



OPERA	ACCORDO QUADRO 2019: manutenzioni ordinarie strade
FASE PROGETTUALE	PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO
DESCRIZIONE ELABORATO	
TIPO ELABORATO	Capitolato Speciale d'Appalto - PARTE TECNICA

Progettisti arch. Marcella Malzanni geom. Rita Maria Longoni FIRMATO		
Direttore Lavori arch. Marcella Malzanni geom. Rita Maria Longoni FIRMATO	Responsabile del Procedimento arch. Marcella Malzanni FIRMATO	Dirigente Settore Tecnico Ing. David Cornacchia FIRMATO
L'impresa Esecutrice	Il Sindaco	Segretario Generale dott. Filippo Ballatore

revisioni				
n.	data	descrizione	resp. rev.	resp. val.

data Febbraio 2019
n. elaborato 2b

CAPO I°

QUALITA` E PROVENIENZA DEI MATERIALI

Art. 1	Accettazione, qualità ed impiego dei materiali	Pag.	1
" 2	Materiali in genere	"	1
" 3	Acqua, leganti idraulici	"	2
" 4	Sabbia, ghiaia, pietre naturali	"	2
" 5	Materiali per sovrastrutture stradali	"	4
" 6	Laterizi	"	5
" 7	Materiali ferrosi e metalli vari	"	5
" 8	Legnami	"	7
" 9	Materiali per rivestimenti	"	7
" 10	Tubi in conglomerato cementizio semplice	"	7
" 11	Tubi in conglomerato cementizio armato	"	11
" 12	Tubi in fibro-cemento	"	15
" 13	Tubi in grès ceramico	"	17
" 14	Tubi in P.V.C.	"	18
" 15	Tubi in polipropilene e polietilene	"	18
" 16	Tubi in acciaio	"	24
" 17	Tubi in ghisa sferoidale	"	26
" 18	Tubi in resine termoindurenti rinforzate con fibre di vetro (P.R.F.V.)	"	30
" 19	Prove dei materiali	"	38

CAPO II°

MODALITA` DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO

Art. 20	Prescrizioni generali di esecuzione dei lavori	Pag.	38
" 21	Tracciamenti	"	38
" 22	Scavi	"	39
" 23	Drenaggi ed opere di aggettamento	"	41
" 24	Posa in opera di connessioni di scarico e collettori di fognatura	"	42
" 25	Rinterri	"	46
" 26	Ispezioni e collaudi di connessioni di scarico e collettori di fognatura	"	47
" 27	Ripristini stradali	"	50
" 28	Continuità dei corsi d'acqua	"	51
" 29	Demolizioni	"	51
" 30	Uso di esplosivi	"	51
" 31	Palificazioni	"	52
" 32	Malte	"	55
" 33	Conglomerati cementizi semplici ed armati	"	55
" 34	Casseforme, armature e centinature	"	59
" 35	Murature	"	60
" 36	Murature in pietrame entro gabbioni (gabbionate)	"	63
" 37	Rivestimenti di pareti	"	64
" 38	Intonaci	"	64
" 39	Tinteggiature e verniciature	"	64
Art. 40	Lavori in legno	Pag.	65
" 41	Sottofondi	"	70
" 42	Rilevati	"	70
" 43	Massicciate e pavimentazioni in conglomerato bituminoso	"	71
" 44	Pavimentazioni in materiali porfirici	"	79

CAPO III°
NORME PER LA MISURA E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI

Art. 45	Prescrizioni di carattere generale	Pag.	84
" 46	Noleggi	"	85
" 47	Movimenti di terra	"	86
" 48	Sabbia, ghiaia e pietrisco	"	87
" 49	Conglomerati cementizi, malte e murature	"	87
" 50	Conglomerati cementizi armati	"	87
" 51	Intonaci, stilate e cappe	"	88
" 52	Pavimenti e rivestimenti in piastrelle in grès o pietre naturali ed artificiali	"	88
" 53	Verniciature	"	88
" 54	Condotti di fognatura e manufatti relativi	"	89
" 55	Disfacimenti e ripristini di massicciate e pavimentazioni stradali	"	89
" 56	Opere metalliche	"	89
" 57	Elenco dei prezzi unitari	"	89

CAPO I°

QUALITA` E PROVENIENZA DEI MATERIALI

Art. 1

ACCETTAZIONE, QUALITA` ED IMPIEGO DEI MATERIALI

Prima dell'inizio dei lavori l'Impresa appaltatrice deve sottoporre alla approvazione del Direttore dei Lavori le schede tecniche dei materiali e dei manufatti che intende utilizzare per la realizzazione delle opere.

La loro approvazione è condizione indispensabile per la loro messa in opera.

Si richiamano le disposizioni dell'art. 15 del Capitolato Generale dei LL.PP. di cui al D.M. 19.04.2000, n° 145 .

Art. 2

MATERIALI IN GENERE

Per tutto quanto riguarda la qualità e la provenienza dei materiali e dei prefabbricati, valgono le disposizioni dei relativi articoli del Capitolato Generale di Appalto per le opere di competenza del Ministero dei Lavori Pubblici. In generale i materiali occorrenti per la costruzione delle opere provverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purchè ad insindacabile giudizio della Direzione dei lavori siano riconosciuti della migliore qualità della specie e rispondano ai requisiti indicati nei Capitolati Speciali d'Appalto Tipo redatti dal Ministero dei Lavori Pubblici ed a quelli prescritti da tutti i Decreti, Regolamenti e Leggi vigenti o che andranno in vigore durante il corso dei lavori.

Resta comunque stabilito che per ogni materiale da impiegare l'Appaltatore dovrà presentare i campioni alla Direzione dei lavori, per l'accettazione o il rifiuto, almeno 15 giorni prima del loro impiego.

Quando la Direzione dei lavori abbia denunciato una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà a sue spese sostituirla con altra che corrisponda alle qualità volute; l'Impresa resta comunque totalmente responsabile della riuscita delle opere, anche per quanto dipende dai materiali stessi, la cui accettazione non pregiudica in nessun caso i diritti della Amministrazione Appaltante in sede di collaudo.

Qualora l'Appaltatore, nel proprio interesse o di sua iniziativa, impieghi materiali di dimensioni, consistenza o qualità superiori a quelle prescritte, o con lavorazioni più accurate, non avrà diritto ad alcun aumento dei prezzi o delle quantità contabili.

L'Appaltatore è obbligato a presentarsi in ogni tempo ad effettuare tutte le prove previste dal presente Capitolato, sia sui materiali impiegati che su quelli da impiegare.

In mancanza sia di una idonea organizzazione per l'esecuzione delle prove previste, sia di una normativa specifica del Capitolato, è riservato alla Direzione dei lavori il diritto di dettare norme di prova alternative o complementari.

L'Appaltatore non potrà pretendere alcun compenso nè per i materiali asportati nè per il ripristino dei materiali eventualmente manomessi per il prelievo dei campioni, prelievo che verrà eseguito in contraddittorio e regolarmente verbalizzato; in tale sede l'Appaltatore avrà la facoltà, sempre che ciò sia compatibile con il tipo e le modalità esecutive della prova, di assistere o di farsi rappresentare alla stessa.

I campioni consegnati dall'Impresa e che devono essere inviati a prova in tempo successivo a quello del prelievo, potranno essere conservati negli Uffici della Amministrazione Appaltante, nei modi più adatti a garantirne la autenticità.

Le prove, i cui esiti fanno fede a tutti gli effetti, potranno essere eseguite presso gli Istituti autorizzati, le fabbriche di origine o in cantiere, a seconda delle disposizioni del presente Capitolato o, in mancanza, della Direzione dei

lavori. Tutte le inerenti spese di prelievo, invio, esecuzione, assistenza, simili e connesse, saranno ad esclusivo carico dell'Appaltatore.

Art. 3

ACQUA, CALCE, LEGANTI IDRAULICI

1. Acqua

L'acqua da impiegarsi nelle malte e nei calcestruzzi dovrà essere dolce, limpida e scevra da materie terrose, esente da tracce di cloruri e solfati, non inquinata da materie organiche.

2. Calce

Le calci aeree ed idrauliche dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui al R.D. 16.11.1939 n. 2231.

3. Leganti idraulici

I cementi da impiegare in qualsiasi lavoro, dovranno rispondere alle norme di accettazione di cui al D.M. 03.06.1968, modificato dal D.M. 20.11.1984 in Gazzetta Ufficiale 27.12.1984 n. 353. e di quelle altre che potessero essere in vigore all'atto dell'esecuzione.

Essi dovranno essere conservati in modo da restare perfettamente riparati dall'umidità.

Art. 4

SABBIA, GHIAIA, PIETRE NATURALI

1. Ghiaia, pietrisco e sabbia

Le ghiaie, i pietrischi e le sabbie da impiegarsi nella formazione dei calcestruzzi dovranno corrispondere alle condizioni di accettazione considerate nelle norme di esecuzione delle opere in conglomerato semplice od armato di cui alle norme vigenti.

Le *ghiaie ed i pietrischi* dovranno essere costituiti da elementi omogenei derivanti da rocce resistenti il più possibile omogenee e non gelive; tra le ghiaie si escluderanno quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica, facilmente sfaldabili o rivestite da incrostazioni o gelive.

La *sabbia* da impiegarsi nelle murature o nei calcestruzzi dovrà essere assolutamente scevra da materie terrose ed organiche e ben lavata. Dovrà essere preferibilmente di qualità silicea proveniente da rocce aventi alta resistenza alla compressione. Dovrà avere forma angolosa ed avere elementi di grossezza variabile da mm 1 a mm 5.

La granulometria degli aggregati litici per i conglomerati sarà prescritta dalla Direzione dei lavori in base alla destinazione, al dosaggio ed alle condizioni della messa in opera dei calcestruzzi. L'Impresa dovrà garantire la costanza delle caratteristiche della granulometria per ogni lavoro.

Per lavori di notevole importanza l'Impresa dovrà disporre della serie dei vagli normali atti a consentire alla Direzione dei lavori i normali controlli.

In linea di massima, per quanto riguarda la dimensione degli elementi dei pietrischi e delle ghiaie questi dovranno essere da mm 40 a mm 71 (trattenuti dal crivello 40 UNI e passanti da quello 71 UNI n. 2334) per lavori correnti di fondazioni, elevazione, muri di sostegno; da mm 40 a mm 60 (trattenuti da crivello 40 UNI e passanti da quello 60 UNI n. 2334) se si tratta di volti, di getti di un certo spessore; da mm 25 a mm 40 (trattenuti da crivello 25 UNI e passanti da quello 40 UNI n. 2334) se si tratta di volti o di getti di limitato spessore.

Le ghiaie *da impiegarsi per formazione di massicciate stradali* dovranno essere costituite da elementi omogenei derivati da rocce durissime di tipo costante, e di natura consimile tra loro, escludendosi quelle contenente elementi di scarsa resistenza meccanica o sfaldabili facilmente, o gelive, o rivestite di incrostazioni.

Il pietrisco, il pietrischetto e la graniglia, secondo il tipo di massicciata da eseguirsi, dovranno provenire dalla spezzatura di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina, o calcari puri durissimi e di alta

resistenza alla compressione, all'urto, alla abrasione, al gelo ed avranno spigolo vivo; dovranno essere altresì scevri di materie terrose, sabbia e comunque materie eterogenee. Sono escluse le rocce marnose.

Qualora la roccia provenga da cave nuove o non accreditate da esperienze specifiche di enti pubblici e che per natura e formazione non diano affidamento sulle sue caratteristiche, è necessario effettuare su campioni prelevati in cava, che siano significativi ai fini della coltivazione della cava, prove di compressione e di gelività.

Quando non sia possibile ottenere il pietrisco da cave di roccia, potrà essere consentita per la formazione di esso la utilizzazione di massi sparsi in campagna o ricavabili da scavi, nonché di ciottoloni o massi ricavabili da fiumi o torrenti semprechè siano provenienti da rocce di qualità idonea.

I materiali suindicati, le sabbie e gli additivi dovranno corrispondere alle norme di accettazione del fascicolo n. 4 - ultima edizione - del Consiglio Nazionale delle Ricerche. Rispetto ai crivelli UNI 2334, i pietrischi saranno quelli passanti dal crivello 71 UNI e trattenuti dal crivello 25 UNI, i pietrischetti saranno quelli passanti dal crivello 25 UNI e trattenuti da quello 10 UNI, le graniglie quelle passanti dal crivello 10 UNI e trattenute dallo staccio 2 UNI 2332.

Di norma si useranno le seguenti pezzature:

- pietrisco da 40 a 71 millimetri ovvero da 40 a 60 millimetri se ordinato, per la costruzione di massicciate all'acqua cilindrate;
- pietrisco da 25 a 40 millimetri (eccezionalmente da 15 a 30 millimetri granulometria non unificata) per la esecuzione di ricarichi di massicciate e per materiali di costipamento di massicciate (mezzanello);
- pietrischetto da 15 a 25 millimetri per esecuzione di ricarichi di massicciate per conglomerati bituminosi e per trattamento con bitumi fluidi;
- pietrischetto da 10 a 15 millimetri per trattamenti superficiali, penetrazioni, semipenetrazioni, e pietrischetti bitumati;
- graniglia normale da 5 a 10 millimetri per trattamenti superficiali, tappeti bitumati, strato superiore di conglomerati bituminosi;
- graniglia minuta da 2 a 5 millimetri di impiego eccezionale e previo specifico consenso della Direzione dei lavori per trattamenti superficiali; tale pezzatura di graniglia, ove richiesta, sarà invece usata per conglomerati bituminosi.

Nella fornitura di aggregato grosso per ogni pezzatura sarà ammessa una percentuale in peso non superiore al 5% di elementi aventi dimensioni maggiori o minori di quelle corrispondenti ai limiti della pezzatura prescelta, purchè peraltro le dimensioni di tali elementi non superino il limite massimo o non siano oltre il 10% inferiori al limite minimo della pezzatura fissata.

Gli aggregati grossi non dovranno essere di forma allungata o appiattita (lamellare).

2. Pietrame

Le pietre naturali, da impiegarsi nelle murature ed in qualsiasi altro lavoro, dovranno corrispondere ai requisiti richiesti dalle norme in vigore e dovranno essere a grana compatta e monde da cappellaccio, esenti da piani di sfaldamento, senza screpolature, peli, venature, interclusioni di sostanze estranee; dovranno avere dimensioni adatte al particolare loro impiego e comunque non inferiori a cm 20 di altezza se troveranno impiego nelle murature, offrire una resistenza proporzionata alla entità delle sollecitazioni cui devono essere assoggettate ed avere una efficace adesività alle malte. Saranno sicuramente escluse le pietre marnose e quelle alterabili all'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente.

Le pietre da taglio, oltre a possedere i requisiti ed i caratteri generali sopra indicati, dovranno avere struttura uniforme, essere scevre da fenditure, cavità e litoclasti, sonore alla percussione e di perfetta lavorabilità e di dimensioni tali da consentire che vi siano ricavati i conci previsti dal presente capitolato.

Il porfido dovrà presentare una resistenza alla compressione non inferiore a kg 1600 per cm² ed una resistenza all'attrito radente (Dorry) non inferiore a quella del granito di S. Fedelino, preso come termine di paragone.

3. Cubetti di pietra

I cubetti di pietra da impiegare per la pavimentazione stradale devono rispondere alle norme di accettazione di cui al fascicolo n. 5 della Commissione di studio dei materiali stradali del Consiglio Nazionale della Ricerche.

Art. 5

MATERIALI PER SOVRASTRUTTURE STRADALI

1. Terreni per sovrastrutture in materiali stabilizzati

Essi devono identificarsi mediante la loro granulometria ed i limiti di Atterberg, che determinano la percentuale di acqua in corrispondenza della quale il comportamento della frazione fina del terreno (passante al setaccio 0,42 millimetri n. 40 ASTM) passa da una fase solida ad una plastica (limite di plasticità L.P.) e da una fase plastica ad una fase liquida (limite di fluidità L.L.) nonchè dall'indice di plasticità (differenza fra il limite di fluidità L.L. ed il limite di plasticità L.P.).

Tale limite da stabilirsi in genere per raffronto con casi similari di strade già costruite con analoghi terreni, ha notevole importanza.

Salvo più precise prescrizioni della Direzione dei lavori si potrà fare riferimento alle seguenti caratteristiche (Highway Research Board):

- a. strati inferiori (fondazione) : tipo miscela sabbia-argilla: dovrà interamente passare al setaccio 25 millimetri ed essere passante almeno per il 65% al setaccio n. 10 ASTM; il detto passante al n. 10 dovrà essere passante dal 55 al 90% al n. 20 ASTM , dal 35 al 70% passante al n. 40 ASTM e dal 10 al 25% passante al n. 200 ASTM;
- b. strati inferiori (fondazione) : tipo di miscela ghiaia o pietrisco, sabbia ed argilla: dovrà essere interamente passante al setaccio 71 millimetri ed essere almeno passante per il 50% al setaccio da 10 millimetri, dal 25 al 50% al setaccio n. 4, dal 20 al 40% al setaccio n. 10, dal 10 al 25% al setaccio n. 40, dal 3 al 10% al setaccio n. 200;
- c. negli strati di fondazione, di cui ai precedenti punti a. e b. , l'indice di plasticità non deve essere superiore a 6, il limite di fluidità non deve superare 25 e la frazione passante al setaccio n. 200 ASTM deve essere preferibilmente la metà di quella passante al setaccio n. 40 ed in ogni caso non deve superare i due terzi di essa;
- d. strato superiore della sovrastruttura: tipo miscela sabbia-argilla: valgono le stesse condizioni granulometriche di cui al punto a. ;
- e. strato superiore della sovrastruttura: tipo di miscela ghiaia o pietrisco, sabbia ed argilla: deve essere interamente passante al setaccio da 25 millimetri ed almeno il 65% al setaccio da 10 millimetri, dal 55 all'85% al setaccio n. 4, dal 40 al 70% al setaccio n. 10, dal 25 al 45% al setaccio n. 40, dal 10 al 25% al setaccio n. 200;
- f. negli strati superiori d. ed e. l'indice di plasticità non deve essere superiore a 9 nè inferiore a 4, il limite di fluidità non deve superare 35, la frazione di passante al setaccio n. 200 deve essere inferiore ai due terzi della frazione passante al setaccio n. 40.

Inoltre è opportuno controllare le caratteristiche meccaniche delle miscele con la prova C.B.R. (Californian bearing ratio) che esprime la portanza della miscela sotto un pistone cilindrico di due pollici di diametro, con approfondimento di 2,5 ovvero 5 millimetri in rapporto alla corrispondente portanza di una miscela tipo. In linea di massima il C.B.R. del materiale, costipato alla densità massima e saturato con acqua dopo 4 giorni di immersione e sottoposto ad un sovraccarico di 9 chilogrammi dovrà risultare per gli strati inferiori non inferiore a 30 e per i materiali degli strati superiori non inferiore a 70.

Durante l'immersione in acqua non si dovranno avere rigonfiamenti superiori allo 0,5 per cento.

2. Detrito di cava o tout-venant di cava o di frantoio

Quando, per gli strati di fondazione della sovrastruttura stradale sia disposto di utilizzare detriti di cava, il materiale deve essere in ogni caso non suscettibile all'azione dell'acqua (non solubile, non plasticizzabile) ed avere un potere portante C.B.R. (Californian bearing ratio) di almeno 40 allo stato saturo. Dal punto di vista granulometrico non sono necessarie prescrizioni specifiche per i materiali teneri (tufi, arenarie) in quanto la loro granulometria si modifica e si adegua durante la cilindratura; per materiali duri la granulometria dovrà essere assortita in modo da realizzare una minima percentuale dei vuoti: di norma la dimensione massima degli aggregati non deve superare i 10 centimetri.

Per gli strati superiori si farà uso di materiali lapidei più duri tali da assicurare un C.B.R. saturo di almeno 80; la

granulometria dovrà essere tale da dare la minima percentuale di vuoti; il potere legante del materiale non dovrà essere inferiore a 30; la dimensione massima degli aggregati non dovrà superare i 6 centimetri.

Art. 6
LATERIZI

I laterizi di qualsiasi tipo, forma e dimensione non debbono contenere nella massa sassolini od altre impurità; non essere contorti o screpolati; avere facce lisce e spigoli regolari; presentare alla frattura (non vetrosa) grana fine ed uniforme; dare al colpo di martello suono chiaro; assorbire acqua per immersione; asciugare all'aria con sufficiente rapidità; non sfaldarsi e non sfiorire sotto l'influenza degli agenti atmosferici e di soluzioni saline; non screpolarsi al fuoco.

Essi debbono essere durevoli rispetto all'azione del gelo e non contenere solfati alcalini oltre il limite dello 0,05 % di anidride solforica.

Art. 7
MATERIALI FERROSI E METALLI VARI

A. MATERIALI FERROSI

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere di prima qualità; esenti da scorie, soffiature, brecciate, paglie e da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili.

Ferma la loro rispondenza a tutte le condizioni previste dal D.M. 29 febbraio 1908, modificato dal D.M. 15 luglio 1925, essi dovranno integrativamente essere conformi, per quanto attiene a condizioni tecniche generali di fornitura, dimensioni e tolleranza, qualità e prescrizioni in genere, alla normativa unificata vigente all'epoca dell'esecuzione dei lavori. Sempre integrativamente, le prove di qualsiasi tipo saranno eseguite in conformità a quanto prescritto dalla normativa unificata medesima.

I materiali ferrosi dei tipi di seguito dovranno inoltre presentare, a seconda della loro qualità, i requisiti caso a caso precisati.

A.1 Ferro

Il ferro comune sarà di prima qualità: dolce, eminentemente duttile, malleabile a freddo ed a caldo, tenace, di marcatissima struttura fibrosa; dovrà essere liscio, senza pagliette, sfaldature, screpolature, vene, bolle, saldature aperte, soluzioni di continuità in genere ed altri difetti.

A.2. Acciai per opere in conglomerato cementizio

Dovranno essere conformi, in ogni loro tipo, alla normativa vigente per le varie opere all'epoca di esecuzione dei lavori ed in particolare, fatte salve modifiche o integrazioni, dovranno essere conformi al disposto della Legge 05.11.1971, n. 1086.

L'approvvigionamento dovrà avvenire con un anticipo tale, rispetto alla data dell'impiego, da consentire l'effettuazione tutte le prove prescritte.

Le modalità di prelievo di campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dal D.M. 14.01.2008. L'unità di collaudo per acciai in barre tonde lisce ed in barre ad aderenza migliorata, è costituita da una partita di 25 t max; ogni partita minore di 25 t deve essere considerata unità di collaudo indipendente.

E' facoltà della D.L. sottoporre a controllo di cantiere anche le barre controllate in stabilimento. In questo caso i campioni verranno prelevati in contraddittorio con l'Impresa ed inviati a cura della D.L. ed a spese dell'Impresa ad un laboratorio ufficiale. Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti. La D.L. darà benestare per la posa in opera delle partite sottoposte ad ulteriore controllo in cantiere soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo.

Nel caso negativo si procederà come indicato nel D.M. 14.01.2008.

A.3 Acciaio dolce laminato

L'acciaio extra dolce laminato (comunemente chiamato ferro omogeneo) dovrà essere eminentemente dolce e malleabile, perfettamente lavorabile a freddo ed a caldo, senza presentare screpolature od alterazioni; dovrà essere saldabile e non suscettibile di prendere la tempera.

Alla rottura dovrà presentare struttura finemente granulare ed aspetto sericeo.

A.4 Acciaio fuso in getti

L'acciaio in getti per cuscinetti, cerniere, rulli di ponti e per qualsiasi altro lavoro, dovrà essere di prima qualità, esente da soffiature e da qualsiasi altro difetto.

L'acciaio sagomato ad alta resistenza dovrà soddisfare alle seguenti condizioni: il carico di sicurezza non deve superare il 35% del carico di rottura; non deve inoltre superare il 40% del carico di snervamento quando il limite elastico sia stato elevato artificialmente con trattamento a freddo (torsione, trafilatura), il 50% negli altri casi. Il carico di sicurezza non deve comunque superare il limite massimo di 2400 kg/cm².

A.5 Ghisa

La ghisa dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione, dolce, tenace, leggermente malleabile, escluse assolutamente le ghise fosforose.

Essa dovrà subire poco ritiro durante il raffreddamento, presentare una frattura grigia, a grana fine perfettamente omogenea e compatta, senza presenza alcuna di gocce fredde, screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti, specie se suscettibili di diminuirne la resistenza; dovrà inoltre potersi facilmente lavorare con lima o scalpello.

Verranno senz'altro rifiutati i materiali che presentassero difetti di fusione, siano o no mascherati con piombo, stucco od altri mezzi.

La ghisa dovrà inoltre rispondere alle seguenti caratteristiche.

- A.5a *Resistenza all'urto*

Una sbarra di saggio lunga 200 mm, a sezione trasversale quadrata di 40 mm di lato, fusa in sabbia molto secca, collocata orizzontalmente su due appoggi a coltello distanti tra loro 16 cm e fissati all'incudine di ghisa regolamentare, deve sopportare senza rompersi l'urto di una palla di 12 kg cadente da una altezza di 60 cm sulla metà dell'intervallo compreso fra i due appoggi. L'incudine dovrà avere la lunghezza di 250 mm, la larghezza di 100 mm ed essere appoggiata su un letto di sabbia di 40 cm di spessore.

- A.5b *Resistenza alla flessione*

Una sbarra di saggio, uguale alla precedente ed ugualmente collocata, dovrà sopportare nel mezzo un carico di 6.000 kg.

- A.5c *Resistenza alla trazione*

Una sbarra di saggio a sezione circolare di circa 30 mm di diametro, assoggettata ad una trazione crescente per gradi, non dovrà rompersi che ad uno sforzo superiore ai 12 kg per mm² di sezione trasversale. Per questa prova, le sbarre saranno staccate da un pezzo e lavorate a freddo per mezzo di fresatrice, tornio e lima. Le teste delle sbarre in prova saranno sagomate secondo le forme e le dimensioni che saranno prescritte.

I **chiusini in ghisa delle camerette di ispezione**, a richiesta della Direzione dei lavori, dovranno recare impressa la scritta : "*Fognatura*" ovvero "*Tombinatura*" o, più in generale, il termine che serva ad identificare il manufatto o la rete tecnologica sottostante.

La ghisa di chiusini e griglie dovrà essere prodotta a norma UNI EN 1563 se grafite sferoidale, UNI EN 1561 se grafite lamellare.

La resistenza a rottura sarà conforme alle classi di carico previste dalla Norma UNI EN 124.

B. METALLI VARI

Il ferro zincato, il piombo, lo zinco, lo stagno e tutti gli altri metalli e leghe metalliche da impiegare nelle costruzioni devono essere della migliore qualità, ben fusi o laminati a seconda della specie dei lavori cui sono destinati e scevri da ogni impurità o difetto che ne vizi la forma o ne alteri la resistenza e durata.

Art. 8

LEGNAMI

I legnami, di qualunque essenza siano, dovranno rispondere a tutte le prescrizioni di cui al D.M. 30.10.1912, saranno approvvigionati fra le più scelte qualità della specie prescritta e, in particolare, si presenteranno sani, senza nodi, fenditure o difetti incompatibili con l'uso cui sono destinati.

Per le principali categorie in cui essi vengono distinti valgono inoltre le prescrizioni di seguito riportate.

1. Legnami tondi e semplicemente scorzati

Dovranno provenire dal tronco dell'albero e non dai rami, saranno sufficientemente dritti, in modo che la congiungente i centri delle due basi non esca in alcun punto dal palo; dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e conguagliati alla superficie con la recisione dei nodi; la differenza fra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare i 15 millesimi della lunghezza nè il quarto del maggiore dei due diametri.

2. Legnami grossolanamente squadriati

Lavorati a sega o ad ascia, dovranno presentare facce spianate e senza scarniture; l'alburno e lo smusso sono tollerati, quest'ultimo purchè in misura non maggiore di un settimo del lato della sezione trasversale.

3. Legnami squadriati a filo vivo

Dovranno essere lavorati e squadriati a sega, con le diverse facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, spigoli tirati a filo vivo, senza alburno o smussi. Il tavolame, inoltre, dovrà essere ricavato dalle travi più diritte, affinchè le fibre non riescano mozzate dalla sega e si ritirino nelle connessioni.

Art. 9

MATERIALI PER RIVESTIMENTI

• PIASTRELLE PER RIVESTIMENTO DI PARETI

Dovranno essere di materiale compatto, non poroso, non scheggiato e di colore uniforme con lo smalto privo di pelature, bolle o soffiature; saranno perfettamente regolari con spigoli vivi, con gli smussi ben profilati e di perfetta calibratura.

Si richiamano le prescrizioni del R.D. 16 novembre 1939 n. 2234.

Art. 10

TUBI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO SEMPLICE

I tubi in calcestruzzo non armato e relativi pezzi speciali devono possedere i requisiti prestazionali, ed altresì devono essere sottoposti alle prove ed alla marcatura CE secondo la Norma UNI EN 1916 (Tubi e raccordi in calcestruzzo non armato, rinforzato con fibre di acciaio ed armature normali) ed alle Norme cui la medesima rimanda.

Valgono inoltre le seguenti Normative di riferimento :

UNI EN 681 (*Elementi di tenuta in elastomero – Materiali per giunti – Gomma vulcanizzata*) - UNI 8981 (*Durabilità delle opere e manufatti in cls*) – D.M. 12.12.85 (*Norme tecniche relative alle tubazioni*) – Circolare LL.PP. 27291 (*Istruzioni alla normativa per le tubazioni*) – UNI 7517 (*Guida per la scelta della classe dei tubi con carichi esterni e con o senza pressione interna*) – DIN 4033 (*Canali e tubazioni prefabbricate: direttive per la fabbricazione*) .

A. PRESCRIZIONI RELATIVE ALLA FORNITURA

A.1 Definizione

Appartengono a questa categoria i condotti in conglomerato cementizio nei quali o non esiste armatura metallica, ovvero la stessa sia prevista esclusivamente per le necessità di trasporto e di posa, non essendo richiesta alcuna sua specifica funzione statica nelle condizioni d'uso dei manufatti.

A.2 Dimensioni e tolleranze

La lunghezza dei tubi (lunghezza interna del corpo, ossia della parte cilindrica con esclusione delle estremità sagomate) deve essere conforme a quella dichiarata nei documenti di fabbricazione. Per tubi circolari fino a DN 250 incluso, la lunghezza non deve essere maggiore di sei volte il diametro esterno, salvo che sia dimostrata la conformità della Resistenza a momento flettente longitudinale; in tutti gli altri casi la lunghezza è un multiplo di 500 mm .

La Norma UNI EN 1916 cui si fa riferimento tratta di tubi di dimensioni nominali fino a DN 1750 se circolari o fino a WN/HN 1200/1800 se ovoidali . Per dimensioni superiori devono intercorrere accordi tra il costruttore ed il committente.

Il profilo di un giunto deve essere conforme alle dimensioni di progetto ed alle tolleranze corrispondenti dichiarate nei documenti di fabbricazione. Le tolleranze dichiarate per ogni profilo e le tolleranze massime consentite sulla/e guarnizione/i non devono superare quelle specificate nella EN 681-1. Tali tolleranze devono essere prese in considerazione durante il calcolo (di cui al punto 4.3 della UNI EN 1916) della deformazione delle guarnizioni .

A.3 Finiture

Sono ammesse screpolature nello strato superficiale di boiaccia, fessurazioni capillari dovute a ritiri o alla temperatura, purchè con larghezza superficiale non superiore a 0,15 mm .

Prima di misurare le larghezze delle fessurazioni, a discrezione del fabbricante è ammesso immergere un elemento in acqua per un massimo di 28 ore.

Le superfici funzionali dei profili del giunto devono essere prive di irregolarità che precludano una durabile tenuta dell'assemblaggio .

