpova EN ISO 1133, condizione T), tempo di induzione all'ossidazione  $\geq 20$  min (prova EN 278).

Ove per installazioni particolari fosse necessario valutare la resistenza chimica, i tubi dovranno essere classificati secondo le ISO 4433-1 e ISO 4433-2 (1).

I tubi dovranno essere marcati in materia indelebile con le seguenti specifiche: numero della norma, marchio di fabbrica, dimensioni ( $dn \times en$ ), serie SDR, materiale e designazione (es. PE 80), classe di pressione in bar (PN), periodo di produzione.

### 56.3.3. Tubazioni in pressione per trasporto d'acqua, per fognature e scarichi

Destinate ad essere adoperate per interrimento nel suolo, per sbocchi a mare, per posa in acqua, in sospensione sotto ponte, ecc., con una pressione massima operativa (MOP) fino a 25 bar, con temperatura di esercizio di riferimento di 20 °C, dovranno rispondere alle prescrizioni della seguente normativa:

**UNI EN 13244-1** - Sistemi di tubazioni di materia plastica in pressione, interrati e non, per il trasporto di acqua per usi generali, per fognature e per scarichi. Generalità.

**UNI EN 13244-2** - Idem. Tubi.

**TAB. 37 - Tubi di polietilene per distribuzione d'acqua. Spessori di parete e relative tolleranze (mm) (2)**

Serie dei tubi	SDR 7,4 S 3,2		SDR 11 S 5		SDR 17 S 8		SDR 26 S 12,5	
	Pressione nominale PN in bar							
PE 80	PN 20		PN 12,5		PN 8		PN 5	
PE 100	PN 25		PN 16		PN 10		PN 6	
Dimensione nominale	Spessore di parete							
	$e_{min}$	$e_{max}$	$e_{min}$	$e_{max}$	$e_{min}$	$e_{max}$	$e_{min}$	$e_{max}$
16	2,3	2,7	-	-	-	-	-	-
20	3,0	3,4	2,0	2,3	-	-	-	-
25	3,5	4,0	2,3	2,7	-	-	-	-
32	4,4	5,0	3,0	3,4	2,0	2,3	-	-
40	5,5	6,2	3,7	4,2	2,4	2,8	-	-
50	6,9	7,7	4,6	5,2	3,0	3,4	2,0	2,3
63	8,6	9,6	5,8	6,5	3,8	4,3	2,5	2,9
75	10,3	11,5	6,8	7,6	4,5	5,1	2,9	3,3
90	12,3	13,7	8,2	9,2	5,4	6,1	3,5	4,0
110	15,1	16,8	10,0	11,1	6,6	7,4	4,2	4,8
125	17,1	19,0	11,4	12,7	7,4	8,3	4,8	5,4
140	19,2	21,3	12,7	14,1	8,3	9,3	5,4	6,1
160	21,9	24,2	14,6	16,2	9,5	10,6	6,2	7,0
180	24,6	27,2	16,4	18,2	10,7	11,9	6,9	7,7
200	27,4	30,3	18,2	20,2	11,9	13,2	7,7	8,6
225	30,8	34,0	20,5	22,7	13,4	14,9	8,6	9,6
250	34,2	37,8	22,7	25,1	14,8	16,4	9,6	10,7
280	38,3	42,3	25,4	28,1	16,6	18,4	10,7	11,9
315	43,1	47,6	28,6	31,6	18,7	20,7	12,1	13,5
355	48,5	53,5	32,2	35,6	21,1	23,4	13,6	15,1
400	54,7	60,3	36,3	40,1	23,7	26,2	15,3	17,0
450	61,5	67,8	40,9	45,1	26,7	29,5	17,2	19,1
500	-	-	45,4	50,1	29,7	32,8	19,1	21,2
560	-	-	50,8	56,0	33,2	36,7	21,4	23,7
630	-	-	57,2	63,1	37,4	41,3	24,1	26,7
710	-	-	-	-	42,1	46,5	27,2	30,1
800	-	-	-	-	47,4	52,3	30,6	33,8
900	-	-	-	-	53,3	58,8	34,4	38,3
1000	-	-	-	-	59,3	65,4	38,2	42,2
1200	-	-	-	-	-	-	45,9	50,6
1400	-	-	-	-	-	-	53,5	59,0
1600	-	-	-	-	-	-	61,2	67,5

**UNI 9338** - Tubi di materie plastiche per condotte di fluidi caldi sotto pressione. Tubi di polietilene reticolato (PE-X). Tubi, dimensioni e requisiti.

### 56.3.5. Tubi a parete strutturata per scarichi

Dovranno rispondere alle prescrizioni della seguente norma (3):

**UNI 10968-1** - Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi interrati non a pressione. Sistemi a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 1 - Specifiche per i tubi, i raccordi ed il sistema.

I tubi saranno composti con materiali conformi ai requisiti specificati nella norma 13244-1, avranno colore nero o nero con strisce di colore marrone e dovranno essere saldabili. La resistenza minima a trazione (MRS) sarà di 8,0 MPa per il materiale PE 80 e di 10,0 MPa per quello PE 100.

Le dimensioni nominali prevedono diametri da 32 a 1600 mm con spessori di parete uguali a quelli dei tubi UNI EN 12201-2 riportati in Tab. 37. Lo stesso dicasi per le caratteristiche meccaniche e fisiche.

### 56.3.4. Tubi di polietilene reticolato (PE-X)

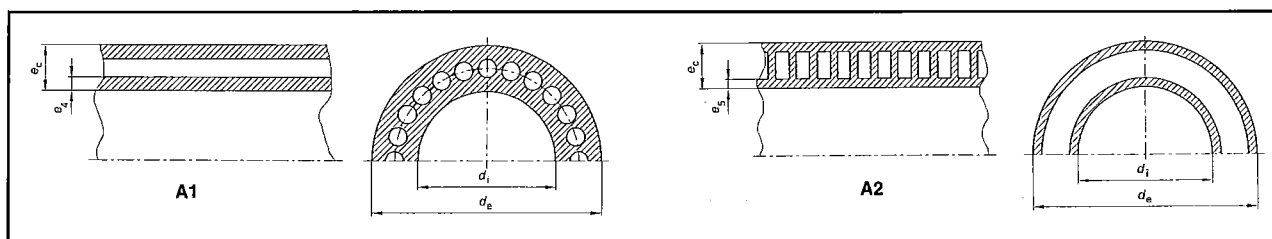
Potranno essere del tipo 314 (in pressione per temperature fino a 80 °C, per il coinvolgimento di fluidi caldi ad uso non alimentare, in esercizio continuo) o del tipo 315 (per il convogliamento di fluidi caldi ad uso alimentare), secondo prescrizione, e con pressioni di esercizio PN 10 o PN 16. In tutti i casi dovranno rispondere alle prescrizioni della seguente norma di unificazione:

(1) Una guida per la resistenza dei tubi di polietilene ai prodotti chimici è data dalla ISO/TR 10350.

(2) UNI 9032 - Tubi di resine termoindurenti rinforzati con fibre di vetro (PRFV). Tipi, dimensioni e requisiti.

(3) V. anche la norma UNI EN 13476.

FIG. 14 - Tubi a parete strutturata per scarichi non a pressione. Esempi di parete tipo A1 e A2



#### 56.4. TUBI E RACCORDI DI RESINE TERMOINDURENTI RINFORZATE CON FIBRE DI VETRO (PRFV)

##### 56.4.0. Generalità

Saranno costituiti da resine poliestere insature termoindurenti, armate con fibre di vetro e sottoposte a processo di polimerizzazione, con aggiunta o meno di cariche, inerti ed agenti polimerizzanti (acceleranti, catalizzatori, induritori, inibitori). La fabbricazione sarà effettuata di norma su mandrino rotante con procedimento per avvolgimento continuo o per centrifugazione.

Per la normativa, salvo diversa specifica, si farà riferimento alla UNI 9032 (1) che si applica alle seguenti classi di tubi:

- CLASSE A – Tubi monoparete rinforzati con fibre di vetro fabbricati su mandrino per avvolgimento di fili.  
(Sono da considerare inclusi, anche se non espressamente indicati dalla normativa, i tubi caricati con inerti silicei onde aumentare il grado di rigidità)
- CLASSE B – Tubi con «liner» in termoplastico
- CLASSE C – Tubi in aggregato con resine termoindurenti
- CLASSE D – Tubi monoparete prodotti per centrifugazione
- CLASSE E – Tubi monoparete rinforzati con nervature prodotti su mandrino
- CLASSE F – Tubi a doppia parete prodotti su mandrino

Con riferimento all'impiego i tubi verranno distinti in Tipi secondo il Prospetto I della UNI 9032, tra le quali: T1 (in pressione, temperatura fino a 60 °C per convogliamento di acqua potabile o da potabilizzare, secondo D.M. 21 marzo 1973 e Circolare 2 dicembre 1978, n. 102 del Ministero della Sanità); T2 (in pressione, temperatura fino a 60 °C, per convogliamento di fluidi alimentari); T3 (in pressione, temperatura fino a 80 °C, per convogliamento di liquami e scarichi civili); T4 (per irrigazione); T5 (in pressione, temperatura fino a 80 °C, per convogliamento di acqua di mare e prodotti chimici).

A secondo delle categorie, ci si riferirà per i calcoli alle seguenti normative:

- AWWA C - 950/81 – (American Water Work Association). Norme di accettazione e interrimento dei tubi in P.R.F.V.
- A.T.V. A 127 – (Abwasser Technische Vereinigung e V.).

Per quanto riguarda i metodi di prova si farà riferimento alle norme UNI 9033/1\*÷17\* di pari oggetto. Potrà farsi pure riferimento, per quanto non contemplato dalla citata normativa e non in contrasto con le presenti norme al «Disciplinare tra la fornitura e posa in opera di tubazioni in plastica rinforzati con fibre di vetro» in uso presso la ex Cassa per il Mezzogiorno.

##### 56.4.1. Materiali

Le resine generalmente impiegate saranno quelle del tipo poliestere insature. Potranno essere impiegate anche quelle del tipo epossidiche od altre termoindurenti purché non diversamente prescritto o particolarmente escluso.

Le resine potranno contenere cariche (ad es. per controllare la viscosità, migliorare la resistenza all'abrasione, aumentare il grado di rigidità, la resistenza all'urto, ecc.) ed eventuali pigmenti coloranti purché di tipo compatibile con la resina e con l'uso previsto per i manufatti.

I rinforzi dovranno essere costituiti da fibre di vetro «E» e, per alcune forme, da fibre o scaglie di vetro «C». Essi dovranno essere trattati con appretti idonei ad assicurare un buon legame con la matrice.

Gli acceleranti, i catalizzatori, gli induritori e gli inibitori dovranno essere della qualità ed usati nella quantità previste dal produttore della resina al fine della completa polimerizzazione dello stratificato in relazione alle tecnologie di lavorazione.

##### 56.4.2. Composizione dello stratificato

La parete dei tubi e raccordi sarà di norma costruita da una serie di tre strati, costituenti comunque un unico complesso strutturale (stratificato), di cui uno interno (eventualmente rinforzato) ricco di resina, uno meccanico-resistente ed uno esterno. In particolare (per le classi A, D, E, F):

a) – *Strato interno*: si distinguerà in uno strato interno propriamente detto ed uno intermedio (barriera antidiffusione). Il primo avrà spessore non inferiore a 0,3 mm, contenuto in resina non inferiore all'80% e sarà assolutamente privo di difetti quali screpolature, incrinature o cavità; potrà essere rinforzato con «mat» di superficie (fibre di vetro «C» od altre fibre). Il secondo avrà spessore non inferiore ad 1 mm (2 mm per i tubi di categoria T5) sarà rinforzato con un «mat» a fili tagliati di massa non superiore a 450 g/m<sup>2</sup> o con un'equivalente quantità di fili (roving) tagliati e disposti meccanicamente. Complessivamente lo strato interno avrà un contenuto di resina non inferiore al 70%. La resina costituente lo strato interno sarà di tipo chimico-resistente ed in ogni caso compatibile col fluido trasportato, ed avrà un allungamento a trazione non inferiore al 4%.

La fibra di vetro costituente il materiale di rinforzo sarà del tipo «E» (elettrico) od anche del tipo «C» (chimico-resistente).



b) - *Strato meccanico-resistente*: sarà privo di difetti evidenti di lavorazione come zone di delaminazione, disomogeneità strutturale, ecc. e sarà rinforzato con fibre di vetro sotto forma di fili continui (roving), fili tagliati (chopped roving), «mat». La resina costituente questo strato generalmente sarà del tipo isoftalico o ortoftalico e dovrà soddisfare ai requisiti seguenti: temperatura di distorsione termica, 80 °C min. (ASTM D 648); allungamento a rottura per trazione, 2,5% min. (ASTM 638); resistenza a flessione, 90 N/mm<sup>2</sup> min. (ASTM D 790); acidità, 30 mg KOH/g max. (DIN 53402); assorbimento d'acqua 0,5% max. (ASTM D 570); viscosità, 500 cps max. a 25 °C.

La fibra di vetro costituente il materiale di rinforzo sarà esclusivamente del tipo «E» precedentemente citato.

Per i tubi della classe «F» questo strato sarà costituito da tutti quegli elementi strutturali che concorrono alla resistenza meccanica del tubo e non appartengono né allo strato interno né a quello esterno. Tale strato sarà composto da un «sandwich» costituito da due stratificati uniti da un «core» con eventuali nervature di collegamento.

Le piattabande del «sandwich» saranno realizzate con stuoie, mat, tessuti, fili continui, ecc. aventi un contenuto minimo di rinforzo pari al 25% in peso. Le eventuali costolature saranno costituite da resina termoindurente rinforzata e caricata.

c) - *Strato esterno*: potrà essere rinforzato o non rinforzato e dovrà avere uno spessore non inferiore a 0,2 mm; dovrà essere ricco di resina (80% in massa min.), privo di fibre affioranti e contenere inibitori contro i raggi u.v.. In alternativa potrà essere costituito da opportuni «gelcoats».

Gli inerti, se presenti, saranno di norma costituiti da sabbie di quarzo o silicee con contenuto in SiO<sub>2</sub> non inferiore al 94%, diametro massimo dei granuli non superiore ad 1 mm, contenuto di ferro non superiore allo 0,4% ed umidità non superiore all'1%. La percentuale in massa sarà non superiore al 40% per i tubi in pressione ed al 50% per i tubi da scarico. Il contenuto percentuale dei componenti dovrà essere dichiarato dal fabbricante.

### 56.4.3. Dimensioni

Per i tubi di classe A, C, E, F i diametri nominali DN saranno conformi al Prospetto II di cui al punto 8 delle norme (....40-50-65-75-80-90-100-110-125-160- 220-250-....500-600-....1000-1200-....4000). I diametri interni «Di» (dichiarati dal produttore) saranno uguali ai corrispettivi DN con uno scostamento limite dell'1,5÷7%. Per le tecnologie di produzione per avvolgimento continuo su mandrino che fanno riferimento al diametro esterno i diametri esterni «De» (dichiarati dal produttore) saranno uguali ai corrispettivi DN con le tolleranze indicate dalle norme AWWA C 950-81.

Le lunghezze utili saranno comprese tra 6 e 18 m con tolleranza + 40/-10 mm sui valori dichiarati. Potranno comunque essere concordate lunghezze di barre differenti.

Per i tubi della classe D i diametri nominali DN saranno conformi all'analogo Prospetto IV delle norme (100-200-300-....1000-1200-....4000). I diametri esterni «De» (dichiarati dal produttore) saranno quelli indicati nello stesso prospetto con le relative tolleranze. Le lunghezze saranno non inferiori a 6 m.

### 56.4.4. Classificazione

I manufatti tubolari saranno classificati in base alla loro pressione nominale PN (1) nonché in base alla loro resistenza meccanica trasversale iniziale caratterizzata dall'indice di rigidità trasversale RG (2). La norma prevede 14 classi di pressione nominale e 4 classi dell'indice di rigidità come alle Tab. 38 e 39.

TAB. 38 - Tubi in P.R.F.V. - Classi di pressione nominale

Pressione nominale PN (bar)	1	2,5	3,2	4	5	6	8	10	12,5	16	20	25	32	40
-----------------------------	---	-----	-----	---	---	---	---	----	------	----	----	----	----	----

TAB. 39 - Tubi in P.R.F.V. - Classi di rigidità

CLASSI	1250	2500	5000	10000
	Indice di rigidità (N/m <sup>2</sup> )(Pa)			
	> 1250 / ≤ 2500	> 2500 / ≤ 5000	> 5000 / ≤ 10000	> 10000

Per le necessità inerenti al calcolo dei tubi, il fattore rigidezza (3) trasversale EJ (o SF: Stiffness Factor) verrà determinato come specificato nella UNI 9033/8<sup>a</sup>. In ogni caso, per le normali applicazioni di condotte interrato, sarà tassativamente esclusa la classe 1250 (salvo opportuno rinforzo delle sezioni). Per i tubi della classe E con irrigidimenti trasversali la rigidità meccanica sarà definita come al punto 14.5.2 della UNI 9032.

### 56.4.5. Caratteristiche e requisiti di accettazione

I tubi ed i raccordi in PRFV dovranno presentare, unitamente ai requisiti più avanti specificati, superfici lisce ed uniformi esenti da irregolarità e difetti come: delaminazioni, bolle, lesioni fibre affioranti.

La pressione di fessurazione PF (4) dovrà essere non inferiore a quattro volte la pressione nominale PN; quella di rottura PR (5) non inferiore a cinque volte. Questi valori faranno riferimento al breve termine ed a materiali completamente polimerizzati (contenuto di stirene non reagito non superiore allo 0,3%).

Per quanto riguarda il comportamento dei materiali a lungo termine si farà riferimento alle normative citate.

I tubi ed i raccordi non a pressione saranno soggetti alle condizioni corrispondenti alla PN 1.

Per PN > 1, la resistenza media longitudinale del solo strato meccanico-resistente dovrà essere tale da sopportare

(1) La pressione nominale PN corrisponde alla pressione interna massima ammissibile, per servizio continuo, alla temperatura di 23 ± 2 °C, e per convogliamento di acqua (individua il tubo agli effetti della sola resistenza alla pressione interna e non agli effetti della resistenza ai carichi addizionali dei quali dovrà tenersi anche conto in sede di progetto).

(2) L'indice di rigidità trasversale RG è definito dalla formula:  $RG = EJ/D^3$  kgf/cm<sup>2</sup> dove: E = modulo elastico del materiale in direzione circonferenziale espresso in kgf/cm<sup>2</sup>; J = momento di inerzia trasversale della striscia unitaria della parete del tubo rispetto all'asse neutro della sezione longitudinale della parete stessa in cm<sup>4</sup>/cm; D = diametro nominale del tubo.

(3) Il fattore di rigidezza trasversale SF (Stiffness Factor) viene ricavato dalla formula:  $FS = Fr^2/dy$  kgf.cm dove: F = carico esterno sulla generatrice di un tronco di tubo in kgf/cm; r = raggio del tubo in cm; dy = deflessione trasversale in cm.

(4) La pressione di fessurazione è la pressione che provoca lesioni alla parete interna del tubo.

(5) La pressione di rottura è la pressione alla quale si hanno danni notevoli che interessano la struttura del tubo. Può coincidere con la pressione di fessurazione.

una pressione interna pari a 2 PN, considerato il tronco del tubo a sè stante e chiuso alle estremità. Con riguardo alla tenuta idraulica, i manufatti (tubi o raccordi) sottoposti ad una pressione pari a 1,5 volte la pressione nominale PN, non dovranno in alcun modo lesionarsi né manifestare perdite.

Per i tubi delle classi A, C, E, F, gli scostamenti limite sul diametro interno dichiarato «Di» saranno come da Tab. 40. Ove il diametro dichiarato fosse quello esterno «De» gli scostamenti saranno conformi alle norme AWWA C 950-81. Per i tubi della classe D gli scostamenti limite saranno come da Prospetto IV allegato alle norme.

**TAB. 40 - Tubi PRFV. Classi A, C, E, F.  
Tolleranze sul diametro interno**

Scostamenti limite su $D_i$ (mm)	
fino a 500	$\pm 1,5$
da oltre 500 fino a 1000	$\pm 4$
da oltre 1000 fino a 2000	$\pm 5$
da oltre 2000 fino a 4000	$\pm 7$

#### 56.4.6. Designazione e marcatura

La designazione dei tubi e raccordi P.R.F.V. per tutte le applicazioni dovrà comprendere: il tipo di manufatto (tubo o raccordo, secondo simbolo distintivo); la natura del materiale; il riferimento alla norma; la classe; la sigla di cui ai Prospetto VI della norma; il diametro nominale DN; il tipo di utilizzazione come da Prospetto I; la pressione nominale PN; l'indice di rigidità trasversale RG.

La marcatura, da apporsi in maniera indelebile nella zona centrale dei manufatti, dovrà comprendere: la *designazione completa*; la *data di produzione* (mese-anno); il *numero di partita ed il marchio di fabbrica*.

### Art. 57

## APPARECCHI IDRAULICI

#### 57.0. GENERALITÀ

Tutti gli apparecchi ed i pezzi speciali da impiegare nell'esecuzione delle condotte e delle cabine di manovra dovranno uniformarsi ai tipi specificati in progetto e corrispondere esattamente alle prescrizioni delle relative norme di unificazione nonché ai modelli approvati dalla Direzione Lavori e depositati in campionatura.

I pezzi di fusione dovranno presentare superfici esterne perfettamente modellate, se del caso sbavate e ripassate allo scalpello od alla lima. I piani di combaciamento di tutte le flange dovranno essere ricavati mediante lavorazione al tornio e presentare inoltre una o più rigature circolari concentriche per aumentare la tenuta con guarnizione. Del pari dovranno essere ottenute con lavorazione a macchina tutte le superfici soggette a sfregamenti nonché i fori dei coperchi e delle flange di collegamento.

Tutti i pezzi in ghisa dei quali non sarà prescritta la verniciatura, dopo l'eventuale collaudo in officina dovranno essere catramati o bitumati internamente ed esternamente (1). Le superfici esterne grezze in bronzo, rame, ottone, se non diversamente prescritto, saranno semplicemente ripulite mediante sabbiatura. Sulla superficie esterna di ogni apparecchio dovrà inoltre risultare, di fusione o con scritta indelebile, la denominazione della ditta costruttrice, il diametro nominale, la pressione nominale e le frecce indicanti la direzione della corrente.

L'Amministrazione appaltante si riserva la facoltà di sottoporre a prove o verifiche gli apparecchi forniti dall'Appaltatore, intendendosi a totale carico dello stesso, come peraltro specificato nelle condizioni generali di fornitura, tutte le spese occorrenti per il prelievamento ed invio, agli Istituti di prova, dei campioni che la Direzione intendesse sottoporre a verifica.

#### 57.1. VALVOLE PER LA FORNITURA D'ACQUA

##### 57.1.1. Generalità e materiali

Le valvole per la fornitura d'acqua dovranno essere realizzate e fornite nel rispetto delle prescrizioni di cui alle seguenti norme di unificazione:

**UNI EN 1074-1** - Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di attitudine all'impiego e prove di verifica. Requisiti generali.

e delle parti specifiche da 2 a 6 che trattano: valvole di intercettazione; valvole di ritegno; sfianti di aria; valvole di regolazione; idranti.

I materiali potranno essere, in rapporto alle prescrizioni: ghisa grigia EN-GJL 200 UNI EN 1561 od acciaio non legato per getti Fe G UNI 3158 per la costruzione dei corpi e dei coperchi; ghisa grigia c.s., acciaio non legato c.s., bronzo G-Cu Sn5 Pb5 Zn5 UNI EN 1982, lega di rame da fonderia (ottone speciale) G-Cu Zn34 Pb2 UNI EN 1982 e lega di rame da lavorazione plastica (ottone al piombo) Cu 58% Zn 40% Pb 2% per la costruzione delle altre parti. La Direzione Lavori potrà ammettere comunque l'impiego di altri materiali, purché idonei e scelti tra quelli unificati.

Su una fiancata del corpo delle valvole dovranno essere ricavati di fusione, od impressi in modo leggibile ed indelebile, il marchio di fabbrica, il *diametro nominale*, la *pressione nominale* e la *sigla* indicante il materiale del corpo. Sul bordo delle flange dovrà essere indicata la dima di foratura (es. Dima PN10). I DN dovranno essere selezionati tra quelli indicati nella EN 805, con il limite superiore uguale al DN 2000. Per le valvole minori di DN 50 sono obbligatorie solamente le tre seguenti marcature: PN, marchio di fabbrica, riferimento alla norma di prodotto.

Sulle saracinesche di ghisa la bitumatura dovrà essere effettuata con le modalità di cui al punto 51.0. (nota). La verniciatura dovrà invece essere effettuata su tutte le saracinesche di ghisa che non verranno, per apposita disposizione, bitumate e su quelle di acciaio, nonché sulle scatole dei comandi (2).

(1) La catramatura o la bitumatura dovranno essere eseguite immergendo le parti da proteggere (corpi, coperchi, otturatori, sopraccappelli, premitrecce) in un bagno di catrame o di bitume rispettivamente. I pezzi, prima dell'immersione, dovranno essere grezzi di fusione, sbavati ed accuratamente puliti dalla ruggine e dai residui di terra da fonderia, nonché preriscaldati alla temperatura di  $110 \pm 140$  °C. I catrami dovranno essere di tipo minerale, i bitumi del tipo ossidato: entrambi dovranno essere privi di sostanze che possano alterare i caratteri organolettici dell'acqua convogliata. Il rivestimento dovrà risultare di spessore adeguato, uniforme, nonché privo di bolle o squamature.

(2) La verniciatura dovrà essere eseguita su tutte le parti grezze in vista od interne accessibili (a saracinesca montata) mediante applicazione, salvo diversa specifica, di almeno due mani di vernice protettiva per le saracinesche di ghisa e di vernice a base di alluminio per quelle di acciaio. Tutte le aste di acciaio e le chiavi di manovra dovranno essere protette con vernice bituminosa. Le viti ed i bulloni, montati o da montare, dovranno essere ingrassati ed oleati sulle parti filettate.

### 57.1.2. Pressioni

Le valvole destinate a sistemi idrici rientrano nella designazione PN e dovranno essere progettate in modo che le loro pressioni caratteristiche PFA (pressione di esercizio ammissibile), PMA (pressione massima ammissibile) e PEA (pressione di prova ammissibile) siano conformi alla Tab. 41 per la corrispondente PN.

TAB. 41 - Rapporti tra le pressioni caratteristiche e quella nominale

PN	PFA bar	PMA bar	PEA bar
6	6	8	12
10	10	12	17
16	16	20	25
25	25	30	35

### 57.1.3. Temperature

Le valvole dovranno sopportare temperature di esercizio da 0 °C (escluso il gelo) a 40 °C e temperature di stoccaggio da -20 °C a 70 °C.

### 57.1.4. Tipi di estremità e intercambiabilità

Le valvole dovranno rispettare i requisiti normalizzati dei relativi sistemi di tubazioni. Per l'intercambiabilità delle valvole frangiate, il loro scartamento dovrà essere in accordo con la EN 558-1 e le loro flange con le norme EN citate al punto 4.6 della UNI EN 1074-1.

### 57.1.5. Velocità massima dell'acqua

In condizioni di portata costante, le valvole dovranno poter sopportare una velocità di flusso di 2,5 m/s per PFA di 6 bar, di 3 m/s per PFA di 10 bar, di 4 m/s per PFA di 16 bar e di 5 m/s per PFA di 25 bar.

### 57.1.6. Tenuta

Le valvole dovranno garantire la tenuta ad una pressione d'acqua interna uguale al maggiore dei due valori: PEA ovvero 1,5 x PFA. Inoltre una tenuta all'entrata di aria, acqua ed ogni corpo estraneo.

### 57.1.7. Valvole a saracinesca – Particolarità costruttive

Tutte le valvole a saracinesca (o saracinesche) dovranno essere di norma costruite con quattro sedi di tenuta, due nel corpo e due nell'atturatore, riportate sotto forma di anelli opportunamente sagomati di materiale G-Cu Zn34 Pb2 UNI EN 1982. Fanno eccezione le valvole aventi DN minore di 100 per le quali l'otturatore potrà essere eseguito completamente di bronzo o di ottone fuso. La sede di imposta degli anelli di tenuta dovrà essere lavorata in modo da garantire un fissaggio stabile nel tempo e la perfetta tenuta. Le superfici di contatto dovranno presentare una rugosità superficiale Ra inferiore ad 1 micron. Non saranno ammesse sedi riportate per saldatura,

Gli steli di manovra dovranno essere eseguiti in ottone al piombo, stampato o fucinato. La filettatura dovrà essere a profilo trapezoidale TpN UNIM 124 (2a Ed.), sinistra ad un solo principio. La madre vite dovrà essere di norma eseguita di bronzo GCu Sn5 Pb5 UNI EN 1982; dovrà avere altezza non minore di 5 volte il passo della filettatura (e dei 9/10 del diametro esterno dello stelo) e superficie di contatto con rugosità Ra inferiore a 3 micron. Nel caso di saracinesche a vite interna gli steli di manovra dovranno essere realizzati con collarino monoblocco, ricavato per fucinatura o per stampaggio non essendo ammessi collarini comunque riportati.

Le saracinesche fino a DN 300, salvo diversa prescrizione, verranno fornite munite di cappello salvaquadro per la manovra con chiave a T. Quelle oltre DN 300 saranno di norma fornite munite di volantino, di ghisa UNI EN 1561 o di ghisa malleabile UNI EN 1562. Per saracinesche minori di DN 300, i volantini dovranno essere del tipo a calice (1).

Al fine di permettere l'apertura manuale delle saracinesche quando la pressione differenziale tra le due facce del cuneo supera i valori riportati nel prospetto di cui al punto 5.3.2 della UNI 7125 (2), su un lato di ciascuna saracinesca dovranno essere realizzati due appositi attacchi per l'applicazione del «by-pass», con eccezione per le saracinesche a corpo piatto. I diametri nominali del «by-pass» dovranno corrispondere al prospetto di cui al punto 5.3.3 della UNI citata. Qualora non fosse possibile l'applicazione del «by-pass» dovrà essere applicato il dispositivo riduttore manuale, del tipo normale o sbloccabile secondo prescrizione. In ogni caso la forza della coppia applicata sulla periferia del volantino del riduttore non dovrà superare il valore di 150 N (3).

### 57.1.8. Prove

Tutte le saracinesche dovranno essere sottoposte alle prove di pressione del corpo e di tenuta delle sedi. Le prove saranno effettuate con le modalità riportate nelle rispettive norme ed avranno durata non inferiore a 10 minuti e comunque sufficiente per constatare la perfetta tenuta del corpo e delle sedi.

### 57.1.9. Attestato di conformità

L'appaltatore è tenuto a fornire alla Stazione appaltante un attestato di conformità, rilasciato dal fabbricante, con il quale verrà certificato che le saracinesche fornite sono conformi alla norma UNI richiamata ed a quant'altro è stato oggetto di specifica richiesta.

- (1) In tutti i casi sulle corone dei volantini dovranno essere ricavate di fusione due frecce con l'indicazione del senso di apertura. In alternativa, e limitatamente ai diametri più piccoli, le frecce e le indicazioni potranno essere riportate su targhetta inserita al centro dei volantini.
- (2) La normativa UNI 7125 è stata sostituita dalle norme della serie UNI EN 1074. Il riferimento alla UNI 7125 può ritenersi valido in assenza di diverse disposizioni. Per i requisiti di coppia per le valvole a saracinesca azionate con manovella v. peraltro l'Appendice B della norma UNI EN 1074-2.
- (3) Se non espressamente previsto, la Direzione Lavori potrà richiedere che le saracinesche vengano fornite munite di gruppo motoriduttore elettrico. Questo dovrà essere dotato delle apparecchiature necessarie per l'arresto elastico di fine corsa in chiusura e per l'arresto automatico in apertura, e dovrà essere predisposto in modo tale da consentire l'arresto e la ripresa o l'inversione in qualsiasi posizione di apertura e chiusura. Inoltre dovrà essere munito di dispositivi di salvaguardia per la protezione del motore e degli organi meccanici contro sollecitazioni anormali derivanti da ostacoli e dal mancato funzionamento di fine corsa.

## 57.2. VALVOLE PER CONDOTTE GAS

Dovranno rispondere, in rapporto ai campi di impiego, alle prescrizioni della seguente norma:

- UNI EN 14141** - Valvole per il trasporto di gas naturale in condotte. Requisiti prestazioni e prove.  
**UNI EN ISO 14723** - Industria del petrolio e del gas naturale. Sistemi di condotte di trasporto. Valvole per condotte sottomarine.

## Art. 58

## MATERIALI DIVERSI E SPECIALI

## 58.1. ACCESSORI PER CAMERETTE E POZZETTI STRADALI

## 58.1.1. Dispositivi di chiusura per camerette d'ispezione

Potranno essere del tipo quadrato, rettangolare (1) o circolare, secondo prescrizione, con coperchi chiusini o tamponi di forma rotonda o quadrata in rapporto ai vari tipi di manufatti, ma comunque con fori di accesso (se accessibili) di luce netta mai inferiore a 600 mm. I materiali di costruzione saranno la ghisa grigia (almeno R 150 UNI ISO 185), la ghisa sferoidale o l'acciaio, impiegati da soli od in unione al calcestruzzo (2).

In ogni caso dovranno essere rispettate le seguenti norme di unificazione:

- UNI EN 124** - Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione. Principi di costruzione, prove di tipo, marcatura e controllo di qualità.

I coperchi potranno essere dotati di fori di aerazione (3) di sezione totale non inferiore a: 5% della superficie del cerchio (DN quota di passaggio) per i chiusini aventi quota non superiore a 600 mm; 140 cm<sup>2</sup> chiusini con quota superiore. Sotto tali coperchi, inoltre, potrà essere richiesta l'installazione di opportuni cestelli in lamiera di acciaio zincata, per la raccolta dei corpi solidi.

Le superfici di contatto dei chiusini, dalla Classe A 15 alla classe F 900 dovranno garantire la dovuta stabilità e silenziosità di esercizio, in particolar modo per le classi D 400, E 600 e F 900. Queste condizioni potranno essere ottenute con tutti i mezzi appropriati, quali: lavorazione meccanica, inserimento di guarnizioni elastiche, appoggio su tre punti, ecc. purché approvati dalla Direzione Lavori.

Ogni chiusino dovrà riportare, di fusione, il *nome e/o la sigla del fabbricante* e la *classe*, funzione quest'ultima del carico di prova (4) in rapporto alle condizioni di esercizio di cui alla Tab. 42.

TAB. 42 - Chiusini per camerette d'ispezione. Classi (Norma UNI EN 124)

CLASSE	CONDIZIONI DI INSTALLAZIONE*	CARICHI DI PROVA KN
A 15	Zone ad esclusivo uso pedonale - Zone ciclabili e/o verde .....	1,5
B 125	Zone pedonali - Marciapiedi (eccezionalmente soggetti a carichi veicolari).....	12,5
C 250	Zone di banchina - Canalette e cunette .....	25,0
D 400	Vie di circolazione (Autostrade, strade statali e provinciali).....	40,0

\* In casi eccezionali (es. aeroporti) i chiusini potranno essere richiesti con portate di 60 t (classe E 600) o 90 t (classe F 900)

## 58.1.2. Griglie e chiusini per pozzetti stradali (caditoie)

Le griglie potranno avere, in rapporto alle prescrizioni, la superficie superiore sagomata ad inginocchiatoio (ossia piatta e con una leggera pendenza verso il cordolo del marciapiede), ovvero concava (secondo la sagoma della cunetta stradale), con sbarre trasversali oppure parallele alla direzione della carreggiata. La distanza delle traverse, in rapporto all'orientamento rispetto alla direzione del traffico ed alla classe, dovrà risultare conforme ai prospetti 4 e 5 della UNI EN 124.

In tutti i casi la luce netta delle griglie dovrà essere non inferiore a 125 cm<sup>2</sup> (per pendenza della carreggiata fino al 5%) e convenientemente superiore per maggiori pendenze.

Gli eventuali cestelli (5) per la selezione e raccolta dei detriti solidi dovranno essere realizzati in lamiera di acciaio zincata, con fondo pieno e parete forata, uniti mediante chiodatura, saldatura, flangiatura, ecc. Saranno di facile sollevamento e poggeranno di norma su appositi risalti ricavati nelle pareti dei pozzetti.

In rapporto all'utilizzazione il carico di prova (6) sarà stabilito come alla Tab. 42.

## 58.1.3. Gradini per pozzetti di ispezione

Potranno essere, secondo prescrizione, in ghisa, in acciaio galvanizzato o zincato, od ancora in acciaio inossidabile. Potranno inoltre avere forma di bacchette (tipo DIN 19555) o di staffe (tipo corto: DIN 1211B; medio: DIN 1211A; lungo: DIN 1212).

Nel primo caso il diametro dovrà essere non inferiore a 20 mm; nel secondo caso lo stesso limite sarà rispettato dalla sezione di incastro dei bracci a mensola. In tutti i casi i gradini dovranno essere provati per un carico concentrato di estremità non inferiore a 3240 N. Si richiama la norma:

- UNI EN 93101** - Gradini per camere d'ispezione sotterranee. Requisiti, marcature e prove.

- (1) I telai quadrati saranno preferiti per l'impiego sulle strade pavimentate in lastricato, basolato, ecc. per il migliore adattamento agli elementi della pavimentazione.  
(2) Nella soluzione più frequente, specialmente negli altri paesi europei, il telaio è in ghisa e cemento armato, più facilmente collegabile pertanto al sottostante manufatto in calcestruzzo, mentre il coperchio è in ghisa con riempimento in calcestruzzo. In tali tipi, il calcestruzzo dovrà avere una resistenza a compressione a 28 gg pari almeno a 45 N/mm<sup>2</sup> (norme DIN 4281); quello di riempimento del coperchio inoltre dovrà essere additivato con materiali indurenti (es. carborundum) in modo da raggiungere una resistenza all'abrasione non inferiore all'8° grado della scala Mohs.  
(3) L'impiego dei coperchi forati non risulterà idoneo per la copertura di pozzetti profondi, situati in strade con forte pendenza (ad evitare effetti di tiraggio), o laddove negli stessi pozzetti siano da installare apparecchiature e meccanismi particolari (ad evitare ingresso di acqua e di fango).  
(4) Tale carico dovrà essere raggiunto in 4 minuti. La forza di pressione dovrà essere esercitata perpendicolarmente al coperchio alloggiato nel proprio telaio a mezzo di un punzone come da prospetto VII della norma.  
(5) Ove l'organizzazione comunale non dovesse prevedere un regolare e periodico servizio di vuotatura e manutenzione, l'adozione dei cestelli selettivi non risulta opportuna.  
(6) Il carico di prova dovrà essere riportato in fusione su ciascun elemento.

## 58.2. MATERIALI PER GIUNZIONI

## 58.2.1. Elastomeri per anelli di tenuta (1)

Le speciali gomme con cui verranno formati gli anelli di tenuta potranno essere del tipo naturale (mescole di caucciù) o sintetico (neoprene, ecc.); dovranno comunque possedere particolari caratteristiche di elasticità (rapportate alle caratteristiche geometriche e meccaniche dei tubi) per attestare le quali il fabbricante dovrà presentare apposita certificazione da cui si rilevi il rispetto della normativa UNI EN 681-1 (2) e comunque i seguenti dati:

- la classe di durezza (come definita al punto 3. della EN 681-1) espressa in gradi internazionali IRH (International Rubber Hardness) e determinata secondo UNI 7318;
- la resistenza a trazione (che comunque non dovrà risultare inferiore a 9 MPa);
- l'allungamento a rottura, in %, il cui valore minimo, determinato secondo ISO 37, non dovrà risultare inferiore ai valori riportati nel prospetto 2 della UNI EN 681/1;
- la deformazione massima residua a compressione, i cui valori non dovranno superare quelli riportati nello stesso prospetto;
- i risultati della prova di invecchiamento e di rilassamento, con riferimento ai valori ed ai metodi di prova riportati in prospetto 2 della UNI EN citata.

TAB. 43 - Elementi di tenuta. Proprietà fisiche nei sistemi per acqua fredda, acque di scarico, fognarie e di acqua piovana

Tipi WA, WC e WG			Requisiti per le classi di durezza					
Proprietà	Unità di misura	Metodo di prova	40	50	60	70	80	90
Tolleranza ammessa sulla durezza nominale	IRHD	ISO 48	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5
Resistenza alla trazione, min.	MPa	ISO 37	9	9	9	9	9	9
Allungamento a rottura, min.	%		400	375	300	200	125	100
Deformazione residua dopo compressione, max. da 72 h a 23 °C da 24 h a 70 °C da 72 h a -10 °C	%	ISO 815	12	12	12	15	15	15
			20	20	20	20	20	20
			40	40	50	50	60	60
Variazione di volume in acqua, max. 7 d a 70 °C	%	ISO 1817	+ 8/-1					
Resistenza all'ozono	-	ISO 1431-1	Nessuna screpolatura visibile ad occhio nudo					

La Direzione Lavori potrà richiedere comunque un'ulteriore documentazione dalla quale risulti il comportamento degli anelli nelle prove di: resistenza alla corrosione chimica, resistenza all'attacco microbico e resistenza alla penetrazione delle radici.

Le mescolanze di gomma naturale saranno di prima qualità, omogenee ed esenti da rigenerato o polveri di gomma vulcanizzata di recupero. Per l'impiego su tubazioni destinate a convogliare acqua potabile tali mescolanze non dovranno contenere elementi metallici (antimonio, mercurio, manganese, piombo e rame) od altre sostanze che possano alterare le proprietà organolettiche.

Le guarnizioni con diametro interno fino a 1100 mm dovranno essere ottenute per stampaggio e dovranno presentare omogeneità di materiale, assenza di bolle d'aria, vescichette, forellini e tagli; la loro superficie dovrà essere liscia e perfettamente stampata, esente da difetti, impurità o particelle di natura estranea.

Ogni guarnizione (o unità di imballaggio di elementi di tenuta) dovrà essere marcata in modo chiaro e durevole con le seguenti indicazioni: dimensione nominale, identificazione del fabbricante, tipo di applicazione (3) e classe di durezza, marchio di certificazione dell'organismo di controllo, trimestre ed anno di fabbricazione, eventuali caratteristiche particolari ed infine l'indicazione abbreviata della gomma.

Per le guarnizioni relative alle condotte di gas, si farà riferimento alla seguente norma di unificazione:

**UNI EN 682** - Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali elastomerici utilizzati in tubi e raccordi per il trasporto di gas e idrocarburi fluidi.

Gli elementi di tenuta in elastomero per tubi e raccordi per il trasporto di gas ed idrocarburi fluidi saranno classificati in base alla loro durezza secondo le categorie riportate in Tab. 44 ed avranno i requisiti riportati al punto 4 della norma, particolarmente compendiate nei prospetti 2 e 3 della stessa. Per la designazione, le applicazioni e la temperatura di esercizio, si farà riferimento alla Tab. 44.

TAB. 44 - Guarnizioni in elastomero per gas e idrocarburi liquidi. Categorie di durezza

Categoria di durezza	50	60	70	80	90
Campo di durezza, IRHD	46-55	56-65	66-75	76-85	86-95

(1) Le norme di cui al presente titolo si riferiscono specificatamente alle guarnizioni di gomma naturale di cui alla norma UNI EN 681-1. Per le guarnizioni di gomma sintetica o di altro tipo sarà fatto riferimento alle UNI 681-2-3-4 od alle norme ISO.

(2) UNI EN 681-1 - Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua. Gomma vulcanizzata.

(3) Tipi di applicazione: WA (convogliamento di acqua fredda potabile); WB (acqua calda potabile fino a 110 °C); WC (convogliamento di acqua non potabile fredda, acque di scarico, fognarie e di acqua piovana); WD (acqua non potabile calda fino a 110 °C); WE (elementi in copolimero isoprene-isobutilene per acqua potabile calda); WF (idem per acqua non potabile calda); WG (convogliamento di acqua non potabile fredda, acque di scarico con temperatura fino a 45 °C in continuo o fino a 95 °C con intermittenza, con resistenza all'olio).

Ogni elemento di tenuta, o unità imballaggio di elementi di tenuta dovrà essere marcato in maniera indelebile con le seguenti indicazioni: dimensione nominale; marchio di fabbrica; riferimento alla norma e tipo e categoria di durezza; tipo di elastomero (in sigla); caratteristiche particolari. Per la marcatura CE e l'etichettatura, sarà fatto riferimento all'Appendice ZA.3.

**TAB. 45 – Designazione degli elementi di tenuta in elastomero per tipo, applicazione e temperatura di esercizio**

Tipo	Applicazione	Temperatura d'esercizio °C
GA	Gas combustibile	da -5 a 50
GAL	Gas combustibile	da -15 a 50
GB	Idrocarburi fluidi e gas combustibile	da -5 a 50
GBL	Idrocarburi fluidi e gas combustibile	da -15 a 50
H	Idrocarburi fluidi e gas combustibili contenenti condensati	da -5 a 50

### 58.2.2. Corda catramata

Dovrà essere di canapa (commercialmente chiamata "tozzo"), del diametro di 15 ÷ 20 mm, formata da quattro o cinque capi leggermente ritorti; sarà ben ventilata e stagionata nonché fortemente ed uniformemente imbevuta di catrame vegetale (1). Non dovrà assolutamente presentare inclusione di juta o di altra fibra vegetale meno resistente della canapa né dovrà essere imbevuta con bitume derivato dalla distillazione del gas illuminante.

### 58.2.3. Mastici bituminosi per giunzioni plastiche a caldo

Ottenuti mescolando ad una base di bitume, pece di catrame di carbon fossile od altre simili sostanze plastiche, dei riempitivi insolubili in acqua e non rigonfiabili, tali prodotti dovranno essere resistenti alle radici, avere un punto di rammollimento di almeno 70 °C, presentarsi tenaci, resistenti e non fragili alla temperatura di 0 °C, avere un punto di fusibilità inferiore a 180 °C (al fine di evitare l'evaporazione degli additivi tossici per le radici) e presentare infine una buona adesività alla temperatura di fusione.

Le sostanze impiegate per la produzione dei mastici bituminosi non dovranno inoltre avere effetti tossici sugli operai o sulle acque freatiche, né dovranno essere additate con fenoli volatili.

### 58.2.4. Mastici per giunzioni plastiche a freddo

Ottenuti con sostanze a base di bitume o pece di catrame di carbon fossile, i prodotti presenteranno una consistenza plastico-dura, tale però da consentire la lavorazione con i normali mezzi di cantiere ad una temperatura propria di +10 °C (mastici plastici o mastici spatolabili). Gli eventuali additivi emollienti non dovranno essere volatili, e ciò onde evitare l'eccessivo indurimento della massa sigillante.

## 58.3. MATERIALI PER RIVESTIMENTI PROTETTIVI

### 58.3.1. Cariche

La polvere di ardesia da impiegare nelle miscele bituminose per rivestimenti protettivi dovrà avere una granulometria tale da costituire residuo, su staccio 0,063 UNI 2332 non superiore al 10%. La stessa percentuale dovrà essere rispettata dalla microfibrilla minerale su staccio 0,5 UNI 2332.

### 58.3.2. Bitume e miscela bituminosa

Dovranno avere le caratteristiche riportate nella Tab. 46.

**TAB. 46 - Materiali per rivestimenti bitumati. Caratteristiche**

CARATTERISTICHE	Unità di misura	MATERIALI		
		Vernice bituminosa	Bitume ossidato matrice per miscela	Miscela bituminosa
Punto di rammollimento (P.A.)	°C	100 ÷ 110	100 ÷ 110	100 ÷ 120
Penetrazione a 25 °C.	dmm	< 25	< 25	< 20
Punto di rottura Fraass	°C	< -8	< -8	< -6

### 58.3.3. Fibre di vetro per armatura

Dovranno avere le caratteristiche riportate nella Tab. 47.

**TAB.47 - Fibre di vetro per rivestimenti armati. Caratteristiche**

MATERIALI	CARATTERISTICHE				
	Massa (g/m <sup>2</sup> )	Rottura a Trazione		Classe idrolitica %	Massa dopo calcinazione g/m <sup>2</sup>
		longitudinale kg./5 cm	trasversale kg/5 m		
Tessuto di vetro «tipo 7»	210 ± 20	> 40	> 40	< 3	> 170
Tessuto di vetro «tipo 8»	210 ± 20	> 40	> 40	< 3	> 170
Tessuto di vetro «tipo 9»	60 ± 10	> 15	> 3	< 3	> 40

## 58.4. APPOGGI DI GOMMA STRUTTURALI

Potranno essere di tipo semplice, costituiti da un solo strato di gomma (in generale di tipo policloroprenico: neoprene, ecc.) o di tipo armato, costituiti da strati alterni di gomma e di lamiera di acciaio tra di loro efficacemente incollati.

(1) Secondo le norme DIN 4038, 500 g di corda, sottoposta per 5 minuti ad un carico di 300 kgf alla temperatura di 25 °C, non dovranno lasciare uscire alcuna goccia della sostanza di imbibizione.

La gomma avrà durezza Shore A di  $60 \pm 5$  punti (valore medio), carico di rottura a trazione non inferiore a 13 N/mm<sup>2</sup> ed allungamento a rottura non inferiore al 250%. L'acciaio d'armatura dovrà avere tensione di snervamento minimo di 240 N/mm<sup>2</sup>, tensione di rottura tra 420÷530 N/mm<sup>2</sup> ed allungamento a rottura minimo del 23%.

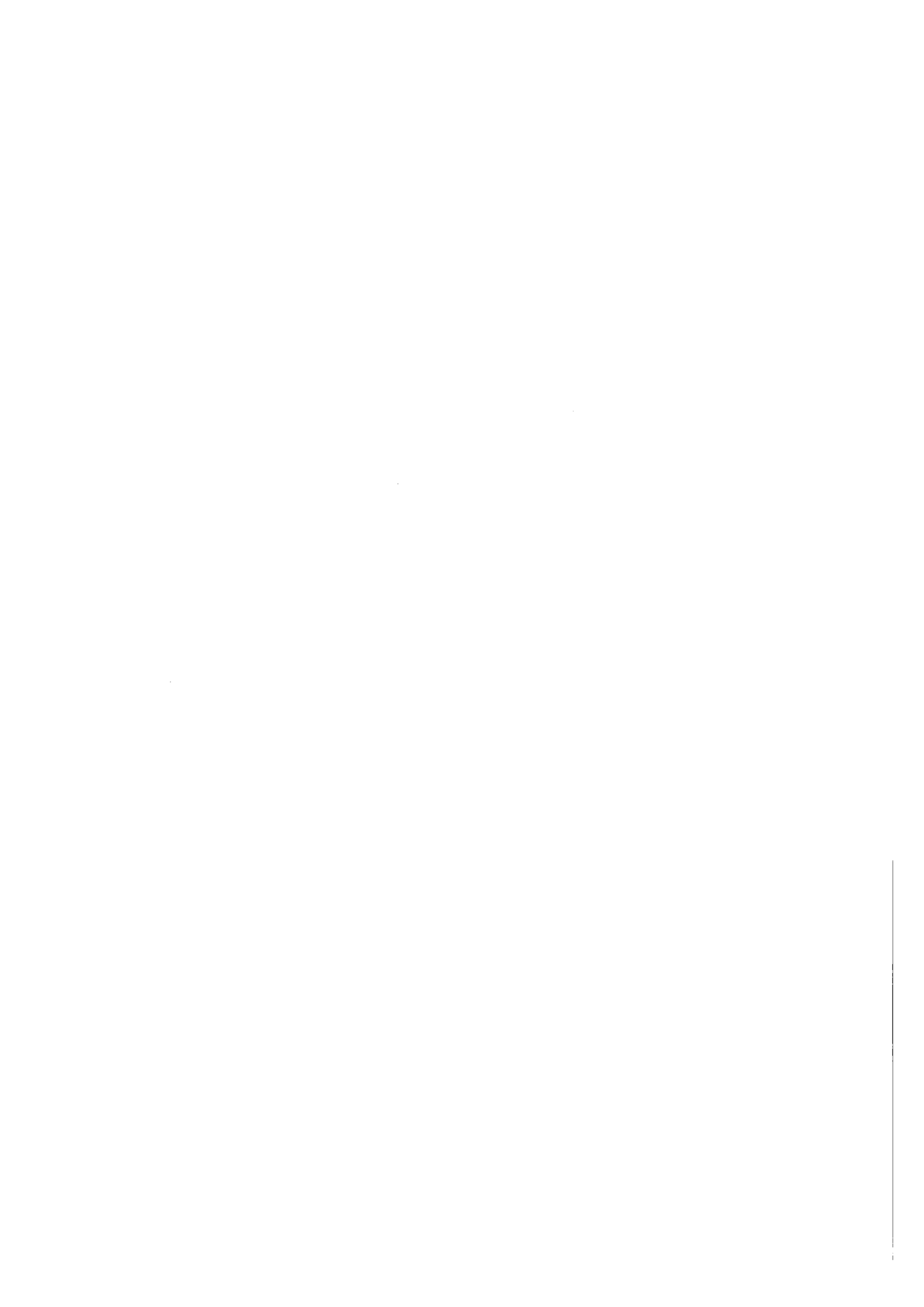
Per le altre caratteristiche e per le modalità d'impiego potrà farsi riferimento indicativo, se non diversamente prescritto, alle *Istruzioni per il calcolo e l'impiego degli appoggi di gomma nelle costruzioni* di cui alla norma CNR-UNI 10018 (norma ritirata) e, in ogni caso, alle prescrizioni delle norme della serie UNI EN 1337, di cui si cita:

**UNI EN 1337-1** - Appoggi strutturali. Regole generali di progetto.

CAPITOLO II

**MODO DI ESECUZIONE  
DELLE CATEGORIE DI LAVORO**





## Art. 59

**RILIEVI – CAPISALDI – TRACCIATI**

## 59.1. RILIEVI

Prima di dare inizio a lavori che interessino in qualunque modo movimenti di materie, l'Appaltatore dovrà verificare la rispondenza dei piani quotati, dei profili e delle sezioni allegati al Contratto o successivamente consegnati, segnalando eventuali discordanze, per iscritto, nel termine di 15 giorni dalla consegna. In difetto, i dati piano altimetrici riportati in detti allegati si intenderanno definitivamente accettati, a qualunque titolo.

Nel caso che gli allegati di cui sopra non risultassero completi di tutti gli elementi necessari, o nel caso che non risultassero inseriti in Contratto o successivamente consegnati, l'Appaltatore sarà tenuto a richiedere, in sede di consegna od al massimo entro 15 giorni dalla stessa, l'esecuzione dei rilievi in contraddittorio e la redazione dei grafici relativi.

In difetto, nessuna pretesa o giustificazione potrà essere accampata dall'Appaltatore per eventuali ritardi sul programma o sull'ultimazione dei lavori.

## 59.2. CAPISALDI

Tutte le quote dovranno essere riferite a capisaldi di facile individuazione e di sicura inamovibilità. L'elenco dei capisaldi sarà annotato nel verbale di consegna od in apposito successivo verbale.

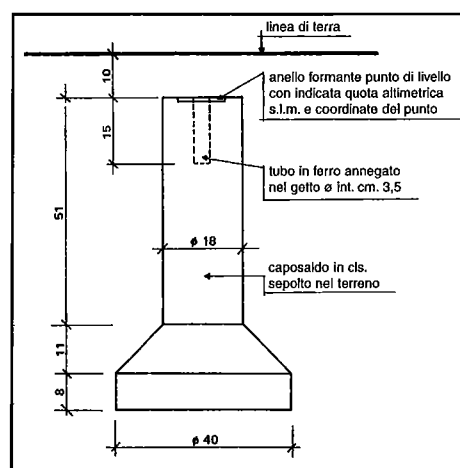
Spetterà all'Appaltatore l'onere della conservazione degli stessi fino al collaudo così come specificato al punto 11.3. del presente Capitolato. Qualora i capisaldi non esistessero già in sito, l'Appaltatore dovrà realizzarli secondo lo schema riportato nella figura a fianco e disporli opportunamente. I capisaldi dovranno avere ben visibili ed indelebili i dati delle coordinate ortogonali e la quota altimetrica.

Si richiama l'art. 11.3. del presente Capitolato.

## 59.3. TRACCIATI

Prima di dare inizio ai lavori, l'Appaltatore sarà obbligato ad eseguire la picchettazione completa delle opere ed a indicare con opportune modine i limiti degli scavi e dei riporti. Sarà tenuto altresì al tracciamento di tutte le opere, in base agli esecutivi di progetto, con l'obbligo di conservazione dei picchetti e delle modine.

FIG. 15 - Tipo di caposaldo



## Art. 60

**DEMOLIZIONI E RIMOZIONI**

## 60.0. GENERALITÀ

**60.0.1. Tecnica operativa – Responsabilità**

Prima di iniziare i lavori in argomento l'Appaltatore dovrà accertare con ogni cura la natura, lo stato ed il sistema costruttivo delle opere da demolire, disfare o rimuovere, al fine di affrontare con tempestività ed adeguatezza di mezzi ogni evenienza che possa comunque presentarsi.

Salvo diversa prescrizione, l'Appaltatore disporrà la tecnica più idonea, le opere provvisoriale, i mezzi d'opera, i macchinari e l'impiego del personale. Di conseguenza sia l'Amministrazione, che il personale tutto di direzione e sorveglianza resteranno esclusi da ogni responsabilità connessa all'esecuzione dei lavori di che trattasi.

**60.0.2. Disposizioni antinfortunistiche**

Dovranno essere osservate, in fase esecutiva, le norme riportate nel D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164 (*Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni*) e nel D.M. 2 settembre 1968 nonché nel Decreto Legislativo 19 settembre 1994, n. 626 (modificato ed integrato con D.Leg.vo 19 marzo 1996, n. 242) e nel D.Leg.vo 14 agosto 1996, n. 494 (modificato ed integrato con D.Leg.vo n. 528/99).

**60.0.3. Accorgimenti e protezioni**

Prima di dare inizio alle demolizioni dovranno essere interrotte tutte le eventuali erogazioni, nonché gli attacchi e gli sbocchi di qualunque genere; dovranno altresì essere vuotati tubi e serbatoi.

La zona dei lavori sarà opportunamente delimitata, i passaggi saranno ben individuati ed idoneamente protetti; analoghe protezioni saranno adottate per tutte le zone (interne ed esterne al cantiere) che possano comunque essere interessate da caduta di materiali.

Le demolizioni avanzeranno tutte alla stessa quota, procedendo dall'alto verso il basso; particolare attenzione, inoltre, dovrà porsi ad evitare che si creino zone di instabilità strutturale, anche se localizzate. In questo caso, e specie nelle sospensioni di lavoro, si provvederà ad opportuno sbarramento.

Nella demolizione di murature è tassativamente vietato il lavoro degli operai sulle strutture da demolire; questi dovranno servirsi di appositi ponteggi, indipendenti da dette strutture. Salvo esplicita autorizzazione della Direzione (ferma restando nel caso la responsabilità dell'Appaltatore) sarà vietato altresì l'uso di esplosivi nonché ogni intervento basato su azioni di scalzamento al piede, ribaltamento per spinta o per trazione.

Per l'attacco con taglio ossidrico od elettrico di parti rivestite con pitture al piombo, saranno adottate opportune cautele contro i pericoli di avvelenamento da vapori di piombo a norma dell'art. 8 della Legge 19 luglio 1961, n. 706.

#### 60.0.4. Limiti di demolizione

Le demolizioni, i disfacimenti, le rimozioni dovranno essere limitate alle parti e dimensioni prescritte. Ove per errore o per mancanza di cautele, puntellamenti ecc., tali interventi venissero estesi a parti non dovute, l'Appaltatore sarà tenuto a proprie spese al ripristino delle stesse, ferma restando ogni responsabilità per eventuali danni.

#### 60.0.5. Smaltimento

Circa lo smaltimento si richiama quanto prescritto dal D.Leg.vo 5 febbraio 1997, n. 22 modificato ed integrato con DD.Leg.vi 8 novembre 1997, n. 389 e 13 gennaio 2003, n. 36 nonché con la Legge 9 dicembre 1998, n. 426. Si richiamano altresì i DD.MM. del Ministero Ambiente e T.T. 25 ottobre 1999, n. 471 (Regolamento) e 3 agosto 2005 relativamente all'ammissibilità dei rifiuti in discarica. Tale normativa valendo, in ogni caso, per quanto non in contrasto con le nuove "Norme in materia ambientale" definite anche "Codice dell'Ambiente" emanate con D.Leg.vo 3 aprile 2006, n. 152 (modif. ed integr. con D.Leg.vo n. 284/2006) (1) (2). Si richiamano ancora, in ambito regionale: la Circ. A.R.T.A. n. 33288/X del 16/09/1986, il D.A. 03/03/1989, n. 288 (Disciplina delle autorizzazioni sullo smaltimento dei rifiuti, la Circ. A.R.T.A. n. 64222 al 3/11/1992 (Direttive concernenti la realizzazione per lo smaltimento di rifiuti speciali inerti), l'Ordin. Commiss. 07/12/2001 (Piano stralcio per lo stoccaggio dei rifiuti) ed infine la Circ. Pres. Reg. 15 maggio 2006 circa la coerenza del D.Leg.vo 3 aprile 2006 con la normativa regionale.

#### 60.1. DIRITTI DELL'AMMINISTRAZIONE

Tutti i materiali provenienti dalle operazioni in argomento, ove non diversamente specificato, resteranno di proprietà dell'Amministrazione. Competerà però all'Appaltatore l'onere della selezione, pulizia, trasporto ed immagazzinamento nei depositi od accatastamento nelle aree che fisserà la Direzione, dei materiali utilizzabili ed il trasporto a rifiuto dei materiali di scarto.

L'Amministrazione potrà ordinare l'impiego dei materiali selezionati in tutto od in parte nei lavori appaltati, ai sensi dell'art. 36 del vigente Capitolato Generale, con i prezzi indicati in Elenco o da determinarsi all'occorrenza. Potrà altresì consentire che siano ceduti all'Appaltatore, applicandosi nel caso il disposto del 3° comma dello stesso art. 36.

### Art. 61

#### SCAVI E RILEVATI IN GENERE

#### 61.0. GENERALITÀ

Gli scavi ed i rilevati occorrenti per la configurazione del terreno di impianto, per il raggiungimento del terreno di posa delle fondazioni o delle tubazioni, nonché per la formazione di cunette, accessi, passaggi e rampe, cassonetti e simili, opere d'arte in genere, saranno eseguiti secondo i disegni di progetto e le particolari prescrizioni che potrà dare la Direzione Lavori in sede esecutiva.

Le sezioni degli scavi e dei rilevati dovranno essere rese dall'Appaltatore ai giusti piani prescritti, con scarpate regolari e spianate, cigli ben tracciati e profilati, fossi esattamente sagomati. L'Appaltatore dovrà inoltre procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti (provvedendo qualora necessario alle opportune puntellature, sbadacchiature od armature) restando lo stesso, oltre che responsabile di eventuali danni a persone ed opere, anche obbligato alla rimozione delle materie franate.

Per l'effettuazione sia degli scavi, che dei rilevati, l'Appaltatore sarà tenuto a curare, a proprie spese, l'estirpamento di piante, cespugli, arbusti e relative radici, e questo tanto sui terreni da scavare, quanto su quelli destinati all'impianto dei rilevati; per gli scavi inoltre dovrà immediatamente provvedere ad aprire le cunette ed i fossi occorrenti e comunque evitare che le acque superficiali si riversino nei cavi.

L'Appaltatore dovrà sviluppare i movimenti di materie con mezzi adeguati, meccanici e di mano d'opera, in modo da dare gli stessi possibilmente completi a piena sezione in ciascun tratto iniziato; esso sarà comunque libero di adoperare tutti quei sistemi, materiali, mezzi d'opera ed impianti che riterrà di sua convenienza, purché dalla Direzione riconosciuti rispondenti allo scopo e non pregiudizievoli per il regolare andamento e la buona riuscita dei lavori.

In ogni caso dovrà tener conto delle indicazioni e prescrizioni dello studio geologico e geotecnico di cui al paragrafo 7 del D.M. 14 settembre 2005 (*Norme Tecniche per le Costruzioni*), delle prescrizioni di cui alla pianificazione di sicurezza e, per lo smaltimento, delle disposizioni di cui ai decreti precedentemente riportati sull'argomento.

#### 61.0.1. Allontanamento e deposito delle materie di scavo

Le materie provenienti dagli scavi che non fossero utilizzabili, o che a giudizio della Direzione non fossero ritenute idonee per la formazione dei rilevati o per altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto, alle pubbliche discariche o su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese, previe le dovute autorizzazioni, evitando, in questo caso, che le materie depositate possano arrecare danni ai lavori od alle proprietà o provocare frane o ancora ostacoli al libero deflusso delle acque.

Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere utilizzate in tempo differito per riempimenti o rinterri, esse saranno depositate nei pressi dei cavi, o nell'ambito del cantiere ed in ogni caso in luogo tale che non possano riuscire di danno o provocare intralci al traffico (3).

#### 61.0.2. Uso degli esplosivi

Gli scavi in roccia di qualsiasi natura, durezza e consistenza, comunque fessurata o stratificata, saranno eseguiti con quei sistemi che l'Appaltatore riterrà più convenienti, ivi compreso l'uso delle mine. In questo caso lo stesso sarà tenu-

(1) Secondo il citato decreto legislativo (art. 184 - Classificazione), i rifiuti derivanti da attività di demolizione e costruzione nonché i rifiuti pericolosi che derivano dalle attività di scavo, fermo restando quanto disposto dal successivo art. 186, sono considerati "Rifiuti speciali".

(2) Secondo l'art. 186 dello stesso decreto, le terre e rocce da scavo, anche di gallerie, ed i residui della lavorazione della pietra destinate all'effettivo utilizzo dei rinterri, riempimenti, rilevati e macinati "non costituiscono rifiuti" (e sono perciò esclusi dalla parte quarta del decreto) solo nel caso in cui, anche quando contaminati durante il ciclo produttivo da sostanze inquinanti derivanti dalle attività di escavazione, perforazione e costruzione, siano utilizzati senza trasformazioni preliminari secondo le modalità previste nel progetto sottoposto a valutazione di impatto ambientale ovvero, in assenza di tale valutazione, secondo le modalità previste nel progetto sottoposto a valutazione di impatto ambientale ovvero, in assenza di tale valutazione, secondo le modalità previste nel progetto approvato dall'autorità amministrativa competente ove ciò sia espressamente previsto, previo parere dell'Agenzia Regionale Protezione Ambiente (ARPA), sempreché la composizione media dell'intera massa non presenti una concentrazione di inquinanti superiore ai limiti massimi previsti dalle norme vigenti e dal decreto dell'art. 3 dello stesso art. 186".

(3) Nel caso che non sia possibile l'immediato riutilizzo del materiale di scavo, dovrà essere indicato all'ARPA il sito di deposito del materiale, il quantitativo, la tipologia del materiale e, all'atto del riutilizzo, la richiesta all'Agenzia dovrà essere integrata con quanto previsto ai commi 6 e 7 dell'art. 186 superiormente citato. Per le rocce e terre di scavo provenienti da cantieri finalizzati alla realizzazione di opere edili od alla manutenzione di reti od infrastrutture la cui produzione non superi i 6000 m<sup>3</sup>, con esclusione delle terre e rocce da scavo provenienti da siti contaminati, si applicherà la procedura semplificata prevista dal d.m. Ambiente e TT del 2 maggio 2006. Per il trasporto delle materie da scavo sarà fatto riferimento all'art. 193 del D.Leg.vo n. 152/2006.

to ad osservare tutte le disposizioni di legge e di regolamento vigenti in materia nonché ad adottare tutte le cautele richieste dal particolare lavoro, assumendosi nel contempo ogni responsabilità per eventuali danni a persone e cose.

L'impiego delle mine sarà comunque vietato all'interno od in prossimità dei centri abitati ed in generale in quei casi in cui ne fosse interdetto l'uso da parte delle competenti Autorità; inoltre quando, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, il loro uso potesse portare pregiudizio alla buona riuscita delle opere, od a manufatti o piantagioni esistenti in prossimità, od infine alla incolumità del transito (1).

### 61.0.3. Determinazione sulle terre

Per le determinazioni relative alla natura delle terre, al loro grado di costipamento ed umidità, l'Appaltatore dovrà provvedere a tutte le prove richieste dalla Direzione Lavori presso i laboratori ufficiali (od altri riconosciuti) ed in sito. Le terre verranno caratterizzate secondo la norma UNI EN ISO 14688-1 (*Indagini e prove geotecniche. Identificazione e classificazione dei terreni. Identificazione e descrizione*) e classificate sulla base della parte 2ª della stessa norma.

#### 61.1. SCAVI DI SBANCAMENTO

Per scavi di sbancamento o sterri andanti si intenderanno quelli occorrenti per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, per tagli di terrapieni, per la formazione di cortili, giardini, scantinati, piani di appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate, trincee, cassonetti stradali, orlature e sottofasce nonché quelle per l'incasso di opere d'arte se ricadenti al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno naturale o per il punto più depresso delle trincee o splateamenti precedentemente eseguiti ed aperti almeno da un lato (2).

Quando l'intero scavo dovesse risultare aperto su di un lato (caso di un canale fagatore) e non ne venisse ordinato lo scavo a tratti, il punto più depresso sarà quello terminale. Saranno comunque considerati scavi di sbancamento anche tutti i tagli a larga sezione, che pur non rientrando nelle precedenti casistiche e definizioni, potranno tuttavia consentire l'accesso con rampa ai mezzi di scavo, nonché a quelli di caricamento e trasporto delle materie.

L'esecuzione degli scavi di sbancamento potrà essere richiesta dalla Direzione, se necessario, anche a campioni di qualsiasi tratta, senza che per questo l'Appaltatore possa avere nulla a pretendere.

#### 61.2. SCAVI DI FONDAZIONE

##### 61.2.0. Generalità

Per scavi di fondazione in generale si intenderanno quelli ricadenti al di sotto del piano orizzontale di cui al precedente punto, chiusi tra pareti verticali o meno, riproducenti il perimetro delle fondazioni; nella pluralità di casi quindi, si tratterà di scavi incassati ed a sezione ristretta. Saranno comunque considerati come scavi di fondazione quelli eseguiti per dar luogo alle fogne, alle condotte, ai fossi ed alle cunette (per la parte ricadente sotto il piano di cassonetto o, più in generale, di splateamento).

##### 61.2.1. Modo di esecuzione

Qualunque fosse la natura e la qualità del terreno interessato, gli scavi di fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità che la Direzione Lavori riterrà più opportuna, intendendosi quella di progetto unicamente indicativa, senza che per questo l'Appaltatore possa muovere eccezioni o far richiesta di particolari compensi.

Gli scavi di fondazione dovranno di norma essere eseguiti a pareti verticali e l'Appaltatore dovrà, occorrendo, sostenerli con convenienti armature e sbadacchiature, restando a suo carico ogni danno a persone e cose provocato da frantumamenti e simili. Il piano di fondazione sarà reso perfettamente orizzontale, ed ove il terreno dovesse risultare in pendenza, sarà sagomato a gradoni con piani in leggera contropendenza (3).

Gli scavi potranno anche venire eseguiti con pareti a scarpa, od a sezione più larga, ove l'Appaltatore lo ritenesse di sua convenienza. In questo caso però non verrà compensato il maggiore scavo, oltre quello strettamente necessario all'esecuzione dell'opera e l'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura e spese, al riempimento, con materiale adatto, dei vuoti rimasti intorno alla fondazione dell'opera ed al ripristino, con gli stessi oneri, delle maggiori quantità di pavimentazione divelte, ove lo scavo dovesse interessare strade pavimentate (4).

Gli scavi delle trincee per dar luogo alle condotte ed ai canali di fogna dovranno, all'occorrenza, garantire sia il traffico tangenziale degli autoveicoli, sia quello di attraversamento, nei punti stabiliti dalla Direzione e per qualsiasi carico viaggiante.

##### 61.2.2. Attraversamenti

Qualora nella esecuzione degli scavi si incontrassero tubazioni o cunicoli di fogna, tubazioni di acqua o di gas, cavi elettrici, telefonici, ecc., od altri ostacoli imprevedibili, per cui si rendesse indispensabile qualche variante al tracciato ed alle livellette di posa, l'Appaltatore ha l'obbligo di darne avviso alla Direzione Lavori che darà le disposizioni del caso.

Particolare cura dovrà comunque porre l'Appaltatore affinché non vengano danneggiate dette opere sottosuolo e di conseguenza egli dovrà, a sua cura e spese, provvedere con sostegni, puntelli e quant'altro necessario, perché le stesse restino nella loro primitiva posizione. Resta comunque stabilito che l'Appaltatore sarà responsabile di ogni e qualsiasi danno che potesse venire dai lavori a dette opere e che sarà di conseguenza obbligato a provvedere alle immediate riparazioni, sollevando l'Amministrazione appaltante da ogni onere.

##### 61.2.3. Scavi in presenza di acqua

L'Appaltatore dovrà provvedere ad evitare il riversamento nei cavi di acque provenienti dall'esterno, restando a suo carico l'allontanamento o la deviazione delle stesse o, in subordine, la spesa per i necessari aggettamenti.

(1) L'Appaltatore in tali casi non potrà pretendere in conseguenza del divieto, sempre che la roccia fosse classificata "da mina", altro che l'applicazione del prezzo di Elenco per "scavo senza uso di mine".

(2) Tali che consentano comunque l'accesso e la movimentazione di mezzi idonei alla natura e consistenza delle materie da scavare.

(3) Per scavi in trincea di profondità superiore a due metri, nei quali sia prevista la permanenza di operai e per scavi che ricadano in prossimità di manufatti esistenti dovrà essere eseguita la verifica delle armature.

(4) Fa eccezione il caso in cui, per profondità di fondazione eccedente la portata degli ordinari mezzi di scavo, sia necessario eseguire lo scavo a sezioni parziali di profondità progressiva, con l'affondamento dei mezzi stessi. Ove situazioni contingenti e formalmente riconosciute non consentissero lo scavo a pareti verticali o nella sagoma di progetto, la Direzione Lavori adotterà le opportune varianti.

Qualora gli scavi venissero eseguiti in terreni permeabili sotto la quota di falda, e quindi in presenza di acqua, ma il livello della stessa naturalmente sorgente nei cavi non dovesse superare i 20 cm, l'Appaltatore sarà tenuto a suo carico a provvedere all'esaurimento di essa, con i mezzi più opportuni e con le dovute cautele per gli eventuali effetti dipendenti e collaterali.

Gli scavi di fondazione che dovesero essere eseguiti oltre la profondità di cm 20 dal livello sopra stabilito, nel caso risultasse impossibile l'apertura di canali fugadori, ma fermo restando l'obbligo dell'Appaltatore per l'esaurimento dell'acqua, saranno considerati come scavi subacquei e, in assenza della voce di Elenco, saranno compensati con apposito sovrapprezzo (1).

#### **61.2.4. Divieti ed oneri**

Sarà tassativamente vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire e rimuovere le opere già eseguite, di porre mano alle murature od altro, prima che la Direzione Lavori abbia verificato ed accettato i piani di fondazione. Del pari sarà vietata la posa delle tubazioni prima che la stessa Direzione abbia verificato le caratteristiche del terreno di posa ed abbia dato esplicita autorizzazione.

Il rinterro dei cavi, per il volume non impegnato dalle strutture o dalle canalizzazioni, dovrà sempre intendersi compreso nel prezzo degli stessi scavi, salvo diversa ed esplicita specifica.

### **61.3. SCAVI IN GALLERIA**

#### **61.3.0. Generalità**

Nell'esecuzione degli scavi in galleria l'Appaltatore sarà tenuto alla più scrupolosa osservanza di tutte le norme vigenti in materia, con particolare riguardo alle *"Norme per la sicurezza e per l'igiene del lavoro in sotterraneo"* di cui al D.P.R. 20 marzo 1956 n. 320 ed alle *"Norme di polizia delle miniere e delle cave"* di cui al D.P.R. 9 aprile 1959, n. 128 ed infine al cap. 7 del D.M. 14 settembre 2005.

Gli scavi verranno eseguiti secondo il procedimento, il sistema ed i criteri di avanzamento che l'Appaltatore riterrà più opportuni, e ciò sia in rapporto alla natura dei terreni da attraversare sia in rapporto all'entità ed ai tempi di esecuzione dell'opera. Lo stesso dovrà però adottare tutte le precauzioni, i mezzi e le modalità esecutive ritenute idonee, al fine di non danneggiare le proprietà di terzi e garantire l'incolumità delle persone.

Gli eventuali esaurimenti di acqua necessari per il lavoro sia di scavo che di rivestimento, qualunque fosse la provenienza ed il volume delle acque, verranno effettuati a cura e spese dell'Appaltatore con mezzi atti ad evitare ogni intralcio al normale svolgimento dei lavori ed ogni danno alle opere in costruzione; lo stesso dicasi per gli impianti di ventilazione.

Nell'esecuzione degli scavi l'Appaltatore dovrà adottare ogni accorgimento atto ad impedire frane o rilasci; resta pertanto inteso che gli scavi eccedenti la sagoma prevista non verranno pagati e di contro rimarrà a suo carico lo sgombero dei materiali franati.

Qualora dovesse eseguirsi il rivestimento murario della galleria, o di parte di essa, i vani a tergo della muratura che eccedessero la sagoma di scavo prescritta dovranno essere riempiti con lo stesso tipo di muratura, che però non verrà considerata ai fini contabili. Qualora la muratura di rivestimento fosse costituita da conglomerato cementizio, la superficie interna del getto dovrà risultare perfettamente regolare, senza risalti nell'attacco dei getti, e senza gibbosità, incavi, sbavature od irregolarità di sorta, di modo che non dovranno rendersi necessari intonaci, spianamenti e rappezzi vari.

#### **61.3.1. Specificazioni e oneri**

Salvo diversa specifica, il prezzo di Elenco dovrà intendersi riferito al metro cubo di scavo entro la sagoma ordinata, ed in tale prezzo dovrà altresì intendersi compreso lo scavo di cunicoli di avanzata ed allargamento in calotta, di strozzo, di cunette, in materie di qualunque natura e consistenza, spingenti o meno, compresa anche la roccia da mina.

Si intenderà inoltre compresa ogni e qualsiasi armatura parziale e totale, nonché il carico del materiale scavato ed il suo trasporto in rilevato o a discarica ed ogni altro onere che potesse verificarsi per la completa e perfetta esecuzione dei lavori.

### **61.4. SCAVI SPECIALI**

Nel caso di impiego di cassoni autoaffondanti lo scavo dovrà essere condotto in maniera tale da evitare abbassamenti repentini o strapiombati. Lo stesso dicasi nel caso di esecuzione di cassoni ad aria compressa per i quali l'Appaltatore dovrà in particolare attenersi alle norme antinfortunistiche di cui al D.P.R. 20 marzo 1956, n. 320.

## **Art. 62**

### **RILEVATI E RINTERRI**

#### **62.0. GENERALITÀ**

Per la formazione dei rilevati e per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti dei cavi e le murature, o da addossare alle murature, e fino alla quota prescritta dalla Direzione Lavori, si impiegheranno in genere e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti sul lavoro, in quanto disponibili ed adatti, a giudizio della Direzione. Quando venissero a mancare in tutto od in parte i materiali di cui sopra, si provvederà alle materie occorrenti allo scopo prelevandole ovunque l'Appaltatore crederà di sua convenienza, purché le stesse fossero riconosciute idonee alla Direzione Lavori.

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature, per il riempimento dei cavi per le condotte in genere e per le fognature, si dovranno sempre impiegare materie sciolte, o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e in generale di quelle che, con assorbimento di acque, rammolliscono e 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, da tutte le parti e mai superiori a cm. 30. Il costipamento di ogni strato dovrà avvenire dopo sufficienti imbibizioni del materiale costituente lo strato stesso. In ogni caso sarà vietato addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.

Sarà obbligo dell'Appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati durante la loro costruzione quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre e questo affinché, all'epoca del collaudo, gli stessi abbiano

(1) Quando la Direzione Lavori, durante l'esecuzione delle murature o di altre opere di fondazione, ordinasse il mantenimento degli scavi in asciutto, gli esaurimenti relativi potranno venire eseguiti anche in economia e l'Appaltatore, se richiesto, avrà l'obbligo di fornire i mezzi e gli operai necessari.

dimensioni non inferiori a quelle di progetto. La superficie del terreno sulla quale dovranno elevarsi sarà previamente scotata ove occorra e, se inclinata, sarà tagliata a gradoni con leggera pendenza verso monte.

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

## Art. 63

### PALI DI FONDAZIONE

#### 63.0. GENERALITÀ

##### 63.0.1. Scelta del tipo di palificata

Il tipo di pali da adottare, il diametro, il numero e la lunghezza saranno fissati dalla Direzione Lavori sulla base dei dati di progetto e di quelli che fornirà l'Appaltatore a seguito delle indagini geotecniche e geologiche che lo stesso potrà essere incaricato di effettuare.

In ogni caso si dovrà tener conto dei vari aspetti che possono influire sull'integrità e sul comportamento dei pali quali la distanza relativa, la sequenza di installazione, i problemi di rifluimento e sifonamento per i pali trivellati, l'addensamento del terreno nel caso dei pali battuti, l'azione del moto di una falda idrica o di sostanze chimiche presenti nell'acqua o nel terreno sul conglomerato gettato in opera, la connessione dei pali alla struttura di collegamento. Dovranno comunque essere rispettate le disposizioni di cui al paragrafo 7.3 delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" approvate con D.M. 14 settembre 2005.

Resta peraltro inteso che all'atto esecutivo potranno essere prescritti tipi di fondazione diversi da quelli di progetto senza che per questo l'Appaltatore possa trarne motivo per accampare diritti di sorta o pretendere speciali compensi.

##### 63.0.2. Calcolo della resistenza

Il calcolo della resistenza, occorrendo, sarà effettuato mediante formule dinamiche o statiche opportunamente valutate in rapporto al tipo di palo, alle caratteristiche del terreno, ai risultati delle prove preliminari di carico ed all'entità dell'opera da realizzare. In particolare la resistenza di calcolo "Rd" del palo singolo potrà essere determinata con:

- a) – metodi di calcolo analitici, dove Rd viene calcolato con riferimento ai parametri del terreno, ottenuti da prove sperimentali, oppure tramite metodi empirici che utilizzano direttamente il risultato di prove in sito (prove penetrometriche, ecc.);
- b) – risultati di prove di carico statico su pali di prova;
- c) – metodi di calcolo basati sull'osservazione del comportamento dei pali durante la battitura.

Con riferimento ai pali battuti dovrà comunque tenersi presente che il rifiuto si intenderà raggiunto quando, con determinata volata del maglio, l'affondamento non risulterà superiore al limite stabilito in rapporto alla portanza richiesta. A tale fine le ultime volate saranno battute in presenza di un incaricato della Direzione lavori, fermo restando che in alcun caso l'Appaltatore potrà recidere il palo senza preventiva autorizzazione.

Anche per i pali trivellati vale quanto riportato alle precedenti lettere a), b) e c). Stabilita la resistenza caratteristica  $R_k$ , il valore della resistenza Rd sarà pari al rapporto  $R_k/\gamma_R$ , con  $\gamma_R$  riportata nella Tab. 7.3.1 delle "Norme Tecniche". La verifica della capacità portante dell'insieme palo-terreno dovrà comunque essere sempre accompagnata dalla verifica del palo quale componente strutturale.

I pali dovranno essere verificati anche nei riguardi di eventuali forze orizzontali. \_\_\_\_\_

##### 63.0.3. Pali di prova

La costruzione della palificata dovrà essere preceduta dall'esecuzione di pali di prova per i quali la Direzione Lavori fisserà il numero, l'ubicazione, le caratteristiche e le modalità di carico. Sui pali di prova i carichi dovranno essere spinti possibilmente fino a rottura (stato limite oltre il quale il palo affonderà nel terreno sotto carico costante, senza stabilizzazione né ritorno elastico) e ciò specialmente in presenza di terreni plastici o plasticizzabili.

In ogni caso i carichi di prova non saranno mai inferiori a 2 volte i carichi di esercizio (2,5 volte per opere interessanti comunque linee ferroviarie e 3 volte per opere in zone sismiche).

##### 63.0.4. Prove di carico – Collaudo

Il collaudo dei pali costituenti la palificazione verrà effettuato con prove di carico che la Direzione Lavori potrà richiedere nel tempo e nel numero che riterrà opportuno, a cura ed a carico dell'Appaltatore, e prima della realizzazione delle strutture che gli stessi saranno destinati a sopportare.

Il carico di prova sarà uguale ad 1,5 volte il carico di progetto; il carico di contrasto dovrà essere percentualmente superiore al carico di prova onde garantire con sicurezza il raggiungimento di quest'ultimo. I flessimetri dovranno essere sistemati ad opportuna distanza dall'asse del palo, di norma non inferiore a 2,00 m, e costituiranno i vertici di un triangolo equilatero di cui un lato starà su un diametro del palo. I cedimenti del palo in prova saranno assunti pari alla media dei valori registrati.

Il carico finale di prova dovrà essere raggiunto con incrementi successivi ed uguali (1), per ciascuno dei quali si effettueranno letture ai flessimetri, la prima immediatamente, le altre entro i primi trenta minuti, le successive ogni trenta minuti fino alla stabilizzazione. Raggiunto il carico previsto esso sarà mantenuto immutato per almeno tre ore, salvo che la Direzione Lavori non ritenesse opportuno prolungare tale durata. Nella fase di scarico, i decrementi avranno valori identici agli incrementi adottati nella corrispondente fase di carico. Si richiama la norma:

**B.U.CNR n. 191/1999** - Procedure per l'esecuzione e l'interpretazione di prove di carico assiale di compressione su pali di fondazione.

(1) Di norma non superiore a 500 N, salvo il caso di elevate portate.

### 63.0.5. Diagrammi delle prove di carico

Eseguite le prove di carico dovrà porsi riguardo che l'analisi e l'interpretazione degli elementi raccolti non venga limitata alla portata dei singoli pali, ma venga studiata l'intera fondazione nel suo insieme tenendo presenti le caratteristiche dei terreni e le condizioni generali di progetto.

Comunque, ove fosse stato determinato con sufficiente sicurezza il carico di rottura su pali di prova, il carico ammissibile (o di esercizio) non dovrà essere superiore al 50% del valore determinato.

#### 63.1. REGISTRO DELLE ANNOTAZIONI

Dovrà essere istituito in cantiere e conservato negli uffici di direzione, un apposito registro sul quale giornalmente, in contraddittorio tra Direzione Lavori ed Appaltatore o rispettivi rappresentanti, dovranno essere annotati il numero ed il tipo dei pali eseguiti, la profondità raggiunta da ciascun palo, i materiali impiegati, le modalità esecutive e per i pali battuti, il peso del maglio, il numero dei colpi, l'altezza di percussione ed il rifiuto. Su tale registro verranno altresì verbalizzate le prove di carico.

## Art. 64

### PALANCOLE – DIAFRAMMI DI PALI – DIAFRAMMI CONTINUI

Si richiamano, sull'argomento, le prescrizioni di cui al paragrafo 7.3.2 delle "Norme Tecniche" precedentemente riportate.

#### 64.1. PALANCOLE

##### 64.1.1. Palancole in legno

Saranno formate da tavole di faggio od abete di prima qualità, di dimensioni minime 8x25 cm con giunzioni lavorate ad incastro od a battente; i pannelli saranno delimitati da pali in legno ogni 2,00 m, controventati orizzontalmente. L'infissione avverrà come per i pali in legno.

##### 64.1.2. Palancole metalliche

Potranno essere a "U" (tipi Larssen-Carnegie), ad "S", a "Z" (tipo Krupp-Hoesh) od a sezione chiusa tubolare, in rapporto alle prescrizioni; dovranno rispondere comunque ai seguenti requisiti fondamentali: adeguata resistenza agli sforzi di flessione, facilità di infissione, impermeabilità delle giunzioni, facilità di estrazione e reimpiego, elevata protezione contro le corrosioni.

##### 64.1.3. Palancole in cemento armato

Usate come diaframmi in opera definitivi, potranno essere, al pari dei pali, prefabbricate fuori opera o formate in opera (tipo Franki, ecc.); in ogni caso avranno spessore ed armatura adeguata alle sollecitazioni di lavoro e giunzioni ad incastro rese impermeabili, per il tipo prefabbricato ed infisso, da apposite iniezioni di cemento.

L'infissione o la formatura in opera con casseformi estraibili avverrà con le procedure e le cautele in particolare riportate per i pali.

#### 64.2. DIAFRAMMI

##### 64.2.1. Diaframmi di pali trivellati

Saranno costituiti da pali realizzati in accostamento, (in presenza di acqua, nel tipo Wolfsholz o similari, costipati con aria compressa). L'esecuzione dovrà essere effettuata con particolare cura: il getto del calcestruzzo di un palo dovrà essere fatto dopo avere già infisso il tubo-forma del palo successivo.

Se per la natura del terreno (ciottoli grossi, trovanti, ecc.) non si riuscisse ad affondare nel terreno i due tubi-forma a perfetto contatto, dovrà opportunamente cementarsi, con adeguate iniezioni, la zona di terreno interposta tra i due pali.

##### 64.2.2 Diaframmi continui eseguiti con impiego di fanghi di bentonite

Saranno costituiti da vere e proprie pareti di calcestruzzo, di spessore e profondità rapportati alle esigenze di impiego, armate o meno, a sezione costante, continua e monolitica fra giunto e giunto, formate in opera.

Lo scavo sarà eseguito mediante l'uso di fanghi bentonici e con procedure e mezzi atti a realizzare il taglio graduale del terreno e la raccolta del materiale di risulta senza provocarne la caduta nello scavo stesso. Per il getto del conglomerato e le eventuali armature si procederà come per i pali realizzati con analogo sistema. Particolare cura dovrà essere posta nella esecuzione dei giunti sì da garantire la più assoluta impermeabilità.

## Art. 65

### MALTE – QUALITÀ E COMPOSIZIONE

#### 65.0. GENERALITÀ

La manipolazione delle malte dovrà essere eseguita, se possibile, con macchine impastatrici oppure sopra una area pavimentata; le malte dovranno risultare come una pasta omogenea, di tinta uniforme. I vari componenti, esclusi quelli forniti in sacchi di peso determinato, dovranno ad ogni impasto essere misurati a peso od a volume. La calce spenta in pasta dovrà essere accuratamente rimescolata in modo che la sua misurazione, a mezzo di cassa parallelepipedica, riesca semplice e di sicura esattezza.

Gli impasti dovranno essere preparati nella quantità necessaria per l'impiego immediato e, per quanto possibile, in prossimità del lavoro. I residui di impasto che non avessero per qualsiasi ragione immediato impiego, dovranno essere gettati al rifiuto, ad eccezione di quelli formati con calce comune che dovranno essere utilizzati il giorno stesso della loro manipolazione. I componenti delle malte cementizie ed idrauliche saranno mescolati a secco.

La Direzione si riserva la facoltà di poter variare le proporzioni dei vari componenti delle malte, in rapporto ai

quantitativi stabiliti alla tabella che segue; in questo caso saranno addebitate od accreditate all'Appaltatore unicamente le differenze di peso o di volume dei materiali per i quali sarà stato variato il dosaggio, con i relativi prezzi di elenco.

La Direzione potrà altresì ordinare, se necessario, che le malte siano passate allo staccio; tale operazione sarà comunque effettuata per le malte da impiegare nelle murature in mattoni od in pietra da taglio, per lo strato di finitura degli intonaci e per le malte fini (staccio 4 UNI 2332) e le colle (staccio 2 UNI 2332). Si richiamano le norme:

- UNI EN 998-1 - Specifica per malte per opere murarie. Malte per intonaci interni ed esterni.
- UNI EN 998-2 - Idem. Malte per murature.
- UNI EN 1015 - Metodi di prova per malte per opere murarie (2-7-9-10-11-12-18-19-21).
- UNI EN 943-3 - Additivi per calcestruzzi, malte e malte per iniezione. Additivi per malte per opere murarie. P.3 – Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura.

## 65.1. COMPOSIZIONE DELLE MALTE

### 65.1.1. Malte comuni, idrauliche, cementizie, pozzolaniche – Malte bastarde

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione delle malte in argomento dovranno corrispondere, salvo diversa specifica, alle proporzioni riportate in Tab. 49.

Le malte da muratura dovranno garantire prestazioni adeguate al loro impiego, in termini di durabilità e di prestazioni meccaniche, e dovranno essere dotate di attestato di conformità all'annesso ZA della norma europea EN 998-2 (Marcatura CE) (1). Dette prestazioni meccaniche sono definite mediante la resistenza media a compressione delle malte, secondo la Tab. 48 superiormente riportata. Non è ammesso l'impiego di malte con resistenza media inferiore a 1 N/mm<sup>2</sup>.

TAB. 48 - Classe di malte (d = dichiarata dal produttore e > 20 N/mm<sup>2</sup>)

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

TAB. 49 - Composizione delle malte comuni, pozzolaniche e bastarde (riferite ad 1 m<sup>3</sup> di inerte)

Tipo di MALTA	QUALITÀ E IMPIEGHI (*materiali vagliati)	Riferimento	Calce spenta in pasta	Calce idraulica in polvere	Pozzolana	Cemento 325	Polvere di marmo	Sabbia
		N.	(m <sup>3</sup> )	(kg)	(m <sup>3</sup> )	(kg)	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )
Malta comune	Magra per murature	1	0,33					1,00
	Grassa per murature	2	0,40					1,00
	Per opere di rifinitura	3	0,50					1,00*
	Per intonaci	4	0,66					1,00*
Malta idraulica	Magra per murature	5		300				1,00
	Grassa per murature	6		400				1,00
	Per opere di rifinitura	7		450				1,00*
	Per intonaci	8		550				1,00*
Malta cementizia	Magra per murature	9				300		1,00
	Grassa per murature	10				400		1,00
	Per opere di rifinitura	11				500		1,00*
	Per intonaci	12				600		1,00*
Malta pozzolanica	Grossa	13	0,20		1,00	Per murature a sacco Per murature ordinarie Per murature in laterizi Per intonaci		
	Mezzana	14	0,24		1,00			
	Fina	15	0,33		1,00			
	Colla di malta fina	16	0,48		1,00			
Malta bastarda cementizia	Media comune	17	0,30			100		1,00
	Energica comune	18	0,30			150		1,00
	Media idraulica	19		300		100		1,00
	Energica idraulica	20		200		200		1,00
Malta per stucchi	Normale	21	0,50				1,00	
	Colla di stucco	22	1,00				1,00	

### 65.1.2. Malte espansive (antiritiro)

Saranno ottenute con impasto di cemento del tipo CEM I UNI EN 197-1 e particolari additivi costituiti da aggregati metallici catalizzati agenti come riduttori dell'acqua di impasto. La sabbia dovrà avere granulometria corrispondente alla curva di massima compattezza; le proporzioni dei componenti saranno di norma di 1:1:1 in massa.

Le malte in argomento, qualora non confezionate in cantiere, potranno essere fornite come prodotto industriale, in confezioni sigillate, opportunamente certificate dal produttore con riferimento al sistema di marcatura CE (1) (2). Si richiamano le norme:

(1) Il sistema di attestazione della conformità delle malte, ai sensi del D.P.R. n. 246/93, è indicato nella presente tabella (v. punto 11.9.4 delle norme tecniche). Per garantire la durabilità delle malte è necessario che i componenti non contengano sostanze organiche o grasse o terrose od argillose.

(2) Sarà consentito quindi l'impiego di malte premiscelate e premiscelate pronte per l'uso 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 dovesse rientrare tra quelli previsti dal decreto, il fornitore dovrà certificare anche le caratteristiche di resistenza della malta stessa.

Specificia Tecnica Europea di riferimento	Uso previsto	Sistema di Attestazione della Conformità
Malta per murature UNI EN 998-2	Usi strutturali	2+
	Uso non strutturale	4



- UNI 8993 - Malte espansive premiscelate per ancoraggi. Definizione e classificazione (+F. A1).  
 UNI 8494 - Idem. Controllo dell'idoneità (+F. A1).

## 65.2. ALTRE MALTE

### Art. 66 MURATURE

#### 66.0. GENERALITÀ

Tutte le murature dovranno essere realizzate secondo i disegni di progetto nonché, per le strutture resistenti, secondo gli esecutivi che l'Appaltatore sarà tenuto a fornire od a verificare a norma delle disposizioni generali sull'argomento riportate in Appendice.

La costruzione delle murature dovrà iniziarsi e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto collegamento sia con le murature esistenti, sia tra le varie parti di esse ed evitando, nel corso dei lavori, la formazione di strutture eccessivamente emergenti dal resto della costruzione. La muratura procederà a filari allineati, coi piani di posa normali alle superfici viste.

Le facce delle murature in malta dovranno essere mantenute bagnate almeno per 15 giorni dalla loro ultimazione ed anche più se sarà richiesto dalla Direzione Lavori. In ogni caso i lavori di muratura, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, non dovranno essere eseguiti nei periodi di gelo, nei quali la temperatura si mantenga, per molte ore, al di sotto di 0°C.

Per le murature portanti, lo spessore minimo dei muri non dovrà essere inferiore ai valori riportati nella Tab. 50.

TAB. 50 - Murature portanti. Spessore minimo

Muratura in elementi resistenti artificiali	pieni .....	12 cm
» » » » »	semipieni .....	20 cm
» » » » »	forati .....	25 cm
Muratura di pietra squadrata	.....	24 cm
Muratura listata	.....	30 cm
Muratura di pietra non squadrata	.....	50 cm

#### 66.1. MURATURE PORTANTI

Per tale tipo di murature si dovrà fare riferimento alle prescrizioni riportate nelle nuove "Norme Tecniche per le Costruzioni" approvate con D.M. 14 settembre 2005 che trattano l'argomento al paragrafo 5.4 ed inoltre, con riguardo ai materiali, ai prodotti per uso strutturale ed alle modalità per la determinazione delle caratteristiche meccaniche delle murature, al paragrafo 11.9.

##### 66.1.1. Muratura con elementi resistenti naturali

Sarà costituita da tre tipi: muratura di pietra non squadrata, muratura listata e muratura di pietra squadrata. In tutti i casi gli elementi naturali saranno ricavati da materiale lapideo non friabile o sfaldabile e resistente al gelo; non dovranno contenere sostanze solubili o residui organici, dovranno essere integri, privi di zone alterate o removibili e dotati di buona adesività alle malte (1).

##### 66.1.2. Muratura con elementi resistenti artificiali

La muratura sarà costituita da elementi resistenti aventi generalmente forma parallelepipedica, posti in opera in strati regolari di spessore costante e legati tramite malta di prescritta composizione.

Gli elementi potranno essere di laterizio normale, laterizio alleggerito in pasta, calcestruzzo normale od alleggerito; potranno essere dotati di fori in direzione normale al piano di posa oppure in direzione parallela. In ogni caso dovranno rispondere ai requisiti prescritti al punto 11.9 delle "Norme Tecniche" in parte riportate nelle norme di accettazione dei materiali di cui al Cap. I del presente Capitolato.

##### 66.1.3. Muratura armata

Per la muratura armata (2) dovranno osservarsi le prescrizioni di cui al punto 5.4.7 delle "Norme Tecniche". La malta od il conglomerato di riempimento dei vani od alloggi delle armature dovrà avere  $R_{ck} > 15 \text{ N/mm}^2$  ed idoneo spessore per il ricoprimento delle armature.

#### 66.2. MURATURE IN ZONA SISMICA

Per le murature in zona sismica, sia di tipo ordinario che armate, dovranno essere rispettate le prescrizioni di cui al punto 5.7.11 delle "Norme Tecniche" nonché le norme di cui all'Allegato 2, paragrafo 8, delle "Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici" emanate con Ord. P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274 e s.m.i.

#### 66.3. MURATURA E RIEMPIMENTI DI PIETRAMA A SECCO

##### 66.3.1. Muratura di pietrame a secco

Dovrà essere eseguita con pietre ridotte col martello alla forma più che sia possibile regolare, restando assolutamente escluse quelle di forma rotonda. Le pietre saranno collocate in opera ben collegate, scegliendo per i paramenti quelle di maggiori dimensioni, di lato comunque non inferiore a 20 cm, ed atte a combaciare fra di loro. Si eviterà sempre la ricorrenza delle connessioni verticali. Nell'interno della muratura si farà uso delle scaglie soltanto per appianare i corsi e riempire gli interstizi tra pietra e pietra.

(1) Tale caratteristica, unitamente ai requisiti di resistenza meccanica, sarà determinata con le modalità di cui al punto 11.9 delle "Norme tecniche".

(2) Si intende per muratura armata quella costituita da elementi artificiali semipieni con fori verticali coassiali tali da consentire l'inserimento di armature verticali.

### 66.3.2. Riempimenti di pietrame

Saranno eseguiti collocando il pietrame in opera a mano, su terreno ben costipato, al fine di evitare cedimenti per effetto di carichi, spinte od assestamenti. La pezzatura del materiale adoperato dovrà essere decrescente dal basso verso l'alto onde impedire la penetrazione delle materie di rinterro e la conseguente occlusione dei vuoti.

### 66.3.3. Vespai

Saranno realizzati, se non altrimenti disposto, sotto tutti i pavimenti situati a contatto del terreno. Per locali destinati ad usi civili ne risulterà invece espressamente vietato l'impiego, dovendosi in tal caso realizzare un normale solaio, distanziato dal terreno non meno di 50 cm.

I vespai saranno eseguiti su terreno debitamente spianato, saturato ove necessario con materiale arido e ben battuto con la mazzaranga, onde evitare cedimenti. Saranno formati con scapoli di pietra collocati a mano, ben assestati, e saranno dotati di cunicoli di ventilazione, interessati di 1,50 ÷ 2,00 m, di sezione 250 ÷ 300 cm<sup>2</sup>, correnti anche lungo le pareti e formati con pietrame idoneamente disposto o con tubazioni di adeguata resistenza traforate al contorno. Detti cunicoli saranno intercomunicanti nonché dotati di un sufficiente e protetto sbocco all'aperto in modo da assicurare il ricambio dell'aria.

## 66.4. MURATURA DI PIETRAMA CON MALTA

### 66.4.1. Muratura a getto (a sacco)

Risulterà composta di scheggioni di pietra e malta grassa, quest'ultima in proporzione non minore di 0,45 m<sup>3</sup> per metro cubo di muratura.

La muratura sarà eseguita facendo gettate alternate entro i cavi di fondazione di malta fluida e scheggioni di pietra, preventivamente puliti e bagnati, assestando e spianando regolarmente gli strati ogni 40 cm di altezza, riempiendo accuratamente i vuoti con materiale minuto e distribuendo la malta in modo da ottenere strati regolari di muratura, in cui le pietre dovranno risultare completamente rivestite di malta. La gettata dovrà essere abbondantemente rifornita di acqua in modo che la malta penetri in tutti gli interstizi; tale operazione sarà aiutata con beveroni di malta molto grassa.

### 66.4.2. Muratura ordinaria (lavorata a mano)

Sarà eseguita con scapoli di pietrame, delle maggiori dimensioni consentite dallo spessore della massa muraria, spianati grossolanamente nei piani di posa ed allettati, se non diversamente disposto, con malta cementizia a 300 kg di cemento.

Le pietre, prima di essere collocate in opera, saranno diligentemente ripulite dalle sostanze terrose ed ove occorra, a giudizio della Direzione Lavori, accuratamente lavate. Saranno poi bagnate, essendo proibito eseguire la bagnatura dopo averle disposte sul letto di malta.

Tanto le pietre, quanto la malta, saranno interamente disposte a mano, seguendo le migliori regole d'arte, in modo da costituire una massa perfettamente compatta nel cui interno le pietre stesse, ben battute col martello, risulteranno concatenate tra loro e rivestite da ogni parte di malta, senza alcun interstizio. Sarà vietato in modo assoluto l'uso di materiale minuto, liscio o rotondeggiante, senza preventivo dimazzamento.

La costruzione della muratura dovrà progredire a strati orizzontali di conveniente altezza, concatenanti nel senso dello spessore del muro, allo scopo di ben legare la muratura anche nel senso della grossezza. Dovrà sempre evitarsi la corrispondenza delle connessure fra due corsi consecutivi. Gli spazi vuoti che verranno a formarsi per la irregolarità delle pietre saranno riempiti con piccole pietre, che non si toccheranno mai a secco e non lasceranno spazi, colmando con malta tutti gli interstizi.

Nelle murature senza speciale paramento si impiegheranno per le facce viste le pietre di maggiori dimensioni, con le facce esterne rese piane e regolari in modo da costituire un paramento rustico a faccia vista e si disporranno negli angoli le pietre più grosse e più regolari. Detto paramento rustico dovrà essere più accurato e maggiormente regolare nelle murature in elevazione.

Le facce viste delle murature di pietrame, non destinate ad essere intonacate o comunque rivestite, saranno sempre rabboccate, ad arte, con malta cementizia a 400 kg di cemento.

### 66.4.3. Muratura mista

La muratura mista di pietrame e mattoni sarà eseguita come al precedente punto 66.4.2. intercalando, per ogni metro di altezza, dei ricorsi a doppi filari di mattoni pieni. I filari dovranno essere estesi a tutto lo spessore del muro e disposti secondo piani orizzontali.

## 66.5. MURATURA IN ELEMENTI NATURALI – TUFO – PIETRA DA TAGLIO

### 66.5.1. Muratura in conci di tufo

Dovrà procedere per strati perfettamente orizzontali ed a tale scopo il materiale dovrà essere perfettamente squadrato e di altezza costante. La lunghezza dei conci di tufo, per ciascun filare, non dovrà mai risultare inferiore alla minore dimensione degli stessi; i conci saranno collocati in opera sfalsati e verranno allettati e rabboccati con malta comune.

Lo spessore dei giunti non dovrà essere superiore a 5 mm; le connessure saranno del tipo rientrante, con la malta diligentemente compressa e senza sbavature.

### 66.5.2. Muratura in pietra da taglio

La pietra da taglio dovrà presentare la forma e le dimensioni previste in progetto ed essere lavorata secondo le prescrizioni di Elenco. In tutte le lavorazioni comunque, esclusa quella a grana grossa, le facce esterne di ciascun concio dovranno avere gli spigoli vivi e ben cesellati, per modo che le connessure non eccedano la larghezza di 5 mm per la pietra lavorata a grana ordinaria e di 3 mm per quella lavorata a grana fine.

Qualunque fosse il genere di lavorazione delle facce viste, i letti di posa e le facce di combaciamento dovranno essere ridotti a perfetto piano e lavorati a grana fine. Non saranno tollerate né smussature agli spigoli, né cavità nelle facce, né masticature.

#### 66.6. MURATURA IN ELEMENTI ARTIFICIALI

##### 66.6.0. Generalità

La muratura dei mattoni dovrà essere eseguita con materiale rispondente alle prescrizioni dell'art. 44. I laterizi, prima del loro impiego, dovranno essere bagnati fino a saturazione, per immersione prolungata in appositi recipienti e mai per aspersione.

La posa in opera dovrà avvenire con le connessure alternate, in corsi orizzontali e normali alle superfici esterne; i mattoni saranno posati sopra un adeguato strato di malta e premuti sopra (mai battuti con martello) onde provocare il refluimento della malta ed il riempimento delle connessure. La larghezza delle connessure sarà compresa tra 5 e 8 mm, secondo le malte impiegate; per i tipi a paramento sarà costante di 5 mm. Le malte da impiegarsi dovranno pertanto, se necessario, essere setacciate onde evitare che i giunti fra i mattoni riescano superiori ai limiti di tolleranza precedentemente fissati.

##### 66.6.1. Muratura di tamponamento

Salvo diversa disposizione, la muratura di tamponamento verrà sempre realizzata a doppia parete di laterizio (a cassetta), con mattoni pieni o semipieni ad una testa per la parete esterna e mattoni forati in foglio, di spessore non inferiore a 8 cm, per quella interna.

La distanza delle due pareti dovrà essere tale che lo spessore complessivo della muratura, al rustico, non risulti inferiore a 30 cm. Le spallette, mazzette, sguinci, squarci, ecc., saranno eseguiti in mattoni pieni di almeno una testa; i parapetti delle finestre in mattoni pieni o semipieni di spessore non inferiore a due teste o, del pari, a cassetta.

Le pareti di tamponamento, sia esterne che interne, dovranno sempre mascherare le strutture in conglomerato cementizio; qualora ciò non risultasse possibile, ed a giudizio della Direzione, il mascheramento verrà effettuato con tavole di laterizio.

#### 66.7. PARETI A UNA TESTA E IN FOGLIO

Le pareti a una testa e in foglio verranno eseguite con pezzi scelti, esclusi i rottami e quelli comunque deteriorati o danneggiati. Tutte le pareti saranno eseguite con le migliori regole dell'arte, a corsi orizzontali ed a perfetto filo, per evitare la necessità di forte impiego di malta per l'intonaco. Le pareti saranno perfettamente ammorsate tra di loro e ben collegate alle altre pareti portanti o di tamponamento; eventuali lati liberi dovranno essere riquadrati con telai in legno o in acciaio.

#### 66.8. PARAMENTI DELLE MURATURE

##### 66.8.0. Generalità

Tutte le murature non soggette a rivestimento potranno venire richieste con la lavorazione dei paramenti, nei tipi di seguito indicati od altri particolari che potranno essere prescritti in Elenco od ordinati dalla Direzione Lavori. Tra questi, la lavorazione con *pietra rasa e testa scoperta* dovrà sempre intendersi compresa nel prezzo della muratura, mentre, per gli altri tipi di lavorazione, si darà luogo ad apposito compenso od a relativo sovrapprezzo.

Resta in ogni caso stabilito che l'Appaltatore, prima di dar mano alle murature ed ai relativi paramenti, dovrà apprestare, a propria cura e spese, apposite campionature che saranno sottoposte all'approvazione della Direzione.

##### 66.8.1. Paramento a pietra rasa e testa scoperta (opera incerta)

In questo tipo di paramento il pietrame dovrà essere scelto diligentemente tra il migliore e la sua faccia dovrà essere ridotta a superficie approssimativamente piana o, qualora si presti, a convenienti bugne, secondo le disposizioni della Direzione.

Le pareti esterne dei muri dovranno risultare ben allineate e non presentare, alla prova con regolo, eccessive rientranze o sporgenze (massimo 2 ÷ 3 cm). Le facce di posa e di combaciamento dovranno essere spianate ed adattate con il martello in modo che il contatto dei pezzi avvenga in tutti i giunti per una rientranza non minore di 8 cm. La rientranza totale delle pietre non dovrà mai essere minore di 25 cm mentre nelle connessure esterne dovrà essere ridotto al minimo l'uso delle scaglie. Le stesse connessure dovranno poi essere stuccate e stilate con malta bastarda o cementizia secondo prescrizione.

##### 66.8.2. Paramento a mosaico greggio

Nella lavorazione a mosaico, si dovranno seguire, di massima, le norme precedentemente indicate, al punto 66.8.1. con la differenza che la faccia vista dei singoli pezzi dovrà essere ridotta col martello e la grossa punta a superficie perfettamente piana ed a figura irregolarmente poligonale; sarà vietato inoltre l'uso di scaglie ed i giunti dovranno avere dimensioni non superiori a 15 mm.

##### 66.8.3. Paramento a corsi irregolari

In questo tipo di paramento il pietrame dovrà essere ridotto a conci piani e squadrati sia con il martello, sia con la grossa punta, con le facce di posa parallele fra loro e quelle di combaciamento per lo più normali a quelle di posa. I conci saranno posti in opera a corsi orizzontali, di altezza che potrà variare da corso a corso e potrà anche non essere costante per l'intero filare.

Nelle superfici viste non saranno tollerate, alla prova col regolo, rientranze o sporgenze maggiori di 15 mm, salvo il caso che il pietrame consentisse, a giudizio della Direzione, la lavorazione a bugne irregolari.

#### 66.8.4. Paramento a corsi regolari

Nella lavorazione a corsi regolari i conci dovranno essere perfettamente squadrati, con la faccia rettangolare, e lavorati alla grana ordinaria; essi dovranno avere la stessa altezza per tutta la lunghezza del corso; due corsi adiacenti, invece, potranno differire tra loro in altezza, per differenze comunque non superiori a 5 cm. La Direzione Lavori potrà anche prescrivere l'altezza dei singoli corsi, che comunque non sarà mai inferiore a 20 cm. Le facce di posa dovranno essere parallele fra loro e quelle di combaciamento normali a quelle di posa.

Tanto nella lavorazione a corsi irregolari quanto in quella a corsi regolari non sarà tollerato l'uso di scaglie nelle facce a vista ed inoltre il combaciamento dei conci dovrà avvenire per 2/3 della loro rientranza nelle facce di posa e non potrà mai essere minore di 10 cm nei giunti verticali. La rientranza dei singoli pezzi non sarà mai minore della loro altezza, né inferiore a 25 cm; la larghezza delle connessioni non dovrà eccedere i 10 mm.

La stilatura dei giunti sarà effettuata scarnendo e pulendo le connessioni sino ad una conveniente rientranza, lavando con acqua, indi riempiendo e stilando con malta cementizia a 500 kg di cemento ed apposito ferro, di guisa che il contorno delle pietre si possa presentare, a lavoro ultimato, netto e senza sbavature.

#### 66.8.5. Paramento a cortina di mattoni

Salvo l'uso di laterizi o mattoni speciali, questo tipo di paramento verrà eseguito con mattoni *ex* UNI 5632, di categoria non inferiore alla 3ª. I mattoni presenteranno tinta uniforme, dimensioni costanti, spigoli diritti e vivi e caratteristiche superficiali e cromatiche come richiesto dalla Direzione Lavori.

I mattoni saranno disposti con perfetta regolarità di connessioni, sia orizzontali che verticali; la larghezza delle stesse sarà di 5 mm salvo diversa disposizione; la profilatura dei giunti potrà venire ordinata secondo 5 tipi (concavo, angolato a U, spatolato a gocciolatoio o sub-verticale, incavato, retto) e verrà eseguita con malta cementizia dosata a 500 kg di cemento.

A paramento eseguito, e dopo un congruo tempo che valuterà la Direzione, la superficie a vista verrà accuratamente ripulita, spazzolata e lavata con acqua. Il paramento finito non dovrà comunque presentare errori di planarità superiori a 6 mm, misurati con regolo di almeno tre metri di lunghezza.

### Art. 67

## CALCESTRUZZI E CONGLOMERATI

#### 67.0. GENERALITÀ

Le caratteristiche dei materiali da impiegare per la confezione dei calcestruzzi e dei conglomerati (cementizi o speciali) ed i rapporti di miscela, dovranno corrispondere alle prescrizioni del presente Capitolato, alle voci dell'Elenco Prezzi per i vari tipi di impasto ed a quanto verrà, di volta in volta ordinato dalla Direzione Lavori. Valgono peraltro, per quanto compatibili, le prescrizioni generali di cui al precedente punto 65.0.

#### 67.1. CALCESTRUZZI DI MALTA

##### 67.1.1. Calcestruzzo ordinario

Sarà composto da 0,45 m<sup>3</sup> di malta idraulica o bastarda e da 0,90 m<sup>3</sup> di ghiaia o pietrisco. Il calcestruzzo sarà confezionato preparando separatamente i due componenti e procedendo successivamente al mescolamento previo lavaggio o bagnatura degli inerti.

##### 67.1.2. Calcestruzzo ciclopico

Sarà costituito dal calcestruzzo di cui al precedente punto e da pietrame annegato, nelle rispettive proporzioni di 2/3 ed 1/3. Il pietrame dovrà sempre essere accuratamente ripulito e lavato ed avere resistenza a compressione non inferiore a 90 N/mm<sup>2</sup>. Sarà impiegato in pezzatura assortita, di dimensioni mai superiori al 25% dello spessore della muratura ed in ogni caso non superiori a 25 cm per getti di fondazione ed a 15 cm per quelli in elevazione.

Il pietrame verrà annegato in opera nel calcestruzzo, battendo con mazzaranghe ed avendo cura che disti sempre non meno di 5 cm dalle superfici esterne della struttura.

#### 67.2. CONGLOMERATI CEMENTIZI (CALCESTRUZZI) NORMALI E PESANTI (1)

##### 67.2.0. Generalità

I conglomerati da adoperarsi per opere di qualsiasi genere, sia in fondazione che in elevazione, dovranno essere confezionati secondo le prescrizioni di progetto e le disposizioni impartite dal Direttore dei lavori. In particolare i conglomerati destinati a opere strutturali dovranno essere confezionati secondo le norme tecniche emanate con D.M. 14 settembre 2005 il quale, al paragrafo 11.1, richiama anche la norma UNI EN 13670-1. In linea generale comunque, per i conglomerati cementizi, dovrà essere rispettata la seguente normativa di base:

**UNI EN 206-1** - Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità.

**UNI 11104** - Idem. Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1.

L'impiego dei conglomerati, a norma del punto 11.1.2 delle citate norme tecniche, sarà in ogni caso preceduto da uno studio preliminare, con relative prove di qualificazione, sia sui materiali da impiegare che sulla composizione degli impasti, e ciò allo scopo di determinare con sufficiente anticipo e mediante certificazione di laboratorio, la migliore formulazione atta a garantire i requisiti richiesti dal contratto. Questo anche con riferimento alla durabilità per la quale si richiama le norme UNI 8981-1 ÷ 7 ed in particolare:

**UNI 8981-7** - Durabilità delle opere e manufatti di calcestruzzo. Istruzioni per la progettazione, la confezione e messa in opera del calcestruzzo.

(1) Si definisce calcestruzzo *normale* il prodotto avente massa volumica, dopo essiccamento in stufa, compresa tra 2000 e 2600 kg/m<sup>3</sup>. Si definisce *pesante* quello avente massa volumica superiore a 2600 kg/m<sup>3</sup>.

### 67.2.1. Leganti

Per i conglomerati oggetto delle presenti norme dovranno impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici definiti come cementi dalle disposizioni vigenti in materia. Si richiamano peraltro, specificatamente, le disposizioni di cui al punto 11.1.9.1 delle "Norme Tecniche" nonché quelle riportate al punto 43.3. del presente Capitolato.

### 67.2.2. Inerti – Granulometria e miscele

Oltre a quanto stabilito al punto 11.1.9.2 delle superiori norme tecniche, gli inerti dovranno corrispondere ai requisiti riportati al punto 42.3. del presente Capitolato. Le caratteristiche e la granulometria dovranno essere preventivamente studiate, in rapporto alla dimensione massima prescritta per gli inerti, e sottoposte all'approvazione della Direzione dei lavori.

Le miscele degli inerti, fini e grossi, in percentuale adeguata, dovranno dar luogo ad una composizione granulometrica costante, che permetta di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, pompabilità) che in quello indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, fluage, ecc.). La curva granulometrica dovrà essere tale da ottenere la massima compattezza del calcestruzzo compatibilmente con gli altri requisiti richiesti.

La dimensione massima dei grani dell'inerte dovrà essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto tenendo conto della lavorabilità, dell'armatura metallica e relativo copriferro, della carpenteria, delle modalità di getto e dei mezzi d'opera. In particolare:

- non dovrà superare 1/4 della dimensione minima delle strutture;
- nei conglomerati armati dovrà essere minore della distanza tra le barre d'armatura meno 5 mm (a meno che non si adotti il raggruppamento delle armature);
- non dovrà superare 1,3 volte lo spessore del copriferro (v. UNI 8981/5).

L'idoneità dell'inerte sarà verificata su prelievi rappresentativi della fornitura. Con riferimento alla normativa UNI 8520, saranno accertati: il tenore di impurità organiche (UNI 8520/14); il materiale passante allo staccio 0,075 UNI 2332, che dovrà essere non superiore allo 0,3% in massa per l'aggregato fine (5% per materiale di frantoio) ed allo 0,5% per l'aggregato grosso (1% per materiale di frantoio) (1); il coefficiente di forma (2), che non dovrà essere inferiore a 0,15.

Con lo stesso riferimento normativo, gli inerti dovranno essere di categoria A UNI 8520-2 per conglomerati con resistenza caratteristica non inferiore a 30 MPa (30 N/mm<sup>2</sup>); potranno essere di categoria B UNI 8520-2 per conglomerati con resistenza fino a 30 MPa e di categoria C UNI 8520-2 per conglomerati con resistenza non superiore a 15 MPa. L'aggregato in frazione unica potrà essere utilizzato solo nel calcestruzzo di classe di resistenza  $\leq$  C 12/15.

Qualora gli inerti fossero suscettibili di attacco da parte degli alcali (Na<sub>2</sub>O e K<sub>2</sub>O) essi verranno sostituiti. In alternativa saranno seguite le prescrizioni di cui alla UNI 8520/22.

### 67.2.3. Acqua

L'acqua da adoperarsi per gli impasti dovrà avere le caratteristiche riportate al punto 42.1. del presente Capitolato. Si richiama anche, per quanto compatibile, la norma UNI 8981-7.

### 67.2.4. Cloruri

Il contenuto di ioni cloro (Cl<sup>-</sup>) nel calcestruzzo non dovrà superare il valore dell'1% in massa del cemento per calcestruzzo normale, dello 0,4% per calcestruzzo armato e dello 0,2% per calcestruzzo armato precompresso (classi rispettive: Cl 1,0; Cl 0,4; Cl 0,2) (3).

### 67.2.5. Additivi

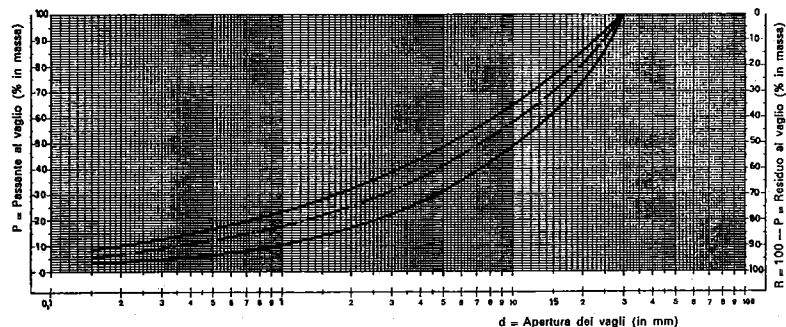
Gli additivi eventualmente impiegati devono essere conformi alle norme e prescrizioni riportate al punto 59.6. del presente Capitolato. La quantità degli stessi non dovrà superare la misura di 50 g/kg di cemento né dovrà essere minore di 2 g/kg di cemento nella miscela (salvo preventiva dispersione nell'acqua di impasto). La quantità di additivo liquido che superi la misura di 3 l/m<sup>3</sup> di calcestruzzo dovrà essere considerata nel calcolo del rapporto acqua/cemento (a/c). Dovranno in ogni caso tenersi in considerazione le istruzioni di impiego fornite dal produttore (4).

Nel cemento armato normale o precompresso, e comunque nei conglomerati inglobanti inserti metallici, è fatto divieto di impiegare cloruro di calcio o additivi a base di cloruri.

### 67.2.6. Impasto del conglomerato

L'impasto del conglomerato dovrà essere effettuato con impianti di betonaggio forniti di dispositivi di dosaggio e contatori tali da garantire un accurato controllo della quantità dei componenti. Questi (cemento, inerti, acqua, additivi ed

FIG. 16 - Fuso granulometrico per dimensione massima degli inerti di 30 mm (D 30)



(1) In relazione alla granulometria, secondo UNI 8520-1 gli aggregati sono classificati come segue:

- *Aggregati grossi*: con passante allo staccio 4 UNI 2332 minore del 5%;
- *Aggregati fini*: con passante allo staccio 4 UNI 2332 maggiore del 95%;
- *Filler*: con passante allo staccio 0,075 UNI 2332 maggiore del 90%.

Secondo UNI EN 12620 per *aggregato grosso* si intende un aggregato la cui dimensione superiore "D" è maggiore od uguale a 4 mm e la cui dimensione inferiore "d" è maggiore od uguale a 2 mm; per *aggregato fine*, quello la cui dimensione superiore "D" è minore od uguale a 4 mm; per *filler*, quello che passa per la maggior parte allo staccio di 0,063 mm. Si richiamano peraltro, per i requisiti granulometrici, i prospetti e le notazioni di cui al punto 4.3 della norma europea, ed i requisiti di cui alla Tab. 11.1.IV delle Norme Tecniche.

(2) Il coefficiente di forma "C" è dato dal rapporto  $6V/3,14 N^3$  dove "V" è il volume del grano ed "N" è la dimensione maggiore.

(3) V. comunque il prospetto 10 della UNI EN 206-1.

(4) I calcestruzzi con classe di consistenza  $\geq$  S4, V4, C3 o  $\geq$  F4 saranno di norma confezionati con additivi superfluidificanti.

eventuali aggiunte) dovranno essere misurati a peso; per l'acqua, gli additivi e le aggiunte sarà ammessa anche la misurazione a volume. I dispositivi di misura dovranno essere collaudati periodicamente, secondo le richieste della Direzione che, se necessario, potrà servirsi dell'Ufficio abilitato alla relativa certificazione (1).

Il quantitativo di acqua di impasto dovrà essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti. Tale quantitativo determinerà la consistenza del conglomerato (v. Tab. 54, 55 e 56) che al momento del getto dovrà essere di norma di classe S3 o F3 (classe di spandimento). In ogni caso il rapporto acqua-cemento (a/c) non dovrà superare il valore di 0,75 per i conglomerati di classe di resistenza più bassa (C 8/10) ed il valore di  $0,35 \div 0,40$  per quelli di classe più alta (da oltre C 50/60), fermo restando che in questi ultimi casi dovrà comunque essere garantita la lavorabilità anche con l'impiego di opportuni additivi.

#### 67.2.7. Conglomerati a prestazione garantita

Saranno caratterizzati da *requisiti di base* e da eventuali *requisiti aggiuntivi*, con notazioni di cui al punto 6.2.3 della UNI EN 206-1. Per i requisiti di base l'Appaltatore dovrà garantire: la conformità alla norma citata; la classe di resistenza a compressione, la classe di esposizione; la dimensione massima nominale dell'aggregato; la classe di contenuto in cloruri. Inoltre per il calcestruzzo leggero e per quello pesante, rispettivamente: la classe di massima volumica (2) ed il valore di riferimento.

**TAB. 51 - Classi di resistenza a compressione per calcestruzzo normale e pesante (UNI EN 206-1 – UNI 11104) (3)**

CLASSE DI RESISTENZA CARATTERISTICA A COMPRESSIONE													
molto bassa		bassa			media					molto alta			
C 8/10	C 12/15	C 16/20	C 20/25	C 25/30	C 28/35	C 32/40	C 35/45	C 40/50	C 45/55	C 50/60	C 55/67	C 60/75	C 70/85
NOTA: Nella superiore classificazione il primo numero indica la resistenza caratteristica cilindrica minima $f_{ck}$ , cyl (MPa) ed il secondo la resistenza caratteristica cubica minima $f_{ck}$ , cube (MPa)													

Per i requisiti aggiuntivi potranno essere richiesti (e l'Appaltatore dovrà garantirli): tipi o classi speciali di cemento; tipi o classi speciali di aggregato; caratteristiche di resistenza al gelo-disgelo (es. il contenuto d'aria); temperatura dell'impasto fresco alla consegna; modo di sviluppo della consistenza (v. prosp. 12 della UNI EN 206-1); sviluppo del calore in idratazione; presa ritardata; resistenza alla penetrazione dell'acqua, all'abrasione ed alla trazione indiretta ed altri requisiti.

#### 67.2.8. Conglomerati a composizione

Anche tali conglomerati saranno caratterizzati da *requisiti di base* e da eventuali *requisiti aggiuntivi*. Per i requisiti di base l'Appaltatore dovrà garantire: la conformità alla UNI EN 206-1; il dosaggio di cemento; il tipo e la classe di resistenza del cemento; il rapporto acqua/cemento o la consistenza espressa come classe; il tipo, le categorie ed il contenuto massimo di cloruri nell'aggregato (nel caso del calcestruzzo leggero oppure pesante, anche la massa volumica massima o rispettivamente minima dell'aggregato); la dimensione massima nominale dell'aggregato; il tipo e la quantità di additivo o di aggiunte, se impiegati, e la relativa provenienza. Per i requisiti aggiuntivi si rimanda al punto precedente.

#### 67.2.9. Conglomerato a composizione normalizzata

Da utilizzarsi unicamente per conglomerati con classi di resistenza a compressione di progetto  $\leq$  C 16/20, dovrà rispondere alla specifica di cui al punto 6.4 della UNI EN 206-1.

#### 67.2.10. Requisiti di durabilità

Qualora per particolari condizioni climatiche ed ambientali o per condizioni di esercizio particolarmente gravose in rapporto ai tipi di esposizione classificati in Tab. 52 si rendesse necessario garantire anche la *durabilità* del conglomerato, questo dovrà soddisfare, oltre ai requisiti riportati in Tab. 53, anche i seguenti (4):

- La resistenza ai cicli di gelo/disgelo, determinata secondo UNI 7087, dovrà essere tale che dopo 300 cicli le caratteristiche del conglomerato soddisfino i seguenti requisiti: variazione del modulo di elasticità dinamico, in riduzione, minore del 20%; espansione lineare minore dello 0,2%; perdita di massa minore del 2%.
- Il coefficiente di permeabilità "k" non dovrà essere superiore a  $10^{-9}$  cm/s prima delle prove di gelività ed a  $10^{-8}$  cm/s dopo dette prove.
- Il fattore di durabilità, come definito dalla UNI 7087, dovrà essere elevato.

In ambienti particolarmente aggressivi, in presenza di salsedine marina, atmosfere industriali, ecc. sarà altresì posta particolare cura perché oltre alle indicazioni esposte nella Tab. 50 vengano osservate anche le seguenti prescrizioni (5):

- L'acqua degli impasti dovrà essere assolutamente limpida, dolce ed esente da solfati e cloruri anche in piccola percentuale.
- Gli inerti dovranno essere opportunamente lavati con acqua dolce ed avere granulometria continua.
- In ambiente umido o marino soggetto a gelo il volume minimo di aria inglobata sarà del 3÷4% per aggregati con diametro massimo di 32 mm, del 4÷5% per aggregati con  $D_{max}$  di 16 mm e del 5÷6% per aggregati con  $D_{max}$  di 8 mm.

(1) Per la precisione dell'apparecchiatura di misura v. il Prospetto X della UNI 9858. Il dosaggio dei componenti (cemento, acqua, aggregati) dovrà essere garantito con una precisione del  $\pm 3\%$ ; quello degli additivi con una precisione del  $\pm 5\%$ .

(2) Per il calcestruzzo normale, la massa volumica a secco deve essere maggiore di  $2000 \text{ kg/m}^3$  e non deve superare  $2600 \text{ kg/m}^3$ . Per il calcestruzzo leggero detta massa deve rientrare nei valori limiti riportati nel prospetto 9 della norma. Per il calcestruzzo pesante, la massa volumica a secco deve essere maggiore di  $2600 \text{ kg/m}^3$ . Se la massa volumica è specificata come valore di riferimento, la tolleranza applicata è di  $\pm 100 \text{ kg/m}^3$ .

(3) Nella superiore classificazione non risultano riportate la classe C 30/37 (media) e le classi C 80/95, C 90/105, C 100/115 (alta resistenza) queste ultime non prese in considerazione dal D.M. 14.09.2005 ma contemplate dalla UNI EN 206-1.

(4) Attesa l'onerosità di determinati controlli, anche in termini di tempo, nella pratica ordinaria e salvo opere di particolare importanza, il controllo della durabilità potrà essere più semplicemente basato sulla misura della resistenza a compressione. Il criterio trae la sua *ratio* dalla correlazione tra impermeabilità – rapporto a/c – e resistenza meccanica (v. in particolare la Tab. 53).

(5) V. anche l'Appendice J (Metodi di progetto delle miscele di calcestruzzo basate sulle prestazioni per il rispetto della durabilità) della norma UNI EN 206-1 ed il punto 73.4 del presente Capitolato. Per la durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati v. anche le norme della serie UNI 8981 (1÷8).

- In ambiente marino o chimicamente aggressivo, soggetto a gelo, dovrà impiegarsi cemento resistente ai solfati (riferimenti e prove UNI 9156 e 10595) qualora il contenuto degli ioni solfato sia maggiore di 500 mg/l (per impiego con acqua nel terreno) e di 3000 mg/kg (per impiego nel terreno secco). Per i metodi di prova si farà riferimento alla ISO 4316 per il pH, alla ISO 7150-1 per gli ioni ammonio, alla ISO 7980 per gli ioni magnesio ed alla EN 196-2 per gli ioni solfato.

#### 67.2.11. Prelievo dei campioni – Controlli di accettazione

Per le opere soggette alla disciplina del D.M. 14 settembre 2005, il Direttore dei lavori farà prelevare nel luogo di impiego, dagli impasti destinati alla esecuzione delle varie strutture, la quantità di conglomerato necessario per la confezione di n. 2 provini (*prelievo*) conformemente alla prescrizione di cui al punto 11.1.4 dello stesso decreto e con le modalità indicate dalla UNI EN 12390-1. Le domande di prova, da indirizzarsi ad un laboratorio ufficiale ex art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, saranno sottoscritte dallo stesso Direttore.

Per costruzioni ed opere con getti non superiori a 1500 m<sup>3</sup>, ogni controllo di accettazione (tipo A) sarà rappresentato da n. 3 prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m<sup>3</sup> di miscela omogenea (1). Per ogni giorno di getto sarà effettuato almeno un prelievo (con deroga per le costruzioni con meno di 100 m<sup>3</sup>, fermo restando l'obbligo di almeno tre prelievi).

Per costruzioni ed opere con getti superiori a 1500 m<sup>3</sup> di miscela omogenea è obbligatorio il controllo di accettazione di tipo statistico (tipo B), eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m<sup>3</sup> di conglomerato. Per ogni giorno di getto di miscela omogenea sarà effettuato almeno un prelievo e complessivamente almeno n. 15 prelievi sui 1500 m<sup>3</sup>.

TAB. 52 - Classi di esposizione riferite alle condizioni dell'ambiente

CLASSE	AMBIENTE
<b>Assenza di rischio di corrosione o attacco</b>	
X0	Ambiente molto asciutto
<b>Corrosione indotta da carbonatazione</b>	
XC1 XC2 XC3 XC4	Asciutto o sempre bagnato Bagnato di rado asciutto Umidità moderata Ciclicamente asciutto o bagnato
<b>Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare</b>	
XD1 XD2 XD3	Umidità moderata Bagnato, di rado asciutto Ciclicamente asciutto o bagnato
<b>Corrosione indotta da acqua di mare</b>	
XS1 XS2 XS3	Esposto a salsedine di mare Permanentemente sommerso Esposto a spruzzi od a marea
<b>Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti</b>	
XF1 XF2 XF3 XF4	Moderata saturazione d'acqua idem con agente disgelante Elevata saturazione d'acqua Idem con agente disgelante
<b>Attacco chimico</b>	
XA1, XA2, XA3	Industriale

TAB. 53 - Durabilità. Valori limiti per la composizione e le proprietà del calcestruzzo in rapporto alle classi di esposizione

ATTACCHI  REQUISITI	Classi di esposizione																			
	Nessun rischio di corrosione dell'armatura	Corrosione delle armature indotta dalla carbonatazione				Corrosione delle armature indotta da cloruri						Attacco da cicli di gelo/disgelo				Ambiente aggressivo per attacco chimico				
		X0	XC1	XC2	XC3	XC4	Acqua di mare			Cloruri provenienti da altre fonti			XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	
Massimo rapporto a/c		0,60		0,55	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,50	0,50	0,45	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	
Minima classe di resistenza	C12/15	C25/30		C28/35	C35/40	C35/40	C35/45	C28/35	C32/40	C35/45	32/40	25/30	28/35	28/35	32/40	35/45	28/35	32/40	35/45	
Minimo contenuto in cemento (kg/m <sup>3</sup> )		300		320	340	340	360	320	340	360	320	340	360	320	340	360	320	340	360	
Contenuto minimo in aria (%)														3,0						
Altri requisiti														Aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo				È richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati		

L'ordine dei prelievi sarà quello risultante dalla data di confezione dei provini, corrispondenti alla rigorosa successione dei relativi getti. Per ogni prelievo sarà redatto apposito verbale riportante le seguenti indicazioni: località e denominazione del cantiere, numero e sigla del prelievo, composizione del calcestruzzo; data ed ora del prelevamento, provenienza del prelevamento, posizione in opera del calcestruzzo.

#### 67.2.12. Preparazione e stagionatura dei provini

Per la preparazione e stagionatura dei provini, per le prove di resistenza, vale quanto indicato dalla norma UNI EN 12390-2.

#### 67.2.13. Prove e controlli vari

Il conglomerato fresco sarà frequentemente controllato come consistenza, resa volumetrica, contenuto d'aria e, se richiesto, come composizione e rapporto acqua/cemento.

(1) Risulta quindi un controllo di accettazione (costituito da n. 6 provini) ogni 300 m<sup>3</sup> al massimo di getto. In ogni caso, sia per il controllo di tipo A che per quelli di tipo B, il controllo di accettazione è positivo ed il quantitativo di calcestruzzo accettato se risultano verificate le disuguaglianze di cui alla presente tabella, dove:  $\bar{R}_m$  è la resistenza media dei prelievi,  $R_1$  è il valore più basso della resistenza dei prelievi (N/mm<sup>2</sup>) ed  $s$  è lo scarto quadratico medio.

Controllo di tipo A	Controllo di tipo B
$R_1 \geq R_{ck} - 3,5$	
$\bar{R}_m \geq R_{ck} + 3,5$	$\bar{R}_m \geq R_{ck} + 1,48s$
(N° prelievi 3)	(N° prelievi $\geq 5$ )

La *prova di consistenza* si identificherà normalmente nella misura dell'abbassamento al cono di Abrams. Tale prova, da eseguirsi su conglomerati con inerti di categoria D 32,5 secondo UNI EN 12350-2, sarà considerata significativa per abbassamenti compresi tra 2 e 20 cm; per conglomerati ad elevata lavorabilità (es. con additivi superfluidificanti) sarà preferibile la determinazione mediante la misura dello spandimento alla tavola a scosse, secondo UNI EN 12350-5. È ammesso anche l'impiego dell'apparecchio Vêbé secondo UNI EN 12350-3.

La *prova di omogeneità* (1) sarà prescritta in modo particolare quando il trasporto del conglomerato venga effettuato tramite autobetoniera. Le prove del *dosaggio del cemento e dell'acqua* e di *resa volumetrica dell'impasto* verranno eseguite con le modalità di cui alle UNI 6393 ed UNI EN 12350-6. La prova del *contenuto d'aria* sarà richiesta ove venga impiegato un additivo aerante; nel caso sarà eseguita con le modalità di cui alla UNI EN 12350-7. La prova di *resistenza a compressione* sarà infine effettuata con le modalità di cui alla UNI EN 12390-3.

**TAB. 54 - Consistenza del conglomerato rapportata agli abbassamenti del cono di Abrams**

Classe di consistenza del conglomerato	Abbassamento del cono (SLUMP)	Denominazione corrente
S 1	10 ÷ 40 mm	Umida
S 2	50 ÷ 90 "	Plastica
S 3	100 ÷ 150 "	Semifluida
S 4	160 ÷ 200 "	Fluida
S 5	≥ 210 "	Superfluida

**TABB. 55 e 56 - Classi di consistenza. Indici di compattabilità e spandimento (UNI EN 12350-4-5)**

Classe	Indice di compattabilità	Classe	Indice di compattabilità
C0	≥ 1,46	F1	≤ 340 (mm)
C1	da 1,45 a 1,26	F2	da 350 a 410 "
C2	da 1,25 a 1,11	F3	da 420 a 480 "
C3	da 1,10 a 1,04	F4	da 490 a 550 "
		F5	da 560 a 620 "
		F6	≥ 630 "

#### 67.2.14. Trasporto del conglomerato

Se confezionato fuori opera il trasporto del conglomerato a piè d'opera dovrà essere effettuato con mezzi idonei atti ad evitare la separazione dei singoli elementi costituenti l'impasto. Il tempo intercorso tra l'inizio delle operazioni d'impasto ed il termine dello scarico in opera non dovrà comunque causare un aumento di consistenza superiore di 5 cm alla prova del cono.

Sarà assolutamente vietato aggiungere acqua agli impasti dopo lo scarico della betoniera; eventuali correzioni, se ammesse, della lavorabilità dovranno quindi essere effettuate prima dello scarico e con l'ulteriore mescolamento in betoniera non inferiore a 30 giri (2).

#### 67.3. CALCESTRUZZO PRECONFEZIONATO

Dovrà corrispondere alle prescrizioni di Elenco ed in ogni caso ai requisiti, prescrizioni e notazioni di cui alle norme UNI EN 206-1 ed UNI 11104 precedentemente riportate per alcuni contenuti caratterizzanti.

L'Appaltatore resta l'unico responsabile nei confronti della stazione appaltante per l'impiego del conglomerato cementizio preconfezionato nelle opere oggetto dell'appalto e si obbliga a rispettare ed a far rispettare scrupolosamente tutte le norme regolamentari e di legge stabilite sia per i materiali (inerti, leganti, ecc.) sia per il confezionamento e trasporto in opera dal luogo di produzione.

Resta comunque stabilito che i prelievi per le prove di accettazione dovranno essere eseguiti nei cantieri di utilizzazione, all'atto del getto (3).

#### 67.4. CALCESTRUZZI SPECIALI

##### 67.4.1. Calcestruzzi cementizi con inerti leggeri

Sia nei tipi normali (non strutturali) che strutturali, potranno essere realizzati con argilla espansa, pomice granulare, vermiculite espansa e scisti espansi in genere, secondo prescrizione, e dovranno rispondere per definizioni, classificazione, prestazioni e valutazione della conformità alla seguente normativa:

**UNI 7548-1** - Calcestruzzo leggero con argilla espansa o scisti espansi. Definizione e classificazione.

**UNI EN 296-1** - Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità.

**UNI EN 13055-1**- Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta per iniezione.

Per la classifica, ove si faccia riferimento alla massa volumica del calcestruzzo (in kg/m<sup>3</sup>, da determinarsi secondo UNI 7548-2), saranno individuate 6 classi, come di seguito: D1,0 (800÷1000), D1,4 (1200÷1400) ..... D2,0 (1800÷2000). Ove la classifica sia riferita alla resistenza a compressione, verrà definito il *calcestruzzo strutturale* quale materiale avente massa

(1) La prova di omogeneità verrà eseguita vagliando due campioni di conglomerato, presi ad 1/5 ed a 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso un vaglio a maglia quadra da 4,76 mm. La percentuale di materiale grosso, in peso, nei due campioni non dovrà differire più del 10%; lo slump dei due campioni, prima della vagliatura, non dovrà differire più di 3 cm.

(2) Sull'argomento v. il punto 7.5 della UNI EN 206-1. Non è ammesso aggiungere nell'autobetoniera in cantiere una quantità d'acqua o di additivo maggiore di quanto permesso dalla specifica. Ove ciò avvenga, sul documento di consegna del carico il calcestruzzo sarà registrato come *non conforme* e la Direzione dei lavori assumerà le decisioni e le responsabilità conseguenti.

(3) Nel caso di calcestruzzo preconfezionato, il produttore dovrà fornire un documento di consegna in cui siano riportate almeno le seguenti informazioni (parte delle quali potranno essere riportate in apposito catalogo tipologico da depositarsi in cantiere): • nome dell'impianto di preconfezionamento • numero del documento • giorno ed ora del carico ovvero ora del primo contatto tra acqua e cemento • identificativo del veicolo di trasporto • nome ed ubicazione del cantiere • riferimento all'ordine • quantità di calcestruzzo in metri cubi • dichiarazione di conformità alla UNI EN 206-1 • nome o marchio dell'ente di certificazione (se previsto) • ora di arrivo del calcestruzzo in cantiere • ore di inizio scarico e di fine scarico ed eventuali interventi allo scarico.

Ancora, per il *calcestruzzo a prestazione garantita*:

• classe di resistenza • classi di esposizione ambientale • classe di contenuto in cloruri • classe di consistenza o valore di riferimento • dimensione massima nominale dell'aggregato. Inoltre, se oggetto di specifica: valori limite di composizione del calcestruzzo • tipo e classe di resistenza del cemento • tipi di additivi ed aggiunte • proprietà speciali. Ancora, nel caso di calcestruzzo leggero o pesante: • classe di massa volumica o massa volumica di riferimento.

E per il *calcestruzzo a composizione richiesta*:

• dettagli sulla composizione (es. contenuto di cemento e tipo di eventuale additivo) • secondo specifica, rapporto acqua/cemento oppure consistenza, espressa come classe o valore di riferimento • dimensione massima nominale dell'aggregato.



volumica media compresa tra 1200 e 2000 kg/m<sup>3</sup> e resistenza caratteristica a compressione  $\geq 15$  MPa (15 N/mm<sup>2</sup>). In ogni caso, sia per i calcestruzzi strutturali che per quelli normali, le classi di resistenza caratteristica saranno individuate come da tabella che segue:

**TAB. 57 - Calcestruzzo leggero. Classi di resistenza a compressione**

Classe di resistenza a compressione	LC 8/9	LC 12/13	LC 16/18	LC 20/22	LC 25/28	LC 30/33	LC 35/38
	LC 40/44	LC 45/50	LC 50/55	LC 55/60	LC 60/66	LC 70/77	LC 80/88
NOTA: Nella superiore classificazione il primo numero indica la resistenza caratteristica cilindrica minima $f_{ck}$ , cyl (MPa) ed il secondo la resistenza caratteristica cubica minima $f_{ck}$ , cube (MPa).							

I calcestruzzi saranno dosati con un quantitativo di cemento per metro cubo di inerte non inferiore a 150 kg; l'inerte sarà di unica granulometria (calcestruzzo unigranulare) laddove non risulterà opportuno effettuare la miscelazione di varie granulometrie al fine di evitare cali nei getti; sarà invece di granulometria mista laddove saranno richieste determinate caratteristiche di massa, di resistenza cubica e di conducibilità termica. In ogni caso la massima dimensione dei granuli non dovrà essere superiore ad 1/3 dello spessore dello strato da realizzare.

Per la confezione dovrà adoperarsi una betoniera a rotolamento, miscelando l'inerte con il cemento ed aggiungendo quindi l'acqua in quantità sufficiente per ottenere un impasto dall'aspetto brillante ma non dilavato. All'impasto dovranno essere aggiunti degli additivi tensio-attivi aeranti, in opportune proporzioni in rapporto alla granulometria dell'inerte, e ciò al fine di facilitare la posa in opera del conglomerato specie se confezionato con l'assortimento granulometrico più alto.

#### 67.4.2. Calcestruzzo cellulare

Il calcestruzzo cellulare (cellulare concrete system) sarà ottenuto inglobando, in una massa di malta cementizia, una grande quantità di bollicine di aria, di piccolissime dimensioni, uniformemente distribuite nella stessa. L'effetto sarà realizzato aggiungendo alla malta, preparata in betoniera, uno speciale schiumogeno, prodotto al momento dell'impiego con speciali aeratori, oppure ricorrendo a speciali apparecchiature automatiche di preparazione e distribuzione.

Il rapporto tra i componenti (sabbia, cemento, acqua e schiumogeno) sarà prescritto in Elenco o stabilito dalla Direzione in funzione delle caratteristiche richieste. Il raggiungimento dei requisiti voluti verrà dimostrato dall'Appaltatore mediante prove preliminari nonché, in fase esecutiva, mediante appositi prelievi da sottoporre ad accertamenti di laboratorio.

#### 67.4.3. Calcestruzzo autocompattante

Definito in acronimo SCC (1), dovrà rispondere a quanto prescritto dalla seguente norma:

**UNI 11040** - Calcestruzzo autocompattante. Specifiche, caratteristiche e controlli.

Il calcestruzzo sarà formulato in base ai requisiti previsti dal progetto ed alle esigenze di cantiere, tenendo in considerazione i tempi di trasporto e messa in opera, le modalità di quest'ultima, i tempi di scasseramento e le condizioni di stagionatura.

I requisiti di specifica riguarderanno la conformità alla norma UNI 11040, la consistenza (fluidità), la classe di resistenza, la classe di esposizione e la dimensione massima nominale dell'aggregato che di norma non dovrà superare il  $D_{max}$  di 25 mm (2).

Il rapporto tra aggregato grosso e sabbia sarà mediamente di 1:1; il contenuto in finissimo di 500÷600 kg/m<sup>3</sup> e il rapporto acqua/finissimo di 0,31÷0,36 in massa. La fluidità necessaria sarà ottenuta a mezzo di additivi superfluidificanti. Nel caso di calcestruzzi per cui è richiesta la resistenza al gelo (classi di esposizione XF2, XF3, XF4), il tenore in aria inglobata totale del calcestruzzo fresco, valutata secondo UNI EN 12350-7, non dovrà essere minore del 4,5% in volume.

Il calcestruzzo dovrà essere qualificato. La documentazione di qualifica dovrà riportare anche la sequenza di carico dei costituenti ed i tempi di miscelazione.

#### 67.4.4. Calcestruzzo rinforzato con fibre di acciaio

Definito in acronimo SFRC (Steel Fibre Reinforced Concrete), potrà essere confezionato in cantiere o preconfezionato, ma dovrà comunque rispondere alle specifiche della presente norma:

**UNI 11039-1** - Calcestruzzo rinforzato con fibre di acciaio. Definizioni, classificazione e designazione.

### Art. 68

#### MURATURA DI GETTO IN CONGLOMERATO

Il conglomerato da impiegarsi per qualsiasi lavoro di fondazione o di elevazione sarà messo in opera appena confezionato e disposto a strati orizzontali, dell'altezza di 20 ÷ 30 cm su tutta l'estensione della parte di opera che si esegue ad un tempo, ben battuto e costipato e, se prescritto, anche vibrato, per modo che non restino vuoti tanto nella massa, quanto nello spazio di contenimento.

Quando il conglomerato dovesse essere collocato in opera entro cavi molto incassati od a pozzo, dovrà venire versato nello scavo mediante secchi a ribaltamento od altra idonea attrezzatura. Per impieghi sott'acqua, si dovranno usare tramogge, casse apribili od altri mezzi, accettati dalla Direzione Lavori, onde evitare il dilavamento del conglomerato nel passaggio attraverso l'acqua.

(1) Gli SCC (Self Compacting Concrete) sono calcestruzzi UNI EN 206-1 che in opera si compattano senza intervento di mezzi esterni (vibratori) per effetto della sola forza gravitazionale.

(2) Ulteriori requisiti potranno riguardare: la massa volumica allo stato fresco; la temperatura allo stato fresco; lo sviluppo delle resistenze; l'innalzamento termico; il tempo di utilizzo (con mantenimento delle caratteristiche di autocompattabilità); il tenore di aria inglobata.

Il calcestruzzo sarà posto in opera ed assestato con ogni cura in modo che le superfici dei getti, dopo la sfornatura, dovranno risultare perfettamente piane, senza gibbosità, incavi, sbavature od irregolarità di sorta, tali comunque da non richiedere intonaci, spianamenti, abbozzi o rinzaffi. Le casseformi saranno pertanto preferibilmente metalliche o, se di legno, di ottima fattura.

Le riprese del getto saranno effettuate previo lavaggio della superficie del getto precedente e ripresa con malta liquida dosata a 600 kg di cemento. Durante la stagionatura si avrà cura di evitare rapidi prosciugamenti nonché di proteggere i getti da sollecitazioni e sbalzi di temperatura.

Valgono comunque per la presente categoria di lavoro, per quanto di pertinenza, tutte le prescrizioni di cui ai punti 69.2. e 69.3. del presente Capitolato, con la precisazione che, per quanto riguarda il disarmo delle strutture portanti di conglomerato non armato, si dovranno osservare i tempi di disarmo previsti per le travi.

## Art. 69

### OPERE IN CEMENTO ARMATO NORMALE

#### 69.0. GENERALITÀ

Nella esecuzione delle opere in cemento armato normale l'Appaltatore dovrà attenersi strettamente a quanto stabilito dal D.M. Infrastrutture e Trasporti 14 settembre 2005, decreto con il quale sono state emanate le nuove "Norme Tecniche per le Costruzioni", già più semplicemente citate come "Norme Tecniche", e ad altre norme che potranno essere emanate successivamente in virtù del disposto dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086.

Per le opere da realizzarsi in zona sismica, oltre al rispetto delle prescrizioni riportate ai punti 3.2 e 5.7 delle superiori norme, dovrà ancora attenersi al rispetto delle disposizioni riportate nelle "Norme Tecniche per le Costruzioni in Zona Sismica", emanate con Ord. P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274, modificata ed integrata con Ord. P.C.M. 3 maggio 2005, n. 3431.

L'Appaltatore dovrà scrupolosamente attenersi alle "Regole per l'esecuzione" di cui è dotato il documento progettuale secondo il punto 5.1.7 delle citate "Norme Tecniche". In ogni caso potrà fare utile riferimento alla norma UNI EN 13670-1 (1)

#### 69.1. CLASSI DI QUALITÀ DEL CONGLOMERATO

La classe del conglomerato sarà individuata dalla sua resistenza caratteristica a compressione  $R_{ck}$  determinata a 28 giorni di stagionatura; sarà siglata con la lettera "C" seguita da due numeri separati da barratura dei quali il primo rappresenta la resistenza cilindrica ed il secondo quella cubica (v. Tab. 51).

Per le strutture in cemento armato non sarà ammesso l'impiego di conglomerato con resistenza caratteristica  $R_{ck} < 15$  N/mm<sup>2</sup>. Per le classi di resistenza *bassa* ( $15 < R_{ck} \leq 30$ ) e *media* ( $30 < R_{ck} \leq 55$ ) la resistenza caratteristica  $R_{ck}$  sarà controllata durante la costruzione con le modalità riportate al punto 67.2.11. del presente Capitolato.

#### 69.2. POSA IN OPERA DEL CONGLOMERATO

##### 69.2.1. Controllo e pulizia dei casseri

Prima che venga effettuato il getto di conglomerato, dovranno controllarsi il perfetto posizionamento dei casseri, le condizioni di stabilità, nonché la pulizia delle pareti interne; per i pilastri in particolar modo, dovrà curarsi l'assoluta pulizia del fondo.

##### 69.2.2. Trasporto del conglomerato

Per il trasporto del conglomerato si richiama quanto in precedenza prescritto al punto 67.2.14. Qualora il trasporto avvenga con betoniere sarà opportuno, all'atto dello scarico, controllare l'omogeneità dell'impasto; ove dovesse constatarsi una consistenza sensibilmente superiore a quella richiesta, la stessa potrà essere portata al valore prescritto mediante l'aggiunta di acqua e/o di additivi superfluidificanti, con ulteriore mescolamento in betoniera, purché il valore massimo del rapporto acqua/cemento non venga in questo modo superato.

Tale aggiunta non potrà comunque essere fatta se la perdita di lavorabilità, dall'impianto al luogo dello scarico, dovesse superare i 5 cm alla prova del cono. In questo caso il conglomerato sarà respinto.

##### 69.2.3. Getto del conglomerato

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione. Il conglomerato sarà posto in opera per strati, disposti normalmente agli sforzi dai quali la struttura in esecuzione verrà sollecitata; tali strati saranno di limitato spessore.

Il getto sarà convenientemente pigiato o, se prescritto, vibrato; la pigiatura dovrà essere effettuata con la massima cura, normalmente agli stessi strati, e sarà proseguita fino alla eliminazione di ogni zona di vuoto e fino alla comparsa, in superficie del getto, di un velo di acqua.

##### 69.2.4. Ripresa del getto

Affinché il getto sia considerato monolitico, il tempo intercorso tra la posa in opera di uno strato orizzontale, ed il ricoprimento con lo strato successivo non dovrà superare il numero di ore che la tabella riportata a fianco indica in funzione della temperatura ambiente.

TAB. 58 - Conglomerato cementizio armato. Tempo massimo per interruzione del getto in rapporto alla temperatura ambiente

Temperatura (°C)	5	10	15	20	25	30	35
Tempo (h)	6,00	4,30	3,75	3,00	2,30	2,15	2,00

Nel caso che l'interruzione superi il tempo suddetto e non sia stato impiegato un additivo ritardante, si dovrà stendere sulla superficie di ripresa uno strato di malta cementizia dosata a 600 kg di cemento, dello spessore di 1÷2 cm.

(1) UNI EN 13670-1 - Esecuzione di strutture di calcestruzzo. Requisiti comuni.

### 69.2.5. Vibrazione del conglomerato

La vibrazione del conglomerato entro le casseforme sarà eseguita se o quando prescritta e comunque quando dovessero impiegarsi impasti con basso rapporto acqua-cemento o con elevata resistenza caratteristica. La vibrazione dovrà essere eseguita secondo le prescrizioni e con le modalità concordate con la Direzione.

I vibratorii potranno essere interni (per vibratorii a lamiera o ad ago), ovvero esterni, da applicarsi alla superficie libera del getto od alle casseforme. Di norma comunque la vibrazione di quest'ultime sarà vietata; ove però fosse necessaria, le stesse dovranno convenientemente rinforzarsi curando altresì che il vibratore sia rigidamente fissato.

La vibrazione dovrà essere proseguita con uniformità fino ad interessare tutta la massa del getto; sarà sospesa all'apparizione, in superficie, di un lieve strato di malta umida.

### 69.2.6. Temperatura del conglomerato

La temperatura del conglomerato, in fase di confezione e di getto, dovrà il più possibile avvicinarsi al valore ottimale di 15,5 °C. Ove pertanto la temperatura ambiente o degli aggregati risultasse diversa da tale valore, verranno prese opportune precauzioni.

### 69.2.7. Protezione e inumidimento

Il conglomerato appena gettato dovrà essere sufficientemente protetto dalla pioggia, dal sole, dalla neve e da qualsiasi azione meccanica, per non meno di una settimana. Per lo stesso periodo dovrà essere mantenuto umido a meno che non si impedisca all'acqua di impasto di evaporare proteggendo le superfici mediante fogli di plastica o con speciali pellicole antievaporanti (prodotti di curing) date a spruzzo.

## 69.3. DISARMO DEI GETTI DI CONGLOMERATO

### 69.3.1. Generalità

Dovranno essere rispettate, per il disarmo, le prescrizioni di cui al punto 6.1.5., Parte 1, delle "Norme tecniche".

Il disarmo dovrà avvenire per gradi, in modo da evitare azioni dinamiche e non prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo; l'autorizzazione verrà data in ogni caso dalla Direzione Lavori. Il disarmo delle superfici laterali dei getti dovrà avvenire quando il conglomerato avrà raggiunto una resistenza non inferiore a 0,20  $R_{ck}$  e comunque superiore a 5 N/mm<sup>2</sup>.

### 69.3.2. Tempi minimi di disarmo

In assenza di specifici accertamenti della resistenza del conglomerato ed in normali condizioni esecutive ed ambientali di getto e di maturazione, dovranno essere osservati i tempi minimi di disarmo di cui alla Tab. 59.

Durante la stagione fredda il tempo per lo scasseamento delle strutture dovrà essere convenientemente protratto onde tener conto del maggior periodo occorrente al raggiungimento delle resistenze necessarie.

TAB. 59 - Getti di conglomerato cementizio armato .  
Tempi minimi di disarmo

TIPI DI ARMATURA	Cemento normale	Cemento ad alta resistenza
Sponde dei casseri di travi e pilastri	3 gg	2 gg
Armature di solette di luce modesta	10 gg	4 gg
Puntelli e centine di travi, archi e volte, ecc.	24 gg	12 gg
Strutture a sbalzo	28 gg	14 gg

## 69.4. GETTI IN AMBIENTI AGGRESSIVI

In aggiunta a quanto prescritto al punto 67.2.10. del presente Capitolato, per le opere in cemento armato da realizzare nelle opere di fognatura od in ambienti particolarmente aggressivi, si osserveranno le seguenti prescrizioni:

- La distanza dell'armatura delle facce esterne del conglomerato dovrà essere di 2 cm per le solette e di 4 cm per le travi ed i pilastri; ove venissero prescritti copriferri maggiori, saranno presi idonei provvedimenti atti ad evitare il distacco (reti, ecc.).
- Il conglomerato dovrà avere classe non inferiore a  $R_{ck}300$ , sarà confezionato con cemento pozzolanico, verrà gettato in casseforme metalliche e sarà vibrato.

## 69.5. ACCIAI PER CONGLOMERATI NORMALI

Gli acciai per conglomerati armati normali dovranno rispondere, con riguardo alle sezioni di calcolo, alle resistenze ed alle modalità di fornitura, di lavorazione e di posa in opera, alle "Norme Tecniche" richiamate nelle "Generalità" nonché, per le specifiche caratteristiche di accettazione e le modalità di prova, alle prescrizioni riportate al punto 46.1. del presente Capitolato.

### 69.5.1. Regole specifiche

Per quanto riguarda la calibratura dell'armatura longitudinale e delle staffe, i limiti di dimensionamento specifico, la disposizione e diffusione delle staffe, l'armatura a taglio e torsione, i particolari per zona sismica, le strutture bidimensionali, ecc., si fa rinvio a quanto al riguardo prescritto al punto 5.1.6. delle superiori norme.

### 69.5.2. Ancoraggio delle barre

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

Le giunzioni delle barre in zona tesa, quando non fossero evitabili, si dovranno realizzare nelle zone di minore sollecitazione; in ogni caso dovranno essere opportunamente sfalsate. Il progetto o il Direttore dei lavori prescriverà il tipo di giunzione più adatto che potrà effettuarsi mediante:

- *Sovrapposizione*, calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra (1);
- *Saldatura*, da eseguirsi in conformità alle relative norme in vigore (2).
- *Mamicotto filettato o presso-estruso*, da validarsi preventivamente mediante prove sperimentali.

### 69.5.3. Piegatura delle barre

Le barre dovranno essere piegate con un raccordo circolare di raggio non inferiore a sei volte il diametro. Per le barre di acciaio inossidato sono vietate le piegature a caldo.

### 69.5.4. Copriferro e interferro

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, nel caso di ambienti aggressivi, così come disposto al punto 69.4. del presente Capitolato.

Le superfici delle barre dovranno essere mutualmente distanti in ogni direzione di almeno un diametro e, in ogni caso, di non meno 2 cm (3). Per le barre di sezione non circolare si dovrà considerare il diametro del cerchio circoscritto.

### 69.5.5. Armature nei pilastri

Le barre di armatura parallele all'asse dei pilastri dovranno avere diametro non inferiore a 12 mm. Nelle sezioni a spigolo vivo vi sarà la presenza di una barra per ogni spigolo; in quelle ad andamento continuo, tale presenza sarà ad interdistanze non superiori a 300 mm. Le armature trasversali (staffe) dovranno essere poste ad interasse non maggiore di 10 volte il diametro minimo delle barre longitudinali, con un massimo di 250 mm. Il diametro minimo delle staffe sarà di 6 mm e comunque non inferiore ad 1/3 del diametro massimo delle barre longitudinali.

## Art. 70

### OPERE IN CEMENTO ARMATO PRECOMPRESSO

Per le opere in cemento armato precompresso dovranno essere rispettate le "Norme Tecniche" richiamate nel precedente art. 69, con particolare riferimento al paragrafo 5.1.8 delle stesse norme.

## Art. 71

### CASSEFORME – ARMATURE – CENTINATURE

Per l'esecuzione di tali opere provvisorie, sia del tipo fisso che scorrevole, l'Appaltatore potrà adottare tutti i sistemi che ritiene più idonei o di propria convenienza (salvo diversa prescrizione), purché soddisfino alle migliori condizioni di stabilità e di sicurezza, anche nei riguardi del disarmo. Nella progettazione ed esecuzione di armature e centinature l'Appaltatore è tenuto ad osservare le norme ed i vincoli che fossero imposti da Organi competenti, con particolare riguardo agli ingombri negli alvei ed alle sagome libere nei sovra e sottopassaggi.

Le casseforme e le relative armature di sostegno dovranno essere sufficientemente rigide per resistere, senza apprezzabili deformazioni, al peso della costruzione, ai carichi accidentali di lavoro ed alla vibrazione o battitura del conglomerato. Le superfici interne delle casseforme dovranno presentarsi lisce, pulite e senza incrostazioni di sorta; il potere assorbente delle stesse dovrà essere uniforme e non superiore a 1 g/m<sup>2</sup>h (misurato sotto battente d'acqua di 12 mm), salvo diversa prescrizione. Sarà ammesso l'uso di disarmanti; questi però non dovranno macchiare o danneggiare le superfici del conglomerato.

I giunti nelle casseforme saranno eseguiti in modo da evitare sbrodolamenti, non soltanto tra i singoli elementi che costituiscono i pannelli, ma anche attraverso le giunzioni verticali ed orizzontali dei pannelli stessi. Nei casseri dei pilastri si lascerà uno sportello al piede per consentire la pulizia alla base che assicuri un'efficace ripresa e continuità del getto.

Quando la portata delle membrature principali oltrepassasse i 6 m verranno disposti opportuni apparecchi di disarmo. Dovrà curarsi, in ogni caso, che i cedimenti elastici, in ogni punto della struttura, avvengano con simultaneità.

## Art. 72

### SOLAI IN CEMENTO ARMATO E MISTI

#### 72.0. GENERALITÀ

##### 72.0.1. Disposizioni normative

Nell'esecuzione dei solai in argomento dovranno essere rispettate le norme di cui al paragrafo 5.1.9 delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" approvate con D.M. 14 settembre 2005; dovranno essere altresì rispettate le norme e le prescrizioni di cui agli artt. 69 e 71 del presente Capitolato.

Nelle zone classificate sismiche, dovranno in particolare essere rispettate le prescrizioni di cui al paragrafo 5.7 delle superiori "Norme Tecniche" nonché le "Norme Tecniche per le Costruzioni in Zona Sismica" emanate con Ord. P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274 e s.m.i. Infine, ove fosse previsto l'impiego di manufatti prefabbricati prodotti in stabilimento (travetti, pannelli, ecc.), dovrà osservarsi quanto prescritto al successivo art. 73.

(1) In ogni caso la lunghezza di sovrapposizione nel tratto rettilineo dovrà essere non minore di 20 volte il diametro della barra e la prosecuzione di ciascuna barra dovrà essere deviata verso la zona compressa. La distanza mutua (interferro nella sovrapposizione) non dovrà superare 6 volte il diametro.

(2) Dovranno essere accertate la saldabilità degli acciai impiegati come indicato al punto 2.2.6 delle norme, nonché la compatibilità fra metallo e metallo di apporto nelle posizioni o condizioni operative previste nel progetto esecutivo.

(3) Si potrà derogare a quanto sopra raggruppando le barre a coppie ed aumentando la mutua distanza minima tra le coppie ad almeno 4 cm.

## Art. 73

**STRUTTURE E MANUFATTI PREFABBRICATI**73.0. **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Le strutture ed i manufatti (componenti) prefabbricati in conglomerato cementizio armato dovranno essere realizzati con l'osservanza delle disposizioni di cui ai paragrafi 5.1.10 e 11.7 delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" approvate con D.M. 14 settembre 2005.

Per le strutture da realizzare in zona sismica, dovrà altresì osservarsi quanto prescritto dall'art. 7 della Legge 2 febbraio 1974, n. 64 nonché, per gli edifici in cemento armato, quanto riportato al paragrafo 5.7.9 delle superiori norme tecniche ed al paragrafo 5.7 delle "Norme Tecniche per le Costruzioni in zona sismica" emanate con Ord. P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274 e s.m.i.

73.1. **MATERIALI E CONTROLLI****73.1.1. Manufatti di produzione occasionale (1)**

I manufatti o componenti di produzione occasionale dovranno essere realizzati in conformità al relativo progetto e nel rispetto delle regole che disciplinano l'esecuzione delle strutture in conglomerato cementizio armato. Tale rispetto, per i componenti prodotti in stabilimento, sarà certificato dal produttore e dal tecnico responsabile della produzione.

Il progettista delle strutture ed il Direttore dei lavori saranno responsabili dell'utilizzazione e dell'organico inserimento dei manufatti nel contesto del progetto strutturale dell'opera.

**73.1.2. Prodotti prefabbricati in serie (2)**

Gli elementi strutturali prefabbricati in serie, quando non soggetti ad attestato di conformità secondo una specifica europea elaborata ai sensi della direttiva 89/106/CEE (attestato di conformità CE) (3), saranno riferibili a due categorie di produzione: "Serie qualificata e dichiarata" e "Serie qualificata controllata".

Per serie "dichiarata" (4) si intende la produzione in serie, effettuata in stabilimento, dichiarata dal produttore conforme alle "Norme Tecniche" e per la quale è stato effettuato il deposito ai sensi dell'art. 9 della Legge n. 1086/71, ovvero sia stata rilasciata la certificazione di idoneità di cui agli artt. 1 e 7 della Legge n. 64/74. Per serie "controllata" (5) si intende la produzione in serie che, oltre a detti requisiti, sia eseguita con procedure che prevedano verifiche sperimentali su prototipo e controllo della produzione come specificato al punto 11.7 delle norme.

**73.1.3. Marcatura**

Ogni elemento prefabbricato prodotto in serie dovrà essere appositamente contrassegnato da marcatura fissa ed indelebile in modo da garantire la rintracciabilità del produttore e relativo stabilimento, nonché individuare la serie di origine dell'elemento. Inoltre, per i manufatti di peso superiore a 80 kN (8t) dovrà anche essere indicato, in modo visibile, il peso dell'elemento.

73.2. **REGOLE PRATICHE E COLLAUDO**

I dispositivi di sollevamento e movimentazione dei manufatti dovranno essere esplicitamente previsti dal progetto ed adeguatamente realizzati in rapporto agli sforzi da sostenere; lo stesso dicasi per gli apparecchi di appoggio, ove previsti, ed i vincoli, provvisori o definitivi che siano. In zona sismica non sono consentiti appoggi nei quali la trasmissione di forze orizzontali sia affidata all'attrito; l'appoggio dovrà consentire spostamenti relativi secondo quanto previsto dalla normativa sismica.

## Art. 74

**OPERE, STRUTTURE E MANUFATTI IN ACCIAIO O ALTRI METALLI**74.0. **GENERALITÀ****74.0.1. Accettazione dei materiali**

Tutti i materiali in acciaio od in metallo in genere, destinati all'esecuzione di opere e manufatti, dovranno rispondere alle norme di cui agli artt. 46 e 47 del presente Capitolato, alle prescrizioni di Elenco o alle disposizioni che più in particolare potrà impartire la Direzione Lavori.

L'Appaltatore sarà tenuto a dare tempestivo avviso dell'arrivo in officina dei materiali approvvigionati di modo che, prima che ne venga iniziata la lavorazione, la stessa Direzione possa disporre il prelievo dei campioni da sottoporre alle prescritte prove di qualità ed a "test" di resistenza.

(1) Per manufatti di produzione occasionale si intendono gli elementi prefabbricati realizzati in stabilimenti permanenti, ovvero a piè d'opera od anche in impianti temporanei, senza il presupposto della ripetitività tipologica e destinati in modo specifico ad una determinata opera e per questa progettati *ex novo* di volta in volta.

(2) Per manufatti od elementi prefabbricati in serie devono intendersi unicamente quelli prodotti in stabilimenti permanenti, con tecnologia ripetitiva e processi industrializzati.

(3) I cui riferimenti sono pubblicati sulla Gazzetta Ufficiale della Unione Europea.

(4) Rientrano in "serie dichiarata" i prodotti che appartengono ad una tipologia ricorrente compiutamente determinata, risultano predefinitivi in campi dimensionali, tipi di armature, sulla base di elaborati tecnici tipologici e grafici depositati.

(5) Sono prodotti in "serie controllata" i componenti strutturali realizzati con materiali innovativi, ovvero analizzati con metodi di calcolo non consueti ovvero con conglomerato cementizio avente  $R_{\text{a}} > \text{N/mm}^2$ .

#### 74.0.2. Modalità di lavorazione

Avvenuta la provvisoria accettazione dei materiali, potrà venirne iniziata la lavorazione; dovrà comunque esserne comunicata la data di inizio affinché la Direzione, a norma di quanto stabilito al punto 27.27. del presente Capitolato, possa disporre i controlli che riterrà necessari od opportuni.

Tutti i metalli dovranno essere lavorati con regolarità di forme e di dimensioni e nei limiti delle tolleranze consentite. Il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, dovranno essere fatti possibilmente con dispositivi agenti per pressione; riscaldamenti locali, se ammessi, non dovranno creare eccessive concentrazioni di tensioni residue. I tagli potranno essere eseguiti con la cesoia od anche ad ossigeno od a laser purché regolari; i tagli irregolari, in special modo quelli in vista, dovranno essere rifiniti con la smerigliatrice. Le superfici di laminati diversi, di taglio o naturali, destinate a trasmettere per mutuo contrasto forze di compressione, dovranno essere piallate, fresate, molate o limate per renderle perfettamente combacianti.

I fori per chiodi e bulloni dovranno sempre essere eseguiti con trapano, tollerandosi l'impiego del punzone per fori di preparazione, in diametro minore di quello definitivo (per non meno di 3 mm), da allargare poi e rifinire mediante il trapano e l'alesatore. Per tali operazioni sarà vietato comunque l'uso della fiamma. I pezzi destinati ad essere chiodati o bullonati in opera dovranno essere marcati in modo da poter riprodurre, nel montaggio definitivo, le posizioni d'officina all'atto dell'alesatura dei fori.

#### 74.0.3. Modalità esecutive delle unioni

Le unioni dei vari elementi componenti le strutture od i manufatti dovranno essere realizzate conformemente alle prescrizioni di progetto, richiamandosi, per bulloni e chiodi, le disposizioni di cui al punto 11.2.4.8.4 delle norme tecniche e, per le saldature, il punto 11.2.4.5 delle stesse norme.

#### 74.0.4. Montaggio di prova

Per strutture o manufatti particolarmente complessi ed in ogni caso se disposto dalla Direzione Lavori, dovrà essere eseguito il montaggio provvisorio in officina; tale montaggio potrà anche essere eseguito in più riprese, purché in tali montaggi siano controllati tutti i collegamenti. Del montaggio stesso si dovrà approfittare per eseguire le necessarie operazioni di marcatura.

Nel caso di strutture complesse costruite in serie sarà sufficiente il montaggio di prova del solo campione, purché la foratura venga eseguita con maschere o con procedimenti equivalenti.

L'Appaltatore sarà tenuto a notificare, a tempo debito, l'inizio del montaggio provvisorio in officina di manufatti e strutture, o relative parti, affinché la Direzione possa farvi presenziare, se lo ritiene opportuno, i propri incaricati. I pezzi presentati all'accettazione provvisoria dovranno essere esenti da verniciatura, fatta eccezione per le superfici di contatto dei pezzi uniti definitivamente tra di loro. Quelli rifiutati saranno marcati con un segno apposito, chiaramente riconoscibile, dopo di che saranno subito allontanati.

#### 74.0.5. Pesatura dei manufatti

Sarà eseguita in officina od in cantiere, secondo i casi e prima del collocamento in opera, verbalizzando i risultati in contraddittorio, fra Direzione Lavori ed Appaltatore.

#### 74.0.6. Collocamento e montaggio in opera – Oneri connessi

L'Appaltatore dovrà far tracciare od eseguire direttamente, sotto la propria responsabilità, tutti gli incassi, i tagli, le incamerazioni, ecc. occorrenti per il collocamento in opera dei manufatti metallici; le incamerazioni e i fori dovranno essere svasati in profondità e, prima che venga eseguita la sigillatura, dovranno essere accuratamente ripuliti.

Nel collocamento in opera dei manufatti le zanche, staffe e qualunque altra parte destinata ad essere incamerata nelle strutture murarie, dovranno essere murate a cemento se cadenti entro murature o simili; mentre saranno fissate con piombo fuso o con malte epossidiche se cadenti entro pietre, marmi o simili. I manufatti per i quali siano previsti movimenti di scorrimento o di rotazione dovranno poter compiere tali movimenti, a collocazione avvenuta, senza impedimenti od imperfezioni di sorta.

Per le strutture metalliche, qualora in sede di progetto non fossero prescritti particolari procedimenti di montaggio, l'Appaltatore sarà libero di scegliere quello più opportuno, previo benessere della Direzione Lavori. Dovrà porre però la massima cura affinché le operazioni di trasporto, sollevamento e premontaggio non impongano alle strutture condizioni di lavoro più onerose di quelle risultanti a montaggio ultimato e tali perciò da poter determinare deformazioni permanenti, demarcature, autotensioni, ecc. Occorrendo, pertanto, le strutture dovranno essere opportunamente e provvisoriamente irrigidite.

Nel collocamento in opera dei manufatti e nel montaggio delle strutture sono compresi tutti gli oneri connessi a tali operazioni, quali ad esempio ogni operazione di movimento e stoccaggio (carichi, trasporti, scarichi, ricarichi, sollevamenti, ecc.), ogni opera provvisoria, di protezione e mezzo d'opera occorrente, l'impiego di ogni tipo di mano d'opera (anche specializzata), ogni lavorazione di preparazione e di ripristino sulle opere e strutture murarie (1), le ferramenta accessorie e quant'altro possa occorrere per dare le opere perfettamente finite e rifinite.

#### 74.0.7. Verniciatura e zincatura

Prima dell'inoltro in cantiere tutti i manufatti metallici, le strutture o parti di esse, se non diversamente disposto, dovranno ricevere una mano di vernice di fondo. L'operazione dovrà essere preceduta da una accurata preparazione delle superfici.

Di norma, nelle strutture chiodate o bullonate, dovranno essere verniciate con una ripresa di pittura di fondo non soltanto le superfici esterne, ma anche tutte le superfici a contatto (ivi comprese le facce dei giunti da effettuare in opera) e le superfici interne dei cassoni (2); saranno esclusi solo i giunti ad attrito, che dovranno essere accuratamente protetti non

(1) Qualora l'apparato fosse scorporato, tale onere potrà essere limitato all'assistenza per tali operazioni che, nel caso, competeranno all'Appaltatore delle opere murarie.

(2) In tutte le parti interne dei manufatti o strutture metalliche in cui possano raccogliersi acque di infiltrazione o di condensa, dovranno sempre essere predisposti opportuni fori od intagli, senza alcun pregiudizio per le caratteristiche di resistenza, per il necessario scolo di tali acque.

appena completato il serraggio definitivo, verniciando a saturazione i bordi dei pezzi a contatto, le rosette, le teste ed i dati dei bulloni, in modo da impedire qualsiasi infiltrazione all'interno del giunto.

A piè d'opera, e prima ancora di iniziare il montaggio, si dovranno ripristinare tutte le verniciature eventualmente danneggiate dalle operazioni di trasporto; infine, qualora la posizione di alcuni pezzi desse luogo, a montaggio ultimato, ad determinarsi di fessure o spazi di difficile accesso per le operazioni di verniciatura e manutenzione, tali fessure o spazi dovranno essere, prima dell'applicazione delle mani di finitura, accuratamente chiusi con materiali sigillanti.

La zincatura, se prescritta, verrà effettuata sui materiali già lavorati, mediante immersione in zinco fuso conformemente alle prescrizioni della UNI EN ISO 1461; altro tipo di zincatura potrà essere ammesso solo in casi particolari e solo su precisa autorizzazione della Direzione dei lavori.

#### 74.1. COSTRUZIONI IN ACCIAIO

Le strutture ed i componenti strutturali in acciaio od altri metalli dovranno essere realizzati con l'osservanza delle disposizioni di cui ai paragrafi 5.2 e 5.5 delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" approvate con D.M. 14 settembre 2005, più volte richiamato. Del pari, per le strutture da realizzarsi in zona sismica dovrà osservarsi quanto prescritto dall'art. 7 della Legge n. 64/74 nonché, per gli edifici con struttura in acciaio, quanto riportato al paragrafo 5.7.10 delle superiori norme tecniche ed al paragrafo 6 delle "Norme Tecniche" approvate con Ord. P.C.M. n. 3274/03 e s.m.i.

### Art. 75

#### CAPPE SUI VOLTI E IMPERMEABILIZZAZIONI IN GENERE

Le impermeabilizzazioni di qualsiasi genere dovranno essere eseguite con la maggiore accuratezza possibile, specie in vicinanza di fori, passaggi, scarichi, ecc., in modo da garantire, in ogni caso, l'assenza di qualunque infiltrazione d'acqua. Il piano di posa delle opere murarie dovrà essere ben livellato ed avere una superficie priva di asperità, possibilmente lisciata, perfettamente asciutta e livellata. In ogni caso la stagionatura non dovrà risultare inferiore a 20 giorni.

I materiali da impiegare nelle opere di impermeabilizzazione dovranno presentare i requisiti e le caratteristiche di cui all'art. 48 del presente Capitolato. All'atto del collaudo o verifica i manti impermeabili ed i relativi raccordi dovranno risultare perfettamente integri, senza borse, fessurazioni, ecc. salvo danni causati da forza maggiore (escludendosi, tra questi, quelli eventuali provocati da azioni meteorologiche, anche se di entità eccezionale).

Tutte le superfici di estradosso dei volti e degli impalcati stradali in generale, specie se in conglomerato cementizio armato, dovranno venire opportunamente protette contro l'azione delle acque meteoriche e delle soluzioni saline acide in particolare.

#### 75.1. CAPPE

##### 75.1.1. Cappe in cemento

Lo smalto da distendersi sull'estradosso e sui rinfianchi dei volti sarà costituito con un impasto formato da una parte di malta cementizia a 500 kg di cemento (tipo 11 - Tab. 49) e da due parti di piestrischetto e graniglia 10/15 e 5/10. Lo smalto sarà posto in opera su superficie ben pulita e lavata e verrà disteso quando la stessa fosse ancora umida.

Raggiunta sufficiente consistenza lo smalto verrà estradossato con fine malta cementizia, opportunamente protetta in fase di essiccamento. A lavoro ultimato, lo spessore totale della cappa dovrà risultare non inferiore a 5 cm.

##### 75.1.2. Cappe in asfalto naturale

La cappa asfaltica per impermeabilizzazione di qualsiasi superficie avrà di norma uno spessore non inferiore ad 8 mm e sarà applicata su apposito massetto di sottofondo, costituito come in precedenza, o nel caso di strutture in conglomerato cementizio, direttamente sulla superficie da trattare, opportunamente regolarizzata, asciutta e depolverata o, se prescritto, intonacata con malta cementizia. Ove le strutture da trattare fossero in metallo od in conglomerato cementizio, sarà conveniente interporre tra il manto e la superficie uno o più strati di cartonfeltro bitumato (o velo di vetro), ancorato con bitume liquido od emulsione bituminosa basica.

La malta asfaltica per l'impermeabilizzazione sarà ottenuta dalla miscelazione a caldo, fino ad ottenere un prodotto omogeneo, di mastice di rocce asfaltiche di cui al punto 48.8. del presente Capitolato (93 ÷ 94% in massa) o di polvere di roccia asfaltica di cui al punto 2 della UNI 4377 con bitume, aggiunto in quantità tale da ottenere un contenuto totale di solubile in solfuro di carbonio compreso tra il 18 ed il 25%. Per l'applicazione la malta dovrà comunque presentare i requisiti prescritti al punto 2 della norma UNI 5660.

L'applicazione della malta sarà effettuata su superfici perfettamente asciutte e depolverate, la cui pendenza, fatta eccezione per i raccordi, non dovrà risultare superiore al valore dell'8%.