A.4 Indicazioni di riconoscimento

Ciascun tubo o elemento (o, quando impossibile, ogni confezione di elementi) deve essere contrassegnato durante la fabbricazione ed in modo indelebile e chiaramente visibile, secondo quanto indicato nel punto 8. della Norma UNI EN 1916 , con le seguenti indicazioni minime:

- ◇ identificazione del produttore e luogo di produzione;
- ◇ identificazione della Norma di riferimento (UNI EN 1916) ;
- ◇ la data di produzione (giorno progressivo solare ed anno);
- ◇ identificazione del materiale (es. U = cls non armato ; A= cls armato con tondini di acciaio; F= cls armato con fibre d'acciaio) ;
- ◇ dimensioni nominali (diametro e lunghezza) e tipo di giunto ;
- ◇ identificazione di qualsiasi organismo di certificazione ;
- ◇ identificazione della classe di resistenza (come da Appendice "I" della Norma UNI EN 1916);

- ◇ identificazione di condizioni di esercizio particolari o di impieghi speciali ;
- ◇ marcatura CE come indicato nella Norma UNI EN 1916 .

A.5 Provenienza

I tubi dovranno essere fabbricati da ditta specializzata, in apposito stabilimento, adoperando idonee apparecchiature.

Prima di dar corso all'ordinazione, l'Appaltatore dovrà comunicare alla Direzione dei lavori le fabbriche presso le quali egli intenda approvvigionarsi, le caratteristiche dei tubi (dimensioni, spessori, armature, peso, rivestimenti protettivi, ecc.) nonché le particolari modalità seguite nella loro costruzione.

Ferme restando le responsabilità che competono, da un lato - ai sensi della legge 05.11.1971 n.1086 e del D.M. 14.01.2008 - a Progettista, Direttore dei lavori e Costruttore dei prefabbricati, e dall'altro - ai sensi della normativa stessa e del presente capitolato - a Progettista, Direttore delle strutture, nonché Appaltatore, la Direzione dei lavori si riserva di effettuare una ricognizione presso lo stabilimento di produzione onde accertare i metodi di lavoro e le caratteristiche generali della produzione ordinaria del Fornitore.

All'atto del conferimento dell'ordine, l'Appaltatore è comunque tenuto a comunicare al Fornitore tutti i dati necessari alla valutazione delle condizioni di posa e di lavoro delle tubazioni, con particolare riguardo alle profondità di posa, alla natura del terreno, alle caratteristiche della falda freatica, alla natura dei liquami ed alle sollecitazioni statiche e dinamiche a cui dovranno essere sottoposti i tubi.

A.6 Prescrizioni costruttive : materiali

Per i materiali da impiegarsi per la fabbricazione dei tubi si richiamano le prescrizioni relative ai tubi in conglomerato cementizio armato .

B. PRESCRIZIONI TECNICHE

B.1 Caratteristiche generali

I tubi devono essere conformi ai requisiti previsti al momento della consegna, secondo la documentazione di fabbrica e le prove effettuate in accordo alla Appendice "G" della Norma UNI EN 1916.

B.2 Resistenza meccanica

Le tubazioni dovranno possedere caratteristiche di resistenza adeguate alle sollecitazioni ed alle azioni derivanti dal peso proprio, dal grado di riempimento, dalle altezze minime e massime di ricoprimento sopra il vertice e dai carichi esterni di progetto .

- B.2a - Quando sottoposto a prova in conformità della Appendice "C" della Norma UNI EN 1916, un tubo deve resistere ad un carico minimo di schiacciamento normalizzato F_n - espresso in kN/m – conformemente alla sua dimensione nominale ed alla sua classe di resistenza (*essendo la classe di resistenza il Carico minimo di schiacciamento diviso per un millesimo della Dimensione Nominale DN o Larghezza nominale WN*) .

- B.2b - La Resistenza "M" a momento flettente longitudinale di un tubo, sottoposto a prova in conformità ad uno dei metodi – a discrezione del fabbricante – specificati nell'Appendice "D" della Norma UNI EN 1916 , non deve essere minore del valore ottenuto dalla seguente formula :

$$M = 0,013 \text{ kN/m} \cdot DN \cdot L^2 \quad \text{essendo DN la dimensione nominale [m] ed L la lunghezza del corpo [m] .}$$

B.3 Tenuta all'acqua

La tenuta all'acqua degli elementi deve essere determinata in conformità del metodo di cui all'Appendice "E"

della Norma UNI EN 1916 . Essi verificano se gli elementi e gli assemblaggi dei giunti rimangono a tenuta quando sottoposti alla pressione idrostatica interna specificata e – nel caso dei giunti – quando soggetti a deviazione angolare e/o carico di taglio.

Gli elementi con spessore della parete di progetto superiore a 125 mm non devono essere sottoposti a prova idrostatica.

Sono da considerarsi a tenuta gli elementi che sopportano una pressione idrostatica interna di 50 kPa (0,5 bar o circa 5 m di colonna d'acqua) mantenuta per un periodo di 15 minuti, senza manifestare alcuna perdita o altri difetti visibili ; l'umidità della superficie non costituisce una perdita.

La tenuta dei giunti in caso di deviazione angolare va verificata con la stessa pressione idrostatica di cui sopra e per lo stesso tempo , avendo sottoposto gli elementi ad una deviazione angolare pari a $12500/DN$ [mm/m] (o $12500/WN$ se ovoidali) - oppure 50 mm/m , quale dei due è minore .

La tenuta dei giunti in presenza di carico di taglio va verificata applicando un carico F_s in kN pari a 0,03 volte DN (o 0,03 volte WN se tubi ovoidali) , ed una pressione idrostatica interna di 50 kPa , tenuti per 15 minuti.

E' ammesso combinare le due prove di tenuta dei giunti (deviazione angolare e carico di taglio) : in questo caso la deviazione angolare ed il carico di taglio devono essere applicati nello stesso piano e nella stessa direzione ed il carico di taglio F_s in kN deve essere pari a 0,01 volte DN (o 0,01 volte WN se tubi ovoidali) .

B.4 Assorbimento d'acqua

La valutazione dell'assorbimento d'acqua per immersione del calcestruzzo indurito è da eseguirsi su un campione di massa non minore di 2 kg e non maggiore di 4 kg quando tagliato da un elemento indurito.

Il valore dell'assorbimento A_w , espresso in percentuale, è la differenza tra la massa del campione dopo l'immersione (a massa ormai costante , verificata da due pesate distanti almeno 24 ore) e la massa del medesimo asciutto , rapportata a quest'ultima.

B.5 Durabilità

La durabilità degli elementi installati e dei relativi giunti è garantita in particolare dai seguenti elementi :

- Massimo rapporto acqua/cemento nel calcestruzzo (non superiore a 0,45) ;
- Massimo contenuto di cloruro nel calcestruzzo (nel cemento non armato il contenuto di ioni Cl^- per massa di cemento non deve essere maggiore dell' 1,0%) ;
- Massimo assorbimento d'acqua nel calcestruzzo (non superiore al 6%) ;
- Conformità ai criteri , di cui al punto 4.3 della Norma UNI EN 1946, per dimostrare la durabilità dei giunti.

B.6 Esercizio

Gli elementi destinati ad essere utilizzati in condizioni di umidità e di ambiente chimico leggermente aggressivo (cioè le condizioni normali di fognature domestiche e liquami industriali trattati e per la maggior parte delle acque del suolo e di falda) sono quelli che soddisfano i requisiti tutti della Norma UNI EN 1961 .

Per ambienti chimici più aggressivi o più severi si rimanda alle disposizioni nazionali sul calcestruzzo.

C. **MODALITA` DI POSA**

La posa in opera delle tubazioni, dalla loro movimentazione al ricoprimento, avverrà come indicato nel successivo art. 24 "Posa in opera di connessioni di scarico e collettori di fognatura", che fa riferimento alla Norma UNI EN 1610 .

D. **ISPEZIONI e COLLAUDO**

Le ispezioni ed il collaudo della tenuta idraulica delle tubazioni avverranno secondo quanto indicato nel

successivo art. 26 che fa riferimento alla Norma UNI EN 1610 “Costruzione e collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura”.

Art. 11

TUBI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO

A. PRESCRIZIONI RELATIVE ALLA FORNITURA

I tubi in calcestruzzo non armato e relativi pezzi speciali devono possedere i requisiti prestazionali, ed altresì devono essere sottoposti alle prove ed alla marcatura CE secondo la Norma UNI EN 1916 (Tubi e raccordi in calcestruzzo non armato, rinforzato con fibre di acciaio ed armature normali) ed alle Norme cui la medesima rimanda.

Valgono inoltre le seguenti Normative di riferimento:

UNI EN 681 (Elementi di tenuta in elastomero – Materiali per giunti – Gomma vulcanizzata) - UNI 8981 (Durabilità delle opere e manufatti in cls) – D.M. 12.12.85 (Norme tecniche relative alle tubazioni) – Circolare LL.PP. 27291 (Istruzioni alla normativa per le tubazioni) – UNI 7517 (Guida per la scelta della classe dei tubi con carichi esterni e con o senza pressione interna) – DIN 4033 (Canali e tubazioni prefabbricate: direttive per la fabbricazione).

A.1 Definizione

Appartengono a questa categoria i condotti in conglomerato cementizio strutturalmente armato con una o più gabbie di acciaio, posizionate opportunamente in modo da resistere alle sollecitazioni di trazione nella parete del tubo.

A.2 Dimensioni e tolleranze

La lunghezza dei tubi (lunghezza interna del corpo ossia della parte cilindrica con esclusione delle estremità sagomate) deve essere conforme a quella dichiarata nei documenti di fabbricazione. Per tubi circolari fino a DN 250 incluso, la lunghezza non deve essere maggiore di sei volte il diametro esterno, salvo che sia dimostrata la conformità della Resistenza a momento flettente longitudinale; in tutti gli altri casi la lunghezza è un multiplo di 500 mm.

La Norma UNI EN 1916 cui si fa riferimento tratta di tubi di dimensioni nominali fino a DN 1750 se circolari o fino a WN/HN 1200/1800 se ovoidali. Per dimensioni superiori devono intercorrere accordi tra il costruttore ed il committente.

Il profilo di un giunto deve essere conforme alle dimensioni di progetto ed alle tolleranze corrispondenti dichiarate nei documenti di fabbricazione. Le tolleranze dichiarate per ogni profilo e le tolleranze massime consentite sulla/e guarnizione/i non devono superare quelle specificate nella EN 681-1. Tali tolleranze devono essere prese in considerazione durante il calcolo (di cui al punto 4.3 della UNI EN 1916) della deformazione delle guarnizioni.

A.3 Finiture

Sono ammesse screpolature nello strato superficiale di boiaccia, fessurazioni capillari dovute a ritiri o alla temperatura, fessurazioni residue causate dalle prove di resistenza, purché con larghezza superficiale non superiore a 0,15 mm.

Prima di misurare le larghezze delle fessurazioni, a discrezione del fabbricante è ammesso immergere un elemento in acqua per un massimo di 28 ore.

Gli elementi con fessurazioni diverse da quelle descritte sopra non sono da ritenersi a norma.

Le superfici funzionali dei profili del giunto devono essere prive di irregolarità che precludano una durabile tenuta dell'assemblaggio.

A.4 Indicazioni di riconoscimento

Ciascun tubo o elemento (o, quando impossibile, ogni confezione di elementi) deve essere contrassegnato durante la fabbricazione ed in modo indelebile e chiaramente visibile, secondo quanto indicato nel punto 8. della Norma UNI EN 1916 , con le seguenti indicazioni minime:

- ◇ identificazione del produttore e luogo di produzione;
- ◇ identificazione della Norma di riferimento (UNI EN 1916) ;
- ◇ la data di produzione (giorno progressivo solare ed anno);
- ◇ identificazione del materiale (es. U = cls non armato ; A= cls armato con tondini di acciaio; F= cls armato con fibre d'acciaio) ;
- ◇ dimensioni nominali (diametro e lunghezza) e tipo di giunto ;
- ◇ identificazione di qualsiasi organismo di certificazione ;
- ◇ identificazione della classe di resistenza (come da Appendice "I" della Norma UNI EN 1916);
- ◇ identificazione di condizioni di esercizio particolari o di impieghi speciali ;
- ◇ marcatura CE come indicato nella Norma UNI EN 1916 .

A.5 Provenienza

I tubi dovranno essere fabbricati da ditta specializzata, in apposito stabilimento, adoperando idonee apparecchiature.

Prima di dar corso all'ordinazione, l'Appaltatore dovrà comunicare alla Direzione dei lavori le fabbriche presso le quali egli intenda approvvigionarsi, le caratteristiche dei tubi (dimensioni, spessori, armature, peso, rivestimenti protettivi, ecc.) nonché le particolari modalità seguite nella loro costruzione.

Ferme restando le responsabilità che competono, da un lato - ai sensi della legge 05.11.1971 n.1086 e del D.M. 14.01.2008 - a Progettista, Direttore dei lavori e Costruttore dei prefabbricati, e dall'altro - ai sensi della normativa stessa e del presente capitolato - a Progettista, Direttore delle strutture, nonché Appaltatore, la Direzione dei lavori si riserva di effettuare una ricognizione presso lo stabilimento di produzione onde accertare i metodi di lavoro e le caratteristiche generali della produzione ordinaria del Fornitore.

All'atto del conferimento dell'ordine, l'Appaltatore è comunque tenuto a comunicare al Fornitore tutti i dati necessari alla valutazione delle condizioni di posa e di lavoro delle tubazioni, con particolare riguardo alle profondità di posa, alla natura del terreno, alle caratteristiche della falda freatica, alla natura dei liquami ed alle sollecitazioni statiche e dinamiche a cui dovranno essere sottoposti i tubi.

A.6 Prescrizioni costruttive

• A.6a *Aggregati e leganti*

Nella fabbricazione dei tubi dovrà essere usato un legante idoneo, avuto riguardo alle caratteristiche dei liquami, del terreno e dei carichi.

Gli inerti dovranno essere conservati puliti e separati in almeno tre classi granulometriche:

- fino a 3 mm;
- da 3 a 7 mm;
- oltre i 7 mm.

La grandezza massima dei granuli non potrà superare i 20 mm.

Gli aggregati non devono contenere sostanze nocive in quantità tali da compromettere la posa, l'indurimento, la resistenza, la tenuta all'acqua o la curabilità del calcestruzzo, né tali da causare la corrosione di qualsiasi tipo di acciaio.

Al fabbricante è consentito di modificare le gradazioni normalizzate per adattarle ai processi produttivo.

• A.6b *Acqua di impasto*

Anche l'acqua di impasto non deve contenere sostanze nocive in quantità tali da compromettere la posa, l'indurimento, la resistenza, la tenuta all'acqua o la curabilità del calcestruzzo, né tali da causare la corrosione di qualsiasi tipo di acciaio.

- A.6c *Additivi*

Gli additivi che avessero effetto impermeabilizzante o influissero sulla presa del conglomerato potranno essere usati solo con il consenso della Direzione dei lavori e semprechè non ne derivi pregiudizio all'armatura.

- A.6d *Impasti*

Il calcestruzzo in qualsiasi elemento deve essere compatto ed omogeneo.

— Deve avere una composizione tale per cui il rapporto acqua/cemento più eventuali aggiunte aventi caratteristiche pozzolaniche o idrauliche allo stato completamente compattato, sia coerente con le condizioni di esercizio del tubo; tale rapporto non deve essere maggiore di 0,45.

— Il contenuto massimo degli ioni di cloruro nel calcestruzzo armato non deve essere maggiore dello 0,4%.

— L'assorbimento d'acqua del calcestruzzo, sottoposto a prova come detto al successivo paragrafo B.4 , non deve essere maggiore del 6% della massa.

- A.6e *Armatura*

L'acciaio di armatura deve essere saldabile , quando devono essere eseguite saldature. Può essere liscio, con aderenza migliorata, profilato o con nervature. Gli stessi materiali devono essere utilizzati nella fabbricazione di qualsiasi rete saldata. Si fa riferimento alla ISO 10544.

L'armatura dei tubi deve essere correlata alla resistenza a schiacciamento minima appropriata in conformità alla loro Dimensione Nominale ed alla loro classe di resistenza.

La percentuale minima di armatura, relativa all'area di sezione trasversale longitudinale del corpo, deve essere di 0,4% per l'acciaio liscio e di 0,25% per l'acciaio ad aderenza migliorata o profilato o con nervature.

E' consentito utilizzare una o più gabbie di armatura, sia avvolte a spirale sia realizzate come cerchi concentrici e ricavate da una struttura in acciaio, convenientemente collegata.

Sono ammesse gabbie di armatura ellittiche o altrimenti non circolari. In questo caso si deve provvedere ad una indicazione durevole posta sull'estradosso dell'elemento che costituisca un mezzo per individuare l'armatura, almeno all'interno dell'elemento.

I tondini di acciaio disposti lungo la circonferenza e longitudinale (se presenti) devono essere assemblati mediante saldatura o legatura al fine di controllare la spaziatura e la forma della/e gabbia/e di armatura. L'armatura disposta lungo la circonferenza deve essere posizionata ad intervalli regolari su tutta la lunghezza dell'elemento. La/e gabbia/e di armatura deve/devono essere mantenuta/e nella forma progettata.

Le armature dovranno essere coperte da almeno 10 mm di calcestruzzo. In ogni caso il copriferro minimo deve essere coerente con le condizioni di esercizio della tubazione.

B. PRESCRIZIONI TECNICHE

B.1 Caratteristiche generali

I tubi devono essere conformi ai requisiti previsti al momento della consegna, secondo la documentazione di fabbrica e le prove effettuate in accordo alla Appendice "G" della Norma UNI EN 1916.

B.2 Resistenza meccanica

Le tubazioni dovranno possedere caratteristiche di resistenza adeguate alle sollecitazioni ed alle azioni derivanti dal peso proprio, dal grado di riempimento, dalle altezze minime e massime di ricoprimento sopra il vertice e dai carichi esterni di progetto .

- B.2a - Quando sottoposto a prova di resistenza a schiacciamento al vertice in conformità della Appendice "C" della Norma UNI EN 1916, un tubo deve resistere ad un carico minimo di schiacciamento normalizzato F_n - espresso in kN/m – conformemente alla sua dimensione nominale ed alla sua classe di

resistenza (essendo la classe di resistenza il Carico minimo di schiacciamento diviso per un millesimo della Dimensione Nominale DN o Larghezza nominale WN) .

Le tubazioni devono avere **classe di resistenza allo schiacciamento** non inferiore a :

Diametro Nominale				Classe di resistenza	
da	DN 300 mm	a	DN 700 mm	135	kN/m ²
da	DN 800 mm	a	DN 1200 mm	110	kN/m ²
da	DN 1300 mm	a	DN 1600 mm	100	kN/m ²
oltre DN 1600 mm				90	kN/m ²

I valori del **Carico minimo di schiacciamento normalizzato F_n** in funzione della Dimensione Nominale risultano essere :

Diametro Nominale		Carico F_n		Diametro Nominale		Carico F_n	
DN	400 mm	54	kN/m	DN	1000 mm	110	kN/m
DN	500 mm	68	kN/m	DN	1200 mm	132	kN/m
DN	600 mm	81	kN/m	DN	1400 mm	140	kN/m
DN	700 mm	95	kN/m	DN	1600 mm	160	kN/m
DN	800 mm	88	kN/m	-	-	-	-

In aggiunta devono resistere anche ad un carico di prova (fessurazione) F_c pari a $0,67 F_n$, presentando solo eventuali fessurazioni superficiali stabilizzate nella zona di trazione del calcestruzzo non maggiori di 0,3 mm per una lunghezza continua di 300 mm o maggiore.

• B.2b - La Resistenza "M" a momento flettente longitudinale di un tubo, sottoposto a prova in conformità ad uno dei metodi – a discrezione del fabbricante – specificati nell'Appendice "D" della Norma UNI EN 1916 , non deve essere minore del valore ottenuto dalla seguente formula :

$$M = 0,013 \text{ kN/m} \cdot \text{DN} \cdot L^2 \quad \text{essendo DN la dimensione nominale [m] ed L la lunghezza del corpo [m] .}$$

B.3 Tenuta all'acqua

La tenuta all'acqua degli elementi deve essere determinata in conformità del metodo di cui all'Appendice "E" della Norma UNI EN 1916 . Esso verifica se gli elementi e gli assemblaggi dei giunti rimangono a tenuta quando sottoposti alla pressione idrostatica interna specificata e – nel caso dei giunti – quando soggetti a deviazione angolare e/o carico di taglio.

Gli elementi con spessore della parete di progetto superiore a 125 mm non devono essere sottoposti a prova idrostatica.

Sono da considerarsi a tenuta gli elementi che sopportano una pressione idrostatica interna di 50 kPa (0,5 bar o circa 5 m di colonna d'acqua) mantenuta per un periodo di 15 minuti, senza manifestare alcuna perdita o altri difetti visibili ; l'umidità della superficie non costituisce una perdita.

La tenuta dei giunti in caso di deviazione angolare va verificata con la stessa pressione idrostatica di cui sopra e per lo stesso tempo , avendo sottoposto gli elementi ad una deviazione angolare pari a $12500/\text{DN}$ [mm/m] (o $12500/\text{WN}$ se ovoidali) - oppure 50 mm/m , quale dei due è minore .

La tenuta dei giunti in presenza di carico di taglio va verificata applicando un carico F_s in kN pari a 0,03 volte DN (o 0,03 volte WN se tubi ovoidali) , ed una pressione idrostatica interna di 50 kPa , tenuti per 15 minuti.

E' ammesso combinare le due prove di tenuta dei giunti (deviazione angolare e carico di taglio) : in questo caso la deviazione angolare ed il carico di taglio devono essere applicati nello stesso piano e nella stessa direzione ed il carico di taglio F_s in kN deve essere pari a 0,01 volte DN (o 0,01 volte WN se tubi ovoidali) .

B.4 Assorbimento d'acqua

La valutazione dell'assorbimento d'acqua per immersione del calcestruzzo indurito è da eseguirsi su un campione di massa non minore di 2 kg e non maggiore di 4 kg quando tagliato da un elemento indurito.

Il valore dell'assorbimento A_w , espresso in percentuale, è la differenza tra la massa del campione dopo l'immersione (a massa ormai costante , verificata da due pesate distanti almeno 24 ore) e la massa del medesimo asciutto , rapportata a quest'ultima.

B.5 Durabilità

La durabilità degli elementi installati e dei relativi giunti è garantita in particolare dai seguenti elementi :

- Massimo rapporto acqua/cemento nel calcestruzzo (non superiore a 0,45) ;
- Massimo contenuto di cloruro nel calcestruzzo (nel cemento non armato il contenuto di ioni Cl^- per massa di cemento non deve essere maggiore dell' 1,0%) ;
- Massimo assorbimento d'acqua nel calcestruzzo (non superiore al 6%) ;
- Conformità ai criteri , di cui al punto 4.3 della Norma UNI EN 1946, per dimostrare la durabilità dei giunti.

B.6 Esercizio

Gli elementi destinati ad essere utilizzati in condizioni di umidità e di ambiente chimico leggermente aggressivo (cioè le condizioni normali di fognature domestiche e liquami industriali trattati e per la maggior parte delle acque del suolo e di falda) sono quelli che soddisfano i requisiti tutti della Norma UNI EN 1961 .

Per ambienti chimici più aggressivi o più severi si rimanda alle disposizioni nazionali sul calcestruzzo.

C. **MODALITA` DI POSA**

La posa in opera delle tubazioni, dalla loro movimentazione al ricoprimento, avverrà come indicato nel successivo art. 24 "Posa in opera di connessioni di scarico e collettori di fognatura", che fa riferimento alla Norma UNI EN 1610 .

D. **ISPEZIONI e COLLAUDO**

Le ispezioni ed il collaudo della tenuta idraulica delle tubazioni avverranno secondo quanto indicato nel successivo art. 26 che fa riferimento alla Norma UNI EN 1610 "Costruzione e collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura " .

Art. 12

TUBI IN FIBRO-CEMENTO

I tubi in fibro-cemento dovranno essere fabbricati con miscela intima ed omogenea, comprendente essenzialmente cemento conforme alle vigenti norme ufficiali, con aggiunta di fibre sintetiche, cellulosa ed acqua. Potrà ammettersi l'aggiunta di materiali sicuramente attivi per migliorare la qualità del prodotto, escludendo qualsiasi fibra organica.

Le tubazioni in fibro-cemento ed i relativi pezzi speciali e di giunzione dovranno possedere i requisiti e soddisfare le prescrizioni previste dalla norma DIN 19850/91. In particolare si osserverà quanto segue.

1. Caratteristiche

I tubi ed i pezzi speciali devono essere prodotti meccanicamente con miscela omogenea di cemento, aggiunta di fibre sintetiche, cellulosa ed acqua. Come legante possono essere usati solo cementi a norma. Sono da escludere sostanze in grado di alterare le caratteristiche di stabilità dei tubi e pezzi speciali.

Le parti incollate dei pezzi speciali devono essere stabili nel tempo, resistenti a trazione ed essere a tenuta. I tubi devono avere una superficie interna uniforme e liscia. Sono permesse imperfezioni superficiali lievi, all'interno dei limiti di tolleranza e solo se queste non incidono sulle caratteristiche dei tubi.

Le estremità dei tubi devono essere esenti da imperfezioni, sbavature e devono essere ad angolo retto, rispetto all'asse del tubo. Le estremità del tubo devono permettere una giunzione a tenuta. I tubi devono poter essere forati, tagliati e segati.

Ogni tubo dovrà portare marche leggibili ed indelebili che permettano di individuare :

- a. la marca di fabbrica;
- b. la data di fabbricazione;

- c. la classe del tubo (Classe A o Classe B)
- d. il diametro nominale.

Gli **spessori nominali** nel corpo del tubo dovranno essere non inferiori a quelli indicati nel prospetto alla pagina seguente.

I tubi ed i pezzi speciali devono aver subito, prima della consegna, un processo di maturazione di almeno 28 giorni. Qualora i tubi e pezzi avessero subito un processo di maturazione veloce, allora la consegna può essere anticipata. I tubi, manicotti e pezzi speciali dovranno essere invetriati internamente ed esternamente con resine epossidiche speciali, atossiche, esenti da solventi ed ammine aromatiche, in conformità alla circolare n. 102 del Ministero della Sanità.

La giunzione dei tubi e pezzi speciali, realizzata con manicotti e relativi anelli in materiale elastomerico, dovrà garantire la perfetta tenuta idraulica e consentire il collaudo dell'opera in conformità alle vigenti disposizioni di legge.

Diametro nominale D N	SPESSORE [mm]	
	Classe A	Classe B
150	--	9
200	--	10
250	11	12
Diametro nominale D N	SPESSORE [mm]	
	Classe A	Classe B
300	12	14
350	14	17
400	16	18
450	18	20
500	20	22
600	23	25
700	25	29
800	28	33
900	31	37
1000	34	41
1100	37	45
1200	41	49

2. Prove di rottura per schiacciamento trasversale

Durante il collaudo dei tubi devono essere raggiunti i valori minimi dello schiacciamento indicati nella tabella seguente.

Diametro nominale D N	Valori minimi di carico A ROTTURA	
	Classe A [kN/m]	Classe B [kN/m]
--	30	
--	30	
29	34	
29	37	
31	45	
35	47	
40	50	
44	53	
47	58	
50	65	
800	55	73
900	59	82
1000	63	90

1100	68	98
1200	73	106
1300	81	116
1400	88	126
1500	97	135

Art. 13

TUBI IN GRES CERAMICO

Le tubazioni ed i pezzi speciali in grès ceramico devono presentarsi di impasto omogeneo, compatto anche in frattura, ben vetrificato, senza incrinature, difetti ed asperità e, percossi da un martello, devono dare un suono metallico.

Dovranno altresì essere prodotti da Azienda in possessi di sistema di Certificazione di Qualità secondo la norma ISO - EN - UNI - 9002.

Essi devono essere verniciati internamente ed esternamente e presentare giunto a bicchiere - sistema C - in conformità alle norme UNI EN 295 parti 1 – 2 – 3 .

La giunzione sarà composta da elementi di tenuta in poliuretano applicati sulla punta ed all'interno del bicchiere che, sottoposti alle prove di cui alla UNI EN 295/3 punto 15, dovranno soddisfare i limiti riportati nel prospetto VII della UNI EN 295/1 punto 3.1.2 e garantire gli aspetti di tenuta idraulica indicati dalla norma UNI EN 295/1 punto 3.2.

1. Sistema di giunzione

Le tubazioni devono essere munite, sia sul bicchiere che sulla punta, di guarnizioni elastiche prefabbricate in poliuretano fissate in stabilimento.

Dette guarnizioni dovranno avere le seguenti caratteristiche:

Prova	Unità	Limite	Prova UNI EN 295-3, punto
Resistenza alla trazione	N/mm ²	≥ 2	15.2
Allungamento a rottura	%	≥ 90	15.2
Durezza	Shore A o IRDH	67 ± 5	15.3
Deformazione residua rimanente dopo 24 ore a 70 °C %	%	< 20	15.5
Deformazione residua rimanente dopo 70 ore a 23 °C %	%	< 5	15.5
Resistenza all'invecchiamento della durezza	Shore A o IRDH	67 ± 5	15.6
Rilassamento dopo Tensione D s 1:4	%	≤ 14	15.4
Rilassamento dopo Tensione D s 1:5	%	≤ 15	15.4
Comportamento a bassa temperatura	Shore A o IRDH	≤ 80	15.7

2. Tenuta idraulica

Le giunzioni in poliuretano, testate in conformità ai metodi di prova indicati dalla normativa UNI EN 295 parte 3 punto 18, dovranno assicurare una tenuta idraulica, dall'interno verso l'esterno e dall'esterno verso l'interno, fino ad una pressione pari a 1 bar, equivalente ad un battente idraulico di 10 m. di colonna d'acqua.

Il sistema di giunzione elastico prefabbricato in poliuretano dovrà assicurare, senza compromettere la tenuta idraulica , una resistenza alla sollecitazione di taglio fino ad un limite massimo di 50 ÷ 75 N per millimetro di diametro e disassamenti angolari delle condotte pari a :

sino a Ø 200 mm	80 mm/m
dal Ø 225 mm al Ø 500 mm	30 mm/m
dal Ø 600 mm al Ø 800 mm	20 mm/m

in conformità ai metodi di prova previsti dalla norma UNI EN 295/3 punto 18.

3. Certificato di collaudo

Come previsto dal “Decreto del Ministero dei lavori Pubblici del 12.12.1985 - Norme tecniche relative alle tubazioni” le singole forniture dovranno essere accompagnate da una dichiarazione di conformità, redatta secondo quanto previsto dalla norma UNI CEI EN 45014 Aprile 1999, rilasciata dal fabbricante all'impresa esecutrice.

Il documento attesta la conformità della fornitura alla normativa UNI EN 295.

Art. 14 TUBI IN P.V.C.

I tubi ed i raccordi in P.V.C. policloruro di vinile rigido, non plastificato, dovranno corrispondere alle norme UNI EN 1401-1 (tipi, dimensioni, caratteristiche) e UNI EN 1905 (metodi di prova generali) riguardanti i tubi rigidi di cloruro di polivinile non plastificato. In particolare i tubi, sottoposti alle prove secondo le norme UNI EN 1905, dovranno presentare una superficie, sia interna che esterna, liscia ed uniforme, esente da irregolarità e difetti.

La sezione inoltre dovrà essere compatta ed esente da cavità o bolle; non dovranno manifestare perdite né alterazioni, dimensionali o di forma, apprezzabili a vista.

I tubi saranno giuntati fra di loro con il sistema a bicchiere con l'anello di tenuta conforme alla norma UNI EN 681-1 di materiale elastomerico a labbro solidamente inserito nel bicchiere.

I pezzi speciali dovranno rispondere ai tipi, alle dimensioni ed alle caratteristiche stabiliti nelle suddette norme UNI. I tubi ed i raccordi saranno di colore rosso mattone RAL 8023 e/o grigio RAL 7037 .

I tubi dovranno portare il marchio di conformità rilasciato da Istituto terzo accreditato presso Organismo SINCERT e recare ogni due metri :

- il nome del fabbricante o marchio commerciale ;
- la data di produzione ;
- il diametro nominale e la classe di rigidità SN del tubo ;
- la norma di prodotto UNI EN 1401-1 ;
- il rapporto standard dimensionale SDR e lo spessore minimo.

La fornitura di tubazione della lunghezza commerciale di 6 m dovrà essere accompagnata dalla dichiarazione di conformità del Produttore alla Norma di riferimento con cui sono fabbricati i tubi.

Dovranno altresì essere prodotti in stabilimenti che attuano la Certificazione del Sistema di Qualità Aziendale in conformità alla norma UNI EN ISO 9002 rilasciata da Enti terzi riconosciuti a loro volta accreditati CISQ .

Art. 15 TUBI IN POLIPROPILENE E POLIETILENE

A. PRESCRIZIONI DI QUALITA`

A.1 Prescrizioni generali

Il materiale base per la produzione di tubi in polipropilene dovrà presentare le seguenti caratteristiche.

		POLIPROPILENE	POLIETILENE	
a. proprietà fisiche :				
	densità	gr/cm ³	0,930	0,950
b. proprietà meccaniche:				
	carico di rottura	N/mm ²	> 35	> 24
	allungamento alla rottura	%	> 80	> 800
	durezza		> 45	≅ 63
			(Rockwell)	(Shore)
c. proprietà tecniche:				
	coefficiente di espansione lineare (tra 20 e 80°C).....		1,5 • 10 ⁻⁴	2 • 10 ⁻⁴
	conduttività termica	cal/h•m•°C	0,20	0,36
d. proprietà elettriche:			2,2 ÷ 2,32,4 ÷ 2,5	
e. additivi e stabilizzanti:	il materiale potrà essere additivato al nerofumo e stabilizzato con agen- ti antinvecchiamento.			

I tubi dovranno essere realizzati per estrusione con adatte macchine. Particolare cura dovrà essere posta nella calibrazione in modo da evitare lo stiramento del materiale.

Per *prove e collaudi* sui materiali, tubazioni in opera e saldature, valgono le seguenti norme.

- per il *polietilene* : per il dimensionamento : norme UNI 7611-76
per prove e collaudi sul prodotto finito : norme UNI 7615-76
- per il *polipropilene* : per il dimensionamento : norme DIN 8077
per prove e collaudi sul prodotto finito : norme DIN 8078
per esecuzione delle saldature : norme DIN 16932 e le specifiche dell'Istituto Olandese per la saldatura: IIW-XVI " Procedure qualification for welding of h.d. PE pipe " 71/E.

Le prove per accertare la corrispondenza alle specifiche precedenti saranno eseguite nel numero di una per ogni partita di tubazioni da un Istituto ufficiale specializzato, a giudizio della Direzione dei lavori ed in presenza di un suo rappresentante, sia sui prodotti di una stessa partita giacenti presso il fabbricante, sia sulle tubazioni giacenti in cantiere o finite in opera.

I campioni prelevati per le prove saranno numerati, marcati, catalogati e registrati in apposito registro ed i certificati emessi dall'Istituto dovranno riportare, oltre ai risultati, la data di esecuzione delle prove, il numero dei campioni e quant'altro serva ad identificare la partita di fornitura.

La Direzione dei lavori verificherà inoltre su base statistica i tubi ricevuti in cantiere per verificare la rispondenza alle prescrizioni dimensionali, cui al precedente punto. Sarà verificata una barra ogni 20; se si riscontreranno valori fuori tolleranza il controllo sarà ripetuto su altrettante barre. Nel caso che anche queste siano fuori tolleranza, il lotto di barre sarà scartato.

L'Appaltatore dovrà fornire a sue spese la mano d'opera e l'assistenza necessaria (prelievo e fornitura dei campioni, trasporto all'Istituto, ecc.), le apparecchiature per prove in cantiere, l'esecuzione delle prove stesse. Tutti gli oneri derivanti dalle operazioni per prove e collaudi, nonchè il costo delle prove presso l'Istituto, saranno a carico dell'Appaltatore.

A.2 Certificati di prova e di qualità

I certificati di prova e di qualità, emessi da Istituto ufficiale e presentati dall'Appaltatore, saranno ammessi qualora il fabbricante dei tubi sia in grado di dimostrare l'uniformità nel tempo della propria produzione.

In ogni caso non saranno ammessi certificati risalenti ad oltre un biennio precedente la data di fornitura e subordinati alla dimostrazione che i tubi vennero prelevati e contrassegnati da un delegato dell'Istituto in cui sono state eseguite le prove.

In detti certificati verranno riassunte tutte le caratteristiche dei tubi forniti e cioè, per ogni carica di estensore:

- ◇ numero della carica e data di produzione;
- ◇ nome e caratteristiche del granulato;
- ◇ valori del melt-index e della perdita di umidità;
- ◇ dimensioni nominali e tolleranza massima;
- ◇ valori minimi e massimi misurati sul diametro e sugli spessori;
- ◇ marchiatura;
- ◇ classe di resistenza e risultato delle prove di scorrimento a pressione interna.

L'accettazione di tali certificati non esclude che, a giudizio della Direzione lavori, possano venire eseguite ulteriori prove di cantiere.

B. CARICO E SCARICO, GIUNZIONI E SALDATURE

B.1 Carico e scarico

Il carico e lo scarico potranno avvenire con gru con portata inferiore alle 3 tonnellate o col braccio di un escavatore. Il tubo sarà sollevato nella zona centrale con un bilancino di ampiezza di almeno 3 metri dotato di funi o fasce in nylon o di acciaio rivestito.

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

E' ammesso lo scarico e lo stivaggio su ghiaia, sabbia, asfalto o cemento, evitando però lo strisciamento del tubo. Lo scarico per rotolamento dal mezzo di trasporto con piano inclinato è ammesso purchè il piano di arrivo sia composto da terreno naturale o il tubo venga appoggiato su traversine; sono comunque da evitare urti bruschi su superfici rigide.

B.2 Sistemi di giunzione per tubazione in PP e loro esecuzione

La saldatura con termoelementi è idonea per la saldatura di testa di tubi e/o lastre piane.

I termoelementi sono piastre in acciaio inox o in lega di alluminio, rivestite con tessuto di PTFE e fibra di vetro, riscaldati con resistenze elettriche (consumo 75 W/cm² circa).

I termoelementi possono anche essere riscaldati con fiamma a gas o in camera calda. Il controllo della temperatura di riscaldamento potrà essere fatto con gessi o matite termocromiche.

Per ciascun tipo di materiale plastico, variano le temperature del termoelemento e la pressione necessaria all'unione dei pezzi.

Per il PP si hanno i seguenti valori:

◇ temperatura superficiale del termoelemento	: °C	215 ±10
◇ tempo di riscaldamento maggiore in sec (in relazione allo spessore)	:	35 ±60
◇ pressione durante il riscaldamento	: bar	0,75
◇ pressione di saldatura	: bar	1,50

Le testate delle tubazioni dovranno essere preparate per la saldatura di testa con le modalità seguenti.

- ◇ Controllo della ortogonalità dello smusso di testata rispetto all'asse del tubo.
- ◇ Se tale ortogonalità non esistesse o se occorresse tagliare uno spezzone di tubo, occorrerà adoperare seghe, che possono essere manuali per i piccoli diametri e a nastro o circolari per i diametri e gli spessori più alti.
- ◇ Lo smusso andrà rifinito con carteggiatura, prima grossolana e poi relativamente fine in modo da ottenere una superficie pulita.
- ◇ Usando dischi abrasivi azionati elettricamente o pneumaticamente, occorrerà esercitare poca pressione in modo da evitare il riscaldamento del pezzo.

I due pezzi da saldare verranno quindi allineati e bloccati con due ganasce collegate ad un sistema che ne permetta l'avvicinamento. Tale sistema dovrà poter dare una pressione controllata sulla superficie di contatto. Il termoelemento verrà inserito tra le testate che verranno spinte contro la sua superficie.

Il materiale passerà allora allo stato plastico formando un leggero rigonfiamento. Successivamente verrà estratto il termoelemento ed i due lembi saranno spinti uno contro l'altro finché il materiale non sarà ritornato allo stato solido.

B.3 Saldature a gas caldo

La saldatura a gas caldo avviene con l'apporto di materiale uguale al materiale da saldare.

Il materiale base e quello di apporto saranno portati allo stato pastoso mediante soffiatura sulla bacchetta e sulla zona da saldare di gas compresso (generalmente aria disoleata e deumidificata) riscaldato.

Le bacchette di apporto saranno fornite in tondino da 2 a 5 mm in forma ovale o triangolare.

Occorrerà effettuare un accurato controllo della temperatura della corrente per un buon risultato della saldatura.

Prima della saldatura le superfici da saldare ed il cordone di apporto dovranno essere accuratamente ripuliti.

Per il PP si prescrivono le seguenti temperature e velocità di saldatura:

- ◇ ugello rotondo : °C 240 ± 10 ; cm/min $12 \div 20$
- ◇ ugello rapido : °C 250 ± 20 ; cm/min $40 \div 60$.

• B.3a *Saldatura con ugello rotondo*

Il filo del materiale di apporto verrà tagliato di sbieco ad una estremità e riscaldato (insieme ai pezzi da saldare) nella corrente di gas caldo. Appena tale estremità sarà sufficientemente pastosa, la si appoggerà nella zona di saldatura con una leggera pressione; si continuerà poi il riscaldamento con un movimento pendolare, appoggiando la bacchetta di apporto che verrà mantenuta leggermente curva con un angolo di incidenza inferiore ai 45°.

Il cordone ben saldato avrà generalmente larghezza da 5 a 8 mm ed un aspetto semilucido. Cordoni eccessivamente riscaldati avranno un aspetto untuoso.

• B.3b *Saldatura con ugello da saldatura rapida*

La saldatura con tale ugello differisce per il solo fatto che il cordone di materiale d'apporto viene guidato dallo stesso ugello, anziché a mano, permettendo velocità di saldatura più elevata.

Potranno essere usate anche bacchette a sezione triangolare (saldatura in passata unica) ma in questo caso il personale dovrà essere particolarmente qualificato.

• B.3c *Saldatura a manicotto termico (solo per il polietilene)*

La saldatura a manicotto termico si eseguirà riscaldando elettricamente il manicotto, che ha incorporata una resistenza elettrica che produce il calore necessario a portare alla fusione il polietilene.

E' prescritta tale saldatura quando si devono saldare due estremità di tubo che non possono essere rimosse dalla loro posizione (per le riparazioni) e per la posa di condotte, quando non si abbia sufficiente preparazione tecnica per gli altri sistemi.

• B.3d *Saldatura per polifusione nel bicchiere (solo per il polietilene)*

Questo tipo di saldatura si effettua generalmente per la giunzione di pezzi speciali già predisposti per tale sistema.

Le superfici maschio e femmina da saldare, dopo accurata pulizia, verranno contemporaneamente portate a fusione mediante apposito attrezzo riscaldato. Le due estremità verranno quindi inserite l'una nell'altra mediante pressione manuale esercitando contemporaneamente una leggera rotazione. La pressione dovrà essere mantenuta fino al consolidamento del materiale.

La temperatura di fusione non dovrà superare i 210 ± 10 °C.

C. MODALITA' DI ESECUZIONE E DI POSA IN OPERA

C.1 Unione delle tubazioni

Le tubazioni ed i pezzi speciali dovranno essere preparati su traversine o sacchetti lungo il previsto tracciato dello scavo. L'altezza da terra dovrà essere di 30 ÷ 50 cm in modo da permettere l'inserimento delle ganasce saldatrici o spingitubo.

Una gru od un escavatore attrezzato per il sollevamento dovranno essere a disposizione per il sollevamento delle testate, l'allineamento dei tubi e lo spostamento delle macchine.

La unione verrà generalmente eseguita fuori terra in sezioni di lunghezza massima di 250 ÷ 300 m con le procedure di cui prima.

Le saldature di unione delle varie tratte, i collegamenti alle camerette, ecc., potranno essere eseguiti nello scavo. Occorrerà porre particolare attenzione nel non sollevare eccessivamente le saldature appena eseguite.

C.2 Condotte in pressione

Non vi sono particolari problemi di finitura del fondo scavo, nè di compattazione della sabbia.

C.3 Condotte a gravità

Occorre mantenere molto bene la livelletta del fondo scavo ed essere sicuri che il tubo verrà posato alla quota esatta. Per ottenere un buon risultato, prima del riempimento del fondo con sabbia, occorre prevedere un supporto perfettamente in quota almeno ogni 10 metri.

Tali supporti dovranno essere realizzati :

- C.3a *con sacchetti di iuta riempiti di sabbia e cemento*

Verrà formato uno o più strati di sacchetti (per una larghezza di 20 ÷ 30 cm) che sarà compattato a mano e portato alla quota di posa. Successivamente i sacchetti saranno bagnati in modo da ottenere buon assestamento.

- C.3b *con selle in cemento prefabbricato*

Le selle saranno posate su uno strato di magrone in modo da realizzare la quota esatta e la superficie di contatto col tubo dovrà essere protetta con fogli di plastica. La sabbia verrà quindi gettata tra i supporti e ben compattata (p.e. col dorso del cucchiaio di un escavatore, o a mano).

Il controllo della quota verrà eseguito tirando una funicella tra un supporto e l'altro.

La tolleranza sulle quote sarà data nei disegni di progetto.

D. POSA - RIEMPIMENTO DELLO SCAVO

D.1 Posa

La posa delle condotte, saldate e preparate sul fianco dello scavo e collaudate, avverrà appena lo scavo sarà completato e rifinito.

Si potrà agire con due sistemi:

- D.1a *abbassamento con capre*

Una estremità della tubazione verrà sollevata da una gru e spostata sull'asse dello scavo. In tale posizione sarà montata una capra a cui la tubazione verrà sospesa.

La gru solleverà quindi il tubo a circa 10 ÷ 15 m di distanza, spostandolo sul centro scavo dove sarà fissato ad una seconda capra. Il procedimento sarà ripetuto per una terza volta.

Successivamente con la prima capra si abbasserà il tubo sul fondo, mentre verrà mantenuto a mezza altezza con la seconda.

Si inserirà una quarta capra, si abbasserà il tubo sul fondo con la seconda e a mezza altezza con la terza.

Il procedimento sarà proseguito quindi allo stesso modo.

- D.1b *abbassamento con mezzi d'opera*

Il tubo sarà agganciato da tre gru ad intervalli di 15 ÷ 20 m e sollevato a circa 1,20 ÷ 1,30 da terra.

Le gru sposteranno quindi il tubo verso lo scavo e lo posizioneranno sull'asse dello stesso. La prima lo depositerà quindi sul fondo, mentre la seconda lo manterrà a mezza altezza e la terza nella posizione originale. La prima gru si sposterà quindi a monte della terza ed il procedimento verrà quindi ripetuto.

Se il tubo è di piccolo diametro e lo scavo poco profondo, si potrà eseguire la posa anche a mano.

D.2 Periodo di posa

Dato il sensibile allungamento del PP con i salti termici, si dovrà eseguire la posa nelle ore serali, od al mattino, o comunque con temperature prossime a quelle riscontrabili nell'esercizio delle condotte (10 ÷ 20 °C).

Occorre tener presente questo fatto anche per il posizionamento di collegamenti flangiati e nel caso esistano punti fissi.

D.3 Posa di condotte a gravità

Mentre per le condotte in pressione non esistono problemi di regolarità di posa, per quelle a gravità occorre conservare una livelletta costante. Sono previsti supporti o in sacchetti o in cemento.

Una volta posato il tubo, con una livelletta a bolla opportunamente calibrata verrà controllata l'inclinazione e visivamente la linearità della condotta.

Nel caso di inclinazione sbagliata, essa verrà corretta o inserendo sacchetti sotto il tubo, o abbassando il piano di posa. Questa operazione dovrà essere eseguita **immediatamente prima del riempimento**.

D.4 Compattamento

Il compattamento, fino a circa 2/3 del tubo, dovrà essere particolarmente curato, eseguito a mano, cercando di evitare lo spostamento del tubo.

Il primo strato sopra il tubo (15 ÷ 20 cm) sarà pure eseguito a mano. Gli strati superiori potranno essere compattati con macchine leggere.

La sabbia compatta dovrà presentare un'ottima consistenza ed una buona uniformità.

D.5 Inizio del riempimento

Il riempimento (almeno per i primi 50 cm sopra il tubo) dovrà essere eseguito, su tutta la condotta, nelle medesime condizioni di temperatura esterna. Il riempimento non dovrà essere fatto nelle ore più calde della giornata e dovrà essere eseguito con il tubo possibilmente in fase di raffreddamento.

Si procederà sempre a zone di 20 ÷ 30 m, avanzando in una sola direzione e possibilmente in salita; si lavorerà su tre tratte adiacenti e verrà eseguito contemporaneamente il ricoprimento (fino a quota 50 cm sul tubo) in una zona, il primo ricoprimento (fino a 15 ÷ 20 cm sul tubo) nella zona adiacente e la posa della sabbia intorno al tubo nella tratta più avanzata.

Si dovrà procedere a lavoro finito su tratte più lunghe solo in condizioni di temperatura più o meno costante (variazione massima 6 ÷ 7 °C nella giornata) con sole coperto.

Nelle giornate molto calde si dovranno tenere coperte le tubazioni con stracci umidi man mano che si avvanzerà con il lavoro.

Una delle estremità della tratta di condotta dovrà sempre essere mantenuta libera di muoversi e l'attacco dei pezzi speciali dovrà essere eseguito dopo il ricoprimento e portato a 5 ÷ 6 m dal pezzo stesso.

E. COLLAUDO IDRAULICO DI TENUTA DELLE CONDOTTE A PRESSIONE

Le condotte in pressione dovranno essere collaudate in due fasi : una prima volta, prima della posa, per un controllo di tenuta; successivamente in pressione sull'intero sistema.

E.1 Collaudo idraulico di tenuta

Le sezioni estreme di un tratto di condotta, della lunghezza di 250 ÷ 300 metri, verranno tappate con idonei

sistemi. Se le estremità sono flangiate, verranno fissate sulle flange delle controflange cieche, su cui sarà fissato un bocchello munito di valvola per il riempimento della sezione di condotta. Altrimenti si salderà sulle estremità delle sezioni una piastra in polietilene, anch'essa dotata di bocchello.

Tutte le eventuali derivazioni verranno pure chiuse.

La sezione verrà riempita con acqua e portata in pressione ($0,5 \div 1 \text{ kg/cm}^2$) con una pompa a mano.

La pressione verrà mantenuta per $3 \div 4$ ore e nel frattempo verranno controllate tutte le saldature per scoprire eventuali perdite.

Nel caso di perdite, dopo le riparazioni il collaudo verrà ripetuto.

E.2 Collaudo idraulico finale

Una volta posata la condotta ed effettuati tutti i collegamenti (per tratti di almeno $4 \div 5 \text{ km}$) la condotta stessa verrà chiusa alle estremità rimaste libere e verrà portata in pressione.

Le pressioni saranno pari al 95% delle pressioni limite della serie UNI o DIN utilizzate.

Essa verrà mantenuta per almeno 4 ore, in condizioni quasi stabili di temperatura ambiente (p.e. riempimento nelle ore serali e collaudo nelle prime ore della mattina).

La pressione dovrà essere continuamente controllata con un manometro di precisione e dovrà conservarsi stabile per tutto il periodo di collaudo.

Nel caso di cadute di pressione, osservate nel periodo di collaudo, la pressione originale verrà ristabilita ed il collaudo ripetuto; si cercherà quindi di individuare le perdite.

Dopo la loro eliminazione si procederà ad un ulteriore collaudo.

Art. 16

TUBI IN ACCIAIO

I tubi dovranno essere in acciaio non legato, conformi alle norme UNI 6363-68 "Tubi per condotte di acqua e di gas e per scarichi" e, a seconda del processo di fabbricazione, potranno essere del tipo:

- ◇ senza saldatura
- ◇ saldati con saldatura longitudinale od elicoidale.

Dovranno risultare privi di difetti superficiali che possano pregiudicarne l'impiego. Saranno ammessi, tuttavia, piccoli leggeri aumenti o diminuzioni di spessore, piccole striature longitudinali dovute al processo di fabbricazione, purchè lo spessore rimanga compreso in ogni punto entro le tolleranze prescritte.

E' ammessa la eliminazione di difetti, purchè lo spessore non risulti inferiore al minimo prescritto.

I tubi dovranno risultare ragionevolmente diritti a vista e dovranno presentare sezione circolare entro le tolleranze prescritte.

Le estremità di ciascun tubo dovranno essere tagliate perpendicolarmente all'asse del tubo e non dovranno presentare bavature.

I tubi dovranno avere le seguenti estremità :

- ◇ per guarnizioni testa a testa :
 - lisce, per spessore fino a 3,2 mm;
 - smussate, per spessori maggiori di 3,2 mm;
- ◇ per giunzioni a bicchiere :
 - giunto cilindrico per tubi DN 125;
 - giunto sferico per tubi DN 150.

I tubi dovranno essere di acciaio non legato saldabile e presentare le caratteristiche indicate nel prospetto seguente, secondo quanto previsto dal D.M. 14.01.2008.

TIPO DI ACCIAIO	Carico unitario di rottura R [N / mm ²]	Carico unitario di snervamento R _{s(min)} [N / mm ²]	Allungamento A _(min) [%]
Fe 360	≥ 360	≥ 235	≥ 26
Fe 430	≥ 430x	≥ 275	≥ 23
Fe 510	≥ 510	≥ 355	≥ 21

Le tolleranze ammesse rispetto ai valori teorici, saranno :

- sul diametro esterno del tubo: ± 1,5 % con un minimo di ± 1 mm;
- sullo spessore del tubo :
 - + non specificato (determinato dalla tolleranza sulla massa)
 - 12,5 % (-15%) [*il valore indicato a parentesi sarà ammesso soltanto in singole zone, per lunghezze non maggiori del doppio del diametro esterno del tubo e comunque non maggiori di 300 mm*]
- sulla massa :
 - * sul singolo tubo : ± 10 % (rispetto alla massa teorica del singolo tubo);
 - * su partite di almeno 10 t : ± 7,5 %.

I pezzi speciali dovranno, di norma, essere ricavati da tubi aventi le stesse caratteristiche di quelli diritti e, quando possibile, sottoposti in officina ad una pressione di prova doppia di quella massima di esercizio, ma comunque non superiore a quella a cui viene assoggettato il corrispondente tubo diritto.

Le estremità dei pezzi speciali dovranno essere identiche a quelle dei tubi diritti della condotta e, dove necessario, di altro tipo da precisare.

Nel caso di giunzione a flangia, salvo diversa prescrizione, queste ultime dovranno essere del tipo " Flange libere con anello di appoggio da saldare a sovrapposizione", forate secondo la UNI 2223-67 e per rispettive PN. Il lavoro di posa della condotta in trincea dovrà essere effettuato con idonei mezzi e con la massima precauzione onde evitare guasti al rivestimento.

Ogni tratto di condotta dovrà essere disposto e rettificato in modo che l'asse del tubo unisca in uniforme pendenza i diversi punti all'uopo fissati con appositi picchetti, in modo da corrispondere esattamente all'andamento planimetrico ed altimetrico stabilito dalla planimetria e nei profili.

Per la rettifica dell'asse delle tubazioni è proibito l'impiego di pezzi di pietra sotto i tubi e dovranno impiegarsi adeguate rinalzature di terra sciolta od altre materie minute incoerenti.

Non saranno tollerate contropendenze in corrispondenza dei punti in cui non siano previsti sfiati o scarichi. Nel caso che questo si verificasse, l'Impresa dovrà a sue spese rinnovare la condotta già posata e ricostruirla in modo regolare.

Ove occorra, a giudizio insindacabile della Direzione dei lavori, consolidare il piano di posa dei tubi, sia che essi poggino direttamente nel fondo degli scavi, sia che vengano sostenuti da cuscinetti, tale consolidamento sarà effettuato mediante platea di calcestruzzo da costruirsi secondo le indicazioni che verranno impartite dalla Direzione stessa all'atto dell'esecuzione.

In punti particolari, dove la Direzione dei lavori ne ravvisi l'opportunità, dovranno essere costituiti blocchi di ancoraggio in calcestruzzo armato; il dimensionamento e le modalità di realizzazione degli stessi dovranno essere fissati dalla Direzione lavori.

Durante le interruzioni del lavoro, la testata delle tubazioni dovrà essere chiusa con idonee protezioni metalliche. In particolare poi dovranno osservarsi le seguenti norme:

- * i pezzi a T ed a croce dovranno collocarsi in opera a perfetto squadra rispetto all'asse della condotta, con l'attacco orizzontale o verticale, come prescriverà la Direzione dei lavori;
- * saracinesche di arresto e di scarico saranno collocate nei punti più depressi delle condotte, fra due rami di pendenza contrari, ovvero all'estremità di una condotta isolata quando questa è in continua discesa. Le saracinesche saranno sempre posate verticalmente entro pozzetti o camere in muratura; gli sfiati automatici

da collocarsi nei punti culminanti delle condotte, in quei tratti su cui ad un ramo ascendente ne succede uno discendente, ovvero alla fine dei tronchi orizzontali ed alla sommità dei sifoni, anche di breve sviluppo, saranno messi in opera mediante manicotti con diramazioni verticali; lo sfiato sarà sempre preceduto da una saracinesca e munito di apposito rubinetto di spurgo;

- * le scatole di prova da inserirsi nella tubazione, nei punti che all'atto dell'esecuzione saranno indicati dalla Direzione dei lavori, potranno essere con diramazione tangenziale per scarico, oppure senza, secondo le indicazioni che, a richiesta, saranno date dalla Direzione dei lavori, la quale significherà anche il numero ed il diametro delle scatole da impiegare in opera.

La prova idraulica dovrà essere effettuata per tratti di lunghezza media di 500 m; lunghezze diverse potranno essere concordate fra la Direzione dei lavori e l'Impresa in relazione al tipo di impianto in esecuzione.

Ciascun tratto da provare dovrà essere unito ai due adiacenti mediante gruppi di prova corredati da fondello di chiusura e by-pass ad elemento di sostituzione; in alternativa, su parere favorevole della Direzione dei lavori, potranno essere impiegati piatti di chiusura, oppure flange cieche nei casi in cui il tratto in prova terminerà con una flangia.

L'Impresa dovrà provvedere a sue cure e spese a tutto quanto è necessario all'esecuzione delle prove, cioè l'acqua di riempimento delle tubazioni, pompe, rubinetti, raccordi, guarnizioni e manometri registratori.

La prova verrà effettuata riempiendo gradualmente di acqua la tratta da provare e raggiungendo la pressione stabilita mediante pompa idraulica applicata all'estremo più depresso della tratta stessa in ragione di non più di 1 atmosfera al minuto primo.

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

Art. 17

TUBI IN GHISA SFEROIDALE

A. QUALITÀ E PROVENIENZA DEL MATERIALE

A.1 Tubi in ghisa a grafite sferoidale

I tubi dovranno essere in ghisa a grafite sferoidale, centrifugati e ricotti, con caratteristiche meccaniche conformi alle norme UNI ISO 2531 del luglio 1981 ed EN 598.

In particolare, la ghisa sferoidale utilizzata dovrà avere le seguenti caratteristiche di resistenza meccanica :

- ◇ carico unitario di rottura a trazione : 42 daN/mm² [1 daN / mm² = 1,02 kg/mm²]
- ◇ allungamento minimo a rottura : 10 %
- ◇ durezza BRINELL ≤ 230 HB

Il processo produttivo dovrà comprendere :

- * la zincatura dell'esterno con uno strato di zinco purissimo (limitatamente alla gamma dei diametri 80 ÷ 300 mm) ;
- * la verniciatura esterna con vernice bituminosa, composta da bitumi ossidati sciolti in adatti solventi ed applicata a spruzzo ;
- * la formazione del rivestimento interno con malta di cemento alluminoso, secondo le norme UNI-ISO 4179; lo spessore del cemento alluminoso dovrà essere pari a mm 4,5 per i DN da 150 a 300 mm, pari a mm 7,5 per i DN da 400 a 1200 mm e pari a mm 9,0 per i DN da 1400 a 1800 mm;
- * le prove di collaudo intese alla verifica delle caratteristiche meccaniche, nonché al controllo della rettilineità, delle dimensioni delle estremità, della massa e dell'aspetto superficiale.

A.2 Raccordi

I raccordi saranno realizzati, mediante colata, con ghisa a grafite sferoidale avente le seguenti caratteristiche di resistenza meccanica :

- | | | |
|---|--------------------------|---|
| ◇ carico unitario di rottura a trazione | : 40 daN/mm ² | [1 daN / mm ² = 1,02 kg/mm ²] |
| ◇ allungamento minimo a rottura | : 5 % | |
| ◇ durezza BRINELL | ≤ 250 HB | |

Saranno sabbiati, con estremità a bicchiere per giunto elastico e con caratteristiche conformi alle norme UNI ISO 2531 del luglio 1981 ed EN 598.

I rivestimenti, interno ed esterno, saranno effettuati, mediante immersione, con le stesse vernici applicate all'esterno dei tubi.

A.3 Caratteristiche dimensionali

Lo spessore normale "s" dei tubi e dei raccordi deve essere calcolato in base al loro diametro nominale DN (in mm) mediante l'espressione seguente :

$$s = k \cdot (0,5 + 0,001 \cdot DN)$$

dove k = 9 per i tubi e

k = 12 per i raccordi.

Per i raccordi è consentito dimensionare lo spessore di parete alle forze applicate in ogni punto; pertanto, nelle curve, tale spessore può essere maggiore nelle zone interne rispetto a quelle esterne, con conseguente variazione del diametro del raccordo.

Le lunghezze utili dei tubi di produzione normale saranno le seguenti :

- | | |
|--|-----------------|
| ◇ per diametri nominali fino a 600 mm | : 6 metri |
| ◇ per diametri nominali oltre i 600 mm | : 7 e/o 8 metri |

Le tolleranze ammesse rispetto ai valori teorici di spessore, lunghezza, rettilineità, massa dei tubi e dei raccordi, sono quelle previste dalle citate norme UNI ISO 2531.

A.4 Contrassegni

Tutti i tubi ed i raccordi dovranno portare i seguenti contrassegni ottenuti da fusione o, dove il processo di fabbricazione non lo consenta, riportati a vernice o stampato a freddo:

- * marchio della Ditta produttrice;
- * diametro nominale DN;
- * simbolo distintivo del materiale "ghisa sferoidale".

I tubi di DN superiore a 300 mm devono inoltre portare il millesimo di fabbricazione.

A.5 Giunzione tra tubi

La giunzione dei tubi deve essere ottenuta per compressione di una guarnizione in gomma inserita nell'apposito alloggiamento all'interno del bicchiere.

Tale giunzione, detta anche "a giunto elastico", può essere del tipo automatico (giunto RAPIDO) o del tipo meccanico (giunto EXPRESS) e deve comunque consentire deviazioni angolari e spostamenti longitudinali del tubo senza che venga meno la perfetta tenuta idraulica.

A.6 Giunzione fra tubo e pezzo speciale

Nei punti di inserimento dei raccordi, la giunzione deve essere realizzata mediante giunto elastico a bulloni con guarnizioni in gomma.

A.7 Guarnizioni in gomma

Le guarnizioni in gomma da impiegarsi nei vari tipi di giunti dovranno essere ad anello e con sezione trasversale di forma e dimensioni perfettamente idonee al giunto.

La composizione delle gomme sarà tale da garantire l'idoneità all'uso (condotte per acqua) e tale da conferire caratteristiche di elasticità, resistenza e tenuta anche a lunga scadenza (vita delle condotte).

Ogni guarnizione deve riportare:

- * marchio di fabbrica;
- * diametro nominale;
- * tipo di giunto ("Express" o "Rapido") ;
- * tipo di impiego ("acque");
- * settimana ed anno di fabbricazione.

Non sono comunque ammesse saldature, fatta eccezione per anelli di grande diametro ed a condizione che rimangano inalterate le caratteristiche di qualità e di tenuta del giunto.

A.8 Provenienza dei materiali

L'Impresa appaltatrice dei lavori dovrà dichiarare, preventivamente all'acquisto, la provenienza dei materiali (tubi, pezzi speciali e guarnizioni), indicandone lo stabilimento di produzione; detta provenienza dovrà essere approvata dalla Direzione dei lavori.

Sarà altresì facoltà della far eseguire prove di collaudo dei materiali in laboratori specializzati, a carico dell'Impresa.