La malta, previamente scaldata a temperatura non superiore a 180 °C ed energicamente mescolata, sarà applicata a temperatura compresa tra 140 ÷ 150 °C, facendo in modo che vengano evitate occlusioni d'aria o di vapori in genere. La malta sarà distesa a strisce parallele, dello spessore prescritto, con l'ausilio di opportune guide metalliche; sarà quindi compressa e spianata con spatole di legno. Particolare cura dovrà essere posta nelle giunture dei pannelli onde realizzare, con l'impiego di malta a più alta temperatura, la perfetta saldatura tra gli stessi.

A protezione ed integrazione della cappa asfaltica sopra descritta, potrà essere steso un successivo strato composto dal 60 ÷ 45% di mastice d'asfalto, dal 35 ÷ 45% di sabbia e graniglia e del 5 ÷ 10% di bitume. Si avrà cura che in questo caso la stesa del materiale avvenga in senso normale a quello seguito per il primo strato.

#### 75.2. IMPERMEABILIZZAZIONI STRATIFICATE MULTIPLE

##### 75.2.0. Generalità

Le impermeabilizzazioni in argomento saranno costituite da stratificazioni alternate di spalmature bituminose e

strati di supporto bitumati per le quali, risultando la casistica tecnologica alquanto vasta in rapporto sia alla varietà dei materiali, sia alle diverse condizioni di applicazione, verranno date di seguito delle prescrizioni di carattere generale, con riferimento ai minimi, rimandando per i particolari agli esecutivi di progetto ed alle disposizioni della Direzione Lavori.

#### 75.2.1. Caratteristiche dei materiali

I materiali da impiegare nella esecuzione delle presenti impermeabilizzazioni saranno in linea generale costituiti da bitumi puri da spalmatura UNI 4157 (o preferibilmente da mastici bituminosi) e da cartonfeltri (cilindrici o ricoperti) o meglio da supporti in fibre di vetro (o di poliestere o combinati) impregnati di bitume od impregnati e ricoperti da miscele bituminose. Per le caratteristiche si rimanda al punto 54.1.2. del presente Capitolato con l'avvertenza che il bitume tipo 1 potrà essere impiegato su superfici con pendenza non superiore al 3% ed il tipo 2 su superfici con pendenza fino all'8% (1).

#### 75.2.2. Massa base di bitume (M.B.B.)

Nella esecuzione dei manti stratificati per impermeabilizzazione è prescritta una *massa base di bitume* (M.B.B.) minima di 3,5 kg/m<sup>2</sup> intendendo per M.B.B. La massa complessiva di bitume solubile in tetracoloruro di carbonio contenuta nell'unità di superficie del manto impermeabile completo; dal computo verranno esclusi:

- l'eventuale applicazione di impregnazione del piano di posa a mezzo di soluzione bituminosa;
- la prima spalmatura di materiale bituminoso effettuata direttamente sul piano di posa, nel limite del 50% in massa.

#### 75.2.3. Numero complessivo degli strati

Nell'impermeabilizzazione è prescritto un numero complessivo tra strati di supporto e spalmature bituminose complete, eseguite alternativamente, non inferiori a 5; nel computo non verranno considerati gli strati precedentemente elencati al punto 75.2.2. fatta eccezione per la prima spalmatura.

#### 75.2.4. Modalità esecutive degli strati

Nella forma più in generale di esecuzione la realizzazione di un manto bituminoso stratificato sarà effettuata con le modalità di seguito descritte:

- a) - Spalmatura a freddo di una soluzione di bitumi ossidati (con le avvertenze di cui al punto 75.2.1.) in solventi a rapida essiccazione. L'impregnazione sarà effettuata su superfici perfettamente asciutte e depolverate, con l'impiego di soluzione in quantità non inferiore a 0,4 kg/m<sup>2</sup>.
- b) - Prima spalmatura bituminosa a caldo (180 ÷ 200 °C) di bitume ossidato o di mastice bituminoso. La quantità da impiegare sarà compresa tra 1,5 ÷ 2 kg/m<sup>2</sup> in rapporto alle caratteristiche della superficie di base.
- c) - Prima applicazione di supporto bitumato (cartonfletro, fibre di vetro, ecc., di massa areica prescritta) sulla spalmatura di bitume, con sovrapposizione dei lembi non inferiore a 8 cm ed incollaggio degli stessi con bitume a caldo o con fiamma secondo i tipi.
- d) - Seconda spalmatura bituminosa a caldo di massa non inferiore a 1,0 kg/m<sup>2</sup> (spalmatura intermedia tipo).
- e) - Ripetizione delle operazioni di cui alle lettere c) e d) per le volte necessarie a realizzare il numero di strati prescritti, sfalsando od incrociando gli strati di supporto.
- f) - Spalmatura terminale bituminosa in quantità non inferiore a 1,5 kg/m<sup>2</sup>.

### 75.3. IMPERMEABILIZZAZIONI CON GUAINE DI GOMMA SINTETICA E SIMILI

#### 75.3.1. Caratteristiche dei materiali

Nelle impermeabilizzazioni in argomento lo strato impermeabilizzante sarà costituito unicamente da una guaina o foglia di gomma (poliisobutulenica, plicloroprenica, ecc.) o di altro materiale elastomerico i cui requisiti dovranno essere conformi a quanto prescritto, con la specificazione che lo spessore dovrà risultare, salvo diversa indicazione, non inferiore a 1,5 mm e, in ogni caso, non inferiore ad 1 mm.

#### 75.3.2. Posa in opera delle guaine

In rapporto alla pendenza della superficie di posa nonché ad altri fattori strutturali e di impiego condizionanti, la posa in opera delle guaine potrà essere effettuata in completa aderenza, in semi-aderenza od in indipendenza. In tutti e tre i casi comunque la posa sarà preceduta, salvo diverso disposto, dalla applicazione sulla superficie di supporto, di uno strato di velo di vetro bitumato incollato con bitume a caldo previo trattamento con «primer» (strato di separazione) (2).

La posa in *aderenza* sarà effettuata con incollaggio mediante l'impiego di bitume ossidato a caldo (180 ÷ 200 °C) in ragione di 1,3 - 1,5 kg/m<sup>2</sup>; qualora non fosse disposto lo strato di separazione, la spalmatura di bitume sarà preceduta dal trattamento con «primer» così come descritto alla lett. a) del precedente punto 75.2.4. La posa in *semi-aderenza* sarà effettuata come in precedenza, ma con l'interposizione di uno strato perforato a base imputrescibile. La posa in *indipendenza* avverrà semplicemente posando le guaine sull'eventuale strato di separazione e provvedendo agli opportuni ancoraggi nelle testate terminali a mezzo di adesivi idonei o di bitume a caldo o di speciali elementi di pressione e sigillatura.

Sia nella fase di stendimento, sia in quella di eventuale ancoraggio, le guaine non dovranno essere sottoposte a tensioni. La saldatura dei lembi sarà eseguita con gli adatti adesivi forniti o indicati dalle Ditte produttrici, previa pulizia con idoneo solvente (benzina, eptano, ecc.) delle superfici da sottoporre a collaggio.

I raccordi verticali, i profili di coronamento ed altri punti particolari, ove non fosse possibile eseguirli risolvendo con continuità le stesse guaine, saranno rivestiti con strisce dello stesso materiale, con sovrapposizione orizzontale di non meno di 30 cm di larghezza, di cui almeno 15 cm da interessare alla saldatura con il sottostante manto. La parte verticale sarà fissata con idonei adesivi e protetta con scossaline metalliche e/o con sigillanti in rapporto ai particolari costruttivi.

(1) Ove per particolari condizioni ambientali (latitudine, quota, esposizione, ventilazione) e di posa fosse prevedibile il raggiungimento di temperature elevate ed in ogni caso per posa su strati coibenti, dovranno essere impiegati bitumi ossidati ad alto punto di rammollimento (non inferiore a 80 °C P.A.).

(2) Nel caso di impiego di foglie di PVC plastificato lo strato separatore a contatto con le guaine non dovrà assolutamente contenere catrami o bitumi. Lo strato sarà perciò costituito da cartonfletro (120 gr/m<sup>2</sup> minimo) od altro idoneo materiale applicato a secco e con sovrapposizione di almeno 15 cm.



#### 75.4. TRATTAMENTI CON RESINE EPOSSIDICHE

##### 75.4.1. Caratteristiche dei materiali

Le resine epossidiche da impiegare per la protezione ed impermeabilizzazione di manufatti stradali ed opere d'arte in genere dovranno essere assolutamente impermeabili (anche sotto pressione d'acqua di 1 MPa (10 bar) per 24 h ed inoltre inattaccabili da acidi, olii, carburanti e lubrificanti. Particolarmente nell'impiego sotto pavimentazione non dovranno essere attaccate da benzina, kerosene, soluzioni di NaCl, CaCl<sub>2</sub>, acque ammoniacali, sostanze chimiche per il disgelo e soluzioni al 15% di HCl ed H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Inoltre dovranno resistere perfettamente alle acque marine ed alle nebbie saline. Le prove verranno eseguite in funzione delle caratteristiche richieste, con le modalità che di volta in volta saranno specificate.

##### 75.4.2. Modalità di posa in opera

Le resine epossidiche dovranno essere applicate su superfici pulite, compatte, asciutte e, nel caso di calcestruzzi, perfettamente stagionate. A tal fine le superfici potranno essere trattate, secondo le prescrizioni della Direzione Lavori, con acido cloridrico diluito al 10% e successivo lavaggio, o con spazzalatura e successiva soffiatura, o con sabbiatura con materiali granulari di elevata durezza.

La stesa della resina dovrà essere effettuata in unico o duplice strato, in maniera uniforme e continua, preferibilmente a spruzzo. Ove fosse previsto l'impiego di sabbia quarzifera la stesa dovrà avvenire in duplice strato e la sabbia dovrà essere sparsa solo sul secondo strato. La resina ed il catalizzatore dovranno essere mescolati, all'atto dell'impiego, nel rapporto di 1/1 salvo diversa prescrizione o l'impiego di resine in soluzione.

La stesa della resina non si effettuerà per temperature inferiori a 2 °C, mentre i tempi di essiccamento saranno di non meno di 4 ore per temperature di 20 °C, di 24 ore per temperature di 10 °C e di 48 ore per temperature vicine a 2 °C. A polimerizzazione avvenuta la resina dovrà risultare perfettamente aderente al supporto, anche per contrazioni o dilatazioni dello stesso; non dovrà inoltre subire alterazioni o fessurazioni anche dopo la stesura di eventuali manti a caldo.

### Art. 76 PAVIMENTI

#### 76.0. PRESCRIZIONI GENERALI

La posa dei pavimenti di qualsiasi tipo o genere dovrà venire eseguita in modo che le superfici risultino perfettamente piane ed osservando scrupolosamente le disposizioni che, di volta in volta, saranno impartite dalla Direzione Lavori. I singoli elementi dovranno combaciare esattamente tra di loro, dovranno risultare perfettamente fissati al sottostrato e non dovrà venirci, nelle connessioni di contatto, la benché minima ineguaglianza; le fessure dovranno essere pressoché invisibili e la loro linea perfettamente diritta.

I pavimenti si addenteranno per 15 mm entro l'intonaco della pareti, che sarà tirato verticalmente sino allo estradosso degli stessi, evitandosi quindi ogni raccordo o guscio. L'orizzontalità dovrà essere sempre scrupolosamente curata e controllata mediante livella. Non saranno ammesse ondulazioni superiori a 2 mm, misurate con l'apposizione a pavimento di un regolo di 2 m di lunghezza.

Tutti i pavimenti dovranno risultare di colori uniformi secondo le tinte e le qualità prescritte e privi di qualunque macchia o difetto per tutta la loro estensione. Saranno quindi a carico dell'Appaltatore gli oneri per la spianatura, la levigatura, la pulizia e la conservazione dei pavimenti che dovessero richiedere tali operazioni.

I materiali ed i manufatti di cui saranno composti i pavimenti dovranno essere conformi alle caratteristiche e norme già indicate nei rispettivi articoli; l'Appaltatore avrà l'obbligo di presentare alla Direzione i campioni dei pavimenti prescritti, per la preventiva accettazione.

Qualora la fornitura del materiale di pavimentazione fosse totalmente o parzialmente scorporata l'Appaltatore, se richiesto, avrà l'obbligo di provvedere alla relativa posa in opera al prezzo indicato in Elenco e di eseguire il sottofondo, giuste le disposizioni che saranno impartite dalla Direzione stessa; si richiamano peraltro, in proposito, gli oneri riportati al punto 27.25. del presente Capitolato.

#### 76.1. SOTTOFONDI

Il piano destinato alla posa dei pavimenti di qualunque tipo dovrà essere opportunamente spianato mediante un sottofondo, in modo che la superficie di posa risulti regolare e parallela a quella del pavimento da eseguire ed alla profondità necessaria, tenuto conto dello spessore degli elementi da impiegare e dalla quota del pavimento finito.

Il sottofondo potrà essere costituito, secondo le prescrizioni della Direzione Lavori, di un massetto di calcestruzzo idraulico o cementizio (1) normale od alleggerito (con inerti leggeri o cellulare), di spessore in ogni caso non inferiore a 3 cm, che dovrà essere gettato in opera a tempo debito per essere lasciato stagionare almeno 10 giorni.

#### 76.2. PAVIMENTI DI MARMETTE E MARMETTONI

I pavimenti in argomento saranno posati sopra un letto di malta cementizia grassa distesa sopra il massetto.

Gli elementi saranno premuti fino a rifluimento della malta nelle connessioni; queste dovranno avere larghezza non superiore ad 1 mm e saranno stuccate con impasto molto fluido di solo cemento, di tipo normale, bianco, o colorato sullo stesso tono di colore dello strato superficiale delle marmette o dei marmettoni impiegati.

Avvenuta la presa della malta e non prima di 10 giorni dal termine della posa in opera, i pavimenti saranno sottoposti ad una preliminare spianatura e sgrossatura mediante opportuna macchina e mole abrasive a grana grossa. Si procederà quindi all'eliminazione del fango di risulta, al lavaggio del pavimento ed alla posa in opera, se in previsione, degli eventuali zoccolotti o rivestimenti delle pareti.

(1) Dosato con non meno di 300 kg di cemento/m<sup>3</sup>.

Successivamente verranno riprese le operazioni di sgrossatura e levigatura, con l'impiego di mole di grana sempre più fine e con eccesso di acqua, fino a concludere le operazioni con un'azione di vera e propria lucidatura. Al termine i pavimenti, previa raccolta ed allontanamento del fango di risulta, dovranno essere accuratamente lavati e puliti con segatura di legno abete.

#### 76.3. PAVIMENTI IN LASTRE DI MARMO

Per i pavimenti in lastre di marmo si useranno le stesse norme di cui al precedente punto 76.2. La finitura, salvo diversa prescrizione, dovrà sempre essere completata con la lucidatura a piombo.

#### 76.4. PAVIMENTI IN BATTUTO DI CEMENTO

La pavimentazione sarà costituita da un doppio strato di malta cementizia, posta in opera su massetto di calcestruzzo di cemento, il cui spessore sarà prescritto in progetto, o dalla Direzione, in rapporto alla destinazione. Il primo strato di malta di spessore non inferiore a 15 mm sarà dosato a 500 kg di cemento; il secondo strato, dello spessore di 5 mm, sarà costituito di malta di solo cemento, colorato o meno, lisciata, rullata, rigata o bocciardata secondo prescrizione.

Prima di stendere la malta la superficie del massetto sarà accuratamente ripulita e lavata con acqua a pressione. Si procederà quindi alla stesa dell'impasto cementizio, dello spessore prescritto, curando attraverso guide prestabilite la perfetta regolarità della superficie e l'eventuale pendenza necessaria. Malte speciali ed indurenti superficiali saranno impiegati secondo le prescrizioni delle Ditte produttrici, previa prove di idoneità su campioni e certificazioni di laboratorio.

L'esecuzione delle pavimentazioni dovrà essere sospesa per temperature estese oltre il campo  $-5/ + 35$  °C. A lavoro ultimato le pavimentazioni dovranno essere opportunamente protette fino al completo indurimento della malta, onde evitare fessurazioni o danni di qualsiasi specie.

#### 76.5. PAVIMENTI RESILIENTI

##### 76.5.1. Sottofondo

Il sottofondo destinato alla posa dei pavimenti resilienti dovrà essere perfettamente piano, duro, consistente ed indeformabile, asciutto e protetto contro possibili infiltrazioni di umidità; tali caratteristiche inoltre dovranno essere mantenute nel tempo. Il grado di umidità non dovrà superare, comunque, il 25%; il controllo verrà effettuato in vari punti con l'igrometro elettrico (1). Il sottofondo dovrà essere esente da polvere, vernici, grassi, cere, ecc. Per l'eliminazione di uno o più di tali elementi, se presenti, sarà perciò necessario ricorrere a spolverature, a lavaggi con soluzioni di acqua calda e soda, o con soluzioni al 10% di acido cloridrico, o ad una fiamma a gas liquido; dopo tali trattamenti il sottofondo sarà sottoposto ad energico lavaggio con sola acqua, quindi verrà lasciato asciugare per non meno di 7 giorni.

Qualora il sottofondo non fosse perfettamente piano, sarà necessario procedere alla regolarizzazione e lisciatura dello stesso con idoneo livellante, dato in una o più mani secondo il tipo ed il grado di rettifica da apportare. Nel caso di massetti in calcestruzzo cementizio, la lisciatura potrà essere effettuata con cemento e sabbia (nel rapporto 1 : 1) purché non oltre 24 ore dal getto del massetto; negli altri casi la lisciatura verrà effettuata con materiali a base di gesso (2), materiali a base di bitumi ovvero, in linea ottimale, con materiali a base di gomma naturale o sintetica.

##### 76.5.2. Applicazioni dei materiali resilienti

La posa dei materiali resilienti, dovrà essere preceduta dalla conservazione degli stessi fuori imballaggio, in ambiente chiuso e per almeno 48 ore prima dell'applicazione, ad una temperatura minima di 24 °C.

Il collocamento in opera dovrà essere effettuato con temperatura ambiente non inferiore a 16 °C. Anche le mastice da usare per l'incollaggio dovrà essere sottoposto al suddetto trattamento; pertanto nella stagione fredda si potrà posare solo in locali con finestre chiuse e riscaldamento in funzione.

Gli adesivi dovranno essere compatibili con il materiale da incollare, non dovranno essere attaccati o disciolti dai materiali normalmente usati per le pulizie, né dovranno danneggiare le opere già eseguite. A posa ultimata i pavimenti resilienti dovranno risultare perfettamente aderenti in ogni punto della loro superficie ed assolutamente piani, dovranno altresì presentarsi privi di rigonfiamenti, bolle, distacchi, grumi, macchie e di qualsiasi altro difetto.

##### 76.5.3. Pavimenti in gomma

Potranno essere del tipo con rovescio a peduncoli od a sottosquadri con attacco a cemento, oppure del tipo ad impronta tela fine per attacco con adesivo. Per quest'ultimo tipo, da escludersi negli ambienti umidi o non sufficientemente impermeabilizzati e nelle applicazioni esterne, valgono le norme generali di cui al precedente punto 76.5.2. L'adesivo sarà del tipo epossidico.

Per il tipo ad attacco con cemento, l'ancoraggio dovrà venire realizzato con boiaccia di solo cemento, previa bagnatura della superficie di appoggio che sarà costituita da un massetto in calcestruzzo rifinito a fratazzo previa spolveratura di cemento e sabbietta finissima. A posa ultimata il pavimento verrà accuratamente controllato nei giunti e ripulito con panno umido dagli eventuali eccessi di cemento.

## Art. 77 INTONACI

#### 77.0. GENERALITÀ

L'esecuzione degli intonaci sia interni che esterni, dovrà essere effettuata non prima che le malte di allettamento

(1) Prove empiriche potranno essere quelle "in trasparenza", esaminando dopo 24 ore l'effetto su un pannello di vetro collocato sul sottofondo e sigillato ai bordi, o con fenoltaleina, osservando l'eventuale colorazione violetta di una o più gocce di soluzione di fenoltaleina all'1% in alcool (incolore) lasciate cadere sul sottofondo.

(2) Mediamente 75% di gesso scagliola, 14% di sabbia, 8,5% di magnesite e 2,5% di acido solforico.

delle murature, sulle quali verranno applicati, abbiano fatto conveniente presa e comunque non prima di 60 giorni dall'ultimazione delle stesse murature. L'esecuzione sarà sempre preceduta da una accurata preparazione delle superfici. Le strutture nuove dovranno essere ripulite da eventuali grumi di malta, rabboccate nelle irregolarità più salienti e poi abbondantemente bagnate.

Non dovrà mai procedersi all'esecuzione di intonaci, specie se interni, quando le strutture murarie non fossero sufficientemente protette dagli agenti atmosferici, e ciò sia con riguardo all'azione delle acque piovane, sia con riferimento alle condizioni di temperatura e di ventilazione.

Gli intonaci, di qualunque specie, non dovranno mai presentare peli, crepature, irregolarità negli allineamenti e negli spigoli od altri difetti. Le superfici dovranno essere perfettamente piane: saranno controllate con una riga metallica di due metri di lunghezza e non dovranno presentare ondulazioni con scostamenti superiori a 2 mm.

L'intonaco dovrà essere eseguito, di norma, con spigoli ed angoli vivi, perfettamente dritti; eventuali raccordi, zanche e smussi potranno essere richiesti dalla Direzione, senza che questo dia luogo a diritti per compensi supplementari.

Il grassello di calce avrà sempre una stagionatura in vasca di almeno tre mesi. Le sabbie e le pozzolane da impiegare nella preparazione delle malte, oltre ad essere di qualità particolarmente scelta, dovranno essere totalmente passanti allo staccio 0,5 UNI 2332, salvo diversa prescrizione.

## 77.1. INTONACO GREZZO (ARRICCIATURA)

### 77.1.1. Rinzafo e sestato

L'intonaco grezzo verrà eseguito applicando sulle murature, preparate come nelle generalità, un primo strato di malta, dello spessore di 0,5 cm circa, ottenuta con sabbia a grani piuttosto grossi, gettata con forza in modo che possa penetrare nei giunti e riempirli.

Fissati quindi sulla superficie da intonacare alcuni punti, detti capisaldi (o poste), verranno tra questi predisposte opportune fasce, dette seste (o righelle), eseguite sotto regoli di guida, ed a distanza sufficientemente ravvicinata. Tale operazione verrà definita "sestato".

Il rinzafo ed il sestato dovranno essere eseguiti con malta ..... per gli intonaci interni e con malta ..... per quelli esterni, di cui alla Tab. 49 del presente Capitolato.

### 77.1.2. Traversato

Quando la malta del rinzafo avrà fatto una leggera presa, si applicherà su di essa un secondo strato della corrispondente malta per finiture, in modo da ottenere una superficie piana non molto levigata; come guida ci si gioverà delle seste o righelle, in funzione di rette del piano, asportando con un regolo di legno la malta eccedente e conguagliando nelle parti mancanti in modo da avere in definitiva un piano unico di media scabrosità (*traversato*).

### 77.1.3. Arricciatura

Quando anche la malta del traversato avrà fatto presa, si applicherà se necessario un altro sottile strato della stessa malta, nel tipo per intonaci, che si conguaglierà con la cazzuola e con il fratazzino, stuccando ogni fessura e togliendo ogni asperità affinché le pareti riescano per quanto possibile regolari.

## 77.2. INTONACO COMUNE (CIVILE)

Appena l'intonaco grezzo di cui al precedente punto 77.1., in particolare l'arricciatura, avrà preso consistenza, dovrà essere disteso in ulteriore strato (tonachino) della corrispondente malta per intonaci passata allo staccio fino, che verrà conguagliato in modo tale che l'intera superficie risulti perfettamente uniforme, piana, ovvero secondo le particolari sagome stabilite.

Lo strato di tonachino verrà di norma lavorato a fratazzo, rivestito o meno con panno di feltro, secondo prescrizione.

## 77.3. INTONACO DECORATIVO ESTERNO

### 77.3.0. Generalità – Costituzione degli strati

Con la dizione generica di intonaci decorativi si intendono tutte quelle opere occorrenti per il completo rivestimento delle pareti esterne dei fabbricati, dalle zoccolature agli attici, generalmente eseguite con impasti di malte di vario tipo e sabbia o polvere di marmo, graniglie, ecc. con o senza aggiunta di materie coloranti. In essi restano compresi anche gli intonaci speciali, preconfezionati o meno in stabilimento.

Tutti i detti intonaci, saranno sempre costituiti al pari dell'intonaco civile di cui al precedente punto 77.2. da uno strato di grezzo o corpo (rinzafo + traversato o squadratura + arricciatura) dello spessore di 15 ÷ 18 mm e da uno strato di finitura (rivestimento o tonachino), dello spessore di 3 ÷ 8 mm, secondo i tipi e le lavorazioni.

Il rinzafo sarà costituito, di norma, con malta cementizia dosata a 400 ÷ 500 kg di cemento e sabbia silicea a grana grossa. La squadratura e l'arricciatura verranno date con malta bastarda cementizia, comune od idraulica, nei tipi prescritti dalla Direzione Lavori sulla base delle formulazioni di cui alla Tab. 49 o su diversa formulazione.

Le malte da impiegarsi dovranno sempre contenere un idrofugo di ottima qualità e di sicura efficacia, nelle proporzioni ottimali stabilite dalle Ditte produttrici. Per la formazione di parti aggettanti come zoccolature, fasce, lesene, riquadri, ecc., l'Appaltatore avrà l'obbligo di predisporre le relative ossature durante l'esecuzione delle opere murarie.

### 77.3.1. Intonaco pietrificante a imitazione di pietra tufacea

Sulla parete da intonacare verrà preliminarmente realizzato un intonaco grezzo come al precedente punto 77.3.0. con squadratura ed arricciatura eseguite con malta bastarda cementizia di cui al tipo 20 della Tab. 49. Si distenderà quindi uno strato d'impasto, dello spessore non inferiore a 3 mm, preparato in cantiere con grassello, cemento bianco, sabbia dolo-

mitica e colori particolarmente resistenti agli agenti atmosferici, o preconfezionato industrialmente nei componenti solidi e fornito pronto in confezioni sigillate. La lavorazione prevede il *tipo lamato*, il *tipo spruzzato* o altri tipi speciali.

### 77.3.2. Intonaco di cemento

L'intonaco di cemento verrà eseguito in conformità a quanto prescritto al punto 77.3.0. con la specifica che per gli strati successivi al rinzafo verrà usata unicamente malta cementizia nei tipi per finiture e per intonaci (rispettivamente dosate a 500 e 600 kg di cemento). L'ultimo strato di colla di malta fine, eventualmente colorato, dovrà essere tirato e liscio in perfetto piano con apposito attrezzo, o fratazzato secondo prescrizione. Valgono, per l'intonaco in argomento, le specifiche di protezione precedentemente elencate per i conglomerati; l'intonaco comunque dovrà essere mantenuto umido e protetto dall'irradiazione solare per almeno 15 giorni dall'esecuzione.

## 77.4. INTONACO PLASTICO

### 77.4.1. Generalità

Prodotto di norma industrialmente e fornito pronto in confezioni sigillate, l'intonaco plastico sarà composto da resine sintetiche (in emulsione acquosa od in solvente), inerti, pigmenti ed additivi vari (amalgamanti, stabilizzanti, fungicidi, battericidi, idrorepellenti, ecc.) in rapporti tali da realizzare, in applicazione e nello spessore previsto, un rivestimento rispondente, in tutto alle caratteristiche prescritte.

L'intonaco dovrà possedere elevati requisiti di aderenza, di resistenza e, se in applicazioni particolari od esterne, anche di idrorepellenza. Il supporto o fondo sarà di norma costituito dallo strato di tonachino in malta bastarda perfettamente stagionato ed esente da umidità.

### 77.4.2. Modalità d'applicazione

L'applicazione dell'intonaco plastico dovrà essere preceduto dalla protezione, con nastri di carta autoadesiva, delle pareti da non intonacare o predisposte per la formazione di pannellature nelle dimensioni e forme prescritte. La carta adesiva dovrà essere asportata prima dell'indurimento dell'intonaco, curando la perfetta rifinitura dei bordi.

L'applicazione dell'intonaco varierà in rapporto ai tipi ed alle finiture superficiali (lisce, rigate, graffiate, rustiche, spatolate, rullate, spruzzate, ecc.). Di norma comunque la pasta, previo energico mescolamento in una vaschetta di plastica, verrà stesa sulla parete da intonacare con il fratazzo metallico, dal basso verso l'alto, con uno spessore di circa 3 mm. La stesura verrà quindi regolata con il fratazzo metallico, con movimenti verticali ed orizzontali onde evitare le ondulazioni. Successivamente, con lo stesso fratazzo perfettamente lavato ed asciutto, si dovrà lamare la superficie con forza, onde comprimere i granuli ed ottenere una superficie uniforme e regolare (1).

A lavoro ultimato le superfici rivestite dovranno presentarsi del tutto conformi alle campionature previamente preparate dall'Appaltatore, sottoposte a prova ed accettate dalla Direzione Lavori.

## Art. 78

### RIVESTIMENTI

#### 78.0. GENERALITÀ

I materiali con i quali verranno eseguiti i rivestimenti dovranno possedere i requisiti prescritti nel presente Capitolato o nell'allegato Elenco Prezzi o più generalmente richiesti dalla Direzione Lavori. Quando i materiali non fossero direttamente forniti dall'Amministrazione appaltante, l'Appaltatore dovrà presentare all'approvazione della Direzione i campioni degli stessi e dovrà sempre approntare una campionatura in opera. Solo dopo l'approvazione di questa sarà consentito dare inizio ai lavori.

L'esecuzione di un rivestimento dovrà possedere tutti i requisiti necessari per garantire l'aderenza alle strutture di supporto e per assicurare l'effetto funzionale ed estetico dell'opera di finitura stessa. Gli elementi del rivestimento dovranno combaciare perfettamente tra loro e le linee dei giunti, debitamente stuccate con cemento bianco o diversamente colorato, dovranno risultare, a lavoro ultimato, perfettamente allineate nelle due direzioni.

Ove il rivestimento dovesse interessare le pareti e le superfici interne di condotti fognanti per acque nere, o per acque comunque aggressive, sarà tassativamente prescritto l'impiego di malte speciali a base di sostanze bituminose o di resine anticorrosive, con esclusione quindi di malte cementizie. Lo stesso dicasi per la stuccatura dei giunti.

La perfetta esecuzione delle superfici dovrà essere controllata con un regolo rigorosamente rettilineo che dovrà combaciare con il rivestimento in qualunque posizione.

#### 78.1. MODALITÀ D'ESECUZIONE

##### 78.1.1. Rivestimenti in piastrelle e listelli ceramici

Dovrà distinguersi il caso che tali rivestimenti siano da realizzare su struttura in calcestruzzo (a blocchi o armato), in laterizio (pieno o forato) od in pietra naturale, ovvero su strutture o finimenti in plastica, metallo, pannelli di fibra, ecc.

Sulle strutture murarie lo strato legante sarà in genere costituito da una malta di rinzafo (o intonaco grezzo di fondo), che potrà essere una malta idraulica bastarda o una malta grassa cementizia, e da una malta di posa che sarà di norma una malta cementizia dosata a non meno di 400 kg di cemento per metro cubo di sabbia. I materiali con supporto poroso (assorbimento d'acqua > 2%), dovranno essere pre-immersi in acqua per non meno di due ore, per gli altri sarà sufficiente un'immersione meno prolungata.

Prima di iniziare le operazioni di posa si dovrà pulire accuratamente la parete e bagnarla uniformemente; si darà inizio quindi all'esecuzione del rinzafo, gettando la malta con la cazzuola per uno spessore di  $0,5 \div 1$  cm; non appena tale

(1) L'applicazione e la lavorazione sopra esposta si riferiscono più propriamente alla stesura di un granigliato plastico di marmo o quarzo con superficie a finitura liscia. Per gli altri tipi di rifiniture si rimanda alla specifica delle Ditte produttrici che qui si intendono integralmente trascritte.

malta avrà fatto presa (1) si procederà, se occorre, ad una seconda bagnatura e quindi all'applicazione delle singole piastrelle o listelli, dopo averli caricati nel retro con circa 1 cm di malta di posa (2); l'operazione andrà iniziata dal pavimento o, se questo non è ben livellato, da un listello di legno poggiato sullo stesso, messo in orizzontale, e che sostituirà provvisoriamente la prima fila di piastrelle.

Sugli altri tipi di supporto verranno di norma impiegati adesivi organici (resine poliviniliche od acriliche con idonei plastificanti e stabilizzanti, gomme antiossidanti, resine epossidiche, fenoliche, poliesteri, furaniche, ecc.) con le modalità ed i limiti prescritti dalle Ditte Produttrici.

#### **78.1.2. Rivestimenti in lastre di marmo e pietra**

Le lastre di marmo dovranno essere fissate a parete mediante zanche ed arpioni di rame o di acciaio inossidabile, e tenute staccate dalla parete stessa di almeno 1,5 cm; successivamente nell'intercapedine tra lastra e parete sarà eseguita, previa bagnatura, l'imbottitura, cioè una colata di malta idraulica o bastarda cementizia o cementizia secondo i casi.

Le lastre avranno spessore minimo di 2 cm per i rivestimenti interni, 3 cm per quelli esterni e, salvo diversa prescrizione, saranno lucidate a piombo su tutte le facce a vista. Le connessioni dovranno presentare un perfetto combaciamento (salvo i giunti a sovrapposizione e stradella) con larghezza massima di 1 mm ed assoluta rettilineità. La stuccatura dovrà eseguirsi con cemento in polvere.

Per i rivestimenti in lastre di pietra varranno in generale le stesse norme, salvo la definizione degli spessori e delle connessioni, variabili secondo la qualità della pietra ed il tipo di lavorazione. Per gli elementi di scala (gradini, soglie, pianerottoli, parapetti) l'Appaltatore dovrà preconstituire l'apparecchiatura ben precisa e presentare alla Direzione i relativi campioni per il giudizio sulla qualità del materiale e sul tipo di lavorazione.

Particolare precisione dovrà essere realizzata nell'esecuzione delle strutture di supporto (rampe, gradini, innesti, ecc) sicché la collocazione avvenga senza necessità di tagli ed aggiustamenti e nel rispetto dei particolari di progetto.

### **Art. 79**

#### **INFISSI IN LEGNO**

Tutti gli infissi dovranno essere eseguiti nel perfetto rispetto degli esecutivi di progetto, nonché degli elementi grafici di insieme e di dettaglio e delle indicazioni che potrà fornire la Direzione Lavori o, qualora questa non dovesse provvedervi, nel rispetto dei particolari costruttivi che lo stesso Appaltatore sarà tenuto a predisporre, in modo che risultino chiaramente definite le caratteristiche di struttura e di funzionamento.

I legnami, da impiegare nella costruzione degli infissi dovranno rispondere alle caratteristiche precedentemente riportate all'art. 48. Il legname dovrà essere perfettamente lavorato e piallato e risultare, dopo ciò, dello spessore richiesto, intendendosi che le dimensioni e gli spessori dei disegni sono fissati per lavoro ultimato e non saranno tollerate, a tale riguardo, eccezioni di sorta; l'Appaltatore dovrà quindi provvedere al legname di spessore superiore a quello prescritto per il lavoro finito.

Qualora richiesto dalla Direzione Lavori, ed in tutti i casi per gli infissi ed i manufatti in genere da posizionare in ambienti umidi od a contatto con l'esterno (parapetti, rivestimenti, ecc.), i legnami dovranno essere protetti contro l'azione degli insetti xylofagi (tarlo, capricorno, termiti) e contro i funghi parassiti della muffa, del marcimento e della putredine mediante un accurato trattamento con idonei prodotti di protezione.

### **Art. 80**

#### **INFISSI METALLICI**

Gli infissi metallici saranno realizzati esclusivamente in officina, con l'impiego di materiali aventi le qualità prescritte nel presente Capitolato od in particolare dal progetto o dalla Direzione Lavori. Il tipo dei profilati, le sezioni ed i particolari costruttivi in genere che, ove non diversamente disposto verranno scelti dall'Appaltatore, saranno tali da garantire assoluta indeformabilità (statica, di manovra e per sbalzi termici), perfetto funzionamento, durata ed incorrodibilità.

Gli infissi di grandi dimensioni non dovranno essere influenzati dalle deformazioni elastiche o plastiche delle strutture né dovranno subire autotensioni o tensioni in genere, per effetto delle variazioni termiche, in misura tale da averne alterate le caratteristiche di resistenza o di funzionamento. Le parti apribili dovranno essere munite di coprigiunti; la perfetta tenuta all'aria ed all'acqua dovrà essere garantita da battute multiple, sussidiate da idonei elementi elastici.

Il collegamento delle varie parti componenti il serramento potrà essere realizzato sia meccanicamente, sia mediante saldatura. Il collegamento meccanico sarà eseguito a mezzo di viti, chiodi o tiranti ovvero a mezzo di squadre fissate a compressione o con sistemi misti. Il collegamento mediante saldatura dovrà essere eseguito a perfetta regola d'arte, con i sistemi tecnologicamente più avanzati e sarà rifinito con accurate operazioni di limatura e lisciatura; per serramenti in alluminio od in leghe leggere di alluminio la saldatura dovrà essere eseguita esclusivamente con sistema autogeno (preferibilmente saldatura elettrica in gas inerte ovvero a resistenza).

L'incastro per la posa dei vetri sarà di ampiezza sufficiente allo spessore ed al tipo degli stessi e sarà dotato di idonea guarnizione (o nastro sigillante, secondo i casi) e di fermavetro metallico o di legno di essenza forte.

Le staffe per il fissaggio alle murature saranno in acciaio zincato per i serramenti in acciaio, in bronzo od in ottone per i serramenti in alluminio qualora, per casi eccezionali, il montaggio non dovesse avvenire su controtelaio in acciaio pre-murato. Gli accessori dovranno intendersi sempre compresi nella fornitura degli infissi e saranno, per quanto possibile, montati in officina.

(1) Dopo cioè circa una notte.

(2) Se le piastrelle hanno il retro a "coda di rondine", l'incavo andrà riempito di malta.

Art. 81  
**LAVORI DI VERNICIATURA**

81.0. GENERALITÀ

**81.0.1. Materiali – Terminologia – Preparazione delle superfici**

I materiali da impiegare per l'esecuzione dei lavori in argomento dovranno corrispondere alle caratteristiche riportate all'art. 50 del presente Capitolato ed a quanto più in particolare potrà specificare l'Elenco Prezzi o prescrivere la Direzione Lavori. Resta comunque inteso che con il termine di "verniciatura" si dovrà intendere il trattamento sia con vernici vere e proprie che con pitture e smalti.

Qualunque operazione di tinteggiatura o verniciatura dovrà essere preceduta da una conveniente ed accurata preparazione delle superfici e precisamente da raschiature, scrostature, stuccature, levigature e lisciate con le modalità ed i sistemi più atti ad assicurare la perfetta riuscita del lavoro. In particolare dovrà curarsi che le superfici si presentino perfettamente pulite e pertanto esenti da macchie di sostanze grasse od untuose, da ossidazioni, ruggine, scorie, calamina, ecc.; speciale riguardo dovrà aversi per le superfici da rivestire con vernici trasparenti.

**81.0.2. Colori – Campionatura – Mani di verniciatura**

La scelta dei colori è demandata al criterio insindacabile della Direzione Lavori. L'Appaltatore avrà l'obbligo di eseguire, nei luoghi e con le modalità che gli saranno prescritte, ed ancor prima di iniziare i lavori, i campioni delle varie finiture, sia per la scelta delle tinte che per il genere di esecuzione, e ripeterli eventualmente con le varianti richieste sino ad ottenere l'approvazione della stessa Direzione.

Le successive passate (mani) di pitture, vernici e smalti dovranno essere di tonalità diverse in modo che sia possibile, in qualunque momento, controllarne il numero. Lo spessore delle varie mani dovrà risultare conforme a quanto particolarmente prescritto; tale spessore verrà attentamente controllato dalla Direzione Lavori con idonei strumenti (1) e ciò sia nello strato umido che in quello secco. I controlli, ed i relativi risultati, verranno verbalizzati in contraddittorio.

Le successive mani di pitture, vernici e smalti dovranno essere applicate, ove non fosse prescritto un maggiore intervallo, a distanza non inferiore a 24 ore e sempreché la mano precedente risulti perfettamente essiccata (2). Qualora per motivi di ordine diverso e comunque in linea eccezionale l'intervallo dovesse prolungarsi oltre i tempi previsti, si dovrà procedere, prima di riprendere i trattamenti di verniciatura, ad una accurata pulizia delle superfici interessate.

**81.0.3. Preparazione dei prodotti**

La miscelazione dei prodotti monocomponenti con i diluenti e dei bicomponenti con l'indurente ed il relativo diluente dovrà avvenire nei rapporti indicati dalla scheda tecnica del fornitore della pittura. Per i prodotti a due componenti sarà necessario controllare che l'impiego della miscela avvenga nei limiti di tempo previsti alla voce "Pot-life".

**81.0.4. Umidità e alcalinità delle superfici**

Le opere ed i manufatti da sottoporre a trattamento di verniciatura dovranno essere asciutti sia in superficie che in profondità; il tenore di umidità, in ambiente al 65% di U.R., non dovrà superare il 3%, il 2% o l'1%, rispettivamente per l'intonaco di calce, di cemento (o calcestruzzo) o di gesso (od impasti a base di gesso) (3); per il legno il 15% (riferito a legno secco).

Dovrà accertarsi ancora che il grado di alcalinità residua dei supporti sia a bassissima percentuale (4), viceversa si dovrà ricorrere all'uso di idonei prodotti onde rendere neutri i supporti stessi od a prodotti vernicianti particolarmente resistenti agli alcali.

**81.0.5. Protezioni e precauzioni**

Le operazioni di verniciatura non dovranno venire eseguite, di norma, con temperature inferiori a 5 °C o con U.R. superiore all'80% (per pitture bicomponenti, a filmazione chimica). La temperatura ambiente non dovrà in ogni caso superare i 40 °C, mentre la temperatura delle superfici dovrà sempre essere compresa fra 5 e 50 °C.

L'applicazione dei prodotti vernicianti non dovrà venire effettuata su superfici umide; in esterno pertanto, salvo l'adozione di particolari ripari, le stesse operazioni saranno sospese con tempo piovoso, nebbioso od in presenza di vento. In ogni caso le opere eseguite dovranno essere protette, fino a completo essiccamento in profondità, dalle correnti d'aria, dalla polvere, dall'acqua, dal sole e da ogni altra causa che possa costituire origine di danni o di degradazioni in genere. L'Appaltatore dovrà adottare inoltre ogni precauzione e mezzo atti ad evitare spruzzi, sbavature e macchie di pitture, vernici, ecc. sulle opere già eseguite, restando a carico dello stesso ogni lavoro e provvedimento necessari per l'eliminazione dei degni nonchè degli eventuali danni apportati.

**81.0.6. Obblighi e responsabilità dell'Appaltatore**

La Direzione Lavori avrà la facoltà di modificare, in qualsiasi momento, le modalità esecutive delle varie lavorazioni; in questo caso il prezzo del lavoro subirà unicamente le variazioni corrispondenti alle modifiche introdotte, con esclusione di qualsiasi extracompenso.

La stessa Direzione avrà altresì la facoltà di ordinare, a cura e spese dell'Appaltatore, il rifacimento delle lavorazioni risultanti da esecuzione non soddisfacente, e questo sia per difetto dei materiali impiegati, sia per non idonea preparazione delle superfici, per non corretta applicazione degli stessi, per mancanza di cautele o protezioni o per qualunque altra causa ascrivibile all'Appaltatore. Questo dovrà provvedere con immediatezza a tali rifacimenti, eliminando nel contempo eventuali danni conseguenti dei quali rimane, in ogni caso, unico responsabile.

(1) Calibri Rossmann per la misura degli strati umidi e secchi (su metalli non ferrosi, legno, intonaci, conglomerati e simili) ed elcometri "Pull off" od a variazione di flusso magnetico per la misura degli strati secchi su metalli ferrosi.

(2) L'ultima notazione non ha carattere generale: per alcuni prodotti ed in particolare per quelli catalizzati bicomponenti a solvente, tra una mano e l'altra bisognerà non oltrepassare il limite di tempo fissato dal produttore (di norma 48 ore). Nel caso che tra la mano di fondo e quelle di finitura fosse necessario interrompere il ciclo, la pittura di fondo dovrà essere del tipo monocomponente.

(3) Salvo accertamenti strumentali, empiricamente una parete potrà considerarsi asciutta se darà luogo all'accensione di un fiammifero appositamente strofinato sulla stessa.

(4) L'accertamento di grado di alcalinità verrà effettuato, previa scalfitura delle superfici ed inumidimento con acqua distillata, con una soluzione di fenolftaleina all'1% mediante tamponamento. La comparsa di colorazione violetta e la tonalità della stessa sarà indice del grado di alcalinità.

### 81.0.7. Disposizioni legislative

Nei lavori di verniciatura dovranno essere osservate le disposizioni antinfortunistiche di cui alle Leggi 19 luglio 1961, n. 706 e 5 marzo 1963, n. 245.

## 81.1. SUPPORTI DI INTONACO E CALCESTRUZZO – TINTEGGIATURE E PITTURAZIONI

### 81.1.0. Preparazione delle superfici

Le superfici da sottoporre a trattamenti di tinteggiatura e pitturazione, fermo restando quanto prescritto al punto 81.0.4., dovranno essere ultimate da non meno di 2 mesi; eventuali alcalinità residue potranno essere trattate con opportune soluzioni acide neutralizzanti date a pennello e successive spazzolature a distanza non inferiore a 24 ore.

Le superfici dovranno essere portate a perfetto grado di uniformità e regolarità. Le punte di sabbia saranno asportate con regoletti di legno a rasare; eccezionalmente, ed ove si riscontri la presenza di graffiature, potrà venire adoperata carta abrasiva di grana grossa.

La rasatura dell'intonaco civile interno, se prescritta, sarà effettuata con impasto di solo gesso o di calce spenta e gesso nello stesso rapporto in peso. Rasature speciali, con stucchi o intonaci a base di resine sintetiche od altri componenti di particolare formulazione, saranno effettuate nel rispetto delle prescrizioni particolari fornite dalle Ditte produttrici. L'accettazione dei prodotti sarà comunque subordinata a prove e certificazioni di idoneità.

#### 81.1.1. Tinteggiatura con idropitture

Sia su intonaco nuovo, che su vecchio la tinteggiatura sarà di norma preceduta, se non diversamente prescritto, da una mano di imprimitura data a pennello e costituita, in genere, dalla stessa resina legante in emulsione con la quale è formulata l'idropittura. Il prodotto dovrà ben penetrare nella superficie di applicazione allo scopo di uniformare gli assorbimenti e fornire inoltre un valido ancoraggio alle mani successive: non dovrà perciò "far pelle" ed a tal fine, in rapporto al tipo di superficie, ne verrà sperimentata l'esatta diluizione.

Verrà quindi data l'idropittura, nei colori prescelti dalla Direzione ed almeno in due mani, delle quali la prima a pennello e la seconda a rullo. Lo spessore dello strato secco, per ogni mano, dovrà risultare non inferiore a 30 micron se per interni ed a 40 micron se per esterni. Su superfici estremamente porose ed in generale negli esterni, per le superfici più esposte al sole, saranno date non meno di tre mani.

Sarà vietato adoperare per applicazioni esterne idropitture formulate per usi interni. Per tinteggiatura di calcestruzzo a vista (se ammesse), manufatti di cemento ed intonaci cementizi dovranno sempre adoperarsi idropitture per esterni.

#### 81.1.2. Verniciatura con pitture a base di elastomeri o di resine plastiche

Sarà di norma effettuata con non meno di tre mani delle quali la prima, di imprimitura, con trasparenti resino-compatibili od a corrispondente base elastomerica o di resina plastica dati a pennello e le altre due con le pitture prescritte e nei colori richiesti, date a pennello od a rullo, secondo disposizione e con spessori di strato mai inferiori a 40 micron.

La verniciatura sarà effettuata su superfici adeguatamente preparate, rispettando i cicli di applicazione e le particolari prescrizioni delle Ditte produttrici nonché le disposizioni che nel merito, anche in variante, potrà impartire la Direzione Lavori.

## 81.2. SUPPORTI IN CALCESTRUZZO – PITTURAZIONE ANTICORROSIVA

Tutte le superfici in calcestruzzo o cementizie in genere, particolarmente esposte ad atmosfere aggressive (industriali o marine), o direttamente a contatto con sostanze liquide e chimicamente attive od esposte ad attacco di microrganismi, dovranno essere protette con rivestimenti adeguati.

L'applicazione sarà fatta a non meno di 60 giorni dall'ultimazione dei getti; le superfici dovranno essere pulite, asciutte e libere da rivestimenti precedentemente applicati, incrostazioni di sali e materiale incoerente. Ove fossero stati impiegati agenti disarmanti, indurenti od altri additivi del cemento, si dovranno stabilire di volta in volta le operazioni necessarie, atte a neutralizzarne gli effetti superficiali.

Tutte le imperfezioni del calcestruzzo, protuberanze e vuoti in particolare, dovranno essere eliminate al fine di ottenere una superficie priva di porosità; i punti in rilievo saranno eliminati mediante discatura mentre, i vuoti, con malte e boiacche cementizie applicate subito dopo il disarmo. L'applicazione dei rivestimenti protettivi sarà comunque preceduta da una accurata pulizia e dall'irruvidimento delle superfici.

## 81.3. SUPPORTI IN ACCIAIO – VERNICIATURE E PROTEZIONI

### 81.3.1. Preparazione del supporto

Prima di ogni trattamento di verniciatura o di protezione in genere, l'acciaio dovrà essere sempre adeguatamente preparato; dovranno essere eliminate cioè tutte le tracce di grasso o di unto dalle superfici, gli ossidi di laminazione ("calamina" o "scaglie di laminazione") e le scaglie o macchie di ruggine. La preparazione delle superfici potrà venire ordinata in una delle modalità previste dalle norme SSPC (Steel Structures Painting Council), con riferimento agli standard fotografici dello stato iniziale e finale elaborati dal Comitato Svedese della Corrosione e noti come "Svenske Standard SIS"(1).

1) Con riguardo alle varie modalità di preparazione, si precisa in particolare:

- a) – *Sgrassaggio con solventi (SSPC - SP1)*: Sarà effettuato con solventi a lenta evaporazione (ragia minerale, nafta solvente, ecc.), vapore, alcali, emulsioni, ecc. L'operazione verrà eseguita a spruzzo o con grossi pennelli e sarà seguita da lavaggio ed asciugamento con aria in pressione.
- b) – *Pulizia con attrezzi manuali (SSPC - SP2)*: Consisterà nel rimuovere fino al grado richiesto le scaglie di laminazione, le pitture e la ruggine, in fase di distacco, utilizzando attrezzi manuali quali picchiette, raschietti, spazzole metalliche e carta abrasiva.
- c) – *Pulizia con attrezzi meccanici (SSPC-SP3)*: Consisterà nell'effettuare le operazioni di cui alla lett. b) utilizzando attrezzi meccanici quali spazzole rotanti, attrezzi a percussione, mole meccaniche abrasivi silicei o metallici.
- d) – *Pulizia mediante sabbatura (SSPC-SP7-SP6-SP10-SP5)*: Consisterà nell'eliminare, con risultati di diversa gradazione, ogni traccia di calamina, ruggine e sostanze estranee. L'operazione verrà effettuata mediante violento getto di sabbia quarzifera (vaghiata su setaccio di 16 maglie/cm<sup>2</sup>) a secco oppure ad umido, oppure di abrasivi metallici.
- e) – *Pulizia mediante decappaggio acido (SSPC - SP8)*: Consisterà nell'eliminazione delle scaglie di ruggine e di laminazione mediante decappaggio acido od elettrolitico (o con una combinazione degli stessi) e successivo lavaggio di neutralizzazione.
- f) – *Fosfatizzazione a freddo*: Consisterà nel trattare l'acciaio con una miscela acqua, acido fosforico ed olio solvente solubile in acqua in maniera da asportare parte della ruggine e trasformare il residuo in fosfato di ferro insolubile.

### 81.3.2. Carpenterie ed infissi – Cicli di verniciatura

In mancanza di specifica previsione, la scelta dei rivestimenti di verniciatura e protettivi dovrà essere effettuata in base alle caratteristiche meccaniche, estetiche e di resistenza degli stessi, in relazione alle condizioni ambientali e di uso dei manufatti da trattare.

Con riguardo al ciclo di verniciatura protettiva, questo, nella forma più generale e ferma restando la facoltà della Direzione Lavori di variarne le modalità esecutive od i componenti, sarà effettuata come di seguito:

a) – *Prima dell'inoltro dei manufatti in cantiere:*

- preparazione delle superfici mediante sabbatura di grado non inferiore a SP 6 (sabbatura commerciale). Solo in casi particolari e previa autorizzazione della Direzione, la sabbatura potrà essere sostituita dalla pulizia meccanica (brosatura) SP 3 o da quella manuale SP 2 (per limitate superfici);
- eventuale sgrassatura e lavaggio, se necessari;
- prima mano di antiruggine ad olio (od oleosintetica) al minio di piombo od al cromato di piombo o di zinco nei tipi di cui al punto 50.2.3. del presente Capitolato, o di pittura anticorrosiva;

La scelta del veicolo più idoneo dovrà tenere conto delle condizioni ambientali e d'uso dei manufatti da proteggere; in particolare si prescriverà l'impiego di "primer" in veicoli epossidici, al clorocaucciù o vinilici in presenza di aggressivi chimici, atmosfere industriali od in ambienti marini.

b) – *Dopo il montaggio in opera:*

- pulizia totale di tutte le superfici con asportazione completa delle impurità e delle pitturazioni eventualmente degradate;
- ritocco delle zone eventualmente scoperte dalle operazioni di pulizia o di trasporto;
- seconda mano di antiruggine dello stesso tipo della precedente, ma di diversa tonalità di colore, data non prima di 24 ore dai ritocchi effettuati;
- due mani almeno di pittura (oleosintetica, sintetica, speciale) o di smalto sintetico, nei tipi, negli spessori e nei colori prescritti, date con intervalli di tempo mai inferiori a 24 ore e con sfumature di tono leggermente diverse (ma sempre nella stessa tinta), si che possa distinguersi una mano dall'altra.

## 81.4. SUPPORTI IN ACCIAIO ZINCATO

### 81.4.0. Condizioni di essenzialità

Qualunque manufatto in acciaio zincato, con grado di zincatura non superiore al "Z 275" dovrà essere sottoposto a trattamento di protezione anticorrosiva mediante idonea verniciatura.

#### 81.4.1. Pretrattamento delle superfici zincate

Le superfici di acciaio zincato, da sottoporre a cicli di verniciatura, dovranno essere innanzi tutto sgrassate (se nuove) mediante idonei solventi od anche spazzolate e carteggiate (se esposte da lungo tempo); quindi lavate energicamente e sottoposte a particolari pretrattamenti oppure all'applicazione di pitture non reattive verso lo zinco.

I sistemi di pretrattamento più idonei per ottenere una adeguata preparazione delle superfici zincate saranno realizzate in uno dei due modi seguenti:

- a) – *Fosfatazione a caldo:* sarà eseguita in stabilimento e consisterà nella deposizione di uno strato di fosfato di zinco seguita da un trattamento passivante con acido cromico e successivo lavaggio neutralizzante a freddo.
- b) – *Applicazione di "wash primer":* si effettuerà trattando la superficie zincata con prodotti formulati a base di resine polivinilbutirralliche, resine fenoliche e tetraossicromato di zinco ed acido fosforico, quale catalizzatore. Lo spessore del wash primer, a pellicola asciutta, dovrà risultare non inferiore a 5 micron (1).

#### 81.4.2. Fondi che non richiedono pretrattamento

Saranno costituiti di norma da anticorrosive epossidiche ad alto spessore (A.S.) bicomponenti (con indurente poliammidico) o da fondi poliuretani bicomponenti (o monocomponenti) a base di dispersioni fenoliche. Tali strati saranno dati, se non diversamente prescritto, in una sola mano, a spruzzo od a pennello, con spessore reso non inferiore ad 80 micron.

#### 81.4.3. Pigmenti

Risulta tassativamente vietato impiegare pitture con pigmenti catodici rispetto allo zinco (ad esempio: minio e cromato di piombo)

#### 81.4.4. Cicli di verniciatura

Con riferimento a quanto in precedenza espresso ai punti 81.4.1. e 81.4.2. i manufatti in acciaio zincato dovranno essere sottoposti, se non diversamente disposto, a cicli di verniciatura protettiva effettuati come di seguito:

- sgrassaggio, spazzolatura e successivo lavaggio a caldo delle superfici;
- fosfatizzazione a caldo od applicazione di "wash primer" od ancora applicazione di pitture di fondo che non richiedano pretrattamento;
- doppia mano di antiruggine al cromato di zinco (80 micron in totale) od unica mano di antiruggine vinilica A.S. (70 micron) nel caso di pretrattamenti a "wash primer";
- doppia mano di pittura oleosintetica o di smalto sintetico nei tipi e colori prescritti ed in rapporto al tipo dei fondi.

(1) Sulle superfici trattate con "wash primer" potranno essere sovrapposti fondi o pitture di tipo gliceroftalico, vinilico, epossidico, poliuretano, ecc., con esclusione di cicli al clorocaucciù, a causa dell'adesione non sufficiente. Il "wash primer" non dovrà comunque venire usato quale forma di pretrattamento per superfici destinate ad immersione continua in acqua dolce.



## 81.5. SUPPORTI IN LEGNO – PITTURAZIONI E VERNICIATURE

### 81.5.0. Preparazione delle superfici – Pretrattamento di imprimitura

Qualunque sia il ciclo di verniciatura al quale sottoporre le superfici dei manufatti in legno, queste dovranno essere convenientemente preparate. La preparazione dovrà portare dette superfici al miglior grado di uniformità e levigatezza dotandole nel contempo, con riguardo ai superiori strati di pitturazione, delle massime caratteristiche di ancoraggio.

Tale preparazione, comprensiva del primo trattamento di imprimitura sarà di norma così eseguita:

- asportazione parziale o totale (secondo prescrizione) dei precedenti strati di verniciatura eventualmente esistenti su superfici non nuove, mediante raschiatura previo ramollimento alla fiamma o con sverniciatori (su superfici non destinate ad essere verniciate con prodotti trasparenti) o mediante carteggiatura a fondo;
- carteggiatura di preparazione, necessaria ad asportare grasso, unto od altre sostanze estranee, eseguita a secco con carte abrasive dei numeri 80-180 (usate in ordine di grana decrescente) e successiva spolveratura;
- stuccatura con stucco a spatola onde eliminare eventuali, limitati e consentiti difetti del supporto, seconda carteggiatura, a secco, eseguita con carte abrasive dei numeri 180-220 e successiva spolveratura;
- prima mano di imprimitura, data a pennello, con olio di lino cotto, con fondi alchidici o con fondi propri delle verniciature speciali. Ripresa della stuccatura, carteggiatura di livellamento a secco od a umido (secondo i casi) con carte abrasive dei numeri 220-280 e successiva pulizia o spolveratura.

#### 81.5.1. Verniciatura con pitture all'olio di lino

Verrà eseguita sulle superfici preparate come al precedente punto 86.5.0. (con 1ª mano di imprimitura ad olio), mediante le seguenti operazioni:

- seconda mano di imprimitura con tinta ad olio e leggera levigatura con carte abrasive di numero non inferiore a 280;
- due mani di pittura all'olio, nei colori prescelti e con diluizione decrescente.

#### 81.5.2. Verniciatura con pitture oleosintetiche o a smalto

Verrà eseguita sulle superfici preparate come al precedente punto 86.5.0. (con 1ª mano di imprimitura costituita da olio di lino o fondo alchidico), mediante le seguenti operazioni:

- seconda mano di imprimitura (o fondo) con pittura opaca (fondo alchidico);
- leggera carteggiatura di preparazione con carte abrasive di numero non inferiore a 380 (la carteggiatura sarà effettuata a secco od in umido secondo il grado di essiccamento dello strato di pittura);
- due mani di pittura oleosintetica o di smalto sintetico, nei tipi e nei colori prescelti; l'ultima mano di norma sarà applicata pura, del tutto esente cioè da diluizione.

#### 81.5.3. Verniciatura con vernici trasparenti (flatting e sintetiche)

Verrà eseguita sulle superfici preparate come al precedente punto 86.5.0. con esclusione, nel caso venissero adoperati cicli di verniciatura sintetici o speciali, (al clorocaucciù, epossidici, vinilici, poliestere, poliuretanic) o nel caso che non si volesse alterare la tonalità dei legni chiari, della prima mano di imprimitura con olio di lino cotto.

La verniciatura, qualunque sia il tipo di vernice da impiegare, sarà sempre eseguita a non meno di tre mani, diluite gradualmente in decrescendo (la terza mano pura) con acquaragia o con diluente proprio nella vernice. Ogni mano sarà applicata sulla precedente a non meno di 48 ore di distanza e previa leggera carteggiatura di quest'ultima con carte abrasive finissime in umido e successivo lavaggio.

A verniciatura ultimata, lo spessore complessivo degli strati di vernice, misurati a secco, dovrà risultare non inferiore a 90 micron; gli strati dovranno inoltre risultare perfettamente ed uniformemente trasparenti nonché esenti da difetti di qualsiasi genere.

## 81.6. METALLIZZAZIONI

Saranno effettuate nel rispetto della particolari caratteristiche richieste dal progetto e della normativa tipologica di prodotto. Vale in ogni caso la norma:

**UNI EN ISO 2063** - Spruzzatura termica. Rivestimenti metallici ed altri rivestimenti inorganici di zinco, alluminio e loro leghe.

## Art. 82

### OPERE IN MARMO, PIETRE NATURALI O ARTIFICIALI

#### 82.0. GENERALITÀ

##### 82.0.1. Forme, dimensioni e caratteristiche

Le opere in marmo, pietre naturali od artificiali dovranno corrispondere, nei limiti delle tolleranze indicate, alle forme e dimensioni prescritte ed essere lavorate secondo le indicazioni del presente Capitolato e di quelle che fornirà la Direzione Lavori. Tutti i materiali dovranno avere le caratteristiche esteriori (grana, coloritura e venatura) e quelle essenziali della specie prescelta e rispondere ai requisiti indicati al punto 42.5. del presente Capitolato.

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, qualora non disposto e nei limiti del presente articolo, le misure dei vari elementi di ogni opera, la formazione e disposizione dei vari conci e lo spessore delle lastre, come pure di precisare gli spartiti, la posizione dei giunti, la suddivisione dei pezzi, l'andamento della venatura, ecc. secondo i particolari disegni costruttivi che la stessa Direzione potrà fornire all'Appaltatore all'atto dell'esecuzione ed ai quali lo stesso sarà tenuto ad uniformarsi.

Le lastre di rivestimento o di pavimentazione dovranno essere accostate in maniera da evitare contrasti di colore o di venatura, tenendo conto delle caratteristiche del materiale impiegato e delle particolari disposizioni della Direzione.

### 82.0.2. Tolleranze

Sulla larghezza e lunghezza degli elementi, conci o manufatti in genere, sarà ammessa una tolleranza non superiore al  $\pm 0,5\%$ ; per le lastre, gli scarti nelle misure non dovranno superare il valore di  $+ 0,5/-1$  mm per le dimensioni lineari e del  $\pm 5\%$  per lo spessore. Tolleranze più ristrette potranno comunque essere disposte in progetto o prescritte dalla Direzione.

### 82.0.3. Campioni e modelli

Prima di iniziare i lavori in argomento l'Appaltatore dovrà predisporre, a propria cura e spese, i campioni dei vari marmi e pietre, lavorati secondo prescrizione, sottoponendoli all'esame della Direzione Lavori; tali campioni, se accettati, verranno debitamente contrassegnati e conservati, come termini di riferimento e confronto, negli uffici della Direzione od in locali appositamente assegnati.

### 82.0.4. Controlli e corrispondenze

L'Appaltatore è tenuto a rilevare e controllare che ogni elemento o manufatto ordinato e da collocare corrisponda alle strutture rustiche di destinazione, segnalando tempestivamente alla Direzione Lavori eventuali divergenze od ostacoli. In difetto, resteranno a carico dello stesso ogni spesa ed intervento derivanti da non esatte rispondenze o da collocazioni non perfettamente calibrate.

### 82.0.5. Protezione dei manufatti – Obblighi in caso di scorporo

Tanto nel caso in cui la fornitura dei manufatti venisse effettuata direttamente dall'Appaltatore, quanto nel caso in cui la fornitura fosse parzialmente o totalmente scorporata e lo stesso fosse unicamente tenuto alla posa in opera, tenuti presenti gli obblighi e le prescrizioni di cui al punto 27.25. del presente Capitolato, l'Appaltatore dovrà avere la massima cura onde evitare, durante le varie operazioni di carico, trasporto, eventuale magazzinaggio e quindi collocamento in sito e fino al collaudo, rotture, scheggiature, rigature, abrasioni, macchie e danni di ogni genere ai marmi ed alle pietre. Egli pertanto dovrà provvedere a sue spese alle opportune protezioni, con materiale idoneo, di spigoli, cornici, scalini, zoccolotti, pavimenti, ed in genere di tutte quelle parti che avendo già ricevuto la lavorazione di finitura, potrebbero restare comunque danneggiate dai successivi lavori di cantiere.

L'Appaltatore resterà di conseguenza obbligato a riparare a sue spese ogni danno riscontrato ricorrendo se necessario, ed a giudizio insindacabile della Direzione, anche alla sostituzione dei pezzi danneggiati ed a tutti i conseguenti ripristini. Resta peraltro precisato che qualora la fornitura dovesse avvenire in forma scorporata, all'atto del ricevimento in cantiere dei materiali l'Appaltatore dovrà segnalare alla Direzione eventuali difetti o difformità, restando egli stesso responsabile, in caso di omissione, della completa rispondenza della fornitura.

### 82.0.6. Posa in opera dei manufatti

Per ancorare i diversi pezzi di marmo o pietra alle strutture di supporto si adopereranno grappe, perni, staffe, sbarre, ecc. in ottone ricotto, rame, bronzo, acciaio inossidabile, di tipo e dimensioni adatti allo scopo ed agli sforzi cui saranno assoggettati, previo benestare della Direzione Lavori. Tali ancoraggi saranno fissati saldamente ai marmi o pietre entro apposite incassature, di forma adatta, a mezzo di piombo fuso battuto a mazzuolo o di malte epossidiche e saranno murati sui supporti con malta cementizia.

I vuoti che risulteranno tra i rivestimenti in pietra o marmo ed i relativi supporti, dovranno essere accuratamente riempiti con malta idraulica, mezzana o fina, sufficientemente fluida e debitamente scagliata, in modo che non rimangano vuoti di alcuna entità (1). Sarà assolutamente vietato l'impiego di agglomerante cementizio a rapida presa o di gesso, tanto per la posa che per il fissaggio provvisorio dei pezzi.

Tutti i manufatti, di qualsiasi genere, dovranno risultare collocati in sito nell'esatta posizione stabilita dai disegni od indicata dalla Direzione Lavori; le connessioni ed i collegamenti, eseguiti a perfetto combaciamento, dovranno essere stuccati con cemento bianco o colorato, secondo disposizione.

## 82.1. MARMI E PIETRE NATURALI – PIETRA DA TAGLIO

### 82.1.1. Marmi e pietre naturali

Le opere in marmo dovranno presentare piani con giunzioni senza risalti, a perfetta continuità; le parti a vista, se non diversamente disposto, dovranno essere levigate e lucidate. I marmi colorati dovranno presentare, in tutti i pezzi, le precise tinte e venature caratteristiche della specie prescelta.

### 82.1.2. Pietra da taglio

La pietra da taglio da impiegare nelle costruzioni dovrà presentare la forma e le dimensioni di progetto e sarà lavorata e posta in opera secondo le disposizioni che verranno impartite dalla Direzione all'atto dell'esecuzione.

## 82.2. PIETRE ARTIFICIALI

Le pietre artificiali, ad imitazione delle naturali, saranno costituite di conglomerato cementizio, sabbia silicea, ghiaio scelto e graniglia della stessa pietra naturale che si intende imitare. Il conglomerato così formato sarà gettato poi entro apposite casseforme e sottoposto di norma a vibrocompressione.

Il nucleo dei manufatti sarà dosato con non meno di 350 kg di cemento 325 per ogni m<sup>3</sup> di impasto e con non meno di 400 kg quando si tratti di elementi sottili. Le superfici in vista, che dovranno essere gettate contemporaneamente al nucleo intemo, saranno costituite, per uno spessore non inferiore a 2 cm, di impasto notevolmente più ricco, formato con cemento bianco, graniglia di marmo, ossidi coloranti e polvere della pietra da imitare. Le stesse superfici saranno lavorate all'untensile, dopo perfetto indurimento, o sabbiate, in modo da presentare struttura identica, per grana, tinta e lavorazione, alle pietre naturali da imitare.

(1) Se prescritto, la posa potrà venire effettuata anche senza imbottitura, cioè a secco, lasciando tra pareti e supporto uno spazio sufficiente onde permettere una discreta circolazione d'aria.

I getti saranno opportunamente armati con tondini di ferro e lo schema dell'armatura dovrà essere preventivamente approvato dalla Direzione Lavori. La dosatura, la lavorazione e la stagionatura degli elementi dovranno garantire per gli stessi assoluta inalterabilità agli agenti atmosferici e resistenza a rottura non inferiore a 30 N/mm<sup>2</sup> a 28 giorni; le sostanze coloranti dovranno risultare assolutamente inerti nei riguardi dei cementi e resistenti alla luce. La posa in opera avverrà come specificato al punto 82.0.6.

#### Art. 83

### OPERE DA CARPENTIERE

Tutti i legnami da impiegarsi in opere permanenti da carpentiere (grosse armature, impalcati, ecc.) dovranno essere lavorati con la massima cura e precisione ed in conformità alle prescrizioni date dalla Direzione Lavori. Le giunzioni dei legnami dovranno avere la forma e le dimensioni indicate ad essere nette e precise in modo da ottenere un perfetto combaciamento dei pezzi che dovranno essere uniti. Non sarà tollerato alcun taglio in falso, né zeppe o cunei, né alcun altro mezzo di guarnitura o ripieno.

Le diverse parti componenti un'opera in legname dovranno essere fra loro collegate solidamente mediante caviglie, chiodi, squadre, staffe, fasciature od altro, in conformità alle prescrizioni che saranno date; nelle facce di giunzione, qualora non diversamente disposto, verranno interposte delle lamine di piombo dello spessore di 1 mm. Dovendosi impiegare chiodi per il collegamento dei legnami, sarà vietato farne l'applicazione senza averne apparecchiato prima il conveniente foro con succhiello.

I legnami prima della loro posa in opera e prima della spalmatura di catrame o di carbolino, secondo quanto verrà disposto, e prima della coloritura, dovranno essere congiunti in prova nei cantieri, per essere esaminati ed accettati provvisoriamente.

Tutte le parti dei legnami destinate ad essere incassate nelle murature dovranno, prima della posa in opera, essere convenientemente sottoposte a trattamenti di protezione; in opera saranno tenute, almeno lateralmente e posteriormente, isolate dalla murature in modo da permetterne l'aerazione.

#### Art. 84

### OPERE DA LATTONIERE

I manufatti ed i lavori in genere in lamiera di acciaio (nera o zincata), di zinco, di rame, di piombo, di ottone, di alluminio o di altri metalli, dovranno essere delle dimensioni e delle forme richieste, lavorati con la massima precisione ed a perfetta finitura.

Detti lavori saranno dati in opera, salvo diversa disposizione, completi di ogni accessorio necessario al loro perfetto funzionamento, nonché completi di pezzi speciali e sostegni di ogni genere. Il collocamento comprenderà altresì ogni occorrente prestazione muraria ed ancora il lavoro completo di verniciatura protettiva, da eseguire secondo prescrizione.

Le giunzioni dei pezzi saranno effettuate mediante chiodature, ribattiture, rivettature, aggraffature, saldature o con sistemi combinati, sulla base di quanto disposto in particolare dalla Direzione Lavori ed in conformità ai campioni che dovranno essere presentati per l'approvazione. L'Appaltatore avrà l'obbligo di presentare, a richiesta della stessa Direzione, gli esecutivi delle varie opere, tubazioni, canali di raccolta, ecc., completi dei relativi calcoli di verifica e di apportarvi, se necessario, tutte le modifiche eventualmente richieste in sede di preventiva accettazione.

#### Art. 85

### TUBAZIONI IN GENERE

#### 85.0. GENERALITÀ

##### 85.0.1. Progetto esecutivo

La posa in opera di qualunque tipo di tubazione, a norma di quanto più in generale prescritto nell'Appendice A del presente Capitolato, dovrà essere preceduta, qualora dal progetto non emergano specifiche indicazioni, dallo studio esecutivo particolareggiato delle opere da eseguire, di modo che possano individuarsi con esattezza i diametri ottimali delle varie tubazioni ed i relativi spessori. Lo studio sarà completo di relazioni, calcoli, grafici e quant'altro necessario per individuare le opere sotto ogni aspetto, sia analitico che esecutivo.

Dovranno peraltro essere rispettate le "Norme tecniche relative alle tubazioni" di cui al D.M. 12 dicembre 1985 (G.U. n. 61/1986) e la relativa Circolare applicativa 20 marzo 1986, n. 27291.

##### 85.0.2. Tubi, raccordi e apparecchi

I tubi, i raccordi e gli apparecchi da impiegare, del tipo e dimensioni prescritte, dovranno avere le caratteristiche indicate nel presente Capitolato o quelle più particolari o diverse eventualmente specificate in Elenco.

La posizione esatta in cui dovranno essere posti i raccordi o gli apparecchi dovrà essere riconosciuta od approvata dalla Direzione; di conseguenza resterà determinata la lunghezza dei diversi tratti di tubazione continua. Questa dovrà essere formata con il massimo numero possibile di tubi interi, così da ridurre al minimo il numero delle giunture; resterà quindi vietato l'impiego di spezzoni, ove non riconosciuto strettamente necessario per le esigenze d'impianto. In difetto l'Appaltatore dovrà, a tutte sue spese, procedere al corretto rifacimento della tubazione rimanendo peraltro responsabile degli eventuali danni nonché delle maggiori spese per tale fatto sostenute dall'Amministrazione.

### 85.0.3. Tracciati e scavi delle trincee

Gli scavi per la posa in opera delle tubazioni dovranno essere costituiti da tratte rettilinee (livellette) raccordate da curve: l'andamento serpeggiante, sia nel senso altimetrico che planimetrico, dovrà essere quanto più possibile evitato. Dove le deviazioni fossero previste con impiego di pezzi speciali, il tracciato dovrà essere predisposto con angolazioni corrispondenti alle curve di corrente produzione od alle loro combinazioni (curve abbinata) (1).

La larghezza degli scavi (2), al netto delle eventuali armature, dovrà essere tale da garantire la migliore esecuzione delle operazioni di posa in rapporto alla profondità, alla natura dei terreni, ai diametri delle tubazioni ed ai tipi di giunti da eseguire; peraltro, in corrispondenza delle giunzioni dei tubi e dei pezzi speciali, da effettuarsi entro lo scavo, dovranno praticarsi nello stesso delle bocchette o nicchie allo scopo di facilitare l'operazione di montaggio. Questo senza costituire per l'Appaltatore diritto a maggiori compensi.

La trincea finita non dovrà presentare sulle pareti sporgenze o radici di piante ed il fondo dovrà avere andamento uniforme, con variazioni di pendenza ben raccordate, senza punti di flesso, rilievi od infossature (maggiori di 3 cm), in modo da garantire una superficie di appoggio continua e regolare.

Con opportune arginature e deviazioni si impedirà che le trincee siano invase dalle acque pluviali o che siano interessate da cadute di pietre, massi, ecc. che possano danneggiare le tubazioni e gli apparecchi. Del pari si eviterà, con rinterri parziali eseguiti a tempo debito (con esclusione dei giunti), che verificandosi nonostante le precauzioni l'inondazione dei cavi, le condotte possano riempirsi o, se chiuse agli estremi, possano essere sollevate. Di conseguenza ogni danno, di qualsiasi entità, che si verificasse in tali casi per la mancanza delle necessarie cautele, sarà a tutto carico dell'Appaltatore.

### 85.0.4. Preparazione del piano di posa – Massetto

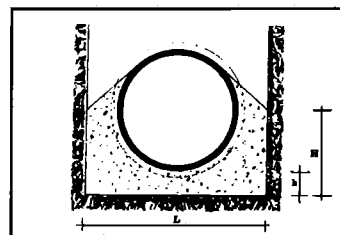
Nelle zone rocciose, quando non fosse possibile rendere liscio il fondo dello scavo o laddove la natura dei terreni lo rendesse opportuno, ed in ogni caso su disposizione della Direzione, le tubazioni saranno poste in opera con l'interposizione di apposito letto di sabbia (o di materiale arido a granulometria minuta) dell'altezza minima di  $D/10 + 10$  cm (essendo "D" il diametro esterno del tubo in cm) esteso a tutta la larghezza e lunghezza del cavo (3).

Qualora fosse prescritta la posa su massetto delle tubazioni, lo stesso sarà realizzato con conglomerato magro, conformato come alla Fig. 17, con misure (in sezione) non inferiori a quelle riportate nella tabella 60:

TAB. 60 - Tubazioni interrato. Dimensionamento minimo del massetto di posa

PARAMETRI		Diametro esterno del tubo (cm)												
		15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100
Altezza platea	(h)	8	8	8	10	10	10	12	12	12	14	14	14	16
Altezza rinflanco	(H)	10	14	18	25	27	30	36	40	46	55	63	68	78
Larghezza massetto	(L)	40	45	50	55	65	70	75	80	95	105	115	130	140

FIG. 17



### 85.0.5. Scarico dai mezzi di trasporto

Lo scarico dei tubi dai mezzi di trasporto dovrà essere effettuato con tutte le precauzioni atte ad evitare danni di qualsiasi genere, sia alla struttura stessa dei tubi, sia ai rivestimenti. L'agganciamento a mezzo gru dovrà essere eseguito utilizzando appositi ganci piatti rivestiti di gomma od a mezzo di opportune braghe di tela gommata di adeguata robustezza; in ogni caso sarà vietato l'aggancio a mezzo di cappio di funi metalliche.

Qualora lo scarico avvenisse a mezzo di piano inclinato, questo dovrà avere pendenza non superiore a  $45^\circ$  e tavole sufficientemente rigide o rivestite.

### 85.0.6. Pulizia dei tubi e accessori

Prima di essere posto in opera ciascun tubo, raccordo od apparecchio dovrà essere accuratamente pulito dalle tracce di ruggine o di qualunque altro materiale estraneo; dovrà evitarsi inoltre che nell'operazione di posa detriti od altro si depositino entro la tubazione provvedendo peraltro, durante le interruzioni dei lavori, a chiuderne accuratamente le estremità con tappi di legno e resina.

(1) La normale produzione comprende curve dalle seguenti deviazioni:  $1/4 = 90^\circ$ ;  $1/8 = 45^\circ$ ;  $1/16 = 22^\circ 30'$ ;  $1/32 = 11^\circ 15'$ . Il loro abbinamento permette di realizzare deviazioni di  $67^\circ 30'$ ;  $56^\circ 15'$ ;  $33^\circ 45'$ . Qualora le deviazioni fossero previste sfruttando la possibilità dei giunti di consentire scostamenti angolari, i raggi di curvatura delle condotte e le deviazioni d'asse dei tubi dovranno essere non superiori ai valori riportati nella tabella 61 (per grado consentito):

(2) Salvo diversa disposizione la larghezza di tali scavi, ai fini della misurazione contabile, sarà commisurata al diametro esterno del tubo aumentato di  $40 + D/4$  cm, con un minimo contabile di 60 cm di larghezza per profondità di scavo fino a 1,50 m; di 80 cm per profondità da 1,51 e 3,00 m e di 100 cm per maggiori profondità.

(3) In corrispondenza dei giunti dovranno essere scavate delle nicchie onde evitare che la tubazione resti appoggiata sui giunti stessi. Le nicchie verranno costruite dopo aver ultimato lo scavo a fondo livellato e dovranno avere la profondità minima indispensabile per consentire l'operazione di montaggio e di incasso del giunto.

TAB. 61 - Tubazioni. Raggi di curvatura e corrispondenti deviazioni d'asse per angolazione di  $1^\circ$

Lunghezza dei tubi	m	1	2	3	4	5	6
Raggio di curvatura	m	58	115	173	230	290	345
Deviazione per tubo	mm	17,5	35	52,5	70	87,5	105

Per angolazione diversa da  $1^\circ$  il raggio di curvatura e la deviazione si otterranno dividendo e moltiplicando rispettivamente per i gradi di essa i valori di tabella.

### 85.0.7. Posa in opera dei tubi

Dopo che i tubi saranno stati trasportati a piè d'opera lungo il tratto di condotta da eseguire, l'Appaltatore farà porre e quotare, con canne metriche e livello a cannocchiale, dei picchetti, e ciò sia nei punti di fondo della trincea corrispondenti alle verticali dei cambiamenti di pendenza e di direzione della tubazione, sia in punti intermedi, in modo che la distanza tra i picchetti non superi i 15 metri. Successivamente verrà ritoccato e perfettamente livellato il fondo della fossa predisponendo, qualora prescritto dalla Direzione, l'eventuale letto di posa.

I tubi verranno calati nelle trincee con mezzi adeguati a preservarne l'integrità (1) e verranno disposti nella giusta posizione per l'esecuzione delle giunzioni. I singoli elementi saranno calati il più possibile vicino al posto di montaggio, così da evitare spostamenti notevoli lungo i cavi.

Salvo quanto riguarda in particolare la formazione delle giunzioni, ogni tratto di condotta dovrà essere disposta e rettificata in modo che l'asse della tubazione unisca con uniforme pendenza diversi punti fissati con appositi picchetti, così da corrispondere esattamente all'andamento planimetrico ed altimetrico stabilito nelle planimetrie e nei profili di progetto o comunque disposti dalla Direzione Lavori. In particolare non saranno tollerate contropendenze in corrispondenza di punti in cui non fossero previsti sfiati o scarichi; ove ciò si verificasse, l'Appaltatore dovrà a proprie spese rimuovere le tubazioni e ricollocarle in modo regolare come da prescrizione.

Nessun tratto di tubazione dovrà essere posato in orizzontale. I bicchieri dovranno essere possibilmente rivolti verso la direzione in cui procede il montaggio, salvo prescrizioni diverse da parte della Direzione Lavori.

Gli assi dei tubi consecutivi appartenenti a tratte di condotta rettilinea dovranno essere rigorosamente disposti su una retta. Saranno comunque ammesse deviazioni fino ad un massimo di 5° (per i giunti che lo consentono) allo scopo di permettere la formazione delle curve a largo raggio (v. anche il precedente punto 85.0.3.). I tubi dovranno essere disposti in modo da poggiare per tutta la loro lunghezza.

### 85.0.8. Posa in opera dei raccordi, apparecchi e accessori

L'impiego dei raccordi e degli apparecchi dovrà corrispondere alle indicazioni di progetto ed a quelle più particolari che potrà fornire la Direzione Lavori. La messa in opera dovrà avvenire in perfetta coassialità con l'asse della condotta, operando con la massima cautela per le parti meccanicamente delicate. In particolare dovranno poi osservarsi le seguenti norme:

- i pezzi a "T" ed a croce dovranno collocarsi in opera e perfetto squadra rispetto all'asse della tubazione, con la diramazione orizzontale o verticale secondo prescrizione;
- le saracinesche di arresto saranno collocate nei punti previsti in progetto o comunque indicati dalla Direzione Lavori (di norma avranno lo stesso diametro della tubazione);
- le saracinesche di scarico saranno collocate nei punti più depressi della condotta, tra due rami di pendenza contrari, ovvero all'estremità di una condotta isolata. Le saracinesche saranno sempre posate verticalmente, entro pozzetti o camere in muratura;
- gli sfiati automatici, da collocarsi o nei punti culminanti della condotta, ed al termine di tronchi in ascesa, ovvero alla sommità dei sifoni, saranno posti in opera mediante appositi raccordi con diramazioni verticali. Gli sfiati saranno sempre preceduti da una saracinesca e muniti di apposito rubinetto di spurgo;
- le scatole di prova, da inserirsi nelle tubazioni nei punti che all'atto dell'esecuzione saranno indicati dalla Direzione, potranno essere con diramazione tangenziale per scarico, oppure senza, secondo le indicazioni che saranno date dalla stessa.

### 85.0.9. Giunzioni in genere

Le giunzioni dovranno essere eseguite secondo la migliore tecnica relativa a ciascun tipo di materiale, con le prescrizioni più avanti riportate e le specifiche di dettaglio indicate dal fornitore.

Le giunzioni non dovranno dar luogo a perdite di alcun genere, qualunque possa essere la causa determinante (uso, variazioni termiche, assestamenti, ecc.) e questo sia in prova, che in anticipato esercizio e fino a collaudo. Ove pertanto si manifestassero delle perdite, l'Appaltatore sarà tenuto ad intervenire con immediatezza per le necessarie riparazioni, restando a suo carico ogni ripristino o danno conseguente.

### 85.0.10. Protezione esterna delle tubazioni

Le tubazioni interrato, se in acciaio, saranno protette nel modo specificato al punto 46.6.3. del presente Capitolato o diversamente, secondo prescrizione di Elenco prezzi; se in ghisa, mediante catramatura o bitumatura a caldo o in uno dei modi specifici al punto 46.8.6., secondo specifica.

La protezione esterna dovrà essere continua ed estesa anche ai raccordi ed agli elementi metallici di fissaggio; qualora perciò nelle operazioni di montaggio la stessa dovesse essere danneggiata, si dovrà provvederle al perfetto reintegro o all'adozione di sistemi integrativi di efficacia non inferiore.

(1) Quando i tubi non fossero eccessivamente pesanti, il calo dei cavi potrà essere eseguito a mano (per profondità comunque fino a 1,50 m e bordi di scavo sufficientemente stabili); viceversa si ricorrerà all'impiego di macchine operatrici (gru semoventi) curando che il sollevamento dei tubi avvenga, tramite imbragatura, in punti che assicurino un bilanciamento perfettamente equilibrato del carico.

### 85.0.11. Murature di contrasto e di ancoraggio

Tutti i pezzi speciali come curve planimetriche ed altimetriche, derivazioni, estremità cieche di tubazioni, saracinesche di arresto, ecc. se inseriti in condotte in pressione, dovranno essere opportunamente contrastati od ancorati come indicativamente rappresentato nelle figure. Parimenti murature di ancoraggio dovranno costruirsi per le tubazioni da posare in terreno a forte pendenza, a distanza inversamente proporzionale alla pendenza stessa e differente a seconda del tipo di giunzione.

I blocchi di contrasto saranno generalmente di calcestruzzo e verranno proporzionati alla spinta da sostenere, spinta che sarà in funzione della pressione di prova e del diametro della tubazione (1). La superficie di reazione dei blocchi dovrà essere dimensionata, in modo che il carico unitario trasmesso al terreno non superi il carico di sicurezza ammissibile per lo stesso (2).

Nel caso di curve verticali convesse, l'ancoraggio verrà assicurato da cravatte di acciaio fissate al blocco e protette contro la corrosione (3). In tutti i casi i giunti della tubazione dovranno risultare accessibili.

### 85.0.12. Attraversamenti

In tutti gli attraversamenti stradali, ove non fossero presenti cunicoli o controtubi di protezione, dovrà provvedersi all'annegamento dei tubi in sabbia, curando che il rinterro sulla generatrice superiore non sia inferiore ad 1 m (4). Ove si dovessero attraversare dei manufatti, dovrà evitarsi di murare le tubazioni negli stessi, curando al tempo la formazione di idonei cuscinetti fra tubo e muratura a protezione anche dei rivestimenti; ad ogni modo sarà buona norma installare due giunti elastici immediatamente a monte ed a valle dell'attraversamento, così da assorbire eventuali cedimenti e/o assestamenti (5).

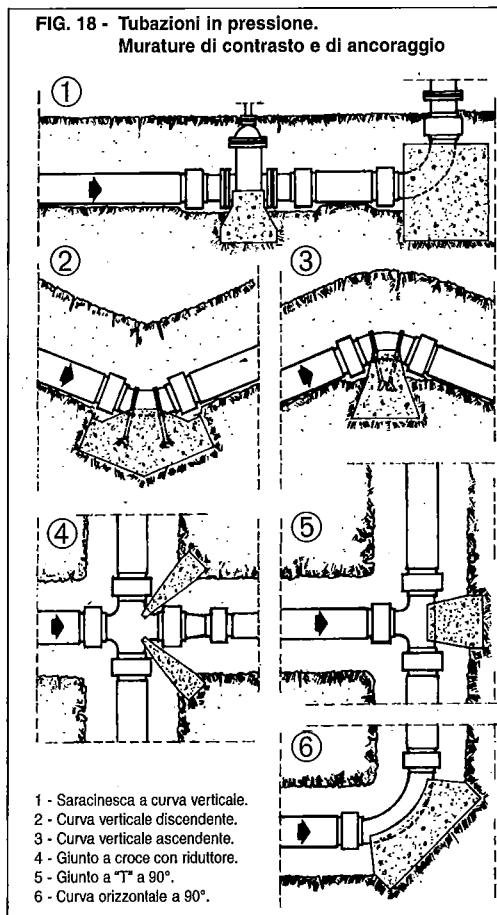
### 85.0.13. Lavaggio e disinfezione delle tubazioni

Le tubazioni da adibire a condotte di acqua potabile dovranno essere scrupolosamente sottoposte a pulizia e lavaggio, prima e dopo le operazioni di posa, ed inoltre ad energica disinfezione da effettuare con le modalità prescritte dalla competente Autorità comunale o dalla Direzione Lavori (6). Ove non diversamente specificato, comunque, la disinfezione verrà effettuata immettendo nella condotta 20 kg di grassello di calce per ogni tratto posato di lunghezza non superiore a 500 m; l'acqua di calce sarà scaricata durante i lavaggi.

L'immissione del grassello o l'adozione di altri sistemi di disinfezione dovranno essere ripetuti tutte le volte che dovessero rinnovarsi le prove delle tubazioni, e questo senza alcun particolare compenso per l'Appaltatore.

### 85.0.14. Prova delle tubazioni

L'Appaltatore sarà strettamente obbligato ad eseguire le prove dei tronchi di tubazione posati al più presto possibile e pertanto dovrà far seguire immediatamente alla esecuzione delle giunzioni la costruzione delle murature di contrasto



1 - Saracinesca a curva verticale.  
2 - Curva verticale discendente.  
3 - Curva verticale ascendente.  
4 - Giunto a croce con riduttore.  
5 - Giunto a "T" a 90°.  
6 - Curva orizzontale a 90°.