B. MODALITA` DI POSA DEI TUBI E DEI RACCORDI

B.1 Norme generali

La posa in opera e la giunzione dei tubi devono essere effettuate da personale specializzato. La Direzione lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, far sospendere la posa delle tubazioni qualora il personale incaricato di tale lavoro non dia le necessarie garanzie per la perfetta riuscita dell'opera.

La posizione esatta in cui devono essere posti i raccordi ed i giunti deve essere riconosciuta ed approvata dal Direttore dei lavori.

Resta vietato l'impiego di spezzoni di tubo ove non sia riconosciuto necessario alla Direzione dei lavori. Qualora venisse riscontrato l'uso, non necessario, di spezzoni di tubo, l'Impresa appaltatrice dovrà, a sue spese, rifare il lavoro correttamente ed a suo carico saranno altresì tutte le maggiori spese da ciò derivanti per l'Amministrazione appaltante.

B.2 Preparazione del piano di posa

La posa dei tubi dovrà essere fatta, di norma, secondo le disposizioni che, tratto per tratto, impartirà la Direzione lavori.

Il fondo dello scavo, sia esso in terra che in roccia, non dovrà presentare rilievi o infossature superiori a 3 centimetri.

E' vietato l'uso di pezzi di pietra, calcestruzzo o laterizio sotto i tubi per stabilire gli allineamenti.

Le estremità di ciascun tratto di condotta in corso lavori di posa devono essere chiuse con tappi di legno ed in nessun altro modo.

Durante l'esecuzione dei lavori di posa l'Impresa appaltatrice adotterà tutti gli accorgimenti necessari per evitare danni alle condotte.

B.3 Modalità di posa

I tubi verranno calati nello scavo con mezzi adeguati, su fondo perfettamente livellato o su letto di posa già predisposto.

Prima di essere calati negli scavi tutti i tubi dovranno essere puliti nell'interno dalle materie che eventualmente vi fossero depositate.

- B.3a *Posa in opera di tubi a bicchiere con giunto elastico automatico tipo "Rapido"*

Si dovrà procedere alla lubrificazione della guarnizione e della sua sede nel bicchiere applicando un sottile velo di pasta lubrificante. Verrà quindi introdotta la guarnizione nell'apposito alloggiamento. Analoga operazione di lubrificazione verrà effettuata sulla estremità liscia del tubo, limitatamente al tratto da imboccare.

Per determinare la misura della penetrazione è opportuno tracciare sull'estradosso del tubo una linea di fede la cui distanza dalla estremità liscia deve essere di $5 \div 10$ mm inferiore alla profondità del bicchiere. Ciò allo scopo di assicurare discontinuità elettrica e meccanica della condotta.

Dopo aver imboccato l'estremità liscia del tubo, occorre controllarne il centramento mediante un righello metallico calibrato da introdurre nello spazio anulare tra l'interno del bicchiere e l'esterno della canna, fino a toccare la guarnizione.

Con una catena, agganciata sul bordo del bicchiere e con l'impiego di un apparecchio tipo "Tirfor", introduce il tubo fino a far coincidere la linea di fede tracciata con il piano frontale del bicchiere.

- B.3b *Posa in opera dei raccordi con giunto elastico meccanico tipo "Express"*

Si inserisce l'estremità liscia del tubo nella controflangia, con l'avvertenza che la parte concava della stessa deve essere rivolta verso il bicchiere da imboccare. Va poi introdotta la guarnizione che presenterà lo smusso dalla parte opposta alla controflangia.

Si provvederà poi ad imboccare l'estremità liscia del tubo, dopo aver verificato la coassialità. Quindi si controllerà il grado di compenetrazione e si introdurrà la guarnizione nella sua sede facendola scorrere sulla canna. Si provvederà poi a far scorrere la controflangia fino a farla aderire alla guarnizione su tutta la circonferenza.

Si sistemano i bulloni e si avvitano i dadi sino a portarli a contatto con la controflangia. Si procede al serraggio utilizzando una chiave dinamometrica.

Potrà eventualmente, a discrezione della Direzione lavori, essere effettuato il controllo delle coppie di serraggio, i cui valori indicativi dovranno essere :

◇ per bulloni con $\phi = 22$ mm : circa 12 kgm;

◇ per bulloni con $\phi = 27$ mm : circa 30 kgm.

C. PROVE DELLE CONDOTTE

L'Impresa appaltatrice dei lavori è strettamente obbligata ad eseguire al più presto possibile le prove dei tronchi di condotta posata e pertanto dovrà far seguire immediatamente alla esecuzione delle giunzioni la costruzione degli ancoraggi previsti.

L'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese a tutto quanto è necessario per la perfetta esecuzione delle prove e per il loro controllo da parte dell'Amministrazione appaltante. Dovrà quindi provvedere al riempimento delle tubazioni, ai piatti di chiusura, pompe, rubinetti, raccordi, guarnizioni e manometri registratori muniti di regolare certificato di taratura.

Le prove saranno effettuate per tratte di lunghezza media di metri 500, restando però in facoltà della Direzione dei lavori, a suo insindacabile giudizio, di aumentare o diminuire tali lunghezze.

Le prove da eseguirsi in ogni tratto saranno due: una a giunti scoperti e condotta seminterrata, l'altra a scavo chiuso per metà altezza. La prima prova avrà durata di 8 ore, la seconda di 4, salvo diverso ordine impartito dalla Direzione lavori.

Le tubazioni saranno sottoposte, nei singoli tratti ed in entrambe le prove, ad una pressione superiore di 5 bar alla pressione statica massima prevista per la tratta di tubazione cui appartiene il tronco in prova.

Le prove saranno effettuate riempiendo d'acqua il tronco in prova e raggiungendo gradualmente, in ragione di non più di 1 bar al minuto, la pressione stabilita, mediante pressa idraulica da applicarsi all'estremo più depresso del tronco stesso.

Durante il periodo in cui la condotta sarà sottoposta alla prova, il personale della Direzione lavori, in contraddittorio con quello dell'Impresa appaltatrice, eseguirà accuratissima visita di tutti i giunti. Pertanto, all'inizio della prova, i singoli giunti devono risultare puliti ed asciutti.

La buona riuscita della prova sarà dimostrata dai concordi risultati dei giunti e del grafico del manometro registratore. Qualora la prima prova non abbia dato risultati conformi alle prescrizioni relative ai singoli tipi di tubo, la prova dovrà essere ripetuta per tutta la sua durata, alle medesime condizioni. Le operazioni per fare ciò sono a totale carico dell'Impresa.

Eseguita la prima prova con esito favorevole, si procederà al rinterro della condotta utilizzando il materiale di scavo, purchè a pezzatura non superiore a 3 cm, fino a costituire un ricoprimento di cm 80 sulla generatrice superiore del tubo. In queste condizioni si procede nuovamente alla prova di tenuta idraulica.

Qualora, eseguita questa seconda prova, non si ottenessero risultati conformi alle prescrizioni relative ai singoli tipi di tubo, lo scavo dovrà essere riaperto, i giunti revisionati o rifatti, il rinterro rinnovato, la prova di nuovo eseguita con le stesse modalità e tempi di prima.

La sostituzione di tratti (fornitura del materiale e mano d'opera) che risultassero rotti o si rompessero durante le prove è a totale carico dell'Impresa.

Art. 18

TUBI IN RESINE TERMOINDURENTI RINFORZATE CON FIBRE DI VETRO (P.R.F.V.)

I tubi in resine termoindurenti rinforzate con fibre di vetro devono rispondere alle Norme UNI 9032 , UNI 9033 – parti da 1 a 17 , esclusa la parte 15 che è sostituita dalla UNI EN 761 – ed UNI ISO 7370 .

A. TIPI, CONDIZIONI E CAMPI DI IMPIEGO

I tubi ed i raccordi di cui trattasi sono previsti per impieghi sopra e sotto terra, per condotte pensili ed anche sotto acqua, per convogliamento di liquidi e per pressioni di esercizio non superiori alla pressione nominale PN (pressione interna massima ammissibile per servizio continuo a 20° C e per convogliamento di acqua) in assenza di altre sollecitazioni o carichi. Ogni differenza dalle condizioni sopraddette deve essere presa in considerazione per determinare la pressione di esercizio ammissibile .

Si distinguono per campo di impiego nei seguenti tipi :

Tipo	Condizione di impiego	Campo di impiego
T1	In pressione, con temperatura fino a 60 °C	Convogliamento acqua potabile / da potabilizzare
T2	In pressione, con temperatura fino a 60 °C	Convogliamento fluidi alimentari in genere
T3	In pressione, con temperatura fino a 80 °C	Convogliamento liquami e scarichi civili
T4	In pressione, con temperatura fino a 60 °C	Irrigazione
T5	In pressione, con temperatura fino a 80 °C: "liner", ove presente, idoneo all'impiego	Convogliamento prodotti chimici

I valori della temperatura di cui alla tabella precedente devono intendersi indicativi: essi dipendono dalla natura delle resine poliesteri insature componenti la struttura e dell'eventuali "liner" termoplastico.

I tubi per convogliamento di liquidi alimentari e di acqua potabile devono comunque rispondere alle prescrizioni igienico-sanitarie del Ministero della Sanità n° 174 del 06.04.2004 (acqua destinata al consumo umano) ed al Decreto del Ministero della Sanità 21/03/1973 (liquidi alimentari).

B. COMPOSIZIONE – CLASSE DEI TUBI

Il processo di formazione del tubo prevede l'applicazione di filamenti di vetro impregnati di resina su mandrino ruotante, per avvolgimento secondo varie configurazioni atte ad orientare i filamenti in modo che possano fornire la necessaria resistenza.

La funzione della resina è quella di legare i filamenti ed allo stesso tempo di proteggerli da azioni esterne o da abrasione interfibra.

Oltre alle resine termoindurenti potranno essere utilizzati i seguenti materiali:

- ◇ cariche di materiale inerte granulare (es. sabbia di quarzo o silice) per migliorare la qualità del tubo (rigidità, resistenza alla fiamma, all'urto, etc.);

- ◇ rinforzi costituiti da fibre di vetro, trattati con appretti idonei ad assicurare il perfetto legame tra matrice e rinforzo ; possono essere usati sotto forma di fili (roving) tagliati e non tagliati, di mat a fili tagliati e non tagliati, di mat di superficie o stuoia;
- ◇ componenti indurenti che portino alla completa polimerizzazione.

In relazione al metodo di fabbricazione ed alla composizione della parete, si distinguono le seguenti classi dei tubi :

Classe A	Tubi monoparete rinforzati con fibre di vetro prodotti su mandrino per avvolgimento di fili
Classe B	Tubi prodotti su mandrino con avvolgimento di rinforzo su di un tubo di materiali termoplastico (es. PVC) che rimane incorporato: sono indicati con il termine tecnico di " <i>tubi con liner termoplastico</i> "
Classe C	Tubi in "aggregato" ottenuti per avvolgimento, in cui oltre alle fibre di rinforzo è incorporata alle pareti una certa quantità di una data carica minerale (generalmente sabbia)
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

C. MATERIALI COMPONENTI

Tutti i materiali impiegati nella fabbricazione dei tubi dovranno avere caratteristiche tali da garantire che il manufatto finito soddisfi i requisiti di questa norma.

In particolare le caratteristiche generali dei componenti sono le seguenti:

C.1 Resina termoplastica

Per i tubi di classe B , il materiale impiegato per la formazione dell'anima ("liner") è normalmente il PVC policloruro di vinile non plastificato, corrispondente alle Norme UNI EN 1401-1 ed UNI EN 1905 in vigore per i tubi in PVC rigido , fatta esclusione per alcuni spessori .

C.2 Resine termoindurenti

La resina generalmente impiegata è del tipo poliestere insatura od epossidica. Possono tuttavia essere impiegate anche altre resine termoindurenti. Tutte le resine, quando polimerizzate, dovranno contribuire alla resistenza meccanica del manufatto e proteggerlo contro l'attacco chimico-fisico del prodotto convogliato alle condizioni di esercizio (pressione e temperatura) e contro gli agenti aggressivi dell'ambiente esterno.

Per garantire le massime caratteristiche fisico-meccaniche e di resistenza chimica ed ambientale, la polimerizzazione deve essere completa. Il grado di polimerizzazione viene verificato mediante determinazione dello stirene residuo (norma UNI 9033/6) . Per resine con reticolanti diversi dallo stirene , le prove di controllo della polimerizzazione devono essere concordate tra le parti .

C.3 Additivi e pigmenti

Le resine usate potranno contenere additivi, ad esempio per controllarne la viscosità, migliorarne la resistenza alla fiamma o all'abrasione, aumentarne il grado di rigidità, la resistenza all'urto, etc.

Qualora la colorazione sia espressamente richiesta dal committente, la resina potrà contenere pigmenti o coloranti, purchè di tipo compatibile con la resina e con l'uso previsto per il manufatto, cioè tali da non alterare le proprietà chimico-fisiche della resina stessa e dello stratificato finale.

C.4 Materiale di rinforzo

- C.4a *Fibre di vetro*

Le fibre di vetro saranno del tipo cosiddetto E (nonchè fibre o scaglie di vetro C, limitatamente allo strato interno del manufatto), trattate con appretti idonei ad assicurare un buon legame tra matrice e rinforzo. Tali fibre di vetro saranno utilizzate sotto forma di :

- filamenti continui paralleli (roving);
- mats, a fili continui o tagliati;
- velli o mats di superficie;
- tessuti.

I filamenti dovranno avere una resistenza a trazione minima di 14000 kg/cm².

- C.4b *Sabbia*

Materiali di rinforzo diversi da fibre di vetro possono essere impiegati limitatamente allo strato interno ricco di resina, ove non costituito da materiale termoplastico, ed allo strato esterno del tubo, purchè il manufatto realizzato possa subire senza danno le differenti azioni meccaniche, chimico fisiche e termiche alle quali può essere esposto.

La sabbia dovrà avere la più alta densità possibile, con un diametro massimo dei granelli di circa 1 mm, meglio se di 0,6 mm e con un basso contenuto di polveri.

Inoltre il contenuto di umidità sarà al massimo dell'1%, il contenuto di ferro inferiore allo 0,4%, il minimo contenuto di SiO₂ del 94%.

C.5 Acceleranti, catalizzanti, inibitori

Si potranno usare tutti quei prodotti commerciali che, nelle quantità previste dal produttore della resina, portano alla completa polimerizzazione dello stratificato, in relazione alle tecnologie impiegate.

C.6 Requisiti e prescrizioni

Le resine e gli altri materiali impiegati devono corrispondere ai requisiti delle rispettive norme (cfr. UNI 9033/2) ed avere caratteristiche tali da garantire che il prodotto finito soddisfi ai requisiti della norma.

Nel caso di tubi di tipo T1 e T2 è obbligo tenere conto delle prescrizioni di legge vigenti per i materiali costituenti lo strato interno.

C.7 Composizione della parete

La parete è costituita da :

- uno strato interno, eventualmente rinforzato, ricco di resina, in grado di offrire la massima resistenza nei confronti del prodotto convogliato per i tubi di classe A,C,D,E, ed F ;
- una guaina interna (liner) chimico-resistente, in tubo di materiale termoplastico (normalmente PVC) per tubi di classe B ;
- uno strato meccanico resistente :
 - per i tubi di classe B deve essere costruito sul liner di PVC ed a questo agganciato
 - per i tubi di classe F deve essere composto da due stratificati concentrici separati da uno spessore di materiale vario, generalmente a bassa densità, avente funzione di riempitivo strutturale o non, per aumentare il momento di inerzia della sezione ;
- uno strato esterno , eventualmente rinforzato, ricco di resina, in grado di offrire la massima resistenza nei confronti dell'ambiente circostante.

Detti strati costituiscono per il tubo (con esclusione dei tubi di tipo B) un unico elemento strutturale.

- C.7a *Strato interno*

Per i tubi di classe A, C, D, E ed F questo strato deve avere spessore complessivo non minore di 1,3 mm (2,3 mm per tubi di tipo T5) ed inoltre non presentare zone di delaminazione, di scarsità di resina o di rinforzo.

Esso è così costituito :

- strato interno ricco di resina che deve avere spessore non minore di 0,3 mm e può essere rinforzato con mat di superficie (fibre di vetro C od altre fibre) o con scaglie di vetro C.; il contenuto percentuale in massa di resina non deve essere minore dell'80%; questo strato , quando polimerizzato, deve essere privo di difetti come screpolature ed incrinature e non deve presentare cavità o bolle d'aria aventi profondità maggiori dell'80% dello spessore totale ;
- per i tubi di classe B : liner termoplastico , costituito da un tubo in PVC o eventualmente altro materiale plastico.

- C.7b *Strato intermedio*

Sullo strato interno deve essere realizzato un altro strato con mat a fili tagliati di massa areica non maggiore di 450 g/m² o con una equivalente quantità di fili (roving) tagliati e disposti meccanicamente; lo spessore totale di questo strato non deve essere minore di 1 mm (2 mm per i tubi di tipo T5) ed il suo contenuto in massa di rinforzo deve essere non minore del 25% e non maggiore del 40%; anche questo strato deve essere privo di difetti visibili come cavità e bolle d'aria, aventi profondità maggiori del 35% dello spessore in questione.

- C.7c *Strato meccanico-resistente*

- Per i tubi di classe A, B ed E questo strato è composto dai seguenti rinforzi: mat, fili (roving) tagliati e disposti meccanicamente, fili (roving) continui, stuoie, tessuto ; quando polimerizzato, deve essere privo di difetti evidenti di lavorazione, come zone di delaminazione, zone di scarse resine o di scarso rinforzo ; il contenuto di massa di rinforzo non deve essere minore del 25% .
- Per i tubi di classe C e D ai rinforzi fibrosi indicati vengono aggiunti materiali inerti di vario tipo in forma di polvere (sabbia, carbonati, etc.) ; questo strato, quando polimerizzato, deve essere privo di difetti evidenti di lavorazione, come zone di delaminazione, zone di scarse resine o di scarso rinforzo ; il contenuto di massa di rinforzo non deve essere minore del 25% .
- Per i tubi di classe F, questo strato è costituito da tutti quegli elementi strutturali che concorrono alla resistenza meccanica del tubo e che non appartengono né allo strato interno né a quello esterno (per esempio parete esterna od interna o costole di collegamento per tubo a doppia parete) ; tale strato è composto da un sandwich costituito da due stratificati uniti da un'anima con eventuali nervature di collegamento; le piattabande del sandwich sono realizzate con stuoie, mat, tessuti, filamenti continui etc., aventi un contenuto minimo di rinforzo pari al 25% in massa ; le eventuali costolature sono costituite da resina termoidurente rinforzata o caricata; le parti in PRFV presenti in questo strato, quando polimerizzate, devono essere prive di difetti evidenti di lavorazione, come zone di delaminazione, zone di scarse resine o di scarso rinforzo .

- C.7d *Strato esterno*

Questo strato, rinforzato o non rinforzato, deve avere spessore minimo di 0,2 mm; deve essere ricco di resina (contenuto minimo in massa: 80%) e privo di fibre affioranti.

Questo strato può contenere una sostanza assorbente di raggi ultravioletti.

D. REQUISITI TECNICI

D.1 Dimensioni (riferite alla temperatura di (23±2)°C)

- D.1a *Diametri*

- Tubi di classe A, C, E ed F : è dichiarato il diametro interno D_i che coincide con il diametro nominale DN
- Tubi di classe B con "liner" termoplastico : è dichiarato il diametro D_i che non coincide con il diametro nominale DN ma con il diametro interno del tubo di materiale termoplastico ;
- Tubi di classe D , ottenuti per centrifugazione : è dichiarato il diametro esterno D_e ; il diametro interno è funzione dello spessore e non è normalizzato .

I valori e gli scostamenti limite dei diametri esterni D_e dei tubi di classe D sono riportati nella tabella che segue :

TABELLA 1
TUBAZIONI MONOPARETE PRODOTTE PER CENTRIFUGAZIONE (*TUBI di CLASSE D*)

Diametro nominale	Diametro esterno	Tolleranza
DN [mm]	D_e [mm]	[mm]
100	106.0	+1.8/-2.0
125	132.0	+1.8/-2.0
150	157.0	+1.9/-2.0

200	208.0	+2.0/-2.0
250	259.0	+2.1/-2.0
300	310.0	+2.3/-2.0
350	361.0	+2.4/-2.0
400	412.0	+2.5/-2.0
500	514.0	+2.8/-2.0
600	616.0	+3.0/-2.0
700	718.0	+3.3/-2.0
800	820.0	+3.5/-2.0
900	922.0	+3.8/-2.0
1000	1020.0	+4.0/-2.0
1200	1228.0	+4.5/-2.0
1400	1432.0	+5.0/-2.0
1600	1636.0	+5.5/-2.0
1800	1840.0	+6.0/-2.0
2000	2044.0	+6.5/-2.0
2200	2248.0	+7.0/-2.0
2400	2452.0	+7.5/-2.0

- D.1b *Lunghezze*

Per i tubi prodotti per centrifugazione (classe D) la lunghezza massima è di m 6. Le tolleranze rispetto alle lunghezze utili (= lunghezze totali diminuite della profondità di inserimento di un estremità del tubo nell'eventuale bicchiere del tubo contiguo) dichiarate dal fabbricante devono rientrare nei limiti di [+40; -10] mm per almeno il 70% di ogni lotto di fornitura.

- D.1c *Spessore della parete*

Nei tubi di classe A, B, C, D, E gli spessori non devono essere in nessun caso minori di quelli dichiarati dal fabbricante.

D.2 Classi di pressione

Le PRESSIONI NOMINALI PN [bar] previste dalla normativa sono quelle indicate qui di seguito :

1 – 2,5 – 3,2 – 4 – 5 – 6 – 8 – 10 – 12,5 – 16 – 20 – 25 – 32 – 40 .

Per pressioni maggiori di 40 bar saranno presi accordi fra le parti contraenti.

D.3 Classi di rigidità

Le classi di rigidità indicano la rigidità del tubo nei riguardi della deformazione trasversale ; utilizzano per la classificazione il valore iniziale di RG in [Pa], determinato come indicato nella UNI 9033/8 .

Le classi di rigidità sono quelle di seguito indicate :

1250 – 2500 – 5000 – 10000

D.4 Ovalizzazioni

Per ovalizzazione si intende il rapporto tra la differenza dei diametri massimo e minimo ed il diametro medio misurato secondo UNI 9033/4, moltiplicato per 100.

In tutti i casi i valori della ovalizzazione per le diverse classi di rigidità non devono essere maggiore dei seguenti valori :

classe da 1250 fino a 5000 2 %
 classe oltre 5000 fino a 10000 1 %

Inoltre l'ovalizzazione è accettabile solamente se può essere ridotta con opportune attrezzature entro i limiti di tolleranza sopra precisati, senza provocare lesioni nello strato interno.

D.5 Giunzioni

Le giunzioni possono essere realizzate in diversi modi :

- testa a testa : mediante fasciatura con rinforzi in fibre di vetro impregnati di resina termoindurente ;
- a bicchiere : per incollaggio, oppure con anello elastomerico , oppure con filettatura ; il bicchiere può parte di un raccordo o essere predisposto sul tubo in fase di produzione ;
- a flangia : fissa, predisposta nel tubo o raccordo in fase di produzione, oppure mobile.

Le giunzioni devono rispondere a tutti i requisiti dei tubi .

D.6 Designazione dei tubi - Marcatura

La designazione dei tubi deve comprendere :

1. la dicitura “ PRFV “;
2. il riferimento alla norma “ UNI 9032 “ ;
3. la classe (es. “D” se monoparete prodotto per centrifugazione – cfr. pag. 35) ;
4. la natura della resina e dei materiali di rinforzo dello strato meccanico-resistente e la tecnologia di produzione, secondo le sigle di identificazione alla pagina seguente (es. “A5/R”) ;
5. il diametro nominale DN (es. “800”) ;
6. il tipo di utilizzazione (es. “T1” se per acqua potabile – cfr. pag. 35) ;
7. la pressione nominale PN (es. “PN 12”) ;
8. l'indice di rigidità trasversale o classe (es. “5000”)

Es. di designazione : PRFV UNI 9032 D A5/R 800 T1 PN12 5000

Le sigle di identificazione dei materiali e delle tecnologie di produzione sono le seguenti :

Sigla	Tecnologia	Resina	Rinforzo
A1	Avvolgimento	Poliestere	Roving (fili)
B1	Avvolgimento	Epossidica	Roving
A2	Manuale o per avvolgimento	Poliestere	Mat e/o roving da taglio - stuoie
B2	Manuale o per avvolgimento	Epossidica	Mat e/o roving da taglio - stuoie
A3	Taglio e spruzzo	Poliestere	roving da taglio
B3	Taglio e spruzzo	Epossidica	roving da taglio
A4	Misto	Poliestere	Mat – roving
B4	Misto	Epossidica	Mat – roving
A5	Centrifugazione	Poliestere	Roving da taglio – mat – roving – stuoie
B5	Centrifugazione	Epossidica	Roving da taglio – mat – roving – stuoie

Se, oltre ai rinforzi definiti nel prospetto di cui sopra, i tubi contengono anche cariche inerti (sabbia, carboidrati, etc.) , la sigla di cui alla prima colonna deve essere seguita dal simbolo “R” (=riempitivo) : es. A5/R oppure A5 R

La marcatura dei tubi, duratura e leggibile, eseguita nella zona centrale del tubo, deve comprendere la designazione completa come all'esempio sopra riportato ed inoltre :

- il numero di matricola ;
- la ragione sociale e/o il marchio di fabbrica del produttore ;
- la data di produzione espressa in 4 cifre, di cui le prime due indicano il mese e le ultime due l'anno (mm /gg / aa).

D.6 Proprietà fisico-meccaniche

• D.6a Aspetto

La superficie interna deve essere liscia ed uniforme , esente dalle irregolarità e dai difetti seguenti : bruciature, delaminazioni interne, crateri, bolle d'aria, vesciche, protuberanze, lesioni, scheggiature sui bordi, zone asciutte, fibre affioranti, screpolature.

All'ispezione esterna il tubo non deve presentare , se non nella misura ammessa, i seguenti difetti : bolle d'aria, bruciature, crateri, delaminazioni, fratture, lesioni, scheggiature, screpolature, zone asciutte, fibre affioranti .

Per i tubi con liner termoplastico la superficie interna deve essere esente da irregolarità e da difetti.

- D.6b *Tenuta idraulica alla pressione interna*

Nel tubo sottoposto a 1,5 volte la pressione nominale PN non devono manifestarsi lesioni di qualsiasi genere e non si devono manifestare perdite.

- D.6c *Resistenza alla fessurazione ed allo scoppio*

In base alle prove descritte nella UNI 9033/7 :

- detta PF la pressione di fessurazione ovvero la pressione interna che provoca lesioni allo strato interno ;
- detta PR la pressione di rottura ovvero la pressione interna alla quale si hanno danni notevoli (quali delaminazione, rottura delle fibre di vetro nello strato meccanico-resistente) che interessano la struttura del tubo , [PF e PR possono coincidere]

deve essere :

$$PF > 4 PN \quad e \quad PR > 4 PN$$

- D.6d *Resistenza meccanica trasversale (tubi delle classi A,B,C,D, ed F)*

La resistenza meccanica trasversale iniziale è caratterizzata dall'indice di rigidità trasversale, in Pascal .

Il valore iniziale RG, determinato come indica la norma UNI 9033/8 , viene impiegato per la classificazione della rigidità del tubo nei riguardi della deformazione trasversale.

Le classi di rigidità sono indicate nel prospetto seguente :

Classe	Indice di rigidità [Pa]
1250	da 1250 fino a 2500
2500	oltre 2500 fino a 5000
5000	oltre 5000 fino a 10000
10000	oltre 10000

- D.6e *Resistenza a lungo termine*

Per resistenza a lungo termine si intende il complesso di caratteristiche meccaniche residue del manufatto a 50 anni.

F. PROVE E COLLAUDI

F.1 Classi di prova e campionamento

Nel prospetto che segue sono elencate tutte le prove da eseguirsi sui tubi in PRFV , con l'indicazione delle classi di prova come definite dalla norma UNI 9033/1 :

- prove di accettazione (PA) o di controllo corrente della produzione ;
- prove di tipo (PT) per la qualificazione tecnologica ;
- prove di sistema (PS) per l'accertamento di requisiti particolari per determinate condizioni di impiego .

Nel prospetto medesimo è indicato altresì il numero di provette che deve essere impiegato per ogni prova e/o ogni lotto di fornitura; per maggiori precisazioni sul campionamento e sui criteri di accettazione si rimanda alla UNI 9033/1 – punti 6 e 7.

Per le prove di classe PA viene indicato il numero di provette minimo in relazione alla numerosità della fornitura in esame; per le prove di classe PT e PS è indicato il numero di provetto minimo richiesto per l'affidabilità di ogni singola prova.

Gruppo	UNI 9033	Classe	Controllo da effettuare	N° Tubi o provette da
	parte	di prova		sottoporre a collaudo
Gruppo A Prove non distruttive	2	PA	Controllo delle materie prime	Cfr. UNI 9033/2
	3	PA	Esame visivo	Tutti
	4	PA	Dimensioni	N° 2 tubi per lotto
	5	PA	Tenuta idraulica	N° 2 tubi per lotto

Gruppo B Prove distruttive per determinazione caratteristiche a breve termine	6	PA	Controllo della polimerizzazione	N° 1 provetta per fornitura, diametro e classe	
	7	PA	Pressione di fessurazione/ rottura		
	8	PA	Rigidità trasversale		
	9	PS	Resistenza all'urto (D < 300 mm)		N° 5 provette
	9	PS	Resistenza all'urto (D > 300 mm)		N° 4 – 3 – 2 provette
	10	PS	Resistenza al taglio		N° 5 provette
	11	PS	Resistenza all'abrasione		N° 7 provette
Gruppo C Prove distruttive per determinazione caratteristiche a lungo termine per qualificaz. tecnol.	12	PT	Pressione di fessurazione/ rottura	Metodo A: 18; metodo B: 18 pr.	
	13	PT	Resistenza longitudinale	Metodo A: 3; metodo B: 5 prov.	
	14	PT	Rigidità trasversale	N° 3 provette	
	15	PT	Scorrimento sotto carico (creep)	N° 3 provette	
	16	PT	Rilassamento	N° 3 provette	
Gruppo D	17	PS	Pressione di collasso	N° 3 provette	

F.2 Requisiti

Nel prospetto che segue sono indicati i requisiti che devono possedere le caratteristiche determinate dalle diverse prove.

Data la diversità delle classi e dei tipi di tubi e le differenti applicazioni previste, i requisiti per molte caratteristiche fisico-meccaniche devono essere concordati tra le parti nei capitolati di fornitura .

Caratteristica	Requisito	UNI 9033 Parte
Controllo materie prime	Conformità ai valori concordati	2
Aspetto (esame visivo)	Assenza di irregolarità e difetti, secondo UNI 9033/3	3
Dimensioni	Conformità alle dimensioni e tolleranze di cui alla UNI 9033	4
Tenuta idraulica	Nessuna lesione né perdita nelle prove con P = 1,5 PN	5
Grado di polimerizzazione	Contenuto di stirene monomero non reagito minore di 0,5%, ad esclusione di tubi ad uso chimico e tubi di classe B	6
Pressione di fessurazione	PF > 4 PN	7
Rigidità trasversale	Conformità dell'indice RG e del fattore SF ai valori dichiarati	8
Rigidità trasversale a lungo termine	Solo quando applicato il metodo A della UNI 9033/12 : conformità dell'indice RG al valore dichiarato	14
Resistenza all' urto	Nessun danneggiamento visibile né alcuna perdita dopo 24 ore a pressione di 1,5 PN nelle condizioni concordate	9
Resistenza al taglio	Conformità ai valori dichiarati di T _P e T _N	10
Resistenza all' abrasione	Conformità ai valori dichiarati	11
Pressione di fessurazione e/o rottura a lungo termine	Valore della pressione di fessurazione residua estrapolata a 50 anni non minore del valore dichiarato	12 e 7
Resistenza longitudinale	Metodo A : mediante pressione interna Metodo B : mediante provetta ricavata da parete σ_{RL} non minore dei valori dichiarati	13
Scorrimento sotto carico	Fattore di scorrimento α_s conforme al valore dichiarato	15
Rilassamento	Curve di rilassamento conformi a quanto dichiarato	16
Pressione di collasso	Curve della pressione esterna (o depressione interna) in funzione del tempo	17

G. CALCOLI STATICI

L'Impresa dovrà presentare alla Direzione lavori i calcoli relativi ad ogni tronco di tubazione tendenti alla verifica degli spessori delle tubazioni in relazione alle pressioni nominali ed i carichi esterni di progetto.

Tali calcoli, disegni e grafici dovranno essere firmati da un ingegnere iscritto all'albo e controfirmati dal responsabile dell'Impresa.

Il calcolo statico dei singoli elementi della tubazione dovrà essere eseguito considerando le massime sollecitazioni a cui saranno sottoposti gli stessi nelle più onerose condizioni di esercizio e di prova in opera..

Le sollecitazioni da determinare, a tubazione vuota ed a tubazione piena, saranno quelle massime indotte dal sovrapporsi degli effetti opportunamente considerati come agenti simultaneamente, nelle due condizioni a breve ed a lungo termine.

Art. 19

PROVE DEI MATERIALI

In correlazione a quanto prescritto nei precedenti articoli circa la qualità e le caratteristiche dei materiali per la loro accettazione, l'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali stessi, da sottoporsi a sue spese alle prove presso il laboratorio sperimentale del T.C.I. di Milano.

CAPO II°

MODALITA` DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO

Art. 20

PRESCRIZIONI GENERALI DI ESECUZIONE DEI LAVORI

Per tutte quelle categorie di lavori per i quali non si trovino prescritte speciali norme nel presente foglio del Capitolato Speciale, l'Impresa dovrà seguire i migliori procedimenti prescritti dalla tecnica ed attenersi agli ordini che potrà impartire la Direzione lavori.

Per i lavori di costruzione e collaudo di connessioni di scarico e collettore di fognatura si fa riferimento alla UNI EN 1610.

Art. 21

TRACCIAMENTI

Sarà cura e dovere dell'Impresa, prima di iniziare i lavori, di procurarsi presso la Direzione dei lavori tutti i dati costruttivi, le misure e gli ordini particolari inerenti e poi eseguire il tracciamento a mezzo di picchetti, sagome e modine, ecc.

Si deve effettuare un preventivo rilevamento sufficiente a localizzare tubi, cavi ed altre opere sotterranee. Se i risultati del rilevamento sono tali da influenzare il tracciato e l'altimetria , ciò dovrà essere notificato al Progettista.

L'asse e la larghezza alla sommità della trincea devono essere accuratamente tracciati, marcati e dotati di riferimenti.

Quando richiesto, si devono istituire segni di riferimento temporanei in posizioni stabili la cui manomissione sia improbabile.

Il tracciamento deve essere sottoposto alla Direzione dei lavori per il controllo; soltanto dopo l'assenso di questa si potrà iniziare le relative opere.

Quantunque i tracciamenti siano fatti e verificati dalla Direzione dei lavori, l'Impresa resta responsabile della esattezza dei medesimi e quindi sarà obbligata a demolire e rifare a sue spese quelle opere che non risultassero eseguite conformemente ai disegni di progetto ed alle prescrizioni della Direzione dei lavori.

Le zone adibite a discarica dovranno essere ricercate dalla Ditta esecutrice delle opere e saranno a suo carico tutti gli oneri derivanti dalle autorizzazioni sia dei privati, che del Comune interessato nonché degli Uffici preposti.

E' pure a carico dell'Impresa la sistemazione del terreno delle zone interessate alla discarica, dopo il completamento dell'opera.

Art. 22

SCAVI

Gli scavi in genere saranno eseguiti nelle forme e nelle dimensioni stabilite dalle sezioni tipo di progetto, ovvero dalla Direzione dei lavori.

Le scarpate degli scavi saranno costituite con inclinazioni appropriate in relazione alla natura del terreno e l'Impresa dovrà sostenerle con convenienti armature, qualora si rendesse necessario, restando a suo carico ogni danno alle persone, alle cose ed alle opere per spostamenti o franamenti.

Gli scavi saranno compensati in base alle dimensioni convenzionali, previste nelle sezioni tipo, e qualora le sezioni assegnate, per qualsiasi motivo, venissero maggiorate, l'Impresa non avrà alcun diritto ad alcun compenso per i maggiori volumi di scavo.

La stessa, inoltre, sarà tenuta ad eseguire a proprie spese tutte quelle maggiori opere che si rendessero di conseguenza necessarie, fatta eccezione per tutti i casi nei quali i maggiori volumi di scavo e le conseguenti maggiori spese siano espressamente ordinati dalla Direzione dei lavori.

L'Impresa sarà tenuta ad evitare che le acque provenienti dall'esterno o da tubazioni di ogni genere che durante i lavori venissero accidentalmente interrotte, possano compromettere la buona riuscita dei lavori.

Provvederà, quindi, a sua cura e spesa ad allontanare le acque stesse ed a ripristinare quanto prima le tubazioni interrotte.

1. Scavi in galleria

I pozzi per l'attacco delle gallerie si apriranno, in asse o lateralmente alle stesse, nei punti indicati dalla Direzione dei lavori; essi saranno solidamente armati e scenderanno fino al piano inferiore della fondazione della canalizzazione o, se si entra nella falda acquifera, fino al piano di posa dei drenaggi.

L'avanzamento dello scavo in galleria si farà con due squadre per ogni pozzo; il lavoro dovrà essere avviato non appena siano in posto i due quadri di inizio e proseguirà ininterrottamente fino all'incrocio dei due attacchi.

Qualunque sia la distanza fra i pozzi, nessun speciale compenso sarà dovuto all'Appaltatore.

2. Scavi in trincea

Nella esecuzione degli scavi in trincea, l'Appaltatore, senza che ciò possa costituire diritto e speciale compenso, dovrà uniformarsi, riguardo alla lunghezza delle tratte da scavare, alle prescrizioni impartite dalla Direzione dei lavori.

• 2.1 *Trincee per la posa di collettori di fognatura*

Si fa riferimento alla Norma UNI EN 1610.

Le trincee devono essere progettate e scavate in maniera tale da garantire una installazione corretta e sicura delle tubazioni.

Se per la costruzione è necessario accedere a pareti esterne di strutture sotterranee (es. pozzetti), si deve prevedere uno spazio minimo protetto largo 50 cm.

Se due o più tubi devono essere posati nella stessa trincea o sotto un terrapieno, la distanza orizzontale minima fra le tubazioni dovrà essere di 0,35 m per tubi fino a DN 700 compreso e di 0,50 m per tubi maggiori di DN 700.

Vanno predisposte misure adeguate per proteggere dal rischio di danneggiamento altre eventuali tubazioni di alimentazione, connessioni o collettori o costruzioni esistenti.

La larghezza delle trincee non deve superare il valore massimo specificato nel progetto. Se ciò non è possibile, il problema deve essere sottoposto al Progettista.

La larghezza minima ($D_e + x$ [m]) deve essere il valore più grande fra quelli di cui ai seguenti prospetti, in cui D_e è il valore [m] del diametro esterno della tubazione e β è l'angolo di inclinazione (sull'orizzontale) della pareti della trincea senza cassetatura :

La larghezza minima delle trincee di cui alla pagina seguente può essere modificata nel caso in cui al personale non sarà mai richiesto di entrare nelle trincee (posa tubazioni automatica) , né di entrare tra la tubazione e la parete della trincea o in condizioni di ristrettezza non modificabili . Saranno necessarie, in questi casi, misure speciali in fase di progetto e di costruzione.

1 - Larghezza minima della trincea in funzione del Diametro esterno della tubazione

2 - Larghezza minima della trincea in funzione della profondità della trincea

DN	Larghezza minima trincea = $D_e + x$ [m]		
	Trincea supportata	Trincea non supportata	
		$\beta > 60^\circ$	$\beta \leq 60^\circ$
DN \leq 225	$D_e + 0,40$	$D_e + 0,40$	$D_e + 0,40$
225 < DN \leq 350	$D_e + 0,50$	$D_e + 0,50$	$D_e + 0,40$
350 < DN \leq 700	$D_e + 0,70$	$D_e + 0,75$	$D_e + 0,40$
700 < DN \leq 1200	$D_e + 0,85$	$D_e + 0,85$	$D_e + 0,40$
DN > 1200	$D_e + 1,00$	$D_e + 1,00$	$D_e + 0,40$

Profondità H trincea	Larghezza minima trincea
[m]	[m]
H < 1,00	Non è richiesta una larghezza minima
1,00 < H \leq 1,75	0,80
1,75 < H \leq 4,00	0,90
H > 4,00	1,00

La stabilità delle trincee deve essere garantita mediante un opportuno sistema di cassetatura o inclinando le pareti oppure usando altri mezzi idonei.

La pendenza del fondo delle trincee ed il materiale di composizione devono essere conformi alle specifiche di progetto. Se viene manomesso il materiale del fondo, se ne deve ripristinare la capacità portante originaria con mezzi idonei.

Qualora i tubi debbano essere posati sul fondo della trincea, questo deve essere sistemato con la pendenza e la forma richieste per fornire sostegno al tubo. Nel letto di posa o nel fondo della trincea – a seconda dei casi - si devono prevedere le nicchie per le giunzioni a bicchiere.

In condizioni di temperature rigide (gelo) può essere necessario proteggere il fondo della trincea in modo che sotto o intorno al tubo non ci siano strati congelati.

Qualora il fondo della trincea abbia zone instabili o con terreno a bassa capacità portante, occorre rimuovere il materiale e sostituirlo con altro più adatto, per es. sabbia, ghiaietto e materiali trattati con leganti idraulici . Se questo riguarda zone estese , occorre rivedere i calcoli di resistenza meccanica e, se questi ne confermano la necessità, procedere alla costruzione di strutture palificate usando traverse o selle, travi longitudinali o solette in c.a. che colleghino i pali.

Si deve altresì prendere in considerazione la presenza di eventuali differenze nelle proprietà del terreno (proprietà di cedimento e di assestamento) per agire opportunamente nelle zone di passaggio da una condizione all'altra.

- *2.1 Scavi in prossimità di edifici*

Qualora i lavori si sviluppino lungo strade affiancate da edifici, gli scavi dovranno essere preceduti da attento esame delle loro fondazioni, integrato da sondaggi tesi ad accertare natura, consistenza e profondità, quando si possa presumere che lo scavo della trincea risulti pericoloso per la stabilità dei fabbricati.

Verificandosi tale situazione, l'Appaltatore dovrà ulteriormente procedere, a sue cure e spese, ad eseguire i calcoli di verifica della stabilità nelle peggiori condizioni che si possano determinare durante i lavori ed a progettare le eventuali opere di presidio, provvisorie o permanenti, che risulti opportuno realizzare.

Le prestazioni relative ai sondaggi ed alla realizzazione delle opere di presidio alle quali, restando ferma ed esclusiva la responsabilità dell'Appaltatore, si sia dato corso secondo modalità consentite dalla Direzione dei lavori, faranno carico all'Amministrazione appaltante e verranno remunerate con i prezzi di elenco.

Qualora, lungo le strade sulle quali si dovranno realizzare le opere, qualche fabbricato presenti lesioni o, in rapporto al suo stato, induca a prevederne la formazione in seguito ai lavori, sarà obbligo dell'Appaltatore redigerne lo stato di consistenza in contraddittorio con le proprietà interessate, corredandolo di una adeguata documentazione fotografica ed installando, all'occorrenza, idonee spie.

- *2.2 Interferenza con servizi pubblici*

Qualora, durante i lavori, si intersechino dei servizi pubblici sotterranei (condutture per acque e gas, cavi elettrici, telefonici e simili, nonché manufatti in genere), saranno a carico dell'Amministrazione appaltante esclusivamente le spese occorrenti per quegli spostamenti di tali servizi che, a giudizio della Direzione dei lavori, risultino strettamente indispensabili.

Tutti gli oneri che l'Impresa dovrà sostenere per le maggiori difficoltà derivanti dai lavori a causa dei servizi stessi si intendono già remunerati dai prezzi stabiliti dall'Elenco per l'esecuzione degli scavi.

- *2.3 Materiali di risulta*

Senza che ciò dia diritto a pretendere delle maggiorazioni sui prezzi di Elenco, i materiali scavati che, a giudizio della Direzione dei lavori, possono essere riutilizzati, ed in modo particolare quelli costituenti le massicciate stradali, le cotiche erbose ed il terreno di coltivo, dovranno essere depositati in cumuli distinti in base alla loro natura, se del caso eseguendo gli scavi a strati successivi, in modo da poter asportare tutti i materiali di interesse prima di approfondire le trincee.

Di norma, il deposito sarà effettuato a lato di queste ultime, in modo, tuttavia, da non ostacolare o rendere pericolosi il traffico e l'attività delle maestranze, adottando inoltre gli accorgimenti atti ad impedire l'allagamento degli scavi da parte delle acque superficiali, gli scoscendimenti dei materiali ed ogni altro eventuale danno che, comunque, nel caso avesse a verificarsi, dovrà essere riparato a tutte cure e spese dell'Appaltatore.

Quando il deposito a lato delle trincee non fosse richiesto o, per qualsiasi motivo, possibile, il materiale di risulta dovrà, di norma, essere caricato sui mezzi di trasporto direttamente dalle macchine o dagli operai addetti allo scavo e sarà quindi avviato, senza deposito intermedio, ai rinterri.

Solo qualora, per qualsiasi motivo, non sia possibile nè il deposito nè l'immediato reimpiego, sarà ammesso il provvisorio accumulo dei materiali da reimpiegarsi nei rinterri nelle località che saranno prescritte, o comunque accettate, dalla Direzione dei lavori.

In tutti i casi, i materiali eccedenti e quelli che non siano impiegabili nei rinterri, dovranno essere direttamente caricati sui mezzi di trasporto all'atto dello scavo ed avviati a scarica senza deposito intermedio.

Art. 23

DRENAGGI ED OPERE DI AGGOTTAMENTO

Le canalizzazioni ed i manufatti saranno costruiti mantenendo il piano di fondazione costantemente all'asciutto.

Le acque, siano esse piovane, di infiltrazione, di sorgente o provenienti da perdite nelle tubazioni, devono essere allontanate con metodi di drenaggio che non devono influire sulle tubazioni, né sul loro rinfiacco e rivestimento, né devono provocare perdita di materiale fine.

Occorre inoltre tener conto dell'influenza del drenaggio sul movimento della falda freatica e sulla stabilità della zona circostante.

In caso di necessità, si collocherà sotto il piano di fondazione un canaletto od un tubo di drenaggio od una platea formata da file staccate di conci di calcestruzzo, così da ottenere, con l'impiego di pompe o naturalmente, l'abbassamento della falda freatica sotto il piano di fondazione. Sopra i tubi di drenaggio, si stenderà uno strato di ghiaia; sui conci si collocheranno lastre per la copertura dei relativi canaletti e su queste uno strato di ghiaia; dopo di che si cominceranno i lavori.

Gli scavi dovranno, di norma, essere eseguiti da valle verso monte per consentire lo smaltimento delle acque a deflusso naturale. Quando questo sia possibile, l'Appaltatore non avrà alcun diritto ad alcun particolare compenso per aggotamenti. Nel caso si dovesse provvedere all'aggottamento degli scavi o all'abbassamento artificiale della falda con pozzi drenanti, l'Impresa dovrà mettere a disposizione i mezzi d'opera occorrenti.

Qualora si tratti di scavi in galleria, le pompe verranno collocate nei pozzi d'attacco e le tine saranno affondate per almeno un metro al di sotto del fondo dei pozzi. La Direzione dei lavori potrà prescrivere il numero delle pompe, le caratteristiche dimensionali, le località d'impianto, l'inizio e la cessazione del funzionamento.

Qualora tuttavia l'Appaltatore non assuma i provvedimenti atti ad evitare il recapito di acque superficiali entro gli scavi, l'aggottamento sarà a totale suo carico.

Per le opere di cui trattasi, sono a carico dell'Impresa le impalcature di sostegno e le opere di riparo dei meccanismi, le prestazioni ed i materiali occorrenti all'impianto, esercizio, smontaggio, da un punto all'altro dei lavori, dei meccanismi stessi, nonché le linee di adduzione di energia elettrica e le relative cabine.

Si intendono pure già remunerati con maggiori compensi stabiliti dall'elenco prezzi, il noleggio, la posa e lo sgombero dei tubi di aspirazione e di quelli necessari all'allontanamento delle acque aspirate dalle pompe fino allo scarico. L'Impresa è obbligata ad adoperare motori e pompe di buon rendimento, nonché ad assumere tutti i provvedimenti atti a mantenerlo tale per tutta la durata dell'impiego.

Dovendo scaricare nella fognatura stradale le acque di aggotamento, si dovranno adottare gli accorgimenti atti ad evitare interramenti od ostruzioni dei condotti. In ogni caso, ad immissione ultimata, l'Impresa dovrà tempestivamente provvedere, a sua cura e spese, alla pulizia dei condotti utilizzati.

Nel caso in cui fosse necessario un funzionamento continuo degli impianti di aggotamento, l'Impresa, a richiesta della Direzione dei lavori e senza alcun particolare compenso oltre quelli stabiliti dall'Elenco prezzi, dovrà procedere all'esecuzione delle opere con due turni giornalieri e con squadre rafforzate allo scopo di abbreviare al massimo i tempi di funzionamento degli impianti.

L'Impresa sarà inoltre ritenuta responsabile di ogni eventuale danno e maggiore spesa conseguenti all'arresto degli impianti di aggotamento, nonché al rallentamento dei lavori per detto motivo.

Per l'eliminazione delle acque di infiltrazione si veda altresì la Norma UNI EN 1610 – Appendice A.

Art. 24

POSA IN OPERA DI CONNESSIONI DI SCARICO E COLLETTORI DI FOGNATURA

1. Movimentazione manufatti , immagazzinamento

I componenti , ispezionati ed esaminati alla consegna ed anche immediatamente prima dell'installazione , devono essere movimentati con idonee attrezzature ed idonei metodi sia per motivi di sicurezza che per evitare danneggiamenti.

Tutti i componenti devono essere immagazzinati in modo da conservarsi integri e da non subire degradazioni ; i componenti elastomerici devono essere tenuti puliti e protetti dalla luce solare, dall'olio e da fonti di ozono (es. apparecchiature elettriche).

I tubi devono essere fissati in modo che non rotolino , evitando altezze di impilamento eccessive per non sovraccaricare i tubi della parte inferiore della pila. Non si devono collocare pile di tubi in prossimità di trincee aperte.

Ove necessario, i tubi devono essere posati su supporti che li tengano sollevati dal terreno: ciò vale in presenza di tubi con rivestimento protettivo oppure in condizioni atmosferiche molto fredde (effetto di incollamento al terreno).

2. Posa in opera tubazioni

• 2.1 *Modalità della posa*

La posa in opera dei tubi dovrebbe iniziare dalla estremità a valle, con i bicchieri rivolti a monte.

Quando i lavori venissero interrotti per un periodo di tempo piuttosto lungo, si dovrebbero chiudere temporaneamente le estremità con tappi protettivi. In ogni caso si deve impedire che nei tubi entrino materiali estranei e comunque questi vanno tolti quando vi fossero entrati.

Nella posa in opera delle tubazioni occorre rispettare il loro orientamento ogni qualvolta esso indicato , ad esempio con un segno che ne indichi la parte superiore.

I tubi devono essere posati seguendo il tracciato e l'altimetria nei limiti delle tolleranze specificate nel progetto. Eventuali aggiustamenti nell'altimetria devono essere effettuati alzando o abbassando la quota dell'appoggio e garantendo che, alla fine, i tubi siano supportati per tutta la loro lunghezza. Non si deve mai effettuare un aggiustamento permanente mediante riempimenti locali.

• 2.2 *Esecuzione delle giunzioni*

I tappi protettivi devono essere tolti immediatamente prima di eseguire le giunzioni. Le parti della superficie del tubo che vengono a contatto con le giunzioni devono essere prive di danni, pulite, asciutte. I giunti devono essere lubrificati soltanto usando i lubrificanti ed i metodi indicati dal costruttore.

Se la giunzione dei tubi non avviene manualmente, si devono proteggere le estremità dei tubi ed usare apparecchiature adeguate, applicando progressivamente una forza assiale senza sollecitare eccessivamente i componenti. Dopo aver eseguito la giunzione si controlla e, se necessario, si corregge l'allineamento.

Laddove necessario si devono prevedere le nicchie per i bicchieri per consentire l'esecuzione del corretto accoppiamento e per evitare che il tubo poggi sul giunto. La nicchia non deve essere più grande di quanto necessario per il montaggio del giunto.

• 2.3 *Taglio dei tubi - Predisposizioni dei collegamenti*

Il taglio deve essere eseguito con strumenti idonei e modalità indicate dal costruttore. Esso deve garantire prestazioni adeguate dei giunti. I rivestimenti interni ed esterni devono essere ripristinati con le modalità indicate dal costruttore.

Le estremità o le diramazioni alle quali, dopo il riempimento della trincea, andranno eseguiti collegamenti , devono essere a perfetta tenuta idraulica, adeguatamente ancorate : le loro posizioni devono essere rilevate e registrate.

• 2.4 *Installazioni speciali*

— Tubazioni all'interno di tubi protettivi

Sia i tubi di protezione che le tubazioni devono essere collaudate separatamente. Nel caso di tubazioni all'interno di condotti , può non essere necessario collaudare la tenuta di questi ultimi .

— Tubazioni attraverso, sotto o in prossimità di strutture

Laddove le tubazioni passino attraverso strutture , compreso pozzi e camerette di ispezione, si devono inserire dei giunti flessibili nelle pareti o il più vicino possibile alle superfici esterne delle strutture, a meno che le tubazioni e le strutture costituiscano un blocco unico su fondazione rigida. Si può introdurre maggior flessibilità inserendo un tratto corto (corto in relazione al diametro, al tipo di tubo ed alle caratteristiche del giunto) per consentire una certa articolazione.

Per i tubi che passano attraverso una struttura può essere necessario un manicotto o una mensola.

Anche laddove le tubazioni passino sotto o in prossimità di strutture , si dovrebbero prendere in considerazione provvedimenti simili.

- 2.4 *Supporti ed ancoraggi*

Laddove esista il rischio di galleggiamento durante l'installazione , i tubi devono essere mantenuti in sito mediante carichi o ancoraggi adeguati.

Nel caso di tubi in pressione, se si installano raccordi e valvole senza un bloccaggio sicuro in direzione longitudinale, i tubi devono essere fissati in modo da poter resistere alle forze in gioco (si rimanda alla Norma di progetto Pr EN 805).

Nel caso di tubazioni funzionanti a gravità può essere necessario fissare i raccordi , magari soltanto temporaneamente durante la prova di tenuta.

In presenza di forze supplementari, come quelle che possono verificarsi con tubazioni sospese o fortemente inclinate, fin dalla installazione occorre provvedere a contrastarle creando opportune barriere, con blocchi o rivestimenti in calcestruzzo di cemento , che nel contempo forniscano protezione contro il dilavamento o drenaggio del letto di posa.

3. Collegamenti a tubi e pozzetti

Quando vengono effettuati collegamenti a tubi e pozzetti , occorre garantire che :

- la resistenza meccanica delle tubazioni non sia compromessa ;
- il tubo da collegare non sporga in alcun modo oltre la superficie interna del tubo o pozzetto al quale deve essere unito ;
- il collegamento sia a tenuta .

Il collegamento può avvenire :

- 3.1 *mediante giunti*

Il giunto deve essere mantenuto nella angolazione adatta per ricevere la tubazione in ingresso . Laddove un giunto debba essere inserito in una tubazione esistente può essere necessario togliere un tratto di tubo: ciò deve avvenire solo per una lunghezza sufficiente a consentire l'inserimento del giunto . L'operazione può comportare l'inserimento di un corto tratto di tubo oltre al giunto .

I giunti da usare – a bicchiere o a manicotto – devono essere adatti alla tubazione, garantire allineamento e collocazione precisi e tenuta sicura.

- 3.2 *mediante raccordi*

I raccordi sono elementi che si inseriscono in fori circolari praticati nella parete del tubo in modo da formare un giunto a tenuta.

Il tubo viene tagliato con dispositivo specifico o idoneo, avendo cura che materiali estranei non entrino nel tubo .

Il raccordo deve essere posizionato sulla metà superiore del tubo , con l'asse a 45° rispetto al piano verticale che contiene l'asse longitudinale del tubo.

- 3.3 *mediante raccordi a sella*

I raccordi a sella sono elementi che garantiscono la tenuta fra la superficie esterna del tubo e la superficie interna della

sella. Il foro viene ottenuto con dispositivo specifico o idoneo, avendo cura che materiali estranei non entrino nel tubo.

Il raccordo a sella deve essere posizionato sulla metà superiore del tubo , con l'asse a 45° rispetto al piano verticale che contiene l'asse longitudinale del tubo.

- 3.4 *mediante saldatura*

In questo caso occorre fare riferimento alle istruzioni del costruttore dei tubi.

La scelta dei metodi tra quelli sopra elencati o di altri ancora possibili, dipende dalle dimensioni e dal materiale del tubo : tutti devono comunque garantire la qualità del collegamento.

4. Rivestimento del tubo (appoggio , rinfianco e ricoprimento iniziale)

Dicesi in questa sede “rivestimento del tubo“ l’insieme di appoggio + rinfianco + ricoprimento superiore immediatamente a contatto del tubo. Il riporto di materiale al di sopra del rivestimento di cui al presente articolo, fino alla superficie del suolo o alla base di una massicciata stradale o ferroviaria , costituisce il “ riempimento “ o rinterro e viene trattato all’articolo successivo .

• 4.1 *Materiali*

I materiali usati per il rivestimento devono garantire la stabilità permanente e la resistenza meccanica della tubazione interrata ; non devono essere nocivi per il tubo o per la falda freatica ; devono essere conformi ai requisiti di progetto.

Non si devono usare materiali che abbiano subito il gelo.

I materiali usati per l’appoggio o letto di posa non dovrebbero contenere elementi di dimensioni maggiori di :

- 22 mm per tubi con DN < 200 ;
- 40 mm per tubi con 200 < DN ≤ 600.

I requisiti per il riutilizzo del terreno di origine sono :

- conformità ai requisiti di progetto ;
- costipabilità se specificata ;
- assenza di materiali nocivi per il tubo (elementi sovradimensionati rispetto al diametro ed allo spessore del tubo, radici d’albero, breccia, materiale organico , grumi di argilla > 75 mm, neve e ghiaccio).

Sono adatti i seguenti materiali, che possono comprendere anche materiali riciclati :

- materiali granulari : monogranulari - granulari graduati - sabbia - misto di cava - inerti frantumati .
- materiali trattati con leganti idraulici : terreno impastato con cemento - calcestruzzo leggero - calcestruzzo magro – calcestruzzo non armato – calcestruzzo armato , conformi alle specifiche di progetto.

Il materiale e la sua granulometria, insieme ad eventuali supporti, devono essere selezionati in base :

- alle dimensioni del tubo,
- al materiale del tubo,
- allo spessore delle pareti del tubo,
- alla natura del terreno.

• 4.2 *Generalità di rivestimenti ed appoggi*

Gli appoggi e gli spessori dello strato di rivestimento devono essere conformi ai requisiti di progetto.

La larghezza dell’appoggio (o letto di posa) deve essere pari alla larghezza della trincea ; per tubi posati in terrapieno, la larghezza dell’appoggio deve essere quattro volte il Diametro esterno .

Lo spessore minimo del ricoprimento iniziale (strato immediatamente a contatto con il tubo misurato dalla generatrice superiore) deve essere di 150 mm sopra il tubo e 100 mm sopra la giunzione.

Eventuali zone di terreno inconsistente sul fondo della trincea devono essere rimosse e sostituite con materiale più adatto. Se tali zone sono estese, occorre rivedere i calcoli di resistenza meccanica.

• 4.3 *Tipi di appoggi e rinfianco*

- Tipo n° 1 : letto di posa e rinfianco.

Questo tipo di appoggio può essere usato con qualsiasi tipo di rivestimento, fornendo supporto continuo al tubo per tutta la lunghezza . Ciò vale per qualsiasi forma e dimensione dei tubi.

Se non specificato diversamente, lo spessore del letto di posa (misurato al di sotto della generatrice inferiore del tubo) non deve essere minore di :

- 100 mm in condizioni di terreno normali ;
- 150 mm in roccia o terreno duro.

Lo spessore del rinfiacco deve essere quello specificato nel progetto.

- Tipo n° 2 : appoggio diretto sul fondo *sagomato* della trincea e rinfiacco. Può essere usato con terreno uniforme e relativamente soffice, con grana fine. Lo spessore del rinfiacco deve essere quello specificato nel progetto.

- Tipo n° 3 : appoggio diretto sul fondo squadrato della trincea e rinfiacco. Può essere usato con terreno uniforme e relativamente soffice, con grana fine. Lo spessore del rinfiacco deve essere quello specificato nel progetto.

• 4.4 *Posa in opera del rivestimento*

Il rivestimento deve essere eseguito in modo da evitare l'intrusione del terreno esistente nel rivestimento o la migrazione del rivestimento nel terreno esistente . In alcune circostanze può essere necessario usare un tessuto geotessile o un filtro calibrato per contenere il rivestimento del tubo, in particolare in presenza della falda freatica.

Laddove il flusso di acqua sotterranea possa trascinare particelle fini di terreno o abbassare il livello della falda freatica si devono prendere gli opportuni provvedimenti.

L'appoggio, il rinfiacco ed il ricoprimento iniziale dovrebbero essere protetti nei confronti di qualsiasi variazione prevedibile di resistenza meccanica, stabilità o sistemazione che potrebbe essere causata da :

- rimozione della casseratura di contenimento ;
- influenza della falda freatica ;
- altri lavori di scavo adiacenti.

Quando alcune parti di tubazione necessitano di ancoraggio o rinforzo, questo deve essere eseguito prima del rivestimento.

Durante l'esecuzione del rivestimento si dovrebbe prestare particolare attenzione a quanto segue :

- assenza di spostamenti della tubazione rispetto al tracciato ed alla altimetria ;
- accuratezza della esecuzione del rinfiacco per garantire che gli spazi vuoti sotto il tubo siano ben riempiti di materiale costipato.

Il ricoprimento iniziale sopra la generatrice del tubo , ove, richiesto, deve essere costipato a mano. Il costipamento meccanico dovrebbe essere iniziato infatti quando il ricoprimento abbia uno spessore di almeno 300 mm sopra la generatrice del tubo.

5. Collaudi

Durante la posa in opera e prima del riempimento (rinterro) si possono eseguire le ispezioni / prove di cui all'articolo 26 .

Art. 25

RINTERRI

Il rinterro degli scavi dovrà essere eseguito in modo che :

- per natura del materiale e modalità di costipamento, non abbiano a formarsi, in prosieguo del tempo, cedimenti od assestamenti irregolari;
- i condotti ed i manufatti non siano assoggettati a spinte trasversali o di galleggiamento e, in particolare, quando i primi siano realizzati mediante elementi prefabbricati, non vengano provocati spostamenti;
- si formi una intima unione tra il terreno naturale ed il materiale di riempimento, così che, in virtù dell'attrito con le pareti dello scavo, ne consegua un alleggerimento del carico sui condotti.

Per conseguenza, malgrado ai rinterri si debba, di norma, provvedere utilizzando i materiali di risulta degli scavi, non potranno in alcun caso essere impiegati materiali, quali scorie o terreni gessosi, che possano aggredire chimicamente le opere, nè voluminosi, quali terreni gelati od erbosi, o di natura organica, quali legno, torba e

simili, che possano successivamente provocare sprofondamenti. Quando il materiale di risulta non possiede le necessarie caratteristiche dovrà essere allontanato e, qualora l'Amministrazione Appaltante non intenda provvedere direttamente, la Direzione dei lavori potrà prescrivere all'Appaltatore la fornitura di terreno idoneo, che verrà compensata, come l'allontanamento, con gli appositi prezzi di Elenco.