TAB. 62 - Valore delle spinte su pezzi speciali per ogni atmosfera di pressione idraulica

DIAMETRO DEL TUBO mm	CURVE a 90° kgf	CURVE a 45° kgf	CURVE a 22° 1/2 kgf	CURVE a 11° 1/4 kgf	PEZZI A T E CALOTTE DI Collaudo kgf
60	41	22	11	6	29
80	72	39	20	10	51
100	112	60	31	16	79
125	174	94	48	24	123
150	250	135	69	35	177
200	444	240	122	62	314
250	695	375	191	97	491
300	1000	540	276	139	707
350	1360	736	376	189	963
400	1780	960	488	247	1257
450	2250	1220	620	310	1591
500	2780	1500	765	385	1964
600	4000	2160	1100	554	2828
700	5440	2950	1500	760	3850
800	7100	3840	1970	1000	5030
900	9000	4870	2480	1250	6370
1000	11100	6000	3060	1540	7860
1200	16000	8650	4400	2210	11300
1400	21780	11780	6000	3020	15400
1600	28400	15380	7840	3940	20100
1800	36000	19470	9920	5000	25450

- (1) Nella tabella 62, si riportano i valori approssimativi delle spinte che dovranno essere considerate nei principali pezzi speciali per effetto della pressione idraulica interna (La tabella è calcolata in funzione del diametro interno. In realtà per il calcolo delle spinte il valore del diametro da assumere è quello esterno. Quindi i valori di tabella devono essere moltiplicati per il coefficiente approssimato  $(1 + 4s/d)$  dove "s" è lo spessore e "d" il diametro interno delle estremità del pezzo speciale o del tubo. Per "s" e "d" si possono comunque assumere i valori nominali della tubazione).
- (2) Carichi unitari di sicurezza approssimativi ammissibili per alcuni tipi di terreno, per sollecitazioni in senso orizzontale ed a profondità di almeno 60 cm: terreno melmoso o paludoso - 0,00 kgf/cm<sup>2</sup>; terreno argilloso o vegetale - 0,25 kgf/cm<sup>2</sup>; terreno sabbioso e ghiaioso fortemente stratificato - 1,00 kgf/cm<sup>2</sup>; terreno scistoso - 2,50 kgf/cm<sup>2</sup>.
- (3) Le cravatte non dovranno bloccare la tubazione, ma unicamente assorbire la spinta prodotta dalla pressione interna secondo una direzione ben definita.
- (4) La determinazione dello spessore minimo del rinterro sarà effettuata tenendo conto del tipo di tubi da impiegare, del loro spessore, nonché della entità degli eventuali carichi accidentali (v. in proposito la norma UNI 7517, quand'anche ritratta, nonché, per i tubi in ghisa sferoidale, il progetto di norme americane ANSI/AWWA C 151 A/21.51-81 "Thickness Design of Ductile Iron Pipe", l'Appendice F della norma UNI EN 545 e l'Appendice C della norma UNI EN 598. V. anche per i tubi in calcestruzzo il punto 10.3 della UNI 9534 e per i tubi in plastica l'Appendice A della UNI EN 1456-1: Guida per l'installazione).
- (5) Si richiamano peraltro le "Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto" di cui al D.M. 23 febbraio 1971.
- (6) La disinfezione potrà essere effettuata con cloruro di calce, con permanganato di potassio od infine con ipoclorito di sodio, in concentrazione quest'ultimo rapportata alla permanenza dell'acqua in condotta, secondo le indicazioni riportate nella tabella accanto.

Permanenza acqua in condotta	Dose ipoclorito
0,5 ore	1500 g/m <sup>3</sup>
2,0 ore	500 g/m <sup>3</sup>
24,0 ore	100 g/m <sup>3</sup>

e di ancoraggio. Contemporaneamente dovrà disporre il rinterro parziale dei tubi nei tratti di mezzera, curando che i giunti rimangano scoperti (1). Successivamente, non appena scaduti i termini di stagionatura delle murature anzi dette, dovrà attuare tutte le operazioni per l'esecuzione delle prove. Di conseguenza tutti i danni, per quanto gravi ed onerosi, che possono derivare alle tubazioni, alle trincee, ai lavori in genere ed alla proprietà dei terreni, a causa di eventuali ritardi nelle operazioni suddette, saranno a totale carico dell'Appaltatore.

Le prove saranno effettuate per tronchi di lunghezza media di 500 m (2), restando però in facoltà della Direzione aumentare o diminuire tali lunghezze. Ciascun tratto da provare sarà collegato con il precedente e con il seguente mediante scatole di prova destinate a ricevere le paratoie di arresto dell'acqua (3).

L'Appaltatore dovrà provvedere a sue cure e spese a tutto quanto sarà necessario per la perfetta esecuzione delle prove e per il loro controllo da parte dell'Amministrazione. Dovrà approvvigionare quindi l'acqua per il riempimento delle tubazioni (pure nel caso che mancassero gli allacciamenti alla rete od a qualunque altra fonte di approvvigionamento diretto), i piatti di chiusura, le pompe, i rubinetti, i raccordi, le guarnizioni, i manometri registratori (4) e le opere provvisorie di ogni genere.

La prova verrà effettuata riempiendo d'acqua il tronco interessato (5) e raggiungendo la pressione prescritta mediante pompa applicata all'estremo più depresso del tronco stesso; anche le letture al monometro dovranno effettuarsi in tale punto. Dovrà però tenersi presente che la pressione idraulica nel punto più alto del tronco non dovrà risultare minore della pressione idraulica nel punto più basso di oltre il 20%.

Riempito il tronco da provare, questo dovrà restare in carico per circa 24 h ad una pressione idrostatica il cui valore dovrà essere non maggiore della pressione di progetto del tronco stesso. Al termine delle 24 h, contate a partire dal momento in cui il tratto in prova comincerà a mantenersi alla pressione applicata, si procederà ad una accurata ispezione delle parti visibili della tubazione, con particolare attenzione per i giunti ed i raccordi (6).

Superata positivamente tale prova preliminare, la tubazione verrà gradualmente sottoposta alla pressione di prova vera e propria, che dovrà essere mantenuta per un periodo da 2 h a 8 h secondo prescrizione. Al termine, posto l'esito favorevole della prova, si procederà nel più breve tempo al rinterro totale dello scavo, lasciando scoperti unicamente i punti che collegheranno tra loro i vari tronchi in prova. Di seguito, quando tutte le prove parziali fossero state ultimate, i vari tratti provati verranno tra loro collegati in via definitiva e l'intera condotta verrà allora messa in carico immettendovi la pressione di esercizio prevista in progetto (7). Quindi si procederà al rinterro completo dello scavo nei punti ancora scoperti.

Le prove saranno eseguite in contraddittorio tra la Direzione Lavori e l'Appaltatore e, per ogni prova dal risultato positivo, verrà redatto apposito verbale sottoscritto dalle parti.

#### 85.0.15. Pressioni di prova e collaudo

Le pressioni di prova saranno stabilite in funzione del tipo di tubazioni impiegate e delle condizioni di esercizio delle condotte e delle canalizzazioni.

Quando le tubazioni dovessero o potessero venire soggette a pressione, anche per breve tempo, la pressione di prova cui dovranno essere sottoposte sarà almeno  $1,5 \div 2$  volte quella statica massima prevista per il tratto cui appartiene il tronco da provare; questo sempreché detto valore risulti superiore alla pressione di esercizio  $P_e + 2$  (bar), valore limite inferiore per le pressioni di collaudo  $p_c$ .

Nel caso di canalizzazioni di scarico con funzionamento non a pressione (fognature, ecc.) le pressioni di collaudo in campo saranno riferite alle pressioni realizzabili tra l'asse della condotta ed il piano stradale o di campagna, per tratte caratterizzate da dislivello non superiore a 0,50 m circa. In ogni caso la pressione di prova sarà non inferiore a 0,5 bar, dovrà essere mantenuta per non meno di 15 minuti (previo riempimento preliminare della canalizzazione della durata di 24 h) e sarà misurata esclusivamente con un piezometro, in modo da poter verificare la quantità di acqua eventualmente aggiunta (8).

Disposizioni diverse potranno comunque venire impartite dalla Direzione Lavori, in accordo anche a particolari specifiche di normazione.

#### 85.0.16. Rinterro dei cavi

Per il rinterro dei cavi si riutilizzeranno, salvo diversa disposizione, i materiali provenienti dagli scavi, in precedenza depositati lungo uno od entrambi i lati degli stessi, od a deposito provvisorio, qualunque sia la consistenza ed il grado di costipamento delle materie stesse. Il rinterro sarà effettuato ricalzando i tubi lateralmente con materiale a granulometria fine e minuta ed avendo cura che non vengano a contatto degli eventuali rivestimenti pietre o quant'altro possa costituire fonte di danneggiamento, restando l'Appaltatore unico responsabile dei danni e delle avarie comunque prodotti alle condotte in dipendenza dei modi di esecuzione del rinterro.

Oltre l'altezza di 30 cm sulla generatrice superiore delle tubazioni, il rinterro sarà eseguito per strati successivi di

- (1) Il rinterro parziale, da effettuare con materiale selezionato, dovrà essere realizzato in modo uniforme nella trincea, occupandone l'intera larghezza, e dovrà avvenire per strati successivi, dello spessore di circa 15 cm ognuno, ben costipati sotto e lateralmente ai tubi, avendo cura che non restino spazi vuoti. L'altezza del rinterro parziale sulla generatrice superiore dei tubi dovrà essere di almeno 30 cm per tubi con diametro inferiore o uguale a 200 mm, e di almeno 50 cm per tubi con diametro superiore.
- (2) Per le condotte non in pressione, nel caso in cui lungo la linea vi fossero dei pozzetti d'interruzione o di ispezione (condotte fognanti) le tratte da assoggettare alla prova saranno quelle situate tra due pozzetti consecutivi.
- (3) L'Amministrazione potrà prescrivere altri dispositivi speciali, come l'esecuzione di blocchi di calcestruzzo con tubi di comunicazione tra l'uno e l'altro uniti di saracinesche per il passaggio dell'acqua: blocchi da rimuoversi in tutto od in parte dopo le prove per eseguire il tratto di tubazione corrispondente all'interruzione.
- (4) I manometri dovranno essere muniti di certificato di taratura rilasciato da un laboratorio ufficiale.
- (5) La portata idrica "q" in l/sec nella fase di riempimento non dovrà superare quella cui corrisponde una velocità di 0,05 m/sec. Il riempimento dovrà avvenire tenendo aperti gli sfiiati previsti nei punti di cuspidi ed alla estremità opposta del tronco stesso onde permettere l'evacuazione dell'aria.
- (6) Qualora questa prova preliminare non desse risultati soddisfacenti, per perdite, trasudamenti od altri inconvenienti, si provvederà alle eventuali sostituzioni, previo svuotamento del tratto di condotta, agli agglustamenti e dalle rettifiche necessarie, e la prova sarà ripetuta con le stesse modalità. Il tutto a totale carico dell'Appaltatore.
- (7) La durata di questa prova finale dovrà consentire un controllo dei giunti con i quali sono stati collegati tra loro i vari tronchi provati separatamente, e comunque non dovrà essere inferiore a 4 ore.
- (8) Per durata della prova di 15 min i quantitativi di acqua massimi che potranno essere perduti dai vari tipi di canalizzazione, misurati in l/m<sup>2</sup> di superficie utile, dovranno essere non superiori a  $0,30 \pm 0,20$  per canalizzazioni di conglomerato cementizio semplice di diametro da 30 ad oltre 100 cm, a  $0,15 \pm 0,10$  per canalizzazioni di conglomerato cementizio armato di pari diametro ed a  $0,20$  per canalizzazioni di grès di qualunque diametro. Per durate di prova superiori, l'esito sarà ritenuto negativo ove si riscontrasse gocciolamento di acqua dai giunti o se per eccessiva permeabilità delle pareti non si riuscisse a mantenere la pressione se non con frequenti interventi di pompaggio. Per maggiori particolarità comunque, ed in rapporto alla varia tipologia di prodotto, si rinvia alle specifiche norme di sistema.

altezza non maggiore di 30 cm, regolarmente spianati e bagnati ed accuratamente pistonati con mazzaranche, e questo fino a superare il piano di campagna con un colmo di altezza sufficiente a compensare i futuri assestamenti.

L'altezza dei rinterri sulla generatrice superiore delle tubazioni potrà variare in rapporto alle condizioni del tracciato (morfologia e natura dei terreni e tipologia dei carichi). In ogni caso tale altezza non potrà essere inferiore a:

- 0,60 m ove il tracciato interessi terreni incolti, boschi, strade pedonali;
- 1,00 m nel caso di terreni coltivati e strade soggette a traffico leggero;
- 1,50 m nel caso di strade soggette a traffico pesante.

Resta comunque stabilito che l'Appaltatore dovrà verificare le condizioni statiche delle tubazioni in rapporto anche ai carichi ovalizzanti e pertanto lo stesso sarà unico responsabile degli eventuali danni che dovessero verificarsi per insufficiente ricoprimento o per mancanza od inidoneità delle protezioni.

## 85.1. TUBAZIONI DI ACCIAIO

### 85.1.1. Accettazione e stoccaggio – Sfilamento

I tubi di acciaio dovranno rispondere, per i rispettivi tipi, alle norme di accettazione di cui al punto 40.6. del presente Capitolato. Per i tubi saldati ne sarà precluso l'impiego in tutte le applicazioni dove fosse previsto il convogliamento di acqua, o liquidi in generale, a temperatura superiore a 40 °C.

I tubi protetti con rivestimenti bituminosi dovranno essere accatastati in modo che le estremità a flangia od a banchiere non penetrino nel rivestimento dei tubi sopra o sottostanti; tra i vari strati si dovranno quindi interporre dei listoni di legno di protezione o meglio dei materassini di paglia. Si dovrà anche limitare l'altezza delle cataste per evitare lo schiacciamento dei rivestimenti tenendo presenti le condizioni ambientali di temperatura.

Lo sfilamento dovrà essere eseguito con tutte le precauzioni necessarie per evitare danni ai tubi ed al loro rivestimento (1).

### 85.1.2. Montaggio delle condotte

Potrà essere effettuato, in rapporto alle condizioni locali ed alle disposizioni della Direzione Lavori, secondo le due modalità di seguito esposte:

a) – *Montaggio prevalentemente fuori scavo*: da adottare di norma in tratti consentiti dalla planimetria del terreno e per lavori di grande produzione, consisterà in:

- formazione di colonne (lunghe 50÷500 m) mediante saldatura o montaggio (nel caso di giunto a vite o manicotto) di più elementi previa revisione ed eventuale riparazione dei rivestimenti;
- precollaudo ad aria a 6 bar e rivestimento delle zone di giunzione degli elementi;
- posa nello scavo, esecuzione delle murature di ancoraggio e di contrasto, del rinterro parziale e prova idraulica di tenuta (per colonne sufficientemente lunghe). Quindi completamento del rinterro con eccezione dei punti di giunzione tra le colonne;
- esecuzione delle giunzioni tra le colonne e quelle relative alle interruzioni per attraversamenti;
- prova idraulica generale, rivestimento delle ulteriori zone di giunzione e completamento del rinterro.

b) – *Montaggio nello scavo*: da adottare di norma su tratti con terreno accidentato o con ostacoli nel sottosuolo (reti di gas, fognatura, ecc.) e per basse produzioni, consisterà in:

- posa dei singoli tubi previa revisione e riparazione del rivestimento di fabbrica;
- saldatura dei giunti o montaggio, previa esecuzione di idonee nicchie;
- esecuzione del rinterro parziale e delle murature di ancoraggio e di contrasto;
- prova idraulica di tenuta, rivestimento delle zone di giunzione e completamento del rinterro.

### 85.1.3. Giunzioni a piombo

Qualora ammesse, saranno limitate unicamente alle tubazioni di scarico e verranno effettuate con le modalità di cui ai successivi punti 85.2.1. e 85.2.2.

### 85.1.4. Giunzioni saldate (2)

Potranno essere del tipo con "giunto a sovrapposizione" (3) e con "giunto di testa". In tutti i casi i tubi dovranno essere accoppiati in asse, in modo che la saldatura si verifichi in posizione corretta.

(1) Prima di calare i tubi nello scavo si dovrà procedere ad una accurata revisione del rivestimento per individuarne e ripararne gli eventuali difetti e/o danni. La riparazione si eseguirà asportando accuratamente tutta la parte danneggiata, pulendo a mezzo di spazzola metallica la superficie scoperta e verniciandola con vernice al bitume. Successivamente, a vernice asciutta, si applicherà uno strato di bitume fuso e si ricoprirà con tessuto di vetro imbevuto dello stesso bitume.

(2) La realizzazione dei giunti saldati in cantiere sarà ottenuta, di regola, per fusione ed apporto di acciaio al carbonio, od a bassa lega, normalmente con saldatura manuale all'arco elettrico con elettrodi rivestiti. Nel caso di tubi di piccolo spessore ( $\leq 3,2$  mm) e di piccolo diametro ( $\leq 80$  mm) potrà essere prescritto il procedimento al cannello ossiacetilenico.

La saldatura con elettrodi rivestiti potrà essere eseguita con procedimento *discendente* o *ascendente*.

Col procedimento *discendente* nel caso di giunti a sovrapposizione potranno essere usati sia elettrodi a rivestimento celluloso che rutilcelluloso (non è consigliabile eseguire la prima passata con procedimento ascendente); nel caso di giunti testa a testa la prima passata sarà eseguita preferibilmente con elettrodi a rivestimento celluloso, quelle successive con elettrodi sia di tale tipo che di tipo rutilcelluloso.

Col procedimento *ascendente*, nel caso di giunti a sovrapposizione potranno essere impiegati gli elettrodi predetti; nel caso di giunti testa a testa la prima passata sarà eseguita con elettrodi a rivestimento celluloso, quelle successive con elettrodi sia di tale tipo che di tipo basilico o rutilcelluloso; nel caso di tubazioni con spessori sottili (minori od uguali a 5 mm) e di modesta importanza, si potranno usare oltre agli elettrodi cellulostici, elettrodi al rutilite sia per la prima che per la seconda passata.

(3) Le giunzioni con saldatura a sovrapposizione saranno di norma adottate nelle tubazioni per condotte d'acqua. Appartengono a questo tipo i giunti a *bicchiera cilindrica* (costruito di norma per tubi fino a DN 350), a *bicchiera sferica* (DN150 - 900) a *bicchiera sferica con camera d'aria* (realizzato per consentire la giunzione con saldatura anche per i tubi dotati di rivestimento interno).

Il giunto sferico sarà particolarmente impiegato per tubazioni di medio e grande diametro e su tracciati movimentati, consentendo di realizzare, all'atto del montaggio, deviazioni fino a 5°.



Per la migliore riuscita delle giunzioni saldate, di norma all'arco elettrico, l'Appaltatore dovrà studiare, in accordo con la Direzione Lavori, quale sia il numero più conveniente degli strati di saldatura (passate) per ogni cordone, il calibro più conveniente dell'elettrodo per ogni passata e la più conveniente velocità di avanzamento delle saldature. In ogni caso le saldature dovranno essere eseguite da personale di provata capacità, qualificato per lavori del genere secondo le norme che seguono e provvisto di tutte le attrezzature necessarie:

- UNI 4533** - Classificazione e qualifica dei saldatori elettrici. Saldatori per tubazioni di spessore  $\geq 4$  mm di acciaio dolce od a bassa lega.  
**UNI 5770** - Classificazione e qualifica dei saldatori ossiacetilenerici. Saldatori per tubazioni si spessore  $\leq 7$  mm di acciaio dolce, acciaio al Mn ad elevato carico di snervamento ed acciaio legato.

Con riguardo ai procedimenti di saldatura ed ai relativi materiali di impiego, alle prove, ecc., si richiamano poi alcune norme:

- UNI EN 288-1** - Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici. Specificazione delle procedure di saldatura per saldature ad arco (v. anche UNI EN 288-7).  
**UNI EN 288-9** - Idem. Prova di qualificazione della procedura di saldatura per la saldatura testa a testa di tubazioni a terra ed in mare.  
**UNI EN ISO 9692-1** - Saldatura e procedimenti connessi. Raccomandazioni per la preparazione dei giunti. Parte 1a - Saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti, saldatura ad arco con elettrodo fusibile sotto protezione di gas, saldatura a gas, saldatura TIG e saldatura fascio degli acciai.  
**UNI EN 499** - Materiali di apporto per saldatura. Elettrodi rivestiti per saldatura manuale ad arco con acciai non legati e di acciai a grana fine. Classificazione.  
**UNI 14163** - Industria del petrolio e del gas naturale. Condotte per sistemi di trasporto. Saldature delle condotte.  
**UNI EN 12732** - Trasporto e distribuzione del gas. Saldatura delle tubazioni di acciaio. Requisiti funzionali.  
**UNI EN 10246/10** - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo radiografico delle saldature dei tubi.

Le estremità dei tubi da saldare dovranno essere accuratamente tenute libere da ruggine o da altri ossidi, pelle di laminazione, tracce di bitume, grassi, scaglie ed impurità varie in modo da presentare il metallo perfettamente pulito. Lo spessore delle saldature dovrà essere di regola non inferiore a quello del tubo e presentare un profilo convesso (con sovrametallo variante da 1 a 1,5 mm) e ben raccordato col materiale di base. La sezione della saldatura dovrà essere uniforme e la superficie esterna regolare, di larghezza costante senza porosità od altri difetti apparenti.

Gli elettrodi dovranno essere del tipo rivestito, di qualità e caratteristiche corrispondenti alla UNI 5132-74 (2), e verranno impiegati secondo le indicazioni della tabella accanto, tenendo presente che il metallo d'apporto dovrà essere scelto con caratteristiche meccaniche analoghe a quelle del metallo di base.

Le saldatrici, le motosaldatrici, le linee elettriche (3) di collegamento e gli accessori relativi dovranno essere mantenuti durante tutta la durata del lavoro in condizioni tali da assicurare la corretta esecuzione e la continuità del lavoro nonché la sicurezza del personale.

Nel caso di giunti a sovrapposizione (bicchiere cilindrico o sferico) il numero delle passate per saldature normali di tenuta e resistenza non sarà mai inferiore a 2 per tubi fino a DN 150 e non inferiore a 3 per DN superiori. Il diametro degli elettrodi sarà di norma di 3,25 mm per tubi fino a DN 150; per tubi con DN superiori sarà di 3,25 mm per la prima passata e di 4,00 mm per le successive, come compendiate nella tabella 64.

**TAB. 63 - Elettrodi (1) per giunzioni saldate. Indirizzo di impiego**

Acciaio		Fe 360 UNI 6363	Fe 410 UNI 6363	Fe 510 (*) UNI 6363
Elettrodi I Passata	Classifica UNI 5132	Cellulosico E44 T3 C10	Cellulosico E44 T3 C10	Cellulosico E44 T3 C10
Elettrodi II Passata e Passate successive	Classifica UNI	Basico (**) E44 L4 B20 oppure Cellulosico E44 T3 C10	Basico (**) E44 L4 B20 oppure Cellulosico E44 T3 C10	Basico (**) E52 L4 B20 oppure Cellulosico E52 T3 C10
Preriscaldamento		a 50 °C per t $\leq$ 5 °C	a 50 °C per t $\leq$ 5 °C	a 100 °C quando a S $\geq$ 10 mm e per tutti quanti
(*) Per questo tipo di acciaio è consigliato il procedimento di saldatura ascendente; in questo caso è consigliabile l'angolo di smusso di 37° 30'. Nel caso di saldatura con procedimento discendente è consigliabile l'angolo di smusso di 30° con una distanza fra i lembi di circa 2 mm. (**) Possono essere utilizzati elettrodi con simbolo L anziché T purché venga assicurato che l'elettrodo è idoneo per la saldatura dei tubi.				

(1) Il simbolo completo di un elettrodo, in base alla norma sopra riportata, è composto da nove parti, come riportato nella Tab. 66.

(2) **UNI 5132-74** - Elettrodi rivestiti per saldatura ad arco degli acciai non legati o debolmente legati al manganese. Condizioni tecniche generali, simbologgiatura e modalità di prova.

(3) Premesso che in linea di massima sarà preferito l'impiego di corrente continua, viene riportato nella tabella che segue, per ciascun tipo di elettrodo previsto, il tipo di corrente che generalmente è possibile impiegare e la relativa polarità alla pinza, in relazione anche al procedimento di saldatura corrispondente.

Elettrodi	Procedimento	Corrente	Polarità alla pinza
R: Rutile	ascendente	C.C. C.A.	-
B: Basici	ascendente	C.C. C.A. (*)	+
C: Cellulosici e Rutilcellulosici	Ca = ascendente Cd = discendente	C.C. C.A. (*) C.C. C.A. (*)	+ +
(*) Questi elettrodi potranno venire impiegati usando corrente alternata soltanto se esplicitamente dichiarati dal fabbricante "da impiegarsi anche in corrente alternata".			

Nell'esecuzione del giunto sferico con camera d'aria sarà opportuno impiegare gli elettrodi di piccolo diametro e con intensità di corrente piuttosto bassa; inoltre occorrerà fasciare la tubazione, in vicinanza della saldatura, con nastro di feltro imbevuto d'acqua, sia a valle che a monte del giunto, curando di ribagnare i feltri per ogni elettrodo consumato, allo scopo di dissipare il calore ed impedire la fusione o la sublimazione del materiale di protezione interna (rivestimento bituminoso a spessore, resina epossidica, ecc.).

Nelle giunzioni con saldatura di testa, le estremità dei tubi dovranno essere preparate a *lambi retti* od a *lambi smussati*. La preparazione varierà con lo spessore di tubi come riportato alla Fig. 19. Il numero delle passate ed il diametro degli elettrodi saranno stabiliti come riportato nella tabella 65 (con riferimento anche alla Fig. 20).

Le saldature dovranno essere effettuate con temperatura ambiente uguale o superiore a 5 °C; per temperature più basse dovrà essere concordato un opportuno preriscaldamento, curando inoltre che gli elettrodi vengano custoditi in appositi fornelli riscaldatori ad una temperatura di 40 ÷ 80 °C. Sarà vietato comunque effettuare saldature quando le condizioni atmosferiche per pioggia, forte umidità, ecc. fossero dalla Direzione giudicate pregiudizievoli per la buona riuscita dei lavori.

Il preriscaldamento, da eseguire sull'intera circonferenza alle estremità dei tubi, si estenderà ad entrambi i lati del giunto da saldare per una lunghezza pari a metà del diametro, comunque per non meno di 120 mm per parte; la zona interessata dovrà essere mantenuta, durante tutta la saldatura, ad una temperatura non inferiore a 50 °C (100 °C per l'acciaio Fe 510). Il preriscaldamento potrà essere effettuato con fiamma di qualunque tipo, a induzione o con resistenze elettriche; il controllo della temperatura avverrà a mezzo di "termocolori" o matite termiche a punto di fusione o a viraggio di colore. La saldatura dovrà infine essere protetta con coibenti contro rapidi raffreddamenti.

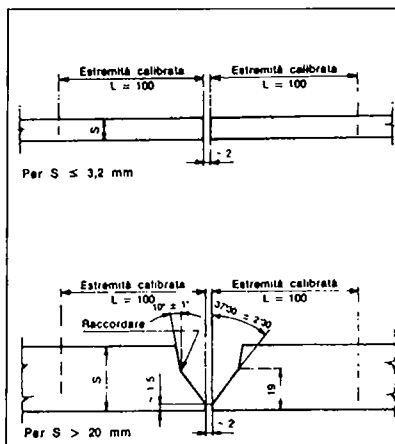
Per l'esecuzione ed il collaudo delle giunzioni saldate si potrà comunque fare riferimento alle "Norme per l'esecuzione in cantiere ed il collaudo delle giunzioni circonferenziali, mediante saldatura, dei tubi di acciaio per condotte d'acqua" elaborate dalla Sottocommissione Saldatura Tubi in Acciaio dell'Associazione Nazionale di Ingegneria Sanitaria.

**TAB. 64 - Giunzioni per saldatura a sovrapposizione. Numero di passate e diametro degli elettrodi**

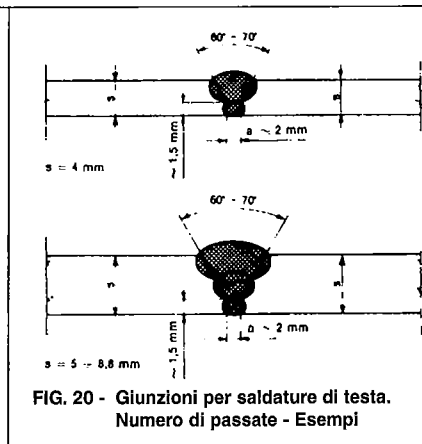
DIMENSIONI DEI TUBI		Passate n.	ELETTRODI
Diametro nominale DN	Spessore mm		Diametro mm
40	2	2	3,25
50	2,9		
65	2,9		
80	3,2		
100	3,6		
125	4		
150	4	3	3,25 per la 1a passata
200	5		
250	5,6		
300	5,9		
350	6,3		
400	6,3		
450	6,3		
500	6,3		
550	6,3		
600	6,3		
650	7,1		
700	7,1		
750	7,1		
800	7,1		
850	8	4 per le successive	
900	8,8		

**TAB. 65 - Giunzioni per saldatura di testa. Numero di passate e diametro degli elettrodi**

DIMENSIONI DEI TUBI		Passate n.	ELETTRODI
Diametro nominale DN	Spessore mm		Diametro mm
125	4	2	3,25
150	4		
200	5	3	3,25 per la 1a passata
250	5,6		
300	5,9		
350	6,3		
400	6,3		
450	6,3		
500	6,3		
550	6,3	4	4 per le successive
600	6,3		
650	7,1		
700	7,1		
750	7,1		
800	7,1		
850	8		
900	8,8		



**FIG. 19 - Giunzioni con saldature di testa**



**FIG. 20 - Giunzioni per saldature di testa. Numero di passate - Esempi**

**85.1.5. Giunzioni flangiate**

Potranno essere del tipo "a flange libere con anello d'appoggio saldato a sovrapposizione", del tipo "a flange saldate a sovrapposizione" o del tipo "a flange saldate di testa" come in particolare riportato nelle Figg. 1 ÷ 8 del Cap. I.

Le giunzioni a flange, qualunque fosse il tipo prescritto, verranno realizzate con l'interposizione di opportune guarnizioni di tenuta e verranno impiegate, di norma, per il montaggio sulle tubazioni delle apparecchiature di manovra. Le flange dovranno essere del tipo unificato e rispondere alle prescrizioni delle relative norme UNI.

**85.1.6. Giunzioni a vite e manicotto**

Saranno particolarmente impiegate per diramazioni di piccolo diametro (interrate od esterne) degli acquedotti e delle condotte di gas nonché nelle tubazioni per impieghi diversi situate all'interno dei fabbricati. Le filettature dei tubi e dei manicotti saranno secondo UNI ISO 7/1; i raccordi dovranno rispondere alle relative norme di unificazione.

Nell'esecuzione delle giunzioni, qualora si dovesse filettare a nuovo la parte da imboccare nel manicotto, si dovrà procedere in modo da non deteriorare il rivestimento protettivo od ovalizzare il tubo. La filettatura dovrà coprire un tratto di tubo pari a circa il diametro esterno del tubo stesso, con filetti privi di sbavature e ben netti. Quale materiale di guarnizione si impiegherà nastro P.T.F.E. (Teflon) o, se consentito, stoppa di canapa, esente da canucoli e nodi, spalmata esclusivamente con pasta di manganese stemperata in olio di lino cotto (1).

**85.1.7. Giunzioni a innesto rapido con guarnizione**

Saranno realizzate mediante interposizione di una guarnizione in gomma tra l'estremità liscia di un tubo e quella a bicchiere del tubo da collegare, con le modalità di cui al punto C5 della UNI EN 10224.

**85.1.8. Giunzioni speciali**

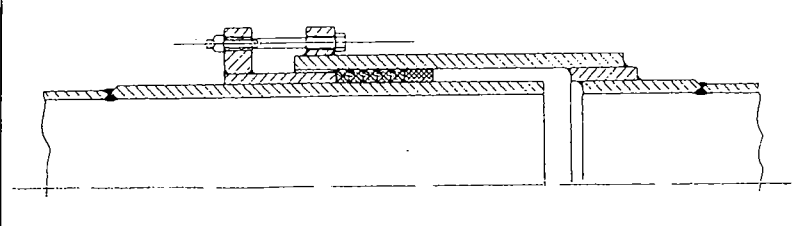
Potranno essere del tipo "Victaulic", "Gibault" od altre brevettate per la cui esecuzione si farà riferimento alle particolari prescrizioni fornite dalle Ditte produttrici e dalla Direzione Lavori.

**85.1.9. Giunzioni di dilatazione**

Saranno inserite in tratti compresi tra due punti fissi, onde ridurre gli sforzi assiali (2), e saranno progettate tenendo conto delle variazioni di temperatura, dell'accorciamento per effetto Poisson dovuto alla pressione interna e delle tolleranze di montaggio.

Nei meccanismi di giunzione, i bulloni o i prigionieri di serraggio delle guarnizioni di tenuta dovranno essere dimensionati in modo da poter sviluppare la necessaria pressione di tenuta (1,25 ÷ 1,5 volte quella di esercizio) considerando come distanza normale tra di essi il valore di 300-350 mm (misurata sulla corda della circonferenza della foratura).

FIG. 21 - Giunto di dilatazione. Tipologia indicativa

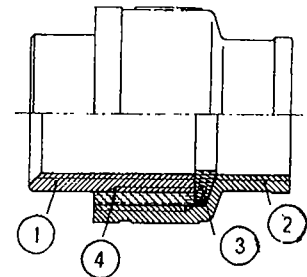


**85.1.10. Giunzioni isolanti**

Saranno realizzate con l'impiego di appositi pezzi speciali (giunti isolanti), resine e guarnizioni isolanti e potranno essere del tipo a manicotto (di norma per DN ≤ 2", Fig. 22) e del tipo a flangia (di norma per DN ≥ 40, Fig. 23) ottenuto quest'ultimo interponendo fra flange, dadi, rondelle e bulloni guarnizioni di tenuta e manicotti elettricamente isolanti.

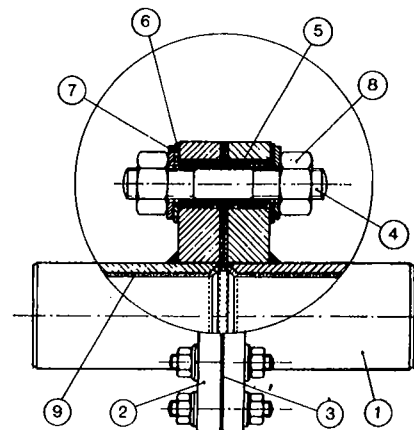
I giunti isolanti dovranno essere idonei alle sollecitazioni cui sarà soggetta la tubazione e saranno inseriti (secondo le disposizioni della Direzione lavori che ne approverà anche il tipo) in punti opportuni delle condotte allo scopo di sezionarle elettricamente e di regolarne le correnti vaganti o di protezione. In ogni caso saranno poi presenti:

FIG. 22 - Giunto isolante per tubi gas



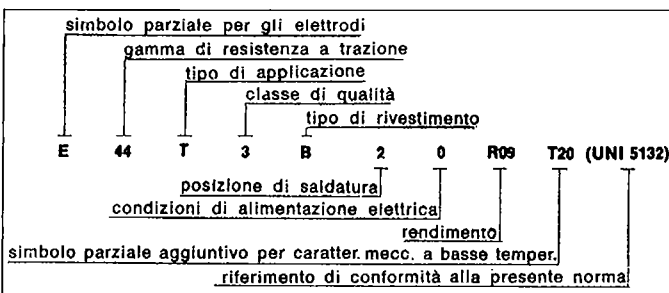
- 1 - Manicotto metallico internamente filettato.
- 2 - Raccordo metallico di riduzione.
- 3 - Anello in materiale isolante.
- 4 - Saldatura a freddo con materiale isolante.

FIG. 23 - Giunto isolante a flangia



- 1 - Condotta.
- 2 - Flangia.
- 3 - Guarnizione di tenuta elettricamente isolante.
- 4 - Tirante.
- 5 - Manicotto isolante.
- 6 - Rondella isolante.
- 7 - Rondella metallica.
- 8 - Dado.
- 9 - Rivestimento isolante (bitume o resina).

TAB. 66 - Elettrodi per saldatura UNI 5132. Simbologia



TAB. 67 - Corrosività dei terreni

CORROSIVITÀ	Resistività ohm x cm
trascurabile	12.000
debole	12.000 ÷ 5.000
media	5.000 ÷ 2.000
elevata	2000

(1) Per gli impianti del gas le guarnizioni dovranno essere conformi alle prescrizioni della norma UNI 7129. V. anche la UNI EN 682: Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali elastomerici utilizzati in tubi e raccordi per il trasporto di gas ed idrocarburi.  
 (2) Si ricorda che il coefficiente di dilatazione (o contrazione termica di una tubazione di acciaio è di 0,0012 mm per °C (1,2 mm ogni 100 m per ogni grado centigrado di variazione della temperatura).

- dove le tubazioni saranno collegate ad altre condotte metalliche da non comprendere nel sistema di protezione od a strutture metalliche a contatto diretto o indiretto con il terreno (stazioni di pompaggio, serbatoi, pozzi, ecc.);
- in corrispondenza di tutte le derivazioni ed utenze metalliche.

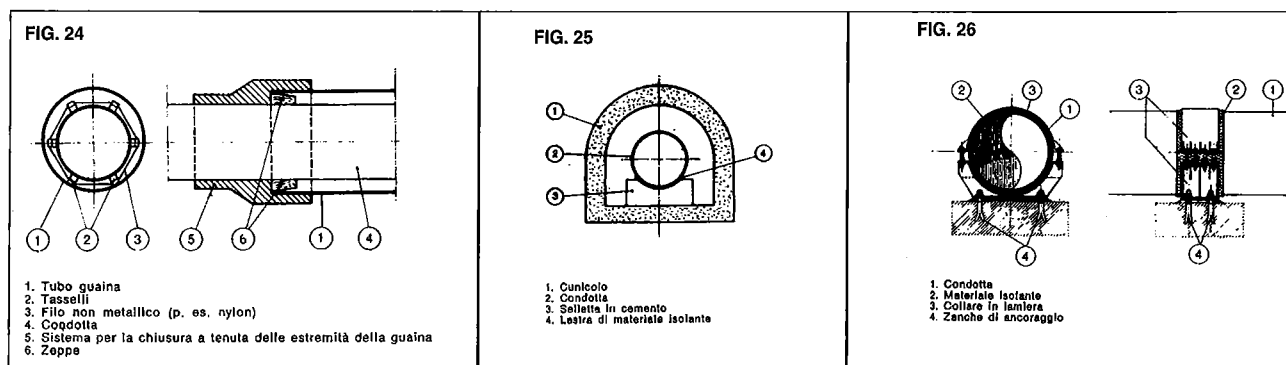
I giunti isolanti sulle derivazioni per utenze d'acqua saranno installati di norma sulle colonne montanti, all'interno dei fabbricati od entro pozzetti; quelli sulle derivazioni gas saranno installati di norma fuori terra (per motivi di sicurezza) all'inizio della colonna montante.

### 85.1.11. Protezione dalla corrosione

La protezione dalla corrosione delle condotte interrate o meno potrà essere sia "passiva", ottenuta cioè mediante l'uso di particolari rivestimenti ed accorgimenti esecutivi, sia "attiva", ottenuta mediante l'impiego aggiuntivo di sistemi elettrici od elettro-chimici.

Per una efficace protezione passiva si dovrà provvedere, in linea preliminare, ad un accurato studio e controllo del tracciato delle condotte, in modo da evitare, per quanto possibile, terreni con alta corrosività specifica (1) ed inoltre parallelismi ravvicinati ed incroci con ferrovie e tranvie elettrificate a c.c. e con tubazioni protette catodicamente. In secondo luogo, in fase esecutiva, si dovrà provvedere ad eliminare ogni soluzione di continuità nei rivestimenti, intervenendo accuratamente nelle zone di giunzione dei tubi o su tutte le parti nude a diretto contatto con il terreno (saracinesche tipo sottosuolo, staffe, collari, flange, pezzi speciali, gruppi di prova, ecc.) (2). Infine si dovrà provvedere all'installazione di giunti isolanti oltre che nei casi previsti al precedente punto 85.1.8., anche in punti opportuni delle condotte, individuati a mezzo di apposito studio che l'Appaltatore sarà tenuto a predisporre, allo scopo di regolare le correnti vaganti e le eventuali correnti di protezione (3).

Gli organi di manovra (saracinesche, scarichi, sfiati, gruppi di prova), se previsti privi di rivestimento, dovranno essere collocati in camerette accessibili e drenate dalle acque di infiltrazione. I tubi guaina dovranno essere a tenuta, muniti di sfiato, e dovranno sostenere la condotta con l'interposizione di distanziatori di materiale isolante (v. Fig. 24). Le condotte aeree dovranno essere isolate dai supporti a mezzo di lastre o guaine di materiale dielettrico (gomma telata, PVC, ecc.) interposte fra le condotte stesse e le sellette di appoggio od i collari in lamiera (v. Figg. 25 e 26).



La protezione attiva (catodica) dovrà essere realizzata ogni qualvolta non fossero ritenuti sufficienti i rivestimenti protettivi, anche se di tipo pesante o speciale, per la presenza di correnti vaganti o per la natura particolarmente aggressiva dei terreni di posa (4). La necessità della protezione catodica e le caratteristiche da assegnare alla stessa, se non diversamente disposto, verranno stabilite in base ad opportuni rilievi ed indagini elettriche (5), atte ad indirizzare nella scelta del tipo di impianto ed al suo dimensionamento, che l'Appaltatore sarà tenuto ad effettuare, anche a mezzo di ditta specializzata, a propria cura e spese (6).

(1) La corrosività specifica di un terreno (misurata come perdita di peso del metallo o come profondità di penetrazione in un dato periodo) dipende dalle sue caratteristiche chimiche (pH, acidità ed alcalinità totale, ecc.), fisiche (porosità, permeabilità all'aria, resistività elettrica, ecc.) e biologiche (presenza di batteri solfato-riducenti, ecc.). Approssimativamente si può comunque assumere la resistività come indice della sua corrosività, secondo la tabella 67 precedentemente riportata.

(2) Il ripristino della continuità dei rivestimenti verrà effettuato di norma attraverso le seguenti operazioni (v. figura):

- preparazione, sull'estremità del rivestimento di fabbrica, di un invito a "becco di flauto";
- pulizia a fondo di tutta la superficie da rivestire con spazzola metallica, pulizia estesa anche, per un tratto di 15 cm, sui rivestimenti da raccordare;
- applicazione, sulle parti rese pulite ed asciutte, di almeno una mano di vernice bituminosa;
- applicazione, a pellicola essiccata, di uno strato di bitume fuso di almeno 2 mm di spessore; il controllo verrà effettuato con un rivelatore a scintilla tarato per una tensione di 10.000 ÷ 12.000 V;
- fasciatura finale in doppio strato con tessuto di vetro imbevuto di bitume caldo: tale fasciatura dovrà essere sovrapposta al rivestimento preesistente per almeno 15 cm.

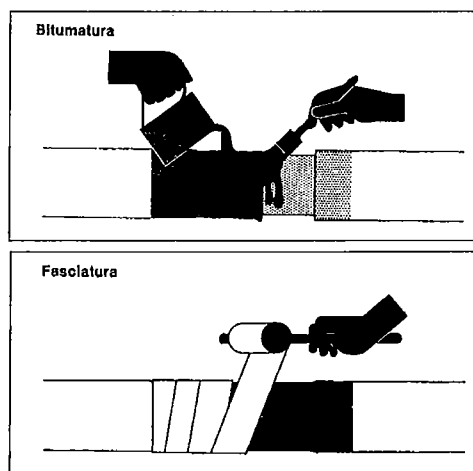
(3) A titolo orientativo potranno essere inseriti giunti isolanti in modo da dividere le tubazioni in tronchi lunghi 1 ÷ 3 km per le condotte urbane e 2 ÷ 5 km per quelle extraurbane. La distribuzione di tali giunti dovrà comunque essere determinata da un esperto corrosionista.

(4) La protezione catodica ha lo scopo di portare le tubazioni ad un livello di potenziale, rispetto al terreno, tale che non siano possibili fenomeni corrosivi.

(5) Le indagini elettriche hanno principalmente i seguenti scopi:

- valutare il pericolo di corrosione da parte dei terreni attraversati (ad es. mediante misure della loro resistività elettrica) e da parte delle correnti vaganti;
- rilevare i dati necessari alla progettazione degli impianti mediante prove di protezione catodica;
- studiare le interferenze elettriche che si possono verificare fra strutture metalliche interrate.

(6) Per il collaudo della protezione passiva, la misura della resistività elettrica dei terreni, lo studio delle correnti vaganti ed in genere lo studio e la progettazione della protezione catodica si farà riferimento, se non diversamente disposto, agli *Appunti sulla corrosione e sulla protezione dalla corrosione delle tubazioni di acciaio* editi dalla Dalmine S.p.A.



La protezione catodica sarà ottenuta inviando, attraverso un apposito circuito elettrico ausiliario, una corrente dal terreno alla tubazione – di senso contrario a quello delle correnti di corrosione – mediante *gruppi di alimentazione o anodi reattivi*. Ogni gruppo di alimentazione sarà costituito da un alimentatore (1), un dispersore anodico e dai rispettivi posti di misura (v. Fig. 27).

Gli anodi reattivi saranno normalmente costituiti di leghe a base di magnesio e saranno impiegati per condotte di limitato sviluppo e solo nel caso in cui queste non fossero interessate da correnti vaganti ed attraversassero terreni di bassa resistività elettrica media.

Gli anodi saranno distribuiti lungo il tracciato delle tubazioni ed interati alla distanza di alcuni metri ad una profondità di  $1,5 \div 2,0$  m; saranno collegati alla tubazione mediante cavi di rame interrato e contatteranno il terreno attraverso un'ideale miscela elettrolitica. In corrispondenza degli anodi dovranno essere costruiti appositi pozzetti onde permettere l'ispezione e la periodica sostituzione degli anodi stessi.

Per il trattamento di protezione catodica le tubazioni dovranno presentare un'alta conduttività elettrica longitudinale; si dovranno pertanto adottare giunzioni per saldatura od a vite e manicotto e cavallottare gli organi di manovra, inseriti con flange, con conduttori di rame isolato (2).

Qualora le tubazioni dovessero venire impiegate per il convogliamento di liquidi aggressivi (acque marine, acque luride, ecc.) potrà venire richiesta, oltre alla normale protezione della superficie interna con rivestimenti isolanti (bitume, polietilene, resina epossidica, ecc.) anche la protezione catodica interna, che in questo caso verrà realizzata mediante appositi *anelli reattivi* da installare all'estremità dei tubi.

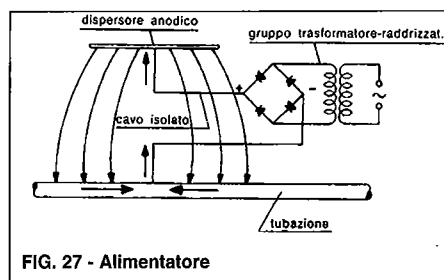


FIG. 27 - Alimentatore

## 85.2. TUBAZIONI DI GHISA

### 85.2.0. Generalità

Per la posa delle tubazioni di ghisa si seguiranno le stesse norme generali riportate al precedente punto 85.1. in quanto applicabili.

I tubi potranno essere, in rapporto alle prescrizioni, sia di ghisa grigia che sferoidale; dovranno rispondere comunque, per l'accettazione, ai requisiti prescritti al punto 46.8. del presente Capitolato. Le giunzioni potranno essere del tipo con giunto *a vite*, con *giunto a piombo*, con *giunto a flangia*, e con *giunto elastico*, quest'ultimo tipo dovendosi intendere in ogni caso prescritto per le condotte di acqua o di gas.

### 85.2.1. Giunzioni con piombo a freddo (miste)

Saranno realizzate unicamente nelle reti di scarico di vecchio impianto, per operazioni di ripristino e manutenzione, qualora per difficoltà tecniche non fosse possibile eseguire dei giunti a caldo.

Le giunzioni a freddo verranno eseguite con corda floscia di canapa, ben imbevuta di catrame vegetale (v. punto 58.2.2.), e stoppa o piattina di piombo ribattuta a freddo. La corda di canapa dovrà essere avvolta attorno al tubo, quindi pressata e battuta sul fondo del bicchiere fino a rifiuto, in modo da formare spessore centrante per la tubazione e solida base di appoggio per la piattina di piombo. La corda dovrà impegnare circa  $2/3$  dell'altezza del bicchiere; la rimanente parte di questo verrà riempita con anelli successivi di stoppa o piattina di piombo, in modo da formare, una massa compatta e regolare.

### 85.2.2. Giunzioni con piombo a caldo (miste)

Saranno realizzate per le finalità e con le modalità di cui al precedente punto 85.2.1. sostituendo però, alla piattina di piombo, del piombo fuso, colato a caldo e calafatato

### 85.2.3 Giunzioni flangiate

Adoperate normalmente per il collegamento dei tubi a raccordi ed apparecchi, saranno realizzate mediante unione, con bulloni a vite, di due flange poste all'estremità dei tubi (o raccordi od apparecchi) fra le quali sia stata interposta una guarnizione di elastomero ad armatura metallica. Le flange potranno essere del tipo fisso od orientabile (3). Le guarnizioni avranno forma di anello, il cui diametro interno sarà uguale a quello dei tubi da congiungere e quello esterno uguale al corrispondente "collarino" della flangia.

Sarà assolutamente vietato l'impiego di più anelli nello stesso giunto. Qualora pertanto fossero necessari maggiori spessori tra le flange, questi dovranno essere realizzati in ghisa e posti in opera con guarnizioni sui due lati. Guarnizioni di cuoio o di gomma, con interposto doppio strato di tela, potranno del pari essere impiegate, comunque su esplicita autorizzazione della Direzione Lavori e con spessore minimo di 5 mm.

I dadi dei bulloni dovranno essere stretti gradualmente e successivamente per coppie di bulloni posti all'estremità di uno stesso diametro. Il serraggio sarà effettuato a mezzo di chiave dinamometrica (4).

### 85.2.4. Giunzioni elastiche con guarnizione in gomma (UNI 9163)

Saranno di norma impiegate nelle tubazioni adibite a condotte di acqua e verranno ottenute per compressione di una guarnizione di gomma, inserita in un apposito alloggiamento all'interno del bicchiere, sulla canna del tubo imboccato.

(1) L'alimentatore è costituito da un trasformatore, un reattore magnetico saturabile per mantenere costante l'erogazione di corrente al variare del carico (ad es. per il variare dell'umidità del terreno), un ponte di raddrizzatori e da strumenti di misura.

(2) Per lunghezze del conduttore non superiori a 3,00 m, lo stesso avrà sezione di 16 mm<sup>2</sup> per tubi di diametro fino a 200 mm, di 25 mm<sup>2</sup> per tubi di diametro 225 ÷ 300 mm e di 40 mm<sup>2</sup> per tubi di diametro 325 ÷ 400 mm.

(3) Di norma vengono previste per l'applicazione delle flange orientabili le diramazioni flangiate dei raccordi in GS limitatamente alla gamma DN 60/350. Le flange orientabili sono costituite da due meze flange presentanti all'interno un apposito profilo circolare che ne permette il corretto posizionamento sull'estremità del raccordo, opportunamente sagomato con una specie di collare di ancoraggio. Alle estremità le due meze flange sono sagomate in modo da permettere l'accoppiamento ad incastro in corrispondenza della coppia di fori diametralmente opposti.

(4) Valori indicativi delle coppie di serraggio come alla tabella successiva.

Il bicchiere dovrà presentare un adatto profilo interno così da permettere anche le deviazioni angolari del tubo consentite dalla guarnizione (1).

Per l'esecuzione della giunzione, dopo accurata pulizia delle parti, si spalmerà un'apposita pasta lubrificante (da fornirsi a corredo dei tubi) nella sede di alloggiamento della guarnizione, all'interno della guarnizione stessa e nel tratto terminale della canna da imboccare. Si sistemerà quindi l'anello di gomma nel bicchiere dopodiché, marcata sul tubo la profondità di imbocco, si introdurrà lo stesso nella esatta posizione con apposito apparecchio di trazione.

La profondità di imbocco dovrà essere pari alla profondità del bicchiere diminuita di 10 mm e questo onde consentire le deviazioni angolari consentite dal giunto.

### 85.2.5. Giunzioni elastiche con guarnizioni in gomma e controflangia (UNI 9164)

Saranno di norma impiegate per il collegamento dei raccordi nonché nelle tubazioni adibite al convogliamento di fluidi diversi (acque potabili, per irrigazioni, residue, di mare e gas diversi) e particolarmente in condizioni di terreni cedevoli, condotte sottomarine od a forte pendenza (2).

La giunzione sarà realizzata per mezzo di una apposita controflangia fissata con bulloni la cui estremità, opportunamente sagomata, appoggerà sull'esterno del bicchiere. La tenuta e l'aderenza saranno assicurate dalla compressione di una guarnizione di gomma (3), posta all'interno del bicchiere, ottenuta con l'incuneamento dell'anello interno ed il serraggio dei bulloni della controflangia.

Nel montaggio del giunto, il serraggio dei bulloni dovrà essere effettuato con progressione numerica alternata (curando cioè che non vengano serrati di seguito due bulloni adiacenti o comunque compresi in un angolo di 120°) e con il controllo dinamometrico delle coppie di serraggio. Tale controllo dovrà essere ripetuto dopo la prova idraulica.

### 85.2.6. Giunzioni antisfilamento

Saranno adottate, ove, necessario o prescritto in sostituzione dei blocchi di ancoraggio, nei punti in cui il disequilibrio delle pressioni interne possa generare spinte sensibili (incroci, derivazioni, saracinesche, riduzioni, tappi, campi di direzione, ecc.) o la tubazione attraversi terreni con tratti in notevole pendenza.

Le giunzioni antisfilamento saranno del tipo (in genere brevettato) previsto in progetto o prescritto dalla Direzione dei lavori o proposto dall'Appaltatore ed accettato dalla stessa e saranno costituite con particolari guarnizioni di gomma forniti di inserti metallici autoaggrappanti o con anelli metallici saldati all'estremità liscia del tubo, accoppiati a ghiera e controflange di rinforzo e/o bloccaggio.

Il tipo di giunzione sarà di norma funzione del diametro nominale DN e della pressione massima ammissibile (PMA) e sarà realizzata secondo le particolari disposizioni della Ditta produttrice che accompagneranno, di norma, il "kit" di montaggio.

FIG. 28 - Giunto elastico antisfilamento di tipo meccanico con guarnizione a inserti metallici

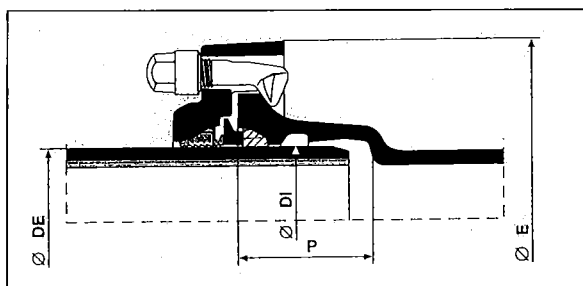
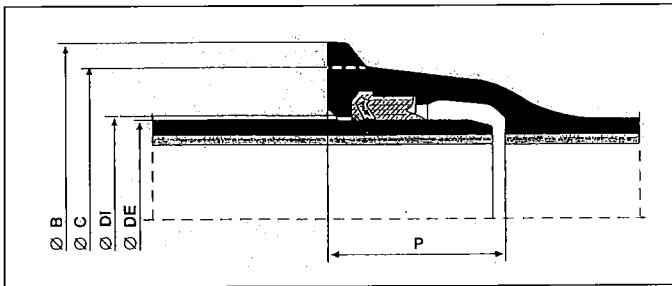


FIG. 29 - Giunto elastico antisfilamento di tipo automatico (rapido) con guarnizione a inserti metallici



### 85.2.7. Pressioni di funzionamento ammissibili (PFA)

Le pressioni di funzionamento cui potranno essere assoggettate le tubazioni in ghisa sferoidale, in rapporto ai vari diametri nominali, risultano dalla Tab. 68, (serie spessore K = 9). Per DN > 500 sarà fatto riferimento al prospetto A1 della norma UNI EN 545.

I raccordi, avendo spessori dimensionati con fattore K = 12 ÷ 14 potranno essere impiegati alle pressioni corrispondenti dei tubi di pari diametro e classe, di spessore equivalente od inferiore. Per gli stessi sarà comunque fatto riferimento alle appendici A.2, A.3 ed A.4 della norma citata.

Per pressioni di funzionamento più elevate di quelle di tabella dovranno essere forniti, se richiesti o prescritti, tubi a spessore maggiorato.

TAB. 68 - Tubazioni di ghisa sferoidate PFA ammissibili

DN	Pressione di esercizio	
	MPa	bar
40 ÷ 150	6,4	64
200	6,2	62
250	5,4	54
300	4,9	49
350	4,5	45
400	4,2	42
450	4,0	40
500	3,8	38

(1) Le deviazioni angolari dovranno poter raggiungere i valori di 5° per tubi con DN fino a 150 mm, di 4° per tubi con DN 200-300 mm, di 8° per tubi con DN 350-500 mm e di 2° per tubi con DN 600 mm.

(2) In questi particolari casi il giunto elastico sarà però coadiuvato da un apposito anello metallico di ritenuta (antisfilamento), inserito in idonea sede del bicchiere (ricavata per fusione) da un lato e dall'altro nella corrispondente sede anulare ricavata per lavorazione meccanica sull'estremità della canna del tubo da imboccare ovvero saldati con cordone di saldatura sulla canna e/o coadiuvati con speciali inserti.

(3) Le guarnizioni di gomma dovranno essere idonee alla natura dei fluidi convogliati; saranno pertanto in gomma naturale per le condotte di acqua fredda, in gomma sintetica per quelle di acqua calda con temperatura superiore a 40 °C ed in gomma sintetica insolubile al benzolo per quelle di gas. Per l'accettazione delle guarnizioni la ditta produttrice dovrà rilasciare all'Amministrazione appaltante apposito certificato di garanzia, convalidato da prove di laboratorio. Le prove fisiche, se compatibili con la forma della sezione dovranno essere condotte in conformità della norma UNI EN 681-1. La determinazione della durezza sarà fatta in gradi internazionali (IRH International Rubber Hardness). Secondo le modalità della UNI 7318 (v. punto 58.2.1.).

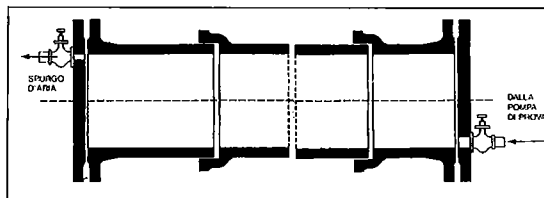
### 85.2.8. Protezione esterna in polietilene

Nel caso di posa in terreni particolarmente aggressivi potrà essere richiesta, ove non prevista, la protezione esterna dei tubi e dei raccordi a mezzo di rivestimento in polietilene (DN ≤ 300) o poliuretano (DN 350 ÷ 1200) per i primi e polvere epossidica per i secondi; ovvero, in posto, a mezzo di manicotti di polietilene.

Tali manicotti, il cui spessore sarà di 0,20 o 0,40 mm secondo prescrizione, saranno inseriti sui tubi prima della posa in opera, quindi a posa effettuata verranno opportunamente stirati longitudinalmente e piegati trasversalmente (con piegatura nella parte alta) fino ad aderire perfettamente agli elementi della tubazione. Di seguito verranno legati con filo metallico plastificato (anima 13/10) e giuntati con nastro adesivo in polietilene di larghezza non inferiore a 50 mm.

### 85.2.9. Collaudo idraulico – Prescrizioni

Sarà realizzato di norma su tronchi aventi alle estremità nodi o punti caratteristici (incroci, diramazioni, sfiati, scarichi) ovvero, negli altri casi, ricorrendo alla chiusura provvisoria delle estremità con opportuni raccordi a flangia (tazza od imbocco, v. figure). La flangia terminale del raccordo dovrà essere chiusa con un piatto munito di foro filettato. Dovrà impedirsi che le spinte generate da probabili deviazioni angolari dei tubi provochino spostamenti della condotta cavallottando ogni tubo, per circa 2/3 della lunghezza, con cumuli di terra.



Prima di procedere al riempimento della condotta, i raccordi corrispondenti alle estremità, alle curve planimetriche ed altimetriche, alle diramazioni ed alle variazioni di diametro, se non definitivamente contrastati come indicato al punto 85.0.11. dovranno essere opportunamente puntellati sui valori delle spinte corrispondenti alle pressioni di collaudo e sulle caratteristiche del terreno. L'immissione dell'acqua potrà essere fatta ad una pressione di 5 ÷ 6 bar, curando ed assicurando il totale spurgo dell'aria nel punto più alto e negli eventuali punti di colmo.

Dopo il riempimento e prima dell'applicazione della pressione di prova, la tratta di tubazione da approvare dovrà essere mantenuta alla pressione di esercizio per un tempo sufficiente alla stabilizzazione della condotta. Quando l'esame visivo si dimostri soddisfacente, si aumenterà regolarmente la pressione nel punto più basso della condotta fino a raggiungere quella di prova che sarà non inferiore a:

- per pressioni di esercizio minori od uguali a 10 bar: 1,5 la pressione di esercizio;
- per pressioni di esercizio maggiori di 10 bar: la pressione di esercizio più 5 bar;
- la pressione massima di esercizio.

In ogni caso la pressione di prova dovrà essere superiore alla pressione massima prescritta dalle norme per le prove dei tubi, dei raccordi delle flange, accessori, ecc. nonché alla pressione di calcolo dei dispositivi di ancoraggio (vincoli). La pressione di prova nel punto più alto della tratta in prova dovrà comunque essere minore della pressione di esercizio in questo punto.

Le prove potranno essere effettuate a pressione decrescente o a pressione costante o in entrambe le modalità. Per la prova a pressione costante la stessa, ± 0,1 bar, sarà mantenuta costante (se necessario a mezzo pompaggio) per una durata di almeno 1 h; di seguito la stessa pressione dovrà essere mantenuta costante ancora per i seguenti periodi: 1 h per  $DN \leq 600$ ; 3h per  $600 < DN \leq 1400$ ; 6h per  $DN > 1400$ .

Misurata (con precisione del ± 5%) la qualità di acqua eventualmente impiegata per mantenere la pressione, questa, ai fini dell'accettabilità della tratta in prova, non dovrà essere maggiore della 0,001 litri/ora/kilometro di tubazione/millimetro di DN/bar di pressione statica (pressione media sulla tratta in prova) (1). In difetto le perdite dovranno essere localizzate e riparate. Una volta che le tratte in prova saranno state accettate e collegate tra loro, sarà effettuata una prova sulla tubazione completa.

Per le tubazioni non in pressione, a meno che la massima tenuta dell'acqua non sia essenziale, la pressione di prova, applicata con riempimento del pozzetto a monte, non dovrà essere maggiore di:

- 0,4 bar alla generatrice superiore del tubo adiacente al pozzetto a monte;
- 1 bar alla generatrice superiore del tubo adiacente al pozzetto a valle (salvo diversamente specificato).

Per la presente prova la perdita d'acqua, misurata nel periodo di due ore, non dovrà essere superiore a 1 litro/kilometro/millimetro di DN. In ogni caso, ove fosse prescritta una elevata tenuta all'acqua (es. nel caso di falda freatica elevata), la pressione di prova potrà essere portata fino a 5 bar. Vale la norma:

**UNI ISO 10802** - Tubazioni di ghisa a grafite sferoidale. Prove idrostatiche dopo posa.

## 85.3. TUBAZIONI DI GRÈS

### 85.3.0. Generalità

Dovranno essere realizzate, in quanto ai materiali, con tubi di grès (ordinario o ceramico) rispondenti alle caratteristiche di accettazione di cui ai punti 45.1.1. e 45.2. del presente Capitolato.

La posa sarà di norma effettuata su massetto di conglomerato cementizio magro, rinfiancato così come prescritto al precedente punto 85.0.4. (salvo il caso di tubazioni ricadenti fuori del perimetro del centro urbano e non interessate da soprastante viabilità). Quando però la tubazione dovesse venire installata in terreni sottoposti al transito di carichi pesanti, il rinfianco sarà allargato, fino a costituire un manto a spessore (la misura di tale spessore, che comunque sarà ricavata mediante calcolo, dovrà essere non inferiore a 5 cm). In ogni caso la tubazione dovrà essere verificata nei riguardi dei carichi gravanti sulla stessa mediante la formula  $P_n \geq 1,5 P/EZ$  dove « $P_n$ » rappresenta il carico minimo di rottura in t/m, « $P$ » cari-

(1) Questo ad esempio corrisponde ad una perdita ammissibile di 1 litro/ora/kilometro di una tubazione DN 100, provata a 10 bar.

co effettivo (somma del carico di terra + l'eventuale sovraccarico esterno) ed «EZ» un coefficiente (indice di posa) legato alle condizioni di posa come alle Figg. 30 e 31.

La posa delle tubazioni orizzontali dovrà essere iniziata dal punto di scarico, collocando i tubi con manicotto verso monte. Gli allacciamenti delle tubazioni secondarie verranno eseguite mediante pezzi speciali (giunti) con bracci a 45° curando, per quanto possibile, di evitare l'impiego di giunti a due bracci (giunti doppi). In corrispondenza a tali giunti o nei punti di deviazione, ed inoltre ogni 35 ÷ 40 m nelle tubazioni ad andamento rettilineo, dovranno essere predisposti dei pozzetti o delle camerette che permettano l'ispezione e la pulizia della tubazione.

Le giunzioni potranno essere effettuate, in rapporto alle prescrizioni ed alle condizioni di posa, sia in maniera semirigida che in maniera plastica ed elastica, quest'ultima dovendosi comunque ritenere norma contrattuale se non diversamente e specificamente disposto.

FIG. 31 - Tubazioni di grès. Posa su massetto in conglomerato - Indici EZ

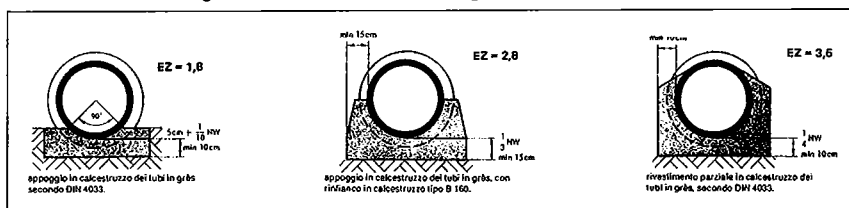
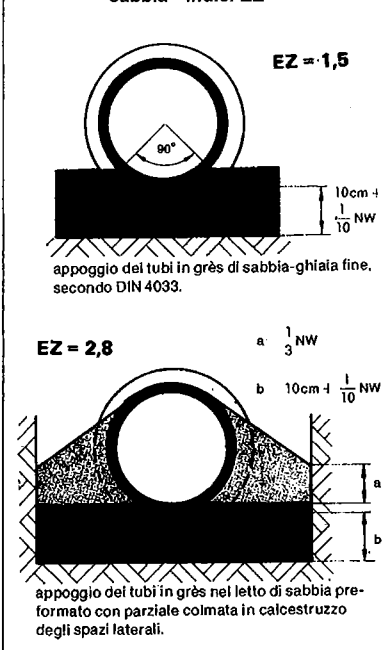


FIG. 30 - Tubazioni di grès. Posa su sabbia - Indici EZ



### 85.3.1. Giunzioni semirigide

Verranno realizzate in opera con l'impiego di stoppa o corda di canapa catramata e malta di cemento. La corda dovrà essere uniformemente imbevuta e sufficientemente secca; verrà avvolta attorno alla testa del tubo e quindi, ad infilaggio avvenuto, ben compressa fino a riempire, con eventuali aggiunte di altri giri di materiale, circa 1/3 della profondità del bicchiere. Si provvederà dopo al controllo, alla rettifica ed al fissaggio della tubazione nell'esatta posizione e quindi alla sigillatura del giunto, mediante pasta di puro cemento, comprimendo il legante nella restante parte del bicchiere e lisciando fino a realizzare un raccordo con inclinazione verso l'esterno.

Tale tipo di giunzione sarà comunque vietato per le tubazioni da collocare in opera fuori terra.

### 85.3.2. Giunzioni plastiche a caldo

Verranno realizzate in opera, per la sigillatura delle tubazioni con giunti a bicchiere, mediante corda di canapa catramata e mastice bituminoso versato a caldo.

L'esecuzione delle giunzioni plastiche a caldo verrà effettuata su tubi perfettamente puliti ed asciutti, previa verniciatura delle estremità da congiungere con lo stesso mastice da impiegare nella giunzione. Applicata la corda catramata, come in precedenza descritto, si fisserà attorno all'estremità del tubo ed a contatto del manicotto dell'altro un anello di gomma a sezione trapezoidale e di seguito, formato nel punto di unione delle due estremità del nastro un imbuto di argilla, si verserà con tazza a becco il mastice fuso fino a rifiuto.

Eseguita la giunzione, l'anello verrà mantenuto fino a completo indurimento del materiale colato, proteggendo nello stesso tempo i tubi giuntati da possibili scosse.

### 85.3.3. Giunzioni plastiche a freddo

Verranno realizzate mediante nastri plastici o mastici spatolati a freddo, con materiali e modalità esecutive rispondenti alle norme DIN 4062. I prodotti dovranno avere consistenza plastico-dura (v. punto 58.2.4.) ed essere compatibili con le vernici di pretrattamento che, comunque, dovranno essere applicate.

### 85.3.4. Giunzioni elastiche

Verranno realizzate con l'interposizione di anelli di gomma naturale o sintetica montati in opportune sedi anulari dei tubi, oppure mediante l'accoppiamento di tubi con giunzioni prefabbricate in stabilimento, attraverso la colatura di resina poliuretanicca (1) liquida attorno alla punta ed all'interno dei bicchieri dei manufatti.

### 85.3.5. Prove

Ogni tratto di tubazione dovrà essere provato, se non diversamente prescritto, ad una pressione non inferiore a 0,5 bar misurata nel punto più alto, e per le giunzioni poliuretanicche, fino ad una pressione di 1,5 bar. Quest'ultimo valore comunque se espressamente richiesto e per giunzioni non angolate.

L'esecuzione delle giunzioni sarà preceduta da un accurato controllo delle estremità dei tubi da giuntare; in caso di non perfetta integrità, la parte avariata (se ammesso) dovrà essere asportata con taglio e la parte restante potrà essere utilizzata previa nuova tornitura della testata a mezzo di apparecchio «Taton». Inoltre dovrà essere controllato che le sedi di alloggiamento delle guarnizioni siano perfettamente libere da corpi estranei, polvere o terriccio. Farà seguito quindi la lubrificazione delle stesse estremità con apposito lubrificante fornito od indicato dalla Ditta fornitrice dei tubi (in mancanza potrà essere impiegata glicerina o talco in polvere, con assoluta esclusione di oli o grassi in genere). Infine verrà calzato il manicotto sull'estremità del tubo già posato, spingendolo fino a quando i segmenti distanziatori verranno a trovarsi contro la

(1) La resina poliuretanicca da impiegare nelle guarnizioni elastiche dovrà presentare: durezza Shore A di 62 ÷ 72 punti, carico di rottura a trazione non inferiore a 2 N/mm<sup>2</sup>, allungamento a rottura non inferiore al 90% ed inoltre buona resistenza agli alcali, agli acidi organici ed inorganici diluiti, agli idrocarburi ed alle radici.



testata del tubo stesso, e successivamente verrà introdotta l'estremità del nuovo tubo da giuntare spingendo fino all'arresto automatico determinato dai distanziatori (1).

### 85.3.6. Giunzioni del tipo "Gibault"

Verranno realizzate, previe le operazioni preliminari di cui al punto precedente, infilando in prima fase su ciascuna estremità dei tubi da collegare le flange e gli anelli di gomma, quindi il manicotto sull'estremità del tubo già posato con le distanze indicate in figura. In seconda fase accostando la testata del tubo da montare a quella del precedente, con gioco di 1 cm, provvedendo nel contempo all'allineamento dei tubi stessi. In terza fase cavallottando il manicotto sulle due estremità, avvicinando le flange agli anelli di gomma e serrando infine i relativi bulloni (2).

### 85.3.7. Derivazioni

Qualora ammesso, le derivazioni si potranno ottenere senza l'uso di collari di presa, filettando direttamente le pareti dei tubi. Tale operazione potrà essere compiuta su tubi di diametro da 100 a 150 mm con fori di diametro non superiore a 20 mm e su tubi di diametro maggiore con fori non superiori a 25 mm. I tubi da forare dovranno essere almeno di classe di pressione 7,5.

Singole derivazioni di maggiore diametro dovranno ottenersi invece con l'uso di manicotti di ghisa in due pezzi o di collari di presa filettati internamente.

### 85.3.8. Prova delle tubazioni

Per le prove in opera a pressione si dovrà fare assoluto riferimento alla seguente norma di unificazione (anche se ritirata):

**UNI 7516** - Prove in opera a pressione per condotte di fibro-cemento

Il riempimento della tratta da provare dovrà di regola avvenire dal punto più basso, tenendo aperti gli sfiati che dovranno essere previsti nei punti di cuspidi ed alla estremità opposta della tratta stessa. La portata idrica da non superare nella fase di riempimento sarà quella cui corrisponde una velocità di 0,05 m/sec.

Le apparecchiature di prova ed il procedimento dovranno corrispondere a quanto in particolare prescritto ai punti 2.1.3. e 2.4. della UNI citata, procedimento comunque recepito nelle generalità, al punto 85.0.14 del presente Capitolato. La pressione massima di prova sarà in funzione della classe dei tubi impiegati nella tratta in prova, secondo le indicazioni della tabella 69.

Le pressioni di prova indicate in tabella dovranno essere mantenute per almeno 2 h. Dovrà essere tenuto conto comunque del periodo di assetamento dovuto all'assorbimento (3).

## 85.4. TUBAZIONI DI FIBRO-CEMENTO

Dovranno essere realizzate, in quanto ai materiali, con tubi di fibro-cemento rispondenti ai requisiti di cui al punto 52.3. del presente Capitolato. La posa in opera avverrà con le stesse modalità e prescrizioni generali di cui al precedente punto 85.3. in quanto applicabili; per le tubazioni interrato potrà venire ammessa anche la posa sul letto di sabbia, con rinfianchi dello stesso materiale. La verifica nei riguardi dei carichi ovalizzanti verrà effettuata secondo la UNI 7517.

### 85.4.1. Giunzioni a manicotto e anelli di tenuta

Verranno realizzate mediante l'impiego di manicotti idoneamente sagomati per accogliere le sedi di appositi anelli di tenuta in gomma e di segmenti distanziatori.

Per le tubazioni non in pressione, la prova sarà effettuata con le modalità di cui al punto 3 della UNI 7516 applicando alla tratta una pressione idrostatica interna di 0,5 bar (0,05 Mpa) all'estremità della tratta stessa. Tale pressione dovrà essere mantenuta per 15 minuti, quindi si verificherà la mancanza di perdite nei giunti. Qualora l'ispezione dei giunti non fosse possibile, si procederà alla misurazione dell'acqua assorbita che non dovrà superare 0,15 litri al metro quadrato di superficie interna della tubazione, nei 15 minuti.

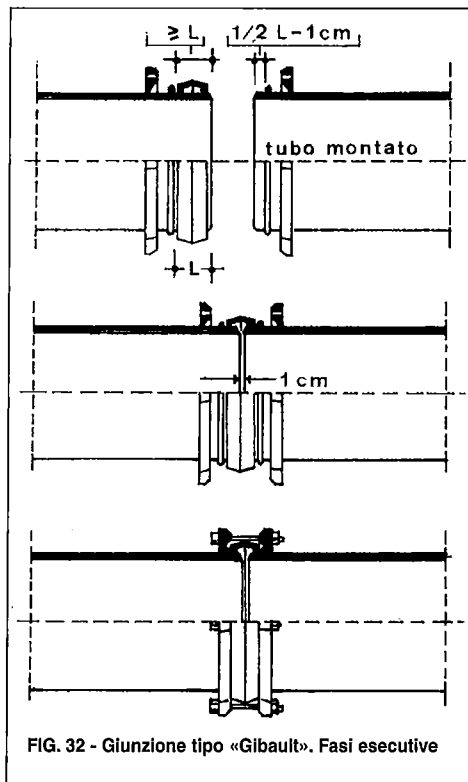


FIG. 32 - Giunzione tipo «Gibault». Fasi esecutive

TAB. 69 - Tubazioni in pressione di fibro-cemento. Pressioni massime di prova

Classe del tubo UNI EN 512	Massima pressione d'esercizio ammessa		Pressione massima di prova*	
	bar	Mpa	bar	Mpa
4	4,0	0,4	5,0	0,5
6	6,0	0,6	9,0	0,9
(7,5)	7,5	0,7	11,5	1,1
10	10,0	1,0	15,0	1,5
(12,5)	12,5	1,2	17,5**	1,7**
(15)	15,0	1,5	20,0**	2,0**
16	16,0	1,6	21,0**	2,1**
(17,5)	17,5	1,7	22,5**	2,2**

\* Qualora la pressione effettiva nella tratta di prova non superi il 75% della massima pressione d'esercizio ammessa per la classe dei tubi impiegati, la pressione massima di prova viene ridotta del 25%.

\*\* Queste pressioni di prova sono limitate per evitare problemi di ancoraggio, particolarmente per i tubi di diametro maggiore.

- (1) La quantità dei segmenti distanziatori sarà di 3 per tubi con  $\varnothing 50 \div 150$  mm; di 4 per tubi con  $\varnothing 175 \div 800$  mm; di 6 tubi con diametri superiori. Ad operazione ultimata dovrà essere controllato, con apposita sonda, che le guarnizioni non abbiano subito spostamenti o deformazioni di alcun genere.
- (2) Questa operazione dovrà essere eseguita progressivamente ed alternativamente su bulloni diametralmente opposti, iniziando dal basso.
- (3) In conseguenza dell'assorbimento la pressione iniziale potrà abbassarsi e potrà essere necessario pompare una certa quantità di acqua nella condotta per ripristinare la pressione di prova. Sarà opportuno procedere a questa operazione ogni 30 min, misurando e registrando la quantità di acqua ogni volta aggiunta. Al termine della prova la quantità totale di acqua aggiunta non dovrà superare il volume indicato nell'appendice A alla UNI 7516.

## 85.5. TUBAZIONI DI CEMENTO (SEMPLICE E ARMATO)

### 85.5.0. Generalità

Dovranno essere realizzate, in quanto ai materiali, con tubi di cemento rispondenti ai requisiti di accettazione di cui al punto 53.1. del presente Capitolato. La posa avverrà di norma con le stesse modalità e prescrizioni generali e particolari di cui ai precedenti punti 85.3. e 85.4., in quanto applicabili e, per i tubi in cemento armato, con le specifiche di cui al seguente punto 91.5.1. La verifica nei riguardi dei carichi ovalizzanti verrà effettuata secondo le UNI EN 640/641/642, in subordine secondo la UNI 7517 o secondo le raccomandazioni ANDIS che si richiamano alle esperienze di Marston ed alle formule di Spangler.

Le giunzioni dei tubi, oltre che con le modalità descritte al punto 85.3.4., potranno venire realizzate anche in maniera rigida, mediante sigillatura con puro cemento di classe 425. Per tale esecuzione sulle testate dei tubi, dopo accurata pulizia e bagnatura, verrà applicato il legante, dapprima sull'incavo del tubo già in opera e successivamente sul risalto di quello da posare; quest'ultimo verrà spinto contro il precedente, facendo rifluire il legante in eccesso. Verranno raschiate infine tutte le sbavature, procedendo ad eventuali aggiustamenti e quindi alla stuccatura di finitura con malta plastica dello stesso agglomerante, così da formare un anello di guarnizione.

Salvo diversa prescrizione, nell'impiego delle tubazioni di cemento sarà tassativamente vietato sia il convogliamento delle acque nere, sia di quelle miste (salvo idonei rivestimenti certificati ed accettati).

### 85.5.1. Tubazioni di c.a. – Modalità di posa e di prova

La posa in opera della tubazioni di c.a. verrà effettuata unicamente su terreni dotati di buona stabilità. I tubi saranno di norma posati su letto di materiale sciolto, da ottenersi con materiale di apporto o di frantumazione (per posa su rocce). Il letto di posa dovrà essere accuratamente profilato in modo da fornire appoggio continuo.

Nel caso di terreni sciolti, sede di falda freatica ovvero facilmente alterabili per azione di acque percolanti, tale letto dovrà essere stabilizzato mediante sottofondo che assicuri assestamenti privi di discontinuità (platee di cemento armato o massicciate drenate di pietrame od anche, per zone cedevoli, platee su pali). In tali casi il letto di posa sarà realizzato con ghiaia o pietrisco a bassa granulometria. Dovranno assolutamente evitarsi l'appoggio od il bloccaggio su punti fissi ovvero aventi cedimenti sensibilmente diversi da quelli della tubazione.

Le prove delle condotte in opera verranno eseguite dopo aver tenuto le stesse piene di acqua per almeno 10 giorni, su tronchi lunghi circa 500 m. Ad evitare ritardi nelle operazioni di posa, che sono da eseguirsi con continuità, sarà opportuna l'interposizione di apposite scatole di prova, destinate a ricevere diaframmi di separazione delle tratte in prova e conformate in modo da consentire idoneo ancoraggio contro la spinta idrostatica.

La prova verrà eseguita mantenendo il punto più depresso della tratta alla pressione PN + 1 bar per 12 ore e sarà ritenuta di esito positivo se non si sarà verificata alcuna perdita concentrata e complessivamente non si sarà registrata una perdita di acqua superiore a 1 litro per ogni 5 m<sup>2</sup> di superficie interna del tubo (con tolleranza 10% fino a DN 50 cm e 5% oltre).

### 85.5.2. Collettori ovoidali

Potranno avere sezione del tipo di quella riportata nella Fig. 33, o di tipo diverso in rapporto alle previsioni di progetto od alle prescrizioni della Direzione; inoltre potranno essere realizzati in opera oppure prefabbricati (v. Fig. 35) e successivamente collocati in opera.

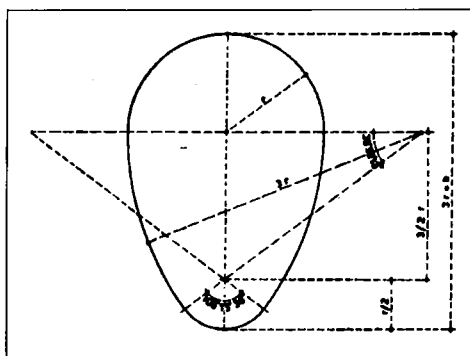
Nel primo caso si curerà il perfetto posizionamento ed allineamento delle casseforme e la migliore esecuzione del getto in modo da assicurare il completo riempimento delle stesse. Nel secondo caso si osserveranno le prescrizioni generali di cui al presente articolo.

In ogni caso la superficie interna dei collettori dovrà risultare perfettamente liscia (1) ed assolutamente priva di rientranze o risalti. Eventuali rivestimenti con fondi e piastrelle di grès ceramico (2) dovranno essere eseguiti dopo la presa dei getti (3).

Qualora il rivestimento con fondi e piastrelle di grès dovesse riguardare tubi o fognoli ovoidali di cemento prefabbricati, il rivestimento potrà essere eseguito anche in fabbrica, curando comunque che all'atto del collocamento in opera la sigillatura tra i pezzi venga effettuata con leganti anticidici.

I collettori ovoidali e semiovoidali verranno posti in opera su massetto di conglomerato magro, se necessario debolmente armato, di spessore non inferiore allo spessore del piede e comunque non inferiore a 20 cm. Il giunto tra i vari elementi verrà eseguito in maniera rigida, come indicato al punto 85.5.0. per i tipi con giunto ad incastro, e di norma a mezzo di guarnizione elastomerica per i tipi con giunto a bicchiere.

FIG. 33 - Collettori ovoidali. Sezione classica 2r - 3r



(1) Ricorrendo, se necessario o prescritto, al rivestimento con intonaco di cemento e comunque alla boiacatura con latte di cemento delle superfici interne, specie per i collettori realizzati in opera.

(2) Il rivestimento con materiale ceramico dovrà essere effettuato in ogni caso, anche in variante al progetto, qualora venisse previsto che la percentuale di acidi presente nelle acque di scarico possa oltrepassare il 10%; il rivestimento sarà effettuato secondo la Fig. 34, in uno dei modi a) o b), secondo prescrizione, ed anche in maggior misura. Per percentuali inferiori e pendenze non molto accentuate potrà anche venire adottata la verniciatura delle superfici interne con epossictrame o con idonei prodotti bituminosi.

(3) La posa in opera dei fondi fogni e delle mattonelle di grès ceramico potrà venire eseguita anche contemporaneamente alla costruzione del collettore. In tal caso, eseguito lo scavo, si procederà alla formazione della platea, disponendo nella gettata apposite sagome onde dare al calcestruzzo l'esatta forma del letto di posa dei fondi fogni. Su questa platea verranno murati i fondi di fogni, usando malta cementizia a 400 kg di cemento. A distanza di tempo non inferiore a 24 ore, si disporranno le casseforme per il getto delle pareti, curando di predisporre lo spazio per il collocamento delle mattonelle; a getto avvenuto e sufficientemente stagionato si collegheranno in opera le mattonelle (10x5x2 ÷ 20x10x2 ÷ 24x12x3, secondo prescrizione) usando la stessa malta di cemento e cemento puro per il riempimento delle connessioni. Si procederà quindi all'impostazione ed al getto della volta, stagionata la quale ed asportate le casseforme, si intonacherà l'interno lisciandolo a regola d'arte.

La posa normale, per i collettori normati secondo la Tab. 32, sarà di regola realizzata senza rinfiango e rivestimento in calcestruzzo. Per spessori inferiori (tubi-cassaforma, a spessore ridotto) sarà prescritto il rivestimento in calcestruzzo. In ogni caso le tubazioni, od il complesso tubazioni-rivestimento, dovranno essere verificate nei riguardi delle sollecitazioni indotte dai carichi sovrastanti.

Nei canali ubicati in zone di forte pendenza, al fine di ridurre la velocità delle acque convogliate, si formeranno degli stramazzi nel fondo e dei raccordi in volta e, dove fosse necessaria l'ispezionabilità dei pozzetti di salto, avendo cura di rivestire stramazzi, raccordi, nonché pareti e fondi dei pozzetti con conci di granito, sienite od altro materiale a basso coefficiente di usura superficiale. Nei pozzetti di salto il collettore uscente dovrà risultare alla stessa quota del fondo del pozzetto, al fine di evitare depositi.

FIG. 34 - Collettori ovoidali. Rivestimento con fondi fogna e mattonelle di grès ceramico

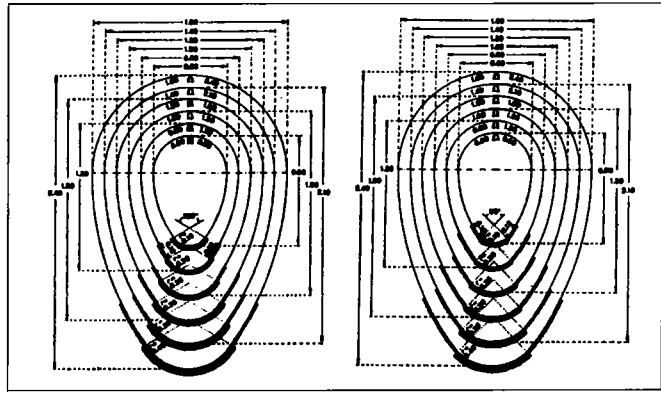
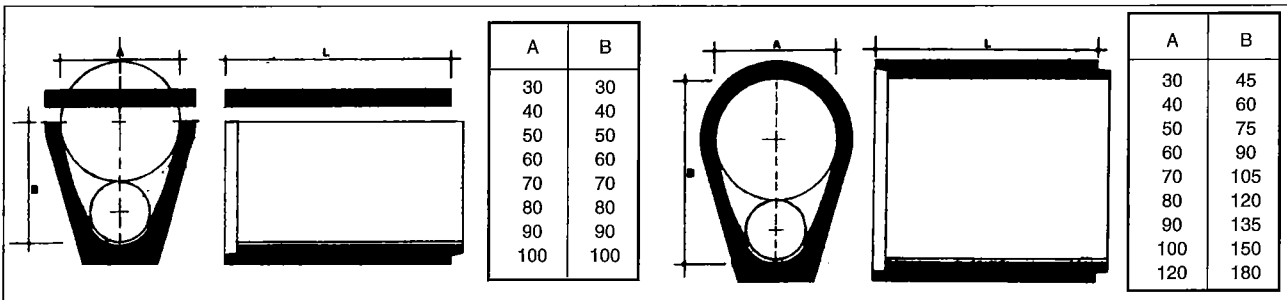


FIG. 35 - Condotti semiovoidali e ovoidali prefabbricati tipo "C". Dimensioni standard



## 85.6. TUBAZIONI DI CLORURO DI POLIVINILE (PVC)

### 85.6.0. Generalità

Le tubazioni di cloruro di polivinile dovranno essere realizzate, in quanto ai materiali, con tubi di PVC non plastificato rispondenti ai requisiti di accettazione di cui al punto 56.2. del presente Capitolato. La posa in opera avverrà nel rispetto delle prescrizioni di progetto, con tutte le attenzioni che l'uso di detto materiale comporta.

Ogni operazione (trasporto, carico e scarico, accatastamento, ecc.) dovrà essere effettuata in modo da non provocare deterioramento o deformazione nei tubi, particolarmente per urti, eccessive inflessioni, ecc., e ciò specialmente alle basse temperature. L'accatastamento dovrà essere effettuato in luogo riparato dai raggi solari e per altezze non superiori a 1,50 m.

Nel caso di tubazioni interrato, la posa e la prima parte del rinterro dovranno eseguirsi con l'impiego di materiale arido e granulometria minutissima (possibilmente sabbia, per uno spessore di copertura non inferiore a 20 cm), curando opportunamente la protezione nei riguardi dei carichi di superficie (1) o di eventuali danneggiamenti accidentali (2). Nel caso di tubazioni esterne la posa avverrà a mezzo di opportuni ancoraggi e/o sostegni. In particolare, per quelle verticali, a mezzo di collari serranti posizionati immediatamente sotto i bicchieri e di collari guida posizionati lungo il resto del tubo; per quelle orizzontali, a mezzo di staffe a larga sezione (almeno 5 cm) interposte ogni 80 cm per tubazioni con diametro fino a 90 mm e non oltre 300 cm per gli altri diametri (per tubazioni sospese) o con appoggi di pari interasse (per tubazioni appoggiate) e staffe di ancoraggio (3).

Nella posa in opera, dovrà evitarsi che le tubazioni siano sistemate in prossimità di sorgenti di calore. Saranno inoltre vietate la formazione in cantiere dei bicchieri di innesto (dovendosi nel caso approvvigionare tubi preformati in stabilimento), la curvatura a caldo (dovendosi nel caso impiegare i relativi pezzi speciali) e la cartellatura.

Le giunzioni potranno essere, in rapporto alle prescrizioni, sia di tipo rigido, effettuate a mezzo di incollaggi e/o saldature, sia di tipo elastico, effettuate a mezzo di idonei anelli elastomerici di tenuta. Nelle giunzioni esterne del primo tipo dovrà essere tenuto conto dell'elevato coefficiente di dilatazione termica lineare del PVC (pari a circa 0,08 mm/m°C) inserendo, a monte dei punti fissi (nodi), appositi giunti di dilatazione; ciò in particolare nel caso di tratti di una certa lunghezza e di andamento rettilineo.

### 85.6.1. Giunzioni rigide

Potranno essere del tipo a *bicchiere incollato*, del tipo a *bicchiere incollato e saldato*, del tipo a *manicotto incollato* (e saldato), del tipo a *vite e manicotto* ed infine del tipo a *flangia mobile* (4).

Il giunto a bicchiere incollato sarà effettuato, previa pulizia delle pareti con idoneo solvente, spalmando l'estremità liscia del tubo e l'interno del bicchiere con opportuno collante vinilico (fornito dalla stessa ditta dei tubi) e realizzan-

(1) Dovranno rispettarsi in proposito le *Raccomandazioni per installazione interrata e fuori terra* adottate dall'UNI con la norma UNI ENV 1046 come potrà farsi riferimento alle prescrizioni della *"Pubblicazione n. 3"* dell'Istituto Italiano dei Plastici (IIP).

(2) La norma dovrà essere particolarmente rispettata nel caso di tubazioni attraversate da cavi elettrici o convoglianti fluidi in pressione.