Il corrispettivo per il rinterro con i materiali di risulta degli scavi comprende invece la eliminazione dei corpi estranei voluminosi, quali trovanti di roccia, massi, grosse pietre e simili, che potrebbero lesionare i manufatti durante i rinterri o, a costipamento avvenuto, determinare la concentrazione di carichi sui condotti.

Nell'eseguire i rinterri, si dovrà distinguere tra il riempimento della fossa e la sistemazione dello strato superficiale.

Subito dopo il rinfianco ed ricoprimento iniziale della canalizzazione, seguirà il *riempimento della fossa*, da effettuarsi stendendo il materiale in successivi strati, di spessore tale da assicurare, con impiego di apparecchiature scelte in relazione alla natura del materiale stesso, un sufficiente costipamento, senza che la tubazione sia danneggiata.

Lo *strato superficiale* degli scavi dovrà essere riempito con modalità diverse, a seconda che gli scavi siano stati eseguiti in campagna o lungo strade trafficate. Si impiegheranno, all'occorrenza, i materiali idonei ricavati dalla rimozione degli strati superficiali stessi effettuata all'atto degli scavi, materiali che saranno stati depositati in cumuli o località distinte da quelle del restante terreno.

Gli scavi eseguiti in campagna saranno riempiti sino a formare una leggera colma rispetto alle preesistenti superfici, da assegnarsi in rapporto al successivo prevedibile assestamento; lo strato superiore degli scavi eseguiti lungo strade trafficate dovrà invece essere sistemato in modo idoneo a consentire una agevole e sicura circolazione.

I prezzi stabiliti dall'Elenco per i rinterri remunerano anche le sistemazioni superficiali sia degli scavi che delle località in cui siano stati lasciati a deposito provvisorio i materiali di risulta. Essi sono pure comprensivi degli oneri che l'Appaltatore dovrà sostenere per controllare costantemente le superfici dei rinterri, e delle prestazioni di mano d'opera e mezzi d'opera necessarie alle riprese ed alle ricariche fino al ripristino della pavimentazione, se questa sia compresa nell'appalto, od al conseguimento del collaudo.

Qualora per altro la Direzione dei lavori abbia autorizzato espressamente l'impiego, per le sistemazioni superficiali, di materiali non di risulta degli scavi, quali inerti, catrame, asfalto, emulsioni e conglomerati bituminosi ed altri materiali per pavimentazioni stradali, per la loro fornitura sarà riconosciuto a parte lo specifico compenso stabilito dall'Elenco prezzi.

L'Amministrazione appaltante si riserva la facoltà di provvedere direttamente alle riprese ed alle ricariche nel caso di inadempienza dell'Appaltatore, al quale, in tale evenienza, verranno addebitate, mediante semplice ritenuta, tutte le conseguenti spese.

L'osservanza delle prescrizioni impartite nel presente articolo in ordine alle modalità di esecuzione dei rinterri e di sistemazione e manutenzione degli strati superficiali, con speciale riguardo a quelli eseguiti lungo strade trafficate, non solleva l'Appaltatore da nessuna responsabilità relativa alla sicurezza della circolazione.

Art. 26

ISPEZIONI E COLLAUDI DI CONNESSIONI DI SCARICO E COLLETTORI DI FOGNATURA

Si fa riferimento alla Norma UNI EN 1610 "Costruzione e collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura".

Una volta terminata la formazione di un collettore si devono effettuare, con oneri a carico dell'Impresa, le ispezioni e/o le prove che seguono :

1. Collaudo visivo

Il collaudo visivo comprende :

- tracciato ed altimetria ;
- giunzioni e raccordi ;
- danni o deformazioni ;
- rivestimenti e ricoprimenti.

2. Verifica del rivestimento e riempimento (rinterro) ; costipamento ; deformazioni del tubo

Si può verificare l'adeguatezza del rivestimento controllando che il costipamento e/o le deformazioni del tubo (variazioni verticali del diametro) siano conformi alle prescrizioni.

Così pure si può verificare il costipamento dell'appoggio (letto di posa) e del rinfiacco .

3. Tenuta all'acqua : collaudo dei collettori funzionanti a gravità

Il collaudo della tenuta delle tubazioni, dei pozzetti e delle camerette di ispezione deve essere effettuato con aria (metodo "L") oppure con acqua (metodo "W").

Si può eseguire il collaudo separato dei tubi e dei raccordi, dei pozzetti e delle camerette di ispezione (es. tubi con aria e pozzetti con acqua).

Nel caso del metodo ad aria non vi sono limiti al numero di ripetizioni e di prove successive al mancato superamento di una prova. Nel caso in cui la prova con aria non sia superata (la prima volta ed anche le successive) , è consentito il ricorso alla prova con acqua e sarà decisivo soltanto il risultato della prova con acqua.

Se il livello della falda freatica , al momento della prova, è al di sopra della generatrice superiore della tubazione, si può effettuare una prova di infiltrazione con una prescrizione specifica.

Si può effettuare una prova di tenuta preliminare prima di eseguire il rinfiacco della tubazione (riempimento laterale) .

Per l'accettazione finale, la tubazione deve essere collaudata dopo il riempimento (rinterro) e la rimozione della cassetta di contenimento ; la scelta del metodo di collaudo (se con aria "L" o con acqua "W") può essere indicata dall'estensore del progetto.

3.1 Collaudo con aria (metodo "L")

I tempi di prova per le tubazioni, esclusi i pozzetti e le camerette di ispezione, sono indicati nel prospetto 1 in relazione alle dimensioni dei tubi ed ai metodi di prova (LA, LB, LC, LD corrispondenti a 4 diversi valori di pressione, a scelta del collaudatore quando non siano state indicate dall'estensore del progetto) .

Si devono usare chiusure adatte a tenuta d'aria al fine di evitare errori derivanti dalle apparecchiature di prova.

In fase di collaudo, per motivi di sicurezza, è bene prestare attenzione ai tubi di grande diametro.

Il collaudo di pozzetti e di camerette di ispezione con aria è di difficile applicazione pratica.

In primo luogo si deve mantenere per 5 minuti una pressione iniziale maggiore di circa il 10% della pressione di prova richiesta p_0 .

Si deve poi adeguare la pressione alla pressione di prova di cui al prospetto 1 e relativa al metodo di collaudo LA , LB, LC o LD .

Il prospetto 1, scelto il tipo di prova (cioè la pressione di prova p_0) , fornisce il Δ_p ammesso ed il tempo t di prova per ogni diametro DN e per ogni materiale .

Se la perdita di pressione misurata dopo il tempo di prova t è minore del Δ_p corrispondente nel prospetto 1, la tubazione è conforme.

L'apparecchiatura usata per misurare la caduta di pressione deve consentire una misurazione del Δ_p con una precisione del 10%. La precisione nella misura del tempo deve essere di 5 sec.

Prospetto 1 : collaudo con aria

**Pressione di prova p_0 , caduta di pressione ammessa Δ_p , tempi di prova
in funzione del Diametro Nominale**

Il tempo di prova t [min] è pari a $t = \frac{1}{K_p} \cdot \ln_e \frac{p_0}{p_0 - \Delta_p}$ dove

P_0 = pressione di prova (superiore alla pressione atmosferica) in millibar (oppure in kPascal) (*)

$$K_p = \frac{16}{DN} \text{ con massimo di } 0,058 \text{ per tubi di calcestruzzo non impregnato}$$

$$K_p = \frac{12}{DN} \text{ con massimo di } 0,058 \text{ per tubi di calcestruzzo impregnato e di tutti gli altri materiali}$$

(*) 1 mbar = 100 Pa = **0,010 mH₂O** = 0,750 mmHg = 0,00102 atm = 0,00102 kg/cm²
 1kPa = 0,01 bar = 0,10 N/cm² = **0,10 mH₂O** = 7,5 mmHg = 0,0099 atm = 0,0099 kg/cm²

Tubi di CALCESTRUZZO NON IMPREGNATO									
Metodo di collaudo		Δp ammessa	Tempo di prova t [min]						
TIPO	P ₀	Δp	DN 100 K _p = 0,058	DN 200 K _p = 0,058	DN 300 K _p = 0,053	DN 400 K _p = 0,040	DN 600 K _p = 0,0267	DN 800 K _p = 0,020	DN 1000 K _p = 0,016
LA	10 mbar (1 kPa)	2,5 mbar (0,25 kPa)	5 min	5 min	5 min	7 min	11 min	14 min	18 min
LB	50 mbar (5 kPa)	10 mbar (1,0 kPa)	4 min	4 min	4 min	6 min	8 min	11 min	14 min
LC	100 mbar (10 kPa)	15 mbar (1,5 kPa)	3 min	3 min	3 min	4 min	6 min	8 min	10 min
LD	200 mbar (20 kPa)	15 mbar (1,5 kPa)	1,5 min	1,5 min	1,5 min	2 min	3 min	4 min	5 min

Tubi di CALCESTRUZZO IMPREGNATO e di TUTTI GLI ALTRI MATERIALI									
Metodo di collaudo		Δp ammessa	Tempo di prova t [min]						
TIPO	P ₀	Δp	DN 100 K _p = 0,058	DN 200 K _p = 0,058	DN 300 K _p = 0,040	DN 400 K _p = 0,030	DN 600 K _p = 0,020	DN 800 K _p = 0,015	DN 1000 K _p = 0,012
LA	10 mbar (1 kPa)	2,5 mbar (0,25 kPa)	5 min	5 min	7 min	10 min	14 min	19 min	24 min
LB	50 mbar (5 kPa)	10 mbar (1,0 kPa)	4 min	4 min	6 min	7 min	11 min	15 min	19 min
LC	100 mbar (10 kPa)	15 mbar (1,5 kPa)	3 min	3 min	4 min	5 min	8 min	11 min	14 min
LD	200 mbar (20 kPa)	15 mbar (1,5 kPa)	1,5 min	1,5 min	2 min	2,5 min	4 min	5 min	7 min

Il tempo di prova t è arrotondato al mezzo minuto più vicino se $t \leq 5$ min, al minuto più vicino se $t > 5$ min.

3.2 Collaudo con acqua (metodo "W")

3.2.a Pressione di prova

La pressione di prova è la pressione equivalente o risultante dal riempimento della sezione di prova fino a livello del terreno in corrispondenza dei pozzetti a valle o a monte, a seconda dei casi, con una **pressione massima di 50 kPa** ed una **pressione minima di 10 kPa** misurata sulla generatrice superiore del tubo.

Si possono prescrivere pressioni di prova più elevate per tubazioni progettate per operare sotto sovraccarico permanente o temporaneo (vedere pr EN 805).

3.2.b Tempo di impregnamento

Dopo che la tubazione e/o i pozzetti sono stati riempiti ed è stata applicata la pressione di prova richiesta, può essere necessario considerare l'impregnamento (solitamente 1 ora, ma il tempo di impregnamento è variabile in funzione delle condizioni climatiche e del materiale degli elementi in esame).

3.2.c Tempo di prova

Il **tempo di prova** deve essere di **30±1 min** .

3.2.d Requisiti di prova

Si deve mantenere la pressione entro 1 kPa della pressione di prova di cui al paragrafo 3.2.a rabboccando con acqua; occorre misurare e registrare la quantità totale di acqua aggiunta durante la prova per soddisfare questo requisito al fine di mantenere il livello dell'acqua che corrisponde alla pressione di prova richiesta.

Il requisito di prova è soddisfatto se la quantità di acqua aggiunta non è maggiore di :

- 0,15 l/m² nel tempo di 30 min per le tubazioni ;
- 0,20 l/m² nel tempo di 30 min per le tubazioni che comprendono anche i pozzetti ;
- 0,40 l/m² nel tempo di 30 min per i pozzetti e le camerette di ispezione.

Nota : i m² si riferiscono alla superficie interna bagnata

3.2.e Collaudo dei singoli giunti

Se non viene specificato altrimenti, si può accettare il collaudo dei singoli giunti invece del collaudo della intera tubazione, per le tubazioni generalmente più grandi di DN 1000.

Per i singoli giunti da collaudare la superficie di riferimento per la prova con acqua "W" corrisponde a quella di un tratto di tubo lungo 1 m, se non viene specificato altrimenti.

I requisiti di prova devono essere quelli forniti nel precedente paragrafo 3.2.d con una pressione di 50 kPa in corrispondenza della generatrice superiore interna.

Le condizioni per la prova con aria "L" devono seguire i principi forniti nel paragrafo 3.1 ed essere oggetto di una specifica particolare.

4. **Tenuta all'acqua : collaudo dei collettori funzionanti in pressione**

Le tubazioni in pressione devono essere collaudate come specificato nel pr EN 805

Art. 27

RIPRISTINI STRADALI

Ai ripristini stradali si dovrà, di norma, dar corso una volta acquisita sufficiente certezza dell'avvenuto definitivo assestamento dei rinterri.

In relazione a particolari esigenze della circolazione od a specifiche richieste dei proprietari delle strade, è tuttavia in facoltà della Direzione dei lavori prescrivere, a suo insindacabile giudizio e senza che l'Appaltatore possa opporvi rifiuto o avanzare pretese di speciali compensi, che i rifacimenti abbiano luogo in tempi diversi per i vari tratti di strade, ed anche non appena ultimati i rinterri, senza far luogo alle provvisorie sistemazioni e riaperture al transito.

In quest'ultimo caso, il riempimento della fossa dovrà essere arrestato a quota tale da lasciare tra la superficie superiore del rinterro e la prevista quota del piano viabile uno spessore pari a quello stabilito per la massicciata stradale.

A richiesta della Direzione dei lavori, l'Appaltatore sarà tenuto a realizzare i ripristini delle varie strade con consistenza diversa sia da tratto a tratto, sia anche rispetto a quella originaria delle massicciate demolite.

La Direzione lavori potrà pure prescrivere che il ripristino delle singole strade e dei vari tronchi di strade abbia luogo in due o più riprese, differendo la stesa degli strati superficiali in modo che, all'atto della loro esecuzione, vengono ripresi gli avvallamenti che si fossero eventualmente formati per cedimenti dei rinterri e degli strati sottostanti della massicciata e sia quindi possibile assegnare alla strada, al momento della definitiva riconsegna ai Proprietari, la sagoma prevista.

Indipendentemente dalle modalità esecutive attuate o prescritte, l'Appaltatore è l'unico responsabile della perfetta riuscita dei ripristini.

Pertanto, eventuali anomalie o difetti che avessero a verificarsi, anche successivamente ad un favorevole collaudo, dovranno sempre essere eliminati a sue cure e spese, essendo tali carenze da considerare ad ogni effetto quali vizi occulti di cui agli articoli 1667 e 1669 C.C.

Art. 28

CONTINUITÀ DEI CORSI D'ACQUA

L'Appaltatore dovrà provvedere con diligenza, a sue cure e spese, salvo casi speciali stabiliti di volta in volta dalla Direzione dei lavori, ad assicurare la continuità dei corsi d'acqua intersecati o interferenti con i lavori.

A tal fine dovranno, se del caso, essere realizzati idonei canali, da mantenere convenientemente spurgati, lungo i quali far defluire le acque sino al luogo di smaltimento, evitando in tal modo l'allagamento degli scavi. Non appena realizzate le opere, l'Appaltatore dovrà, sempre a sue cure e spese, provvedere con tutta sollecitudine a riattivare l'originario letto del corso d'acqua, eliminando i canali provvisori e ponendo in pristino stato il terreno interessato dagli stessi.

L'Appaltatore dovrà curare che, per effetto delle opere di convogliamento e smaltimento delle acque, non derivino danni a terzi; in ogni caso egli è tenuto a sollevare l'Amministrazione appaltante da ogni spesa per compensi che dovessero essere pagati e liti che avessero ad insorgere.

Art. 29

DEMOLIZIONI

Le demolizioni in genere saranno eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da prevenire qualsiasi infortunio, rimanendo perciò vietato gettare dall'alto i materiali che dovranno essere trasportati in basso. Nelle demolizioni, l'Impresa dovrà procedere in modo da non deteriorare i materiali che possono ancora impiegarsi utilmente, sotto pena di rivalsa di danni da parte dell'Amministrazione appaltante che rimane proprietaria dei materiali stessi.

In ogni caso i materiali non utilizzabili dovranno essere al più presto trasportati, a cura e spese dell'Impresa, a rifiuto nelle pubbliche discariche, o comunque fuori dalla sede dei lavori.

Art. 30

USO DI ESPLOSIVI

Per le mine che occorressero nell'esecuzione degli scavi, tanto all'aperto quanto in galleria, l'Impresa appaltatrice deve osservare le prescrizioni delle leggi e regolamenti in vigore, con particolare riferimento al D.P.R. 25.03.1956 n. 320.

Oltre a ciò l'Impresa è in obbligo di prendere tutte le precauzioni necessarie ad evitare alle persone ed alle cose ogni danno, delle cui conseguenze la stessa è sempre ed in ogni caso unica responsabile.

Prima di iniziare lo scavo con esplosivo l'Appaltatore sottoporrà alla Direzione Lavori per l'approvazione lo schema di ogni volata tipica indicando le caratteristiche dell'esplosivo, la distribuzione e quantità delle cariche, il diametro, profondità e spaziatura dei fori, il tipo e la quantità dei detonatori, il sistema di sparo e le misure di sicurezza previste. Non sarà ammesso l'impiego di personale sprovvisto di regolare licenza di fuochino nel maneggio ed uso dell'esplosivo.

Le misure avranno una distribuzione ed una potenza tali da non causare fratture, fessurazione, frane e rilassamento del terreno sia vicino che lontano alle linee finali di scavo.

Le mine che dovessero essere praticate in vicinanza delle strade e dei luoghi abitati devono essere riparate con fascine o legnami e reti di protezione, in modo da impedire che le materie lanciate dall'esplosione abbiano ad

arrecare danni di qualsiasi specie. Al momento dell'accensione i passanti ed i veicoli devono essere fermati ad una distanza conveniente, in relazione all'entità della mina.

Qualora si ritenesse che gli abitanti in vicinanza dei lavori non si trovassero in condizioni di sufficiente sicurezza contro i pericoli delle mine, saranno fatti sgombrare in tempo utile, o difesi con palizzate e reti di protezione, il tutto a carico dell'Impresa appaltatrice e sempre sotto la sua completa responsabilità.

La Direzione dei lavori potrà prescrivere, a suo insindacabile giudizio, limitazioni nell'uso delle mine e degli esplosivi in tutti quei tratti dove, per condizioni e stabilità dei terreni, per l'incolumità degli operai ed in genere per particolari condizioni ed esigenze locali, lo ritenesse necessario. L'Appaltatore per tali limitazioni non potrà richiedere particolari compensi ed indennizzi oltre al pagamento dei lavori a prezzi normali di aggiudicazione.

Art. 31

PALIFICAZIONI

1. Palificazioni in legno

I pali in legno per fondazione, cioè quelli destinati a reggere direttamente una fondazione, saranno esclusivamente di quercia, rovere, larice rosso, di pino rosso, di ontano o di castagno, come ordinato dalla Direzione dei lavori, diritti, sani, scortecciati e debitamente conguagliati alla superficie.

Il diametro dei pali è misurato a metà della loro lunghezza.

I pali devono essere battuti fino al rifiuto di un maglio di peso stabilito dalla Direzione dei lavori in relazione alle dimensioni ed al peso dei pali stessi ed alla natura del terreno. Il rifiuto si intende raggiunto quando l'affondamento prodotto da un determinato numero di colpi di maglio (volata), caduti in successione dalla medesima altezza, non superi il limite stabilito dalla Direzione dei lavori.

Le ultime riprese devono essere sempre battute in presenza di un incaricato della Direzione dei lavori, nè l'Appaltatore può in alcun caso recidere un palo senza che ne abbia ottenuta autorizzazione dall'agente della Amministrazione preposto alla sorveglianza dell'opera. Dal detto agente è tenuto uno speciale registro da formarsi giornalmente dall'incaricato dell'Appaltatore, nel quale registro è annotata la profondità raggiunta da ogni palo giuste le constatazioni che devono essere fatte in contraddittorio, ed il rifiuto presentato dal palo stesso e quindi il carico che ogni palo può sostenere.

I pali devono essere debitamente foggiate a punta ad una estremità e, se ritenuto necessario dalla Direzione dei lavori, muniti di cuspidi di ferro, con o senza punta di acciaio, di quel peso e forma che sarà stabilito; all'altro capo, quello sottoposto ai colpi di maglio, devono essere opportunamente accomodati e muniti di cerchiatura o viera di ferro che impedisca durante la battitura ogni spezzatura o guasto.

Ogni palo che si spezzasse durante l'infissione o deviasse, deve essere tagliato o rimosso e sostituito da altro, secondo le disposizioni impartite dalla Direzione dei lavori, a cura e spese dell'Appaltatore.

L'Appaltatore è obbligato a mettere in opera tanti battipali quanti ne permetterà lo spazio disponibile e quanti ne potrà esigere la buona riuscita dei lavori. Quando la testa dei pali debba essere spinta sotto acqua, il Direttore dei lavori può permettere l'uso di un contropalo di conveniente lunghezza e diametro, munito di perno di ferro, per la sua temporanea unione con il palo da infiggere.

2. Palificazione con pali in cemento armato formato fuori opera

Per la confezione dei pali fuori opera si seguiranno le norme stabilite per i lavori in cemento armato.

Si aggiunge soltanto che la preparazione dei pali dovrà farsi di massima in forme verticali battendo il conglomerato a piccoli strati orizzontali e che i pali stessi dovranno essere muniti di puntazze metalliche robustamente ancorate al conglomerato di cemento.

La infissione di questi pali si farà di norma secondo i sistemi in uso per i pali in legname. Soltanto i magli dovranno essere di peso non inferiore al peso dei pali, e speciali cautele saranno adottate per impedire la spezzatura delle teste, collocandovi sopra prismi e segatura di legname entro cerchiature di ferro ed attuando quelle disposizioni che all'atto pratico fosse ritenuto necessario impartire da parte della Direzione dei lavori.

Per ottenere un più facile affondamento, specialmente nei terreni sabbiosi e ghiaiosi, l'infissione, oltre che con la battitura, potrà farsi con il sussidio dell'acqua in pressione, facendo arrivare, mediante un tubo metallico oppure da un apposito foro lasciato lungo l'asse di ogni palo, un getto d'acqua a pressione sotto la punta del palo.

Gli ultimi colpi di assestamento dovranno però essere dati col solo maglio.

Se durante l'infissione si verificassero in qualche palo lesioni, scheggiature, guasti di qualsiasi genere o deviazione che a giudizio del Direttore dei lavori non fossero tollerabili, il palo stesso deve essere rimosso e sostituito da altro palo a totali spese dell'Appaltatore.

3. Palificazione con pali battuti formati in opera

I pali battuti formati in opera, del tipo Simplex e derivati, Franchi, ecc. saranno eseguiti conficcando nel terreno con uno dei sistemi in uso, o speciali brevettati, un tubo-forma, del diametro corrispondente a quello del palo che si vuole costruire, sino a raggiungere la profondità necessaria per ottenere il rifiuto corrispondente al carico che il palo deve sostenere, quale risulta dai calcoli.

I tubi metallici saranno provvisti all'estremità inferiore di puntazze di ghisa o di cemento armato o di acciaio, atte a garantire la chiusura stagna durante la battitura, e del tipo da abbandonarsi sul terreno.

Raggiunta la profondità necessaria, il tubo-forma verrà riempito con conglomerato cementizio (composto con inerti del volume di mc 1,200 complessivamente per mc di impasto, avente una granulometria che dovrà essere stabilita a priori mediante apposita prova di laboratorio; in mancanza di tale determinazione la composizione potrà essere fissata in mc 0,800 di ghiaia o pietrisco e mc 0,400 di sabbia per mc di conglomerato) e kg 350 di cemento che potrà essere del tipo R325 o del tipo R425, battuto e compresso secondo l'uso, o secondo sistemi brevettati riconosciuti idonei dalla Direzione dei lavori.

A richiesta della Direzione dei lavori, detti pali potranno essere armati per l'intera lunghezza o per parte di essa, mediante opportuna ingabbatura metallica da collocarsi nel tubo-forma, prima del getto del conglomerato.

Per tutti i pali formati in opera, e quando non siano completamente armati, il collegamento tra le teste dei pali e le strutture superiori avverrà mediante una armatura longitudinale costituita da un minimo di 4 tondini la cui area complessiva non dovrà essere inferiore a 0,6% dell'area del conglomerato, estesa nel palo per una lunghezza non inferiore a quattro volte il diametro interno del tubo-forma e nella struttura superiore per una lunghezza non inferiore a 40 volte il diametro del ferro impiegato. L'armatura longitudinale così descritta, potrà essere staffata su disposizione della Direzione dei lavori da una armatura trasversale a spirale continua del diametro minimo di mm 6 e con passo massimo corrispondente a 20 volte il diametro della armatura longitudinale.

Tanto per i pali trivellati quanto per quelli formati in opera, la battitura del conglomerato deve essere sorvegliata da agenti della Amministrazione i quali dovranno segnare su apposito registro, in contraddittorio, le massime profondità raggiunte, il quantitativo di conglomerato posto in opera, etc.

L'Appaltatore non potrà porre in opera le armature in ferro, nè effettuare il versamento del conglomerato, senza aver fatto prima constatare le profondità raggiunte ed i quantitativi di conglomerato e di ferro impiegati. In difetto di ciò saranno a suo carico tutti gli oneri e le spese occorrenti per i controlli ed accertamenti che la Direzione dei lavori riterrà insindacabilmente indispensabili.

Per la confezione ed il getto del conglomerato cementizio valgono le norme stabilite nell'articolo relativo ai conglomerati.

Per la esecuzione del bulbo od espansione di base, dopo raggiunta con l'estremità inferiore del tubo la quota stabilita, senza ritirare o sollevare il tubo-forma si verseranno piccole quantità di conglomerato e le si comprimeranno energicamente con maglio del peso non inferiore a quello del maglio impiegato per la battitura del tubo-forma, sino ad ottenere, sotto l'azione di una volata di 10 colpi di maglio aventi una caduta libera di m 1,50, un rifiuto non maggiore di quanto indicato dalla Direzione dei lavori, in relazione alla natura del terreno.

Si procederà poi alla esecuzione del fusto sollevando gradatamente il tubo con tutti gli accorgimenti necessari per non abbandonare il calcestruzzo ed evitare l'introduzione di acqua.

Al di sotto delle strutture di collegamento delle testate dei pali dovrà eseguirsi un getto di calcestruzzo magro (200 chilogrammi per metro cubo) dello spessore minimo di 1/5 del diametro del tubo-forma.

L'interasse dei pali, salvo nei casi particolari da ordinarsi dalla Direzione dei lavori, non dovrà essere inferiore a 3 diametri.

Per i pali battuti la portanza del palo verrà calcolata con formule ben conosciute, applicando un adeguato coefficiente di sicurezza da stabilire da parte della Direzione dei lavori, dopo rilevate le caratteristiche

geognostiche del terreno e basandosi sui risultati di una preventiva prova di carico eseguita su uno o più pali pilota.

Precisate all'atto esecutivo le condizioni geognostiche del terreno nel quale sono da eseguire le palificazioni, a palificata ultimata dovranno eseguirsi delle prove di carico su singoli pali. Tali prove, ordinate dalla Direzione dei lavori, saranno eseguite a cura e spese dell'Impresa su almeno il 2% dei pali interessanti la medesima opera, e dovranno dimostrare il buon comportamento del palo sotto un carico massimo pari a due volte la portata prefissata e mantenuto per 24 ore. Il recupero del cedimento durante lo scarico non dovrà essere inferiore ad 1/3 del cedimento totale misurato.

Nel caso di opere aventi un numero di pali inferiore a 50, la prova di carico dovrà essere effettuata su un palo scelto dalla Direzione dei lavori.

4. Palificazione eseguita in opera con tubo infisso (pali trivellati)

Per pali eseguiti in opera con tubi infissi mediante trivellazione, con procedimento quindi che non modifica le proprietà meccaniche e la consistenza in genere del terreno entro il quale verrà eseguito il getto del conglomerato, si eseguirà la perforazione del terreno facendo scendere via via un tubo metallico (tubo-forma) con elemento di estremità con ghiera tagliente, di diametro uguale a quello teorico del palo. Il tubo metallico, ove non sia di un solo pezzo, dovrà essere formato con elementi filettati che assicurino la perfetta direzione del palo e garantiscano la perfetta coassialità. Comunque dovrà essere possibile applicare all'estremità superiore un coperchio con presa per tubazione ad aria compressa ove occorresse adoperarlo o per espellere l'acqua o per provvedere con tale metodo all'esecuzione e costipamento della base e primo tronco del fusto sino a che non vi sia più introduzione di acqua. Si dovrà avere la possibilità di proseguire alla perforazione mediante appositi scalpelli quando si incontrano trovanti e vecchie murature.

Quando sia stata raggiunta la profondità voluta, si fermerà l'affondamento del palo e, senza sollevarlo o ritirare il tubo, e messa in opera la gabbia metallica se questa sia prevista per tutta la lunghezza, si inizierà la formazione della base gettando con una benna (chiusa all'estremità inferiore da una valvola automatica), o con altro sistema idoneo, piccole e successive quantità di calcestruzzo e costipandole o mediante battitura, o con uno dei pistoni in uso. Prima di procedere al getto sarà resta stagna la estremità inferiore del tubo provvedendo alla costruzione di un tappo di conglomerato alla base del palo e sarà estratta l'acqua eventualmente penetrata nel tubo. La sbulbatura di base ottenuta con la pilonatura del calcestruzzo od in qualsiasi altro modo che la natura del terreno e le modalità di esecuzione possono consigliare, sarà la maggiore possibile.

Eseguita la base, si procederà poi alla esecuzione del fusto mediante piccole successive introduzioni di calcestruzzo per tratti di altezza conveniente, in relazione alla natura del terreno e sollevando gradatamente il tubo-forma metallico, in modo tale che restino nel tubo almeno 50 cm di conglomerato, senza abbandonarlo mai, in modo da evitare che nel tubo si introducano acqua o terra; dopo il getto di ciascuno dei tratti si procederà al costipamento del calcestruzzo, con battitura o con uno dei sistemi brevettati e dalla Direzione dei lavori riconosciuto idoneo in relazione alla lunghezza dei pali.

Nel caso di attraversamento di vene dilavanti, si effettuerà l'incamiciatura del tratto di palo con un controtubo in lamierino leggero esterno al tubo-forma, che verrà lasciato in posto. Cura particolare dovrà usarsi perchè non si verificino soluzioni di continuità nel getto del calcestruzzo, in particolare quando il costipamento avviene per pestonatura e ciò specialmente al momento della sfilatura del tubo-forma.

In presenza di terre sciolte in acqua, potrà procedersi al getto del conglomerato per maggiori altezze, senza pestonamento al fine di evitare sifonamenti nel tubo.

Per i pali trivellati la portata limite verrà determinata in sede di progetto in relazione alle caratteristiche geognostiche degli strati attraversati e con l'uso di formule ben conosciute, considerando nella sua probabile realtà l'attrito laterale. La portata di esercizio sarà data dalla portata limite divisa per il coefficiente di sicurezza derivante dalla formula usata. La effettiva portata verrà valutata all'atto esecutivo mediante prove di carico su prototipi.

Per le prove di carico si terranno presenti le norme e prescrizioni indicate per i pali battuti formati in opera.

Art. 32

MALTE

Le caratteristiche dei materiali da impiegare per la confezione di malte ed i rapporti di miscela, corrisponderanno alle prescrizioni delle voci descritte in Elenco prezzi per i vari tipi di impasto ed a quanto verrà, di volta in volta, ordinato dalla Direzione dei lavori. La resistenza alla penetrazione delle malte deve soddisfare alle norme UNI 7927-78.

Di norma le malte per murature di mattoni saranno dosate a kg 400 di cemento R325 per mc di sabbia, le malte di murature in pietrame saranno dosate a kg 350 di cemento R325 per mc di sabbia, quelle per intonaci e stuccature a kg 400 di cemento. Il dosaggio dei materiali e dei leganti verrà effettuato con mezzi meccanici suscettibili di esatta misurazione e controllo che l'Impresa dovrà fornire e mantenere efficienti a proprie spese. Gli impasti verranno preparati solamente nelle quantità necessarie per l'impiego immediato, gli impasti residui che non avessero immediato impiego saranno portati a rifiuto.

Art. 33

CONGLOMERATI CEMENTIZI SEMPLICI ED ARMATI

A. CONGLOMERATI CEMENTIZI GETTATI IN OPERA

A.1 Componenti

- A.1a *Cemento*

Il cemento impiegato per la confezione dei conglomerati cementizi deve corrispondere ai requisiti prescritti dalle vigenti leggi.

- A.1b *Inerti*

Dovranno corrispondere alle caratteristiche già specificate all'articolo "Qualità e provenienza dei materiali"; inoltre non dovranno essere scistososi o silicomagnesiaci. Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie contenenti una percentuale superiore al 15% in peso di elementi piatti o allungati, la cui lunghezza sia maggiore di 5 volte lo spessore medio. La miscela di inerti fini e grossi, mescolati in percentuale adeguata, dovrà dar luogo ad una composizione granulometrica costante, che permetta di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, lavorabilità, aria inglobata, etc.) che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, viscosità, durabilità, etc.). La curva granulometrica dovrà essere tale da ottenere la massima compattezza del calcestruzzo con il minimo dosaggio del cemento, compatibilmente con gli altri requisiti. Gli inerti dovranno essere suddivisi in almeno 3 pezzature; la più fine non dovrà contenere più del 5% di materiale trattenuto al setaccio a maglia quadrata di 5 mm di lato. La dimensione massima dei grani dell'inerte dovrà essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto.

- A.1c *Acqua*

L'acqua dovrà essere aggiunta nella minore quantità possibile in relazione alla prescritta resistenza ed al grado di lavorabilità del calcestruzzo, tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti.

- A.1d *Additivi*

La Direzione dei lavori deciderà a suo insindacabile giudizio se gli additivi proposti dall'Impresa potranno o no essere usati. Su richiesta della Direzione dei lavori l'Impresa dovrà esibire certificati di prove di laboratorio ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle disposizioni vigenti.

A.2 Controlli Controlli di accettazione dei conglomerati cementizi per la determinazione delle resistenze a compressione dei conglomerati, dovranno seguire le prescrizioni di cui all'allegato n. 2 punto 5 delle Norme Tecniche emanate in

applicazione dell'art. 21 della legge 5.11.1971 n. 1086 operando in particolare sulla base delle Norme UNI 6127-73 per la stagionatura dei provini, UNI 6130-72 per la forma e la dimensione degli stessi e le relative casseforme, UNI 6132-72 per la determinazione propria della resistenza a compressione.

Ad integrazione di tali norme la Direzione dei lavori si riserva la facoltà di ordinare che ciascun prelievo sia costituito da 3 provini in modo da poter assoggettare uno dei provini a prova preliminare di accettazione presso il laboratorio di cantiere. Tutti gli oneri relativi alle prove, in essi compresi quelli per il rilascio dei certificati, saranno a carico dell'Impresa.

Nel caso che il valore della *resistenza caratteristica* ottenuta sui provini assoggettati a prove nei laboratori di cantiere risulti inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto approvati dalla Direzione dei lavori, questa potrà, a suo insindacabile giudizio, ordinare la sospensione dei getti dell'opera interessata in attesa dei risultati delle prove eseguite presso i laboratori ufficiali. Qualora anche dalle prove eseguite presso i laboratori ufficiali risultasse un valore della $R_{C,k}$ inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto approvati dalla Direzione dei lavori, ovvero una prescrizione del controllo di accettazione non fosse rispettata, occorrerà procedere, a cura e spese dell'Impresa, ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata dal conglomerato non conforme, ovvero ad una verifica delle caratteristiche del conglomerato mediante prove complementari o con il prelievo di provini. Tali controlli e verifiche formeranno oggetto di una relazione supplementare nella quale si dimostri che, ferme restando le ipotesi di vincoli e di carico delle strutture, la $R_{C,k}$ è ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto secondo le prescrizioni delle vigenti norme. Nel caso che la $R_{C,k}$ non risulti compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, l'Impresa sarà tenuta a sua cura e spese alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure alla adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa per diventare operativi, dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione dei lavori.

Oltre ai controlli relativi alla $R_{C,k}$ la Direzione dei lavori preleverà, con le modalità indicate nel punto 2.3 delle Norme UNI 6126-72 e con la frequenza di cui all'Allegato 2 del D.M. 14.02.1990, campioni di materiali conglomerati per l'effettuazione di ulteriori controlli quali :

- quelli relativi alla *consistenza* con la prova del cono eseguita secondo le modalità riportate nell'appendice E delle Norme UNI 7163-79;
- quelli relativi al *dosaggio del cemento* da eseguire su calcestruzzo fresco in base a quanto stabilito nelle Norme UNI 6393-72 e 6394-69.

In particolare, in corso di lavorazione sarà altresì controllata *l'omogeneità, il contenuto d'aria* ed il *rapporto acqua/cemento*.

La prova di *consistenza* si eseguirà misurando l'abbassamento al cono di Abrams (slump test), come disposto dalle Norme UNI 7163/79. Tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi fra 2 e 20 cm. La prova di *omogeneità* è prescritta in modo particolare quando il trasporto del conglomerato avviene tramite autobetoniera. Essa verrà eseguita vagliando due campioni di conglomerato, prelevati ad 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadrata da 4,76 mm. La percentuale in peso di materiale grosso nei due campioni non dovrà differire più del 10%. Inoltre l'abbassamento al cono dei due campioni prima della vagliatura non dovrà differire per più di 3 cm.

La prova del *contenuto d'aria* è richiesta ogni qualvolta si impieghi un additivo aerante; essa verrà eseguita con il metodo UNI 6395-72.

Il *rapporto acqua/cemento* dovrà essere controllato determinando l'acqua contenuta negli inerti e sommando tale quantità all'acqua di impasto. La Direzione dei lavori si riserva di prelevare campioni di conglomerato cementizio anche da strutture già realizzate e stagionate, oppure di effettuare, in caso eccezionale, sulle opere finite, armate o non, misure di resistenza a compressione, non distruttive, a mezzo sclerometro od altre apparecchiature.

A.3 Confezione

La confezione dei calcestruzzi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione dei lavori.

La dosatura degli inerti dovrà essere realizzata con errore massimo del 3%, quella del cemento con errore massimo del 2%, quella dell'acqua pure del 2%. I dispositivi di misura del cemento, dell'acqua e degli additivi dovranno essere di tipo individuale.

I sili del cemento dovranno garantire la perfetta tenuta nei riguardi dell'umidità atmosferica.

Gli impasti dovranno essere confezionati in betoniere aventi capacità tale da contenere tutti gli elementi della pesata senza debordare. Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti di omogeneità di cui al precedente paragrafo. Per quanto non specificato vale la Norma UNI 7163-79.

La produzione ed il getto del calcestruzzo dovranno essere sospesi nel caso che la temperatura scenda al di sotto di 0 °C, salvo diverse disposizioni che la Direzione dei lavori potrà dare volta per volta, prescrivendo in tal caso le norme e gli accorgimenti cautelativi da adottare; per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi.

A.4 Trasporto

Il trasporto dei calcestruzzi dall'impianto di betonaggio al luogo di impiego dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di segregazione dei singoli componenti e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del calcestruzzo medesimo.

L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'Impresa adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento. Qualora il trasporto del conglomerato avvenga mediante autobetoniera, l'omogeneità dell'impasto sarà controllata, all'atto dello scarico, con la prova indicata nel precedente paragrafo.

E' facoltà della Direzione dei lavori di rifiutare carichi di calcestruzzo non rispondenti ai requisiti prescritti.

A.5 Posa in opera

Sarà eseguita con ogni cura e regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificato i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posizionato le armature metalliche.

Nel caso di getti contro terra, roccia, etc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura del materiale isolante o di collegamento siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto e di capitolato.

I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione dei lavori. Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento. I getti potranno essere iniziati solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione dei lavori. Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo.

Il calcestruzzo sarà posto in opera ed assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee e perfettamente regolari ed esenti da macchie o chiazze. Le eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate ed i punti accidentalmente difettosi dovranno essere accuratamente ripresi con malta fine di cemento immediatamente dopo il disarmo; ciò qualora i difetti siano contenuti nei limiti che la Direzione dei lavori, a suo esclusivo giudizio, riterrà tollerabili, fermo restando che in ogni caso le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Impresa.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che con funzioni di legature di collegamento casseri o d'altro dovessero sporgere dai getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 1,0 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento; queste prestazioni non saranno in nessun caso oggetto di compensi a parte.

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione. A questo scopo il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a 50 cm ottenuti dopo la vibrazione. Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli preventivamente approvati dalla Direzione dei lavori. E' vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e di stenderlo con l'impiego del vibratore.

Tra le successive riprese di getto non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze di aspetto; la ripresa potrà effettuarsi solo dopo che la superficie del getto precedente sia stata accuratamente pulita, lavata e spazzolata. La Direzione dei lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove o quando lo ritenga necessario, che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa; per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi.

Quando il calcestruzzo fosse gettato in presenza di acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi un normale consolidamento. L'onere di tali accorgimenti è a carico dell'Impresa.

A.6 Stagionatura e disarmo

A posa ultimata sarà curata la stagionatura dei getti in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici dei medesimi usando tutte le cautele ed usando i mezzi più idonei allo scopo.

La rimozione delle armature di sostegno dei getti potrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto stabilito nelle norme tecniche emanate in applicazione della Legge 01.11.1971 n. 1086.

La Direzione dei lavori potrà prescrivere che le murature in calcestruzzo vengano rivestite sulla superficie esterna con paramenti in pietra od altri materiali; in tal caso i getti dovranno procedere contemporaneamente al rivestimento in modo da consentirne l'adattamento e l'ammorsamento.

A.7 Giunti di discontinuità ed opere accessorie nelle strutture in conglomerato cementizio

E' tassativamente prescritto che nelle strutture da eseguire con getto di conglomerato cementizio vengano realizzati giunti di discontinuità sia in elevazione che in fondazione onde evitare irregolari ed imprevedibili fessurazioni delle strutture stesse per effetto delle escursioni termiche, di fenomeni di ritiro e di eventuali assestamenti. Tali giunti vanno praticati ad intervalli ed in posizioni opportunamente scelte tenendo anche conto delle particolarità della struttura (gradonatura della fondazione, ripresa fra vecchie e nuove strutture, attacchi ottenuti ponendo in opera, con un certo anticipo rispetto al getto, appositi setti di materiale idoneo, da lasciare in posto) in modo da realizzare superfici di discontinuità (piane, a battente, a maschio e femmina, etc.) affioranti in faccia vista secondo linee rette continue o spezzate. La larghezza e la conformazione dei giunti saranno stabilite dalla Direzione dei lavori.

I giunti, come sopra illustrato, dovranno essere realizzati a cura e spese dell'Impresa, essendosi tenuto debito conto di tale onere nella composizione dei prezzi.

Nell'esecuzione di manufatti contro terra si dovrà provvedere in numero sufficiente ed in posizione opportuna alla esecuzione di appositi fori per l'evacuazione delle acque di infiltrazione. I fori dovranno essere ottenuti mediante preventiva posa in opera nella massa del conglomerato cementizio di tubi a sezione circolare o di profilati di altre sezioni in PVC o simili. Per la formazione di fori l'Impresa avrà diritto a compenso a parte, secondo i prezzi pattuiti.

A.8 Predisposizione di fori, tracce, cavità, etc.

L'Impresa avrà a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi o sarà successivamente prescritto di volta in volta in tempo utile dalla Direzione dei lavori circa fori, tracce, cavità, incassature, etc., nelle solette, nervature, pilastri, murature, ecc., per sedi di cavi, per attacchi di parapetti, mensole, segnalazioni, parti di impianti, eventuali fornelli da mina, etc. L'onere relativo è compreso e compensato nei prezzi unitari e pertanto è ad esclusivo carico dell'Impresa.

Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni, saranno a totale carico dell'Impresa sia per quanto riguarda le rotture, i rifacimenti, le demolizioni e le ricostruzioni di opere di spettanza dell'Impresa stessa, sia per quanto riguarda le eventuali opere di adattamento di infissi od impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e la maggiore mano d'opera occorrente da parte dei fornitori.

B. CONGLOMERATI CEMENTIZI PRECONFEZIONATI

E' ammesso l'impiego di conglomerati cementizi preconfezionati, purchè corrispondenti in tutto e per tutto a quanto riportato avanti.

Valgono in proposito le specifiche disposizioni di cui alla Norma UNI 7163-79 per quanto non sia in contrasto con le prescrizioni di cui al D.M. 14.01.2008.

Anche per i calcestruzzi preconfezionati si ravvisa la necessità di predisporre ed effettuare i prelievi per le prove di accettazione nei cantieri di utilizzazione all'atto del getto, per accertare che la resistenza del conglomerato non risulti inferiore a quella minima di progetto.

La garanzia di qualità dei calcestruzzi preconfezionati potrà essere comprovata a seguito di apposite prove sistematiche effettuate dai Laboratori di cui all'art. 20 della Legge 05.11.1971 n. 1086 e di altri autorizzati con decreto del Ministero dei Lavori Pubblici come previsto dall'articolo citato. Tuttavia queste prove preliminari o di qualificazione hanno il solo carattere complementare e non possono in nessun caso ritenersi sostitutive delle indispensabili prove di controllo in corso d'opera, i cui certificati dovranno essere allegati alla "Relazione a struttura ultimata" di cui all'art. 6 della legge 05.11.1971 n. 1086.

L'Impresa resta l'unica responsabile nei confronti della Stazione appaltante per l'impiego di conglomerato cementizio preconfezionato nelle opere in oggetto dell'appalto e si obbliga a rispettare scrupolosamente tutte le norme regolamentari e di legge stabilite sia per i materiali (inerti, leganti, etc.) sia per il confezionamento e trasporto in cantiere dal luogo di produzione. Ciò vale in particolare per i calcestruzzi preconfezionati i quali, in relazione alle modalità ed ai tempi di trasporto in cantiere, possono subire modifiche qualitative anche sensibili. L'Impresa inoltre assume l'obbligo di consentire che il personale addetto alla vigilanza ed alla Direzione dei lavori abbia libero accesso al luogo di produzione del conglomerato per poter effettuare in contraddittorio con il rappresentante dell'Impresa i prelievi ed i controlli dei materiali, previsti nei paragrafi precedenti.

C. CONGLOMERATI CEMENTIZI PER MURI DI RECINZIONE, COPERTINE, CANTONALI, PARAPETTI, PEZZI SPECIALI

Per la costruzione di opere di completamento quali parapetti, copertine di muri, muri di recinzione, soglie, cordonate, cantonali etc. , verrà adottato un conglomerato di classe 250 o altro come indicato nei disegni di progetto, posto in opera perfettamente costipato, con appositi vibratorii.

Restano ferme tutte le prescrizioni inserite negli articoli relativi agli aggregati, alla confezione ed alla posa in opera dei conglomerati per opere in c.a. .

La costruzione delle armature o casseforme dovrà essere effettuata con particolare cura, onde ottenere una perfetta esecuzione del getto e le precise sagome prescritte dalla Direzione dei lavori o riportate nei disegni di progetto. Nelle opere in cui venissero richiesti giunti di dilatazione l'Impresa è in obbligo di eseguirli in perfetta regola, a distanza conveniente e secondo le prescrizioni impartite dalla Direzione dei lavori; del relativo onere si sarà tenuto conto nella determinazione del prezzo.

D. PRESCRIZIONI PARTICOLARI RELATIVE AI CEMENTI ARMATI ORDINARI

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri, dovranno essere impiegati opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio.

Nei prezzi di appalto si intendono comprese e compensate tutte le spese per le prove dei materiali che verranno impiegati nella costruzione, quelle dei saggi e dei rilievi, nonché le spese per le prove di carico delle strutture, se ordinato dalla D.L. .

Durante l'esecuzione delle opere la Direzione dei lavori avrà il diritto di ordinare tutte quelle cautele, limitazioni, prescrizioni di ogni genere che essa riterrà necessarie nell'interesse della regolarità e sicurezza alle quali l'Impresa dovrà rigorosamente attenersi senza poter accampare pretese di indennità o compensi di qualsiasi natura e specie diversi da quelli di appalto.

Art. 34

CASSEFORME, ARMATURE E CENTINATURE

Per l'esecuzione di tali opere provvisorie, sia del tipo fisso che del tipo scorrevole sia in senso verticale che in

quello orizzontale, nonchè per il varo di elementi strutturali prefabbricati, l'Impresa potrà adottare il sistema, i materiali ed i mezzi che riterrà più idonei o di sua convenienza, purchè soddisfino alle condizioni di stabilità e di sicurezza, curando la perfetta riuscita dei particolari costruttivi.

L'Impresa è tenuta ad osservare, nella progettazione ed esecuzione delle armature e centinature, le norme ed i vincoli che fossero imposti dagli enti e persone responsabili, circa il rispetto di particolari impianti o manufatti esistenti nella zona interessata dalla nuova costruzione.

Le operazioni di disarmo saranno effettuate secondo le norme contenute nel D.M. 14.01.2008 e, in mancanza di norme, secondo le prescrizioni della Direzione dei lavori.

Art. 35

MURATURE

1. Norme di carattere generale

Le murature di qualsiasi natura e genere, quale che sia la loro destinazione ad opera finita, devono iniziare e proseguire uniformemente assicurando il perfetto collegamento sia con le murature eventualmente esistenti, sia fra le varie parti di esse, evitando nel corso dei lavori la formazione di strutture eccessivamente emergenti dal resto della costruzione.

La muratura in pietrame procederà a filari allineati e per strati orizzontali di conveniente altezza coi piani di posa e di assetto normali alle superfici viste.

Nelle strutture soggette a spinta, con particolare riguardo a quelle destinate al sostegno di terra, alla regimentazione dei corsi d'acqua, per difesa di sponda e simili, le pietre dovranno essere disposte successivamente ed alternativamente di punta e di fianco ed in ogni caso in modo tale da ottenere una massa muraria legata in tutti i versi, assicurando comunque il perfetto collegamento di entrambi i paramenti del corpo intero della muratura medesima.

Gli altri generi di muratura possono essere eseguiti disponendo successivamente ed alternativamente una pietra trasversale (di punta) dopo ogni due pietre in senso longitudinale, allo scopo di ben legare la muratura anche in senso della grossezza.

In tutte le murature di pietrame si eviterà la ricorrenza di giunti verticali almeno tra due strati consecutivi di muratura. Di conseguenza le speciali murature di cui sopra non potranno mai essere costruite a sezioni verticali complete.

Le pietre delle migliori qualità e maggiori dimensioni tra quelle ammanite per la costruzione della muratura, dovranno essere riservate ai relativi paramenti e conseguentemente adattate con il martello e con la punta affinché le facce di posa e di combaciamento dei singoli pezzi in opera siano a contatto con la profondità indicata per ciascun tipo di muratura senza l'uso di scaglie.

All'innesto dei muri da costruirsi in tempo successivo, dovranno essere lasciate opportune ammorsature in relazione al materiale impiegato.

2. Murature in pietrame a secco

Le murature in pietrame a secco dovranno essere eseguite con pietre ridotte con il martello alla forma più che sia possibile regolare ed a spigoli vivi, con speciale riguardo ai piani di assetto, restando assolutamente escluse quelle di forma rotonda od aventi superfici tondeggianti e comunque fortemente irregolari.

Nell'interno della muratura si farà uso delle scaglie soltanto per appianare i corsi e riempire gli interstizi tra pietra e pietra. Resta pertanto vietato l'impiego di scaglie nelle strutture di paramento.

A richiesta della Direzione dei lavori od in relazione a quanto altrimenti prescritto, vi si dovranno eseguire anche opportune feritoie regolari e regolarmente disposte, anche in più ordini, per lo scolo delle acque, senza che l'Impresa possa pretendere compenso alcuno.

Tutte le murature a secco destinate ad opere di particolare importanza, quali muri di controripa o sottoscarpa, briglie, soglie, etc., e comunque non destinate ad avere una speciale copertura in calcestruzzo cementizio, in muratura di malta cementizia od in conci squadrate, dovranno risultare coronate con lastroni di pietra

perfettamente combacianti nei giunti. I piccoli muretti a secco di consolidamento terre o paraterre dovranno essere coronati con lastroni di pietra di spessore uniforme.

L'onere per la lavorazione dei suddetti paramenti e coronamenti, qualora non fosse altrimenti disposto, è a totale carico dell'Appaltatore, il quale non potrà pertanto avanzare pretese o diritti di sorta.

3. Murature in pietrame e malta

Le murature ordinarie sia in fondazione che in elevazione in pietrame e malta saranno eseguite con malta del tipo indicato.

Gli scapoli di impiegarsi nella loro costruzione dovranno essere delle migliori dimensioni consentite dalla grossezza della massa muraria, spianati grossolanamente nei piani di posa ed allettati di malta.

Le pietre, prima di essere collocate in opera, saranno diligentemente ripulite dalle sostanze terrose ed ove occorra, a giudizio della Direzione dei lavori, accuratamente lavate. E' proibito bagnare le pietre dopo che sono disposte sul letto di malta.

Tanto le pietre quanto la malta saranno interamente disposte a mano, seguendo le migliori regole dell'arte, in modo da costruire una massa perfettamente compatta nel cui interno le pietre stesse, ben battute con il martello, risultino concatenate tra loro e rivestite da ogni parte di malta senza alcun interstizio.

Gli spazi vuoti che verranno a formarsi per le irregolarità delle pietre - nel solo corpo interno delle murature - saranno riempiti con scaglie che non si tocchino mai a secco e non lascino mai spazi vuoti, colmando con malta tutti gli interstizi. **Pertanto è vietato l'impiego di scaglie** nelle strutture di entrambi i paramenti.

Le facce viste delle murature in pietrame che non debbano essere intonacate o stilate nei giunti, saranno sempre rabboccate con la malta indicata nello specifico articolo.

Le murature di tipo speciale dovranno sempre essere attraversate da feritoie regolari e regolarmente disposte anche in più ordini, conformemente alle disposizioni della Direzione dei lavori senza che l'Impresa possa pretendere alcun compenso.

4. Paramenti per le murature di pietrame

Qualora non venisse altrimenti disposto dalla Direzione dei lavori o dall'Elenco prezzi, le facce viste della muratura dovranno essere lavorate a pietra rasa a teste scoperte (ad opera incerta): pertanto, come già detto al punto 1., il pietrame dovrà essere scelto tra il migliore per qualità e dimensioni, e la faccia vista dovrà essere ridotta col martello a superficie approssimativamente piana, le pareti esterne dei muri dovranno risultare bene allineate e non presentare, alla prova del regolo, rientranze o sporgenze maggiori di mm 50. La rientranza totale delle pietre di paramento non dovrà essere mai minore di 25 cm.

Per le murature con malta, quando questa avrà fatto convenientemente presa, le connessioni delle facce di paramento dovranno essere accuratamente stuccate.

In tutte le specie di paramenti, la stuccatura dovrà essere fatta raschiando preventivamente le connessioni fino a conveniente profondità per purgarle dalla malta, dalla polvere e da qualunque altra materia estranea, lavandole a grande acqua e riempiendo quindi le connessioni stesse con nuova malta del tipo previsto, curando che questa penetri bene dentro, comprimendo e lisciandola con apposito ferro, in modo che il contorno dei conci sui fronti di paramento, a lavoro finito, si disegni nettamente e senza sbavature.

Di tali lavorazioni e stuccature l'Appaltatore, nel restarne pienamente edotto, dichiara di aver tenuto debito conto nel presentare la sua offerta per l'assunzione dei lavori medesimi e riconoscere che, con i prezzi unitari d'offerta, relativi alla muratura, egli resta compensato da ogni corrispondente onere al riguardo.

5. Murature di getto o calcestruzzo

Per l'esecuzione delle murature di getto si impiegheranno calcestruzzi aventi le caratteristiche di resistenza richieste dall'opera. La classe minima non dovrà comunque essere inferiore a $R_{c,k} = 200 \text{ kg/cm}^2$

Il calcestruzzo da impiegarsi per qualsiasi lavoro sarà messo in opera appena confezionato e disposto a strati orizzontali di altezza da 20 a 30 cm, su tutta l'estensione della parte di opera che si esegue ad un tempo, ben vibrato, per modo che non resti alcun vano nello spazio che deve contenerlo e nella sua massa.

Pertanto i calcestruzzi relativi alla costruzione di opere trasversali per la correzione di corsi d'acqua, dovranno essere gettati senza soluzione di continuità nel tempo, in modo da ottenere una massa muraria priva di giunzioni.

Qualora poi venissero prescritti calcestruzzi di dosaggio diverso relativamente a strutture di fondazione e di

elevazione, non potrà darsi luogo a sospensione della gettata se non ad avvenuta esecuzione del corpo di fondazione.

Quando il calcestruzzo sia da collocare in opera entro cavi incassati od a pozzo, esso dovrà essere colato nello scavo mediante secchi a ribaltamento. Solo nel caso di scavi molto larghi, la Direzione dei lavori potrà consentire che il calcestruzzo venga gettato liberamente, nel qual caso prima del convogliamento e della vibratura deve, per ogni strato di 30 cm di altezza, essere ripreso dal fondo del cavo e rimpastato per rendere uniforme la miscela dei componenti.

Finito che sia il getto, e spianata con ogni diligenza la superficie superiore, il calcestruzzo dovrà essere lasciato assodare per tutto il tempo che la Direzione dei lavori stimerà necessario per raggiungere il grado di indurimento che dovrà sopportare. Durante il tempo di presa e nei giorni successivi al disarmo delle eventuali casseforme, le gettate dovranno essere protette dall'eccessivo calore solare e frequentemente inumidite.

Qualora la muratura di getto costituisca il corpo di fondazione di opere le cui strutture in elevato debbano essere costruite in muratura di pietra e malta, la superficie corrispondente al piano di campagna dovrà risultare convenientemente scabra per consentire al primo letto di malta relativo alla muratura in elevazione di legarsi il più possibile al calcestruzzo.

Non potrà darsi luogo alla costruzione delle murature di pietrame in elevazione prima che il calcestruzzo abbia raggiunto un sufficiente grado di durezza in relazione al sovraccarico che deve sopportare.

Ad avvenuto disarmo delle casseforme, le superfici delle opere potranno essere regolarizzate con malta cementizia qualora la Direzione dei lavori lo consenta.

L'operazione si farà previa pulitura e lavatura della superficie della gettata e la malta dovrà essere ben conguagliata con cazzuola e frattazzo, con l'aggiunta di opportuno spolvero di cemento puro.

6. Murature in mattoni

I mattoni, prima del loro impiego, dovranno essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata in appositi bagnaroli e mai per aspersione.

Essi dovranno mettersi in opera con le connessure alternate in corsi ben regolati e normali alla superficie esterna; saranno posati sopra un abbondante strato di malta e premuti sopra di essi in modo che la malta refluisca all'ingiro e riempia tutte le connessure.

La larghezza delle connessure non dovrà essere maggiore di 8 nè minore di 5 millimetri.

7. Murature di calcestruzzo con paramento in pietrame

Le murature ordinarie in calcestruzzo con paramento a vista in pietrame saranno eseguite utilizzando i calcestruzzi indicati con le caratteristiche di resistenza previste dalle tavole di progetto e dai calcoli statici.

Gli scapoli da utilizzarsi nella loro costruzione saranno delle migliori dimensioni consentite dalla grossezza della malta muraria, spianati grossolanamente nei piani di posa ed allettati di malta.

Le pietre, prima di essere collocate in opera, saranno diligentemente ripulite dalle sostanze terrose e, ove occorra a giudizio della Direzione dei lavori, accuratamente lavate.

E' proibito lavare le pietre dopo che sono state disposte.

Tanto le pietre quanto la malta saranno interamente disposte a mano, seguendo le migliori regole dell'arte in modo da costruire una massa perfettamente compatta nel cui interno le pietre stesse, ben battute col martello, risultino concatenate fra loro e rivestite da ogni parte di calcestruzzo senza alcun interstizio.

E' vietato l'uso di scaglie a tergo del paramento.

Il paramento in pietrame dovrà essere realizzato come indicato nei punti 1 e 4 del presente articolo.

Gli spazi vuoti che verranno a formarsi per le irregolarità delle pietre - nel solo corpo interno delle murature - saranno riempiti con scaglie che non si tocchino mai a secco e non lascino mai spazi vuoti, colmando con malta tutti gli interstizi. Pertanto è vietato l'uso di scaglie nelle strutture di entrambi i paramenti.

Le facce viste delle murature in pietrame che non debbano essere intonacate o stilate nei giunti, saranno sempre rabboccate con la malta indicata nello specifico articolo.

Le murature dei tipo speciale dovranno essere sempre attraversate da feritoie regolari e regolarmente disposte anche in più ordini, conformemente alle disposizioni della Direzione dei lavori senza che l'Impresa possa pretendere alcun compenso.

Il calcestruzzo dovrà essere sempre gettato entro casseri; è vietato il getto contro terra.

Il paramento a tergo dovrà essere realizzato secondo le prescrizioni progettuali.

8. Pietra da taglio

La pietra da taglio nella costruzione delle diverse opere dovrà presentare la forma e le dimensioni ed essere lavorata in conformità alle disposizioni che all'atto esecutivo saranno impartite dalla Direzione dei lavori o comunque risultanti dagli allegati disegni se si tratta di opere particolari in cui forma e dimensioni dei conci devono essere fissi ed invariabili.

Si prevedono le seguenti lavorazioni :

- a grana grossa
- a grana ordinaria.

- 8.a Per pietra da taglio a grana grossa si intenderà quella lavorata semplicemente con la grossa punta senza fare uso della martellina per lavorare le facce viste e dello scalpello per ricavarne gli spigoli retti. Verrà considerata come pietra da taglio a grano ordinario quella le cui facce viste saranno lavorate con la martellina a denti larghi.

- 8.b Nella lavorazione a grana ordinaria le facce esterne di ciascun concio dovranno avere gli spigoli vivi e ben cesellati per modo che le connesure fra concio e concio non eccedano la larghezza di 5 mm. Qualunque sia il genere di lavorazione delle facce viste, i letti di posa e le facce di combaciamento dovranno essere a perfetto piano e lavorati a grana ordinaria.

Non saranno tollerate nè smussature agli spigoli, nè cavità nelle facce, nè masticateure a rattoppi. Ogni concio dovrà essere lavorato in modo da potersi collocare in opera secondo gli originari letti di cava.

Art. 36

MURATURE IN PIETRAM E ENTRO GABBIONI (GABBIONATE)

Il riempimento con pietrame e la sistemazione in opera dei gabbioni dovrà essere preceduta dal fissaggio dei tiranti interni della scatola per impedirne la deformazione.

I tiranti dovranno essere costituiti da spezzoni di filo di ferro zincato di diametro uguale a quello del filo costituente le maglie del gabbione e dovranno essere attaccate al tessuto metallico per mezzo di una legatura che comprenda diverse maglie del gabbione medesimo.

Ad eseguita sistemazione dei tiranti, si legherà il gabbione in opera con l'avvertenza che i giunti del medesimo dovranno risultare a stretto contatto con quelli dei gabbioni vicini già riempiti, tenendo altresì presente che dovranno essere evitate connesure verticali almeno tra due filari consecutivi di gabbioni. Non potrà eseguirsi il riempimento del gabbione sistemato in opera senza averlo legato a tratti brevi con i vicini già riempiti nel modo appresso indicato.

Nel riempimento di un gabbione si metterà anzitutto in opera il pietrame che dovrà costituire il paramento di faccia a vista, disponendolo per corsi regolari perfettamente combacianti fra loro senza l'impiego di scaglie ed a giunti opportunamente sfalsati in modo da non dar luogo a connesure verticali almeno tra due corsi consecutivi. Conseguentemente il pietrame da impiegarsi nelle strutture da paramento non potrà essere messo in opera senza essere stato convenientemente sbizzato sulla faccia a vista e sui piani di posa e di assetto. Ad avvenuta sistemazione delle strutture di paramento, relative ad ogni singolo gabbione, si procederà al riempimento del nucleo centrale con pietrame e ciottoli assestati a mano per strati orizzontali.