(3) La distanza tra gli appoggi dovrà essere calcolata con la formula (valida per tubi convoglianti acqua):  $L = 20 \times (23 - 0,2t) \times s$  dove "t" è la differenza di temperatura su base 20 °C ed "s" lo spessore in mm.

(4) Qualora le tubazioni di PVC venissero impiegate per il convogliamento di gas, dovrà essere adottato, per assoluta esigenza di tenuta stagna, il sistema di giunzione a mezzo di bicchiere incollato e, se possibile, saldato.

do l'accoppiamento con leggero movimento rotatorio onde favorire la distribuzione del collante stesso. Il tubo sarà spinto quindi fino in fondo al bicchiere ed il giunto così ottenuto dovrà essere lasciato indisturbato per non meno di 48 ore (1).

Il giunto a bicchiere incollato e saldato sarà effettuato come in precedenza, con l'aggiunta di una saldatura in testa al bicchiere eseguita con adatto materiale di apporto in PVC. Tale sistema di giunzione comunque, al fine di non diminuire le caratteristiche di resistenza dei tubi, non verrà impiegato nel caso di spessori non sufficienti.

Il giunto a manicotto incollato sarà effettuato su tubi con estremità lisce, per introduzione ed incollaggio delle stesse in un manicotto sagomato, espressamente costruito per lo scopo. Anche questo tipo di giunto potrà essere se del caso rinforzato, con la saldatura dei bordi del manicotto eseguita come in precedenza.

Il giunto a vite e manicotto sarà effettuato di norma su tubi e manicotti serie "gas" perfettamente filettati e di adeguato spessore (2). Nell'avvitamento si dovrà interporre poca canapa e non forzare eccessivamente sia per evitare rotture, sia per consentire eventuali smontaggi (3).

Il giunto a flangia mobile verrà impiegato quando fosse richiesta la possibilità di montaggio e smontaggio della tubazione con una certa frequenza o per l'inserimento di apparecchiature e verrà effettuato incollando sull'estremità liscia del tubo un collare di appoggio contro il quale si porterà a contrastare una flangia di PVC. La tenuta sarà realizzata interponendo tra le flange un'opportuna guarnizione in gomma.

### 85.6.2. Giunzioni elastiche

Saranno effettuate su tubi e pezzi speciali, un'estremità dei quali sarà idoneamente foggata a bicchiere e sede di apposita guarnizione elastica, o su tubi lisci a mezzo di apposito manicotto a doppia guarnizione.

Per l'esecuzione del giunto, pulite accuratamente le parti da congiungere, si inserirà l'anello nella sede predisposta, quindi si lubrificerà la superficie interna dello stesso e quella esterna del codolo con apposito lubrificante (acqua saponosa o lubrificanti a base di siliconi, ecc.) e si infilerà la punta nel bicchiere fino all'apposito segno di riferimento, curando che l'anello o gli anelli (nel caso del manicotto) non escano dalla sede.

### 85.6.3. Prova idraulica per condotte in pressione

Per l'esecuzione della prova idraulica valgono le norme generali di cui al precedente punto 85.0.14. La prova sarà riferita alla condotta con relativi giunti, curve, derivazioni e riduzioni, escluso quindi qualsiasi altro accessorio idraulico quali: saracinesche, sfiati, scarichi di fondo, idranti, ecc.

Riempita la tratta dal punto più depresso, previa completa fuoriuscita dell'aria, si procederà a sottoporla a pressione a mezzo di una pompa a mano, salendo gradualmente di una atmosfera al minuto primo (0,1 MPa/min) fino a raggiungere la pressione di esercizio. Questa verrà mantenuta da 2 a 24 h, secondo prescrizione, per consentire l'assestamento dei giunti e la eliminazione di eventuali perdite che non richiedano lo svuotamento della condotta.

Ad esito positivo di tale prova, si procederà a portare la tratta interessata alla pressione di prova. Quest'ultima sarà di 1,5 volte la pressione di esercizio, dovrà essere raggiunta con la gradualità sopra specificata e verrà mantenuta costante per una durata minima di 2 ore.

### 85.6.4. Prescrizioni particolari

Quando si fosse obbligati ad attraversare terreni sciolti, di riporto oppure soggetti a smottamenti od in frana, dovranno porsi in opera tubi con spessore maggiorato (rispetto a quello valutato per le condizioni normali) su sottofondo, rinfianchi e copertura di sabbia. Sarà opportuno peraltro inserire frequenti giunti di dilatazione (ogni 15 ÷ 20 m) oppure impiegare tubi con giunti a bicchiere e guarnizioni in gomma. La protezione nei riguardi di eventuali carichi esterni, se necessaria, sarà eseguita con soletta galleggiante in cemento armato, non continua, ammorsata nelle pareti di scavo per 15 ÷ 20 cm (4).

Nelle tubazioni di scarico interrate, qualora le condizioni di posa dovessero discostarsi da quelle indicate al terzo capoverso del punto 56.2.2. e salvo quanto riportato nella relativa nota, dovrà provvedersi a proteggere i tubi con opportuno getto di calcestruzzo, del tipo ad inglobamento totale, con spessore non inferiore a 10 cm per la base (massetto) ed i rinfianchi ed a 6 cm per la calotta; il getto sarà rastremato ad almeno 6 ÷ 10 cm dalla generatrice superiore alla tubazione (5).

L'attacco o l'ancoraggio dei tubi ai pozzetti od alle camerette di ispezione sarà realizzato mediante applicazione di cemento plastico nella zona di contatto con la struttura muraria. Ove poi occorresse, potrà essere anche prescritta l'applicazione di un collare di appoggio da incollare sul tubo nella zona di unione con detta struttura.

## 85.7. TUBAZIONI DI POLIETILENE

### 85.7.0. Generalità

Le tubazioni in argomento saranno realizzate, salvo diversa prescrizione, con tubi di polietilene ad alta densità (PE a.d. o PEAD) rispondenti ai requisiti di cui al punto 56.3. del presente Capitolato. La posa in opera avverrà nel rispetto delle prescrizioni di progetto, tenendo presenti le norme generali di cui al punto 85.0. e le seguenti raccomandazioni dell'Istituto Italiano dei Plastici:

I.I.P. – Raccomandazioni sulla installazione delle tubazioni di polietilene alta densità nella costruzione di acquedotti (Pubblicazione n. 10)

I.I.P. – Idem nella costruzione di fognature interrate e subacquee e di scarichi industriali (Pubblicazione n. 11)

Nelle tubazioni interrate, la minima profondità di posa rispetto alla generatrice superiore dei tubi dovrà essere di 1,00 m (1,50 m per tubi di scarico con DN maggiore di 600 mm e, per tutti i diametri, sotto superficie di traffico oltre 12 tonnellate), ed in ogni caso sarà da valutare in funzione dei carichi, del pericolo di gelo e del diametro.

(1) Per i diametri oltre il 500 dovrà evitarsi l'uso di tale tipo di giunto giacché, dato il maggior tempo richiesto per l'assemblaggio, può corrersi il rischio che il collante venga ad essiccare prima dell'innesto del maschio nel bicchiere.

(2) Qualora fosse necessario filettare a piè d'opera, l'estremità del tubo dovrà essere idoneamente irrigidita con l'introduzione di un tampone di legno e la filettatura sarà eseguita per qualche millimetro inferiore alla lunghezza della filettatura femmina del manicotto.

(3) Ove non interessi la possibilità di smontaggio il giunto potrà essere eseguito anche con l'aggiunta di collante.

(4) Questi attraversamenti, per quanto possibile, verranno limitati alle condotte secondarie. Per condotte di rilevante importanza, ove non fosse possibile modificare il tracciato, sarà opportuno superare la zona con un attraversamento esterno del tipo "a sospensione".

(5) V. comunque le *Raccomandazioni per le tubazioni di plastica interrate e fuori terra* di cui alla norma UNI ENV 1046 precedentemente richiamate in nota.

Ove pertanto durante i lavori si verificassero condizioni più gravose di quelle previste di norma in progetto (per tronchi di limitata lunghezza), si dovrà procedere ad opere di protezione tali da ridurre le sollecitazioni sulle pareti dei tubi ai valori stabiliti per la classe di spessori prescelta.

Per le condotte formate con tubi del tipo UNI EN 13244-2 (Tubazioni in pressione per trasporto d'acqua, per fognature e scarichi), della serie S 12,5 (PN 5 o 6), il massimo ricoprimento ammesso sarà di 6,00 m nel caso di posa in trincea stretta e di 4,00 m nel caso di trincea larga e sotto terrapieno. Oltre tali condizioni potranno essere impiegati i tubi della serie S8, S5 e S3,2 dopo un calcolo di verifica in cui si assumerà il carico di sicurezza a trazione di 5 MPa alla temperatura di 20°C per le sollecitazioni nel tubo ed un valore massimo della deformazione del diametro esterno (ovalizzazione) del 5% (1). In tutti i casi il riempimento che avvolgerà la tubazione fino ad un'altezza non inferiore a 15 cm oltre la generatrice superiore dovrà essere uniformemente e perfettamente costipato, fino a raggiungere il 90% del valore ottimale con la prova di penetrazione Proctor modificata.

Il riempimento, almeno per i primi 50 cm, dovrà essere eseguito sopra la condotta nelle medesime condizioni di temperatura esterna (comunque non elevata). Si procederà sempre a zone di 20 ÷ 30 m, avanzando in una sola direzione e possibilmente in salita; si lavorerà su tre tratte consecutive a diversi e successivi gradi di riempimento e ricoprimento. Una delle estremità della tratta sarà sempre mantenuta libera di muoversi e l'attacco dei pezzi speciali dovrà essere eseguito dopo che il ricoprimento sarà portato a 5,00 m dai pezzi stessi.

Le giunzioni potranno essere, in rapporto alle previsioni, del tipo per *saldatura*, per *serraggio meccanico* e per *flangiatura* come di seguito specificato.

### 85.7.1. Giunzioni per saldatura

Dovranno sempre essere eseguite da personale qualificato e con apparecchiature tali da garantire il rispetto delle temperature, delle pressioni e dei tempi prescritti. In rapporto alle tipologie dovrà osservarsi:

*a) - Saldatura per polifusione nel bicchiere:* sarà effettuata generalmente per la giunzione di pezzi speciali già predisposti per tale sistema (v. UNI 7612). Per l'esecuzione di tale giunzione la superficie interna del bicchiere e quella esterna del maschio, dopo accurata pulizia, verranno portate contemporaneamente alla temperatura di saldatura ( $250 \pm 10$  °C) mediante elemento riscaldante rivestito sulle superfici interessate con PTFE o similare. Le due estremità verranno quindi accoppiate con idonea pressione, da mantenere fino a consolidamento del materiale evitando spostamenti assiali e rotazioni.

*b) - Saldatura testa a testa:* sarà eseguita nella generalità dei casi nelle giunzioni fra tubo e tubo e fra tubo e raccordo (per raccordo predisposto). La saldatura verrà realizzata con termoelementi costituiti in genere da piastre di acciaio inossidabile o di lega di alluminio, rivestite con tessuto PTFE e fibra di vetro o con uno strato di vernice antiaderente. Le testate, le cui tolleranze dovranno essere conformi alle relative norme UNI, dovranno essere preparate creando la completezza delle sezioni di taglio per mezzo di frese elettriche a moderata velocità e curando la perfetta pulizia (eventualmente a mezzo di sgrassanti tipo trielina). I due pezzi da saldare verranno messi in posizione e bloccati con due ganasce collegate con un sistema che ne permetta l'avvicinamento e che dia una pressione controllata sulla superficie di contatto. Il termoelemento verrà inserito fra le testate che verranno spinte contro la sua superficie e, al tempo previsto (previa estrazione del termoelemento) accostate alla pressione di 1,5 bar (riferita alla superficie da saldare) e lasciate poi raffreddare lentamente fino alla temperatura di almeno 60 °C. Per una perfetta saldatura si richiederà: temperatura superficiale del termoelemento di  $200 \pm 10$  °C, tempo di riscaldamento come da tabella, pressione in fase di riscaldamento di 0,5 bar e tale comunque da assicurare il continuo contatto sulla piastra.

TAB. 70 - Tempi di fase per saldatura in polifusione testa a testa

S mm	Tempo di riscaldamento ad una pressione di 0,5 bar sec	Tempo per il raggiungimento della pressione di saldatura di 1,5 bar sec	Tempo di raffreddamento alla pressione di saldatura min
4,3 - 6,8	60 - 70	6 - 8	6 - 10
7,1 - 11,4	70 - 120	8 - 12	10 - 16
12,7 - 18,2	120 - 170	10 - 15	17 - 24
20,1 - 25,5	170 - 210	15 - 20	25 - 32
28,3 - 36,4	210 - 250	20 - 25	33 - 40
38,5 - 41,0	250 - 290	25 - 35	41 - 50

*c) - Saldatura per elettrofusione:* sarà di norma limitata ad interventi di riparazione e verrà eseguita con l'impiego di manufatti speciali (bicchieri o manicotti con elettroresistenza incorporata), apparecchiature speciali (trasformatori) e secondo le particolari istruzioni del fornitore. La giunzione potrà essere adottata per diametri fino a 160 mm e pressioni fino a 10 bar. In ogni caso potrà essere prescritta quando non si possa validamente intervenire con altri sistemi.

*d) - Saldatura in apporto:* sarà di norma eseguita per la giunzione dei tubi spiralati a bicchiere e verrà realizzata a caldo mediante nastratura con materiale dello stesso tipo di quello impiegato per i tubi. La giunzione dovrà essere eseguita con le apparecchiature (estrusori, fon, ecc.) prescritte dal produttore e secondo le specifiche tecniche che lo stesso sarà tenuto a fornire.

Per la saldatura dei tubi convoglianti gas combustibili, acqua ed altri fluidi e per i relativi requisiti di qualità si richiamano in ogni caso le norme UNI 10967 ed UNI 11024.

### 85.7.2. Giunzioni per serraggio meccanico

Saranno eseguite di norma su tubi fino a 110 mm di diametro con elementi di metallo od in resina secondo prescrizione. Saranno valide particolarmente per tubi di PE in rotoli e dovranno consentire pressioni di esercizio fino a 16 bar. Per il montaggio dei giunti dovrà aversi cura di smussare le estremità dei tubi da collegare, di lubrificarle con vasellina (per lo scorrimento delle guarnizioni) e di avvitarle strettamente le ghiere al corpo del raccordo serrando con apposita chiave a nastro.

Per gli elementi di giunto in materia plastica con sistema di graffaggio (Fig. 36) dovrà farsi riferimento alle norme UNIPLAST 402 e 403 (Metodi di prova).

(1) Nel caso che la rigidità circonferenziale iniziale "Scale" del tubo sia  $< 4$ , il tubo, se interrato, dovrà essere opportunamente protetto contro la deformazione. Per i valori della rigidità circonferenziale iniziale in funzione del modulo di elasticità  $E$  (MPa) e della serie S del tubo si rinvia al prospetto B1 dell'Appendice B della norma UNI EN 13244-2.

### 85.7.3. Giunzioni per flangiatura

Saranno di norma realizzate a mezzo di flange metalliche scorrevoli infilate su collari saldabili in PE a.d. I collari saranno prefabbricati per stampaggio e saranno applicati alla tubazione da collegare mediante saldatura di testa. Le flange saranno di normale acciaio al carbonio protetto con rivestimento di plastica e saranno collegate con normali bulloni o tiranti previa inserzione di opportuna guarnizione. Le giunzioni per flangiatura saranno impiegate per l'inserzione di apparecchiature e laddove non si possa operare con giunzioni saldate (condotte subacquee, ecc.).



### 85.7.4. Posa di tubazioni subacquee

Riguarderà le tubazioni del tipo UNI EN 13244-2 e sarà eseguita con l'osservanza delle seguenti prescrizioni:

a) - *Posa del diffusore*: sarà realizzata affondando successivamente tronconi flangiati della lunghezza di  $30 \div 80$  m ed assieme ad essi alla distanza stabilita per mezzo di personale subacqueo.

b) - *Predisposizione dei blocchi*: sul fondale, ad interasse di  $50 \div 80$  m lungo la direttrice fissata, verranno calati blocchi di cemento (di forma e peso calcolati in rapporto alla portanza dei fondali, al moto ondoso, alle correnti, ecc.) ad ognuno dei quali sarà collegata una boa per la segnalazione e l'ancoraggio superficiale della condotta.

c) - *Saldatura di testa e varo progressivo*: la saldatura verrà eseguita per tratte di  $200 \div 300$  m che verranno flangiate all'estremità; prima del varo progressivo verranno comunque fissati dei collari di appesantimento (forniti di strato cuscinetto antiabrasivo) nel numero e del peso adatti per conservare il semigalleggiamento a tubo pieno d'aria e per mantenerlo stabile sul fondo successivamente a tubo allagato. L'unione dei vari tronconi potrà essere effettuata in superficie, con conseguente affondamento totale della condotta, o sott'acqua, assemblando le flange a mezzo di sommozzatori. La velocità di affondamento verrà controllata regolando la velocità di uscita dell'aria. La tubazione dovrà essere mantenuta sempre in leggero tiro e la discesa costantemente controllata onde impedire che la tubazione assuma curvature oltre i  $30 \div 35$  D.

d) - *Sistemazione sul fondo*: nelle condotte da interrare si procederà ad effettuare uno scavo sul fondo, a mezzo di draga aspirante, sotto la sede della stessa tubazione, di modo che questa possa scivolare in tale nicchia fino a completo defilamento della generatrice superiore. Nel caso di fondali non dragabili, si procederà ad effettuare lo scavo prima del lavoro con apposito mezzo montato su pontone. Qualora fosse prescritto il semplice appoggio sul fondo della tubazione, questa verrà fissata con appositi collari di acciaio inossidabile ai blocchi precedentemente varati, che saranno dotati di appositi anelli.

### 85.7.5. Condotte non interrate

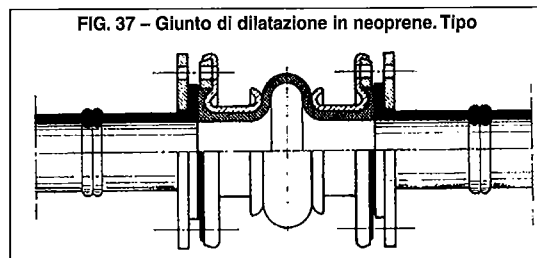
Saranno poste in opera entro tubi di protezione o su appositi supporti (collari) con l'accorgimento di predisporre, in posizione opportuna, idonei giunti di dilatazione in grado di assorbire la massima possibile dilatazione lineare dei tubi tra i punti fissi, posto il coefficiente di dilatazione termica lineare del PE pari a  $0,2 \text{ mm/m}^\circ\text{C}$ .

### 85.7.6. Collaudo delle tubazioni in pressione

La prova si intende riferita alle condotte con relativi giunti, curve, derivazioni, riduzioni, ecc., escluso qualsiasi altro accessorio idraulico (saracinesche, sfiati, scarichi di fondo, idranti, ecc.). Riempita la tratta da provare, la stessa verrà messa in pressione con gradiente di 1 bar al minuto fino a raggiungere la pressione di esercizio, pressione che verrà mantenuta per il tempo necessario a consentire l'assestamento dei giunti e l'eliminazione di eventuali perdite che non richiedano lo svuotamento della condotta. Quindi si effettuerà una prova preliminare (ad 1 ora) ed una definitiva (a 12 ore) con le seguenti modalità:

a) - *Prova ad 1 ora*: si porterà la tratta interessata alla pressione di prova (1,5 volte la pressione nominale a  $20^\circ\text{C}$ ) e si isolerà il sistema della pompa di prova per il periodo di 1 ora; nel caso di calo di pressione si misurerà il quantitativo d'acqua occorrente per ripristinare la pressione di prova. Tale quantitativo non dovrà superare il valore di  $1,67 \times L \times PP \times D_i / 1000$  con: L espresso in km, PP in bar e  $D_i$  in mm (1).

b) - *Prova a 12 ore*: si effettuerà subordinatamente all'esito positivo della precedente, lasciando la tratta alla pressione di prova per il tempo di 12 ore e, trascorso tale termine, nel caso di calo di pressione, misurando il quantitativo d'acqua necessario a ristabilirla che non dovrà superare il quantitativo stabilito con la precedente formula riferita a 1 ora.



## 85.8. TUBAZIONI DI RESINE RINFORZATE CON FIBRE DI VETRO (P.R.F.V.)

### 85.8.0. Generalità

Si richiamano per le tubazioni in argomento, le prescrizioni generali di cui al punto 85.0.1. del presente Capitolato.

Nel caso di tubazioni interrate il sistema tubo-suolo-sovraccarico dovrà venire progettato e/o verificato in modo da limitare l'inflexione verticale massima a lungo termine della tubazione al 5%, salvo condizioni più restrittive in zone particolari del sistema: i tubi dovranno quindi avere uno spessore tale da poter dare un valore di rigidità trasversale pari a quello richiesto dal calcolo di resistenza all'interramento condotto secondo le seguenti norme:

**ASTM 3839 - AWWA C 950/81 - A.T.V.** - Posa interrata di tubazioni flessibili in resine termoindurenti

In ogni caso dovrà verificarsi che le deformazioni massime, in qualsiasi punto della struttura, non abbiano a superare il minore dei due valori:

-  $1/4$  della deformazione corrispondente alla pressione di fessurazione;

(1) PP = pressione di prova.

- 1/5 della deformazione corrispondente alla pressione di rottura.

Qualunque fosse comunque il tipo di installazione, i tubi dovranno essere dimensionati in modo che nelle condizioni di servizio vi sia un coefficiente di sicurezza di almeno 2,5 al collasso della sezione trasversale per instabilità elastica. Detta verifica al collasso, da effettuarsi ipotizzando che l'interno della tubazione si trovi alla pressione assoluta di 0,5 bar, è prescritta quando anche le condizioni di servizio non prevedessero il funzionamento in depressione e si trattasse di tubazione lunga comprendente apparecchiature automatiche di rientro aria. Le formule di verifica saranno adatte alle condizioni di servizio.

### 85.8.1. Tubazioni interrate

Saranno poste in opera su fondo trincea ben spianato, continuo, omogeneo ed esente da vene, crostoni, o pietre con dimensioni maggiori di 1,5 volte lo spessore dei tubi. In corrispondenza di terreni instabili (coesività inferiore a 14,40 kPa, come da test di compressione su terreno sfuso), la Direzione Lavori potrà prescrivere l'approfondimento dello scavo e la realizzazione di una zona di sostegno con sabbia mista a ghiaia grossa (fondazione) opportunamente compattata.

Di norma comunque le tubazioni dovranno essere supportate in maniera continua ed uniforme per tutta la loro lunghezza su materiale solido e stabile, che costituirà apposito letto di posa (sabbia con contenuto di fini non superiore al 15%) e che dovrà essere compattato fino ad un valore minimo del 90% del Proctor Standard. Analogo materiale (con analogo compattazione) verrà impiegato per i rinfianchi che saranno eseguiti per strati successivi di altezza non superiore a 30 cm. Tale zona di riempimento, definita primaria, sarà situata fino ad un livello minimo corrispondente al 70% del diametro esterno delle tubazioni. Di seguito il riempimento, definito secondario, e compattato all'85% del P.S., dovrà essere portato fino ad almeno 30 cm sopra la generatrice superiore delle tubazioni, quota oltre la quale si potrà procedere al normale rinterro con le specifiche per lo stesso previste. In questa fase i giunti, salvo prove pneumatiche eseguite prima del varo in trincea, dovranno essere lasciati scoperti.

La compattazione dei rinfianchi dovrà essere fatta con particolare attenzione ed in condizioni di simmetria onde evitare lo spostamento della tubazione. Durante l'operazione dovrà essere controllato il contenuto di umidità del materiale di riempimento.

La compattazione dovrà essere di norma effettuata a mezzo di vibratori. Nel caso di trincee strette tale operazione verrà eseguita con costipatori manuali (del tipo ad impulsi). Nel caso di trincee larghe (D + 90 cm) la stessa operazione verrà eseguita con compattatori meccanici o con piastre vibranti. Sarà vietato comunque l'attraversamento delle trincee con mezzi pesanti fino a che la compattazione della tubazione non sia stata ultimata.

Qualora l'altezza del rinterro fosse inferiore ad un diametro e mezzo e qualora l'altezza della falda potesse interessare la zona della tubazione, il galleggiamento dovrà essere impedito con idonei accorgimenti. Lo stesso dicasi ove la compattazione venisse effettuata con sistemi a saturazione (se ammessi). Negli attraversamenti di opere murarie o in corrispondenza dei blocchi di ancoraggio dovrà evitarsi il contatto diretto con le murature ricorrendo a fasciature con guarnizioni di neoprene di idoneo spessore. Qualora poi fossero prevedibili assestamenti differenziali potrà essere disposto l'inserimento di giunti flessibili o di altri sistemi cautelativi.

Sistemi di tubazioni parallele poste in trincea comune dovranno avere tra loro una distanza sufficiente per consentire l'uso delle attrezzature necessarie alla compattazione del materiale di riempimento posto tra le tubazioni.

### 85.8.2. Tubazioni fuori terra

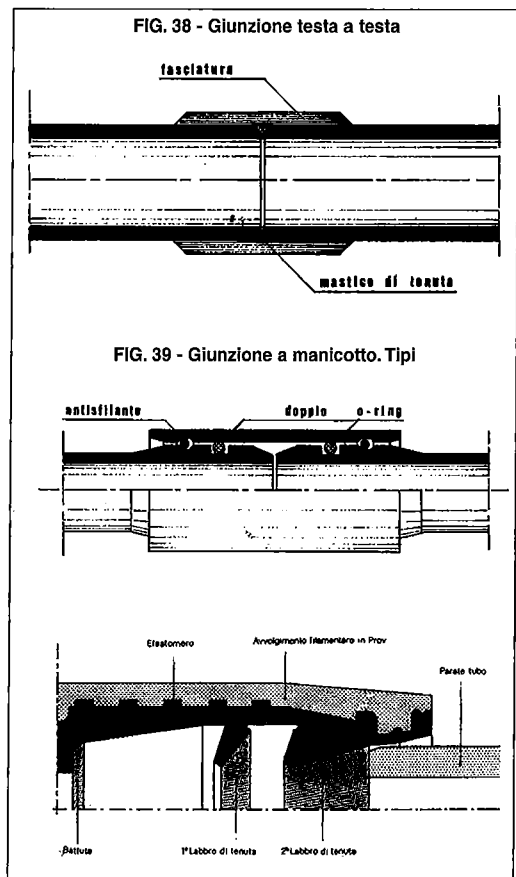
Qualora il progetto non ne definisse tutti i particolari esecutivi, fermi restando in subordine i doveri di verifica competenti all'Appaltatore, sarà compito dello stesso procedere allo studio completo delle linee, e questo sia in termini di calcolazione (tenendo presenti problemi di dilatazione termica ed instabilità elastica) sia in termini costruttivi (supportazione, posizionamento di «loop» o di compensatori, ecc.).

### 85.8.3. Giunzioni

I tubi ed i raccordi in resina rinforzata saranno collegati, secondo prescrizione, con uno dei seguenti tipi di giunzione: *testa a testa*, a *manicotto*, a *bicchiera*, a *flangia*. Tutti i tipi dovranno comunque assicurare tenuta idraulica e resistenza meccanica con gli stessi margini di sicurezza prescritti per i tubi, nelle previste condizioni d'impiego. Il disegno del giunto, con relative tolleranze e prescrizioni di montaggio sarà fornito dal produttore, ad integrazione di quanto specificato di seguito. Il tipo di giunto dovrà inoltre avere subito idonee prove di qualificazione in relazione sia alle pressioni che alle altre condizioni di servizio.

Le estremità dei tubi preparate per la giunzione dovranno essere completamente rifinite prima che gli stessi lascino lo stabilimento di produzione ed il giunto sarà possibilmente collaudato assieme ai tubi durante la prova di tenuta.

Le eventuali guarnizioni di gomma verranno fornite in imballaggio atto a mantenerle al riparo fino al momento dell'impiego. I sigillanti, le resine e gli induritori dovranno essere forniti o prescritti dallo stesso fabbricante dei tubi e potranno essere immagazzinati per durate di norma non superiori a 6 mesi ed a temperatura inferiore a 25 °C; in ogni caso dovranno adottarsi accorgimenti atti a prevenire pericoli di incendio o di scoppio. I recipienti di lavorazione dovranno essere di polietilene (o polipropilene) o di acciaio inossidabile ed accuratamente puliti, se occorre con stirolo. Le stuoie in fibra di vetro saranno di norma del tipo da 500/gm<sup>2</sup>; i «mat» da 450/gm<sup>2</sup> e 600/gm<sup>2</sup>.



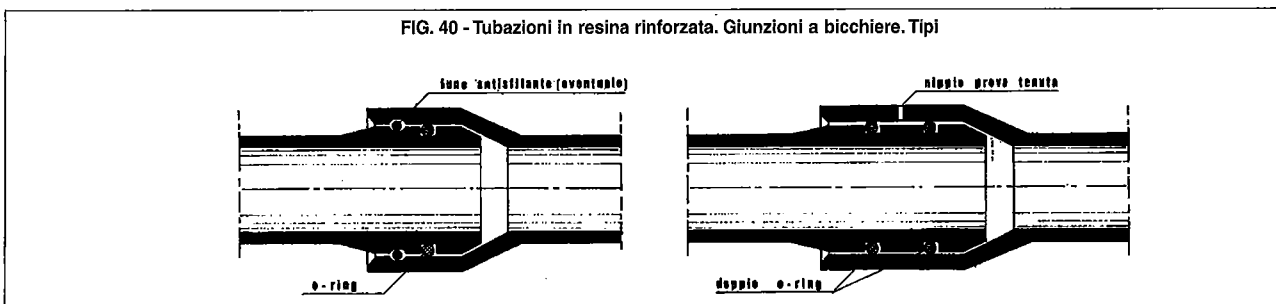
a) – *Giunzione testa a testa*: verrà di norma utilizzata solo per l'inserimento di tronchetti nella tubazione, per il collegamento delle tratte sottoposte a prova di tenuta o per altre necessità nascenti nel corso della posa; potrà essere eseguita in maniera flessibile, con impiego di giunti metallici dei tipi per uso su materiali plastici (Straub, Dresser) o in maniera flessibile, con fasciatura in resina e stuoia da realizzare in cantiere e sigillatura con mastice epossidico e guarnizione di gomma.

Per questo ultimo tipo di giunzione i tubi, previa molatura (se necessaria) o carteggiatura delle superfici interessate (per asportare lo strato esterno) e pulizia delle stesse (se necessario con stirolo od acetone), verranno allineati su apposite selle di centraggio, quindi accostati (con aria non superiore a 5 mm), sigillati con mastice o con mastice + idonea guarnizione in gomma (tipo SAT 1475 o similare) ed in ultimo fasciati con strati (di stuoia di fibra di vetro impregnata di resina) di larghezza e spessore calcolati in funzione delle caratteristiche della condotta e comunque indicati dal produttore. I nastri di stuoia o di mat verranno accuratamente impregnati di resina e catalizzatore (quest'ultimo in proporzioni secondo temperatura ed umidità) mediante rullatura nei due sensi fino a perfetta trasparenza, quindi deposti a cavallo della giunzione e rullati con cura, strato dopo strato, in senso longitudinale e trasversale, così da assicurare la perfetta adesione dei bordi. Lo stratificato pertanto non dovrà presentare bolle d'aria, cattiva impregnazione, delaminazioni interne. A rullatura ultimata la fasciatura sarà rivestita con foglio di mylar o cellophane e protetta da polvere, urti, ecc. fino a completa polimerizzazione (12 ore a 15 °C, per temperature inferiori si dovrà riscaldare con apposite fasce termiche).

b) – *Giunzione a manicotto*: potrà essere di natura rigida (ottenuta mediante incollaggio del manicotto sui tubi con resine termoindurenti) o di norma flessibile, ottenuta con l'inserzione di anelli di tenuta in gomma (O-Ring) o guarnizioni continue inserite in apposite sedi (precostituite o da lavorazione meccanica).

In tale tipo di giunzione, che potrà anche essere richiesta con caratteristiche antisfilanti a mezzo di idonei spinotti circolari (in nylon, ecc.) dovranno essere mantenute inalterate le doti di tenuta con una angolazione tra gli assi dei tubi adiacenti dei seguenti valori minimi: fino a DN 500, 2°; oltre DN 500 a DN 900, 1°; oltre DN 1000, 1/2°.

Il giunto inoltre dovrà essere in grado, a pari tenuta, di consentire un movimento relativo longitudinale pari almeno allo 0,3% della lunghezza totale del tubo.



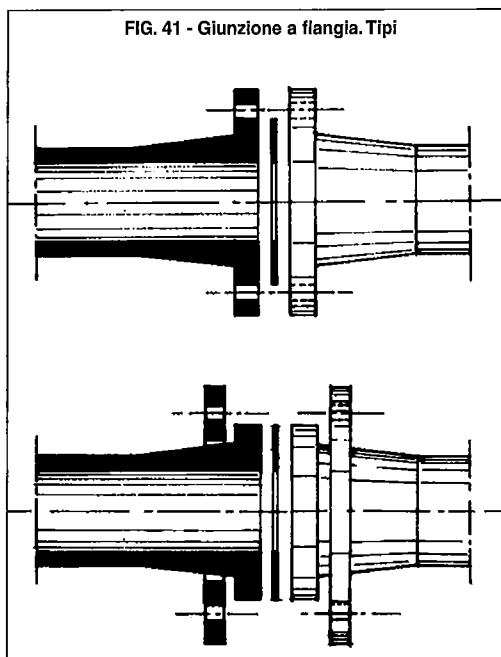
c) – *Giunzione a bicchiere*: sarà ottenuta inserendo l'estremità maschio di un tubo o raccordo nella corrispondente estremità a bicchiere di altro tubo o raccordo. Potrà essere di natura rigida o flessibile come per le giunzioni a manicotto alle quali si rimanda per tutte le altre specifiche e per le quali valgono anche le seguenti prescrizioni:

Le giunzioni di tipo rigido saranno ottenute (previa preparazione delle superfici da accoppiare con carteggiatura, pulizia, ecc.) applicando idoneo mastice, prima e dopo l'accoppiamento, fino a riempire completamente lo spazio tra le due superfici (aria radiale). Terminata la sigillatura, e dopo l'applicazione di apposito accoppiatore meccanico per il bloccaggio della zona di giunzione, si rivestirà il mastice stesso con una striscia di «surfacing», mat di vetro «C» quindi si passerà alla fasciatura da realizzarsi con uno strato di mat da 25 cm e con strati di stuoia di diverse larghezze secondo quanto previsto dal costruttore per le diverse PN.

Tale stratificazione sarà effettuata con le modalità di cui alla lett. a).

Le giunzioni di tipo elastico saranno ottenute previa pulizia e lubrificazione degli elementi interessati all'accoppiamento con idonei lubrificanti e curando che l'operazione d'infilaggio avvenga senza causare torsioni o svii nelle guarnizioni e danni sui manufatti per azioni concentrate.

d) – *Giunzione a flangia*: sarà ottenuta assieme alle estremità flangiate dei materiali mediante bulloni o tiranti, previa interposizione di idonea guarnizione. Tale tipo di giunzione sarà adoperata di norma per i collegamenti con le apparecchiature di linea e/o con i pezzi speciali. Le flange potranno essere fisse o mobili; i bulloni di serraggio dovranno essere dotati di rondelle sia sotto la testata che sotto il dado. Per serraggi molto spinti dovrà farsi ricorso a controflange metalliche.



## Art. 86

### RETI DI DISTRIBUZIONE DEL GAS

#### 86.0. GENERALITÀ

Le reti di distribuzione del gas dovranno essere realizzate nel rispetto del D.M. 24 novembre 1984 avente per oggetto: «Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8» nonché, per quanto non incompatibile, nel rispetto della normativa di seguito riportata:



**UNI 9034** - Condotte di distribuzione del gas con pressione massima di esercizio minore od uguale a 0,5 MPa (5 bar). Materiali e sistemi di giunzione.

**UNI 9165** - Reti di distribuzione del gas. Condotte con pressione massima di esercizio minore od uguale a 5 bar. Progettazione, costruzione, collaudo, conduzione, manutenzione e risanamento (1).

### 86.0.1. Classificazione del gas – Famiglie

Secondo UNI 9165 i gas sono classificati in tre famiglie (in base all'indice di Wobbe superiore (2), a 15 °C e 1013,25 mbar assoluti) di cui la prima è relativa ai gas manifatturati, la seconda ai gas naturali e la terza ai gas di petrolio liquefatto (GPL) (3).

### 86.0.2. Classificazione delle condotte – Specie

Sulla base del D.M. sopra riportato, le condotte per il trasporto del gas classificano in sette tipologie di specie, particolarmente definite nella tabella 71:

**TAB. 71 – Classificazione delle condotte per trasporto gas. Specie**

CONDOTTE	PRESSIONE MASSIMA DI ESERCIZIO	
	Superiore a:	Inferiore od uguale a:
1ª Specie	24 bar (2,4 MPa)	–
2ª Specie	12 bar (1,2 MPa)	24 bar (2,4 MPa)
3ª Specie	5 bar (0,5 MPa)	12 bar (1,2 MPa)
4ª Specie	1,5 bar (0,15 MPa)	5 bar (0,5 MPa)
5ª Specie	0,5 bar (0,05 MPa)	1,5 bar (0,15 MPa)
6ª Specie	0,04 bar (0,004 MPa)	0,5 bar (0,05 MPa)
7ª Specie	–	0,04 bar (0,004 MPa)

### 86.1. IMPIANTI DI RIDUZIONE E REGOLAZIONE DELLA PRESSIONE

Dovranno essere realizzati con il rispetto della seguente particolare normativa:

- UNI 9167** - Impianti di ricezione e prima riduzione del gas naturale. Progettazione, costruzione e collaudo.
- UNI 10390** - Impianti di riduzione finale della pressione del gas naturale funzionanti con pressione a monte massima compresa tra 5 e 12 bar. Progettazione, costruzione e collaudo.
- UNI 10619** - Impianti di riduzione e misurazione del gas naturale funzionanti con pressione a monte di 12 bar ed a valle di 0,04 ÷ 0,5 bar. Progettazione, installazione, costruzione e collaudo.
- UNI EN 1776** - Trasporto e distribuzione del gas. Stazioni di misurazione del gas naturale. Requisiti funzionali.
- UNI EN 12186** - Idem. Stazioni di regolazione della pressione del gas per il trasporto e la distribuzione. Requisiti di funzionamento.
- UNI EN 12279** - Idem. Installazioni per la regolazione della pressione del gas sulle reti di distribuzione. Requisiti funzionali.

### 86.2. MATERIALI PER CONDOTTE GAS - MOP > 5 BAR (1ª, 2ª, 3ª SPECIE)

Il materiale per condotte con pressioni massime di esercizio (MOP - Maximum Operating Pressure) maggiori di 5 bar sarà esclusivamente costituito da tubi, raccordi, valvole ed accessori di acciaio rispondenti alle prescrizioni di cui alla Sez. II del d.m. 24 novembre 1984 e, per quanto non incompatibile, alle prescrizioni delle norme UNI EN di seguito citate.

### 86.3. MATERIALI PER CONDOTTE GAS – MOP ≤ 5 BAR (4ª, 5ª, 6ª, 7ª SPECIE)

#### 86.3.1. Tubi di acciaio

Dovranno rispondere alle prescrizioni di cui al punto 46.6.3. del presente Capitolato che riporta gli spessori minimi in rapporto alla pressione di progetto secondo UNI EN 10208-1 ed il d.m. 24 novembre 1984 e s.m.i., Sez. III. I tubi della 6ª e 7ª specie dovranno avere caratteristiche non minori di quelle prescritte dalla seguente norma:

- UNI 8863** - Tubi senza saldatura e saldati di acciaio non legato filettabili secondo UNI ISO 7/1.

In particolare lo spessore dovrà rispettare il minimo di seguito riportato: 2,1 mm per DN da 10 a 20; 2,6 mm per DN da 25 a 40; 2,8 mm per DN da 50 a 65; 3,2 mm per DN 80; 3,5 mm per DN 100.

#### 86.3.2. Tubi di ghisa sferoidale

Dovranno rispondere alle prescrizioni della norma UNI EN 969 riportata al punto 46.8.8. del presente Capitolato. Gli spessori minimi saranno: per tubi con DN ≥ 250:  $t = 4,5 + 0,009 \text{ DN}$ ; per tubi con DN < 250:  $t = 5,8 + 0,003 \text{ DN}$ . In ogni caso gli spessori minimi, in rapporto alla tipologia costruttiva dei tubi (centrifugati o colati) e per pressioni massime di esercizio ≤ 5 bar, dovranno essere inferiori a quelli deducibili con la formula di cui al punto 4.1.5.2., lett. b) della UNI 9034.

#### 86.3.3. Tubi di polietilene

Dovranno rispondere alla normativa riportata al punto 56.3. del presente Capitolato ed avere spessori minimi non inferiori a quelli calcolati secondo il paragrafo 4.1.5.3 della UNI 9034 (in funzione della pressione massima di esercizio, del diametro esterno  $D_e$  e della tensione ammissibile nel materiale) e comunque non inferiore ai valori riportati nello stesso paragrafo in funzione del  $D_e$ .

#### 86.3.4. Tubi di rame (4)

Dovranno avere le caratteristiche riportate al punto 47.3.1. del presente Capitolato e rispondere alle particolari prescrizioni di cui ai paragrafi 4.1.4 e 4.1.5.4 della norma UNI EN 9034.

I tubi di rame non potranno essere utilizzati per diametri esterni maggiori di 108 mm ed inoltre: per condotte di derivazione di utenza interrate esercite a  $p > 0,004 \text{ MPa}$  (0,04 bar) convoglianti gas naturale avente densità relativa ≤ 0,8; per condotte di distribuzione convoglianti gas naturale avente densità relativa ≤ 0,8.

(1) La norma si applica alle condotte di 4ª, 5ª, 6ª e 7ª Specie.

(2) L'indice di Wobbe è il rapporto tra il potere calorifico di un gas (inferiore o superiore) e la radice quadrata della densità relativa all'aria, nelle stesse condizioni di riferimento.

(3) Per un'informazione più completa v. la norma UNI EN 437.

(4) L'impiego dei tubi di rame non è previsto dal D.M. del 24 novembre 1984.

Lo spessore nominale dei tubi dovrà rispettare i seguenti minimi: 1 mm *De* fino a 18 mm; 1,5 mm per *De* oltre 18 e fino a 42 mm; 2 mm oltre 42 e fino a 64 mm; 2,5 mm oltre 64 e fino a 88,9 mm; 3 mm oltre 88,9 e fino a 108 mm.

### 86.3.5. Raccordi, pezzi speciali, valvole e accessori vari

Per tali materiali e per i relativi accoppiamenti si rinvia alla particolare casistica riportata dalla norma UNI EN 9034.

### 86.4. CONDOTTE CON PRESSIONE > 5 BAR – MODALITÀ DI POSA

Per le condotte con pressione massima di esercizio > 5 bar le modalità di posa dovranno rispettare le disposizioni di cui alla Sez. II del D.M. 24 novembre 1984 più volte richiamato.

### 86.5. CONDOTTE CON PRESSIONE ≤ 5 BAR – MODALITÀ DI POSA

Per le condotte con pressione massima di esercizio ≤ 5 bar le modalità di posa dovranno rispettare le disposizioni di cui alla Sez. III del D.M. sopra richiamato nonché, per quanto non incompatibile, le prescrizioni della norma UNI 9165.

#### 86.5.1. Sezionamento

Le condotte di 4ª e 5ª Specie dovranno essere sezionabili mediante organi di intercettazione (valvole) in tronchi di lunghezza massima complessiva di 2 km. Quelle di 6ª e 7ª Specie potranno essere sezionate in relazione alle esigenze di funzionalità della rete. Dovrà inoltre essere assicurato, con adatte apparecchiature, che le pressioni massime di esercizio stabilite non vengano superate; a tale scopo in testa alle condotte di 4ª, 5ª e 6ª Specie dovrà essere installato, oltre all'eventuale apparecchio di riduzione della pressione, un idoneo dispositivo di sicurezza (1) che intervenga prima che la pressione effettiva abbia superato la pressione massima di esercizio stabilita per tali condotte per non più del 10% (2).

#### 86.5.2. Accessori

Gli *scarichi* dovranno essere dimensionati in relazione al diametro delle tubazioni da cui derivano e dovranno essere dotati di organo di intercettazione e muniti, all'estremità di dispositivi che consentano sia il collegamento di apparati mobili di scarico sia l'applicazione di chiusure di sicurezza; saranno installati a monte ed a valle di ciascuna valvola.

Gli organi di raccolta delle *condense* saranno installati sulle condotte di gas che, per il tipo o per il trattamento di quest'ultimo, possano dare luogo al formarsi di condense. L'installazione avverrà in punti altimetricamente opportuni.

Gli *spurghi* saranno installati in corrispondenti degli organi di raccolta delle condense, nel caso sia ipotizzabile il deposito di eventuali impurità (liquide o solide).

I *compensatori di dilatazione* verranno installati nel caso di posa di condotte aeree a protezione delle sollecitazioni dovute a variazioni di temperatura e saranno realizzati con opportuna geometria della condotta o con specifici organi.

Per gli *ancoraggi*, ove opportuni o necessari, si rinvia alle norme generali del presente Capitolo relative alle norme di posa delle tubazioni.

#### 86.5.3. Distanze di posa dai fabbricati

Nella posa delle condotte in prossimità di fabbricati, in relazione alla Specie, al tipo di gas, alla sede ed alle condizioni di posa, dovranno essere rispettate le distanze di sicurezza di cui al prospetto 1 della UNI 9165 parzialmente riportato nella Tab. 72.

TAB. 72 - Condotte di gas. Distanze minime di posa dei fabbricati in relazione a diverse condizioni

CATEGORIA DI POSA	SEDE E CONDIZIONI DI POSA	4ª E 5ª SPECIE		6ª E 7ª SPECIE
		Dens. Gas ≤ 0,8	Dens. Gas > 0,8	
A	Condotte posate in terreno pavimentato in asfalto, lastre di pietra cemento o non pavimentato ma con strati profondi permeabili.	2 m	2 m	≥ 1 m (Codice civile)
B	Terreno sprovvisto di pavimentazioni su striscia coassiale di 2 m o con permeabilità relativa in profondità non maggiore.	1 m	2 m	
C	Condotte da cui in A ma con drenaggio del gas con dens. ≤ 0,8.	1 m	–	
D	Condotte per le quali siano realizzate le opere di protezione	1 m	–	

#### 86.5.4. Profondità di interrimento

Salvo diverse condizioni di posa, le condotte dovranno essere interrate a profondità non inferiori a quelle date dalla presente tabella. Per le zone non soggette a traffico veicolare la profondità di 0,40 m sarà ammessa a condizione che la tubazione sia posta almeno a 0,50 m dal bordo della carreggiata.

Ove non possano rispettarsi tali profondità minime, dovrà farsi ricorso ad opportune protezioni come prescritto al punto 6.7.2 della UNI 9165.

#### 86.5.5. Interferenza con altri servizi interrati

In presenza di parallelismi, sovrappassi e sottopassi con altre canalizzazioni esistenti, nel caso di parallelismi con serbatoi di prodotti infiammabili o di interferenza con linee elettriche o telefoniche interrate, ecc. dovranno adottarsi distanze non inferiori a 0,50 m ed opportune protezioni come nella casistica riportata ai punti 6.7.3, 6.7.4 e 6.7.5 della stessa norma.

TAB. 73 - Condotte gas. Profondità di interrimento

Sede di posa	Profondità minima di interrimento [m]	
	Specie della condotta	
	4ª e 5ª	6ª e 7ª
Sede stradale	0,90	0,60
Zone non soggette al traffico veicolare	0,40	0,40
Terreni di campagna	0,90	0,60
Terreni rocciosi	0,40	0,40

(1) Es. secondo riduttore in serie o blocco o sfioro, ecc.

(2) In testa alle condotte di 7ª Specie, in relazione al valore della pressione a monte ed alla portata in transito, dovranno essere installati uno o due dispositivi di sicurezza del tipo sopra citato, che intervengano prima che la pressione effettiva abbia superato la pressione massima di esercizio stabilita per non più del 20%.

### 86.5.6. Protezione catodica

Le condotte di acciaio e di rame dovranno essere protette contro le azioni del terreno e le correnti elettriche naturali o disperse mediante un sistema di protezione catodica che faccia riferimento alle norme UNI EN 12954 ed UNI 9783 (1). La protezione catodica potrà non essere applicata a tratti di condotta di limitata lunghezza purché forniti di efficiente rivestimento e separati elettricamente, a mezzo di giunto isolante (v. UNI 9034), dal resto della condotta.

### 86.5.7. Sistemi di giunzione – Giunzioni miste

I sistemi di giunzione delle condotte saranno conformi alla norma UNI 9034 ed in particolare:

#### a) – Condotte di acciaio:

Le condotte saranno realizzate mediante saldatura, flangiatura, filettatura (ammessa per DN non superiore ad 80 e per impieghi non interrati) e, in casi particolari e solo su condotte di 6ª e 7ª Specie aeree in esercizio, anche con giunti a serraggio meccanico. La flangiatura per condotte di 4ª e 5ª Specie sarà ammessa solo per condotte non interrate; per quelle di 6ª e 7ª Specie la flangiatura sarà applicabile normalmente per giunzioni non interrate (2).

#### b) – Condotte di ghisa sferoidale:

Le giunzioni dovranno essere realizzate con giunti a serraggio meccanico od automatico, secondo prescrizioni. Nel caso di condotte di 4ª e 5ª Specie dovranno essere adottati dei giunti antisfilamento od opportuni ancoraggi.

#### c) – Condotte di polietilene:

Le giunzioni dovranno essere realizzate con saldature per fusione ottenuta mediante elementi riscaldati o raccordi elettrosaldabili. Per condotte non interrate con  $De \leq 63$  mm potrà fare ricorso a raccordi con appropriato serraggio meccanico con guarnizione (v. UNI 9736) e di idonee caratteristiche.

#### d) – Condotte di rame:

Le giunzioni dovranno essere realizzate con saldature di testa ovvero, per tubazioni con  $De \leq 54$  mm, con giunzione capillare mediante brasatura con raccordi conformi alla norma UNI EN 1254-1.

Le giunzioni miste polietilene-acciaio od altre condotte metalliche, rame acciaio, acciaio-ghisa dovranno essere realizzate con le prescrizioni particolari di cui al punto 7.1.5 della UNI 9165. I collegamenti tra condotte di materiali metallici diversi dovranno comunque essere realizzati con l'interposizione di giunti isolanti, onde consentire la protezione catodica su una od entrambe le condotte.

### 86.5.8. Cambiamenti di direzione

I cambiamenti di direzione, sia sul piano orizzontale che su quello verticale, dovranno essere realizzati con idonei pezzi speciali. Nel caso di tubi di acciaio sarà ammessa la piegatura a freddo, purché il raggio di curvatura non sia minore 10 volte il  $De$  del tubo, per  $De \leq 60,3$  mm e 38 volte il  $De$  del tubo maggiori di 60,3 mm. Nel caso dei tubi di polietilene, cambiamenti di direzione non dovranno comportare curvature con raggio inferiore a 20 volte il  $De$  del tubo stesso.

### 86.5.9. Diramazioni

Le diramazioni saranno di norma realizzate con l'impiego di pezzi speciali. Nel caso di tubi di acciaio potrà essere ammessa, con le necessarie cautele per gli sforzi sostenibili, la diretta saldatura dei tubi delle due condotte. Nel caso dei tubi di ghisa della 6ª e 7ª Specie sarà ammesso l'impiego di raccordi con derivazione flangiata del tipo a manicotto aperto longitudinalmente a serraggio meccanico e tenuta alla pressione con guarnizioni.

### 86.5.10. Opere di protezione

Dovranno essere realizzate in relazione alla vicinanza dei fabbricati, alla profondità di interramento ed all'interferenza con altri servizi interrati laddove non possano essere rispettate le distanze previste e comunque ovunque ritenuto necessario dalla casistica prevista al punto 7.4.3 della UNI 9165. Saranno di norma costituite da manufatti o tubi di protezione, controcanne, ecc., secondo progetto, dotate di intercapedine che possa consentire il flusso del gas di eventuale dispersione.

### 86.5.11. Opere di drenaggio

Consisteranno nella creazione, al di sopra della condotta e lungo l'asse della stessa, di una zona di notevole permeabilità, maggiore di quella del terreno circostante, mediante l'utilizzo di materiali di adeguata granulometria, in modo da favorire il flusso di eventuale gas disperso verso tale zona. Le opere di drenaggio dovranno essere sezionate da setti separatori a tenuta di gas (es. terreno compatto) in tratte di lunghezza massima di 150 m e dovranno essere corredate di sfiati.

### 86.5.12. Sfiati

Gli sfiati dovranno essere installati:

- sulle opere di protezione destinate a consentire la riduzione della distanza da altre canalizzazioni interrate solo nel caso di posa in parallelismo per lunghezze maggiori di 150 m e su quelle destinate a permettere la riduzione della distanza dai fabbricati (3);
- sulle opere di drenaggio destinate a consentire la riduzione della distanza dai fabbricati, in corrispondenza di ciascuna estremità di ogni tratta drenata;
- sui pozzetti (v. UNI 8827) destinati all'alloggiamento di impianti di riduzione della pressione;

(1) V. anche la UNI 10166 per i posti di misura, la UNI 10167 per le custodie, la UNI 10428 per i drenaggi unidirezionali, la UNI CEI 8 per gli alimentatori e la UNI 10835 per i dispersori di corrente.

(2) In caso di particolari esigenze funzionali, la filettatura sarà ammessa anche per impieghi interrati, ma solo su condotte con DN  $\leq 50$  di 6ª e 7ª Specie. I materiali da impiegare per migliorare la tenuta della giunzione filettate daranno riferimento alla UNI EN 751.

(3) Il numero degli sfiati dovrà essere almeno pari ad uno, per tratti di lunghezza non superiore a 30 m, ed almeno pari a due, per tratti di lunghezza maggiore o per configurazione e condizioni di posa per le quali possano essere considerati utili.

Gli sfiati saranno costituiti da un tubo di diametro interno  $\geq 30$  mm, saranno corredati di un terminale munito di rete tagliafiamma e non dovranno consentire l'ingresso della pioggia (1).

#### 86.5.13. Installazioni particolari

Nel caso di attraversamento interrato negli alvei dei corsi d'acqua, la profondità minima di interrimento delle tubazioni non dovrà essere inferiore ad 1 m rispetto al fondo.

Nel caso di posa aerea, dovranno essere opportunamente studiati i supporti, gli ancoraggi ed i compensatori di dilatazione. Non è ammessa la posa di tubazioni di polietilene. Non è ammessa altresì l'installazione di qualunque tubazione gas in camere vuote, se non liberamente arieggiate o dotate di idonei sfiati.

#### 86.5.14. Segnalazione delle condotte

Nel caso di condotte di 4<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> Specie, dovrà essere prevista, durante il rinterro, la posa in opera di nastri di segnalazione al di sopra della condotta ed a distanza utile di avviso. Lo stesso dicasi, nel caso di tubi di polietilene, per le condotte di 6<sup>a</sup> e 7<sup>a</sup> Specie (2).

#### 86.5.15. Protezione contro la corrosione

Le condotte interrate di acciaio, di ghisa o di rame dovranno essere provviste di idonei rivestimenti (3) secondo prescrizione, conformi a quanto riportato nella norma UNI 9034. Tali rivestimenti, nel caso di acciaio o di rame, potranno essere integrati dalla protezione catodica di cui al precedente punto 86.5.6., nei suoi vari sistemi e dispositivi (4). La protezione contro la corrosione, nel caso di acciaio o ghisa, dovrà riguardare anche le condotte esterne.

L'efficacia della protezione catodica dovrà essere controllata anche nel tempo con le prescrizioni e le procedure di cui ai punti 8.2 ed 8.3 della UNI 9165.

#### 86.5.16. Prove di collaudo

Saranno eseguite idraulicamente sotto pressione, fatta eccezione per le condotte di diametro inferiore a 100 mm per le quali potrà essere consentito l'uso dell'aria o di gas inerte. Il collaudo dovrà essere eseguito per tronchi in posa definitiva (es. già interrati) e consisterà in una prova ad una pressione di 1,5 volte quella massima di esercizio per le condotte di 4<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> Specie e di 1 bar per quelle di 6<sup>a</sup> e 7<sup>a</sup> Specie.

La prova di collaudo sarà considerata favorevole se ad avvenuta stabilizzazione delle condizioni di prova la pressione si sarà mantenuta costante, a meno delle variazioni dovute all'influenza della temperatura, per almeno 24 h. Per ogni prova dovrà essere redatto un resoconto al quale dovrà essere allegato il diagramma di registrazione della prova stessa. A fine prova, l'eventuale acqua impiegata dovrà essere eliminata.

Nel caso che la prova sia stata eseguita per tronchi, oppure nel caso di inserimento di componenti successivo alle prove di pressione, dovrà essere fatta una prova finale sull'intera condotta, con aria o gas inerte e con le stesse modalità.

### 86.6. IMPIANTI DI DERIVAZIONE DI UTENZA

Così definiti gli impianti che hanno inizio a partire dalla condotta stradale (questa esclusa) o dal deposito di utenza del GPL (questo escluso) e si estendono fino al gruppo di misura (questo escluso) o, in assenza, fino all'organo di intercettazione terminale della derivazione, dovranno essere realizzati con l'osservanza delle prescrizioni della norma UNI 9860.

#### 86.6.1. Intercettazione del gas

Gli impianti di derivazione di utenza dovranno essere dotati di organo di intercettazione generale del gas all'esterno del fabbricato da servire; tale organo potrà essere posizionato fuori terra o in nicchia od ancora in pozzetto. Ove la pressione di esercizio ( $P_e$ ) sia maggiore di 1,5 bar, detti impianti dovranno essere dotati di una prima intercettazione in corrispondenza del collegamento alla condotta stradale.

#### 86.6.2. Tracciato

Le condotte per derivazione d'utenza dovranno essere mantenute all'esterno dei muri perimetrali dell'edificio da servire; sono ammesse comunque numerose deroghe, in rapporto alle diverse pressioni di esercizio dell'impianto, per la cui casistica si fa riferimento al punto 5.2 della norma citata. In ogni caso non è ammessa la percorrenza in locali adibiti a: abitazione; autorimessa; locale caldaia; deposito di combustibili o di materiali infiammabili; vani ascensore; canne fumarie; condotti di scarico; condotti destinati ad alloggiamenti di altri servizi (energia elettrica, telefono, ecc.).

#### 86.6.3. Dimensionamento degli impianti

Inteso come progetto o verifica del diametro delle tubazioni dalla condotta stradale ai gruppi di misura o ad agli organi di intercettazione terminali, il dimensionamento degli impianti sarà effettuato con i criteri di cui al punto 5.4 della norma.

#### 86.6.4. Organi e pezzi speciali

Nel caso di allacciamenti interrati di materiale metallico in derivazione da condotte stradali protette catodicamente (di norma acciaio e rame), dovrà essere prevista l'installazione di un organo di sezionamento elettrico (UNI 10284 o UNI 10285) allo scopo di separare elettricamente la parte interrata da quella aerea. Detto organo sarà inserito all'estremità terminale dell'allacciamento interrato, immediatamente a monte dell'organo di intercettazione generale.

(1) Gli sfiati dovranno inoltre soddisfare le seguenti condizioni:

- per quelli destinati ad evacuare gas, l'altezza del tubo di sfiato dovrà essere minore di 2 m dal piano di campagna;
- per quelli esplicitamente destinati a favorire la circolazione dell'aria dovranno essere previsti due tubi di sfiato aventi altezza differenziata rispetto allo stesso piano, dei quali non avrà altezza superiore a 0,7 m e l'altro le caratteristiche superiormente indicate.

(2) Opportuna appare anche la disposizione lungo il tracciato di cartelli di segnalazione.

(3) La prova dell'integrità dei rivestimenti, prima dell'interramento, sarà effettuata a mezzo di apparecchio rivelatore a scintilla, tarato con una tensione di scarica  $\geq 10$  kV.

(4) La protezione catodica a correnti impresse dovrà fornire alla condotta un potenziale negativo verso terra almeno pari al valore di soglia di protezione, caratteristico del materiale da proteggere come indicato nella UNI EN 12954. Tale valore per le condotte interrate è di almeno -0,85 V per l'acciaio e di almeno -0,20 V per il rame.

Nel caso di gas umidi che possano dare origine a condense ed ove non risulta possibile mantenere la pendenza delle condotte verso la tubazione stradale, dovrà essere inserito un organo di raccolta condense. Questo dovrà essere installato nel punto più basso di eventuali contropendenze, sia dell'allacciamento interrato sia di quello aereo. In quest'ultimo caso l'organo potrà essere costituito semplicemente da un tubo verticale con un tappo nella parte inferiore.

#### 86.6.5. Tubi e valvole

È ammesso l'impiego di tubi di acciaio, di ghisa sferoidale, di polietilene (1) e di rame (2). Lo spessore dei tubi farà riferimento alle tabelle dimensionali delle singole norme UNI od UNI EN di prodotto in parte riportate nei prospetti da 1 a 5 della UNI 9860 (fatti salvi successivi aggiornamenti normativi di prodotto).

Le valvole di intercettazione, scelte con riferimento alla UNI 9034, dovranno avere le seguenti caratteristiche funzionali: chiusura rapida per rotazione di 90° realizzabile con appositi attrezzi; arresti di fine corsa nelle posizioni di completa apertura o chiusura; possibilità di suggellamento in apertura ed in chiusura.

#### 86.6.6. Giunzioni

La giunzione dell'organo di presa alla condotta stradale dovrà essere effettuata con i sistemi prescritti nella UNI 9034; in particolare, e per quanto non previsto dalla norma, con le prescrizioni di cui al punto 6.2.1 della UNI 9860. Per la giunzione dei tubi, dei raccordi e degli accessori si stabilisce inoltre:

##### a) – Tubi, raccordi ed accessori di acciaio

Negli allacciamenti interrati la giunzione tra gli elementi dovrà essere realizzata di regola mediante saldatura di testa eseguita con procedimento all'arco elettrico (3). Negli allacciamenti aerei la giunzione potrà essere realizzata: mediante saldatura; mediante accoppiamento filettato (4); mediante giunti a serraggio meccanico, in casi eccezionali. I materiali di tenuta delle giunzioni filettate dovranno essere conformi alla UNI EN 751; le guarnizioni dei giunti meccanici dovranno essere di gomma sintetica o equivalenti, rispondenti alla UNI 9264.

##### b) – Tubi e raccordi di ghisa

La giunzione dei tubi dovrà essere di norma del tipo a bicchiere, con giunto elastico a serraggio meccanico conforme alla UNI 9164 (5).

##### c) – Tubi e raccordi di polietilene

La giunzione dei tubi, dei raccordi e degli accessori potrà essere realizzata mediante: saldatura di testa per fusione, attraverso elementi termoriscaldanti, limitatamente ai diametri esterni  $De > 63$  mm; saldatura per fusione a mezzo di raccordi elettrosaldabili. In subordine e limitatamente ad allacciamenti interrati con  $Pe \leq 0,5$  bar, la giunzione potrà essere realizzata con raccordi di ghisa malleabile UNI EN 1562 (6). Nei punti di transizione tra tubi di polietilene e tubi metallici le giunzioni dovranno essere realizzate con raccordi monoblocco metallo-plastici.

##### d) – Tubi e raccordi di rame

La giunzione dei tubi, dei raccordi e degli accessori potrà essere realizzata mediante saldatura di testa o saldatura a giunzione capillare mediante raccordi della serie UNI 8050 (7).

#### 86.6.7. Criteri di posa in opera e collaudo – Collegamento equipotenziale

Per la posa in opera delle tubazioni e per il relativo collaudo dovrà farsi riferimento alle particolari prescrizioni di cui ai punti 7 e 9 della UNI 9860. Le tubazioni costituenti l'allacciamento aereo dovranno essere collegate al sistema equipotenziale del fabbricato con l'osservanza delle norme CEI vigenti sull'argomento.

È vietato utilizzare una qualsiasi parte dell'impianto di derivazione d'utenza del gas quale conduttore di terra, conduttore di protezione e/o dispersore di impianti ed apparecchiature elettriche di qualunque genere.

### Art. 87

#### MANUFATTI PER IMPIANTI DI ACQUEDOTTO E FOGNANTI

##### 87.1. SERBATOI

###### 87.1.0. Generalità

I serbatoi dovranno essere realizzati secondo gli esecutivi di progetto, nel rispetto comunque delle norme generali di cui all'Appendice del presente Capitolato. Per gli stessi inoltre, in quanto manufatti strutturali di particolare rilievo, si richiamano le norme di cui all'art. A4 della stessa Appendice.

###### 87.1.1. Prove di carico e di tenuta

La prova di carico delle vasche in cemento armato verrà effettuata non prima che siano trascorsi almeno 60 giorni dall'ultimazione dei getti.

(1) Limitatamente a pressione massima di esercizio  $P \leq 4$  bar.

(2) Non ammesso per allacciamenti convoglianti gas naturale con densità relativa  $d \leq 0,8$  e con pressione di esercizio  $Pe > 4$  bar.

(3) È ammesso il procedimento di saldatura ossiacetilénico limitatamente a tubi di diametro esterno  $De \leq 60,3$  mm nel caso di allacciamenti con pressione di esercizio  $Pe > 0,5$  bar, e di diametro esterno  $De \leq 88,9$  mm nel caso di allacciamenti con  $Pe \leq 0,5$  bar (6° e 7° specie). Sono ammesse giunzioni filettate, con filettatura UNI ISO 7-1, per diametro esterno  $De \leq 88,9$  mm con le limitazioni di cui al punto 6.2.2.1 della norma.

(4) Per tali giunzioni, limitatamente a tubazioni con pressioni di esercizio  $Pe > 0,5$  bar, raccordi e pezzi speciali potranno essere di ghisa malleabile.

(5) Per le condotte con  $Pe \leq 0,5$  bar, in particolare condizioni di esercizio potrà essere ammessa la giunzione con giunto elastico automatico secondo UNI 9163, salvo verifica contro la possibilità di sfilamento.

(6) Per gli allacciamenti con  $Pe \leq 0,5$  bar è ammesso l'impiego, esclusivamente fuori terra, di raccordi metallici a serraggio meccanico con guarnizione sul lato PE. Tali raccordi sono inoltre ammessi per il collegamento tra tubazione e gruppi di riduzione-regolazione della pressione di utenza (limitatamente a  $De \leq 32$  mm per le condotte con  $Pe > 5$  bar).

(7) Limitatamente ad impieghi non interrati, è ammessa la giunzione dei tubi di rame con tubi metallici diversi purché siano impiegati raccordi misti secondo UNI 8050.

Per l'effettuazione della prova i serbatoi dovranno essere riempiti fino alla capacità prevista in progetto, in modo da sollecitare al massimo le strutture; nel contempo si procederà all'installazione, nei punti indicati dalla Direzione Lavori o dal Collaudatore, dei flessimetri per l'accertamento, sotto carico e successivamente a strutture scaricate, delle frecce di inflessione, che dovranno risultare non superiori a quelle desunte dai calcoli.

La prima prova di tenuta verrà effettuata contemporaneamente alla prova di carico di cui in precedenza. A tale scopo i serbatoi verranno tenuti pieni per 15 giorni consecutivi, determinando con successive osservazioni le perdite eventualmente verificate, che non dovranno in alcun caso superare il limite di 4,00 l/m<sup>2</sup> di superficie bagnata per ogni 24 ore di immersione per quelli in cemento armato e le quantità afferenti all'evaporazione naturale per quelli in acciaio. In difetto, l'Appaltatore avrà l'obbligo, a sue totali cure e spese, di provvedere alle necessarie riparazioni (strutturali, dei rivestimenti o dei trattamenti impermeabilizzanti in genere) e di ripetere la prova fino al raggiungimento dell'esito positivo.

La seconda prova di tenuta verrà effettuata dopo l'esito positivo della prima, a distanza di 90 giorni, e con le stesse modalità. Le osservazioni, effettuate in tempi successivi, dovranno accertare la impermeabilità di tutte le pareti bagnate, tenuto conto unicamente dell'evaporazione ammissibile relativa alle superfici a pelo libero. In difetto, l'Appaltatore dovrà provvedere ai necessari interventi ed alla ripetizione della prova fino ad esito positivo.

Saranno a totale carico dell'Appaltatore tutti gli oneri derivanti dalla fornitura, collocazione e smontaggio delle apparecchiature necessarie, nonché dalla fornitura dell'acqua ancorché effettuata con approvvigionamento indiretto (ove i serbatoi non risultassero allacciati).

Di tutte le suddette operazioni, da eseguirsi in contraddittorio, verrà redatto e sottoscritto dalle parti un processo verbale.

## 87.2. POZZETTI PER IMPIANTI FOGNANTI

### 87.2.1. Pozzetti di ispezione

Saranno di norma realizzati in muratura di mattoni pieni, sul tipo della Fig. 42 od in conglomerato cementizio dosato a 250 ÷ 300 kg/m<sup>3</sup> di cemento (armato o meno secondo prescrizione). Potranno comunque essere realizzati con elementi in PEAD o PRFV parzialmente o totalmente prefabbricati (rivestiti o meno con conglomerato secondo gli spessori e le condizioni di posa) o con elementi modulari prefabbricati in calcestruzzo di cemento vibrocompreso a parziale o totale impiego (v. Figg. 43 e 44). In ogni caso avranno sezione non inferiore a 0,70 x 1,00 m (se rettangolari) o diametro non inferiore a 0,90 m (se circolari) e pareti di spessore non inferiore a 15 cm (se di conglomerato gettato in opera).

Qualora i pozzetti fossero ricavati da tubi di materiale plastico e non fosse previsto il rivestimento in conglomerato, sarà opportuno non interrompere la continuità della tubazione in corrispondenza dell'attraversamento, ma limitarsi al taglio della parte superiore della stessa. Ove invece fosse previsto il rivestimento (di norma sotto traffico), la tubazione potrà essere interrotta ma dovrà essere dotata di idonei collari di ancoraggio (il fondo del pozzetto dovrà essere rivestito in questo caso con lo stesso materiale plastico). In entrambi i casi i tubi dovranno essere accuratamente saldati alle pareti dei pozzetti nei fori di passaggio.

I pozzetti di ispezione dovranno essere collocati in corrispondenza degli innesti, degli incroci, degli angoli e delle variazioni di pendenza; dovranno essere collocati altresì lungo l'asse delle canalizzazioni di modo che la reciproca distanza non risulti in ogni caso superiore a 30 m (1).

### 87.2.2. Pozzetti di salto

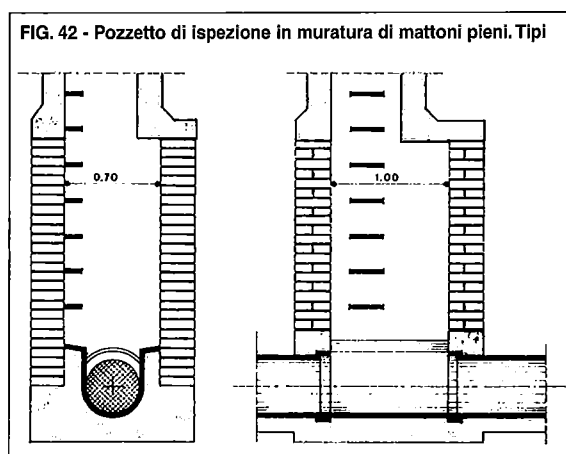
In presenza di pendenze naturali rilevanti (zone di montagna, collina ed alta pianura), allo scopo di conservare nei condotti velocità inferiori al valore che determina l'erosione delle pareti, e comunque non superiori al valore di 2,50 m/sec, dovranno essere inseriti negli stessi dei «salti di fondo» ispezionabili, definiti anche «pozzetti di salto», che distruggano l'energia esuberante. Del pari gli stessi manufatti potranno essere realizzati ove occorresse posizionare gli sbocchi dei condotti ad una quota più elevata rispetto a quella del collettore principale.

Nella tecnologia corrente i pozzetti di salto potranno essere del tipo con canna obliqua a 45°, con canna verticale a 90° (v. Fig. 45) o con scivolo (v. Fig. 47), quest'ultimo tipo dovendosi ritenere di norma indicato per diametri dei condotti superiori a 50 cm ed in generale per i condotti di tipo semiovoidale od ovoidale.

Nei manufatti a scivolo, questo potrà essere realizzato sotto forma di cunetta con fondo parabolico (profilo Bazin) o, in subordine, con fondo ad archi di cerchio con angolo al centro di 45° e raccordo rettilineo con inclinazione 1:1. Avrà una fondazione di spessore non inferiore a 20 cm e chiusino di ispezione posto in corrispondenza al punto più profondo della banchina.

Altezze di salto fino a 30 cm, e per i condotti minori fino a 50 cm, verranno comunque assorbite da normali pozzetti di ispezione. Si darà luogo invece alla realizzazione dei salti di fondo, nei tipi descritti o similari, per altezze da 0,50 a 2,00 m. Per altezze superiori potrà ricorrersi a scivoli successivi, a manufatti a scala, a pozzi di caduta (con o senza mensole frangigetto) o ad altri tipi di manufatti conformemente alla prescrizione di progetto ed alle disposizioni della Direzione Lavori.

Il numero dei salti di fondo dovrà in ogni caso essere limitato. Ove il loro inserimento risultasse però indispensabile, (sulla base di quanto in precedenza indicato), la distanza ottimale tra gli stessi dovrà essere determinata, oltre che per considerazioni tecniche di impianto, sulla base anche della minimizzazione dei costi complessivi (2).



(1) La limitazione di 30 m nella distanza massima tra due pozzetti di ispezione è riferita più propriamente alle fogne di sezione medio-piccola, nelle quali di solito scorre una modesta portata. Per canali in cui fosse prevista una portata continua notevole, la distanza massima potrà anche essere maggiore e, ove non particolarmente stabilita in progetto, verrà fissata dalla Direzione Lavori.

(2) Rappresentando in funzione della distanza tra i salti le curve di costo rispettivamente dei lavori di terra (e connessi) e dei manufatti, risultando le prime in aumento e le seconde in diminuzione al crescere delle distanze, la loro somma presenterà un minimo in corrispondenza della distanza ottimale.

### 87.2.3. Pozzetti di lavaggio

Potranno essere *di testa o intermedi* (a lavaggio laterale). I primi saranno posti all'inizio di ciascuna fogna nera elementare ed anche nelle fogne principali prive di affluenti nel tratto iniziale; i secondi lungo i percorsi delle fogne eccessivamente lunghe e di scarsa pendenza (1).

Nella forma più semplice i pozzetti saranno realizzati a doppia camera (v. Fig. 48) di cui la prima (di dimensioni non inferiori a 0,70 x 1,00) costituirà ispezione del condotto fognante (tratto iniziale o intermedio che sia) e la seconda costituirà vasca di raccolta dell'acqua di lavaggio e conterrà il dispositivo di sifonaggio automatico.

Entrambi le camere dovranno essere ispezionabili attraverso idonei chiusini ed accessibili mediante scalette a pioli con gradini in acciaio zincato. La vasca avrà una capacità utile non inferiore a 0,5 m<sup>3</sup> e sarà rivestita con intonaco cementizio retinato, salvo diversa disposizione.

### 87.2.4. Pozzetti di scarico

Intesi come pozzetti di scarico delle acque stradali (caditoie) potranno essere, in rapporto alla installazione prescritta, sia a *caduta verticale* che a *bocca di lupo*; entrambi nel tipo prefabbricato (2) o realizzato in opera, con o senza sifone e con eventuale raccolta dei fanghi attuata a mezzo di appositi cestelli in lamiera di acciaio zincata e tramoggia di convogliamento.

I pozzetti prefabbricati saranno di norma realizzati con elementi in conglomerato cementizio vibrato ad elevato dosaggio di cemento, armato con tondo di acciaio nervato (3) ed avranno spessore delle pareti non inferiore a 4 cm. Per l'innesto dei tubi dovranno essere dotati, a seconda dei tipi, di uno o più diaframmi sulle pareti, del diametro di 20 ÷ 30 cm, tali comunque da non alterare la resistenza delle pareti stesse. I pozzetti realizzati in opera saranno di norma costruiti in conglomerato cementizio dosato a 300 kg/m<sup>3</sup>, idoneamente armato, ed avranno spessore delle pareti non inferiore ad 8 cm. I pozzetti a caduta verticale avranno dimensioni interne non inferiori a 45 x 60 x 70 cm se sifonati (4). Questi ultimi dovranno essere completi di setto di divisione (di spessore non inferiore a 3 cm) o di altro tipo idoneo di intercettore (preferibilmente in ghisa ed ispezionabile), di elemento in conglomerato cementizio armato per la copertura della camera sifonata e di griglia con telaio (v. punto 58.1.2.). I pozzetti a bocca di lupo avranno dimensioni minime trasversali uguali a quelle precedentemente riportate, altezza non inferiore a 90 cm, e dovranno essere completi degli elementi di cui in precedenza, dove però la griglia sarà sostituita da idoneo chiusino.

Tutti i pozzetti dovranno comunque poggiare sopra un massetto di conglomerato cementizio di spessore non inferiore a 10 cm.

## Art. 88 GABBIONI

I gabbioni dovranno rispondere alle prescrizioni della Circolare del Consiglio Superiore dei LL.PP. n. 2078 del 27 agosto 1962 e saranno formati con rete di filo di ferro a zincatura forte (260 ÷ 300 g/m<sup>2</sup> di zinco), a doppia torsione, del diametro di 2,7 mm, maglia 8-10 cm e massa non inferiore a 1,6 kg (5).

Il pietrame di riempimento dovrà avere dimensione minima non inferiore a 12 cm, massa degli elementi non inferiore a 10 kg e dovrà essere compatto, non sfaldabile né alterabile all'azione dell'acqua e degli agenti atmosferici in genere.

Il pietrame sarà sistemato a mano, con le fronti in vista lavorate come nella muratura a secco. La chiusura delle bocche sarà effettuata con legature di filo zincato delle stesse caratteristiche di quello impiegato per la gabbia.

I piani di posa superiori ed inferiori dei gabbioni dovranno risultare perfettamente spianati. Il collocamento in opera avverrà per filari continui e paralleli, curando lo sfalsamento delle connessioni tra file adiacenti e sovrastanti.

FIG. 43 - Pozzetto con tubo camera in PEAD e terminale in calcestruzzo a elementi. Tipo

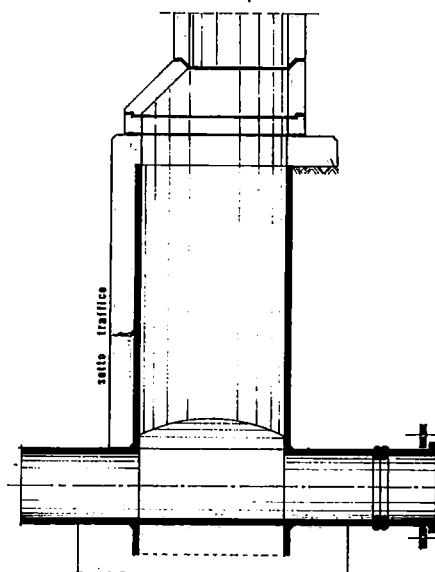
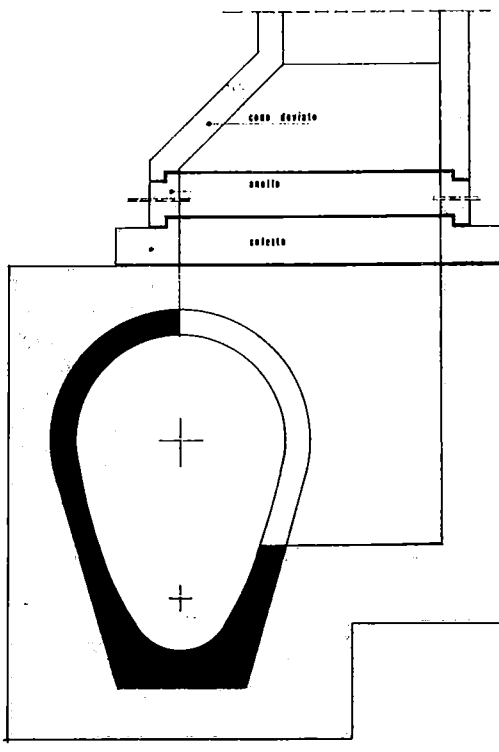


FIG. 44 - Pozzetto con camera in conglomerato gettato in opera e terminale a elementi. Tipo



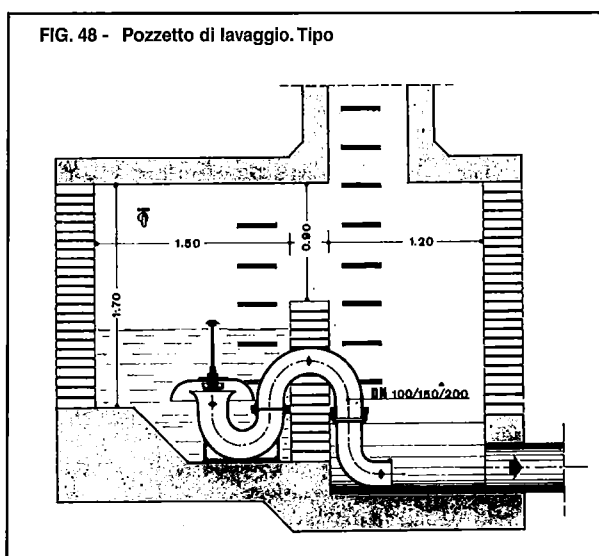
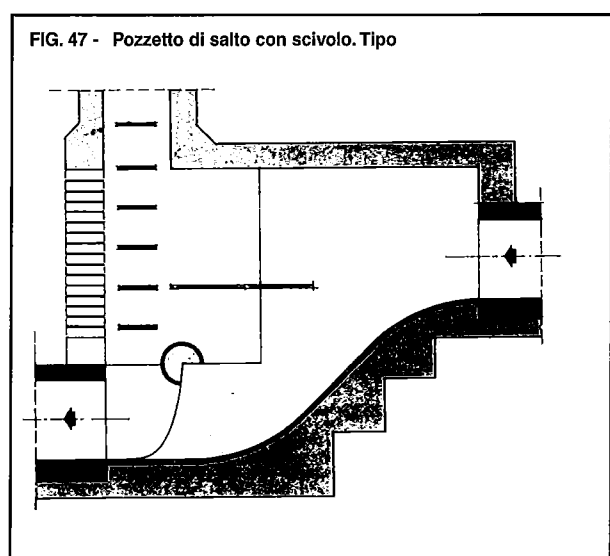
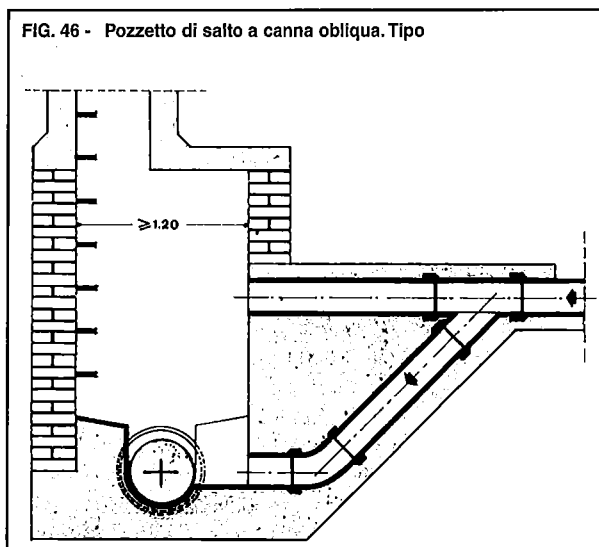
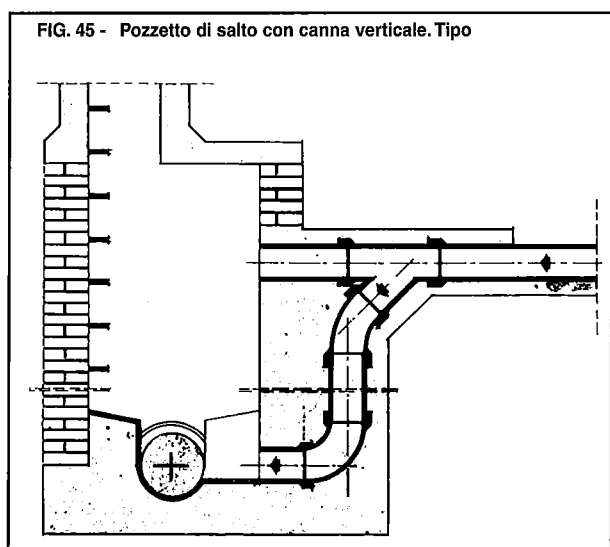
(1) Dovrà comunque essere tenuto presente che l'effetto di una cacciata di acqua del sifone automatico non si risente oltre una distanza di 250÷300 m.

(2) V. norme DIN 4052 per i pezzi del pozzetto e DIN 1213 per quelli di copertura.

(3) In pratica per tutti i tipi di pozzetti si ritiene potersi omettere l'adozione di elementi a sifone. Ciò sia per la considerazione che, essendo l'idrogeno solforato nocivo solo in concentrazioni che difficilmente si riscontrano in prossimità dei pozzetti, è da preferire l'aerazione delle fognature allo scopo anche di combattere la corrosione, sia per la possibilità di ostruzioni e la maggiore manutenzione richiesta da tali elementi.

(4) Acciaio Ø 5 ÷ 6 posto a staffe orizzontali e barrette verticali in modo da costituire maglia con lato non superiore a 20 cm.

(5) V. comunque i Prospetti I e II riportati nella norma UNI 8018.



Art. 89

## PAVIMENTAZIONI STRADALI

### 89.1. STRATI DI FONDAZIONE

#### 89.1.1. Fondazione in pietrame

La fondazione in pietrame, dello spessore prescritto, sarà costituita con pietre di cava o provenienti dagli scavi, di qualità compatta, resistenti e non suscettibili all'azione dell'acqua, di forma trocopiramidale (eccezionalmente con ciotolini di fiume spaccati). Essa verrà collocata nel cassonetto, ricavato nella piattaforma stradale o nella trincea della tubazione a profondità adeguata, la cui base dovrà presentarsi parallela alla sagoma stradale prescritta.

La fondazione sarà eseguita a mano, sistemando gli scapoli di pietrame (1) con la faccia più larga in basso, ben accostati tra loro e con gli interstizi serrati a forza mediante scaglie (inzeppatura a martello). Successivamente verrà saturata, impiegando materiale litico minuto o materiale arido e sabbione e cilindrando fino a chiusura, se ordinato, con rullo da 16 ÷ 18 t (tali oneri intendendosi inclusi nel prezzo della fondazione).

#### 89.1.2. Fondazione in terra stabilizzata o misto granulare

Le fondazioni in terra stabilizzata o misto granulare saranno di norma costituite da una miscela di materiali granulari, stabilizzata meccanicamente.

L'aggregato potrà essere sostituito da ghiaie, detriti di cava o di frantoio, scorie, materiale reperito in sito (*stabilizzazione non corretta*) oppure da miscela di materiali di diversa provenienza, in proporzioni stabilite con indagini preliminari di laboratorio e di cantiere (*stabilizzazione corretta granulometricamente*), e tali comunque da rientrare nella curva granulometrica di cui alla Tab. 74. L'aggregato dovrà inoltre rispondere alle seguenti caratteristiche (2):

(1) Nel caso di fondazioni a larga sezione, di norma superiori a 2,00 m e comunque per la realizzazione di nuove pavimentazioni, dovranno costruirsi anche delle guide longitudinali e trasversali, con pietrame scelto, in modo da determinare con sicurezza i piani e le livellette dell'intero strato.

(2) Per miscele contenenti oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate alla lett. a).



- a) – Avere una resistenza alla frantumazione “LA” determinata con la prova Los Angeles (UNI EN 1097-2) non superiore a 30 per traffico pesante (CNR 139/92) ed a 40 per traffico medio-leggero; inoltre un coefficiente di frantumazione (CNR 4/53) non superiore a 200 (frazione > 4 mm).
- b) – Avere un indice di plasticità (IP) non superiore a 6, un limite liquido (LL) non superiore a 25 (per traffico pesante) ed a 35 (per traffico medio leggero), un limite di plasticità (LP) rispettivamente non inferiore a 19 e 29, ed un limite di ritiro (LR) superiore all’umidità ottima di costipamento (indici e limiti determinati sulla frazione passante allo staccio di 0,4 mm).
- c) – Avere un indice di portanza C.B.R., dopo 4 giorni di imbibizione in acqua, non minore di 50 (condizione che dovrà essere verificata per un intervallo di umidità di costipamento non inferiore al 4%).

L’Appaltatore indicherà pertanto alla Direzione i materiali che riterrà più idonei al previsto impiego e li sottoporrà a tutte le prove di laboratorio richieste, a propria cura e spese. Avuto l’esito, la stessa autorizzerà o meno l’impiego di tali materiali o ne disporrà le opportune correzioni.

Si darà inizio ai lavori soltanto quando le condizioni ambientali (umidità, pioggia, neve, gelo) non siano tali da produrre danni o detrimenti alla qualità dello strato stabilizzato. Per temperature inferiori a 3 °C la costruzione verrà sospesa. Il costipamento sarà effettuato con l’attrezzatura più idonea al tipo di materiale impiegato ed alle condizioni di lavoro, e comunque approvata dalla Direzione Lavori. Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito fino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95 ÷ 100% della densità massima ottenuta con la prova AASHO modificata ed un valore del modulo di compressione (misurato su piastra di 30 cm) non inferiore a 80 MPa.

## 89.2. STRATI DI BASE

### 89.2.1. Strato di base in misto granulare

Sarà composto di una miscela di ghiaia o pietrisco, sabbia ed argilla, o di materiale “tout venant”, la cui composizione granulometrica dovrà rientrare nei limiti fissati dalla tabella 75.

Per i misti granulari da impiegare negli strati di base (unicamente comunque per strade a traffico medio-leggero), valgono in generale le stesse prescrizioni relative ai misti di fondazione di cui al punto precedente, con le seguenti differenze:

- a) – L’indice di plasticità dovrà essere compreso fra 4 e 9; il limite di liquidità non dovrà superare 25;
- b) – L’aggregato grosso dovrà essere costituito da elementi non friabili con  $D_{max}$  50 mm, coefficiente Los Angeles (LA) non superiore a 30 e coefficiente Deval non inferiore a 10. Ove per le dimensioni del materiale non fosse possibile eseguire la prova Deval, si eseguirà la determinazione del coefficiente di frantumazione, che non dovrà risultare superiore a 160 (1);
- c) – L’indice di portanza C.B.R. non dovrà essere inferiore ad 80; inoltre durante l’immersione in acqua non si dovranno avere rigonfiamenti superiori allo 0,5%.

Il costipamento avverrà fino ad ottenere una densità in posto non inferiore al 100% di quella ottenuta con la prova AASHO modificata, ed un modulo di compressione, misurato con piastra di 30 cm, non inferiore a 100 MPa. La superficie dello strato non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm; il controllo verrà effettuato in direzioni ortogonali con regolo di 4,00 m.

### 89.2.2. Strato di base in misto bitumato

Sarà costituito di una miscela granulometrica di ghiaia o pietrisco, sabbia ed eventuale additivo o di materiale “tout venant”, impastata con bitume a caldo previo riscaldamento degli aggregati. Questi ultimi dovranno essere sani, duresi, puliti, di forma regolare e rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- la granulometria avrà andamento continuo ed uniforme e sarà compresa tra le curve limiti indicate nella tabella 76;
- per la frazione > 4 mm: il coefficiente di frantumazione dell’aggregato (CNR 4/53) sarà non superiore a 160; la perdita in peso, alla prova Los Angeles, inferiore al 25% per traffico pesante, al 30% per traffico medio ed a 40% per traffico leggero. La dimensione massima dell’aggregato  $D_{max}$  sarà di 40 mm;
- per la frazione  $\leq$  4 mm: il limite di liquidità (LL), ricercato al passante al setaccio ASTM 40, dovrà risultare inferiore a 25 per traffico medio pesante ed a 35 per traffico leggero; l’indice di plasticità non dovrà essere superiore a 6; l’equivalente in sabbia maggiore di 40;
- la percentuale media del legante (bitume B 80/100), riferita al peso degli inerti, dovrà essere tra il 3,5 ed il 4,5% e comunque la minima per consentire il raggiungimento del valore massimo di stabilità Marshall e di compattezza appresso riportato.

TAB. 74 - Terra stabilizzata per stracci di fondazione. Requisiti granulometrici

CRIVELLI E SETACCI	MISCELA		
	UNI	mm	Passante totale in peso %
Crivello	2334	40	100
"	"	25	77 ÷ 87
"	"	20	60 ÷ 78
"	"	10	40 ÷ 58
"	"	5	28 ÷ 47
Setaccio	2332	2	20 ÷ 35
"	"	0,4	11 ÷ 20
"	"	0,075	2 ÷ 6

TAB. 75 - Misti per strati di base. Limiti granulometrici

CRIVELLI E SETACCI	MISCELA		
	UNI	mm	Passante totale in peso %
Crivello	2334	50	100
"	"	15	70 ÷ 100
"	"	10	50 ÷ 85
"	"	5	35 ÷ 65
Setaccio	2332	2	25 ÷ 50
"	"	0,4	15 ÷ 30
"	"	0,075	5 ÷ 15

TAB. 76 - Aggregati per misti bitumati. Curve - Limiti

CRIVELLI E SETACCI	MISCELA		
	UNI	mm	Passante totale in peso %
Crivello	2334	40	100
"	"	25	77 ÷ 87
"	"	20	60 ÷ 78
"	"	10	40 ÷ 58
"	"	5	28 ÷ 47
Setaccio	2332	2	20 ÷ 35
"	"	0,4	11 ÷ 20
"	"	0,075	2 ÷ 6

(1) Ove venisse effettuata la prova Micro Deval Umidità (MDU - UNI EN 1097-1), il relativo coefficiente dovrà risultare non superiore a 20 per traffico medio ed a 25 per traffico leggero.

La composizione adottata dovrà essere resistente ai carichi e sufficientemente flessibile, pertanto il conglomerato dovrà presentare i seguenti requisiti:

- a) – Stabilità Marshall (prova ASTM D 1559), eseguita a 60 °C su provini costipati con 50 colpi di maglio per faccia, non inferiore a 4 kN;
- b) – Rigidezza Marshall, cioè rapporto tra stabilità e scorrimento (in mm), superiore a 100; percentuale dei vuoti residui dei provini Marshall, compresa tra il 4 e l'8%.

Gli impasti verranno confezionati a caldo in apposite centrali, atte ad assicurare il perfetto essiccamento e dosaggio degli aggregati e l'esatto proporzionamento del bitume.

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo accertata la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza indicati al precedente punto 89.1. L'operazione verrà effettuata, in condizioni ambientali favorevoli, mediante macchina vibrofinitrice od altri idonei sistemi approvati dalla Direzione Lavori, a temperatura non inferiore a 110 °C, in strati finiti di spessore non inferiore a 6 cm e non superiore a 12 cm. Ove la stessa avvenisse in doppio strato, la sovrapposizione dovrà essere eseguita nel più breve tempo possibile e con l'interposizione di una mano di attacco di emulsione tipo ER 55 o ER 60 in ragione di 0,8 kg/m<sup>2</sup>. Dovrà in questo caso essere curato lo sfalsamento dei giunti.

La rullatura dovrà essere eseguita a temperatura elevata con rulli tandem da 4 ÷ 8 tonnellate, a rapida inversione di marcia, seguiti da rulli compressori da 10 ÷ 14 t ovvero da rulli gommati da 10 ÷ 12 t. A costipamento ultimato, prima della stesa dei successivi strati di pavimentazione si dovrà verificare che la massa del volume del conglomerato non fosse inferiore al 98% della massa volumica del provino Marshall costipato in laboratorio. La percentuale dei vuoti residui, nei campioni prelevati dallo strato sottoposto a controllo, non dovrà superare il 10%.

La superficie finita dello strato non dovrà discostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllando con la procedura di cui al punto precedente. La tolleranza sullo spessore sarà consentita fino ad un massimo del ± 10% dello spessore stesso, con un massimo assoluto di ± 1,5 cm.

### 89.3. STRATI DI COLLEGAMENTO E DI USURA

#### 89.3.0. Conglomerati bituminosi – Confezione e posa in opera

I conglomerati bituminosi saranno eseguiti in impianti fissi, approvati dalla Direzione Lavori e tali da assicurare: il perfetto essiccamento, la separazione della polvere ed il riscaldamento uniforme dell'aggregato fino e grosso; la classificazione dei singoli aggregati mediante vagliatura e la perfetta dosatura; il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento dell'impasto; il perfetto dosaggio del bitume e dell'additivo.

In regime di cogenza della norma sotto riportata i conglomerati bituminosi dovranno essere marcati CE:

**UNI EN 13108-1** - Miscele bituminose. Specifiche del materiale. Conglomerato bituminoso prodotto a caldo.

Su specifica richiesta della Direzione ed a spese dell'Appaltatore saranno effettuati, almeno ogni mille tonnellate di materiale prodotto, i seguenti controlli:

- verifica della composizione del conglomerato;
- verifica della stabilità Marshall, con prelievo della miscela all'uscita del mescolatore e confezione dei provini senza alcun riscaldamento (per un ulteriore controllo sulla temperatura di produzione);
- verifica delle caratteristiche del conglomerato steso e costipato (massa volumica e percentuale dei vuoti residui).

Prima di procedere alla stesa degli strati di pavimentazione si procederà ad una accurata pulizia della superficie di posa mediante lavaggio od energica ventilazione. Sulla superficie verrà steso quindi un velo di emulsione tipo ER 55 o ER 60 in ragione di 0,5 ÷ 0,8 kg/m<sup>2</sup> in modo da ottenere un buon ancoraggio dello strato da stendere.

L'applicazione dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine spanditrici-finitrici, di tipo approvato dalla Direzione, o con altri idonei sistemi purché consentiti. Il materiale sarà steso a temperatura non inferiore a 120 °C. Le operazioni di stesa dovranno essere interrotte ove le condizioni atmosferiche non fossero tali da garantire la perfetta riuscita del lavoro ed in particolare quando il piano di posa si presentasse comunque bagnato o avesse temperatura inferiore a 5 °C (1).

La rullatura dei conglomerati dovrà essere eseguita alla temperatura più elevata possibile, con rulli meccanici a rapida inversione di marcia della massa di 4 ÷ 8 tonnellate; proseguirà poi con passaggi longitudinali ed anche trasversali. Infine il costipamento sarà ultimato con rullo statico da 10 ÷ 14 t o con rullo gommato da 10 ÷ 12 tonnellate. Al termine di tali operazioni si dovranno effettuare i controlli di compattezza operando su campioni prelevati dallo strato finito (tasselli o carote).

La superficie finita dovrà presentarsi assolutamente priva di ondulazioni: un'asta di 4,00 m posta sulla stessa dovrà aderirvi con uniformità e comunque non dovrà presentare spostamenti superiori a 4 mm. Gli spessori degli strati al finito non dovranno essere inferiori a 4 cm e superiori a 6 cm se trattasi di strati di collegamento e non inferiori a 2 cm se trattasi di strati di usura. Sugli spessori di progetto non sarà ammessa alcuna tolleranza in meno.

#### 89.3.1. Strato di collegamento (Binder)

Sarà costituito di una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi (CNR 4/53) mescolata con bitume a caldo e stesa con le modalità di cui al punto precedente.

L'aggregato grosso (secondo CNR: frazione > 4 mm) sarà costituito di pietrischetti e graniglie, che potranno essere anche di provenienza diversa purché rispondenti ai seguenti requisiti:

- dimensione massima  $D_{max}$  dell'aggregato: 30 mm;
- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (ASTM C 131- AASHTO T 96 - UNI EN 1097-2) inferiore o uguale al 25% per strade con traffico pesante ed al 30 ÷ 35% con traffico medio-leggero; coefficiente di frantumazione (CNR) inferiore a 140;

(1) Per temperature tra 5 e 10 °C la Direzione potrà prescrivere alcuni accorgimenti quali l'innalzamento della temperatura di confezionamento e la protezione durante il trasporto. Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause dovranno comunque essere rimossi e sostituiti a totale cura e spese dell'Appaltatore.

- indice dei vuoti delle singole pezzature inferiore a 0,85 e coefficiente di imbibizione inferiore a 0,015 (CNR); materiale non idrofilo;
- Micro Deval Umida (MDU – UNI EN 1097-1) inferiore od uguale a 20 per traffico pesante ed a 25 per traffico medio-leggero.

Il prelievo dei campioni dei materiali inerti verrà effettuato secondo le citate norme CNR. In ogni caso i pietrischetti e le graniglie dovranno essere costituiti da elementi sani, durevoli, poliedrici con spigoli vivi, ruvidi e puliti.

L'aggregato fine (secondo CNR: frazione  $\leq 4$  mm) sarà costituito in ogni caso di sabbie naturali o di frantumazione ed aventi un equivalente in sabbia (ES), determinato con la prova AASHO T 176, superiore a 40 per traffico medio-leggero ed a 50 per traffico pesante (50÷80).

Gli additivi minerali (fillers) saranno costituiti di polvere di rocce preferibilmente calcaree o di cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto e dovranno risultare, alla setacciatura a secco, interamente passanti al setaccio n. 80 ASTM e per almeno il 70% al setaccio n. 200 ASTM. La miscela degli aggregati dovrà comunque avere una composizione granulometrica per la quale si indica, a titolo orientativo, il fuso di cui alla tabella 77.

Il bitume dovrà avere penetrazione 80/100, salvo diversa prescrizione. La quantità in massa dello stesso, riferita alla massa totale degli aggregati, dovrà essere compresa tra il 4 ed il 6%; essa dovrà comunque essere la minima per il raggiungimento dei valori di stabilità e compattezza di seguito riportati.

Il conglomerato bituminoso destinato allo strato di collegamento dovrà presentare i seguenti requisiti:

- Stabilità Marshall (ASTM D 1579), eseguita a 60 °C su provini costipati con 50 colpi di maglio per ogni faccia, superiore a 7 kN; scorrimento compreso tra 1 e 4 mm; percentuale di vuoti residui sugli stessi provini compresa tra il 4 e l'8%.
- Volume dei vuoti residui, a cilindratura finita, compreso tra il 5 ed il 10%.

L'Appaltatore avrà l'obbligo di fare eseguire, presso un Laboratorio ufficiale, prove sperimentali sui campioni di aggregato e di legante, per la relativa accettazione. Lo stesso inoltre sarà tenuto a presentare la composizione della miscela che intenderà adottare comprovando, con certificazione di laboratorio, la rispondenza di tale adozione ai requisiti di stabilità, compattezza ed impermeabilità richiesti. Accettata la composizione proposta, l'Appaltatore dovrà attenersi ad essa scrupolosamente, comprovando l'osservanza di tale impegno con esami periodici.

### 89.3.2. Strato di usura (Tappeto)

Per i conglomerati destinati allo strato di usura valgono in generale le stesse norme di cui al punto precedente, salvo le differenze riportate appresso.

L'aggregato grosso sarà costituito di pietrischetti e graniglie rispondenti ai seguenti requisiti:

- perdita in peso alla prova Los Angeles non superiore al 20% e coefficiente di frantumazione non superiore a 120;
- indice dei vuoti delle singole pezzature inferiore a 0,80; coefficiente di imbibizione inferiore a 0,015; materiale non idrofilo con limitazione, per la perdita in peso, allo 0,5%;
- coefficiente di resistenza all'usura non inferiore a 0,8 per aggregati pietrograficamente omogenei; non inferiore a 0,6 almeno per il 20% in peso di materiale, nelle miscele non omogenee.

L'aggregato fino e gli additivi avranno le stesse caratteristiche di cui al punto precedente. La composizione granulometrica della miscela dovrà essere indicativamente conforme al fuso definito dalla tabella 76.

Il bitume dovrà avere penetrazione 60/80 salvo diversa prescrizione. La quantità in massa dello stesso, riferita alla massa totale degli aggregati dovrà essere compresa tra il 5 ed il 7%. Il coefficiente di riempimento con bitume dei vuoti intergranulari non dovrà superare l'80%. Il contenuto di bitume della miscela dovrà comunque essere il minimo per il raggiungimento di stabilità e di compattezza di seguito riportati.

Il conglomerato bituminoso destinato allo strato di usura dovrà presentare i seguenti requisiti:

- Resistenza meccanica elevatissima e sufficiente flessibilità; stabilità Marshall, eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, non inferiore a 9 kN; scorrimento compreso tra 1 e 3,5 mm; rigidizza Marshall (rapporto tra stabilità e scorrimento) superiore a 2,50 kN/mm; percentuale dei vuoti dei provini Marshall, nelle prescelte condizioni di impiego, compresa tra il 3 ed il 6%.
- Elevatissima resistenza all'usura superficiale; sufficiente ruvidezza della superficie e stabilità della stessa nel tempo (1).
- Grande compattezza: il volume dei vuoti residui a rullatura ultimata, calcolato su campioni prelevati dallo strato, dovrà essere compreso tra il 4 e l'8%. A 9 mesi dall'apertura al traffico inoltre lo stesso volume dovrà essere compreso tra il 3 ed il 6% e l'impermeabilità dovrà risultare praticamente totale.

TAB 77 - Aggregati per strati di collegamento.  
Composizione granulometrica

CRIVELLI E SETACCI			MISCELA
	UNI	mm	Passante totale in peso %
Crivello	2334	30	100
"	"	25	75 ÷ 100
"	"	15	60 ÷ 85
"	"	10	50 ÷ 75
"	"	5	35 ÷ 65
Setaccio	2332	2	25 ÷ 50
"	"	0,4	10 ÷ 30
"	"	0,18	5 ÷ 20
"	"	0,075	4 ÷ 8

TAB 78 - Aggregati per strati di usura.  
Composizione granulometrica

CRIVELLI E SETACCI			MISCELA
	UNI	mm	Passante totale in peso %
Crivello	2334	15	100
"	"	10	70 ÷ 100
"	"	5	45 ÷ 75
Setaccio	2332	2	30 ÷ 55
"	"	0,4	15 ÷ 30
"	"	0,18	10 ÷ 20
"	"	0,075	5 ÷ 10

(1) La rugosità superficiale del tappeto, misurata con apparecchio Skid-Tester dopo almeno 15 giorni dall'apertura al traffico, su superficie pulita e bagnata, con temperatura di riferimento di 18 °C, dovrà risultare in ogni punto superiore a 50 per la carreggiata ed a 45 per le banchine di sosta.

## 89.4. PAVIMENTAZIONI DIVERSE

### 89.4.0. Generalità

Le norme di cui ai punti che seguono, ed in generale le norme di cui al presente articolo, devono intendersi riferite sia alle pavimentazioni di nuovo impianto sia, per quanto applicabile, al ripristino delle pavimentazioni dismesse per l'esecuzione degli scavi relativi alla posa in opera delle tubazioni o per altre cause. In quest'ultimo caso resta stabilito che, qualora le pavimentazioni parzialmente o totalmente dismesse fossero costituite di elementi lapidei reimpiegabili ed ove non diversamente disposto, l'Appaltatore dovrà provvedere ad una accurata selezione e pulizia degli stessi, occorrendo ad una opportuna rilavorazione, ed a ricostituire le pavimentazioni con le stesse caratteristiche di quelle preesistenti, curando a regola d'arte i necessari raccordi.

L'eventuale materiale di reintegro dovrà essere della stessa tipologia di quello dismesso, comunque con i requisiti di accettazione prescritti o richiamati nel presente testo.

#### 89.4.1. Pavimentazioni in calcestruzzo cementizio

Il calcestruzzo sarà costituito con inerti di almeno tre pezzature, sarà dosato con non meno di 3 quintali di cemento per metro cubo di impasto e verrà vibrato in opera. A vibrazione ultimata la superficie della pavimentazione dovrà presentare un leggero affioramento di malta, sufficiente per la perfetta chiusura o lisciatura del piano della pavimentazione. Non saranno assolutamente permesse aggiunte in superficie di malta cementizia, anche se confezionata con una più ricca dosatura di cemento.

Prima che il calcestruzzo inizi la presa, ed a piano sufficientemente asciutto, si dovrà striare trasversalmente la pavimentazione con una scopa di saggina o con spazzole speciali così da renderla sicuramente scabra; dovrà inoltre verificarsi che essa corrisponda esattamente ai piani ed alle sagome prescritte e che presenti un aspetto uniforme senza irregolarità di sorta.

In senso longitudinale non dovranno riscontrarsi in alcun punto ondulazioni od irregolarità di livellette superiori a  $\pm 3$  mm rispetto ad un'asta rettilinea di 3,00 m di lunghezza. Il manto dovrà risultare di spessore medio non inferiore a quello stabilito, con tolleranze massime locali di 1 cm in più o in meno. In difetto la Direzione potrà richiedere il rifacimento totale delle lastre o dei tratti difettosi.

Durante la maturazione la superficie superiore della pavimentazione sarà protetta con particolari prodotti di "curing" atti a formare una pellicola protettiva che impedisca una rapida evaporazione dell'acqua di impasto.

#### 89.4.2. Pavimentazioni in masselli di pietra

Saranno costituite in masselli di granito, di porfiroide, di sienite, di pietra calcarea o di pietra vulcanica (basole) secondo prescrizione di Elenco. In qualunque caso la roccia impiegata per la formazione dei masselli dovrà essere sana, senza degradazioni od alterazioni, compatta, dura ed omogenea; ancora dovrà essere priva di druse o geodi, senza vene e catene di minerali differenziati ed infine senza piani di sfaldatura o di distacco (peli): in particolare dovranno escludersi tutti i materiali provenienti dagli strati di copertura (cappello).

La lavorazione dei masselli dovrà essere eseguita a punta mezzana (o diversamente, secondo prescrizione) per la superficie superiore di marcia, con spigoli vivi rifilati a scalpello per una larghezza di 2 cm; per le facce laterali la lavorazione sarà a scalpello limitatamente ad una fascia superiore di 8 cm di larghezza ed a semplice sbazzatura per la parte rimanente in modo tale comunque che tra i bordi delle superfici di marcia di due masselli adiacenti possa crearsi un giunto di larghezza non superiore ad 1 cm. Le facce laterali dovranno risultare a squadra per un'altezza non inferiore alla metà dello spessore dei masselli; nella parte inferiore potranno invece presentare sottosquadri di valore non superiore a 2,5 cm.

Nelle *pavimentazioni a secco* i masselli verranno posti in opera su un letto di sabbia di spessore compreso tra 8 e 10 cm. I masselli saranno stesi con la dovuta cura ed assestati con mazzaranghe di legno e macchine a vibrazione (vibro-compattatrici) in modo da disporsi secondo una superficie continua e regolare, con le precise sagome e quote stabilite; l'operazione sarà accompagnata da abbondanti bagnature allo scopo di favorire l'assestamento. Subito dopo tutta la superficie verrà ricoperta da uno strato di sabbia vagliata, che verrà spinta con scope ed acqua in tutti gli interstizi fino a completa chiusura. Ove fosse prescritta la sigillatura dei giunti, questa dovrà essere eseguita con le modalità di cui al successivo punto 89.4.3., salvo diversa prescrizione.

Nelle *pavimentazioni con malta* i masselli verranno sistemati su un letto di malta di calce idraulica o di cemento, di conveniente spessore, posto sulla fondazione opportunamente preparata alla sagoma prescritta. I masselli saranno battuti fino al rifluimento della malta nei giunti, risultando espressamente proibita l'aggiunta di malta.

Nelle *pavimentazioni in bologninato*, i conci o bolognini dovranno avere una larghezza di 15 cm, una lunghezza di 30 cm ed uno spessore non inferiore a 18 cm. L'armatura potrà avvenire a corsi paralleli e normali all'asse stradale o a spina di pesce; in ogni caso i filari dovranno essere perfettamente paralleli, con giunti alternativamente sfalsati e con spazio interfilare occupato da mattoni laterizi posti a coltello o calcestruzzo cementizio a 200 kg di cemento (secondo prescrizione). I bolognini saranno posti in opera con malta cementizia avendo cura che i mattoni, ove previsto tale tipo di interfilare, siano rivestiti di malta e risultino incassati, rispetto al piano stradale, di circa 3 cm; analogo incasso avrà il conglomerato, ove previsto in alternativa ai mattoni.

#### 89.4.3. Pavimentazioni in cubetti di pietra

Saranno realizzate con cubetti di porfido, di sienite, di diorite o di altre rocce idonee, purché rispondenti ai requisiti di accettazione di cui al punto 42.5.3 del presente Capitolato. I cubetti saranno impiantati su una fondazione predisposta in precedenza, con l'interposizione di uno strato di sabbia dello spessore tra 6 e 10 cm.

In linea generale i cubetti saranno posti in opera ad archi contrastanti con angolo al centro di 90°, raccolti in corsi o filari paralleli in modo che gli archi affiancati abbiano in comune gli elementi di imposta. La posa sarà effettuata nel modo più accurato, con giunti sfalsati di corso in corso ed archi perfettamente regolari. Gli elementi, disposti in maniera regolarmente decrescente dalla chiave verso le imposte, saranno il più possibile serrati tra di loro e quindi sottoposti ad energica battitura, a più riprese, con pestelli metallici di almeno 25 kg di massa. Per favorire l'assestamento la battitura dovrà essere accompagnata da abbondanti bagnature del letto di sabbia.

Prima dell'ultima battitura di assestamento la pavimentazione verrà ricoperta da un sottile strato di sabbia fine, che

verrà fatta penetrare con scope ed acqua in tutte le connessure in modo da chiuderle completamente. L'ultima battitura dovrà essere effettuata in modo da assestare definitivamente i cubetti, dopo aver corretto eventuali deficienze di sagoma.

La sigillatura dei giunti dovrà essere eseguita, salvo diversa disposizione, non prima dei 15 giorni successivi all'apertura della strada al traffico. Riparati gli eventuali cedimenti ed irregolarità verificatisi, si procederà al lavaggio della pavimentazione con acqua a pressione in modo da svuotare e ripulire i giunti per 3 cm di profondità e quindi, a pavimentazione asciutta, si procederà alla sigillatura colando negli stessi, con tazze a beccuccio od altri attrezzi idonei, il bitume caldo di penetrazione 30/40. Il legante verrà poi saturato con sabbia e graniglia.

#### **89.4.4. Pavimentazioni in acciottolati**

I ciottoli da impiegare dovranno essere selezionati ed essere di sufficiente durezza e compattezza, con dimensioni il più possibile uniformi; saranno disposti a contatto e di punta su letto di sabbia alto da 10 a 15 cm con la faccia più piana rivolta superiormente. A lavoro finito i ciottoli dovranno presentare una superficie uniforme, secondo i profili e le pendenze volute, dopo che siano stati debitamente consolidati battendoli con mazzapicchio.

Per gli acciottolati in malta, il letto di posa sarà costituito di uno strato di sabbia compresso dello spessore di cm 1 e di un sovrastante strato di malta cementizia dello spessore non inferiore a cm 10; in quest'ultimo le pietre saranno conficcate a martello, quindi si procederà al riempimento delle connessure con beverone di malta liquida ed infine alla battitura con mazzaranga.

#### **89.4.5. Pavimentazioni in selciati**

Dovranno essere formate con pietre squadrate e lavorate a martello nella faccia vista e nella faccia di combaciamento. La posa in opera avverrà, come al punto precedente, dopo avere stabilito opportune guide di contenimento.

Nei *selciati a secco*, intessuta la pavimentazione, vi sarà steso sopra uno strato di sabbia dell'altezza di 3 cm, quindi si darà luogo alla battitura con la mazzaranga innaffiando di tanto in tanto la superficie. Nei *selciati con malta* si procederà invece come al punto precedente.

#### **89.4.6. Pavimentazioni in mattonelle di asfalto**

Saranno di norma eseguite su strato di base in conglomerato cementizio dosato a 200 kg di cemento, gettato alla sagoma prescritta e con gli spessori previsti in progetto o disposti dalla Direzione (mai comunque inferiori a 15 cm nel caso di possibili, anche se occasionali, carichi veicolari). Le mattonelle dovranno essere di misura e forma perfettamente regolare, con spigoli vivi ed a squadra, e dovranno essere confezionate a caldo sotto forte pressione con polvere asfaltica della migliore qualità. Non dovranno presentare alcun difetto di fabbricazione o di trasporto.

Le mattonelle saranno poste su un letto di sabbia e cemento con miscela a secco, dosata a 400 kg di cemento per metro cubo di sabbia; lo spessore di tale letto sarà mediamente di  $1,5 \div 2$  cm. A posa effettuata si procederà due volte al giorno, e per dieci giorni consecutivi, all'innaffiamento della superficie, quindi alla boiacatura con cemento puro, onde chiudere le connessure.

A lavoro ultimato la pavimentazione dovrà essere perfettamente pulita, liscia ed uniforme, con le pendenze e le sagome prescritte e non dovrà presentare avvallamenti di sorta né residui di boiacca.

#### **89.4.7. Pavimentazioni in asfalto colato (marciapiedi)**

Saranno costituite di uno strato di 20 mm posto in opera sopra una fondazione di conglomerato cementizio a 200 kg di cemento di spessore non inferiore a 10 cm. Negli spazi carreggiabili saranno costituite invece di uno strato di 30 mm posto su strato di conglomerato di spessore non inferiore a 15 cm. Di norma avranno profilo a falda piana con pendenza del 2,50% verso l'orlatura.

L'impasto sarà composto con asfalto (47% in massa) bitume (3% in massa) e graniglia o ghiaietto 2/10 mm (50% in massa). La fusione o preparazione del mastice e la miscela dei vari componenti per la formazione del colato si dovranno eseguire a mezzo di caldaia appositamente attrezzata per la perfetta mescolatura. Gli impasti dovranno essere eseguiti a temperatura compresa tra 170 e 200 °C. La durata del riscaldamento e della mescolazione non dovrà essere inferiore alle 5 ore, salvo il preriscaldamento degli aggregati a mezzo di essiccatore a tamburo.

Lo strato di asfalto sarà steso ad una temperatura di almeno 160 °C., in unico strato, a mezzo delle apposite spatole di legno. L'intera superficie del manto, immediatamente dopo la stesa, dovrà essere ricoperta di graniglia fine, perfettamente pulita e lavata, di granulazione compresa tra 1 e 3 mm; la superficie inoltre dovrà essere suddivisa in figure geometriche, secondo le disposizioni della Direzione Lavori, mediante solcature della larghezza e profondità di non oltre 3 mm.

#### **89.4.8. Pavimentazioni in battuto di cemento (marciapiedi)**

Si rimanda, per tale categoria di lavoro, alle prescrizioni di cui al punto 76.4. del presente Capitolato.

### **Art. 90**

#### **SIGILLATURE**

Dovranno essere effettuate, salvo diversa prescrizione, con materiali aventi i requisiti prescritti al punto 49.2. del presente Capitolato, nelle più adatte formulazioni relative ai diversi campi di impiego (autolivellanti, pastosi a media o alta consistenza, tixotropici, solidi, preformati).

Le superfici da sigillare dovranno essere assolutamente sane, asciutte e pulite, nonché esenti da polvere, grassi, oli, tracce di ruggine, vernici, ecc. Le malte, i conglomerati e gli intonaci in genere dovranno essere pervenuti a perfetta maturazione, senza conservare quindi alcuna traccia di umidità.

La pulizia delle superfici dovrà essere effettuata con idonei prodotti, solventi e/o se necessario con mezzi meccanici (spazzolature, sabbiature), dovendosi evitare in ogni caso l'uso di prodotti chimici oleosi. I sali alcalini potranno essere eliminati con ripetuti lavaggi mentre le superfici di alluminio dovranno essere sgrassate con alcool metilico; per metalli e vetro in genere potranno venire impiegati solventi organici, come il clorotene o la trielina.

Prima dell'applicazione dei materiali sigillanti, sulle superfici dovranno essere dati a pennello degli idonei prodotti impregnanti (primers), nei tipi prescritti dalle Ditte produttrici. I pannelli in compensato, legno e le superfici in calcestruzzo o pietra ed in generale i materiali assorbenti, dovranno essere trattati con un doppio strato di «primers».

L'ampiezza e la profondità dei giunti mobili dovranno essere tali da garantire, ai materiali sigillanti, di potersi deformare nei limiti stabiliti dalle Ditte produttrici o diversamente prescritti. Nei giunti a sovrapposizione gli spessori dei sigillanti dovranno avere valori non inferiori a 3 mm. Nei giunti di testa la larghezza media degli stessi non dovrà mai essere inferiore a 4 volte il movimento massimo previsto.

Al fine di applicare gli spessori prestabiliti di sigillante, per giunti di notevole profondità sarà necessario inserire negli stessi un materiale di riempimento comprimibile, di regola a sezione circolare superiore del 25% a quella del giunto, in modo da creare una base sulla quale il sigillante possa essere estruso.

La posa in opera dei sigillanti dovrà essere effettuata solo dopo perfetto essiccamento dei rispettivi «primers» con le esatte modalità e nei tempi previsti dal produttore. A posa avvenuta i materiali sigillanti dovranno essere completamente lisciati e quindi idoneamente protetti, specie nelle prime 12 ore, onde evitare che materiali di qualsiasi genere o acqua vengano a contatto con gli stessi.



CAPITOLO III

**NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI**





## Art. 91

**NORME GENERALI****91.1. OBBLIGHI E ONERI COMPRESI E COMPENSATI CON I PREZZI DI APPALTO**

I lavori saranno valutati esclusivamente con i prezzi in contratto al netto del ribasso o aumento contrattuale; tali prezzi devono ritenersi accettati dall'Appaltatore in base a calcoli di sua convenienza ed a tutto suo rischio.

Nei prezzi netti contrattuali sono compresi e compensati sia tutti gli obblighi ed oneri generali e speciali richiamati e specificati nel presente Capitolato e negli altri Atti contrattuali, sia gli obblighi ed oneri, che se pur non esplicitamente richiamati, devono intendersi come insiti e consequenziali nella esecuzione delle singole categorie di lavoro e del complesso delle opere, e comunque di ordine generale e necessari a dare i lavori completi in ogni loro parte e nei termini assegnati.

Pertanto l'Appaltatore, nel formulare la propria offerta, ha tenuto conto oltre che di tutti gli oneri menzionati, anche di tutte le particolari lavorazioni, forniture e rifiniture eventuali che fossero state omesse negli atti e nei documenti del presente appalto, ma pur necessarie per rendere funzionali le opere e le costruzioni in ogni loro particolare e nel loro complesso, onde dare i lavori appaltati rispondenti sotto ogni riguardo allo scopo cui sono destinati.

Nei prezzi contrattuali si intende quindi sempre compresa e compensata ogni spesa principale ed accessoria; ogni fornitura, ogni consumo, l'intera mano d'opera specializzata, qualificata e comune, ogni carico, trasporto e scarico in ascesa e discesa; ogni lavorazione e magistero per dare i lavori completamente ultimati nel modo prescritto e ciò anche quando non fosse stata fatta esplicita dichiarazione nelle norme di accettazione e di esecuzione sia nel presente Capitolato, che negli altri Atti dell'Appalto, compreso l'Elenco Prezzi; tutti gli oneri ed obblighi derivanti, precisati nel presente Capitolato ed in particolare nell'art. 27; ogni spesa generale nonché l'utile dell'Appaltatore.

**91.2. VALUTAZIONE E MISURAZIONE DEI LAVORI**

Le norme di valutazione e misurazione che seguono si applicheranno per la contabilizzazione di tutte le quantità di lavoro da compensarsi a misura e che risulteranno eseguite.

Per gli appalti effettuati a corpo le stesse norme si applicheranno per valutazione delle eventuali quantità di lavoro risultanti in un aumento o in detrazione rispetto a quelle compensate con il prezzo forfettario, a seguito di variazioni delle opere appaltate che si rendessero necessarie in corso d'opera (1).

Salvo le particolari disposizioni delle singole voci di Elenco, i prezzi dell'Elenco stesso facente parte del contratto si intendono applicabili ad opere eseguite secondo quanto prescritto e precisato negli Atti dell'Appalto, siano esse di limitata entità o eseguite a piccoli tratti, a qualsiasi altezza o profondità, oppure in luoghi comunque disagiati, in luoghi richiedenti l'uso di illuminazione artificiale o in presenza d'acqua (con l'onere dell'esaurimento).

L'Appaltatore sarà tenuto a presentarsi, a richiesta della Direzione Lavori, alle misurazioni e constatazioni che questa ritenesse opportune; peraltro sarà obbligato ad assumere esso stesso l'iniziativa per le necessarie verifiche, e ciò specialmente per quelle opere e somministrazioni che nel progredire del lavoro non potessero più essere accertate (2).

Le quantità dei lavori e delle provviste saranno determinate con metodi geometrici o a numero o a massa in relazione a quanto è previsto nell'Elenco Prezzi. I lavori saranno liquidati in base alle misure fissate dal progetto anche se in sede di controllo dovessero rilevarsi misure superiori. Soltanto nel caso che la Direzione Lavori avesse ordinato per iscritto maggiori dimensioni se ne terrà conto nella contabilizzazione; in nessun caso saranno però accettate dimensioni minori di quelle ordinate, le quali potranno essere motivo di rifacimento a carico dell'Appaltatore.

Le misure saranno prese in contraddittorio man mano che si procederà all'esecuzione dei lavori e riportate su appositi libretti; restano comunque salve, in occasione delle operazioni di collaudo, le possibilità di ulteriori verifiche e di eventuali rettifiche.

**91.3. LAVORI INCOMPLETI**

Qualora determinate categorie di lavoro, per motivi diversi, non risultassero portate a compimento, e sempre che questo non fosse pregiudizievole per il complesso dell'appalto sotto l'aspetto della necessaria funzionalità generale, sarà facoltà della Direzione Lavori di accettarne la contabilizzazione opportunamente parzializzata o di escluderle dal conto finale. La valutazione sarà fatta caso per caso, ad insindacabile giudizio della stessa Direzione.

## Art. 92

**VALUTAZIONE DEI LAVORI IN ECONOMIA**

Le prestazioni in economia ed i noleggi, ove non espressamente previsti in progetto, saranno del tutto eccezionali e potranno verificarsi solo per i lavori secondari. Tali prestazioni non verranno comunque riconosciute se non corrisponderanno ad un preciso ordine di servizio od autorizzazione preventiva da parte della Direzione Lavori.

**92.1. MANO D'OPERA – MERCEDI**

Per le prestazioni di mano d'opera saranno osservate le disposizioni e le convenzioni stabilite dalle leggi e dai contratti collettivi di lavoro, stipulati e convalidati a norma delle leggi sulla disciplina giuridica dei rapporti collettivi.

Nel prezzo della mano d'opera dovrà intendersi compresa e compensata ogni spesa per fornire gli operai degli attrezzi ed utensili del mestiere e per la loro manutenzione, la spesa per l'illuminazione dei cantieri in eventuali lavori notturni, nonché la quota per assicurazioni sociali, per gli infortuni ed accessori di ogni specie, le spese generali e l'utile dell'Appaltatore.

(1) Comunque ordinate dalla Direzione dei lavori, previa autorizzazione dell'Amministrazione.

(2) Resta precisato peraltro che l'Appaltatore avrà comunque l'onere di predisporre in dettaglio tutti i disegni contabili delle opere realizzate e delle lavorazioni eseguite, con le quote necessarie, in piante, prospetti, sezioni, ecc. atte a sviluppare i necessari calcoli di contabilità correlati a dette misure, da disporsi anch'essi a cura dello stesso Appaltatore. I disegni contabili ed i relativi calcoli saranno approntati su supporto digitale ed almeno in duplice copia su idoneo supporto cartaceo.

## 92.2. NOLI

Nel prezzo dei noli dovrà intendersi compresa e compensata ogni spesa per dare le macchine perfettamente funzionanti in cantiere, con le caratteristiche richieste, complete di conducenti, operai specializzati e relativa manovalanza; la spesa per il combustibile e/o il carburante, l'energia elettrica, il lubrificante e tutto quanto necessario per l'eventuale montaggio e smontaggio, per l'esercizio e per la manutenzione ordinaria e straordinaria delle macchine; l'allontanamento delle stesse a fine lavori.

Dovranno ancora intendersi comprese le quote di ammortamento, manutenzione ed inoperosità, le spese per i pezzi di ricambio, le spese generali e l'utile dell'Appaltatore.

## 92.3. MATERIALI A PIÈ D'OPERA

Nel prezzo dei materiali approvvigionati a piè d'opera dovranno intendersi compresi e compensati tutti gli oneri e le spese necessarie per dare i materiali in cantiere pronti all'impiego, in cumuli, strati, fusti, imballaggi, ecc., facili a misurare, nel luogo stabilito dalla Direzione Lavori. Nel prezzo dovrà altresì intendersi compreso l'approntamento di ogni strumento o apparecchio di misura occorrente, l'impiego ed il consumo dei mezzi d'opera, la mano d'opera necessaria per le misurazioni, le spese generali, l'utile dell'Appaltatore ed ogni spesa ed incidenza per forniture, trasporti, cali, perdite, sfridi, ecc.

Tutte le provviste dei materiali dovranno essere misurate con metodi geometrici, a peso o a numero, come disposto dal presente Capitolato e nell'art. 28 del Capitolato Generale.

## Art. 93

### VALUTAZIONE DEI LAVORI A MISURA

Nel prezzo dei lavori valutati a misura dovranno intendersi comprese tutte le spese per la fornitura, carico, trasporto, scarico, lavorazione e posa in opera dei vari materiali, tutti i mezzi e la mano d'opera necessari, le imposte di ogni genere, le indennità di cava, i passaggi provvisori, le occupazioni per l'impianto dei cantieri, le opere provvisorie di ogni genere ed entità, le spese generali, l'utile dell'Appaltatore e quant'altro possa occorrere per dare le opere compiute a regola d'arte.

## 93.1. DEMOLIZIONI E RIMOZIONI

I prezzi fissati in Elenco per le demolizioni e rimozioni si applicheranno al volume o alla superficie effettiva (secondo il tipo di misurazione prevista) delle murature e strutture da demolire o rimuovere. Tali prezzi comprendono i compensi per gli oneri ed obblighi specificati nell'art. 60 ed in particolare i ponti di servizio, le impalcature, le armature e sbadacchiature, nonché la scelta, la pulizia, il deposito od il trasporto a rifiuto dei materiali (1).

La demolizione dei fabbricati, di ogni tipo e struttura, se non diversamente disposto verrà compensata a metro cubo vuoto per pieno, limitando la misura in altezza dal piano di campagna alla linea di gronda del tetto. Rimarrà comunque a carico dell'Appaltatore l'onere della demolizione delle pavimentazioni del piano terreno e delle fondazioni di qualsiasi genere.

I materiali utilizzabili che dovessero venire reimpiegati dall'Appaltatore, su richiesta od autorizzazione della Direzione Lavori, verranno addebitati allo stesso al prezzo fissato per i corrispondenti materiali nuovi diminuito del 20% ovvero, in mancanza, istituendo apposito nuovo prezzo. L'importo complessivo dei materiali così valutati verrà detratto dall'importo dei lavori, in conformità al disposto dell'art. 36 del Capitolato Generale.

## 93.2. SCAVI IN GENERE

### 93.2.1. Oneri generali

Oltre agli obblighi particolari emergenti dal presente articolo, con i prezzi di Elenco per gli scavi in genere l'Appaltatore dovrà ritenersi compensato per tutti gli oneri e le spese che esso dovrà incontrare per:

- l'esecuzione degli scavi con qualsiasi mezzo, i paleggi, l'innalzamento, il carico, il trasporto e lo scarico in rilevato e/o a rinterro e/o a rifiuto fino alla distanza di km ..... (2) nell'ambito del cantiere e di km ..... (3) fuori del cantiere, la sistemazione delle materie di rifiuto, escluse le eventuali indennità di discarica, da compensarsi a parte;
- la preparazione dei provini di materiale da sottoporre ad eventuali prove di schiacciamento in laboratorio, escluso l'onere economico di tali prove a norma dell'art. 15, comma 7, del Capitolato Generale d'Appalto;
- la regolarizzazione delle scarpate o pareti, anche in roccia, lo spianamento del fondo, la formazione di gradoni, il successivo rinterro attorno alle murature o drenaggi, attorno e sopra le condotte di qualsiasi genere, secondo le sagome definitive di progetto;
- le puntellature, sbadacchiature ed armature di qualsiasi importanza e genere, secondo tutte le prescrizioni del presente Capitolato, comprese le composizioni, scomposizioni, estrazioni ed allontanamento, nonché sfridi, deterioramenti e perdite parziali o totali del legname o dei ferri, escluso l'armamento a cassa chiusa da valutarsi con apposito compenso;
- le impalcature, i ponti e le costruzioni provvisorie occorrenti sia per l'esecuzione dei trasporti delle materie di scavo, sia per consentire gli accessi ai posti di scavo e sia infine per garantire la continuità di passaggi, attraversamenti, ecc.

(1) Alle pubbliche discariche del Comune in cui si eseguono i lavori o alla discarica del comprensorio di cui fa parte il Comune medesimo o in subordine, in assenza di pubbliche discariche o per motivi di economia, su aree da procurarsi a cura e spese dell'Appaltatore, appositamente autorizzate dagli Enti preposti alla tutela ambientale ed accettate dalla Direzione dei lavori. Il trasporto a rifiuto dei materiali, se non diversamente disposto, si intende compreso nel prezzo delle condizioni entro una distanza di 5 km dal cantiere. In ogni caso risulta esclusa l'eventuale indennità di discarica, da compensarsi a parte.

(2) Da 1 a 5 km, o per l'intero cantiere e comunque in accordo con le specifiche particolari di Elenco.

(3) Al massimo, di norma, fino a 5 km dal cantiere.

Nel caso di scavi in materie di qualsiasi natura e consistenza (1) si intendono compensati nel relativo prezzo, se non diversamente disposto, i trovanti rocciosi ed i relitti di murature di volume non superiore a 0,5 m<sup>3</sup>; quelli invece di cubatura superiore verranno compensati con i relativi prezzi di Elenco ed il loro volume verrà detratto da quello degli scavi di materie.

Per gli scavi oltre i limiti assegnati, non solo non si terrà conto del maggiore lavoro effettuato, ma l'Appaltatore dovrà a sue spese rimettere in sito le materie scavate in eccesso e comunque provvedere a quanto necessario per garantire la regolare esecuzione delle opere.

Tutti i materiali provenienti dagli scavi dovranno considerarsi di proprietà dell'Amministrazione appaltante, che ne disporrà come riterrà più opportuno. L'Appaltatore potrà usufruire dei materiali stessi, se riconosciuti idonei dalla Direzione Lavori, ma limitatamente ai quantitativi necessari all'esecuzione delle opere appaltate e per quelle categorie di lavoro per le quali è stabilito il prezzo di Elenco per l'impiego dei materiali provenienti dagli scavi.

Per il resto competerà all'Appaltatore l'onere del caricamento, trasporto e sistemazione dei materiali nei luoghi stabiliti dalla Direzione ovvero, quando di tali materiali non ne risultasse alcun fabbisogno, a rifiuto (2).

Agli effetti della contabilizzazione in acconto, i prezzi per i movimenti di materie si considerano riferiti per l'80% ai movimenti veri e propri e per il 20% ai lavori di finitura (profilatura delle scarpate e dei cigli, regolarizzazione dei tagli, sistemazione dei riempimenti o delle discariche, ecc.). Di conseguenza i relativi acconti, alla cui liquidazione si provvedesse prima ancora dei prescritti lavori di finitura, non potranno superare l'80% dell'acconto liquidabile a lavoro completamente eseguito. Il residuo 20% sarà accreditato all'Appaltatore negli stati di avanzamento susseguenti alla completa esecuzione di detti lavori.

### 93.2.2. Scavi di sbancamento

Il volume degli scavi di sbancamento verrà determinato col metodo delle sezioni ragguagliate, che verranno rilevate in contraddittorio dall'Appaltatore all'atto della consegna e, ove necessario per l'esatta definizione delle quote e delle sagome di scavo, anche ad operazioni ultimate (3).

Nelle sistemazioni stradali ed esterne in genere, lo scavo del cassonetto (nei tratti in trincea), delle cunette, dei fossi di guardia e dei canali sarà pagato col prezzo degli scavi di sbancamento. Altresì saranno contabilizzati come scavi di sbancamento gli scavi e tagli da praticare nei rilevati già eseguiti, per la costruzione di opere murarie di attraversamento e consolidamento, per tutta la parte sovrastante il terreno preesistente alla formazione dei rilevati stessi.

### 93.2.3. Scavi di fondazione

Il volume degli scavi di fondazione sarà computato come prodotto della superficie della fondazione per la sua profondità sotto il piano di sbancamento o del terreno naturale; tale volume sarà eventualmente frazionato, in rapporto alle diverse zone di profondità previste dai prezzi di Elenco. Ove la fondazione fosse eseguita con impiego di casseforme, la larghezza dello scavo sarà maggiorata di 70 cm in direzione perpendicolare alle stesse (spazio operativo) (4).

Per gli scavi con cigli a quota diversa, il volume verrà calcolato col metodo delle sezioni successive, valutando però in ogni sezione come volume di fondazione la parte sottostante al piano orizzontale passante per il ciglio più depresso; la parte sovrastante sarà considerata volume di sbancamento e come tale sarà riportata nei relativi computi.

Qualora il fondo dei cavi venisse ordinato con pareti scampanate, la base di fondazione di cui in precedenza si intenderà limitata alla proiezione delle sovrastanti pareti verticali e lo scavo di scampanatura, per il suo effettivo volume, andrà in aggiunta a quello precedentemente computato.

Negli scavi occorrenti per la costruzione delle opere di sottosuolo, quali fognature, acquedotti, ecc. la larghezza massima dei cavi sarà commisurata, salvo diversa disposizione, al diametro esterno dei tubi aumentato di  $40 + D/4$  cm (5), con un minimo contabile di 60 cm di larghezza per profondità di scavo fino a 1,50 m, di 80 cm per profondità da oltre 1,50 a 3,00 m, e di 100 cm per maggiori profondità.

Per gli scavi di fondazione da eseguire con l'impiego di casseri, paratie e simili strutture, sarà incluso nello scavo di fondazione anche il volume occupato dalle strutture stesse.

### 93.2.4. Scavi subacquei

I sovrapprezzi per scavi subacquei, in aggiunta al prezzo fissato per gli scavi di fondazione, saranno valutati per il loro volume, con le norme e le modalità prescritte nel precedente punto 93.2.3. e per zone successive, a partire dal piano orizzontale a quota di 0,20 m sotto il livello normale delle acque stabilitesi senza emungimento nei cavi, procedendo verso il basso.

I prezzi di Elenco saranno applicabili, anche per questi scavi, unicamente e rispettivamente ai volumi realizzati in zone comprese fra coppie di piani di delimitazione, posti a quote diverse ed appositamente specificate dagli stessi prezzi.

Nel caso che l'Amministrazione si avvallesse della facoltà di eseguire in economia gli esaurimenti d'acqua ed i prosciugamenti dei cavi, con valutazione separata di tale lavoro, lo scavo entro i cavi così prosciugati verrà valutato così come prescritto al precedente punto 93.2.3.

(1) Per materie di qualsiasi natura e consistenza si intendono terreni costituiti da limi, argille, sabbie, ghiaie (anche debolmente cementate), detriti alluvionali, ecc., ed in ogni caso materie attaccabili a mezzo di escavatore.

(2) Qualora nei lavori di movimenti di terra o di materie in genere il trasporto fosse valutato a parte, il volume delle materie esuberanti trasportato agli scarichi sarà desunto dalla differenza fra il volume di tutti gli scavi e quello di tutti i riporti e riempimenti, qualunque fosse stato l'ordine ed il tempo nei quali furono eseguiti i diversi movimenti di materie, senza tenere conto dell'aumento delle materie scavate, né dell'incompleto assestamento delle materie riportate. La distanza del trasporto, nel caso di cantiere esteso oltre 1 km, sarà riferita al baricentro del cantiere (salvo diversa disposizione).

(3) Per volumi di scavo di limitata estensione e/o di sagoma particolare la misurazione potrà venire effettuata anche con metodi geometrici di maggiore approssimazione.

(4) Nel caso di strutture particolari che richiedono l'impiego di ponteggi ed altre opere provvisorie lo spazio operativo potrà essere maggiore e sarà insindacabilmente valutato dalla Direzione dei Lavori.

(5) La larghezza sarà comunque considerata in valore multiplo di 5 cm con arrotondamento alla misura immediatamente inferiore o superiore.

### 93.2.5. Scavi di gallerie, cunicoli e pozzi

Il volume degli scavi per gallerie, cunicoli e pozzi dovrà essere valutato geometricamente, in base alle sezioni (nude o di sagoma esterna di rivestimenti murari) prescritte per ciascun tratto. Ogni maggiore scavo, salvo l'eccezione sotto specificata, non verrà mai pagato all'Appaltatore il quale sarà anzi obbligato ad eseguire, a tutte sue spese, il riempimento dei vani per tale fatto rimasti tra rivestimento e terreno (1).

Peraltro nessun compenso spetterà all'Appaltatore per maggiori scavi, ancor quando essi fossero inevitabili e dipendenti dalla natura del terreno o da necessità di lavoro (rialzamento di centine, collocamento di armature, azioni di mine, scoscendimenti e simili).

Nel caso si verificassero frane, oppure naturali rilasci, di volume mediamente superiore a 5,00 m<sup>3</sup> per ciascun metro lineare di galleria lungo la quale la frana od il rilascio si è prodotto, si applicherà il prezzo speciale stabilito in tariffa (o da stabilirsi) alla parte eccedente detto volume ed esclusivamente ad essa. Non sarà comunque corrisposto alcun compenso quando le frane od i rilasci fossero riconosciuti imputabili all'Appaltatore o per poca diligenza nella condotta dei lavori, o per deficienze nelle armature e nei puntellamenti, o per l'inosservanza delle prescrizioni della Direzione. In tal caso l'Appaltatore, oltre allo sgombero delle materie franate, sarà in obbligo di eseguire a sue spese tutte le riparazioni occorrenti ed a risarcire gli eventuali danni.

Salvo diversa prescrizione, i prezzi degli scavi di gallerie si riferiscono a materie di qualunque natura e consistenza, compresa la roccia di qualunque durezza, quali che fossero i mezzi d'opera impiegati per la loro escavazione; nei prezzi stessi è compreso ogni onere per la spaccatura ed asportazione di massi e di ogni altro materiale rinvenuto negli scavi. I detti prezzi compensano e comprendono altresì quanto occorrente per dare i lavori completamente finiti, e quindi anche tutte le spese per armature e puntellamenti di qualsiasi tipo ed entità (anche a cassa chiusa, di semplice rivestimento o di contropinta), per illuminazione e ventilazione dei cantieri di lavoro, per eventuali esaurimenti di acqua, per soggezioni e difficoltà dovute ad infiltrazioni di gas o all'incontro con terreni spingenti o incoerenti e per i provvedimenti conseguenti.

L'apertura di finestre o pozzi che l'Appaltatore desiderasse effettuare in armonia con il suo piano di svolgimento dei lavori, dovrà essere autorizzata dalla Direzione, che potrà peraltro imporre vincoli o condizioni. L'autorizzazione non darà comunque diritto all'Appaltatore al pagamento di tali lavori, a meno che la Direzione non ne decidesse l'eventuale utilizzo prima dell'ultimazione delle opere.

Saranno considerati scavi a pozzo, e come tali quindi valutati e compensati, gli scavi eseguiti verticalmente o con inclinazione non superiore a 60° (sessagesimali) rispetto alla verticale. Gli scavi a pozzo verranno pagati con gli appositi prezzi di Elenco, prezzi che verranno però applicati solo quando la profondità dei pozzi dovesse superare il valore di 5,00 m dal piano di campagna o di sbancamento. Per pozzi profondi fino a 5,00 m lo scavo verrà contabilizzato come scavo di fondazione.

La misurazione dello scavo dei pozzi sarà fatta in base alla sagoma teorica esterna dei pozzi stessi ed all'atezza misurata dal piano di sbancamento fino al corso inferiore dell'ultimo anello in calcestruzzo. Il volume dello scavo relativo alla scampanatura dell'ultimo tratto sarà calcolato tenendo conto del solido geometrico realizzato.

Il calcestruzzo semplice o armato, costituente il rivestimento dei pozzi, sarà contabilizzato come calcestruzzo in elevazione. Quello per il fondello e per il riempimento dei pozzi sarà considerato come calcestruzzo in fondazione.

### 93.2.6. Terebrazioni geognostiche

La misurazione delle terebrazioni geognostiche sarà eseguita per la lunghezza effettiva della zona attraversata, in base alla quota raggiunta a partire da quella del terreno circostante o dal fondo dei pozzi e degli scavi di fondazione.

### 93.3. RILEVATI E RINTERRI

Il volume dei rilevati e dei rinterri sarà misurato col metodo delle sezioni ragguagliate, ovvero per volumi di limitata entità e/o di sagoma particolare, con metodi geometrici di maggiore approssimazione.

Il volume dei rilevati e dei rinterri eseguiti con materiali provenienti da cave di prestito verrà ricavato come differenza tra il volume totale del rilevato o rinterro eseguito secondo le sagome ordinate ed il volume degli scavi contabilizzati e ritenuti idonei per l'impiego in rilevato. Nel computo non dovrà tenersi conto del maggior volume dei materiali che l'Appaltatore dovesse impiegare per garantire i naturali assestamenti dei rilevati o rinterri e far sì che gli stessi assumano la sagoma prescritta al cessare degli assestamenti.

Nel prezzo dei rilevati con materiali provenienti da cave di prestito si intendono compresi gli oneri relativi all'acquisto dei materiali idonei in cave di prestito private, alla sistemazione delle cave a lavoro ultimato; le spese per permessi, oneri e diritti per estrazione dai fiumi e simili e da aree demaniali e, per quanto applicabili, gli oneri tutti citati per gli scavi di sbancamento. Il prezzo relativo alla sistemazione dei rilevati comprende anche gli oneri della preparazione del piano di posa degli stessi, quali l'eliminazione di piante, erbe e radici, nonché di materie contenenti sostanze organiche (2).

Tutti gli scavi per la formazione del piano di posa (scoticamento, bonifica, gradonatura) saranno valutati a misura con i prezzi unitari di Elenco relativi agli scavi di sbancamento. Per i rilevati costipati meccanicamente, gli scavi per la preparazione dei piani di posa verranno valutati solo se spinti, su richiesta della Direzione, a profondità superiore a 20 cm dal piano di campagna ed unicamente per i volumi eccedenti tale profondità.

Nella formazione dei rilevati è compreso l'onere della stesa a strati delle materie negli spessori prescritti, la formazione delle banchine e dei cigli, se previsti, e la profilatura delle scarpate. Nei rilevati inoltre non si darà luogo a contabilizzazioni di scavo di cassonetto ed il volume dei rilevati sarà considerato per quello reale, dedotto, per la parte delle carreggiate, quello relativo al cassonetto.

Dal computo del volume dei rilevati non dovranno detrarsi i volumi occupati da eventuali manufatti di attraversamento, qualora la superficie complessiva della sezione retta degli stessi dovesse risultare non superiore a 0,50 m<sup>2</sup> (3).

(1) Il riempimento sarà effettuato con muratura o calcestruzzo o con qualunque altro materiale ordinato dalla Direzione Lavori.

(2) Se non diversamente disposto dall'Elenco Prezzi.

(3) La superiore norma non dovrà ritenersi estensibile ai rinterri.

#### 93.4. PALI DI FONDAZIONE

Il prezzo dei pali, oltre a quanto particolarmente previsto per ciascun tipo, comprende le eventuali perforazioni a vuoto (limitatamente al 10% della lunghezza di ciascun palo), le prove di carico sperimentali e quelle di collaudo, così come stabilito all'art. 63 del presente Capitolato. Nessuna maggiorazione di prezzo competerà per l'esecuzione di pali comunque inclinati e di qualunque tipo.

#### 93.5. MURATURE

##### 93.5.0. Norme generali

Le murature in genere, salvo le eccezioni specificate di seguito, dovranno essere misurate geometricamente, in base al loro volume od alla loro superficie, secondo la categoria, con misure prese sul vivo dei muri, esclusi cioè gli intonaci. Sarà fatta detrazione delle aperture di luce superiore a 1,0 m<sup>2</sup> e dei vuoti di canne, gole per tubazioni e simili che abbiano sezione superiore a 0,25 m<sup>2</sup>, rimanendo per questi ultimi, all'Appaltatore, l'onere per la successiva eventuale loro chiusura con materiale di cotto o di tipo diverso, secondo prescrizione.

Allo stesso modo sarà fatta detrazione per il volume corrispondente alla parte incastrata di pilastri, piattabande, ecc. di strutture diverse, nonché di pietre naturali od artificiali da valutarsi con altri prezzi di Elenco.

Nei prezzi delle murature di qualsiasi specie, qualora non eseguite con paramento a faccia vista, si intende compreso il rinzafo delle facce viste dei muri, anche se a queste dovranno successivamente addossarsi materie per la formazione di rinterrì; è altresì compreso ogni onere per la formazione di spalle, sguinci, spigoli, strombature, incassature per imposte di archi, volte e piattabande, nonché per la formazione degli incastri per il collocamento in opera di pietre da taglio od artificiali.

Nei prezzi delle murature da eseguire con materiali di proprietà dell'Amministrazione sarà compreso ogni trasporto, ripulitura ed adattamento dei materiali per renderli idonei all'impiego, nonché il loro collocamento in opera. Le murature eseguite con materiali ceduti all'Appaltatore saranno valutate con i prezzi delle murature eseguite con materiale fornito dall'Appaltatore, diminuiti del 20% (salvo diversa disposizione), intendendosi con la differenza compreso o compensato ogni trasporto ed ogni onere di lavorazione, collocamento in opera, ecc.

##### 93.5.1. Muratura a secco – Riempimenti di pietrame – Vespai

La muratura di pietrame a secco sarà valutata per il suo effettivo volume; il prezzo comprende l'onere della formazione di un cordolo in conglomerato cementizio di coronamento.

Il riempimento di pietrame a ridosso delle murature, o comunque effettuato, sarà valutato a metro cubo, per il suo volume effettivo misurato in opera.

I vespai saranno di norma valutati a metro cubo in opera se realizzati in pietrame, a metro quadrato di superficie se realizzati in laterizio. In ogni caso la valutazione deve ritenersi comprensiva di tutti gli oneri particolarmente riportati al punto 66.3.3.

##### 93.5.2. Muratura mista di pietrame e mattoni

La muratura di pietrame e mattoni sarà misurata come le murature in genere; con i relativi prezzi di Elenco si intendono compensati tutti gli oneri di cui al punto 66.4.3. del presente Capitolato per l'esecuzione in mattoni di spigoli, angoli, spallette, squarci, parapetti, ecc.

##### 93.5.3. Muratura in pietra da taglio

La muratura in pietra da taglio da valutarsi a volume verrà sempre misurata in base al minimo parallelepipedo retto circoscrivibile a ciascun pezzo; quella da valutarsi a superficie (lastre di rivestimento a spessore, lastroni, ecc.) sarà misurata in base al minimo rettangolo circoscrivibile. I pezzi da valutare a lunghezza saranno misurati secondo il lato di maggiore sviluppo.

Nei prezzi di Elenco sono compresi e compensati tutti gli oneri di cui al punto 66.5.2. del presente Capitolato.

##### 93.5.4. Murature di mattoni a una testa o in foglio

Le murature di mattoni a una testa o in foglio si misureranno a vuoto per pieno, al rustico, deducendo soltanto le aperture di superficie superiore ad 1,00 m<sup>2</sup>. In ogni caso nel prezzo si intende compresa e compensata la formazione di sordini, spalle, piattabande nonché, se non diversamente disposto, la fornitura e collocazione dei controtelai in legno per il fissaggio dei serramenti e delle eventuali riquadrature.

##### 93.5.5. Pareti di tamponamento a cassetta

La valutazione delle pareti di tamponamento a doppia struttura (a cassetta) sarà effettuata in base alla loro superficie netta, con detrazione di tutti i vani di superficie superiore a 2,00 m<sup>2</sup>. Sarà peraltro computata come muratura a cassetta anche la fodera singola che andasse a ridosso dei pilastri e delle travi, a mascheramento di tali strutture.

##### 93.5.6. Volte – Archi – Piattabande

Le volte, gli archi e le piattabande, in conci di pietrame o mattoni di spessore superiore ad una testa, saranno valutati a volume ed a seconda del tipo, struttura e provenienza dei materiali impiegati. Nei prezzi di Elenco si intendono comprese tutte le forniture, lavorazioni e magisteri per dare le strutture di che trattasi complete in opera, con tutti i giunti delle facce viste frontali e d'intradosso profilati e stuccati.

Le volte, gli archi e le piattabande di mattoni, in foglio o a una testa, saranno valutati in base alla loro superficie, con i prezzi delle relative murature.

##### 93.5.7. Ossature di cornici, cornicioni, lesene, pilastri, ecc.

Le ossature di cornici, cornicioni, lesene, pilastri, ecc. di aggetto superiore a 5 cm sul filo esterno del muro saran-

no valutate per il loro volume effettivo in oggetto, con l'applicazione dei prezzi di Elenco per le relative murature, maggiorate del sovrapprezzo previsto nell'Elenco stesso.

### 93.5.8. Paramenti delle murature

I prezzi stabiliti in Elenco per la lavorazione delle facce viste, con valutazione separata dalla muratura, comprendono non solo il compenso per la lavorazione delle facce viste, dei piani di posa e di combaciamento, ma anche quello per l'eventuale maggiore costo del materiale di rivestimento, qualora questo fosse previsto di qualità e provenienza diversa da quello del materiale impiegato per la costruzione della muratura interna.

La misurazione dei paramenti in pietrame e delle cortine di mattoni verrà effettuata per la loro superficie effettiva, dedotti i vuoti e le parti occupate da pietra da taglio o artificiale (1).

### 93.6. CALCESTRUZZI E CONGLOMERATI CEMENTIZI

I calcestruzzi per fondazioni, murature, volte, ecc., gli smalti ed i conglomerati cementizi in genere, costruiti di getto in opera, saranno di norma valutati in base al loro volume, escludendosi dagli oneri la fornitura e posa in opera degli acciai per i cementi armati, che verranno considerati a parte.

I calcestruzzi ed i conglomerati saranno misurati in opera in base alle dimensioni prescritte, esclusa quindi ogni eccedenza, ancorché inevitabile, e dipendente dalla forma degli scavi aperti e dal modo di esecuzione dei lavori, trascurando soltanto la deduzione delle eventuali smussature previste in progetto agli spigoli (di larghezza non superiore a 10 cm) e la deduzione del volume occupato dai ferri.

Nei prezzi di Elenco dei calcestruzzi, smalti e conglomerati cementizi, armati o meno, sono compresi e compensati: la fornitura e la posa in opera di tutti i materiali necessari, la mano d'opera, i ponteggi, le attrezzature ed i macchinari per la confezione ed in genere tutti gli obblighi ed oneri esecutivi particolarmente riportati agli artt. 67, 68, 69, 70, del presente Capitolato; sono altresì compresi, se non diversamente disposto, gli stampi di ogni forma, i casseri le casseforme di contenimento, le armature e centinature di ogni forma e dimensione, il relativo disarmo, nonché l'eventuale rifinitura dei getti.

L'impiego di eventuali aeranti, plastificanti, impermeabilizzanti, acceleranti di presa ed additivi in genere nei calcestruzzi e nei conglomerati darà diritto unicamente al compenso del costo di detti materiali.

Per gli elementi a carattere ornamentale gettati fuori opera (pietre artificiali), la misurazione verrà effettuata considerando il minimo parallelepipedo retto di base rettangolare circoscrivibile a ciascun pezzo ed il prezzo dovrà ritenersi comprensivo, oltre che dell'armatura metallica, anche di ogni onere di collocazione.

### 93.7. CASSEFORME – ARMATURE – CENTINATURE

Le strutture di cui al presente titolo, se non diversamente specificato, dovranno sempre intendersi comprese e compensate con i prezzi di Elenco relative alle categorie di lavoro per le quali le strutture stesse sono necessarie, murature o conglomerati che siano.

#### 93.7.1. Casseforme e armature secondarie (2)

Le casseforme e armature secondarie, ove il relativo onere non fosse compreso nel prezzo dei calcestruzzi e/o dei conglomerati, saranno computate in base allo sviluppo delle facce a contatto del calcestruzzo e/o conglomerato, escludendo di norma le superfici superiori dei getti con inclinazione sull'orizzontale inferiore al 50%.

Per le solette e gli sbalzi gettati su nervature prefabbricate, per il caso di cui sopra, verrà sempre applicato l'apposito prezzo di Elenco, ancorquando la soletta venisse gettata senza l'uso di vere e proprie casseforme o venisse gettata fuori opera e collegata alle nervature con getti di sigillo.

#### 93.7.2. Armature principali

L'onere delle armature principali di sostegno delle casseforme per i getti di conglomerato cementizio, semplice od armato, a qualunque altezza, è compreso in genere nei prezzi di Elenco relativi a detti getti e, nel caso di valutazione scorporata delle casseforme, nel prezzo relativo a queste ultime. Lo stesso vale per le armature di sostegno delle casseforme per piattabande, travate e sbalzi, o di sostegno della centinatura per volte, per opere fino a 10,00 m di luce netta o di aggetto.

Per luci maggiori le armature principali di sostegno saranno compensate a parte e saranno valutate con i criteri che, nel caso, verranno appositamente stabiliti.

#### 93.7.3. Centine per archi e volte

Per luci maggiori di 10,00 m oltre al pagamento del compenso per armature principali di sostegno, sono compensate a parte le centinature, con il sovrapprezzo di Elenco computato a metro quadrato di proiezione orizzontale dell'intradosso dell'arco o della volta, purché il rapporto freccia-corda sia maggiore del 10%.

Per valori inferiori di detto rapporto non verrà riconosciuto alcun compenso per centinature, intendendosi l'onere relativo compreso tra quelli inerenti alle armature principali di sostegno di cui al precedente punto 93.7.2.

### 93.8. ACCIAIO PER STRUTTURE IN C.A. e C.A.P.

#### 93.8.1. Acciaio per strutture in cemento armato ordinario

La massa delle barre di acciaio normale per l'armatura delle strutture in conglomerato cementizio verrà determinata mediante la massa teorica corrispondente alle varie sezioni resistenti e lunghezze risultanti dai calcoli e dagli esecuti-

(1) Se non diversamente disposto, ed eccettuati i casi di paramenti in pietrame da applicare alle facce viste di strutture murarie non eseguite in pietrame (calcestruzzi, conglomerati, ecc., nei quali si applicheranno prezzi separati per il nucleo e per il paramento), tutte le murature, tanto interne che di rivestimento, saranno valutate applicando al loro volume complessivo il prezzo che compete alla muratura greggia, ed alle superfici delle facce viste lavorate i sovrapprezzi stabiliti secondo la specie di paramento prescritto ed eseguito.

(2) Per armatura secondaria dovrà intendersi quella ad immediato contatto delle casseforme e necessaria ad assicurarne la stabilità di configurazione.

vi approvati, trascurando le quantità superiori, le legature e le sovrapposizioni per le giunte non previste né necessarie. La massa dell'acciaio verrà in ogni caso determinata moltiplicando lo sviluppo lineare effettivo di ogni barra (seguendo sagomature ed uncinature) per la massa unitaria di  $7,85 \text{ kg/dm}^3$ .

Resta inteso che l'acciaio per cemento armato ordinario sarà dato in opera nelle casseforme, con tutte le piegature, le sagomature, le giunzioni, le sovrapposizioni e le legature prescritte ed in genere con tutti gli oneri previsti all'art. 69 del presente Capitolato.

### 93.8.2. Acciaio per strutture in cemento armato precompresso

La massa dell'acciaio armonico per l'armatura delle strutture in conglomerato cementizio precompresso verrà determinata in base alla sezione utile dei fili per lo sviluppo teorico dei cavi tra le facce esterne degli apparecchi di bloccaggio per i cavi scorrevoli e tra le testate delle strutture per i fili aderenti.

### 93.9. SOLAI

#### 93.9.0. Norme generali

I solai in cemento armato saranno valutati, salvo diversa disposizione, a metro cubo, come ogni altra opera in cemento armato. Ogni altro tipo di solaio sarà invece valutato a metro quadrato, in base alla superficie netta dei vani sottostanti (qualunque fosse la forma di questi, misurata al grezzo delle murature principali di perimetro) o in base alla superficie determinata dal filo interno delle travi di delimitazione, esclusi nel primo caso la presa e l'appoggio sulle murature stesse e, nel secondo, la larghezza delle travi portanti o di perimetro.

Nei prezzi dei solai in genere è compreso l'onere per lo spianamento superiore con malta sino al piano di posa del massetto di sottofondo per i pavimenti; sono altresì comprese, le casseforme e le impalcature di sostegno di qualsiasi entità, ogni opera e materiale occorrente per dare i solai completamente finiti e pronti per la pavimentazione e per l'intonaco.

I solai a sbalzo saranno considerati, ai fini solo della classifica, di luce netta pari a 2,5 volte la luce dello sbalzo. Quelli a struttura mista e nervature incrociate saranno considerati, per gli stessi fini, di luce pari alla media delle due luci nette (1).

I solai per falde inclinate saranno misurati sulla luce effettiva tra gli appoggi.

#### 93.9.1. Solai in cemento armato misto a laterizi

Nel prezzo dei solai in cemento armato misto a laterizi dovrà intendersi compresa e compensata la fornitura, lavorazione e posa in opera delle armature metalliche, resistenti e di ripartizione. Il prezzo a metro quadrato si applicherà anche, senza alcuna maggiorazione e se non diversamente disposto, a quelle parti di solaio in cui per resistere ai momenti negativi (zone di incastro) o per costituire fasce di maggiore resistenza (travetti annegati) (2) il laterizio fosse sostituito da calcestruzzo.

### 93.10. COPERTURE A TETTO

Le coperture a tetto saranno di norma valutate a metro quadrato, misurando geometricamente la superficie delle falde senza alcuna deduzione dei vani per camini, canne, lucernari ed altre parti emergenti dalla copertura, purché non eccedenti per ognuna la superficie di  $1,00 \text{ m}^2$  (nel qual caso si dovranno dedurre per intero). In compenso non si terrà conto degli oneri derivanti dalla presenza di tali strutture.

Nel prezzo delle coperture a tetto sono compresi e compensati tutti gli oneri, ad eccezione della grossa armatura (capriate, puntoni, arcarecci, colmi, e costoloni) che verrà valutata a parte, secondo il tipo di materiale e le specifiche norme di misurazione.

Le lastre di piombo, rame, acciaio, ecc. interposte nella copertura per i compluvi o all'estremità delle falde, intorno ai lucernari, camini ed altre parti emergenti, qualora espressamente previsto, saranno valutate a parte, con i prezzi fissati in Elenco per la posa dei detti materiali.

### 93.11. IMPERMEABILIZZAZIONI

Le impermeabilizzazioni su pareti verticali, su piani orizzontali o inclinati saranno valutate in base alla loro superficie effettiva, senza deduzione dei vani per camini, canne, lucernari ed altre parti emergenti, purché non eccedenti ciascuna la superficie di  $1,00 \text{ m}^2$ ; per le parti di superficie maggiore di  $1,00 \text{ m}^2$ , verrà detratta l'eccedenza. In compenso non si terrà conto delle sovrapposizioni, dei risvolti e degli oneri comportati dalla presenza dei manufatti emergenti.

Nei prezzi di Elenco dovranno intendersi compresi e compensati gli oneri di cui all'art. 75 del presente Capitolato, in particolare la preparazione di supporti, sia orizzontali sia verticali, la formazione dei giunti e la realizzazione dei solini di raccordo.

### 93.12. ISOLAMENTI TERMICI E ACUSTICI

La valutazione degli isolamenti termo-acustici sarà effettuata in base alla superficie di pavimento o di parete effettivamente isolata, con detrazione dei vuoti di superficie maggiore di  $0,25 \text{ m}^2$ .

### 93.13. PAVIMENTI

#### 93.13.0. Norme generali

I pavimenti, di qualunque genere, saranno valutati per la loro superficie in vista tra le pareti o elementi di delimitazione perimetrale, con esclusione delle parti ammorsate sotto intonaco o comunque incassate. Nella misurazione verranno detratte le zone non pavimentate purché di superficie, ciascuna, superiore a  $0,25 \text{ m}^2$ .

(1) Agli effetti contabili, naturalmente, la misurazione di detti solai (a sbalzo ed a nervature incrociate) sarà effettuata per la luce effettiva del solaio.

(2) I travetti annegati saranno considerati come facenti parte della superficie del solaio qualora di larghezza non superiore alla larghezza della fila di laterizi che sostituiscono. In ogni caso verrà però contabilizzata l'eccedenza di armatura rispetto all'ordinaria armatura del solaio.



I prezzi di Elenco per ciascun genere di pavimento compensano tutti gli oneri di lavorazione e posa in opera intesi a dare i pavimenti stessi completi e rifiniti come prescritto all'art. 76 del presente Capitolato, con esclusione, se non diversamente disposto, dei massetti di sottofondo, che verranno valutati separatamente, a volume o a superficie secondo i relativi prezzi.

### **93.13.1. Pavimenti di marmette e marmettoni – Pavimenti in lastre**

Il prezzo di Elenco compensa, per tali categorie di lavoro, l'arrotatura e la levigatura di cui al punto 81.1.2. del presente Capitolato. L'eventuale lucidatura (a piombo o con mole ed additivi speciali), se ordinata e se non diversamente prescritto, sarà valutata separatamente.

### **93.13.2. Pavimenti resilienti**

I prezzi di Elenco comprendono e compensano tutti gli oneri specificatamente previsti al punto 76.5. del presente Capitolato ed in particolare la lisciatura del sottofondo di cui al punto 76.5.1.

### **93.13.3. Pavimentazioni esterne**

I prezzi di Elenco relativi a tali categorie di lavoro (pavimentazioni in mattonelle d'asfalto, cubetti di pietra, acciottolati, selciati, ecc.) comprendono e compensano tutti gli oneri specificatamente previsti, ed in particolare la formazione dei letti di sabbia o di malta e la sigillatura dei giunti.

I prezzi di Elenco saranno applicati invariabilmente qualunque fosse, piana o curva, la superficie vista o qualunque fosse il fondo su cui le pavimentazioni sono poste in opera; dai prezzi dovrà ritenersi escluso il compenso per la formazione dei massetti di sottofondo, che verranno valutati a parte con i prezzi relativi ai tipi prescritti.

## **93.14. INTONACI**

Le rabbocature, le sbruffature, le arricciature e gli intonaci di qualsiasi tipo, applicati anche in superfici limitate (spalle, sguinci, mazzette di vani di porte e finestre, ecc.) o comunque centinate ed a qualsiasi altezza, saranno valutati in base alla loro superficie con i prezzi di Elenco, che compensano, oltre tutti gli oneri previsti nell'art. 82 del presente Capitolato, anche quelli che seguono:

- l'esecuzione di angoli e spigoli a ciglio vivo od arrotondato con raggio non superiore a 5 cm, con l'avvertenza che in questo caso gli intonaci verranno misurati come se esistessero gli spigoli vivi;
- la ripresa, dopo la chiusura, di tracce di qualunque genere, la muratura di eventuali ganci a soffitto e le riprese contro pavimenti, rivestimenti, zoccolature, serramenti, da eseguirsi anche in tempi successivi;
- l'intasamento dei fori del laterizio nelle murature di mattoni forati;
- l'esecuzione di un primo leggero rinzaffo formato con malta fluida di cemento su tutte le superfici di intradosso dei solai e delle volte e su tutte le strutture di conglomerato cementizio.

La valutazione sarà eseguita in base alle superfici in vista effettive, salvo quanto specificato di seguito.

### **93.14.1. Intonaci interni**

Gli intonaci sui muri interni a una testa o in foglio e comunque di spessore non superiore a 15 cm, dovranno essere misurati per la loro superficie effettiva, con detrazione pertanto di tutti i vuoti, al vivo delle murature, di qualunque dimensione essi siano. In questo caso saranno però misurate ed aggiunte le superfici degli sguinci, degli intradossi, delle piattabande o degli archi dei vani passanti o ciechi.

Gli intonaci sui muri di spessore maggiore ad una testa e comunque di spessore maggiore di 15 cm, saranno misurati vuoto per pieno, senza detrazione di zone mancanti di intonaco, fino alla superficie di 4,00 m<sup>2</sup>, a compenso delle superfici degli sguinci, spalle, intradossi dei vani compresi nelle suddette zone, dei parapetti o simili eventualmente esistenti nei vani stessi (1).

Sui muri di spessore maggiore ad una testa intonacati dalle due parti, in corrispondenza dei vani a tutto spessore dovrà effettuarsi la detrazione dei vuoti dalla parte in cui il vuoto presenta la superficie minore; l'altra parte ricadrà nel caso precedente.

### **93.14.2. Intonaci esterni**

Gli intonaci esterni di qualsiasi tipo saranno valutati vuoto per pieno nella relativa proiezione sul piano verticale, intendendosi in tal modo valutate le sporgenze e le rientranze fino a 20 cm dal piano delle murature esterne. Nel prezzo sono compresi gli oneri per l'esecuzione dei fondi, cornici, cornicioni, fasce, stipiti, mostre, architravi, mensole, bugnati, ecc. nonché gli intradossi dei balconi, anche incassati, delle verande, logge, pensiline e cornicioni di aggetto fino a 0,80 m.

Saranno invece computati nella loro superficie effettiva gli intonaci eseguiti su cornicioni, balconi, pensiline, ecc. con aggetti superiori a 0,80 m.

## **93.15. RIVESTIMENTI**

I rivestimenti di qualunque genere verranno valutati in base alla loro superficie effettiva, qualunque fosse la sagona e la posizione delle pareti o strutture da rivestire, detratte le zone non rivestite di superficie superiore a 0,25 m<sup>2</sup>.

I prezzi di Elenco comprendono e compensano tutti gli oneri di cui all'art. 83 del presente Capitolato. Per i rivestimenti resino-plastici valgono le norme di cui al precedente punto 93.14.

(1) I vani di superficie superiore a 4,00 m<sup>2</sup> dovranno essere pertanto detratti, ma in questo caso saranno valutate le superfici degli sguinci, spalle, intradossi, ecc.

## 93.16. INFISSI

### 93.16.1. Infissi in legno

Gli infissi come porte, vetrate, coprirulli e simili verranno valutati in base alla loro superficie e saranno misurati su una sola faccia del perimetro esterno dei telai, siano essi semplici o a cassettoni, fatta esclusione degli zampini da incassare nei pavimenti o nelle soglie. Le parti centinate verranno valutate secondo la superficie del minimo rettangolo circoscrittibile, ad infisso chiuso, compreso il telaio se esistente.

Gli infissi di superficie inferiore a 1,20 m<sup>2</sup> verranno ammessi in contabilità con valutazione non inferiore a tale valore minimo di superficie.

Le persiane avvolgibili verranno valutate aumentando la luce netta dell'apertura di 5 cm in larghezza e di 20 cm in altezza. Le mostre, le contromostre ed i coprifili dovranno, se non diversamente disposto, ritenersi sempre compresi nell'onere relativo alla fornitura e posa in opera degli infissi; viceversa, saranno misurati linearmente lungo la linea di massimo sviluppo. I controportelli e rivestimenti, ove non diversamente previsto, saranno anch'essi misurati su una sola faccia, nell'intera superficie vista.

Il collocamento in opera, ove fosse da considerare separatamente dalla fornitura, sarà valutato in base alla superficie od a numero, secondo quanto stabilito in Elenco.

### 93.16.2. Infissi metallici

I prezzi di Elenco comprendono e compensano tutti gli oneri di cui all'art. 80 del presente Capitolato. La misurazione avverrà sul filo esterno dei telai, come per gli infissi di cui al precedente punto 93.16.1. del quale si intendono qui ripetute le altre notazioni, in quanto applicabili. Negli infissi a blocco, se non diversamente disposto, la misurazione in altezza verrà estesa fino al filo esterno del cassonetto.

Gli infissi in lamiera di acciaio zincata dovranno essere dati in opera completi di verniciatura di finitura, del tipo prescritto (1).

Nel prezzo degli infissi in acciaio inossidabile ed in alluminio (anodizzato o laccato) dovranno sempre intendersi compresi e compensati i provvedimenti di protezione per il trasporto, l'immagazzinamento ed il montaggio, la fornitura e posa in opera dei falsotelai in lamiera zincata o in legno, secondo prescrizione, ed in genere gli oneri tutti di cui all'art. 80 del presente Capitolato.

### 93.16.3. Serramenti speciali

Le serrande di sicurezza si valuteranno con le stesse norme riportate per le avvolgibili al precedente punto 93.16.1. Le serrande di sicurezza ad elementi verticali saranno valutate in base alla superficie del diaframma, calcolata tenendo conto delle misure effettive degli elementi sia in verticale, che nello sviluppo orizzontale. Le serrande di sicurezza a cancelli riducibili verranno valutate con i criteri di cui sopra, considerando come sviluppo orizzontale la luce netta del vano. Le serrande basculanti saranno valutate a superficie, con misure riferite al filo esterno del telaio fisso.

## 93.17. LAVORI DA PITTORE

I prezzi di Elenco relativi ai lavori da pittore compensano tutti gli oneri di cui all'art. 86 del presente Capitolato. La valutazione delle opere verrà effettuata come di seguito.

### 93.17.1. Tinteggiature e pitturazioni di pareti

Negli ambienti interni la valutazione delle tinteggiature e pitturazioni, sia di pareti che di soffitti, verrà effettuata secondo le norme degli intonaci interni riportate al precedente punto 93.14.1.

Negli esterni, per la valutazione delle pareti tinteggiate o pitturate non si terrà conto dei risalti, delle grossezze di ogni specie, delle decorazioni dei vani, delle sporgenze delle cornici, ecc.; in compenso, non verranno detratti i vani di porte, finestre, e simili, di qualunque superficie. Le fiancate, quinte, velette soffitti di balconi e di corpi aggettanti o delle parti incassate, ecc. verranno valutati secondo le norme degli intonaci esterni di cui al precedente punto 93.14.2.

### 93.17.2. Verniciatura di infissi in legno

Per le porte, portoni e simili, verniciati nelle due parti, la valutazione verrà effettuata computando due volte la superficie apparente in proiezione verticale e comprendente le mostre, i coprifili, ecc., misurata dalla parte della maggiore superficie. La valutazione non terrà conto degli spessori verniciati dei telai fissi o mobili (e relative mostre e coprifili) fino ad una larghezza in proiezione di 15 cm; per larghezze superiori verrà tenuto conto della superficie eccedente. Qualora la verniciatura fosse eseguita da una sola parte, la valutazione verrà effettuata computando una sola volta la superficie apparente.

Per le porte a vetri, le vetrate e le porte-finestre, verniciate da entrambi le facce, la superficie apparente in proiezione verticale sarà computata una volta e mezzo. Gli spessori verranno valutati come per le porte piene.

Per le finestre composte di soli battenti a vetri, verniciate dalla due parti, la valutazione verrà effettuata computando una sola volta la superficie apparente in proiezione verticale, precedentemente definita. Per gli spessori sarà adottato il criterio di cui sopra.

I controportelli, se verniciati da ambo le parti, saranno valutati computando per due volte la superficie della relativa proiezione verticale.

Le persiane avvolgibili saranno valutate computando due volte e mezzo la superficie apparente del telo, senza tener conto di alcuno spessore; il prezzo deve anche ritenersi compensativo della verniciatura delle guide, degli eventuali apparecchi a sporgere e degli accessori tutti per i quali è prescritto il trattamento anticorrosivo.

Con le valutazioni effettuate come sopra prescritto si intende compensata la verniciatura del cassettoni o telaio,

(1) Se non diversamente specificato, l'onere della verniciatura dovrà ritenersi compreso nel prezzo degli infissi. È il caso di annotare che qualora non fosse richiesta la verniciatura in stabilimento, questa sarà data in due tempi, di cui nel primo, in pre-fornitura, si avrà un trattamento con strato antiruggine e nel secondo, in opera, un successivo trattamento con strato di ripresa antiruggine e con gli strati di finitura.

delle mostre, coprifili, battenti, soglie e di ogni altra parte o accessorio, nei limiti di spessore stabiliti e con eccezione nei riguardi del cassonetto coprirullo dell'avvolgibile, che sarà misurato a parte valutando le singole superfici apparenti verniciate.

### 93.17.3. Verniciatura di infissi ed opere metalliche

La verniciatura delle opere metalliche semplici e senza ornati (quali porte e finestre grandi a vetrata, lucernari, serrande avvolgibili a maglia, e simili), effettuata nelle due parti, verrà valutata per tre quarti delle superficie apparente del minimo rettangolo circoscritto e, per le eventuali parti piene, due volte la loro superficie, senza includere nella misura le parti sporgenti come staffe, sostegni, grappe, nottole, braccialetti e simili, la cui verniciatura si intende compensata con la valutazione di cui sopra.

Per le opere metalliche semplici e senza ornati, quali inferriate, cancellate, ringhiere, cancelli anche riducibili, infissi, reti e simili, verniciate nelle due parti, verranno valutate le loro superfici effettive per una sola volta. Per quelle con ornamenti, nonché per le lamiera stirate, le reti con maglie di lato medio non superiore a 5 cm, verniciate nelle due parti, si procederà alla loro valutazione computando una volta e mezzo la superficie misurata come sopra.

Per le lamiera ondulate, le serrande ad elementi di lamiera e simili, verniciati nelle due parti, verrà valutata tre volte la loro superficie misurata come sopra, restando così compensato anche lo sviluppo, la parte non in vista e gli accessori. Per i corpi scaldanti le verniciature verranno valutate computando una volta e mezzo la superficie radiante nominale, intendendosi con questo compensato ogni altro onere.

### 93.18. OPERE IN MARMO, PIETRE NATURALI O ARTIFICIALI

I prezzi di Elenco comprendono e compensano tutti gli oneri generali e particolari previsti all'art. 87 del presente Capitolato. I prezzi compensano altresì, se non diversamente prescritto, la lavorazione delle facce viste, gli incassi, le straddellature, la lavorazione degli spigoli, i tagli in sagoma e quant'altro specificatamente previsto; compensano ancora gli ancoraggi meccanici, le imbottiture ed inoltre l'onere dell'eventuale posa in diversi periodi di tempo.

La valutazione delle opere sarà effettuata in base al volume, alla superficie, o allo sviluppo lineare, secondo i casi e le previsioni di Elenco, con i criteri stabiliti in precedenza al punto 93.5.3. Le immorsature si valuteranno con lo stesso prezzo relativo ai marmi ed alle pietre.

### 93.19. OPERE DA CARPENTIERE

Nei prezzi di Elenco riguardanti la lavorazione e posa in opera dei legnami è compreso ogni compenso per la provvista di tutta la chioderia, delle staffe, bulloni, chiavetti, ecc. occorrenti; per gli sfridi, per l'esecuzione delle giunzioni e degli innesti di qualunque specie, per impalcature di servizio, catene, cordami, malte, meccanismi e simili, per qualunque mezzo provvisoriale per l'innalzamento, trasporto e posa in opera ed in genere per gli oneri tutti di cui all'art. 83 del presente Capitolato.

La valutazione dei manufatti in legno e delle opere da carpentiere in genere verrà effettuata in base a volume di legname effettivamente collocato in opera, senza tener conto dei maschi e dei nodi per le congiunzioni dei diversi pezzi e senza dedurre le relative mancanze od intagli.

### 93.20. OPERE E MANUFATTI IN METALLO

Tutti i lavori in metallo saranno in generale valutati in base alla massa dei manufatti, determinata a lavorazione completamente ultimata e misurata prima della loro posa in opera, con misurazione effettuata a cura e spese dell'Appaltatore e verbalizzata in contraddittorio.

Nei prezzi delle opere in metallo è compreso ogni onere particolarmente previsto all'art. 74 del presente Capitolato ed inoltre ogni e qualunque compenso per forniture accessorie e per lavorazione, montaggio e collocamento in opera.

### 93.21. OPERE IN VETRO E CRISTALLO

Le lastre di vetro o di cristallo, qualora previste con valutazione separata, verranno computate in base alla loro superficie effettiva, senza tener conto degli eventuali tagli occorsi né delle parti coperte da incastri e simili o comunque ammorsate (1). Per le dimensioni di lastre di vetro o di cristallo centinate, si assumerà il minimo rettangolo ad esse circoscritto.

Le pareti e coperture con profilati strutturali ad "U" e le opere in vetrocemento verranno valutate in base alla superficie effettiva dei manufatti, misurata in opera.

### 93.22. OPERE DA LATTONIERE

I prezzi di Elenco compensano tutti gli oneri, le prestazioni e le forniture di cui all'art. 84 del presente Capitolato. La valutazione dei condotti, pluviali e canali di gronda sarà effettuata in base alla loro lunghezza effettiva, misurata sull'asse. La valutazione delle converse, dei compluvi, e delle scossaline sarà invece effettuata in base alla loro superficie, senza tener conto delle giunzioni, sovrapposizioni, ecc.

### 93.23. TUBAZIONI

Le tubazioni in genere saranno valutate in base alla loro massa od in base al loro sviluppo in lunghezza, secondo i tipi e le particolari indicazioni di Elenco. I prezzi compensano comunque tutti gli oneri, le prestazioni e le forniture previste all'art. 85, fatta eccezione (se non diversamente previsto) per i letti di sabbia, nelle tubazioni interrato, o per i massetti ed i rivestimenti in calcestruzzo, che verranno valutati separatamente. Le protezioni, come pure gli isolamenti acustici e le colorazioni distintive devono ritenersi specificatamente inclusi, se non diversamente disposto, tra gli oneri relativi ai prezzi di Elenco.

(1) Le dimensioni saranno comunque considerate in valore multiplo di 5 cm, con arrotondamento alla misura immediatamente superiore.

### 93.23.1. Tubazioni metalliche

Le tubazioni metalliche saranno valutate in base alla loro massa, in rapporto al tipo approvato dalla Direzione Lavori, o in base alla loro lunghezza, misurata sull'asse delle tubazioni stesse, quando ne fossero indicate le caratteristiche.

I prezzi di Elenco comprendono oltre alla fornitura dei materiali, compresi quelli di giunzione, e la relativa posa in opera, anche ogni accessorio quali staffe, collari, supporti, ecc. nonché l'esecuzione delle giunzioni, nei tipi prescritti, e le opere murarie.

Nella valutazione delle masse si terrà conto unicamente di quelle relative ai tubi ed ai manufatti metallici di giunzione (flange, controflange, manicotti, ecc.), con esclusione del piombo (nei giunti a piombo), delle guarnizioni (corda di canapa, anelli di gomma, ecc.) nonché delle staffe, collari e materiali vari di fissaggio il cui onere, per quanto in precedenza esposto, deve ritenersi incluso nel prezzo. Nella valutazione delle lunghezze non dovrà tenersi conto delle sovrapposizioni.

Per quanto riguarda i pezzi speciali, l'onere della relativa fornitura e posa in opera potrà essere compreso o meno nel prezzo delle tubazioni (1).

Per le *tubazioni in acciaio*, qualora tale onere risultasse incluso nel prezzo e la valutazione delle tubazioni fosse prevista in base allo sviluppo lineare, i pezzi speciali verranno valutati in lunghezza, sulla maggiore dimensione, applicando un coefficiente moltiplicatore pari a 2 per i pezzi speciali di tipo semplice (curve, riduzioni, raccordi, ecc.), pari a 2,25 per i pezzi speciali ad una diramazione e pari a 2,50 per quelli a due diramazioni. Per le stesse tubazioni, e per lo stesso caso, qualora la valutazione delle tubazioni fosse prevista in base alla massa, i pezzi speciali verranno valutati per la loro massa, ottenuta applicando alla massa reale gli stessi coefficienti moltiplicatori.

Per le *tubazioni in ghisa*, qualora l'onere della fornitura e posa in opera dei pezzi speciali risultasse incluso nel prezzo e la valutazione delle tubazioni fosse prevista in base allo sviluppo lineare, la valutazione dei pezzi speciali sarà effettuata ragguagliandoli all'elemento ordinario di tubazione di pari diametro, secondo le seguenti lunghezze:

	DN 60-150	DN 200-350	DN 400-600
- giunzioni ad una flangia (imbocchi) .....	2,25 m	3,25 m	3,50 m
- giunzioni flangia-bicchiera (tazze) .....	3,00 "	4,00 "	4,25 "
- manicotti .....	3,25 "	4,00 "	5,50 "
- curve a due bicchieri ad 1/4 (90°) .....	4,25 "	6,50 "	10,00 "
- curve a due bicchieri ad 1/8 (45°) .....	4,00 "	5,75 "	7,00 "
- curve a due bicchieri ad 1/16 (22°30') .....	3,75 "	5,00 "	5,75 "
- curve a due bicchieri 1/32 (11°15') .....	3,50 "	4,50 "	5,25 "
- curve a due flange ad 1/4 (90°) .....	3,00 "	4,75 "	7,25 "
- curve a due flange ad 1/8 (45°) .....	3,00 "	5,00 "	
- Tl a due bicchieri con diramazione a flangia .....	5,25 "	7,00 "	8,25 "
- Tl a tre bicchieri .....	5,00 "	6,00 "	
- Tl a tre flange con diramazione centrale .....	4,50 "	7,00 "	9,25 "
- croci a quattro flange .....	6,25 "	9,50 "	11,25 "
- riduzioni a due bicchieri .....	3,25 "	3,75 "	5,00 "
- riduzioni a due flange .....	2,50 "	3,50 "	4,00 "
- flange di riduzione .....	1,50 "	1,75 "	2,25 "
- piatti di chiusura .....	1,00 "	1,75 "	2,25 "

### 93.23.2. Tubazioni in grès, e in cemento

La valutazione delle tubazioni in grès, sia in opera che in semplice fornitura, sarà fatta a metro lineare, misurando la lunghezza sull'asse delle tubazioni senza tener conto delle parti destinate a compenetrarsi. I pezzi speciali saranno valutati ragguagliandoli all'elemento ordinario di tubazione di pari diametro, nel modo di seguito indicato:

- curve semplici a 45° .....	∅ i ≤ 20 cm .....	1,50 m
- curve semplici a 45° .....	∅ i > 20 cm .....	2,50 m
- curve a squadra a 90° .....	∅ i ≤ 20 cm .....	1,50 m
- curve a squadra a 90° .....	∅ i > 20 cm .....	2,50 m
- pezzi conici (riduzioni) .....		1,00 m
- ispezioni con tappo, serratappo e guarnizione di gomma .....		2,00 m
- tappi piani .....		0,25 m
- giunti semplici a braccio uguale o minore .....		2,50 m
- giunti a squadra a braccio uguale o minore .....		2,25 m
- sifone verticale tipo Torino .....		5,00 m
- sifone orizzontale tipo Firenze .....		8,00 m

Per i tubi in cemento, cemento armato, vale quanto specificatamente riportato per la valutazione delle tubazioni in grès, salvo diverse disposizioni.

### 93.23.3. Tubazioni in materie plastiche

La valutazione delle tubazioni in materie plastiche (PVC, polietilene, ecc.) dovrà essere effettuata secondo le prescrizioni di cui al precedente punto 93.23.2., ragguagliando i pezzi speciali alle tubazioni del corrispondente diametro secondo le lunghezze di seguito riportate:

(1) Resta comunque stabilito in proposito che, ove non diversamente disposto, l'onere della fornitura e posa in opera dei pezzi speciali dovrà sempre ritenersi compreso e compensato con il prezzo relativo alle tubazioni.

## a) – Tubi per condotte di fluidi in pressione (tipo PVC UNI EN 1452-2)

PN = 4 ÷ 6 bar:	
– curve a 90°	Ø e = 50 ÷ 90 mm ..... 4,50 m
– curve a 90°	Ø e ≥ 110 mm ..... 6,00 m
– gomiti a 45° o 90°	il 50% dei valori sopra segnati
– TI a 45° o 90°	Ø e = 50 ÷ 90 mm ..... 5,50 m
– TI a 45° o 90°	Ø e ≥ 110 mm ..... 5,50 m
– croci	Ø e ≥ 50 mm ..... 6,00 m
– manicotti di passaggio	Ø e = 50 ÷ 90 mm ..... 2,00 m
– manicotti di passaggio	Ø e ≥ 110 mm ..... 2,50 m
– riduzioni	Il 70% del valore dei manicotti
– prese a staffa	Ø e = 50 ÷ 90 mm ..... 2,00 m
– prese a staffa	Ø e ≥ 110 mm ..... 1,75 m
– tappi maschio	valore come per i manicotti
PN = 10 ÷ 16 bar:	

I pezzi speciali montati su tale tipo di tubazioni saranno valutati al 50% dei corrispondenti valori di lunghezza virtuale riportati in precedenza.

## b) – Tubi per condotte di scarico interrate (tipo PVC UNI EN 1401-1)

– curve aperte o chiuse	Ø e = 110 ÷ 200 mm ..... 1,00 m
– curve aperte o chiuse	Ø e = 250 ÷ 630 mm ..... 1,25 m
– braghe a 45° o 67°, TI semplici a 90° come per le curve	
– braghe doppie, TI doppi a 90°	Ø e = 110 ÷ 200 mm ..... 1,25 m
– braghe doppie, TI doppi 90°	Ø e = 250 ÷ 630 mm ..... 1,75 m
– braghe a Y, braghe a scagno	Ø e = 110 ÷ 200 mm ..... 1,75 m
– braghe a Y, braghe a scagno	Ø e = 250 ÷ 630 mm ..... 2,25 m
– tappi	..... 1,25 m

## c) – Tubazioni per condotte di scarico dei fluidi (tipo PVC UNI EN 1329-1)

– curve con ispezione a tappo	..... 3,00 m
– ispezione lineare	..... 1,75 m
– parallelo	..... 1,75 m
– braga semplice a 45° o 67°, TI semplice, con o senza riduzioni	..... 1,75 m
– braga doppia a 45° o 67°, TI doppio	..... 2,25 m
– braga a Y	Ø e = 75 ÷ 160 mm ..... 3,00 m
– braga a Y con ispezione a tappo	Ø e = 75 ÷ 160 mm ..... 3,25 m
– braga a scagno	..... 2,25 m
– sifoni di qualsiasi tipo con ispezione a tappo	..... 3,50 m
– tappi a vite	..... 1,25 m

## d) – Tubi per condotte in pressione o di scarico in polietilene alta densità (PEAD)

PN2,5 - 3,2 bar:	
– giunzioni semplici ad una flangia	Ø e 75 ÷ 125 mm ..... 4,00 m
– collari (cartelle) saldabili con flangia in acciaio	Ø e ≥ 110 mm ..... 6,00 m
– curve a 90° (stampate ad iniezione o termoformate)	Ø e ≥ 110 mm ..... 5,00 m
– curve a 60° o 90° saldate a spicchi	Ø e ≥ 110 mm ..... 6,00 m
– curve a 30° o 45° saldate a spicchi	Ø e ≥ 110 mm ..... 4,50 m
– collari di ancoraggio	Ø e ≥ 110 mm ..... 2,50 m
– riduzioni concentriche	Ø e ≥ 125 mm ..... 2,00 m
– TI a 45° o 90°	Ø e ≥ 110 mm ..... 5,50 m
– croci	Ø e ≥ 110 mm ..... 6,00 m
PN 4 - 6 bar:	

I pezzi speciali montati su tale tipo di tubazioni saranno valutati al 75% dei corrispondenti valori di lunghezza virtuale riportati in precedenza.

PN 10 - 16 bar:

I pezzi speciali montati su tale tipo di tubazioni saranno valutati al 50% dei corrispondenti valori di lunghezza virtuale riportati in precedenza.

## e) – Tubi per condotte in pressione o di scarico in PRFV

– curve a 45°	..... 5,00 m
– curve a 90°	..... 7,00 m
– giunto a T, braga semplice	..... 7,00 m
– giunto a croce	..... 8,00 m
– tronchetto a flangia	..... 6,00 m
– tronchetto con flangia scorrevole	..... 6,00 m
– piatto di chiusura (flangia cieca)	..... 4,00 m
– riduzioni	..... 4,00 m

**93.24. GABBIONATE**

Il prezzo relativo alle gabbionate comprende oltre alla fornitura e posa in opera dei gabbioni metallici, il filo zincato per le legature ed i tiranti, la fornitura e posa in opera del pietrame di riempimento e la sistemazione del paramento a vista. La misurazione verrà effettuata su gabbione già posto in opera e finito.

**93.25. PAVIMENTAZIONI STRADALI****93.25.1. Disfacimenti e ripristini di massicciate e pavimentazioni in genere**

Salvo diversa specifica, i lavori di cui al presente titolo saranno valutati a metro quadrato, assumendo per la misura degli stessi una larghezza pari a quella convenzionalmente stabilita per gli scavi, maggiorata di 50 cm. Verranno dedotte le superfici occupate da manufatti ed ingombri di qualsiasi genere, se di misura superiore a 0,5 m<sup>2</sup>.

Con il prezzo di Elenco vengono compensati tutti gli oneri relativi alla demolizione ed al taglio della sovrastruttura stradale esistente, per qualunque profondità e con qualunque mezzo, anche in presenza di traffico, nonché l'onere del recupero e la raccolta in cumuli del materiale di risulta utilizzabile ed il trasporto a rifiuto con qualsiasi mezzo ed a qualsiasi distanza di quello non utilizzabile.

**93.25.2. Fondazioni in pietrame o in misto granulare**

L'ossatura di pietrame per la fondazione della massicciata sarà valutata a metro cubo. Con il prezzo di Elenco l'Appaltatore si intenderà compensato di tutti gli oneri ed obblighi prescritti al punto 89.1.1., ivi compresa la fornitura e lo spandimento dell'eventuale materiale di aggregazione o saturazione che si rendesse necessario per ridurre il volume dei vuoti e la cilindratura a fondo di assestamento.

La fondazione in misto granulare, "tout venant" o terra stabilizzata sarà egualmente misurata a metro cubo, per materiale steso e compattato. Il prezzo comprende tutti e nessuno escluso gli oneri prescritti al punto 89.1.2. per dare la fondazione finita con la densità e la portanza stabilita.

**93.25.3. Massicciate di pietrisco – Cilindratura**

Il pietrisco per massicciata dovrà essere fornito in cumuli, tutti di eguale e determinato volume, di perfetta figura geometrica, secondo quanto ordinato dalla Direzione Lavori. Per ogni serie si sceglierà un cumulo campione il cui volume sarà applicato ai cumuli di tutta la serie. Il pietrisco proveniente dalla scarificazione sarà misurato con le stesse norme.

La cilindratura del pietrisco sarà valutata in base al volume del materiale misurato prima della rullatura. Nel prezzo relativo sono compresi la sistemazione del piano di posa, lo spargimento del pietrisco, la regolarizzazione ed il trasporto, la fornitura dell'acqua ed il conseguente impiego, la fornitura e lo spargimento del materiale di aggregazione, la fornitura e l'impiego del compressore per il numero dei passaggi prescritti ed in genere tutti i magisteri per dare il lavoro eseguito a perfetta regola d'arte.

**93.25.4. Strati di base in misto cementato, misto bitumato o conglomerato cementizio**

Anche per queste voci la valutazione sarà effettuata a metro cubo di opera finita. I relativi prezzi comprendono le forniture di tutti i materiali occorrenti, tutti gli oneri derivanti per lo studio delle miscele, la messa in opera dei materiali, le lavorazioni, i macchinari e la mano d'opera occorrenti ed in genere quant'altro necessario per la perfetta finitura degli strati e per il ragguaglio dei risultati prescritti.

**93.25.5. Trattamenti superficiali – Manti in conglomerato bituminoso**

I trattamenti superficiali, le penetrazioni, i manti in conglomerato, le pavimentazioni cementizie ed in genere qualunque tipo di pavimentazione di qualsiasi spessore verranno di norma misurati in ragione di superficie, intendendosi tassativi gli spessori prescritti. Nel relativo prezzo unitario sarà compreso ogni magistero e fornitura per dare il lavoro completo con le modalità e norme indicate.

Il prezzo di Elenco dei conglomerati bituminosi comprende ogni magistero per provviste, trasporti, impiego e rullatura, nonché la preparazione delle carreggiate da pavimentare e la fornitura e lo spandimento dello strato di ancoraggio di emulsione bituminosa al 55% o di bitume liquido nella misura prescritta.

Per i conglomerati bituminosi, l'esistenza di deficienze o irregolarità rispetto alla formula approvata dalla Direzione Lavori e che superano i limiti di tolleranza stabiliti, comporterà il rifacimento della pavimentazione, a cura e spese dell'Appaltatore, per le parti non rispondenti alle norme di Capitolato o diversamente prescritte. Deficienze contenute entro i limiti di 0,5 ÷ 1% per il bitume, 1,5 ÷ 3% per la sabbia, daranno luogo in contabilità ad una detrazione del 5% sul prezzo relativo a tale categoria di lavoro.

**93.25.6. Pavimentazioni in cubetti e mattonelle – Lastricati – Selciati – Acciottolati**

Le pavimentazioni di cui al presente titolo saranno pagate a metro quadrato, per la loro superficie vista, al netto degli incassi anche se prescritti.

Nei prezzi relativi dovranno intendersi sempre compresi il letto di sabbia o malta, ed ogni compenso per riduzioni, tagli e sfridi di lastre, pietre o ciotoli, per difficoltà costruttive dovute ad angoli rientranti o sporgenti, per la preparazione, battitura e regolarizzazione del suolo, per la stuccatura o profilatura dei giunti con malta di cemento o bitumatura (secondo prescrizione) e qualunque altra opera o spesa per dare i lavori completi e rifiniti in ogni parte.

I prezzi di tariffa saranno applicati invariabilmente qualunque fosse, piana o curva, la superficie vista o qualunque fosse il fondo di posa delle pavimentazioni. Il sottofondo di conglomerato cementizio, tranne che per i selciati in malta, verrà valutato a parte con il prezzo relativo alla classe prescritta.

**93.25.7. Orature in pietra naturale o artificiale**

Le orature saranno valutate a metro lineare e compensate con il relativo prezzo di Elenco. Detto prezzo comprende ogni onere e magistero per dare le orature in opera, ivi compreso ogni scavo necessario alla posa dei cordoli e della relativa fondazione. Il calcestruzzo costituente la fondazione verrà compensato a parte. La misurazione delle orature sarà effettuata sul bordo esterno.

## 93.26. SIGILLATURE

Le sigillature, qualora non specificatamente comprese tra gli oneri connessi alla esecuzione delle opere per le quali risultano necessarie, saranno valutate in base al loro sviluppo lineare. I prezzi di Elenco compensano tutti gli oneri previsti all'art. 95 del presente Capitolato, ivi compresa la fornitura e posa in opera dei materiali di riempimento e distacco.

## 93.27. IMPIANTI

Qualora la fornitura e posa in opera degli impianti non fossero previste in forma forfettaria, la valutazione dei vari elementi degli stessi sarà effettuata a numero, a massa, secondo la lunghezza o con riferimento ad altre specifiche modalità di misura, in rapporto a quanto particolarmente stabilito nell'Elenco dei Prezzi.

Ove invece il prezzo di ciascun impianto fosse stabilito forfettariamente, esso comprende e compensa, se non diversamente previsto, tutte le forniture, le lavorazioni, i montaggi, le prestazioni (principali ed accessorie) e gli oneri tutti stabiliti nei relativi articoli del presente Capitolato e negli altri Atti contrattuali. Compensa altresì gli oneri relativi ai collaudi funzionali e prestazionali e i lavori e gli interventi tutti necessari alla loro conservazione qualora il loro impiego dovesse aver luogo in tempo differito.

Per gli impianti o parti di impianto che per motivi diversi non fosse stato possibile portare a compimento, si richiama quanto in precedenza detto al punto 91.3.

APPENDICE A

**NORME GENERALI DI ESECUZIONE**

**IMPIANTI VARI**





## Art. A1

**OPERE PROVVISORIALI  
MACCHINARI E MEZZI D'OPERA**

Tutte le opere provvisorie occorrenti per l'esecuzione dei lavori, quali ponteggi, impalcature, armature, centinaie, casseri, puntellature, ecc. dovranno essere progettate e realizzate in modo da garantire le migliori condizioni di stabilità, sia delle stesse, sia delle opere ad esse relative. Inoltre, ove dette opere dovessero risultare particolarmente impegnative, l'Appaltatore dovrà predisporre apposito progetto esecutivo, accompagnato da calcoli statici, da sottoporre alla preventiva approvazione della Direzione Lavori.

Resta stabilito comunque che l'Appaltatore rimane unico responsabile degli eventuali danni ai lavori, alle cose, alle proprietà ed alle persone che potessero derivare dalla mancanza o dalla non idonea esecuzione di dette opere. Tali considerazioni si ritengono estese anche ai macchinari e mezzi d'opera. Per i relativi oneri si rimanda ai punti 27.2., 27.3., 27.4. 27.15., 27.17., 27.36. del presente Capitolato.

## Art. A2

**INDAGINI E RILIEVI GEOGNOSTICI**

## A2.0. GENERALITÀ

L'Appaltatore sarà tenuto ad eseguire, a propria cura, tutte le indagini ed i rilievi che la Direzione Lavori riterrà necessari od opportuni al fine di determinare con la dovuta approssimazione la natura e le caratteristiche dei terreni di impianto, nonché la presenza di eventuali discontinuità ed i livelli di acqua. Le indagini ed i rilievi saranno sviluppati con ampiezza diversa a seconda delle caratteristiche strutturali e delle dimensioni dei manufatti, dei carichi da questi esercitati e dalla consistenza dei terreni di fondazione.

## A2.1. INDAGINI IN SITO

**A2.1.1. Tipo, tecnica e profondità**

Le indagini consistiranno, in generale, in saggi di vario tipo – quali sondaggi, pozzi, trincee o cunicoli di esplorazione – dei quali sarà effettuata una accurata descrizione in base ai criteri geotecnici di identificazione e classifica. La Direzione specificherà o autorizzerà la tecnica di indagine che, per i sondaggi, dovrà comprendere non meno di una verticale ogni 250 mq per le opere con estensione superficiale ed una ogni 250 m per le opere con estensione lineare.

La profondità delle indagini sarà misurata a partire dalla quota più bassa che sarà prevedibilmente raggiunta dalla fondazione (per le palificate, a partire dall'estremità inferiore dei pali) e verrà stabilita in rapporto alle considerazioni di cui all'ultimo capoverso del precedente punto A2.0.

**A2.1.2. Prelievo dei campioni**

In rapporto alle condizioni di indagine i campioni potranno essere prelevati in superficie, o mediante scavo di pozzi, o mediante apparecchiature a rotazione (trivellazioni), a percussione, a pressione, ecc. Per ogni sondaggio, si darà luogo al prelievo di campioni ad ogni variazione stratigrafica e, per strati di notevole spessore, a differenze di quota da 3 a 5 m a seconda delle particolari condizioni.

I campioni verranno conservati con la massima cautela in idonei contenitori stagni sui quali, con apposita etichetta, verranno indicati: luogo e data del prelievo, numero del campione, quota di prelievo, denominazione del lavoro, del cantiere e della Ditta appaltatrice. Sugli stessi campioni, che dovranno essere conservati in locali riparati, la Direzione Lavori potrà fare eseguire tutti gli esami di laboratorio che riterrà necessari ed opportuni.

## A2.2. INDAGINI E PROVE – RELAZIONE

Le indagini di laboratorio avranno lo scopo di determinare le proprietà indici per una completa identificazione e classificazione geotecnica dei terreni e le proprietà fisico-meccaniche degli stessi. Le prime potranno determinarsi sia su campioni rimaneggiati, sia su campioni indisturbati; le seconde, solo su campioni indisturbati.

Per la determinazione delle proprietà fisico-meccaniche dei terreni si dovrà ricorrere a *prove in situ* nei casi in cui si presentasse particolarmente difficile il prelievo dei campioni indisturbati (es. sabbie o ghiaie incoerenti, tufi vulcanici incoerenti, torbe e materiale di riporto, argille scagliose, ecc.) oppure allorché si dovesse verificare il comportamento di strutture di fondazione (es. prove su pali campione).

Ad indagini, prove e rilievi ultimati, l'Appaltatore sarà tenuto a presentare alla Direzione una esauriente *relazione*, corredata di grafici e moduli riepilogativi, al fine di fornire un quadro sufficientemente chiaro di tutte le caratteristiche generali e particolari del terreno di impianto e di tutte le condizioni che possano influire sul dimensionamento e sulla stabilità delle opere.

La relazione sarà firmata da un geologo professionalmente abilitato o da un esperto e dall'Appaltatore.

## Art. A3

**AZIONI E CARICHI SULLE OPERE E COSTRUZIONI IN GENERE**

## A3.0. GENERALITÀ

Il calcolo di progetto o di verifica strutturale delle opere dovrà essere condotto tenendo conto di tutte le azioni che potranno agire sulle stesse. I criteri generali di verifica dovranno comunque rispettare le disposizioni di cui al D.M. 14 settembre 2005 che approva le nuove "Norme Tecniche per le Costruzioni". In particolare, per le azioni, dovrà farsi riferimento ai Capitoli 3, 4 e 6 di tali norme.

**A3.0.1. Carichi permanenti**

I carichi permanenti agenti sulle opere e costruzioni in genere saranno determinati con analisi dettagliata dei mate-

riali componenti le strutture e le sovrastrutture (con specifica degli spessori e delle masse per unità di volume) e dei sovraccarichi permanenti (effettivi, presuntivi o da ripartizione). Nel caso delle tubazioni, la massa per unità di volume dei materiali costituenti il rinterro dovrà essere assunta non inferiore a 2000 kg/m<sup>3</sup>.

### A3.0.2. Sovraccarichi accidentali

Dovranno essere conformi, per le più comuni strutture, ai valori riportati nella Tabella A1 (comprensivi degli effetti dinamici).

I parapetti saranno calcolati in base ad una spinta orizzontale sul corrimano non inferiore a 1,50 kN, con maggiorazioni fino a 2,50 kN in casi particolari. Le tubazioni destinate ad essere posate sotto pavimentazione stradale dovranno essere calcolate per sopportare dei sovraccarichi fissi e/o mobili da valutarsi in rapporto alla tipologia di traffico presunto.

TAB. A1 - Carichi di esercizio per costruzioni edilizie

N. STRUTTURE E LOCALI		CARICHI	
1	Tetti e terrazze impraticabili - Pensiline	2,00	kN/m <sup>2</sup>
2	Locali per uffici e relativi terrazzi praticabili	3,00	"
3	Locali suscettibili di affollamento	4,00	"
4	Rimesse per autovetture fino a 2,5 tonnellate	2,50	"
5	Locali suscettibili di grande affollamento	5,00	"
6	Balconi, scale e ballatoi	5,00	"
7	Archivi (secondo i casi) - Minimo	6,00	"
8	Locali per centrali idriche (secondo i casi) - Minimo	6,00	"

## Art. A4

### STRUTTURE, OPERE E IMPIANTI IN GENERALE MODALITÀ DI STUDIO, PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE

#### A4.0. GENERALITÀ

All'atto della consegna dei lavori l'Appaltatore dovrà prendere visione del progetto delle opere e delle strutture in particolare, nonché degli eventuali esecutivi di dettaglio e dovrà esaminare e valutare in tutti gli aspetti, i metodi ed i procedimenti costruttivi prescritti in progetto. Quanto ai metodi ed ai procedimenti non prescritti la scelta spetterà all'Appaltatore, salvo l'approvazione della Direzione Lavori, che deciderà in via definitiva dopo aver esaminato la proposta e la documentazione presentategli.

L'Appaltatore sarà tenuto a verificare la stabilità, l'efficienza ed il dimensionamento (anche sotto il profilo idraulico) di tutte le opere e strutture, dei procedimenti provvisori, degli scavi liberi ed armati, delle strutture di sostegno rigide e flessibili, dei rilevati ed argini, degli effetti di falda, ecc., e ciò anche nei riguardi dei manufatti esistenti in prossimità dell'opera in costruzione. In ogni caso, qualsiasi variante proposta dall'Appaltatore stesso alle caratteristiche costruttive ed ai metodi esecutivi, che rientrano nell'ambito della discrezionalità della Direzione ai sensi del Regolamento, dovrà essere giustificata e documentata tecnicamente mediante uno specifico studio.

Ai sensi e per gli effetti dell'art. 2 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086, tutti gli elaborati di progetto, come pure le successive modifiche, dovranno essere firmati da un Ingegnere od Architetto, o Geometra o Perito edile, con iscrizione nel relativo albo professionale, nei limiti delle rispettive competenze. Detti elaborati dovranno essere firmati anche dall'Appaltatore.

#### A4.0.1. Produzione degli elaborati - Direzione tecnica

Il progetto esecutivo delle strutture (e relativi calcoli di stabilità), se ordinato o per la parte ordinata, dovrà essere prodotto nei termini di tempo prescritti dalla Direzione e comunque non oltre ..... di tempo dalla data della consegna (1) (2). In caso di esecutivi e calcoli integrativi, disposti nel corso dei lavori, nei termini di tempo stabiliti dall'ordine di servizio con il quale detti esecutivi saranno eventualmente disposti. In difetto e senza giustificato motivo validamente riconosciuto dall'Amministrazione, l'Appaltatore sarà passibile di una penale di € ..... per ogni mese di ritardo o frazione superiore a 15 giorni.

L'esecuzione delle opere strutturali dovrà avere luogo sotto la direzione di un tecnico, tra quelli elencati al punto B3.0.2. e sempre nei limiti di competenza, espressamente incaricato dall'Appaltatore. Il nominativo di tale tecnico ed il relativo indirizzo dovranno essere preventivamente comunicati all'Amministrazione appaltante (3).

#### A4.0.2. Responsabilità dell'Appaltatore

L'esame o verifica da parte della Direzione dei calcoli e degli esecutivi presentati non esonera in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità ad esso derivanti per legge e per precisa pattuizione di contratto, restando espressamente stabilito che malgrado i controlli di ogni genere eseguiti dalla Direzione Lavori, l'Appaltatore rimarrà unico e completo responsabile delle opere eseguite. Pertanto lo stesso dovrà rispondere degli inconvenienti che dovessero verificarsi, di qualunque natura ed entità essi potessero risultare e qualunque conseguenza o danno dovessero apportare.

Qualora il progetto esecutivo con relativi calcoli fosse già stato redatto a cura dell'Amministrazione l'Appaltatore dovrà sottoporlo all'esame verifica e firma di un tecnico di propria fiducia espressamente incaricato che a tutti gli effetti assumerà la figura del progettista di cui al precedente punto A4.0. Del pari il progetto sarà controfirmato dall'Appaltatore,

(1) Di norma non meno di 60 giorni.

(2) Nel periodo di tempo assegnato per l'approntamento dei calcoli e degli esecutivi strutturali la consegna sarà ritenuta parziale a norma dell'art. 130, comma 6, del Regolamento. Scaduto tale tempo, e ferma restando la responsabilità dell'Appaltatore, la consegna sarà ritenuta definitiva e da tale scadenza verrà computato il tempo contrattuale. Qualora il progetto esecutivo così approntato debba essere sottoposto a superiore approvazione od autorizzazione, il periodo di consegna parziale deve ritenersi esteso alla data in cui detta approvazione od autorizzazione viene concessa, e sempre che ad eventuali ritardi non abbia concorso l'azione dell'Appaltatore.

La norma di cui alla presente nota deve ritenersi comunque inefficace qualora l'importo delle opere strutturali per le quali l'Appaltatore potrà essere chiamato ad intervenire in termini di approntamento di calcoli ed esecutivi sarà inferiore al 20% dell'importo contrattuale.

(3) Alla comunicazione sarà allegata una espressa dichiarazione di accettazione da parte del tecnico incaricato, con riportati gli estremi di iscrizione all'Albo professionale di categoria.

assumendo tale firma il significato di accettazione degli esecutivi e calcoli presi in esame nonché di assunzione delle responsabilità di cui al precedente capoverso o del presente punto.

Con riguardo agli oneri ed alle responsabilità si intende richiamato quanto specificato al punto 29.6. ed all'art. 34 del presente Capitolato.

#### **A4.0.3. Denuncia dei lavori**

Le opere di che trattasi, fatta eccezione per le strutture in muratura (salvo il caso previsto dall'art. 17 della Legge 2 febbraio 1974, n. 64), dovranno essere denunciate dall'Appaltatore all'Ufficio del Genio Civile competente per territorio, prima del loro inizio, ai sensi dell'art. 4 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086. Nella denuncia dovranno essere indicati nominativo dell'Amministrazione appaltante e relativo Direttore dei Lavori; nominativo e recapito del progettista delle strutture, del direttore delle stesse nonché dello stesso Appaltatore. Alla denuncia dovranno essere allegati:

- a) – *Il progetto dell'opera, in duplice copia, firmato come prescritto al punto A4.0., dal quale risultino in modo chiaro ed esauriente le calcolazioni eseguite, l'ubicazione, il tipo, le dimensioni delle strutture e quanto altro occorrerà per definire l'opera sia nei riguardi dell'esecuzione, sia nei riguardi della conoscenza delle condizioni di sollecitazione.*
- b) – *Una relazione illustrativa, in duplice copia, dalla quale risultino le caratteristiche, le qualità e le dosature dei materiali che verranno impiegati nella costruzione.*

L'Ufficio del Genio Civile restituirà all'Appaltatore, all'atto stesso della presentazione, una copia del progetto e della relazione con l'attestazione dell'avvenuto deposito; avuti tali documenti l'Appaltatore dovrà depositarli, in originale o in copia autentica, presso l'ufficio istituito in cantiere dalla Direzione Lavori. Anche le varianti che nel corso dei lavori si dovessero introdurre nelle opere previste nel progetto originario, dovranno essere denunciate con la stessa procedura fin qui descritta.

#### **A4.0.4. Casi di denuncia non dovuta**

L'Appaltatore non sarà tenuto ad applicare le disposizioni di cui al precedente punto A4.0.3. nonché quelle di cui al seguente punto A4.0.6. per le opere costruite per conto dello Stato, delle Regioni, delle Provincie e dei Comuni aventi un ufficio tecnico con a capo un ingegnere. Tale deroga potrà essere ritenuta inefficace nel caso che la Direzione dei lavori sia affidata ad un libero professionista.

#### **A4.0.5. Documenti in cantiere – Giornale dei lavori**

Nel cantiere, dal giorno di inizio delle opere in cemento armato, fino a quello di ultimazione, dovranno essere conservati gli atti di cui al punto A4.0.3. nonché un apposito *Giornale dei lavori*; il Direttore delle opere (vedi punto A4.0.1.) sarà anche tenuto a visitare periodicamente, ed in particolare nelle fasi più importanti dell'esecuzione, detto giornale, annotando le date delle forniture ed i tipi di cemento, la composizione dei conglomerati, il tipo e le partite di acciaio, la data dei getti e dei disarmi, le prove sui materiali, le prove di carico ed ogni altra operazione degna di nota.

#### **A4.0.6. Relazione a struttura ultimata**

A strutture ultimate e salvo non ricorrano i casi di cui al precedente punto A4.0.4, il Direttore delle opere, entro il termine di 60 giorni, depositerà al Genio Civile una *Relazione*, in duplice copia, sull'andamento dei compiti di cui al punto A4.0.3. esponendo:

- a) – *I certificati delle opere sui materiali impiegati emessi da laboratori ufficiali.*
- b) – *Per le opere in precompresso, ogni indicazione inerente alla tesatura dei cavi ed ai sistemi di messa in coazione.*
- c) – *Per gli elementi strutturali prefabbricati prodotti in serie, copia dei "certificati di origine" rilasciati dal o dai produttori.*
- d) – *L'esito delle eventuali prove di carico, allegando le copie dei relativi verbali, firmate per copia conforme.*

A deposito avvenuto, una copia della relazione con relativa attestazione sarà restituita al Direttore delle opere che provvederà a consegnarla al collaudatore delle strutture, unitamente agli atti di progetto. Copia di detta relazione sarà altresì depositata presso l'Ufficio di Direzione.

#### **A4.0.7. Collaudo statico**

Tutte le opere in conglomerato cementizio armato o a struttura metallica dovranno essere sottoposte a collaudo statico. Il collaudo dovrà essere eseguito da un ingegnere o da un architetto, iscritto all'albo da almeno 10 anni, che non sia intervenuto in alcun modo nella progettazione, direzione ed esecuzione delle opere. La nomina del collaudatore spetterà all'Amministrazione, la quale preciserà altresì i termini di tempo entro i quali dovranno essere completate le operazioni di collaudo.

Ove non ricorrano i casi previsti dal precedente punto A4.0.4., l'Appaltatore sarà tenuto a richiedere il nominativo del collaudatore ed a comunicarlo al Genio Civile entro 60 giorni dall'ultimazione dei lavori (fatto salvo il caso di collaudatore statico in corso d'opera). Per il resto si richiamano l'art. 7 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086 ed il Capitolo 8 delle "Norme Tecniche".

### **A4.1. STRUTTURE E OPERE IN FONDAZIONE – CONDOTTE**

#### **A4.1.1. Studio e progetto delle fondazioni**

Effettuate le indagini di cui al precedente art. B2, alle condizioni previste dal precedente punto 29.4, all'Appaltatore potrà essere richiesto di studiare e predisporre il dimensionamento esecutivo delle strutture di fondazione (o parti di esse), ferma restando la facoltà dello stesso di proporre tutti gli accorgimenti ed interventi connessi alla migliore stabilità di tali strutture e delle opere stesse ad esse correlate.

Accorgimenti ed interventi (quali modifiche ed integrazioni) che in ogni caso l'Appaltatore potrà proporre a seguito di verifiche effettuate anche di propria iniziativa, in autotutela, in connessione ed in rapporto alle responsabilità assunte con il contratto ed a norma del codice civile.

Il tutto nel rispetto delle "Norme tecniche per le costruzioni" approvate con il D.M. 14 settembre 2005, già citato per il relativo capitolo al precedente punto A3.0.

#### A4.1.2. Stabilità e cedimenti del terreno di fondazione

La stabilità del terreno sotto l'azione delle forze trasmesse dalla fondazione dovrà essere verificata secondo i metodi ed i procedimenti della meccanica dei terreni (Geotecnica), tenendo conto dei risultati acquisiti con le indagini svolte. Dovrà pertanto essere determinato il carico limite del complesso terreno-fondazione (carico oltre il quale il diagramma cedimenti-carichi presenta un andamento quasi parallelo all'asse dei cedimenti) e porre in essere le verifiche agli stati limiti di cui ai punti 7.2.5.1 (SLU) e 7.2.5.3 (SLE) delle "Norme Tecniche".

Per le rocce ed i materiali lapidei non fratturati la resistenza può essere rappresentata dalla resistenza a compressione uniassiale; al valore caratteristico dovrà essere applicato un coefficiente parziale di 1,6.

Nel caso in cui la fondazione dovesse comportare muri di sostegno o fronti di scavo libero a carattere definitivo, dovranno essere eseguite le relative verifiche di stabilità globale.

Il *calcolo dei cedimenti* (assoluti o differenziali), del piano di appoggio della fondazione, conseguenti alle deformazioni del terreno per effetto dei carichi ad esso trasmessi, dovrà essere eseguito qualora si fosse accertata la presenza di strati molto compressibili, inoltre quando fossero imposti determinati limiti ai cedimenti in dipendenza della funzione alla quale l'opera è destinata. Il calcolo dei cedimenti verrà svolto secondo i metodi ed i procedimenti della Geotecnica.

#### A4.1.3. Stabilità e resistenza delle condotte

Il calcolo statico delle tubazioni costituenti le condotte dovrà essere eseguito considerando le massime sollecitazioni cui saranno sottoposte le pareti dei manufatti nelle condizioni più onerose di esercizio e di prova. Le sollecitazioni dovute alla pressione interna (o depressione), alle variazioni termiche, al carico dinamico dell'acqua ed al peso proprio saranno determinate con i metodi ordinari della scienza delle costruzioni. In particolare, per le condotte metalliche in pressione, dovranno essere rispettate le prescrizioni della norma UNI 1285 (1).

La stabilità delle condotte sotto l'azione dei carichi dovuti al rinterro e dei sovraccarichi esterni dovrà essere verificata con l'osservanza dei principi generali di calcolo dei carichi ovalizzanti (2). Per i tubi rigidi e semirigidi potrà farsi particolare riferimento alla seguente norma di unificazione (quand'anche ritirata):

**UNI 7517** - Guida alla scelta della classe dei tubi per condotte di fibro-cemento sottoposte a carichi esterni e funzionanti con o senza pressione interna.

Per i tubi in ghisa sferoidale (GS) si farà riferimento al progetto di norme americane ANSI/AWWA C 151 A/21.51.81. «Thickness design ductile iron pipe» (3) ed all'Appendice F della norma UNI EN 545. Per i tubi flessibili alle equazioni di Marston, Spangler, Luscher e Hoeg o equazioni equivalenti (v. comunque la normativa citata nei punti che trattano della posa in opera dei diversi tipi di tubazione).

La verifica contro i pericoli di schiacciamento dovrà sempre venire effettuata, qualunque fosse il materiale costituente la condotta, per i tubi di grande diametro e/o rapporti diametro/spessore sensibilmente elevati.

### A4.2. STRUTTURE E OPERE IN ELEVAZIONE – IMPIANTI

#### A4.2.1. Studio e progetto delle strutture

Preso cognizione di tutti i fattori di sollecitazione interni ed esterni che influiscono sulle opere, analogamente a quanto effettuato per le fondazioni, all'Appaltatore potrà essere richiesto di studiare e predisporre il calcolo ed il dimensionamento esecutivo di tutte le strutture in elevazione (o parti di esse), alle prime strettamente correlate ed unitamente alle quali costituiranno un unico progetto strutturale da sottoporre all'approvazione della Direzione dei Lavori e, successivamente, degli Organi preposti per legge o regolamento.

Qualora il progetto fosse già corredato di calcoli ed esecutivi di dimensionamento strutturale l'Appaltatore sarà tenuto ad eseguirne la relativa verifica proponendone, se del caso, le relative varianti e sottoponendoli alla propria firma ed a quella di un Ingegnere od Architetto di propria fiducia.

Dovranno comunque essere rispettate, in ordine ai tempi di emanazione, le norme tecniche di cui ai Decreti previsti all'art. 1 della Legge 2 febbraio 1974, n. 64.

#### A4.2.2. Studio e progetto degli impianti

Tutti gli impianti (o parti di essi) da installare nelle opere in appalto, ove non sviluppati in esecutivo ed ove esplicitamente richiesto dalla Direzione dei Lavori, dovranno essere adeguatamente calcolati a cura dell'Appaltatore e tradotti in esecutivi particolareggiati da sottoporre all'approvazione della stessa Direzione. I calcoli dovranno essere condotti nel rispetto della normativa vigente per i rispettivi settori, e unitamente agli esecutivi, saranno corredati da visti, nulla osta o licenze eventualmente previsti da leggi o regolamenti.

All'Appaltatore competerà in ogni caso il diritto alla verifica degli esecutivi da realizzare, quand'anche approntati dall'Amministrazione, e l'onere della controfirma di accettazione e della firma del proprio tecnico.

L'Appaltatore dovrà predisporre nelle murature tutti i necessari fori, incavi, ecc. per il passaggio di tubi e canalizzazioni di qualsiasi genere, e ciò anche nel caso che gli impianti, in tutto o in parte, fossero scorporati. In questo caso l'Appaltatore dovrà richiedere per iscritto tempestivamente alla Direzione Lavori l'ubicazione di ogni passaggio ed alloggiamento restando obbligato, in difetto, oltre che ad effettuare in ogni caso tali lavori, a provvedere a propria cura e spese alla riparazione di tutti i danni che da tale negligenza potessero derivare.

(1) UNI 1285 - Calcolo di resistenza dei tubi metallici soggetti a pressione interna.

Per le tubazioni di acciaio saldate la Direzione Lavori potrà comunque prescrivere, in alternativa, il rispetto della Circolare n. 2136 del Ministero dei LL.PP. (Istruzioni per l'impiego delle tubazioni in acciaio saldate).

(2) Vedi W. Zashke, *Tabella per il calcolo statico dei canali di fognatura* (Pubblicazione Feugrés n. 4, ottobre 1972).

(3) Il progetto tratta della determinazione dello spessore della parete dei tubi GS, indica le altezze del rinterro massimo ammissibile con le diverse serie dei tubi GS e determina la resistenza ai carichi ovalizzanti.

### A4.2.3. Garanzia degli impianti

Ferme restando per le opere le garanzie generali previste dal Codice Civile, nel caso di impianti di particolare tecnologia (impianti di automatizzazione delle reti, telecontrollo, telecomando, ecc.) sarà richiesta una specifica garanzia per gli stessi. Tale garanzia sarà formulata come per gli impianti di depurazione e di cui al successivo punto A7.0.5

## Art. A5

### OPERE DI ACQUEDOTTO

#### A5.0. GENERALITÀ

##### A5.0.1. Osservanza del Capitolato e delle norme e disposizioni vigenti

Le opere di acquedotto dovranno essere studiate ed eseguite con la scrupolosa osservanza delle prescrizioni del presente Capitolato nonché delle norme e disposizioni al riguardo emanate (e vigenti) da parte dei Ministeri, Assessorati, Enti od Autorità in genere competenti in materia o comunque interessate. In particolare si richiamano le Circolari 22 dicembre 1964 n. 231 e 21 novembre 1970 n. 190 del Ministero della Sanità nonché la Delibera 4 febbraio 1977 del Comitato dei Ministri per la tutela delle acque dall'inquinamento (1) (2).

Si richiama altresì il DM. 12 dicembre 1985 (*Norme tecniche relative alle tubazioni*) con le relative istruzioni diffuse con Circ. Min. LL.PP. 20 marzo 1986, n. 27291 ed ancora: il D.Leg.vo 2 febbraio 2001, n. 31 (modificato con D.Leg.vo 2.2.2002, n. 37) concernente l'Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano ed il D.M. Salute 17 luglio 2004 che adotta il "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".

In sede regionale, si richiama il D.A.R.S. 21 novembre 1992, n. 3446 (Ass.to Sanità), modificato con D.A. 11 agosto 1993, che detta "Disposizioni per la disciplina dell'approvvigionamento ed utilizzo della acqua da destinare al consumo umano e per l'utilizzo igienico-sanitario delle acque reflue e dei fanghi di depurazione".

##### A5.0.2. Progetto delle opere

Qualora il progetto da realizzare non risultasse sufficientemente sviluppato in forma esecutiva, e comunque su specifica richiesta della Direzione Lavori, a norma di quanto in generale prescritto al punto A4.2. del presente Capitolato, l'Appaltatore sarà tenuto a presentare, nel termine massimo stabilito dalla stessa Direzione, ed in ogni caso non meno di 30 giorni prima della posa delle tubazioni, il progetto esecutivo delle opere, in doppia copia, redatto da un ingegnere e da altro tecnico competente ed abilitato nel ramo.

Gli elaborati di progetto, che dovranno essere firmati dal professionista redattore e dall'Appaltatore, comprenderanno di norma (salvo diversa e più estesa indicazione):

- a) – La relazione illustrativa.
- b) – Il calcolo dettagliato delle portate delle tubazioni, correlato ai fabbisogni richiesti o necessari, ed il calcolo dei relativi diametri.
- c) – Il calcolo del dimensionamento strutturale dei manufatti, in rapporto alle pressioni di lavoro ed alle condizioni di posa.
- d) – Lo studio della funzionalità completa delle condotte con riferimento agli organi di intercettazione e comando, di sfioro, di scarico, di protezione, ecc. e delle relative opere d'arte.
- e) – La rappresentazione schematica per simboli delle condotte da realizzare e la distinta dettagliata e completa dei materiali (tubi, pezzi speciali, apparecchi, ecc.) da impiegare.

Qualora dagli allegati di contratto non dovesse risultare l'esatta posizione degli apparecchi, delle derivazioni, ecc. od in generale non dovesse risultare sufficientemente chiara l'articolazione funzionale dei vari elementi dell'impianto, al fine della migliore definizione del progetto o delle verifiche, l'Appaltatore sarà tenuto a richiedere alla Direzione Lavori, per iscritto, precise indicazioni rimanendo obbligato, in difetto, ad operare le occorrenti modifiche, a propria cura e spese, ed a risarcire eventuali danni conseguenti.

##### A5.0.3. Campionatura

Unitamente alla presentazione del progetto, e comunque su richiesta della Direzione Lavori, l'Appaltatore sarà tenuto a produrre ed a depositare, negli appositi locali all'uopo designati, la campionatura di tutti i vari elementi componenti la parte impiantistica delle opere da realizzare (tubazioni, raccordi, apparecchiature di manovra, apparecchi speciali, ecc.) compresi i relativi accessori, per la preventiva accettazione da parte della stessa Direzione e per i controlli che saranno ritenuti più opportuni.

Resta stabilito in ogni caso, come più volte annotato nel corso del presente testo, che l'accettazione dei campioni da parte della Direzione non pregiudica, in alcun modo, i diritti che l'Amministrazione si riserva in sede di collaudo.

##### A5.0.4. Tubazioni – Prove idrauliche e verifiche varie – Verbali

I tubi da impiegare per l'esecuzione delle condotte, nei tipi prescritti, dovranno possedere i requisiti riportati nelle relative norme di accettazione, o diversamente indicati, e saranno posti in opera con le modalità di cui al Cap. II, salvo differente disposizione.

Le prove idrauliche delle tubazioni dovranno essere effettuate prima dell'applicazione degli apparecchi e della chiusura dei cavi. Le pressioni di prova dovranno essere, non inferiori a 1,5÷2 volte quelle di esercizio per le basse pressioni (inferiori a 10 bar) e superiori di almeno 10 bar (3) per le alte pressioni. Le verifiche dovranno accertare l'esatto mon-

(1) Circolare 22 dicembre 1964, n. 231 - Progetti di acquedotti e fognature. Impostazione programmatica e documentazione. Circolare 21 novembre 1970, n. 190 - Erogazione di acqua potabile negli edifici. Vigilanza e prescrizioni tecniche ai fini dell'inquinamento. Delibera 4 febbraio 1977 - Criteri, metodologie e norme tecniche di cui all'art. 2, lett. b), d) e) della Legge 10 maggio 1976, n. 319 recante norme per la tutela delle acque dall'inquinamento.

(2) Per quanto non disciplinato dal D.Leg.vo 11 maggio 1999, n. 152 modificato con D.Leg.vo 18 agosto 2000, n. 258.

(3) 1 bar = 0,1 MPa = 1 kg/cm<sup>2</sup>.

taggio di tutti gli apparecchi, raccordi accessori, ecc. la perfetta tenuta delle giunzioni e delle guarnizioni, il regolare funzionamento di ogni elemento e la completa corrispondenza con le caratteristiche di prestazione richieste.

Di ogni prova o verifica eseguita dalla Direzione Lavori, in contraddittorio con l'Appaltatore, verranno redatti regolari verbali.

#### A5.1. DEFINIZIONI

Ai fini della presente normativa, ed in accordo al punto 1.2. della D.C.M. 4 febbraio 1977, nella trattazione delle opere di acquedotto verranno adottate le seguenti definizioni:

- a) – Per *acquedotto* si intenderà il complesso degli impianti di attingimento, di trattamento, di trasporto e di distribuzione.
- b) – Per *impianto di attingimento* si intenderà il complesso delle opere occorrenti per la raccolta, la regolazione, e la derivazione di acque sotterranee o superficiali.
- c) – Per *impianto di trattamento* si intenderà il complesso delle opere occorrenti per conferire alle acque attinte le particolari caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche richieste dalla loro destinazione.
- d) – Per *impianto di trasporto* si intenderà il complesso delle opere occorrenti per convogliare le acque dagli impianti di attingimento agli impianti di distribuzione.
- e) – Per *impianto di distribuzione* si intenderà il complesso dei serbatoi, della rete di distribuzione e delle relative diramazioni fino al punto di consegna agli utenti.

#### A5.2. NORME GENERALI DI INSTALLAZIONE

Qualora il progetto delle opere in appalto non fosse completamente definito nei particolari costruttivi, sicché tale onere fosse devoluto all'Appaltatore a norma del presente articolo, nella progettazione e nell'installazione degli impianti di cui al precedente punto A5.1., dovrà tenersi conto degli indirizzi e delle norme generali di cui ai punti che seguono.

##### A5.2.1. Impianti di attingimento

a) – *Opere di captazione delle sorgenti*: Le opere penetreranno, per quanto possibile nella formazione costituente l'acquifero principale mediante gallerie o pozzi. I tratti di galleria ispezionabile, con alimentazione laterale, saranno provvisti di canale collettore destinato alla raccolta ed al convogliamento dell'acqua captata; le acque intercettate, ma non destinate alla utilizzazione, nonché quelle provenienti dall'esterno, dovranno essere accuratamente separate ed allontanate. Allo sbocco delle opere di *presa* sarà di *norma* disposta una vasca di raccolta contenuta in un manufatto chiuso, di dimensioni tali da consentire la decantazione di eventuali sostanze solide, facilmente ispezionabile. La vasca sarà divisa in due o più scomparti, ciascuno munito di scarico di fondo e di troppopieno, e sarà accuratamente impermeabilizzata.

b) – *Opere di captazione da falde*: Le perforazioni saranno eseguite in modo da evitare la comunicazione tra falde diverse, provvedendo tra l'altro alla cementazione delle falde non interessate alla utilizzazione. La testata dei pozzi sarà a quota superiore a quella del piano di calpestio, sarà chiusa ed alloggiata in apposita cabina, nella quale avrà sede l'eventuale impianto di sollevamento. La chiusura della testata sarà provvista di organo di aerazione.

c) – *Opere di captazione da acque superficiali*: L'opera di presa sarà disposta a distanza dal fondo dell'invaso naturale tale da evitare apprezzabili azioni di richiamo di torbidità o vegetazione ed a distanza dalla superficie tale che, anche nelle condizioni di massimo svaso, si abbiano limitate escursioni delle caratteristiche termiche e biologiche. L'opera di presa sarà di norma provvista di luci regolabili a quota diversa, specie nel caso di prevedibili escursioni del livello di acqua. La zona sarà opportunamente delimitata con galleggianti od altre apparecchiature di segnalazione.

##### A5.2.2. Impianti di trattamento

Gli impianti funzionanti in continuità dovranno essere realizzati in due o più unità operatrici gemelle, salvo quelli per i quali fosse previsto un numero limitato di ore di funzionamento giornaliero; in ogni caso dovrà essere prevista una capacità di compenso e di riserva dell'acqua trattata.

Gli impianti dovranno comprendere adeguate opere di raccolta e di smaltimento dei prodotti di rifiuto del trattamento (fanghi di sedimentazione, acque di lavaggio dei filtri, ecc., salamoie ed altre soluzioni rigeneratrici), opere effettuate nel rispetto delle norme emanate e vigenti all'atto dell'esecuzione. Dovranno inoltre essere dotati di strumenti di misura e di controllo, possibilmente registratori, del funzionamento di tutte le unità operatrici in tutte le fasi del trattamento. Queste dovranno essere munite di dispositivi di sicurezza e di allarme di fuori esercizio, avaria o funzionamento anomalo, onde consentire gli immediati interventi.

##### A5.2.3. Impianti di trasporto

Avranno sede in terreni la cui stabilità dovrà essere accertata mediante indagini di dettaglio ed una profondità di posa fissata anche in rapporto alle caratteristiche climatiche della zona. Il tracciato dei condotti si dovrà comunque sviluppare il più possibile all'esterno di zone interessate da insediamenti civili o produttivi e dalle relative reti di scarico e dovrà ricadere lontano da aree soggette a deposito o scarichi suscettibili di inquinamento.

I dispositivi di regolazione, di intercettazione, di sfiato, di scarico e di misura, disposti in asse od in deviazione rispetto al condotto, dovranno essere sistemati in appositi pozzetti. L'immissione delle acque di scarico nel ricettore dovrà essere effettuata tramite apposita intercettazione idraulica a sifone.

##### A5.2.4. Impianti di distribuzione

a) – *Serbatoi*: Dovranno essere protetti dall'esterno mediante idonea intercapedine ispezionabile (munita di apposita cunetta di raccolta e di allontanamento delle acque di infiltrazione) o, in subordine, avere le pareti esterne perfettamente impermeabilizzate e fornite di un sistema verticale di drenaggio che consenta anche di rilevare eventuali perdite.

Ogni vasca sarà dotata di scarico di fondo e di scarico di superficie. Le acque di scarico e di sfioro dovranno confluire in appositi pozzetti i cui scarichi saranno muniti di chiusura idraulica. L'accesso alle vasche dovrà avvenire attraverso la camera di manovra o l'intercapedine. Le porte di accesso dovranno essere a tenuta e non aprirsi verso le vasche.

Le vasche non dovranno essere fornite di luci aperte direttamente all'esterno, nè dovranno avere aperture di acces-

so superiori. I dispositivi di aerazione dovranno aprirsi verso le camere di manovra ed essere protetti contro il passaggio di organismi viventi o polveri. La copertura sarà perfettamente impermeabilizzata e dotata di sistema di smaltimento delle acque pluviali; inoltre sarà termocoibentata ovvero coperta con strato di terreno di idoneo spessore, che potrà essere coltivato esclusivamente a prato.

b) – *Reti di distribuzione*: Potranno essere realizzate a maglie chiuse o a ramificazione, secondo prescrizione; di norma, saranno a maglie chiuse nei tronchi principali ed a ramificazione in quelli secondari. In ogni caso in tutti i punti delle reti la quota piezometrica dovrà essere adeguatamente superiore alla quota del terreno, anche nelle condizioni di esercizio più gravose.

Gli scarichi delle condotte dovranno avvenire in apposito pozzetto provvisto di intercettatore idraulico. Le diramazioni agli utenti dovranno essere munite di apparecchiatura automatica atta ad impedire il ritorno dell'acqua.

## Art. A6

### OPERE DI FOGNATURA

#### A6.0. GENERALITÀ

##### A6.0.1. Osservanza del Capitolato e delle norme e disposizioni vigenti

Le opere di fognatura dovranno essere realizzate nel rispetto delle previsioni progettuali e di contratto nonché con l'osservanza delle disposizioni e prescrizioni ufficiali e vigenti all'atto dell'esecuzione e delle norme di regolamento locale. Sarà tenuto conto in particolare delle *"Norme tecniche generali per la regolamentazione dell'installazione e dell'esercizio degli impianti di fognatura e depurazione"* di cui all'Allegato 4 della Delibera 4 febbraio 1977 del Comitato Interministeriale per la tutela delle acque dall'inquinamento (1), nonché del D.Leg.vo 11 maggio 1999, n. 152 avente per oggetto le *"Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/ CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane..."* e riportante, nell'Allegato 5, i *"Limiti di emissione degli scarichi idrici"* (con le modifiche di cui al D.Leg.vo n. 258/2000 e per quanto non in contrasto con la vigente legislazione regionale riportata al punto A7).

Il tutto comunque, per quanto non modificato o diversamente disciplinato dal Titolo III, parte 3ª, del D.Leg.vo 3 aprile 2006 che ha emanato le nuove *"Norme in materia ambientale"* (2).

Saranno a carico dell'Appaltatore tutti gli adempimenti, gli oneri e le spese derivanti dai rapporti con le Autorità locali (per le pratiche di allacciamento, per le autorizzazioni, ecc. nonché per le visite ed i controlli eventualmente disposti) come pure saranno a carico dello stesso l'assunzione di tutte le informazioni relative a detti adempimenti ed in genere gli oneri previsti ai punti 27.11. e 27.18. del presente Capitolato.

##### A6.0.2. Progetto delle opere

A norma di quanto in generale prescritto al punto A4.0. del presente testo, ed in particolare al punto A4.0.1. (che qui si intende richiamato per quanto compatibile), l'Appaltatore sarà tenuto a presentare, non meno di 30 giorni prima della posa delle canalizzazioni, il progetto esecutivo delle opere, in doppia copia, redatto da un Ingegnere o da un Perito competente nel ramo.

Gli elaborati di progetto, che dovranno essere firmati dal professionista redattore e dall'Appaltatore, comprenderanno di norma (salvo diversa o più estesa indicazione):

a) – La relazione illustrativa.

b) – Il calcolo dettagliato delle portate delle tubazioni e/o dei condotti di vario tipo e la verifica dei relativi diametri o sezioni in rapporto anche alle velocità limite più avanti prescritte.

c) – I disegni particolareggiati, eseguiti a scala opportuna, con una chiara rappresentazione grafica di ogni dettaglio esecutivo.

Qualora dagli allegati di contratto non dovesse risultare l'esatta posizione degli attacchi, degli allacciamenti, degli sbocchi, ecc., od in generale non dovesse risultare sufficientemente chiara l'articolazione funzionale dei vari elementi dell'impianto, al fine della migliore definizione del progetto o delle verifiche, l'Appaltatore sarà tenuto a richiedere per iscritto alla Direzione precise indicazioni rimanendo obbligato, in difetto, ad operare le occorrenti modifiche, a propria cura e spese, ed a risarcire eventuali danni conseguenti. Lo stesso dicasi qualora le modifiche dipendessero da omesse o non sufficienti informazioni presso le competenti Autorità locali. Si richiama la norma:

UNI EN 754/1/2/3 - Connessioni di scarico e collettori di fognatura all'esterno degli edifici.

##### A6.0.3. Campionatura

Vale, per la campionatura, quanto riportato al precedente punto A5.0.3.

##### A6.0.4. Tubazioni – Prove e verifiche varie – Verbali

Valgono, per le specifiche di cui al presente titolo, le disposizioni del precedente punto A5.0.4., in quanto compatibili.

#### A6.1. DEFINIZIONI E NORME GENERALI DI INSTALLAZIONE

##### A6.1.1. Definizioni

Ai fini della presente normativa, ed in accordo all'Allegato 4" in precedenza richiamato, per impianti di fognatura dovranno intendersi tutte le reti esterne di canalizzazione, generalmente sotterranee, atte a raccogliere ed allontanare dagli insediamenti le acque superficiali (meteoriche, di lavaggio, ecc.) e quelle reflue provenienti dai complessi insediati e dalle attività umane in generale.

(1) Delibera 4 febbraio 1977 - Criteri, metodologie e norme tecniche generali di cui all'art. 2 lett. b), d) e), della Legge 10 maggio 1976, n. 319, recante norme per la tutela delle acque dall'inquinamento.

(2) Il provvedimento riordina, coordina ed integra tutta la normativa in materia ambientale e provvede anche al recepimento di numerose direttive comunitarie.



Le canalizzazioni, in funzione del ruolo svolto nella rete fognaria, saranno distinte secondo la seguente terminologia:

- a) – Per *fogne* si intenderanno le canalizzazioni elementari che raccolgono le acque provenienti da fognoli di allacciamento e/o da caditoie, convogliandole ai collettori.
- b) – Per *collettori* si intenderanno le canalizzazioni costituenti l'ossatura principale della rete che raccolgono le acque provenienti dalla fogne e, se del caso, quelle direttamente addotte da fognoli e/o caditoie, convogliandole in un emissario.
- c) – Per *emissario* si intenderà il canale che, partendo dal termine della rete, addurrà alle acque raccolte al recapito finale.

#### A6.1.2. Norme generali di installazione

Le canalizzazioni fognarie e le opere d'arte connesse dovranno essere impermeabili alla penetrazione di acque dall'esterno ed alla fuoriuscita di liquami dall'interno nelle previste condizioni di esercizio; dovranno inoltre resistere alle azioni di tipo fisico, chimico e biologico eventualmente provocate dalle acque reflue e/o superficiali correnti in esse. Tale resistenza potrà essere assicurata sia dal materiale costituente le canalizzazioni, sia da idonei rivestimenti. Le sezioni prefabbricate dovranno assicurare l'impermeabilità dei giunti di collegamento e la linearità del piano di scorrimento. L'impiego comunque del materiale di rivestimento e delle sezioni prefabbricate sarà ammesso solo su presentazione di apposita dichiarazione di garanzia, debitamente documentata, da parte del fabbricante.

Il regime di velocità delle acque nelle canalizzazioni dovrà essere tale da evitare sia la formazione di depositi di materiali, sia l'abrasione delle superfici interne; inoltre i tempi di permanenza delle acque nelle canalizzazioni non dovranno dar luogo a fenomeni di setticizzazione delle acque stesse.

Manufatti di ispezione dovranno di norma essere previsti ad ogni confluenza di canalizzazione in un'altra, ad ogni variazione planimetrica tra due tronchi rettilinei, ad ogni variazione di livelletta ed in corrispondenza di ogni opera d'arte particolare. Il piano di scorrimento nei manufatti dovrà rispettare la linearità della livelletta della canalizzazione in uscita dai manufatti stessi.

Le stazioni di sollevamento dovranno essere munite di un numero di macchine tali da assicurare un'adeguata riserva. I tempi di attacco e stacco delle macchine dovranno consentire le loro utilizzazione al meglio delle curve di rendimento ed al minimo di usura, tenendo conto che i periodi di permanenza delle acque nelle vasche di adescamento non determinino fenomeni di setticizzazione.

La giacitura nel sottosuolo delle reti fognarie dovrà essere realizzata in modo tale da evitare interferenze con quelle di altri sottoservizi; in particolare le canalizzazioni fognarie dovranno sempre essere tenute debitamente distanti ed al di sotto delle condotte di acque potabili. Ove ciò non fosse possibile, dovranno essere adottati adeguati provvedimenti atti ad evitare interferenze e pericoli di inquinamento.

### A6.2. FOGNATURE NERE

#### A6.2.1. Caratteristiche del tracciato

Le fogne nere dovranno essere poste ad una profondità tale da consentire un agevole allacciamento degli scarichi dei fabbricati, profondità che, compatibilmente alle quote assegnate ai punti di sbocco, non dovrà essere di norma inferiore a 2,00 m.

La pendenza delle canalizzazioni dovrà risultare non inferiore all'1% se riferita a tubazioni di limitato diametro ed allo 0,5% se riferita ai collettori. In ogni caso, e specie per le sezioni maggiori, la pendenza massima non dovrà superare il 5%.

#### A6.2.2. Diametri – Sezioni – Velocità minima

Il diametro minimo interno delle tubazioni, per le fogne elementari, non dovrà risultare inferiore a 25 cm. Per i collettori, ed in genere per i condotti soggetti a forti escursioni di portata, dovranno adottarsi sezioni ovoidali e semiovoidali.

La velocità dei liquami, al fine di garantire in ogni caso condizioni di autoespurgo, non dovrà risultare inferiore a 0,60 m/sec.

#### A6.2.3. Calcolo della portata nera

La portata nera delle fogne e dei collettori di scarico sarà determinata come somma delle portate di scarico del complesso di fabbricati serviti o servibili dalle rete fognante in esecuzione. Tale portata dovrà comunque non risultare inferiore a quella ricavabile dalla formula:

$$Q = 1,8 \times 10^3 \, d \times P/t \quad \text{m}^3/\text{h} \quad \text{con:}$$

- **d** = dotazione individuale giornaliera d'acqua (che verrà specificata dalla Direzione);
- **P** = numero di persone insediate o comunque fruitori dell'insediamento;
- **t** = numero di ore in cui si potrà presumere che la portata giornaliera debba venire smaltita (di norma 18 h).

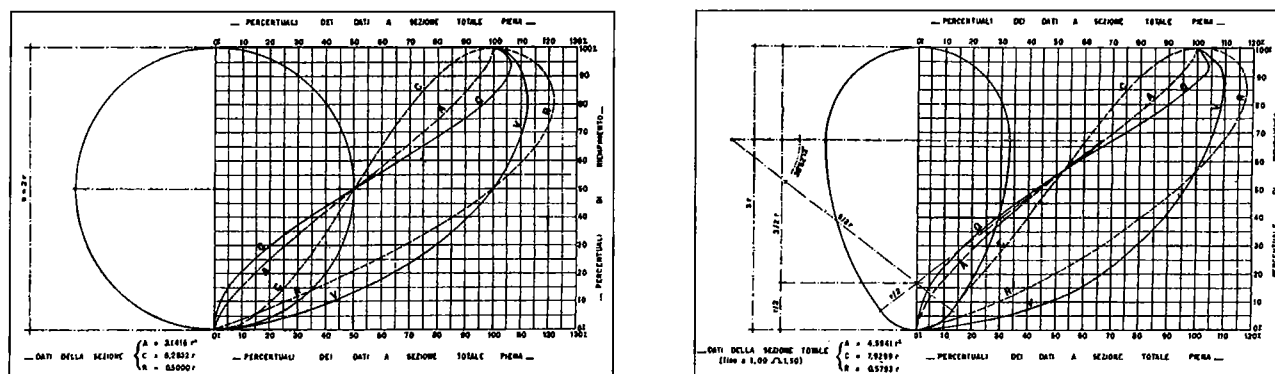
#### A6.2.4. Calcolo dei canali

Le sezioni adottate per i singoli tratti di fogna dovranno essere convenientemente verificate mediante le più accreditate formule di idraulica applicata.

La velocità verrà determinata mediante la formula di Chezy (1) o mediante appositi diagrammi logaritmici che, in rapporto ai diametri ed alla pendenza delle canalizzazioni, consentono anche un rapido calcolo della portata a sezione piena e viceversa. Dai dati così calcolati (relativi alla sezione piena), potrà poi passarsi alla valutazione dei dati relativi ad altezze diverse di riempimento, attraverso i seguenti grafici di riferimento percentuale:

(1) La formula di Chezy esprime la velocità dei liquidi trasportati dalle canalizzazioni in funzione del "raggio medio R" della sezione e della pendenza "i":  $V = 100 \sqrt{Ri} \sqrt{Ri}/(m + \sqrt{Ri})$  dove "m" sarà ricavato dai manuali in funzione delle caratteristiche dei condotti (di norma: 0,20 ÷ 0,35).

TAB. A2 - Condotti circolari ed a sezione ovoidale. Indicazione percentuale dei valori caratteristici



### A6.3. FOGNATURE PLUVIALI

#### A6.3.1. Pendenza – Velocità massima – Sbocchi

La pendenza delle canalizzazioni pluviali, al pari di quelle nere, dovrà risultare di norma non superiore al 5%. Dovrà comunque essere verificato che la velocità assunta dall'acqua, anche per le portate di piena, non venga a superare il limite massimo consentito di 2,50 m/sec.

Dovrà curarsi inoltre, allo scopo di evitare rigurgiti, che il fondo di ogni collettore, allo sbocco, risulti alquanto superiore al fondo del canale recipiente.

#### A6.3.2. Diametri minimi

Il diametro minimo interno delle tubazioni, per i condotti elementari, non dovrà risultare inferiore a 30 cm.

#### A6.3.3. Calcolo delle portate pluviali

La portata da smaltire attraverso la rete delle fogne e dei collettori pluviali verrà calcolata mediante la formula  $Q = z IA/360$  m<sup>3</sup>/s, dove "z" è il fattore di impermeabilità, "I" è l'altezza d'acqua corrispondente alla durata di un'ora (intensità media oraria, misurata in mm/h) ed "A" la superficie del bacino interessato, in ettari.

Il fattore d'impermeabilità verrà ricavato dai dati riportati nella tabella che segue. L'intensità di pioggia sarà ricavata dal diagramma delle massime intensità in funzione della durata delle precipitazioni (1) sull'ordinata corrispondente al tempo di corrivazione del bacino; tale tempo, per piccoli bacini di superficie non superiore a 10 ha, sarà considerato dell'ordine di 15 minuti.

#### A6.3.4. Calcolo dei canali

Valutata la portata di ogni tratto di canalizzazione, dovrà procedersi alla verifica delle sezioni adottate, al fine di controllare che le stesse lavorino con opportuni margini di sicurezza e ciò sia con riguardo all'entità delle portate stesse, sia con riferimento alle velocità massime consentite.

TAB. A3 - Fattore di impermeabilità per elementi analitici e globali

Elementi analitici		Elementi globali	
- Tetti, terrazze, pavimentazioni in asfalto	0,9	- Costruzioni dense (intensive)	0,8
- Lastricati ben connessi	0,8	- Costruzioni spaziate (semintensive)	0,6
- Lastricati ordinari	0,7	- Zone a villini (estensive)	0,4
- Macadam e selciati	0,6	- Aree non edificate (piazze, campi di gioco)	0,2
- Superfici battute	0,3	- Parchi, boschi, giardini	0,1
- Superfici non battute, parchi giardini	0,1		

I procedimenti di verifica saranno condotti, in linea generale, mediante i criteri di cui al precedente punto A6.2.4.

### A6.4. FOGNATURE MISTE

Qualora il progetto prevedesse la realizzazione di fognature con sistema misto, le stesse dovranno essere eseguite con il rispetto di tutte le prescrizioni generali e particolari fin qui riportate e con la specifica che, per il calcolo delle canalizzazioni, le portate nere dovranno essere sommate per intero a quelle pluviali.

## Art. A7

### IMPIANTI DI DEPURAZIONE

#### A7.0. GENERALITÀ

##### A7.0.1. Osservanza delle norme – Controlli

La costruzione degli impianti di depurazione dovrà essere effettuata nel rispetto di tutte le norme richiamate al precedente articolo A6 (in quanto pertinenti) ed in particolare, in ambito regionale, nel rispetto delle seguenti norme e disposizioni (2):

**L.R. 15 maggio 1986, n. 27** – Disciplina degli scarichi delle pubbliche fognature e degli scarichi degli insediamenti civili che non recapitano nelle pubbliche fognature e modifiche alla L.R. 18.06.1977, n. 39 e s.m.i. (modif. con L.R. n. 29/1991 e L.R. n. 58/1995).

**Circ. 30 ottobre 1986, n. 4** – Il piano di risanamento delle acque (G.U.R.S. 21.03.1986, n. 12 S.O.)

**Circ. 9 marzo 1987, n. 9460** – Regolamento tipo dei servizi di fognatura e depurazione. Adempimenti previsti dall'art. 16 della L.R. n. 27/86

(1) Il diagramma delle massime intensità orarie sarà costruito con i dati ricavati dagli annali idrologici, estendendo la ricerca ad un periodo non inferiore a 15 anni ed escludendo dal considerare le precipitazioni assolutamente eccezionali.

(2) Il nuovo *Codice dell'Ambiente* emanato con il D.Leg.vo 3 aprile 2006 citato al precedente punto A6.0.1. prevale sulla legislazione regionale per le parti relative al recepimento di norme comunitarie, per le parti non normate della stessa legislazione e comunque per le parti normate in maniera meno restrittiva.

<b>Circ. 2 dic. 1988, n. 52712</b> –	Impianti di depurazione comunali. Funzionamento.
<b>Circ. 15 nov. 1989, n. 69966</b> –	Controllo sugli scarichi delle pubbliche fognature dei comuni e loro consorzi (Pubbliche fognature di 1° cat.).
<b>Circ. 12 giu. 1991, n. 45906</b> –	Direttive concernenti gli scarichi delle pubbliche fognature di 1° categoria.
<b>Circ. 3 marzo 1992, n. 14106</b> –	Direttive per la corretta applicazione della L.R. n. 29/91
<b>Circ. 14 luglio 1992, n. 43126</b> –	Direttive concernenti il collaudo in corso d'opera e/o definitivo degli impianti di depurazione.
<b>Circ. 13 maggio 1994, n. 38334</b> –	Regolamenti dei servizi di fognatura e depurazione art. 16 della L.R. n. 27/86. Parere ex art. 4 L.R. n. 39/77.
<b>Circ. 16 sett. 1994, n. 73000</b> –	L.R. n. 27/86. Superamento dei limiti tab.ri di azoto tot., ammoniacale, nitrico, fosforo tot., cloro residuo.
<b>Circ. 12 febr. 1997, n. 3382/U</b> –	Indicazioni tecniche ed organizzative per il miglioramento del servizio di depurazione delle acque reflue.
<b>Circ. 17 nov. 1997, n. 26046</b> –	Revisione del regolamento tipo dei servizi di fognatura e depurazione (Circ. A.R.T.A. 9.3.1987, n. 9460).
<b>Circ. 4 aprile 2002, n. 19906</b> –	Direttive per l'applicazione del D.Leg.vo n. 152/99 e s.m.i. ai regolamenti comunali di fognatura e PARF.

Dovranno poi essere rispettate tutte le norme di sicurezza, antincendio o di altro tipo (per scale, recinzioni, materiali esplosivi, prodotti chimici, impianti elettrici, ventilazione, segnaletica, reti antincendio, manipolazione gas, ecc.) e le norme igieniche, specie nel caso che gli impianti debbano trattare scarichi contenenti microbi patogeni (scarichi provenienti da complessi ospedalieri) per i quali sarà obbligatorio il trattamento di disinfezione.

L'installazione dovrà prevedere una efficiente possibilità di controllo. In tutte le zone ove fosse possibile una deficienza di ossigeno o la formazione di gas tossici, dovrà essere realizzata un'adeguata ventilazione. Nel caso poi che venisse utilizzato cloro gassoso, dovrà essere previsto un impianto a pioggia per le zone interessate da eventuali fughe. In ogni caso dovrà essere curata l'ispezionabilità delle unità costituenti l'impianto, dei collegamenti e dei circuiti.

#### A7.0.2. Progetto degli impianti

A norma di quanto in generale prescritto al punto A4.0. del presente Capitolato, in particolare al punto A4.0.2. (che qui si intende richiamato per quanto compatibile), l'Appaltatore sarà tenuto a presentare, non meno di 15 giorni prima dell'esecuzione dei vari manufatti, il progetto (1) esecutivo degli impianti, in doppia copia, redatto da un Ingegnere o da un tecnico competente ed abilitato nel ramo. Gli elaborati di progetto, che dovranno essere firmati dal professionista redattore e dall'Appaltatore, comprenderanno di norma (salvo diversa o più estesa indicazione) ed in particolare nel caso di progetto-offerta:

- a) – La relazione descrittiva degli impianti, con dettagli sulle caratteristiche delle apparecchiature e sulle loro prestazioni (2).
- b) – I calcoli delle varie parti costituenti il ciclo depurativo ed i calcoli idraulici; il calcolo della potenza installata negli impianti e dei consumi di energia.
- c) – I disegni esecutivi dettagliati, a sviluppo e dimensionamento strutturale, idraulico e funzionale degli eventuali grafici di massima forniti dall'Amministrazione o viceversa proposti, con planimetrie, schemi e particolari delle opere murarie e dei macchinari da installare.

Nel caso specifico dei progetti-offerta, gli elaborati comprenderanno ancora.

- d) – Il computo metrico-estimativo, dettagliato e particolareggiato, riferito ai disegni ed agli altri elaborati di progetto, con l'elencazione di tutte le categorie di lavoro relative alle opere murarie e civili ed alle installazioni tecnologiche; in alternativa, e comunque secondo eventuale specifica richiesta, con l'elencazione delle varie parti degli impianti e dei gruppi di attrezzature meccaniche ed elettromeccaniche.
- e) – L'elenco dei prezzi unitari per tutte le voci di costo delle opere murarie e civili e per singole unità delle attrezzature meccaniche ed elettromeccaniche (fuori opera ed in opera); in aggiunta, per il caso di cui alla seconda parte della precedente lett. d), il prezzo a corpo per parti di impianto e gruppi di attrezzature, fermo restando l'obbligo dell'elencazione dei componenti elementari in dette parti e gruppi inseriti (con relative caratteristiche funzionali) e con l'avvertenza che la somma dei prezzi parziali anzidetti formerà il prezzo totale degli impianti completi in opera.
- f) – La stima dettagliata dei costi di gestione degli impianti, intesi come costi di esercizio e di manutenzione ordinaria (personale, energia elettrica, reattivi, materiali di consumo, ricambi, ecc.) nonché i costi di ammortamento.

Resta comunque stabilito che nel prezzo a corpo per impianti completi in opera devono intendersi comprese tutte quelle forniture ed opere che, ancorché non specificatamente elencate, risulteranno all'atto esecutivo strettamente necessarie per dare compiuti gli impianti a regola d'arte, in perfetto stato di funzionamento e rispondenti ai requisiti di legge (3). Con valutazione a parte devono invece indicarsi

(1) Nel caso di progetto-offerta, ed in ogni caso se richiesto, l'Appaltatore dovrà effettuare un idoneo studio, da riportare in relazione, delle caratteristiche idrauliche, fisico-chimiche e biologiche dello scarico da trattare. I criteri di progettazione dovranno comunque basarsi sull'efficienza del trattamento, sulla durabilità, sulla facilità di manutenzione, sulla minimizzazione dei consumi energetici nonché sulla eventuale possibile utilizzazione dei sottoprodotti. I processi di trattamento dovranno essere i più idonei in rapporto alle caratteristiche dei liquami da trattare e, ove non particolarmente prescritti, saranno scelti nell'ambito del quadro riportato a fianco.

(2) Per le eventuali apparecchiature di specifica concezione e costruzione dell'Appaltatore o di Ditte da esso rappresentate, dovrà essere fornito un corredo di informazioni tecniche ed opuscoli illustrativi atti alla verifica dei dimensionamenti esecutivi e dei rendimenti. Per le apparecchiature di costruzione standard (compressori, pompe, ecc.) dovrà essere fornito il relativo catalogo tecnico.

(3) Questo in quanto l'Amministrazione non intende, sotto alcun titolo, sostenere altra spesa oltre quella pattuita con il compenso a corpo, salva soltanto la eventuale spesa afferente alle eventuali varianti, espressamente richieste per iscritto dalla Direzione Lavori in corso d'opera e da valutarsi a parte, in base ai prezzi unitari di Elenco o con nuovi prezzi da determinarsi in conformità all'art. 136 del Regolamento.

Caratteristiche da trattare	Processo
- Solidi grossolani	- Grigliatura e/o triturazione
- Carico variabile	- Equalizzazione, omogeneizzazione
- Sabbie	- Dissabbiatura
- Oli e grassi	- Deoleazione
- Solidi sospesi	- Sedimentazione, coagulazione, flocculazione, flottazione, filtrazione
- Alcalinità, acidità	- Neutralizzazione
- Metalli pesanti	- Precipitazione o scambio ionico
- Solfuri	- Precipitazione o stripping
- Sostanze organiche biodegradabili	- Ossidazione, digestione anaerobica, osmosi inversa, ultrafiltrazione
- Sostanze organiche persistenti	- Assorbimento su carboni attivati, scambio ionico, osmosi inversa
- Azoto	- Nitrificazione-denitrificazione, stripping ammoniacale, scambio ionico
- Fosforo	- Precipitazione, scambio ionico
- Microorganismi	- Disinfezione
- Sali disciolti	- Scambio ionico, osmosi inversa elettrodialisi

nell'offerta i materiali di scorta e tutte le parti, pezzi di ricambio, ecc. che si riterrà utile approvvigionare in magazzino per una più agevole conduzione degli impianti.

### A7.0.3. Definizioni e classificazioni

Ai fini della presente normativa, ed in accordo alla più diffusa terminologia riguardante gli impianti di che trattasi, verranno adottate le seguenti definizioni:

- a) – Per *B. O. D. (Biochemical Oxygen Demand)* si intende la richiesta biochimica di ossigeno, ossia la quantità di ossigeno richiesta dai microrganismi aerobi per l'assimilazione e la degradazione alle sostanze organiche (1).
- b) – Per *C.O.D. (Chemical Oxygen Demand)* si intende la richiesta chimica di ossigeno, ossia la quantità di ossigeno richiesta per ossidare chimicamente, con determinate modalità, le sostanze ossidabili presenti nei liquami (2).
- c) – Per *fango* si intende una miscela con concentrazione più o meno elevata di sostanze organiche ed inorganiche in acqua raccolta nei processi depurativi, in particolare in quelli di sedimentazione.
- d) – Per *solidi totali* di una miscela liquida si intende la totalità delle varie sostanze presenti in detta miscela, a residuo dell'evaporazione della fase liquida (residuo secco).
- e) – Per *solidi sospesi (SS)* di una miscela liquida si intendono le sostanze in sospensione insolubili contenute in detta miscela (3).
- f) – Per *solidi filtrabili* di una miscela liquida si intendono le sostanze colloidal e disciolte contenute in detta miscela (organiche ed inorganiche), filtrabili con particolare filtro di 0,45 micron.
- g) – Per *carico idraulico* si intende la quantità liquida di acque di rifiuto da trattare nell'impianto.
- h) – Per *carico organico* si intende la quantità di sostanze organiche da trattare nell'impianto (di norma misurata come BOD<sub>5</sub>) (4).
- i) – Per *rendimento depurativo* di un trattamento si intende il rapporto fra la concentrazione della sostanza inquinante presa in esame, dopo il trattamento, e la concentrazione della stessa sostanza prima del trattamento (in %).

Con riguardo alle classificazioni, ed in accordo alla più diffusa sistematica riguardante i processi depurativi, verranno adottati i seguenti raggruppamenti (5):

- a) – Per i liquami, in funzione della loro successione e del grado di trattamento progressivamente raggiunto:
  - *pretrattamenti (o trattamenti preliminari)* (grigliatura e/o triturazione, dissabbiatura, deoleazione, sollevamento, preazione, equalizzazione ed omogeneizzazione, neutralizzazione);
  - *trattamenti primari* (flottazione, sedimentazione, precipitazione chimica);
  - *trattamenti secondari* (ossidazione a fanghi attivi o su filtri percolatori, su biodischi, in lagune (aerate o meno), sedimentazione, disinfezione);
  - *trattamenti terziari* (nitrificazione-denitrificazione, precipitazione del fosforo, chiariflocculazione, filtrazione, assorbimento su carbone attivato, scambio ionico, osmosi inversa, elettrodialisi).
- b) – Per gli stessi liquami, ma in funzione della natura dei processi impiegati:
  - *trattamenti meccanici* (grigliatura, dissabbiatura, deoleazione, equalizzazione ed omogeneizzazione, flottazione, sedimentazione, filtrazione);
  - *trattamenti biologici* (ossidazione, nitrificazione-denitrificazione);
  - *trattamenti chimico-fisici* (neutralizzazione, coagulazione-flocculazione, precipitazione chimica dei metalli e del fosforo, strippaggio di ammoniaca e solfuri, disinfezione, adsorbimento, scambio ionico, elettrodialisi, osmosi inversa, ultrafiltrazione).
- c) – Per i fanghi:
  - *trattamenti meccanici* (ispessimento per gravità o per flottazione, disidratazione: su letti di essiccamento, per centrifugazione, per filtrazione sotto vuoto, per filtrazione sotto pressione);
  - *trattamenti biologici* (digestione anaerobica o aerobica, lagunaggio);
  - *trattamenti chimico-fisici* (condizionamento chimico o termico, disinfezione, essiccamento, incenerimento).

### A7.0.4. Esercizio provvisorio

Nel periodo intercorrente tra l'ultimazione dei lavori e il collaudo l'Amministrazione appaltante potrà richiedere che gli impianti vengano attivati, provati e messi a punto in esercizio provvisorio a cura dello stesso Appaltatore, con personale da lui fornito ed in genere con la sua completa competenza e responsabilità gestionale. In questo caso all'Appaltatore verrà

(1) Poiché le azioni batteriche che potrebbero dar luogo a putrefazione si compiono in 20 giorni, il B.O.D. di un liquame si può anche definire come quantità di ossigeno sufficiente a mantenerlo in stato di aerobiosi per 20 giorni. Comunemente il riferimento al B.O.D., senza particolari specifiche, sarà rivolto alla frazione carboniosa dei composti organici, trascurandosi quello dovuto alla frazione azotata.

(2) Nei liquami domestici in genere il B.O.D. finale (a 20 giorni) può considerarsi pari al 50 ÷ 70% del C.O.D.

(3) In pratica sono le sostanze trattenute da un particolare filtro con porosità di 0,45 micron. I solidi sospesi potranno poi distinguersi in *solidi sospesi volatili (SSV)*, che rappresentano la parte organica combusta alla temperatura di 600°C, e *solidi sospesi non volatili*, che rappresentano la parte minerale inorganica. Ancora in *solidi sospesi sedimentabili*, che rappresentano la frazione sedimentabile in tempi sufficientemente brevi, e *solidi sospesi non sedimentabili*.

(4) Per BOD<sub>5</sub> deve intendersi la misura del BOD di un liquame limitata a soli 5 giorni.

(5) Secondo l'art. 8 della L.R. 15 maggio 1986, n. 27, i livelli di depurazione sono così definiti:

- 1° Livello: trattamento primario di grigliatura e/o dissabbiatura e/o disoleatura.
- 2° Livello: trattamento e.s. + la separazione dei solidi sospesi sedimentabili.
- 3° Livello: trattamento primario + l'eventuale trattamento di 2° livello + l'ossidazione biologica e/o il trattamento chimico.
- 4° Livello: nel caso si effettui scarico a mare mediante condotta sottomarina in aggiunta ad uno dei precedenti trattamenti.

Sono fatte salve le forme equivalenti di trattamenti per i sistemi di primo, secondo e terzo livello.

attribuito un compenso forfettario mensile di € \_\_\_\_\_ (Euro \_\_\_\_\_) nello stesso ritenendosi inclusa, oltre agli utili di impresa, ogni spesa ed onere di natura gestionale (personale, energia, materiali di consumo, trasporti, imposte, ecc.).

Qualora l'appalto fosse stato conferito con il sistema del progetto-offerta, l'Appaltatore sarà tenuto a predeterminare, in sede di offerta, l'ammontare di tale somma.

#### A7.0.5. Garanzia degli impianti

Sia le opere murarie, che le apparecchiature tutte e le opere complementari in genere, dovranno essere garantite dall'Appaltatore fino a quando il certificato di collaudo non avrà assunto valore definitivo.

Qualora entro il superiore termine dovessero venire riscontrati nell'esercizio difetti di funzionamento o degradazioni, guasti ed inconvenienti di qualunque genere (non imputabili alla mancanza di normali interventi di conduzione e manutenzione od a manomissioni od alterazioni delle condizioni di esercizio previste), l'Amministrazione ne darà comunicazione scritta all'Appaltatore, affinché, entro il termine massimo che sarà stabilito provveda a propria cura e spese alla eliminazione dei difetti lamentati ed alla riparazione degli eventuali danni conseguenti.

In difetto l'Amministrazione, anche in deroga all'art. 1218 C.C. e senza l'obbligo di costituzione in mora previsto dall'art. 1219 C.C., avrà la facoltà di procedere alla eliminazione dei difetti e danni accertati, addebitando all'Appaltatore le relative spese.

Per la superiore garanzia l'Appaltatore sarà tenuto a rilasciare all'Amministrazione, in sede di collaudo, apposita polizza fidejussoria, dell'importo di € \_\_\_\_\_ (Euro \_\_\_\_\_), con la quale l'emittente si obbligherà, per il periodo di cui al 1° capoverso e senza reintegro della somma assicurata, a rimborsare all'Amministrazione e su richiesta della stessa, le somme impiegate per la eliminazione dei difetti riscontrati e la riparazione dei danni eventuali conseguenti (1) (per questi il relativo massimale dovrà intendersi, per ciascuna volta, non superiore al 15% della predetta somma). L'importo della polizza dovrà ritenersi differente e aggiuntivo rispetto a quello relativo alla polizza rilasciata per eventuale anticipato svincolo della rata di saldo.

#### A7.0.6. Oneri particolari – Brevetti

Al termine dei lavori l'Appaltatore dovrà consegnare all'Amministrazione appaltante n. 2 copie dei disegni esecutivi particolareggiati degli impianti, così come realizzati, di cui una su carta lucida. Dovrà fornire altresì uno schema generale funzionale degli impianti, realizzato a colori su carta plastificata e montato in pannello sotto vetro, nonché un manuale di uso e manutenzione, in duplice copia, con le istruzioni dettagliate per il funzionamento e la manutenzione ordinaria e straordinaria di tutte le apparecchiature e strumentazioni presenti negli impianti e degli impianti stessi nel loro complesso.

Con riguardo alle opere, macchinari e strumentazioni coperti da brevetto, resta inteso che la loro esecuzione ed installazione avverrà sotto la completa responsabilità dell'Appaltatore, restando l'Amministrazione completamente sollevata da qualunque richiesta di indennizzo relativa ad eventuali infrazioni.

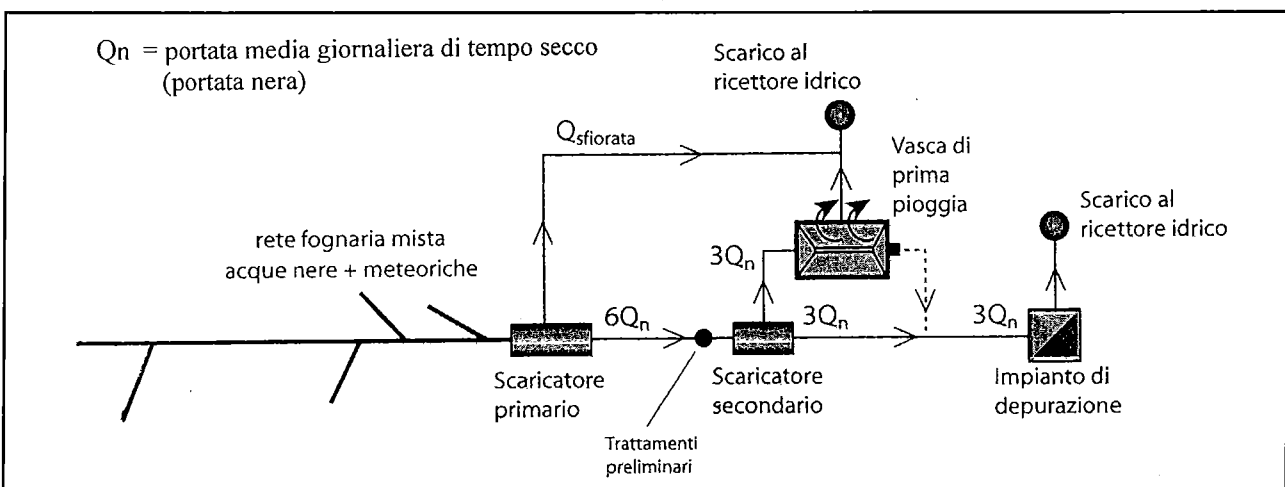
### A7.1. PUNTE DI CARICO – RENDIMENTI

#### A7.1.1. Ponte di carico idraulico

Qualora gli impianti di depurazione fossero inseriti in un sistema di fognature di tipo *separato*, le punte di carico idraulico dovranno essere attenuate, specie per i piccoli impianti, ricorrendo ad accorgimenti costruttivi (nei trattamenti preliminari) tali da conferire agli stessi una elevata capacità di compenso.

Qualora invece gli impianti fossero inseriti in un sistema di fognature di tipo *misto*, la portata mista da addurre al trattamento dovrà essere di norma non superiore a 3 volte la portata media giornaliera di tempo secco (2), mentre la portata mista eccedente (3), pari a non oltre 3 volte la stessa portata media, dovrà essere trattata mediante semplice accumulo.

FIG. A1 - Sezione di impianto per il trattamento delle acque miste. Esempio di layout (da C. Sigmund, *Depurazione delle acque reflue*, Flaccovio Ed.)



(1) In caso di disaccordo, la valutazione dei danni verrà effettuata da un perito nominato dal presidente del Tribunale competente per giurisdizione.

(2) Criteri meno restrittivi potranno comunque essere adottati per impianti ad aerazione prolungata.

(3) La portata eccedente 6 volte la portata media potrà essere portata, salvo diversa prescrizione, direttamente allo scarico. Dovrà comunque verificarsi che l'effluente rientri, nel complesso, nelle norme di legge stabilite in materia.

lo e sedimentazione in apposite *vasche a pioggia* (1). A tale scopo a monte del sistema depurativo dovrà essere installato uno scaricatore di piena. Anche in questo caso resta comunque valida la norma, per i piccoli e medi impianti (relativi ad insediamenti non superiori a 10.000 abitanti), di doversi ricorrere all'equalizzazione della portata tramite opportuni dispositivi di compenso, e/o vasche a livello variabile (2).

#### A7.1.2. Rendimenti depurativi (3)

Salvo diversa prescrizione, gli impianti dovranno consentire di raggiungere un livello depurativo tale che l'effluente della vasca di sedimentazione finale dovrà presentare:

- a) – Riduzione del BOD5 e dei solidi sospesi (SS) non inferiore al 90% rispetto al liquame grezzo (4).
- b) – Riduzione del contenuto batterico non inferiore al 95% rispetto al liquame grezzo.
- c) – Nessuna percettibilità alla vista delle sostanze galleggianti.
- d) – Non determinabilità di solfiti e solfuri.

In ogni caso i residui dovranno essere conformi a quanto stabilito dall'allegato 5 del D.Leg.vo n. 152/99 nonché dalle altre disposizioni e norme emanate in sede regionale e locale (v. in particolare la Circ. R.S. 4 aprile 2002, n. 19906 citata al punto A7.0.1.).

### A7.2. TRATTAMENTI PRELIMINARI E PRIMARI

#### A7.2.1. Grigliatura – Triturazione

La grigliatura potrà essere, in rapporto alle prescrizioni, sia di tipo *grossolano* (con barre di griglia spaziate di 4÷8 cm), sia di tipo *medio* (con spazio di 2 ÷ 4), sia di tipo *sottile* (con spazio di 1 ÷ 2), sia ancora di tipo *fine* (con spazio inferiore ad 1 cm) (5). La grigliatura grossolana sarà utilizzata in tutti i pretrattamenti ed in particolare modo quando i canali di adduzione all'impianto dei liquami grezzi dovessero presentare tratti scoperti; sarà di norma seguita da un apparecchio di triturazione. La grigliatura sottile o fine sarà di regola meccanizzata ed a funzionamento automatico.

Gli impianti di triturazione e di grigliatura fine automatica dovranno essere dotati di canale di "by-pass" munito di griglia di emergenza a pulizia manuale. Il trituratore dovrà inoltre essere protetto da ogni pericolo di riscaldamento derivante da funzionamento a vuoto.

#### A7.2.2. Sollevamento

Ove nel trattamento dei liquami di fogna fosse previsto il sollevamento degli stessi, dovrà essere realizzato a valle dell'impianto di grigliatura e/o triturazione con pompe di potenzialità tale da dar luogo, in particolar modo per i piccoli impianti, ad uno stato di funzionamento continuo. Viceversa, ed allo scopo di evitare sovraccarichi idraulici (specie nella fase di sedimentazione), dovrà essere conferita agli impianti una elevata capacità di compenso (6).

#### A7.2.3. Dissabbiamento

Sarà di norma previsto per gli impianti con vasche chiuse o per gli impianti con vasche aperte di potenzialità superiore a 2500 abitanti, specie se collegati a fognature di tipo misto (7).

Nei tipi a canale i dissabbiatori dovranno essere conformati con sezione a particolare profilo e inoltre dotati di organo di regolazione (venturimetro) di modo che, qualunque fosse la portata in arrivo, la velocità del liquame in tutta la sezione liquida non venisse a superare il valore di 30 cm/sec. Di norma saranno forniti di "by-pass".

Nei tipi speciali (aerati, meccanizzati, con idroestrattore, a clochea, ecc.), dovranno essere accompagnati dai idonea documentazione tecnica a conferma dei criteri costruttivi e di dimensionamento assunti dalla Ditta fabbricante.

#### A7.2.4. Sedimentazione primaria

Qualora prevista o prescritta, la sedimentazione primaria verrà effettuata a mezzo di apposite vasche i cui criteri di dimensionamento dovranno attenersi, salvo diversa disposizione, a quanto di seguito riportato.

Nel caso di vasche destinate al trattamento di sole acque nere, la velocità ascensionale (8) del liquame (o carico idraulico superficiale) valutata sulla portata media giornaliera, e il tempo minimo di detenzione (9) dovranno risultare contenuti nei valori riportati nella tabella A4.

TAB. A4 - Vasche di sedimentazione primaria. Parametri operativi

TIPO DI IMPIANTO	Velocità ascensionale m/h (*)	Tempo di detenzione h (*)
Sedimentazione primaria a monte di fanghi attivi	0,8 ÷ 1,5	1,5 ÷ 3,0
Sedimentazione primaria a monte di filtri percolatori	0,5 ÷ 0,8	3,0 ÷ 4,0
Sedimentazione primaria in scomparto di fosse Imhoff	0,5	3,0 ÷ 4,0

(\*) I limiti inferiori delle velocità ascensionali e quelli superiori dei tempi di detenzione sono riferiti agli impianti di piccola potenzialità.

(1) Le vasche a pioggia sono delle vasche di sedimentazione normalmente prive di dispositivi meccanici di raccolta del fango. Il loro dimensionamento dovrà essere di norma non inferiore a 70 litri per ogni abitante allacciato.

(2) Dovrà impedirsi infatti che allo scaricatore di piena pervengano, in tempo secco, portate nere superiori a 3 volte la portata media giornaliera.

(3) I valori dei rendimenti depurativi indicati dovranno essere raggiunti senza dover provvedere alla clorazione dell'effluente, ancorché tale clorazione fosse prevista. Nei processi di trattamento l'efficienza di rimozione potrà comunque venire richiesta nell'ambito dei valori riportati nella tabella a lato (in %).

(4) L'effluente dovrà presentare comunque concentrazione del BOD<sub>5</sub> e di SS non superiore a 25 mg/l, come media delle 24 ore.

(5) Le griglie fini (spazio tra 0,2 ÷ 0,5 mm) risultano utili in alcuni particolari impianti di trattamento od in sistemi di scarico a mare privi di sedimentazione primari.

(6) Ad es. nel caso di funzionamento discontinuo (con pompe di maggiore potenzialità) potrà essere impiegata come vasca di compenso la vasca di dissabbiamento posta in testa all'impianto.

(7) Per particolari situazioni locali l'impianto di dissabbiamento potrà essere opportuno o necessario anche per potenzialità inferiori.

(8) È il rapporto tra portata idraulica "Q" e la superficie "S" della vasca.

(9) È il rapporto tra il volume utile "V" della vasca e la portata "Q".

PROCESSO DI TRATTAMENTO	BOD5	COD	Solidi sospesi	Batteri
Grigliatura fine	5 ÷ 10	5 ÷ 10	2 ÷ 20	10 ÷ 20
Sedimentazione	25 ÷ 40	20 ÷ 35	40 ÷ 70	25 ÷ 75
Chiariflocculazione	50 ÷ 85	40 ÷ 70	70 ÷ 90	40 ÷ 80
Fanghi attivi	55 ÷ 95	50 ÷ 80	55 ÷ 95	90 ÷ 98
Filtri percolatori	50 ÷ 95	50 ÷ 80	50 ÷ 92	90 ÷ 95
Lagune aerate	90 ÷ 95	70 ÷ 80	85 ÷ 95	95 ÷ 98
Clorazione scarico grezzo	15 ÷ 30	–	–	90 ÷ 95
Clorazione scarico trattato	–	–	–	98 ÷ 99

Nel caso invece di vasche destinate al trattamento di acque miste, la velocità massima di punta non dovrà superare i seguenti valori:

- 2,50 m/h, ove alla sedimentazione primaria fossero riciclati fanghi leggeri provenienti dalla sedimentazione secondaria degli impianti a fanghi attivi;
- 5,00 m/h, ove fossero presenti solo fanghi primari. (Il tempo di detenzione, in questo caso, non dovrà essere inferiore a 0,5 h).

Alla capacità calcolata sulla base dei tempi di detenzione, dovrà in ogni caso essere aggiunto il volume occupato dal fango tra due estrazioni o, in generale la capacità corrispondente alle tramogge di raccolta dei fanghi. L'altezza liquida utile dovrà essere comunque non inferiore a 2,00 m.

La portata specifica allo stramazzo nel caso di acque nere, non dovrà superare il valore di 200 m<sup>3</sup>/m.d., valutato sulla portata media giornaliera.

### A7.3. IMPIANTI A FANGHI ATTIVI

#### A7.3.1. Tipologia

Caratterizzati dal trattamento biologico dei liquami a mezzo di vasche di ossidazione, gli impianti a fanghi attivi potranno essere sia di tipo classico (di norma per grandi impianti), che di tipo modificato (per medi e piccoli impianti). Tra questi, con tipologia diversificata, gli impianti a *schema classico con stabilizzazione del fango in fossa Imhoff*, quelli a *schema semplificato*, quelli ad *aerazione prolungata* e quelli con *contatto-stabilizzazione*.

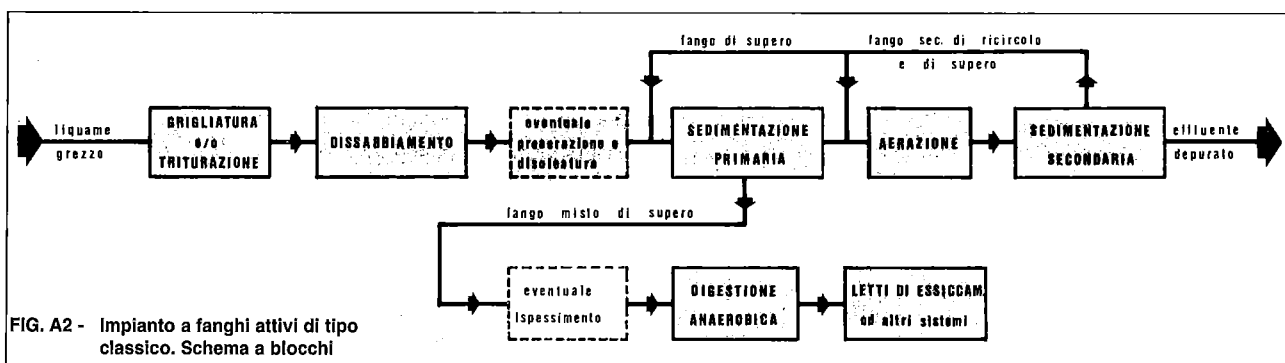


FIG. A2 - Impianto a fanghi attivi di tipo classico. Schema a blocchi

#### A7.3.2. Caratteristiche e impieghi

Gli impianti a schema classico con stabilizzazione del fango in fossa Imhoff, caratterizzati dall'adozione della fossa per la sedimentazione primaria e la digestione anaerobica dei fanghi primari e secondari (fanghi misti) e per la conseguente eliminazione della digestione anaerobica separata, potranno essere impiegati per piccole e medie installazioni, purché a sufficiente distanza dai centri abitati. Quelli a schema semplificato (fig. A2), caratterizzati invece dalla abolizione della sedimentazione primaria e dalla digestione aerobica separata del fango di supero, potranno essere impiegati per installazioni di media grandezza (10.000 ÷ 25.000 ab. e comunque non superiore a 100.000 ab.), salvo la disponibilità di energia a basso costo.

Gli impianti ad aerazione prolungata (o ad ossidazione totale), caratterizzati da maggiori tempi di detenzione nella vasca di ossidazione (1), potranno essere privi del reparto di digestione anaerobica separata del fango di supero (salvo diversa prescrizione), ma dovranno comunque prevedere lo smaltimento separato di detto fango, previo eventuale trattamento di essiccazione (2). Potranno essere impiegati per piccole e medio-piccole installazioni, di norma non superiore a 5.000 abitanti.

#### A7.3.3. Parametri operativi

Per le migliori condizioni di funzionamento e rendimento del processo di depurazione a fanghi attivi, i parametri fondamentali che lo caratterizzano, sia nella tipologia convenzionale (classica) che nelle principali modificazioni, dovranno assumere valori i cui limiti sono riportati nella Tab. A5 (6).

TAB. A5 - Impianti a fanghi attivi. Parametri operativi

TIPO DI IMPIANTO	Carico organico $F_c$ (3) Kg BOD <sub>5</sub> /kg SSMA.d	Concentrazione del fango $C_a$ (4) kg SS/M <sup>3</sup>	Tempo di detenzione T h
Classico (ad alto carico) (5)	0,5 ÷ 1,5	4,0 ÷ 10,0	0,5 ÷ 2
Classico (a basso carico)	0,2 ÷ 0,5 (*)	1,5 ÷ 3,5	3 ÷ 8
A schema semplificato (b.c.)	0,2 ÷ 0,5 (*)	1,5 ÷ 3,5	3 ÷ 8
Con contatto - stabilizzazione	0,2 ÷ 0,5 (**)	1,5 ÷ 3,5/4,0 ÷ 10,0 (**)	0,5 ÷ 1/3 ÷ 6 (**)
Ad aerazione prolungata	0,03 ÷ 0,15 (***)	3,0 ÷ 6,0	18 ÷ 36

(\*) Per i valori di "Fc" fino a 0,5 circa, il rendimento nell'abbattimento di BOD<sub>5</sub> si mantiene su valori dell'ordine del 90%, specie per impianti di elevata potenzialità.  
(\*\*) Per l'unità di contatto il primo campo e per l'unità di stabilizzazione dei solidi il secondo.  
(\*\*\*) Per i valori di "Fc" non superiori a 0,04 si producono fanghi di supero tecnicamente stabilizzati anche con basse temperature (non inferiori comunque a 5 °C) del liquame nella vasca di aerazione.

(1) E di conseguenza dal maggior volume della stessa (100 ÷ 700 l/ab).

(2) Sullo smaltimento dei fanghi v. le "Norme tecniche generali per la regolamentazione dei fanghi residuati dai cicli di lavorazione e dai processi di depurazione".

(3) È il carico di sostanze biodegradabili (misurato in kg di BOD<sub>5</sub>) che perviene al giorno per ogni kg di solidi sospesi totali (SSTMA o più semplicemente SSMA o con terminologia americana MLTSS o MLSS - Mixed Liquor Total Suspended Solids) presenti nella vasca di aerazione dell'impianto.

(4) È il carico di solidi sospesi totali (SSMA) presenti nella vasca di aerazione per unità di volume.

(5) Gli impianti ad alto carico, pur se offrono la probabilità di avere un basso indice di volume del fango (SVI - Sludge Volume Index o indice di Molhamm) risultano di conduzione più delicata e non offrono riserve di potenzialità per eventuali shock di carico o futuri sovraccarichi. L'SVI (indice di sedimentabilità risulta minimo. (<100 ml/mg SS) per valori di «Fc» compresi tra 0,15 e 0,50 kg BOD<sub>5</sub>/kg SS - giorno.

(6) È il caso di annotare che tutti gli impianti a fanghi attivi sono caratterizzati da rendimenti analoghi nell'abbattimento del BOD<sub>5</sub> dell'ordine del 90÷95% finché il fattore di carico organico  $F_c$  è mantenuto al di sotto di 0,4 kg BOD<sub>5</sub> / dx kgSS; per valori di carico organico compresi tra 0,5 ed 1 kg di BOD<sub>5</sub>/dx kgSS i rendimenti scendono all'80% ed anche fino al 70% per valori superiori di  $F_c$ .

La portata di ricircolo ( $Q_p$ ) dovrà essere pari almeno al 100% (1) della portata media dei liquami in arrivo, con ampia possibilità di regolazione ai valori inferiori (fino al 25%). In particolare per gli impianti operanti nel campo dell'aerazione prolungata, la portata di ricircolo minima, normale e massima dovrà essere pari rispettivamente al 50%, 100% e 200% della portata media giornaliera di acque nere.

#### A7.3.4. Ossigenazione – Valutazione e prescrizioni

Salvo diversa specifica, il criterio per stimare la quantità di ossigeno occorrente per lo sviluppo delle reazioni biologiche sarà quello basato sul valore massimo dell'“OC/load” (2), adottando nel contempo una adeguata capacità di regolazione dei macchinari di aerazione. Questi potranno essere del tipo *ad aerazione superficiale* o del tipo *ad insufflazione d'aria* (con o senza turbina sommersa).

Per i macchinari ad aerazione superficiale (turbine ad asse verticale o rotor a spazzole ad asse orizzontale) la variazione della profondità di immersione sarà di norma ottenuta variando la quota degli stramazzi e di conseguenza del livello liquido (negli impianti di elevata potenzialità tali stramazzi potranno essere motorizzati ed asserviti alla concentrazione di ossigeno in vasca). Per gli stessi macchinari l'Appaltatore (o per esso la Ditta costruttrice) sarà tenuto a fornire:

- la potenza assorbita dalla macchina nelle condizioni di esercizio e quella installata;
- la capacità di ossigenazione (kg O<sub>2</sub>/h) riferita alle condizioni “standard” (3) e la capacità specifica di ossigenazione in relazione ai consumi di energia (4);
- l'andamento di tali grandezze al variare delle condizioni di funzionamento (velocità di rotazione, profondità di immersione, senso di rotazione, ecc.) con riferimento ad una condizione con caratteristiche nominali.

Per i macchinari ad aria insufflata dovranno essere forniti:

- la capacità di aerazione del diffusore (m<sup>3</sup>/h di aria) e la capacità specifica di ossigenazione in relazione ai consumi di aria riferita alle condizioni “standard” (gO<sub>2</sub> disciolto/m<sup>3</sup> di aria insufflata (5));
- l'andamento di tali grandezze al variare delle condizioni di funzionamento, in particolare al variare della profondità di immersione.

Per i macchinari ad aria insufflata e turbina sommersa, dovranno essere fornite le caratteristiche di funzionamento al variare dei diversi parametri, in particolare al variare della velocità angolare della turbina, della portata d'aria, ecc.

In tutti i casi il sistema di montaggio dei diffusori dovrà permettere l'estrazione degli stessi per le periodiche operazioni di manutenzione. Inoltre, qualora l'insufflazione d'aria avvenisse a mezzo di corpi porosi a bolle fini, l'aria stessa dovrà essere preventivamente filtrata e deoleata.

#### A7.3.5. Sedimentazione secondaria

Negli impianti di tipo classico ed a schema semplificato le vasche di sedimentazione dovranno essere tali da determinare una velocità ascensionale massima (con riferimento alla portata media giornaliera) di 1,00 ÷ 1,25 ÷ 1,50 m/h rispettivamente per impianti con potenzialità fino a 2000 m<sup>3</sup>/d, da 2000 a 5000 m<sup>3</sup>/d ed oltre 5000 m<sup>3</sup>/d. In corrispettivo il tempo di detenzione minimo sarà di 3,0 ÷ 2,5 ÷ 2,0 h.

Per il trattamento delle acque miste, e per gli stessi tipi di impianti, sanno ammesse velocità ascensionali massime di 2,5 m/h e tempi di detenzione minimi di 1 ora.

Negli impianti ad aerazione prolungata, la sedimentazione sarà caratterizzata da una velocità ascensionale massima di 0,5 m/h (sempre con riferimento alla portata media) per impianti con potenzialità fino a 50 m<sup>3</sup>/d e di 1,0 m/h per potenzialità maggiori. In corrispettivo i tempi di detenzione minimi saranno di 4 e 3 ore.

Per il trattamento delle acque miste saranno ammesse velocità massime (riferite alla portata massima) di 1,5 m/h per vasche di sedimentazione a flusso longitudinale e di 2,5 m/h per vasche a flusso ascensionale. Il tempo di detenzione minimo sarà di 1 ora.

Per tutti i tipi di impianti comunque, e con riferimento alla portata media di tempo secco, il carico superficiale di solidi sospesi (6) dovrà risultare non superiore a 6 kg SS/m<sup>2</sup>. Unitamente l'altezza liquida nella vasca non dovrà essere inferiore a 2,50 m. La portata allo stramazzo dovrà essere compresa fra 60 ÷ 120 m<sup>3</sup>/m d negli impianti ad aerazione prolungata e fra 120 ÷ 180 m<sup>3</sup>/m-d (valutati sulla portata media) negli altri tipi, con valori maggiori per gli impianti di maggiore potenzialità.

### A7.4. IMPIANTI A FILTRI PERCOLATORI

#### A7.4.1. Tipologia ed impieghi – Rendimenti

Caratterizzati dal trattamento biologico dei liquami a mezzo di particolari filtri a “membrana biologica”, gli impianti a filtri percolatori potranno essere sia del tipo a *basso carico* (7) che del tipo *ad alto carico* (*high rate*).

(1) Negli impianti ad alto carico, ed in quelli ove fosse prevedibile l'arrivo di scarichi tossici, la portata di ricircolo potrà essere convenientemente aumentata (non oltre comunque il 400%).

(2) L'“OC/load” rappresenta il rapporto tra l'ossigeno che occorre fornire (Oxygenation Capacity) ed il carico (load) di BOD<sub>5</sub> dei liquami abbattuto nel processo depurativo. Per impianti operanti con basso fattore di carico organico, e quindi con elevati rendimenti depurativi, per carico di BOD<sub>5</sub> può intendersi anche quello che perviene alla fase ossidativa.

Negli impianti a schema classico con sedimentazione primaria, nel valutare la capacità di ossigenazione necessaria, dovrà considerarsi che circa il 30% del carico organico in arrivo è abbattuto dalla sedimentazione.

(3) Le condizioni standard di riferimento sono di norma: mezzo liquido: acqua pulita a 20 °C; concentrazione di ossigeno disciolto: 0 mg/l; pressione atmosferica; 760 mmHg.

(4) La capacità specifica di ossigenazione, riferita alle condizioni standard, dovrà essere non inferiore a 2 kg O<sub>2</sub>/kWh.

(5) Spesso la capacità specifica di ossigenazione, anziché essere espressa in g O<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> di aria insufflata, è espressa in percentuale di assorbimento di ossigeno contenuto nell'aria. In questo caso dovrà tenersi presente che in condizioni normali il contenuto di ossigeno nell'aria è di 280 g/m<sup>3</sup>.

(6) Il carico superficiale dei solidi sospesi è dato dall'espressione:  $P_{SS} = Q \times C_a / S$  dove:

$Q = Q_1 + Q_2$  = portata idraulica media + portata di ricircolo in m<sup>3</sup>/h;  $C_a$  = concentrazione del fango nella miscela aerata in kg SS/m<sup>3</sup>;  $S$  = superficie della vasca di sedimentazione in m<sup>2</sup>.

(7) La distinzione tipologica è effettuata con riferimento al *fattore di carico volumetrico* “F<sub>v</sub>”, rapporto tra il carico organico giornaliero (BOD<sub>5</sub> in kg/d) che perviene all'impianto ed il volume della massa di contatto (in m<sup>3</sup>).



I filtri a basso carico (1), di norma impiegati per la depurazione di effluenti urbani in impianti di piccola e media potenzialità, dovranno consentire efficienze di rimozione del BOD<sub>5</sub> non inferiori al 90%. Quelli ad alto carico invece, di norma impiegati per il trattamento di scarichi misti (urbani + industriali) ad elevata concentrazione, dovranno consentire efficienze non inferiori al 60%; di conseguenza dovranno essere seguiti da ulteriori stadi depurativi.

#### A7.4.2. Parametri operativi

Per le migliori condizioni di funzionamento e rendimento del processo di depurazione a filtri percolatori, i parametri operativi che lo caratterizzano, nei due tipi fondamentali, dovranno assumere valori i cui limiti sono riportati nella Fig. A3.

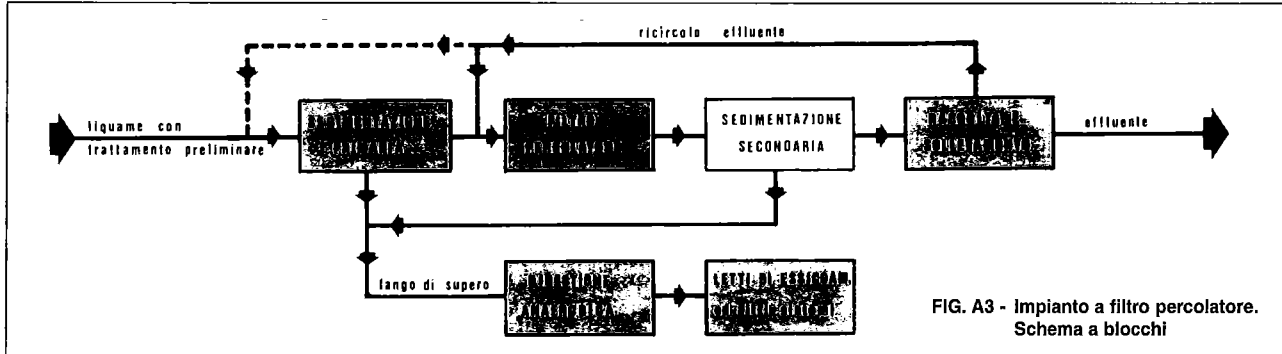


FIG. A3 - Impianto a filtro percolatore. Schema a blocchi

Nei filtri a basso carico l'immissione del liquame al dispositivo di distribuzione rotante (braccio) sarà di norma effettuata con intermittenza (ma potrà essere anche continua) a mezzo di sifone dosatore autoadescante od altro idoneo sistema. In ogni caso l'intervallo di intermittenza non dovrà essere superiore a 5 minuti. In quelli ad altro carico, di norma ad alimentazione continua, dovrà effettuarsi un ricircolo continuo dell'effluente (3), con portata di ricircolo come alla Tabella A6.

TAB. A6 - Impianti a filtri percolatori. Parametri operativi e caratteristiche diverse

PARAMETRI E CARATTERISTICHE	Filtri a basso carico	Filtri ad alto carico
Carico volumetrico specifico "F <sub>cv</sub> " (BOD <sub>5</sub> /m <sup>3</sup> d)	0,10÷0,30	0,6÷1,6 (*)
Carico idraulico specifico (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h) (2)	0,05÷0,25	0,8÷1,7 (**)
Rapporto di riciclo dell'effluente (%)	0÷50	200÷400
Nitrificazione	completa	scarsa
Fango ottenuto	ossidato	ossidato parz.

(\*) Se il carico organico è maggiore di 1,6 kg. BOD<sub>5</sub>/m<sup>3</sup>d il filtro è detto *sgrassatore*.  
(\*\*) Nel valutare il carico idraulico si include la portata di ricircolo.

#### A7.4.3. Sedimentazione primaria

Per impianti di potenzialità inferiore a 1000 ab. la sedimentazione primaria verrà di norma effettuata nei comparti di sedimentazione delle fosse Imhoff, dimensionate con i seguenti criteri:

- *numero di ab. inferiore a 100*: avranno il comparto di sedimentazione con capacità corrispondenti a tempi di detenzione di 4÷5 h (riferiti alla portata media con consumo idrico distribuito in 12h) e comparto di digestione non inferiore a 110 l/ab. (4);
- *numero di ab. superiore a 100*: avranno il comparto di sedimentazione con capacità corrispondenti a tempi minimi di detenzione di 3 h (valutati sulla portata media giornaliera) e comparto di digestione non inferiore a 50 l/ab. (con prelievo mensile) ed a 80 l/ab. (con prelievo bimestrale).

Per potenzialità oltre 1000 ab. la sedimentazione verrà di norma realizzata nelle vasche di cui al precedente punto A7.2.4. ed il fango sarà stabilizzato separatamente (in genere per via anaerobica).

#### A7.4.4. Filtrazione

Potrà essere realizzata con filtri di tipo tradizionale (con supporto di pietrisco) o con altri idonei sistemi (con supporti di materiale plastico, a disco, ecc.) secondo le particolari prescrizioni.

Nel tipo tradizionale il materiale di riempimento sarà costituito di pietrisco frantumato, vagliato (5) e lavato, con ottime caratteristiche di durezza nonché di resistenza al gelo ed alla compressione; costituirà uno strato filtrante di altezza non inferiore a 2,00 m. Negli altri tipi, le caratteristiche dei materiali e dei procedimenti costruttivi ed operativi dovranno garantire le migliori condizioni di durabilità e di efficienza del trattamento. In particolare per i supporti in plastica (moduli in PVC, polistirene, polipropilene) dovrà aversi una superficie specifica non inferiore a 80 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> ed una percentuale di vuoti non inferiore al 90%.

Le canalette di raccolta del materiale filtrato dovranno permettere una velocità minima di 0,60 m/s ed un coefficiente di riempimento non superiore al 50% (sulla sezione trasversale), con riferimento alle punte di carico. La pendenza sarà comunque compresa tra il 2 ÷ 5%.

(1) La distinzione tipologica è effettuata con riferimento al *fattore di carico volumetrico "F<sub>cv</sub>"*, rapporto tra il carico organico giornaliero (BOD<sub>5</sub> in kg/d) che perviene all'impianto ed il volume della massa di contatto (in m<sup>3</sup>).

(2) È la quantità di liquame che irrori, nell'unità di tempo, l'unità di superficie dei filtri. Viene misurato in m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>·h.

(3) L'entità della portata di ricircolo dovrà essere comunque tale che la miscela dell'effluente ricircolato e del liquame proveniente dalla sedimentazione primaria dovrà avere una concentrazione in BOD<sub>5</sub> non superiore a 150 mg/l. Comunque anche negli impianti a basso carico potrà essere prescritto un sistema di ricircolo automatico; di regola questo sarà richiesto nei piccolissimi impianti, onde evitare danni alla flora batterica per prolungata assenza del flusso idraulico (ore notturne).

(4) Qualora alle fosse Imhoff primarie fossero adottati anche i fanghi raccolti nella sedimentazione secondaria, il volume del comparto di digestione dovrà tenere conto anche di tale apporto.

(5) Almeno il 95% degli elementi di pietrisco dovrà passare ad un crivello con maglie quadrate di 9 cm di lato ed essere trattenuto da uno con maglie di 5 cm.

#### A7.4.5. Sedimentazione secondaria

Qualora effettuata in normali vasche di sedimentazione (con digestione separata del fango), sarà caratterizzata da tempi di detenzione di  $2 \div 3,5$  h e velocità ascensionali di  $1 \div 1,5$  m/h. Il tutto valutato sulla portata media giornaliera (1). Nel caso di acque miste, ed in periodi di pioggia, potranno ammettersi tempi di detenzione minimi di 0,60 h e velocità ascensionali massime di  $2,5 \div 3$  m/h.

#### A7.5. TRATTAMENTO DEI FANGHI DI SUPERO

##### A7.5.1. Ispessimento e accumulo

Sia l'ispessimento (2) che l'accumulo potranno essere effettuati solo su fanghi già sufficientemente stabilizzati (per via aerobica, anaerobica o chimica) in vasche di opportuna conformazione, a ciclo discontinuo o continuo secondo i casi e le prescrizioni.

Il dimensionamento delle vasche di tipo discontinuo (a prevalente funzione di accumulo: di norma per piccoli impianti ad aerazione prolungata od a fanghi attivi e filtri percolatori a basso carico) dovrà essere effettuato in base al volume di fango da accumulare. Questo sarà funzione della quantità di fango di supero prodotto nell'impianto (3), del tempo intercorrente fra due svuotamenti successivi delle vasche e del grado di ispessimento ottenibile (dipendente dall'indice di Molhamm). In ogni caso al fango dovrà essere attribuito non meno di 1/3 del volume complessivo delle vasche, il resto dovendosi destinare al liquido supernatante (4).

Il dimensionamento invece delle vasche di tipo continuo (a prevalente funzione di ispessimento: per impianti ad alto carico) dovrà essere effettuato assumendo volumi corrispondenti a tempi di detenzione idraulica di  $6 \div 48$  h (il valore minimo dovendosi adottare in climi caldi per fanghi non sufficientemente digeriti) e gli altri parametri come alla Tab. A7.

TAB. A7 - Vasche di ispessimento di tipo continuo. Parametri operativi e prestazioni (scarichi urbani)

TIPI DI FANGO	Carico superficiale di solidi sospesi (K SS/m <sup>2</sup> h)	Carico idraulico (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> d)	Concentrazione fango	
			ingresso (%)	uscita (%)
a) Separati				
Primari	4,0÷6,0		2,5÷5,0	8,0÷10,0
Secondari da filtri	1,5÷2,0		4,0÷7,0	7,0÷9,0
Secondari da fanghi attivi	0,8÷1,6		0,5÷1,5	1,5÷3,0
b) Misti		10÷40		
Primari + secondari da percolatori	2,5÷4,0		3,0÷6,0	7,0÷9,9
Primari + secondari da fanghi attivi	1,5÷3,2		2,0÷4,0	4,0÷8,0

##### A7.5.2. Stabilizzazione tecnica (5)

Detta anche *digestione* se ottenuta per via biologica, potrà essere di tipo anaerobica od aerobica, secondo i casi o le prescrizioni.

La *digestione* anaerobica (6) potrà venire effettuata nell'apposito comparto delle fosse Imhoff (7) od a mezzo di appositi contenitori chiusi separati (digestori anaerobici); questi, in rapporto alle condizioni di impianto ed alle potenzialità, potranno essere riscaldati o meno, ad uno o due stadi (con o senza riciclo dei fanghi). In ogni caso i parametri caratteristici ed i volumi dei digestori, in rapporto anche al tipo di trattamento precedente sub-

TAB. A8 - Digestori anaerobici. Parametri caratteristici e volumi

PARAMETRI E VOLUMI	Unità di misura	Basso carico (ad 1 stadio)	Alto carico (a 2 stadi)
Temperatura	°C	ambiente	30÷40
Tempo di ritenzione	d	30÷60	10÷20
Carico organico	Kg SS/m <sup>3</sup> d	0,5÷1,5	2,0÷5,0
VOLUMI:			
- fanghi attivi a basso carico (fanghi primari + attivi)	litri/ab	100÷150	30÷60
- fanghi attivi ad alto carico (fanghi primari + attivi)	"	120÷180	25÷70
- filtri percol. a basso carico (fanghi primari + secondari)	"	180÷320	30÷120
- filtri percol. a alto carico (fanghi primari + secondari)	"	120÷220	35÷120

to dai fanghi, dovranno essere mediamente contenuti nei valori riportati nella Tab. A8.

Per i piccoli impianti, e qualora fosse necessario fare assolvere ai digestori anche una funzione di accumulo (8), i

- (1) È il caso di osservare che negli impianti a filtri percolatori, a differenza di quelli a fanghi attivi, viene ricircolato l'effluente delle vasche di sedimentazione e quindi nel calcolo delle velocità ascensionali dovrà tenersi conto anche del contributo delle portate di ricircolo.
- (2) Per ispessimento si intende la riduzione del tenore in acqua o "umidità" del fango (U, in %) ossia del rapporto  $100 A/F_w$  dove "A" è la massa di acqua contenuta nella massa totale "F<sub>w</sub>" di fango. Dal pari, può definirsi come aumento del contenuto di solidi del fango, ossia del rapporto  $100 P/F_w$ , dove "P" è la massa di solidi contenuta nella massa totale di fango.
- (3) La quantità di fango di supero prodotto nell'impianto potrà essere individuata attraverso l'indice di crescita del fango, così definendosi la massa di supero prodotto per unità di massa di BOD<sub>5</sub> abbattuta nell'impianto (kg SS/kg BOD<sub>5</sub>), quest'ultimo essendo in diretta dipendenza del rendimento dell'impianto. L'indice di crescita è funzione del fattore di carico organico.
- (4) Qualora fossero prevedibili fenomeni di fermentazione anaerobica, il liquido del supernatante dovrà essere aerato; inoltre, ove le vasche fossero di tipo chiuso, dovrà essere assicurata la possibilità di sfiato verso l'esterno.
- (5) Per stabilizzazione tecnica si intende una stabilizzazione non completa, ma tale comunque che i fanghi si presentino senza alcun inconveniente alle successive manipolazioni.
- (6) Complesso processo biochimico nel quale numerosi gruppi di microrganismi aerobici e facoltativi assimilano e degradano la materia organica, può essere rappresentato in due fasi: nella prima si ha la conversione dei composti organici complessi ad acidi organici semplici (fermentazione acida); nella seconda si ha la conversione degli acidi organici a metano ed anidride carbonica (fermentazione alcalina). Per la perfetta efficienza di tale processo occorre che nei digestori si verifichi un equilibrio biologico-dinamico che può essere stabilito e mantenuto alle seguenti condizioni:
  - assenza completa di ossigeno;
  - assenza di sostanze tossiche inibitrici;
  - pH compreso tra 6,6 e 7,6;
  - temperatura compresa tra 30 e 40 °C.
- (7) Nel caso di impiego di fosse Imhoff e filtri percolatori, qualora il fango secondario venisse inviato a monte dell'impianto, il comparto di digestione fosse primario dovrà avere un volume non inferiore a 75 l/ab per filtri a basso carico ed a 100 l/ab per filtri ad alto carico (con incremento non inferiore a 50% per impianti di potenzialità inferiore a 5000 ab.) (V. comunque il punto A.4.2.)
- (8) La funzione di accumulo è da ritenersi opportuna negli impianti per i quali sia previsto l'essiccamento su letti di sabbia, più o meno inutilizzabili nel periodo invernale.

volumi dovranno essere indirizzati verso i valori maggiori, che potranno essere anche convenientemente aumentati. Questo in particolar modo per i digestori ad alto carico riscaldati, per i quali dovrà peraltro provvedersi all'accumulo del gas biologico (1). Negli impianti con trattamento secondario il *supernatante* dovrà di norma essere inviato a monte della fase ossidativa.

La *digestione aerobica* (2) sarà di norma applicata negli impianti a fanghi attivi di limitata potenzialità od a funzionamento stagionale, in particolare negli impianti a schema semplificato senza sedimentazione primaria. La digestione verrà effettuata in apposite vasche indipendenti, con alimentazione continua o discontinua secondo i casi, i cui volumi saranno determinati in rapporto all'età addizionale dei fanghi (3) ed alla concentrazione fissata per gli stessi (4).

Tali volumi potranno essere opportunamente maggiorati qualora alle vasche di digestione venisse richiesta anche una funzione di accumulo. In ogni caso, e salvo diversa prescrizione, l'età complessiva dei fanghi dovrà risultare non inferiore a 40 giorni (5).

Con aerazione ad insufflazione, gli aeratori saranno del tipo a bolle grosse e dimensionati in modo da fornire una portata di aria non inferiore a 1,2 m<sup>3</sup>/h per ogni metro cubo di capacità delle vasche (con profondità di immersione dell'ordine di 2,80 m).

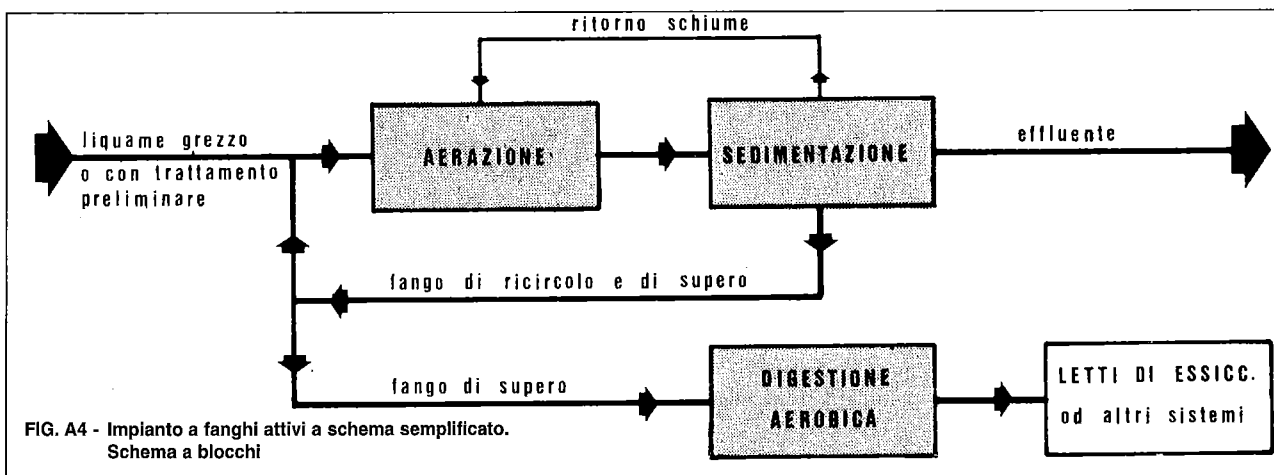


FIG. A4 - Impianto a fanghi attivi a schema semplificato. Schema a blocchi

### A7.5.3. Essiccamento su letti di sabbia

Verrà di norma impiegato per impianti di piccola-media potenzialità (6) e sarà effettuato su appositi piani di drenanti (letti) affiancati, della lunghezza di 10 ÷ 50 m e della larghezza di 5 ÷ 10 m, con fondo a doppio spiovente (con pendenza del 10-15% verso le tubazioni di drenaggio).

I letti avranno pareti in muratura di mattoni o calcestruzzo intonacate a cemento e rialzate per non meno di 35 cm sopra lo strato di sabbia e per non meno di 15 cm sopra il piano di campagna. Il mezzo filtrante sarà costituito di uno strato di pietrisco (pezzatura 15/25) di spessore non inferiore a 10 cm ed infine di uno strato di sabbia grossa, di spessore non inferiore a 10 cm, con superficie ben livellata.

Le tubazioni (o canalette) di adduzione del fango dovranno essere disposte con l'uscita a non meno di 30 cm sopra la superficie della sabbia. Nel punto di caduta del getto liquido saranno sistemate delle lastre di calcestruzzo o di altro materiale (lapideo o metallico), con funzione di piatti di spandimento, allo scopo di evitare il dilavamento della sabbia.

I piani di raccolta del liquido di drenaggio, qualora la falda idrica risultasse superficiale e comunque se prescritto, dovranno essere resi impermeabili. Il liquido inoltre, qualora proveniente da fanghi digeriti per via anaerobica, dovrà essere reinviato a monte dell'impianto.

La superficie complessiva dei letti sarà di norma compresa tra i valori riportati nella tabella A9, i valori maggiori riferendosi ad impianti operanti in zone con climi sfavorevoli (freddi ed umidi). In climi particolarmente piovosi peraltro i letti dovranno essere coperti (con vetri o materiale plastico).

TAB. A9 - Letti di essiccamento a sabbia. Superficie specifica

TIPO DI FANGO	Letti scoperti m <sup>2</sup> /ab	Letti coperti m <sup>2</sup> /ab
Primari digeriti	0,10÷0,15	0,08÷0,10
Misti digeriti		
- primari + secondari da fanghi attivi	0,20÷0,40	0,15÷0,25
- primari + secondari da filtri percolatori	0,15÷0,30	0,10÷0,20
Chimici	0,20÷0,25	0,10÷0,15

(1) Per l'accumulo del gas biologico, agli eventuali gasometri dovrà attribuirsi un volume non inferiore ad 1/4 della produzione giornaliera di gas (15 ÷ 20 l/ab. in impianti con sola sedimentazione primaria e 25 ÷ 30 l/ab. in impianti con fase ossidativa).

(2) Processo di stabilizzazione dei fanghi di supero per ossidazione del materiale cellulare in difetto di substrato organico.

(3) Per età addizionale si intende la differenza tra l'età complessiva dei fanghi e quella raggiunta nelle vasche di aerazione a fanghi attivi.

(4) I volumi delle vasche, posto una concentrazione del fango "Cd" di 20 kg SS/m<sup>3</sup> ed una età complessiva di 40 giorni, saranno orientativamente conformi ai dati nella tabella accanto.

È da osservare comunque che, salvo particolari procedimenti, di ispessimento, la concentrazione ottenibile potrà essere dell'ordine dell'1 ÷ 1,5.

(5) Con tale età la stabilizzazione è praticamente completa, indipendentemente dalla temperatura di processo (purché superiore comunque a 5 °C).

(6) Per potenzialità elevate il procedimento, oltre ad essere lento ed a richiedere ampia disponibilità di spazio, risulta anche antieconomico in confronto alla disidratazione meccanica.

TIPO DI IMPIANTO	Fattore di carico organico F <sub>c</sub> (kg BOD <sub>5</sub> /kg SSMA.d)	Volumi (l/ab.)	Energia di miscelazione (W/m <sup>3</sup> )
Aerazione prolungata	0,02 ÷ 0,15	60	20
A basso carico	0,30 ÷ 0,50	65 ÷ 70	
Ad alto carico	0,80	70	

#### **A7.5.4. Disidratazione artificiale (1)**

Nel caso venisse richiesta la disidratazione artificiale dei fanghi (disidratazione meccanica a mezzo di filtri a vuoto, a disco, filtri pressa, centrifughe, ecc.) ed il condizionamento chimico, o nel caso che tale procedimento venisse proposto in sede di progetto-offerta, l'Appaltatore sarà tenuto alla scrupolosa osservanza di quanto in generale prescritto al precedente punto A7.0.2.

#### **A7.6. PRESCRIZIONI VARIE**

##### **A7.6.1. Linee di trattamento**

Salvo diversa prescrizione, qualora la potenzialità degli impianti fosse superiore  $5000 \div 10.000$  ab., le linee di trattamento dovranno essere sdoppiate (2). Lo sdoppiamento interesserà le fasi di maggiore importanza e, per gli impianti di potenzialità elevata, anche i trattamenti preliminari.

##### **A7.6.2. Vasche in conglomerato armato**

Dovranno essere realizzate in conglomerato cementizio armato, dosato con non meno di  $300 \text{ kg/m}^3$  di cemento di tipo pozzolanico o alluminoso; il getto verrà effettuato in casseroformi metalliche (salvo punti particolari) ed adeguatamente vibrato.

Le vasche avranno armature metalliche di diametro ridotto, ben distribuite, con distanze non superiori a 10 cm; preferibilmente saranno adottate reti elettrosaldate, con maglie di larghezza non superiore. Il copriferro dovrà risultare, specie per la faccia a contatto con i liquami, non inferiore a 4 cm.

Le superfici casserate dovranno risultare, a sformatura effettuata, perfettamente lisce, prive di nidi e distacchi di alcun genere; in difetto dovranno venire scalpellate e riempite con cemento espansivo. Le superfici non casserate dovranno essere accuratamente lisciate, previa spolveratura delle stesse con cemento puro dato sul getto ancora fresco.

Per l'ancoraggio delle apparecchiature e di parti meccaniche in genere si dovrà provvedere, già in fase di getto, a predisporre gli opportuni alloggiamenti, restando in ogni caso vietato il taglio a scalpello delle strutture. Il fissaggio di tali apparecchiature verrà effettuato con l'impiego di malte espansive, nei tipi autorizzati.

Le vasche dovranno risultare perfettamente impermeabili, in special modo ove non previsto, per le superfici in contatto con i liquami, un idoneo ciclo applicativo di prodotti impermeabilizzanti; in difetto l'impermeabilizzazione sarà raggiunta con i sistemi prescritti o approvati dalla Direzione Lavori, ivi compreso l'impiego di vernici speciali idrofughe ed insensibili all'azione aggressiva dei liquami. Il tutto a cura e spese dell'Appaltatore. Le vasche inoltre dovranno essere facilmente accessibili per le operazioni di manutenzione e corredate di scale, parapetti e quant'altro necessario per la sicurezza degli operai.

Vasche e canali di collegamento a pelo libero dovranno infine essere dotati di un adeguato franco, non inferiore comunque a 50 cm, fra il pelo libero più alto raggiungibile dai liquami nei periodi di punta e la quota più bassa delle pareti di contenimento.

##### **A7.6.3. Apparecchiature e collegamenti**

Tutte le apparecchiature ed i collegamenti idraulici degli impianti (pompe, tubazioni, vasche, ecc.) dovranno potersi vuotare con facilità dai liquami contenuti. Le apparecchiature inoltre dovranno essere dotate di organi di intercettazione e "by-pass" allo scopo di garantire in ogni evenienza la continuità del ciclo.

##### **A7.6.4. Impianti elettrici**

Dovranno essere realizzati in perfetta conformità alle norme CEI in vigore. Particolarmente curata dovrà essere la messa a terra delle apparecchiature, dei quadri e di qualunque massa metallica possa costituire zona di dispersione, allo scopo di evitare tensioni di contatto.

Tutti i motori elettrici dovranno essere di tipo stagno. Saranno dotati delle necessarie protezioni (di massima corrente, di massima tensione e di sovraccarico) ed inoltre di dispositivi che consentano il riavviamento automatico. In rapporto poi al tipo di servizio svolto, saranno ancora dotati di dispositivi di consenso atti ad impedire l'avviamento ove lo stesso potesse risultare pregiudizievole alle apparecchiature asservite.

##### **A7.6.5. Verniciature**

Tutte le parti metalliche a contatto o meno con le acque di scarico dovranno essere adeguatamente protette dalla corrosione a mezzo di opportuni cicli di verniciatura. I cicli saranno particolarmente prescritti od autorizzati dalla Direzione Lavori e prevederanno di norma: la sabbatura delle superfici (almeno di tipo commerciale - SP6), l'applicazione di un "primer" di ancoraggio e non meno di due mani di finitura ad alto spessore (A.S.) (3).

##### **A7.6.6. Informazione tecnica**

Tutte le apparecchiature facenti parte dell'impianto dovranno essere fornite di idonea scheda tecnica, rilasciata dal costruttore, dove siano riportate le caratteristiche funzionali delle stesse nelle diverse ipotesi di lavoro; le principali caratteristiche saranno inoltre riportate in apposite targhe metalliche installate sul corpo delle apparecchiature. Il costruttore dovrà fornire ancora un dettagliato libretto di uso e manutenzione che tenga in particolare riguardo le condizioni operative di sicurezza.

(1) Di norma per impianti di potenzialità medio-alta, disposti in zone urbane o sub-urbane prive di aree idonee o nei casi in cui l'essiccamento naturale risultasse inefficace.

(2) Lo sdoppiamento potrà essere opportuno anche per potenzialità inferiori specie per gli impianti mancanti di sedimentazione primaria o in quei casi in cui l'immersione di liquami grezzi nel corpo ricettore potrebbe essere assolutamente inaccettabile.

(3) Di norma i supporti a contatto con le acque di scarico saranno verniciati con non meno di tre strati di resina epossidica, ognuno dei quali di spessore non inferiore a 150 micron. Quelli non soggetti ad immersione con altrettanti strati di resina epossidica o vinilica di spessore complessivo non inferiore a 250 micron. I supporti zincati saranno di norma trattati con cicli poliuretici.

Art. A8  
**PROTEZIONE DELLE OPERE**

**A8.1. PROTEZIONE IN GENERALE**

Tutte le strutture, le murature, le rifiniture, le installazioni e gli impianti dovranno essere adeguatamente protetti (sia in fase di esecuzione, sia a costruzione ultimata) dall'azione degli agenti atmosferici, in particolare pioggia, vento e temperature eccessivamente basse o alte.

Le protezioni saranno rapportate al manufatto da proteggere, all'elemento agente, ai tempi di azione ed alla durata degli effetti protettivi (provvisori o definitivi); potranno essere di tipo attivo o diretto (additivi, anticorrosivi, antievaporanti, ecc.) o di tipo passivo od indiretto (coperture impermeabili, schermature, ecc.).

Resta perciò inteso che nessun compenso potrà richiedere l'Appaltatore per danni conseguenti alla mancanza o insufficienza delle protezioni in argomento, risultando anzi lo stesso obbligato al rifacimento o alla sostituzione di quanto deteriorato, salvo il risarcimento all'Amministrazione o a terzi degli eventuali danni dipendenti.

**A8.2. PROTEZIONE DELLE CONDOTTE ELEVATORIE**

Per proteggere le condotte prementi degli impianti di sollevamento dai colpi di ariete, derivanti dalle rapide variazioni di portata, dovranno di norma impiegarsi *volani*, *pozzi piezometrici* o *casse d'aria*, in rapporto alle indicazioni di progetto o alle prescrizioni della Direzione Lavori. I volani saranno di regola limitati agli impianti di modesta entità, mentre i pozzi piezometrici, a meno di particolari situazioni orografiche, a quelli di modesta prevalenza.

Il ricorso ai suddetti mezzi di protezione sarà necessario nei casi in cui le tubazioni, con lo spessore ed il tipo di acciaio previsti e le apparecchiature connesse, non risultassero stabili anche nelle condizioni di moto vario e laddove, in relazione all'andamento altimetrico, sussistesse il pericolo per le condotte di entrare in depressione. Resta inteso pertanto che ancorquando il progetto non prevedesse l'installazione delle protezioni prescritte, l'Appaltatore avrà il compito di verificarne la eventuale necessità od opportunità e di rappresentare alla Direzione Lavori i risultati di tale studio. In difetto sarà ritenuto responsabile di tutti i danni che alle condotte e relative apparecchiature potessero derivare dalla mancanza od insufficienza di tali protezioni.

Le casse d'aria (1) dovranno essere dimensionate secondo il metodo Evangelisti o altri validamente riconosciuti.

Art. A9  
**COSTRUZIONI IN ZONE SOGGETTE A TUTELA**

**A9.1. COSTRUZIONI IN ZONE SISMICHE**

**A9.1.1. Disposizioni legislative (2)**

Tutte le costruzioni la cui sicurezza possa comunque interessare la pubblica incolumità, da realizzarsi in zone dichiarate sismiche, qualunque sia il tipo di struttura (in legno, in muratura, a pannelli portanti, intelaiata in cemento armato od in acciaio o mista), dovranno essere calcolate ed eseguite con l'osservanza della normativa emanata con la Legge 2 febbraio 1974, n. 64 avente per oggetto: "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche", nonché delle "Norme tecniche per le costruzioni" approvate con D.M. 14 settembre 2005 (in particolare dei paragrafi 5.7 e 7.4).

Dovrà altresì essere tenuta in considerazione l'Ord. P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274 (modificata ed integrata con O.P.C.M. 3 maggio 2005, n. 3431) che, nell'Allegato 2, tratta delle "Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici".

**A9.1.2. Denuncia dei lavori**

A norma dell'art. 17 della Legge citata l'Appaltatore sarà tenuto, prima di dare inizio ai lavori, a darne preavviso scritto, mediante lettera raccomandata con ricevuta di ritorno, al Sindaco ed all'Ufficio Tecnico della Regione o all'Ufficio del Genio Civile, secondo le competenze vigenti, indicando il proprio domicilio, il nome e la residenza del progettista e del direttore dei lavori. Alla domanda dovrà essere unito il progetto, in doppio esemplare, firmato dal progettista, dal direttore dei lavori e dallo stesso Appaltatore.

Il progetto dovrà essere esaurientemente dettagliato ed accompagnato da una relazione tecnica, dal fascicolo dei calcoli delle strutture portanti (sia in fondazione sia in elevazione) e dai disegni dei particolari esecutivi delle strutture. Al progetto dovrà inoltre essere allegata una relazione sulla fondazione, nella quale dovranno illustrarsi i criteri adottati nella scelta del tipo di fondazione, le ipotesi assunte, i calcoli svolti nei riguardi del complesso terreno-opera di fondazione.

La relazione sulla fondazione dovrà essere corredata da grafici o da documentazione, in quanto necessari.

**A9.1.3. Autorizzazione per l'inizio dei lavori**

A norma dell'art. 32 della L.R. 19 maggio 2003, n. 7 (come modificato dall'art. 76 della L.R. 3 dicembre 2003, n. 20), non è ritenuta necessaria l'autorizzazione per l'inizio dei lavori prevista dall'art. 18 della Legge 2 febbraio 1974, n. 64.

I lavori pertanto possono comunque essere avviati, dopo l'attestazione di avvenuta presentazione del progetto e della relativa relazione geologica rilasciata dall'Ufficio del Genio Civile ai sensi dell'art. 17 della Legge citata.

**A9.2. COSTRUZIONI IN ZONE DA CONSOLIDARE**

La procedura prevista dall'art. 32 della L.R. 19 maggio 2003, n. 7 (come modificato dall'art. 76 della L.R. 3 dicembre 2003, n. 20) deve ritenersi estesa, per analogia, alle costruzioni in zone da consolidare come previste dall'art. 2 della Legge 2 febbraio 1974, n. 64.








































(1) La cassa d'aria è un dispositivo costituito da un recipiente chiuso inserito sulla condotta elevatoria poco a valle della pompa, contenente nella parte superiore aria che si trova, in condizioni statiche, alla pressione relativa corrispondente al dislivello tra i peli liberi nella cassa e nel serbatoio di arrivo in sommità ed in condizioni di regime ad una pressione pari a quella statica più le perdite di carico nella condotta elevatoria (prevalenza della pompa). Gli scopi delle casse d'aria sono quelli di:

- contenere le soprappressioni entro valori stabiliti;
- evitare che si verifichi, in una o più sezioni della condotta, uno stato di pressione assoluta prossima allo zero, con rottura della continuità della colonna liquida e conseguente formazione di sacche d'aria e vapore saturo.

(2) Si richiama l'art. 5 del D.A. 15 gennaio 2004 del Dipartimento Regionale della Protezione Civile.

APPENDICE B  
**SEGNI CONVENZIONALI PER PEZZI SPECIALI**



Figura	Simbolo	DENOMINAZIONE
		Pezzo a bicchiere con diramazione a flangia
		Pezzo a bicchiere con due diramazioni a flangia
		Pezzo a bicchiere con diramazione a bicchiere
		Pezzo a bicchiere con due diramazioni a bicchiere
		Pezzo a bicchiere con diramazione liscia o con bicchiere sferico maschio
		Pezzo a bicchiere con due diramazioni lisce o con bicchiere sferico maschio
		Pezzo a bicchiere con diramazione a bicchiere a 45°
		Pezzo a bicchiere con due diramazioni a bicchiere a 45°
		Raccordo a flangia e bicchiere
		Pezzo a flangia e bicchiere con diramazione flangiata
		Pezzo con flangia alle due estremità
		Riduzione a flangia e bicchiere
		Riduzione a bicchiere e flangia
		Raccordo a flangia
		Pezzo a flangia con diramazione flangiata
		Pezzo a flangia con due diramazioni flangiate
		Pezzo a flangia con diramazione a bicchiere
		Pezzo a flangia con due diramazioni a bicchiere
		Pezzo a flangia con diramazione liscia o con bicchiere sferico maschio
		Pezzo a flangia con due diramazioni lisce o con bicchiere sferico maschio

N.B. La dizione "bicchiere sferico maschio" si intende riferita ai tubi di acciaio



Figura	Simbolo	DENOMINAZIONE
		Pezzo a flangia con diramazione a bicchiere a 45°
		Pezzo a flangia con due diramazioni a bicchiere a 45°
		Curva a bicchiere femmina e maschio
		Curva con una flangia e con bicchiere sferico maschio o liscia
		Curva con una flangia e con bicchiere femmina
		Curva flangiata
		Riduzione con bicchiere alla parte rastremata e liscia o con bicchiere sferico maschio all'altra
		Riduzione con bicchiere alla parte allargata e liscia o con bicchiere sferico maschio all'altra
		Riduzione con flangia all'estremità rastremata e liscia o con bicchiere sferico maschio all'altra
		Riduzione con flangia all'estremità allargata e liscia o con bicchiere sferico maschio all'altra
		Riduzione con flange alle due estremità
		Pezzo a T flangiato
		Pezzo a croce flangiato
		Anello di scorrimento
		Manicotto a doppio bicchiere o doppio maschio
		Manicotto a doppio bicchiere o doppio maschio con una diramazione a flangia
		Manicotto a doppio bicchiere o doppio maschio con due diramazioni a flangia
		Manicotto a doppio bicchiere o doppio maschio con una diramazione a bicchiere
		Manicotto a doppio bicchiere o doppio maschio con due diramazioni a bicchiere
		Manicotto a doppio bicchiere o doppio maschio con una diramazione liscia o con bicchiere sferico maschio
		Manicotto a doppio bicchiere o doppio maschio con due diramazioni lisce o con bicchiere sferico maschio
	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>ACCIAIO</span> <span>GHISA</span> </div>	Pezzi di raccordo con tubazioni di ghisa

# INDICE

INDIRIZZI DI BANDO  
CONDIZIONI DI AMMISSIONE ALL'APPALTO - OPERE SCORPORABILI - ULTERIORI CATEGORIE Pag. III

SCHEMA DI CONTRATTO DI APPALTO ..... " IX

## CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO

### PARTE I

#### DESCRIZIONE TECNICO-ECONOMICA DELL'APPALTO ULTERIORI CLAUSOLE DEL RAPPORTO AMMINISTRATIVO TRA STAZIONE APPALTANTE ED APPALTATORE

<b>Art. 1</b>	<b>— OGGETTO DELL'APPALTO</b>	"	3
<b>Art. 2</b>	<b>— AMMONTARE DELL'APPALTO</b>	"	3
	2.1. IMPORTO COMPLESSIVO DELL'APPALTO	"	3
	2.2. LAVORI A MISURA O A CORPO - DISTRIBUZIONE DEGLI IMPORTI	"	3
	2.3. VARIAZIONI DEGLI IMPORTI	"	5
	2.4. CONTROLLO PREVENTIVO	"	5
<b>Art. 3</b>	<b>— DESIGNAZIONE SOMMARIA DELLE OPERE - OPERE ESCLUSE DALL'APPALTO - ATTI ESPROPRIATIVI</b>	"	5
	3.1. DESIGNAZIONE DELLE OPERE	"	5
	3.2. OPERE ESCLUSE DALL'APPALTO	"	5
	3.3. ATTI ESPROPRIATIVI	"	5
<b>Art. 4</b>	<b>— DICHIARAZIONE PRELIMINARE E CONDIZIONI DI APPALTO</b>	"	6
	4.1. DICHIARAZIONE PRELIMINARE	"	6
	4.2. CONDIZIONI DI APPALTO	"	7
<b>Art. 5</b>	<b>— VARIAZIONI ALLE OPERE PROGETTATE - CASO DI RISOLUZIONE DEL CONTRATTO</b>	"	7
	5.0. GENERALITÀ	"	7
	5.1. MOTIVAZIONI E CASO DI RISOLUZIONE	"	7
<b>Art. 6</b>	<b>— VARIANTI IN RIDUZIONE - ECCEZIONI DELL'APPALTATORE</b>	"	8
	6.1. VARIANTI IN RIDUZIONE	"	8
	6.2. ECCEZIONI DELL'APPALTATORE	"	8
<b>Art. 7</b>	<b>— OSSERVANZA DELLE LEGGI, DEL REGOLAMENTO E DEL CAPITOLATO GENERALE</b>	"	8
<b>Art. 8</b>	<b>— DOCUMENTI CHE FANNO PARTE DEL CONTRATTO</b>	"	8
<b>Art. 9</b>	<b>— CAUZIONE E COPERTURE ASSICURATIVE</b>	"	8
	9.1. CAUZIONE PROVVISORIA	"	8
	9.2. CAUZIONE DEFINITIVA	"	9
	9.3. COPERTURE ASSICURATIVE	"	9
<b>Art. 10</b>	<b>— STIPULAZIONE ED APPROVAZIONE DEL CONTRATTO - VERBALE PRELIMINARE APPALTO INTEGRATO</b>	"	10
<b>Art. 11</b>	<b>— CONSEGNA DEI LAVORI</b>	"	10
	11.1. CONSEGNA IN GENERALE	"	10
	11.2. CONSEGNA FRAZIONATA	"	10
	11.3. CAPISALDI DI LIVELLAZIONE	"	10
	11.4. INIZIO DEI LAVORI - PENALE PER IL RITARDO	"	10
	11.5. ANNOTAZIONI PARTICOLARI	"	11
<b>Art. 12</b>	<b>— TEMPO UTILE PER LA ULTIMAZIONE DEI LAVORI - PENALE PER IL RITARDO</b>	"	11
<b>Art. 13</b>	<b>— SOSPENSIONE E RIPRESA DEI LAVORI - SOSPENSIONE PARZIALE - PROROGHE</b>	"	11
<b>Art. 14</b>	<b>— IMPIANTO DEL CANTIERE - PROGRAMMA ED ORDINE DEI LAVORI - ACCELERAZIONE - PIANO DI QUALITÀ</b>	"	12
	14.1. IMPIANTO DEL CANTIERE	"	12
	14.2. PROGRAMMA DEI LAVORI	"	12
	14.3. ORDINE DEI LAVORI	"	12
	14.4. PREMIO DI ACCELERAZIONE	"	12
	14.5. PIANO DI QUALITÀ	"	12
<b>Art. 15</b>	<b>— ANTICIPAZIONI</b>	"	12
	15.1. ANTICIPAZIONI DELL'APPALTATORE	"	12
	15.2. ANTICIPAZIONI DELL'AMMINISTRAZIONE - GARANZIA - REVOCA	"	12
<b>Art. 16</b>	<b>— PAGAMENTI IN ACCONTO - SALDO</b>	"	13
	16.1. LAVORI IN GENERALE	"	13
	16.2. LAVORI A MISURA	"	13
	16.3. LAVORI A CORPO	"	13
	16.4. LAVORI A CORPO ED A MISURA	"	13
	16.5. COMPENSO A CORPO	"	14

16.6.	LAVORI IN ECONOMIA .....	Pag.	14
16.7.	MATERIALI IN CANTIERE .....	"	14
<b>Art. 17</b>	<b>— DANNI .....</b>	"	14
17.0.	GENERALITÀ .....	"	14
17.1.	DANNI DI FORZA MAGGIORE .....	"	14
<b>Art. 18</b>	<b>— ACCERTAMENTO E MISURAZIONE DEI LAVORI .....</b>	"	14
<b>Art. 19</b>	<b>— ULTIMAZIONE DEI LAVORI - CONTO FINALE - COLLAUDO - DIFFORMITÀ E VIZI D'OPERA .....</b>	"	15
19.1.	ULTIMAZIONE DEI LAVORI .....	"	15
19.2.	CONTO FINALE .....	"	15
19.3.	COLLAUDO .....	"	15
19.4.	DIFFORMITÀ E VIZI D'OPERA .....	"	15
<b>Art. 20</b>	<b>— MANUTENZIONE DELLE OPERE FINO AL COLLAUDO .....</b>	"	15
<b>Art. 21</b>	<b>— DISCORDANZE NEGLI ATTI DI CONTRATTO - PRESTAZIONI ALTERNATIVE .....</b>	"	16
<b>Art. 22</b>	<b>— PROPRIETÀ DEGLI OGGETTI TROVATI .....</b>	"	16
<b>Art. 23</b>	<b>— DURATA GIORNALIERA DEI LAVORI - LAVORO NOTTURNO E FESTIVO .....</b>	"	16
<b>Art. 24</b>	<b>— DISCIPLINA NEI CANTIERI - DIREZIONE TECNICA .....</b>	"	16
<b>Art. 25</b>	<b>— TRATTAMENTO E TUTELA DEI LAVORATORI .....</b>	"	17
25.1.	TRATTAMENTO DEI LAVORATORI .....	"	17
25.2.	TUTELA DEI LAVORATORI .....	"	17
25.3.	RAPPRESENTANZE SINDACALI .....	"	17
25.4.	VERIFICHE .....	"	17
<b>Art. 26</b>	<b>— ESTENSIONE DI RESPONSABILITÀ - VIOLAZIONE DEGLI OBBLIGHI - ONERI .....</b>	"	17
26.0.	GENERALITÀ .....	"	17
26.1.	ONERI PARTICOLARI .....	"	17
<b>Art. 27</b>	<b>— ONERI ED OBBLIGHI DIVERSI A CARICO DELL'APPALTATORE .....</b>	"	18
<b>Art. 28</b>	<b>— ONERI PARTICOLARI COMPENSATI A CORPO .....</b>	"	20
<b>Art. 29</b>	<b>— ONERI SOGGETTI A RIMBORSO .....</b>	"	21
<b>Art. 30</b>	<b>— PIANIFICAZIONE DELLA SICUREZZA .....</b>	"	22
30.1.	TIPOLOGIE DEI PIANI E DISPOSIZIONI .....	"	22
30.2.	OBBLIGHI, ONERI E PROCEDURE .....	"	22
<b>Art. 31</b>	<b>— RISOLUZIONE DEL CONTRATTO - RECESSO .....</b>	"	22
31.1.	RISOLUZIONE DEL CONTRATTO .....	"	22
31.2.	RECESSO .....	"	23
<b>Art. 32</b>	<b>— SUBAPPALTO E COTTIMO - CONTRATTI DI FORNITURA E NOLI A CALDO - DIVIETI - FUSIONI .....</b>	"	23
32.0.	GENERALITÀ .....	"	23
32.1.	SUBAPPALTO E COTTIMO .....	"	23
32.2.	CONTRATTI DI FORNITURA - NOLI A CALDO .....	"	24
32.3.	DIVIETI ED OBBLIGHI .....	"	24
32.4.	FUSIONI E CONFERIMENTI .....	"	24
<b>Art. 33</b>	<b>— PREZZI DI ELENCO - REVISIONE - NUOVI PREZZI .....</b>	"	24
33.0.	GENERALITÀ .....	"	24
33.1.	REVISIONE DEI PREZZI .....	"	25
33.2.	PREZZO CHIUSO .....	"	25
33.3.	NUOVI PREZZI .....	"	25
<b>Art. 34</b>	<b>— RESPONSABILITÀ DELL'APPALTATORE - DIFETTI DI COSTRUZIONE .....</b>	"	25
<b>Art. 35</b>	<b>— RAPPRESENTANTE TECNICO DELL'APPALTATORE .....</b>	"	25
<b>Art. 36</b>	<b>— INDICAZIONE DELLE PERSONE CHE POSSONO RISCOUTERE - CESSIONE DEL CORRISPETTIVO D'APPALTO .....</b>	"	26
<b>Art. 37</b>	<b>— DEFINIZIONE DELLE CONTROVERSIE .....</b>	"	26
37.1.	ACCORDO BONARIO .....	"	26
37.2.	TRANSAZIONE .....	"	26
37.3.	ARBITRATO .....	"	26
37.4.	GIUDIZIO ORDINARIO .....	"	26
37.5.	TEMPO DEL GIUDIZIO .....	"	26
<b>Art. 38</b>	<b>— APPALTO INTEGRATO .....</b>	"	26
<b>Art. 39</b>	<b>— DOMICILIO DELL'APPALTATORE .....</b>	"	27
<b>Art. 40</b>	<b>— ACCESSO AGLI ATTI .....</b>	"	27

PARTE II  
SPECIFICAZIONE DELLE PRESCRIZIONI TECNICHE

CAPITOLO I

**QUALITÀ, PROVENIENZA E NORME DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI, DEI MANUFATTI E DELLE FORNITURE IN GENERE**

	Pag.
<b>Art. 41 — CARATTERISTICHE E CONDIZIONI GENERALI DI ACCETTAZIONE - SCORPORI</b>	31
41.1. MATERIALI E FORNITURE IN GENERALE	33
41.2. TUBI E PEZZI SPECIALI	33
41.3. APPROVVIGIONAMENTI DIRETTI - SCORPORI	34
<b>Art. 42 — MATERIALI NATURALI, DI CAVA ED ARTIFICIALI</b>	35
42.1. ACQUA	35
42.2. AGGREGATI PER MALTA	35
42.3. AGGREGATI PER CALCESTRUZZO	36
42.4. AGGREGATI PER SOVRASTRUTTURE STRADALI	38
42.5. PIETRE NATURALI E MARMI	38
<b>Art. 43 — CALCI - POZZOLANE - LEGANTI IDRAULICI - ADDITIVI</b>	39
43.1. CALCI	39
43.2. POZZOLANA	39
43.3. LEGANTI IDRAULICI	39
43.4. ADDITIVI	40
<b>Art. 44 — MATERIALI LATERIZI</b>	41
<b>Art. 45 — MATERIALI CERAMICI</b>	41
45.1. GRÈS ORDINARI	41
45.2. GRÈS CERAMICI	41
45.3. CLINCKER	42
<b>Art. 46 — MATERIALI FERROSI - PRODOTTI DI ACCIAIO E GHISA</b>	42
46.0. GENERALITÀ	42
46.1. ACCIAI PER CEMENTO ARMATO ORDINARIO	43
46.2. ACCIAI PER STRUTTURE METALLICHE	44
46.3. LAMIERE DI ACCIAIO	45
46.4. PRODOTTI DI ACCIAIO ZINCATI IN DISCONTINUO	46
46.5. ACCIAIO INOSSIDABILE	46
46.6. TUBI DI ACCIAIO	46
46.7. PRODOTTI GRIGLIATI ED ELETTROSALDATI E/O PRESSATI	49
46.8. GHISA E PRODOTTI DI GHISA	49
<b>Art. 47 — METALLI DIVERSI</b>	52
47.0. GENERALITÀ	52
47.1. STAGNO E SUE LEGHE	52
47.2. ZINCO E SUE LEGHE	53
47.3. RAME E E SUE LEGHE - PRODOTTI	53
<b>Art. 48 — LEGNAMI</b>	53
48.0. GENERALITÀ	53
48.1. LEGNAMI DA CARPENTERIA DEFINITIVA	53
48.2. LEGNAMI PER SERRAMENTI	53
<b>Art. 49 — MATERIALI PER PAVIMENTAZIONI</b>	54
49.0. GENERALITÀ	54
49.1. MATTONELLE, MARMETTE E PIETRINI DI CEMENTO	54
49.2. PIASTRELLE DI CERAMICA	54
49.3. MATTONELLE D'ASFALTO	55
49.4. PAVIMENTI RESILIENTI	55
<b>Art. 50 — PRODOTTI VERNICIANTI - PITTURE - VERNICI - SMALTI</b>	55
50.0. GENERALITÀ	55
50.1. PRODOTTI PER TINTEGGIATURA - IDROPITTURE	55
50.2. PITTURE	56
50.3. VERNICI	57
50.4. SMALTI	57
<b>Art. 51 — PLASTICI PER RIVESTIMENTI MURARI</b>	57
51.0. GENERALITÀ E CATEGORIE	57
<b>Art. 52 — PRODOTTI DI FIBRO-CEMENTO</b>	58
52.0. GENERALITÀ	58
52.1. LASTRE	58
52.2. TUBI, GIUNTI E PEZZI SPECIALI (RACCORDI)	58
<b>Art. 53 — PRODOTTI DI CEMENTO E AGGREGATI GRANULARI</b>	60
53.0. GENERALITÀ	60
53.1. TUBI	60
53.2. MANUFATTI IN PIETRA ARTIFICIALE	63
<b>Art. 54 — LEGANTI IDROCARBURATI E AFFINI - MATERIALI PER IMPERMEABILIZZAZIONI</b>	63
54.1. BITUMI	63
54.2. MASTICE BITUMINOSO	63

54.3.	EMULSIONI BITUMINOSE	Pag.	63
54.4.	ASFALTO	"	64
54.5.	POLVERI DI ROCCE ASFALTICHE	"	64
54.6.	MASTICE DI ASFALTO	"	64
54.7.	MEMBRANE PREFABBRICATE	"	64
<b>Art. 55</b>	<b>— SIGILLANTI - GUARNIZIONI - IDROFUGHI - ADDITIVI - ADESIVI</b>	"	64
55.1.	SIGILLANTI	"	64
55.2.	GUARNIZIONI	"	64
55.3.	IDROFUGHI	"	64
55.4.	ADDITIVI	"	65
55.5.	ADESIVI	"	65
<b>Art. 56</b>	<b>— PRODOTTI DI MATERIE PLASTICHE</b>	"	65
56.0.	GENERALITÀ	"	65
56.1.	LASTRE ONDULATE TRASLUCIDE	"	65
56.2.	TUBI E RACCORDI DI CLORURO DI POLIVINILE (PVC)	"	66
56.3.	TUBI, RACCORDI E VALVOLE DI POLIETILENE	"	67
56.4.	TUBI E RACCORDI DI RESINE TERMOINDURENTI RINFORZATE CON FIBRE DI VETRO (PRFV)	"	69
<b>Art. 57</b>	<b>— APPARECCHI IDRAULICI</b>	"	71
57.0.	GENERALITÀ	"	71
57.1.	VALVOLE PER LA FORNITURA D'ACQUA	"	71
57.2.	VALVOLE PER CONDOTTE GAS	"	73
<b>Art. 58</b>	<b>— MATERIALI DIVERSI E SPECIALI</b>	"	73
58.1.	ACCESSORI PER CAMERETTE E POZZETTI STRADALI	"	73
58.2.	MATERIALI PER GIUNZIONI	"	74
58.3.	MATERIALI PER RIVESTIMENTI PROTETTIVI	"	75
58.4.	APPOGGI DI GOMMA STRUTTURALI	"	75
<b>CAPITOLO II</b>			
<b>MODO DI ESECUZIONE DELLE CATEGORIE DI LAVORO</b>			
<b>Art. 59</b>	<b>— RILIEVI - CAPISALDI - TRACCIATI</b>	"	79
59.1.	RILIEVI	"	79
59.2.	CAPISALDI	"	79
59.3.	TRACCIATI	"	79
<b>Art. 60</b>	<b>— DEMOLIZIONI E RIMOZIONI</b>	"	79
60.0.	GENERALITÀ	"	79
60.1.	DIRITTI DELL'AMMINISTRAZIONE	"	80
<b>Art. 61</b>	<b>— SCAVI E RILEVATI IN GENERE</b>	"	80
61.0.	GENERALITÀ	"	80
61.1.	SCAVI DI SBANCAMENTO	"	81
61.2.	SCAVI DI FONDAZIONE	"	81
61.3.	SCAVI IN GALLERIA	"	82
61.4.	SCAVI SPECIALI	"	82
<b>Art. 62</b>	<b>— RILEVATI E RINTERRI</b>	"	82
62.0.	GENERALITÀ	"	82
<b>Art. 63</b>	<b>— PALI DI FONDAZIONE</b>	"	83
63.0.	GENERALITÀ	"	83
63.1.	REGISTRO DELLE ANNOTAZIONI	"	84
<b>Art. 64</b>	<b>— PALANCOLE - DIAFRAMMI DI PALI - DIAFRAMMI CONTINUI</b>	"	84
64.1.	PALANCOLE	"	84
64.2.	DIAFRAMMI	"	84
<b>Art. 65</b>	<b>— MALTE - QUALITÀ E COMPOSIZIONE</b>	"	84
65.0.	GENERALITÀ	"	84
65.1.	COMPOSIZIONE DELLE MALTE	"	85
65.2.	ALTRE MALTE	"	86
<b>Art. 66</b>	<b>— MURATURE</b>	"	86
66.0.	GENERALITÀ	"	86
66.1.	MURATURE PORTANTI	"	86
66.2.	MURATURE IN ZONA SISMICA	"	86
66.3.	MURATURA E RIEMPIMENTI DI PIETRAMME A SECCO	"	86
66.4.	MURATURA DI PIETRAMME CON MALTA	"	87
66.5.	MURATURA IN ELEMENTI NATURALI - TUFO - PIETRA DA TAGLIO	"	87
66.6.	MURATURA IN ELEMENTI ARTIFICIALI	"	88
66.7.	PARETI A UNA TESTA E IN FOGLIO	"	88
66.8.	PARAMENTI DELLE MURATURE	"	88
<b>Art. 67</b>	<b>— CALCESTRUZZI E CONGLOMERATI</b>	"	89
67.0.	GENERALITÀ	"	89
67.1.	CALCESTRUZZI DI MALTA	"	89
67.2.	CONGLOMERATI CEMENTIZI (CALCESTRUZZI) NORMALI E PESANTI	"	89
67.3.	CALCESTRUZZO PRECONFEZIONATO	"	93
67.4.	CALCESTRUZZI SPECIALI	"	93

	Pag.
<b>Art. 68 — MURATURA DI GETTO IN CONGLOMERATO</b> .....	94
<b>Art. 69 — OPERE IN CEMENTO ARMATO NORMALE</b> .....	95
69.0. GENERALITÀ .....	95
69.1. CLASSI DI QUALITÀ DEL CONGLOMERATO .....	95
69.2. POSA IN OPERA DEL CONGLOMERATO .....	95
69.3. DISARMO DEI GETTI DI CONGLOMERATO .....	96
69.4. GETTI IN AMBIENTI AGGRESSIVI .....	96
69.5. ACCIAI PER CONGLOMERATI NORMALI .....	96
<b>Art. 70 — OPERE IN CEMENTO ARMATO PRECOMPRESSO</b> .....	97
<b>Art. 71 — CASSEFORME - ARMATURE - CENTINATURE</b> .....	97
<b>Art. 72 — SOLAI IN CEMENTO ARMATO E MISTI</b> .....	97
72.0. GENERALITÀ .....	97
<b>Art. 73 — STRUTTURE E MANUFATTI PREFABBRICATI</b> .....	98
73.0. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	98
73.1. MATERIALI E CONTROLLI .....	98
73.2. REGOLE PRATICHE E COLLAUDO .....	98
<b>Art. 74 — OPERE, STRUTTURE E MANUFATTI IN ACCIAIO O ALTRI METALLI</b> .....	98
74.0. GENERALITÀ .....	98
74.1. COSTRUZIONI IN ACCIAIO .....	100
<b>Art. 75 — CAPPE SUI VOLTI E IMPERMEABILIZZAZIONI IN GENERE</b> .....	100
75.1. CAPPE .....	100
75.2. IMPERMEABILIZZAZIONI STRATIFICATE MULTIPLE .....	100
75.3. IMPERMEABILIZZAZIONI CON GUAINE DI GOMMA SINTETICA E SIMILI .....	101
75.4. TRATTAMENTI CON RESINE EPOSSIDICHE .....	102
<b>Art. 76 — PAVIMENTI</b> .....	102
76.0. PRESCRIZIONI GENERALI .....	102
76.1. SOTTOFONDI .....	102
76.2. PAVIMENTI DI MARMETTE E MARMETTONI .....	102
76.3. PAVIMENTI IN LASTRE DI MARMO .....	103
76.4. PAVIMENTI IN BATTUTO DI CEMENTO .....	103
76.5. PAVIMENTI RESILIENTI .....	103
<b>Art. 77 — INTONACI</b> .....	103
77.0. GENERALITÀ .....	103
77.1. INTONACO GREZZO (ARRICCIAIATURA) .....	104
77.2. INTONACO COMUNE (CIVILE) .....	104
77.3. INTONACO DECORATIVO ESTERNO .....	104
77.4. INTONACO PLASTICO .....	105
<b>Art. 78 — RIVESTIMENTI</b> .....	105
78.0. GENERALITÀ .....	105
78.1. MODALITÀ DI ESECUZIONE .....	105
<b>Art. 79 — INFISSI IN LEGNO</b> .....	106
<b>Art. 80 — INFISSI METALLICI</b> .....	106
<b>Art. 81 — LAVORI DI VERNICIATURA</b> .....	107
81.0. GENERALITÀ .....	107
81.1. SUPPORTI DI INTONACO E CALCESTRUZZO - TINTEGGIATURE E PITTURAZIONI .....	108
81.2. SUPPORTI IN CALCESTRUZZO - PITTURAZIONE ANTICORROSIVA .....	108
81.3. SUPPORTI IN ACCIAIO - VERNICIATURE E PROTEZIONI .....	108
81.4. SUPPORTI IN ACCIAIO ZINCATO .....	109
81.5. SUPPORTI IN LEGNO - PITTURAZIONI E VERNICIATURE .....	110
81.6. METALLIZZAZIONI .....	110
<b>Art. 82 — OPERE IN MARMO, PIETRE NATURALI O ARTIFICIALI</b> .....	110
82.0. GENERALITÀ .....	110
82.1. MARMI E PIETRE NATURALI - PIETRA DA TAGLIO .....	111
82.2. PIETRE ARTIFICIALI .....	111
<b>Art. 83 — OPERE DA CARPENTIERE</b> .....	112
<b>Art. 84 — OPERE DA LATTONIERE</b> .....	112
<b>Art. 85 — TUBAZIONI IN GENERE</b> .....	112
85.0. GENERALITÀ .....	112
85.1. TUBAZIONI DI ACCIAIO .....	117
85.2. TUBAZIONI DI GHISA .....	122
85.3. TUBAZIONI DI GRÈS .....	124
85.4. TUBAZIONI DI FIBRO-CEMENTO .....	126
85.5. TUBAZIONI DI CEMENTO (SEMPLICE E ARMATO) .....	127
85.6. TUBAZIONI DI CLORURO DI POLIVINILE (PVC) .....	128
85.7. TUBAZIONI DI POLIETILENE .....	129
85.8. TUBAZIONI DI RESINE RINFORZATE CON FIBRE DI VETRO (P.R.F.V.) .....	131

<b>Art. 86 — RETI DI DISTRIBUZIONE DEL GAS</b> .....	Pag.	133
86.0. GENERALITÀ .....	"	133
86.1. IMPIANTI DI RIDUZIONE E REGOLAZIONE DELLA PRESSIONE .....	"	134
86.2. MATERIALI PER CONDOTTE GAS - MOP > 5 BAR (1ª, 2ª, 3ª Specie) .....	"	134
86.3. MATERIALI PER CONDOTTE GAS - MOP ≤ 5 BAR (4ª, 5ª, 6ª, 7ª Specie) .....	"	134
86.4. CONDOTTE CON PRESSIONE > 5 BAR - MODALITÀ DI POSA .....	"	135
86.5. CONDOTTE CON PRESSIONE ≤ 5 BAR - MODALITÀ DI POSA .....	"	135
86.6. IMPIANTI DI DERIVAZIONE DI UTENZA .....	"	137
<b>Art. 87 — MANUFATTI PER IMPIANTI DI ACQUEDOTTO E FOGNANTI</b> .....	"	138
87.1. SERBATOI .....	"	138
87.2. POZZETTI PER IMPIANTI FOGNANTI .....	"	139
<b>Art. 88 — GABBIONI</b> .....	"	140
<b>Art. 89 — PAVIMENTAZIONI STRADALI</b> .....	"	141
89.1. STRATI DI FONDAZIONE .....	"	141
89.2. STRATI DI BASE .....	"	142
89.3. STRATI DI COLLEGAMENTO E DI USURA .....	"	143
89.4. PAVIMENTAZIONI DIVERSE .....	"	145
<b>Art. 90 — SIGILLATURE</b> .....	"	146
<b>CAPITOLO III</b>		
<b>NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI</b> .....	"	149
<b>Art. 91 — NORME GENERALI</b> .....	"	151
91.1. OBBLIGHI E ONERI COMPRESI E COMPENSATI CON I PREZZI DI APPALTO .....	"	151
91.2. VALUTAZIONE E MISURAZIONE DEI LAVORI .....	"	151
91.3. LAVORI INCOMPLETI .....	"	151
<b>Art. 92 — VALUTAZIONE DEI LAVORI IN ECONOMIA</b> .....	"	151
92.1. MANO D'OPERA - MERCEDI .....	"	151
92.2. NOLI .....	"	152
92.3. MATERIALI A PIÈ D'OPERA .....	"	152
<b>Art. 93 — VALUTAZIONE DEI LAVORI A MISURA</b> .....	"	152
93.1. DEMOLIZIONI E RIMOZIONI .....	"	152
93.2. SCAVI IN GENERE .....	"	152
93.3. RILEVATI E RINTERRI .....	"	154
93.4. PALI DI FONDAZIONE .....	"	155
93.5. MURATURE .....	"	155
93.6. CALCESTRUZZI E CONGLOMERATI CEMENTIZI .....	"	156
93.7. CASSEFORME - ARMATURE - CENTINATURE .....	"	156
93.8. ACCIAIO PER STRUTTURE IN C.A. E C.A.P. .....	"	156
93.9. SOLAI .....	"	157
93.10. COPERTURE A TETTO .....	"	157
93.11. IMPERMEABILIZZAZIONI .....	"	157
93.12. ISOLAMENTI TERMICI E ACUSTICI .....	"	157
93.13. PAVIMENTI .....	"	157
93.14. INTONACI .....	"	158
93.15. RIVESTIMENTI .....	"	158
93.16. INFISSI .....	"	159
93.17. LAVORI DA PITTORE .....	"	159
93.18. OPERE IN MARMO, PIETRE NATURALI O ARTIFICIALI .....	"	160
93.19. OPERE DA CARPENTIERE .....	"	160
93.20. OPERE E MANUFATTI IN METALLO .....	"	160
93.21. OPERE IN VETRO E CRISTALLO .....	"	160
93.22. OPERE DA LATTONIERE .....	"	160
93.23. TUBAZIONI .....	"	160
93.24. GABBIONATE .....	"	163
93.25. PAVIMENTAZIONI STRADALI .....	"	163
93.26. SIGILLATURE .....	"	164
93.27. IMPIANTI .....	"	164
<b>APPENDICE A</b>		
<b>NORME GENERALI DI ESECUZIONE - IMPIANTI VARI</b> .....	"	165
<b>Art. A1 — OPERE PROVVISORIALI - MACCHINARI E MEZZI D'OPERA</b> .....	"	167
<b>Art. A2 — INDAGINI E RILIEVI GEOGNOSTICI</b> .....	"	167
A2.0. GENERALITÀ .....	"	167
A2.1. INDAGINI IN SITO .....	"	167
A2.2. INDAGINI E PROVE - RELAZIONE .....	"	167

<b>ART. A3 — AZIONI E CARICHI SULLE OPERE E COSTRUZIONI IN GENERE</b> .....	Pag.	167
A3.0. GENERALITÀ .....	"	167
<b>Art. A4 — STRUTTURE, OPERE E IMPIANTI IN GENERALE - MODALITÀ DI STUDIO, PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE</b> .	"	168
A4.0. GENERALITÀ .....	"	168
A4.1. STRUTTURE E OPERE IN FONDAZIONE - CONDOTTE .....	"	169
A4.2. STRUTTURE E OPERE IN ELEVAZIONE - IMPIANTI .....	"	170
<b>Art. A5 — OPERE DI ACQUEDOTTO</b> .....	"	171
A5.0. GENERALITÀ .....	"	171
A5.1. DEFINIZIONI .....	"	172
A5.2. NORME GENERALI DI INSTALLAZIONE .....	"	172
<b>Art. A6 — OPERE DI FOGNATURA</b> .....	"	173
A6.0. GENERALITÀ .....	"	173
A6.1. DEFINIZIONI E NORME GENERALI DI INSTALLAZIONE .....	"	173
A6.2. FOGNATURE NERE .....	"	174
A6.3. FOGNATURE PLUVIALI .....	"	175
A6.4. FOGNATURE MISTE .....	"	175
<b>Art. A7 — IMPIANTI DI DEPURAZIONE</b> .....	"	175
A7.0. GENERALITÀ .....	"	175
A7.1. PUNTE DI CARICO - RENDIMENTI .....	"	178
A7.2. TRATTAMENTI PRELIMINARI E PRIMARI .....	"	179
A7.3. IMPIANTI A FANGHI ATTIVI .....	"	180
A7.4. IMPIANTI A FILTRI PERCOLATORI .....	"	181
A7.5. TRATTAMENTO DEI FANGHI DI SUPERO .....	"	183
A7.6. PRESCRIZIONI VARIE .....	"	185
<b>Art. A8 — PROTEZIONE DELLE OPERE</b> .....	"	186
A8.1. PROTEZIONE IN GENERALE .....	"	186
A8.2. PROTEZIONE DELLE CONDOTTE ELEVATORIE .....	"	186
<b>Art. A9 — COSTRUZIONI IN ZONE SOGGETTE A TUTELA</b> .....	"	186
A9.1. COSTRUZIONI IN ZONE SISMICHE .....	"	186
A9.2. COSTRUZIONI IN ZONE DA CONSOLIDARE .....	"	186
<b>APPENDICE B</b>		
<b>SEGNI CONVENZIONALI PER PEZZI SPECIALI</b> .....	"	187