Le pietre da impiegarsi nel predetto nucleo centrale dovranno avere dimensioni tali da non passare in alcun senso attraverso le maglie del gabbione, mentre quelle da impiegarsi nella formazione dei paramenti visti dovranno avere una altezza non minore di 20 cm.

Quando il riempimento del gabbione sarà terminato, si procederà alla sua chiusura. A tale fine si ripiega il coperchio e si tira in maniera da avvicinare i vivagni ai vivagni delle pareti verticali dei gabbioni. Con un palettino di ferro o di legno si prende il vivagno dal coperchio e si appoggia la estremità appuntita del palettino sui vivagni della faccia verticale vicina, in modo che i due vivagni vengano a trovarsi uno da una parte ed uno dall'altra del paletto. Si forza quindi il paletto dall'interno verso l'esterno dei gabbioni in modo da portare a contatto i due vivagni; l'operazione va ripetuta varie volte ad ogni 20 cm di sviluppo longitudinale del vivagno, al fine di stirare

convenientemente il coperchio. Mano a mano che procederà la stiratura dal coperchio si procederà alla legatura a tratti brevi del medesimo con la sottostante scatola di rete metallica.

Tutte le legature previste per l'allestimento delle gabbionate dovranno essere eseguite con filo di ferro zincato dello stesso diametro di quello della rete metallica.

Art. 37

RIVESTIMENTI DI PARETI

I rivestimenti di piastrelle, di qualsiasi genere essi siano, dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte con il materiale prescelto dall'Amministrazione appaltante ed uguale ai campioni che verranno volta volta eseguiti.

Le piastrelle dovranno perfettamente combaciare fra loro e le linee dei giunti dovranno essere completate da tutti i gusci di raccordo ai pavimenti ed agli spigoli, ecc.

Art. 38

INTONACI

Gli intonaci di qualunque specie siano, lisci, a superficie rustica, a bugne, per cornici e quant'altro non dovranno mai presentare peli, crepature, irregolarità negli allineamenti e negli spigoli ed altri difetti.

Ad opera finita, l'intonaco dovrà avere uno spessore non inferiore ai millimetri 15.

Particolarmente per ciascun tipo di intonaco si prescrive quanto appresso :

1. Intonaco grezzo od arricciatura

Predisposte le fasce verticali, sotto regoli di guida in numero sufficiente, verrà applicato alle murature un primo strato di malta idraulica detta rinzaffo, gettato con forza in modo che possa penetrare nei giunti e riempirli. Dopo che questo strato sarà alquanto asciutto si applicherà su di esso un secondo strato della medesima malta, che si stenderà con la cazzuola o con frattone, stuccando ogni fessura e togliendo ogni asprezza, sicché le pareti riescano per quanto possibile regolari.

2. Intonaco comune o civile

Appena l'intonaco grezzo avrà preso consistenza, si stenderà su di esso un terzo strato di malta fine che si conguaglierà con le fasce di guida in modo che l'intera superficie ne risulti piana ed uniforme, senza ondeggiamenti e disposta a perfetto piano verticale o secondo le superfici degli intradossi.

3. Intonaco di cemento liscio

L'intonaco a cemento sarà fatto nello stesso modo di quello di cui sopra al punto 1. impiegando per rinzaffo la malta cementizia normale di cui all'art. 32. L'ultimo strato dovrà essere lisciato col ferro e potrà essere ordinato anche colorato.

Art. 39

TINTEGGIATURE E VERNICIATURE

1. Norme generali

Qualunque tinteggiatura, verniciatura o coloritura dovrà essere preceduta da un conveniente ed accuratissimo lavoro di preparazione delle superfici, e precisamente da raschiature, scrostature, stuccature, eventuale ripresa di spigoli e tutto quanto occorre per uguagliare le superfici medesime.

Successivamente le dette superfici dovranno essere perfettamente levigate con carta vetrata, e quando trattasi di coloriture o verniciature, nuovamente stuccate, indi pomciate, previa imprimatura.

Per le opere in legno, la stuccatura e l'imprimatura dovrà essere fatta con mastici adatti.

Per le opere metalliche la preparazione delle superfici dovrà essere preceduta dalla raschiatura delle parti ossidate.

Le tinteggiature, coloriture e verniciature dovranno, se richieste, essere anche eseguite con colori diversi su una parete, complete di filettature, zoccoli e quant'altro occorre alla perfetta esecuzione dei lavori.

2. Coloriture ad olio

La biacca di zinco ed i colori dovranno essere perfettamente sciolti in olio puro di lino cotto e successivamente mescolati con essenza di trementina nella quantità perfettamente necessaria ad ottenere un conveniente distendimento.

Ogni passata di coloritura ad olio dovrà essere distesa uniformemente su tutta la superficie da coprire. Non si dovrà dare una successiva passata se la precedente non sia perfettamente essicata.

3. Vernici a smalto e vernici speciali

Saranno delle migliori qualità ed applicate con la massima cura.

Art. 40

LAVORI IN LEGNO

40.1 – Generalità

Le strutture lignee considerate sono quelle che assolvono una funzione di sostenimento e che coinvolgono la sicurezza delle persone, siano esse realizzate in legno massiccio (segato, squadrato o tondo) e/o legno lamellare (incollato) e/o pannelli derivati dal legno, assemblati mediante incollaggio o elementi di collegamento meccanici.

40.2 - Prodotti e componenti.

40.2.1 - Legno massiccio.

Il legno dovrà essere classificato secondo la resistenza meccanica e specialmente la resistenza e la rigidezza devono avere valori affidabili. I criteri di valutazione dovranno basarsi sull'esame a vista dei difetti del legno e sulla misura non distruttiva di una o più caratteristiche (vedere ad esempio la norma UNI 8198 e suo FA 145-84). I valori di resistenza e di rigidezza devono, ove possibile, essere determinati mediante la norma ISO 8375. Per la prova dovrà essere prelevato un campione rappresentativo ed i provini da sottoporre a prova, ricavati dal campione, dovranno contenere un difetto riduttore di resistenza e determinante per la classificazione. Nelle prove per determinare la resistenza a flessione, il tratto a momento costante deve contenere un difetto riduttore di resistenza e determinante per la classificazione, e la sezione resistente sottoposta a trazione deve essere scelta a caso.

40.2.2 - Legno con giunti a dita.

Fatta eccezione per l'uso negli elementi strutturali principali, nei quali il cedimento di un singolo giunto potrebbe portare al collasso di parti essenziali della struttura, si può usare legno di conifera con giunti a dita (massa volumica 300 - 400 - 500 kg/m³) a condizione che:

- il profilo del giunto a dita e l'impianto di assemblaggio siano idonei a raggiungere la resistenza richiesta;
- i giunti siano eseguiti secondo regole e controlli accettabili (per esempio corrispondenti alla norma raccomandata ECE-1982 "Recommended standard for finger-jointing of coniferous sawn timber" oppure al documento del CEN/TC 124 "Finger jointed structural timber"). Se ogni giunto a dita è cementato sino alla resistenza a trazione caratteristica, è consentito usare il legno con giunti a dita anche nelle membrature principali.

L'idoneità dei giunti a dita di altre specie legnose (cioè non di conifere) deve essere determinata mediante prove (per esempio secondo la BSI 5291 "Finger joints in structural softwoods", integrata quando necessario da prove supplementari per la trazione parallela alla fibratura).

Per l'adesivo si deve ottenere assicurazione da parte del fabbricante circa l'idoneità e la durabilità dell'adesivo stesso per le specie impiegate e le condizioni di esposizione.

40.2.3 - Legno lamellare incollato.

La fabbricazione ed i materiali devono essere di qualità tale che gli incollaggi mantengano l'integrità e la resistenza richieste per tutta la vita prevista della struttura. Per gli adesivi vale quanto detto nel punto successivo apposito.

Per il controllo della qualità e della costanza della produzione si dovranno eseguire le seguenti prove:

- prova di delaminazione;
- prova di intaglio;
- controllo degli elementi;
- laminati verticalmente;
- controllo delle sezioni giuntate.

40.2.4 - Compensato.

Il compensato per usi strutturali deve essere prodotto secondo adeguate prescrizioni qualitative in uno stabilimento soggetto ad un costante controllo di qualità e ciascun pannello dovrà di regola portare una stampigliatura indicante la classe di qualità.

Il compensato per usi strutturali dovrà di regola essere del tipo bilanciato e deve essere incollato con un adesivo che soddisfi le esigenze richieste nei casi di esposizione ad alto rischio (vedere punto 39.2.6).

Per la determinazione delle caratteristiche fisico-meccaniche si potrà fare ricorso alla normativa UNI esistente.

40.2.5 - Altri pannelli derivati dal legno.

Altri pannelli derivati dal legno (per esempio pannelli di fibre e pannelli di particelle) dovranno essere prodotti secondo adeguate prescrizioni qualitative in uno stabilimento soggetto ad un costante controllo di qualità e ciascun pannello dovrà di regola portare una stampigliatura indicante la classe di qualità.

Per la determinazione delle caratteristiche fisico-meccaniche si dovrà fare ricorso alla normativa UNI esistente.

40.2.6 - Adesivi.

Gli adesivi da impiegare per realizzare elementi di legno per usi strutturali devono consentire la realizzazione di incollaggi con caratteristiche di resistenza e durabilità tali che il collegamento si mantenga per tutta la vita della struttura.

Esempi di adesivi idonei sono forniti nel **prospetto 1**, nel quale sono descritte due categorie di condizioni di esposizione: ad alto rischio ed a basso rischio.

40.2.7 - Elementi di collegamento meccanici.

Per gli elementi di collegamento usati comunemente quali: chiodi, bulloni, perni e viti, la capacità portante caratteristica e la deformazione caratteristica dei collegamenti devono essere determinate sulla base di prove condotte in conformità alla norma ISO 6891. Si deve tenere conto dell'influenza del ritiro per essiccazione dopo la fabbricazione e delle variazioni del contenuto di umidità in esercizio (vedere **prospetto 2**).

Si presuppone che altri dispositivi di collegamento eventualmente impiegati siano stati provati in maniera corretta completa e comprovata da idonei certificati.

Prospetto 1 - Tipi di adesivi idonei

Categoria d'esposizione: condizione d'esposizione tipiche

Esempi di adesivi

Ad alto rischio.

- Esposizione diretta alle intemperie, per esempio strutture marine e strutture all'esterno nelle quali l'incollaggio è esposto agli elementi (per tali condizioni di esposizione si sconsiglia l'uso di

RF

PF

strutture incollate diverse dal legno lamellare incollato).

PF/RF

- Edifici con condizioni caldo-umide, dove l'umidità del legno è superiore al 18% e la temperatura degli incollaggi può superare i 50 °C, per esempio lavanderie, piscine e sottotetti non ventilati.

- Ambienti inquinati chimicamente, per esempio stabilimenti chimici e di tintoria.

- Muri esterni a parete semplice con rivestimento protettivo.

A basso rischio.

- Strutture esterne protette dal sole e dalla pioggia, coperture di tettoie aperte e porticati.

RF

PF

- Strutture provvisorie come le casseforme per calcestruzzo.

PF/RF

- Edifici riscaldati ed aerati nei quali l'umidità del legno non superi il 18% e la temperatura dell'incollaggio rimanga al di sotto di 50 °C, per esempio interni di case, sale di riunione o di spettacolo, chiese ed altri edifici.

MF/UF

UF

Dove:

RF: Resorcinolo-formaldeide

PF: Fenolo-formaldeide

PF/RF: Fenolo/resorcinolo/formaldeide

MF/UF: Melamina/urea-formaldeide

UF: Urea-formaldeide e UF modificato

Prospetto 2 - Protezione anticorrosione minima per le parti in acciaio, descritta secondo le norme ISO 2081.

Classe di umidità	Trattamento
1	nessuno (1)
2	Fe/Zn 12c
3	Fe/Zn 25c (2)

Classe di umidità 1: questa classe di umidità è caratterizzata da un contenuto di umidità nei materiali corrispondente ad una temperatura di 20 ± 2 °C e ad una umidità relativa nell'aria circostante che supera il 65% soltanto per alcune settimane all'anno.

Nella classe di umidità 1 l'umidità media di equilibrio per la maggior parte delle conifere non supera il 12 %.

Classe di umidità 2: questa classe di umidità è caratterizzata da un contenuto di umidità nei materiali corrispondente ad una temperatura di 20 ± 2 °C e ad una umidità relativa dell'aria circostante che supera l'80 % soltanto per alcune settimane all'anno.

Nella classe di umidità 2 l'umidità media di equilibrio per la maggior parte delle conifere non supera il 18 %.

Classe di umidità 3: condizioni climatiche che danno luogo a contenuti di umidità più elevati.

(1) Minimo per le graffe.

(2) In condizioni severe: Fe/Zn 40c o rivestimento di zinco per immersione a caldo.

40.3 - Disposizioni costruttive e controllo dell'esecuzione.

Le strutture di legno devono essere costruite in modo tale da conformarsi ai principi ed alle considerazioni pratiche che sono alla base della loro progettazione.

I prodotti per le strutture devono essere applicati, usati o installati in modo tale da svolgere in modo adeguato le funzioni per le quali sono stati scelti e dimensionati.

La qualità della fabbricazione, preparazione e messa in opera dei prodotti deve conformarsi alle prescrizioni del progetto e del presente capitolato.

Nota: Le indicazioni esposte qui di seguito sono condizioni necessarie per l'applicabilità delle regole di progetto contenute nelle normative internazionali esistenti ed in particolare le UNI ENV 1995 1-1 e 1-2 (Eurocodice 5).

40.3.1 - Per i pilastri e per le travi in cui può verificarsi instabilità laterale e per elementi di telai, lo scostamento iniziale dalla rettilineità (eccentricità) misurato a metà luce, deve essere limitato a 1/450 della lunghezza per elementi lamellari incollati e ad 1/300 della lunghezza per elementi di legno massiccio. Nella maggior parte dei criteri di classificazione del legname, le norme sulla arcuatura dei pezzi sono inadeguate ai fini della scelta di tali materiali per fini strutturali; si dovrà pertanto far attenzione particolare alla loro rettilineità. Non si dovranno impiegare per usi strutturali elementi rovinati, schiacciati o danneggiati in altro modo. Il legno ed i componenti derivati dal legno, e gli elementi strutturali non dovranno essere esposti a condizioni più severe di quelle previste per la struttura finita. Prima della costruzione il legno dovrà essere portato ad un contenuto di umidità il più vicino possibile a quello appropriato alle condizioni ambientali in cui si troverà nella struttura finita. Se non si considerano importanti gli effetti di qualunque ritiro, o se si sostituiscono parti che sono state danneggiate in modo inaccettabile, è possibile accettare maggiori contenuti di umidità durante la messa in opera, purché ci si assicuri che al legno sia consentito di asciugare fino a raggiungere il desiderato contenuto di umidità.

40.3.2 - Quando si tiene conto della resistenza dell'incollaggio delle unioni per il calcolo allo stato limite ultimo, si presuppone che la fabbricazione dei giunti sia soggetta ad un controllo di qualità che assicuri che l'affidabilità sia equivalente a quella dei materiali giuntati. La fabbricazione di componenti incollati per uso strutturale dovrà avvenire in condizioni ambientali controllate. Quando si tiene conto della rigidità dei piani di incollaggio soltanto per il progetto allo stato limite di esercizio, si presuppone l'applicazione di una ragionevole procedura di controllo di qualità che assicuri che solo una piccola percentuale dei piani di incollaggio cederà durante la vita della struttura. Si dovranno seguire le istruzioni dei produttori di adesivi per quanto riguarda la miscelazione, le condizioni ambientali per l'applicazione e la presa, il contenuto di umidità degli elementi lignei e tutti quei fattori concernenti l'uso appropriato dell'adesivo. Per gli adesivi che richiedono un periodo di maturazione dopo l'applicazione, prima di raggiungere la completa resistenza, si dovrà evitare l'applicazione di carichi ai giunti per il tempo necessario.

40.3.3 - Nelle unioni con dispositivi meccanici si dovranno limitare smussi fessure, nodi (od altri difetti in modo tale da non ridurre la capacità portante dei giunti. In assenza di altre specificazioni, i chiodi dovranno essere inseriti ad angolo retto rispetto alla fibratura e fino ad una profondità tale che le superfici delle teste dei chiodi siano a livello della superficie del legno. La chiodatura incrociata dovrà essere effettuata con una distanza minima della testa del chiodo dal bordo caricato che dovrà essere almeno 10 d, essendo d il diametro del chiodo. I fori per i bulloni possono avere un diametro massimo aumentato di 1 mm rispetto a quello del bullone stesso. Sotto la testa e il dado si dovranno usare rondelle con il lato o il diametro di almeno 3 d e spessore di almeno 0,3 d (essendo d il diametro del bullone). Le rondelle dovranno appoggiare sul legno per tutta la loro superficie. Bulloni e viti dovranno essere stretti in modo tale che gli elementi siano ben serrati e se necessario dovranno essere stretti ulteriormente quando il legno abbia raggiunto il suo contenuto di umidità di equilibrio. Il diametro minimo degli spinotti è 8 mm. Le tolleranze sul diametro dei perni sono di $\pm 0,1$ mm e i fori predisposti negli elementi di legno non dovranno avere un diametro superiore a quello dei perni. Al centro di ciascun connettore dovranno essere disposti un bullone od una vite. I connettori dovranno essere inseriti a forza nei relativi alloggiamenti. Quando si usano connettori a piastra dentata, i denti dovranno essere pressati fino al completo inserimento nel legno. L'operazione di pressatura dovrà essere normalmente effettuata con speciali presse o con speciali bulloni di serraggio aventi rondelle sufficientemente grandi e rigide da evitare che il legno subisca danni. Se il bullone resta quello usato per la pressatura, si dovrà controllare attentamente che esso non abbia subito danni durante il serraggio. In questo caso la rondella dovrà avere almeno la stessa dimensione del connettore e lo spessore dovrà essere almeno 0,1 volte il diametro o la lunghezza del lato. I fori per le viti dovranno essere preparati come segue:

- a) il foro guida per il gambo dovrà avere lo stesso diametro del gambo e profondità pari alla lunghezza del gambo non filettato;
- b) il foro guida per la porzione filettata dovrà avere un diametro pari a circa il 50% del diametro del gambo;
- c) le viti dovranno essere avvitate, non spinte a martellate, nei fori predisposti.

40.3.4 - L'assemblaggio dovrà essere effettuato in modo tale che non si verifichino tensioni non volute. Si dovranno sostituire gli elementi deformati, e fessurati o malamente inseriti nei giunti.

40.3.5 - Si dovranno evitare stati di sovrasollecitazione negli elementi durante l'immagazzinamento, il trasporto e la messa in opera. Se la struttura è caricata o sostenuta in modo diverso da come sarà nell'opera finita, si dovrà dimostrare che questa è accettabile anche considerando che tali carichi possono avere effetti dinamici. Nel caso per esempio di telai ad arco, telai a portale, ecc., si dovranno accuratamente evitare distorsioni nel sollevamento dalla posizione orizzontale a quella verticale.

40.4 - Controlli.

Il Direttore dei lavori dovrà accertarsi che siano state effettuate verifiche di:

- controllo sul progetto;
- controllo sulla produzione e sull'esecuzione fuori e dentro il cantiere;
- controllo sulla struttura dopo il suo completamento.

40.4.1 - Il controllo sul progetto dovrà comprendere una verifica dei requisiti e delle condizioni assunte per il progetto.

40.4.2 - Il controllo sulla produzione e sull'esecuzione dovrà comprendere documenti comprovanti:

- le prove preliminari, per esempio:
 - prove sull'adeguatezza dei materiali e dei metodi produttivi;
- controllo dei materiali e loro identificazione, per esempio:
 - per il legno ed i materiali derivati dal legno: specie legnosa, classe, marchiatura, trattamenti e contenuto di umidità;
 - per le costruzioni incollate: tipo di adesivo, procedimento produttivo, qualità dell'incollaggio;
 - per i connettori: tipo, protezione anticorrosione;
- trasporto, luogo di immagazzinamento e trattamento dei materiali
- controllo sulla esattezza delle dimensioni e della geometria;
- controllo sull'assemblaggio e sulla messa in opera;
- controllo sui particolari strutturali, per esempio:
 - numero dei chiodi, bulloni, ecc.;
 - dimensioni dei fori, corretta preforatura;
 - interassi o distanze rispetto alla testata od ai bordi, fessurazioni;
- controllo finale sul risultato del processo produttivo, per esempio:
 - attraverso un'ispezione visuale;
 - attraverso prove di carico.

40.4.3 - Controllo della struttura dopo il suo completamento

Un programma di controlli dovrà specificare i tipi di controllo da effettuare durante l'esercizio ove non sia adeguatamente assicurato sul lungo periodo il rispetto dei presupposti fondamentali del progetto.

40.5 - Tutti i documenti più significativi e le informazioni necessarie per l'utilizzo in esercizio e per la manutenzione della struttura dovranno essere raccolte dalla Direzione dei lavori in apposito fascicolo e poi messe a disposizione della persona che assume la responsabilità della gestione dell'edificio.

Tutti i legnami da impiegarsi in opere stabili da carpentiere dovranno essere lavorati con la massima cura e precisione secondo ogni buona regola d'arte ed in conformità alle prescrizioni date dalla Direzione dei lavori.

Non è tollerato alcun taglio in falso nè zeppe o cunei nè qualsiasi altro mezzo di guarnitura o ripieno.
Le diverse parti comprendenti un'opera in legname devono essere tra loro collegate saldamente in tutti i punti di contatto mediante caviglie, chiodi, squadre, staffe di ferro, fasciature di reggia od altro, in conformità alle prescrizioni che saranno date.

Tutte le parti dei legnami che rimangono incassate nelle murature devono, prima della posa in opera, esser spalmate di catrame o di carbolineum.

Art. 41 **SOTTOFONDI**

I sottofondi da eseguire in corrispondenza dei rilevati stradali o nei tratti comunque ricadenti su terreni di non sufficiente consistenza (qualora non siano previste pavimentazioni con fondazioni proprie e speciali), allo scopo di consolidare la parte di piano viabile destinata al carreggio ed al traffico dei veicoli in genere, potranno essere costruiti con pietrame, oppure con ciottoloni di fiume di qualità dura e resistente ed aventi appropriate forme e dimensioni, ovvero in mista granulometria, detriti o tout-venant di cava da fornirsi in cumuli lungo la strada o su automezzi.

Detti sottofondi dovranno essere successivamente cilindri adeguatamente.

A lavoro ultimato la superficie dei sottofondi dovrà avere sagoma parallela a quella che in definitiva si dovrà dare alla superficie della carreggiata o del pavimento sovrapposto che dovrà costituire la carreggiata stessa.

Art. 42 **RILEVATI**

Per la formazione dei rilevati, per qualunque opera di rinterro e per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi e delle murature, fino alle quote prescritte dalla Direzione dei lavori, si impiegheranno generalmente, salvo quanto segue, tutte le materie provenienti dagli scavi eseguiti sul lavoro fino al loro totale esaurimento, se riconosciute idonee dalla Direzione dei lavori. Qualora le materie provenienti dagli scavi non fossero idonee o sufficienti, l'Appaltatore approvvigionerà i materiali occorrenti prelevandoli ovunque crederà conveniente, purchè siano approvati dalla Direzione dei lavori.

Nella formazione dei rilevati si potranno impiegare i terreni classificati secondo la normativa AASHO o UNI 10008 come appartenenti ai gruppi A_1 (sottogruppi A_{1a} ; A_{1b}), A_2 (sottogruppi A_{2-4} ; A_{2-5}) ed A_3 .

I rilevati dovranno essere formati per strati dello spessore di 50 cm, ben costipati; a giudizio della Direzione dei lavori l'Impresa dovrà provvedere alla bagnatura dei rilevati stessi.

Quando trattasi di lavori di costruzione dei rilevati stradali ed arginali, la Direzione dei lavori si riserva la facoltà, prima di metterli a pagamento, di effettuare le prove tecniche opportune. Dette prove dovranno dimostrare lo stato di compattamento del materiale costituente il rilevato, il quale dovrà sostenere agevolmente i carichi massimi dei veicoli previsti dal vigente codice della strada senza dar luogo ad affondamenti dei veicoli carichi in moto. L'Impresa è tenuta a ripetere la compressione dei rilevati sino a che le prove anzidette diano esito soddisfacente.

Nella formazione delle scarpate l'Impresa avrà cura che lo strato esterno sia composto dalle materie migliori e preferibilmente di terre vegetali per il miglior rivestimento e per le seminagioni.

Qualora la Direzione dei lavori acconsentisse l'impiego di materiale ghiaioso per la formazione dei rilevati, questo dovrà essere collocato nella parte centrale dei rilevati stessi in modo da poterla rivestire con uno strato terroso non inferiore a 30 cm, ad eccezione della sommità viabile dei rilevati stradali.

Per i rilevati ed i rinterri da addossare a murature si dovranno sempre impiegare materie sciolte o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose ed, in genere, di tutte quelle che, con l'assorbimento di acqua, si rammoliscono e si gonfiano generando spinte sulle murature.

E' vietato addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.

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

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

La superficie del terreno su cui dovranno elevarsi i terrapieni sarà previamente scorticata e tagliata a gradoni se inclinata.

Art. 43

MASSICCIATE E PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO

A. MASSICCIATE

In corrispondenza del piano viabile la sovrastruttura verrà realizzata con una massicciata di pietrisco cilindrato che dovrà rispondere ai requisiti di cui agli artt. 8 e 9.

Essa sarà costituita da uno spessore di pietrisco non maggiore a cm 15 in soffice da suddividere in due strati. Il primo strato di cm 10 sarà della pezzatura 4÷7 centimetri; il secondo strato, di altezza non maggiore a centimetri 5, sarà per i 4/5 costituito da pietrisco della pezzatura di 3÷5 centimetri.

Il pietrisco necessario al secondo strato verrà predisposto in cumuli separati per essere prima misurato e poi sarà sparso sul pietrischetto da 4÷7 centimetri già disteso e cilindrato.

La cilindratura dell'intera altezza della massicciata di pietrisco sarà effettuata con acqua aggiungendo quelle quantità di materiale di aggregazione necessarie per ottenere la completa chiusura.

La massicciata sarà completata con un trattamento di semipenetrazione con kg/mq 3,00 di emulsione bituminosa al 55 per cento da eseguirsi in due tempi in ragione di kg/mq 2,00 di legante e litri/mq 12 di pietrischetto 8÷15 mm nel primo tempo convenientemente cilindrato, e di kg/mq 8 di graniglia 3÷8 mm nel secondo, pure convenientemente cilindrata.

Prima del suo impiego il granulato verrà disposto in cumuli regolari sulle banchine stradali, affinché la Direzione dei lavori ne possa controllare la quantità e la pezzatura.

Lo spessore finito della massicciata non sarà inferiore a cm 10.

Per la tolleranza nella pezzatura si fa richiamo all'articolo relativo alle norme per l'accettazione dei materiali.

Per la *rullatura* atta a ricevere il trattamento superficiale od il tappeto di collegamento si seguiranno le seguenti norme:

- l'avanzata della preparazione della massicciata non dovrà mai precedere più di metri 100 ciascun compressore, ed a metà strada per volta onde non interrompere la continuità del traffico;
- la cilindratura meccanica dovrà essere eseguita con rulli compressor del peso tra le tonnellate 14 e 16 (quattordici e sedici);
- nei tratti di strada in cui sono state eseguite ossature del sottofondo in pietrame anche se solo marginali, nonché rialzamenti di curve e solcature di avvallamenti o depressioni, lo spandimento del pietrisco da cilindrare dovrà essere preceduto da un completo costipamento delle ossature dei sottofondi e dei riempimenti di pietrame, da effettuare mediante rullatura meccanica come predetto.

Nella sua marcia funzionante il compressore manterrà la velocità oraria non superiore a km 3 (tre).

La *cilindratura* sarà eseguita con un numero di passaggi del compressore sufficiente a garantire la perfetta chiusura.

Prima dello spargimento del pietrisco il piano stradale dovrà essere bagnato in modo che il pietrisco stesso possa ancorarsi allo strato sottostante. Pertanto l'Impresa dovrà tenere sul luogo due carribotte che si alterneranno nelle operazioni di bagnatura.

Il lavoro di compressione dovrà essere iniziato dai margini della strada e gradualmente essere proseguito verso il centro.

Il rullo dovrà essere condotto in modo che nel cilindrare la nuova zona le ruote passino sulla striscia già cilindrata per almeno centimetri 20.

Gli eventuali rinterrati marginali a contenimento del pietrisco durante la sua cilindatura saranno eseguiti a cura e spese dell'Impresa.

Resta convenuto che la massicciata di pietrisco trattata come semipenetrazione bituminosa come prima descritto può rimanere senza la copertura dello strato di usura nel trattamento superficiale o tappeto per tutta la stagione invernale; l'Impresa però non potrà pretendere o richiedere compensi di sorta per la manutenzione o l'eventuale rifacimento di tali tratti che possono essere stati rovinati dal transito e dal maltempo durante un lungo periodo di sospensione. Per le eventuali riprese o ricarichi con pietrischetto o graniglia bitumati e le successive necessarie rullature per qualsiasi estensione (essi, ricarichi e rullature, possono risultare necessari alla ripresa dei lavori prima dell'esecuzione dei trattamenti superficiali o dei tappeti), provvederà l'Impresa a propria cura e spese.

Per i *tratti in vecchia sede*, su cui dovrà procedersi al ricarica cilindrato della massicciata, l'Impresa dovrà dapprima pulire accuratamente il piano viabile mettendo a nudo la vecchia massicciata, avendo cura di trasportare e depositare fuori strada il materiale risultante, evitando qualsiasi deposito sulle banchine e scarpate. Si procederà poi, ove occorra e sia ordinato dalla Direzione dei lavori e comunque nei modi ordinati dalla Direzione, alla scarificazione della vecchia massicciata adoperando all'uopo il piccone o apposito scarificatore opportunamente trainato e guidato, con l'avvertenza che la scarificazione deve servire ad ancorare il ricarica della presente massicciata, ma non a distruggere quanto della stessa rappresenti consistenza del sottofondo. Perciò essa sarà spinta solo fino alla profondità che la Direzione dei lavori riterrà necessaria.

Si procederà poi alla cernita con vagliatura del materiale utilizzabile che rimarrà di proprietà dell'Impresa ed al trasporto a rifiuto dei detriti non impiegabili: resta a carico dell'Impresa la cura e l'onere di procurare i luoghi di deposito dei rifiuti.

Eseguita la scarificazione ove il sottofondo su cui dovrà riposare la nuova massicciata stradale dovesse presentarsi troppo soffice, prima di procedere allo spargimento del pietrisco, si farà passare il compressore per quel numero di volte che la Direzione dei lavori riterrà opportuno secondo la consistenza del sottofondo stesso.

Tutte le operazioni ed oneri anzidetti rimangono a carico dell'Impresa, in quanto di essi si è tenuto conto nella determinazione del prezzo relativo alla cilindatura del pietrisco.

Preparata nei modi suddetti la superficie della vecchia massicciata da ricaricarsi, ci si assicurerà della portanza del sottofondo e, provveduto se necessario a costituire un sottostrato filtro, si provvederà poi a spargere, a regolarizzare e cilindrare pietrisco o ghiaia nella quantità necessaria innaffiando prima moderatamente la superficie di posa ed impiegando, per la formazione degli strati inferiori del nuovo ricarica, il materiale utilizzabile proveniente dalla scarificazione e per la formazione dello strato superiore il pietrisco o la ghiaia di nuova fornitura. Tali oneri saranno compensati con i prezzi indicati in Elenco.

Il materiale di massicciata verrà sparso e regolarizzato in modo che la superficie del nuovo ricarica, atta alla posa della massicciata da trattare a semipenetrazione bituminosa, abbia la sagoma prevista dal progetto e, in sezione trasversale, nei tratti da allargare, risulti perfettamente raccordata alla sovrastruttura della nuova sede stradale.

B. PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO

Per quanto si riferisce alla composizione, confezione, posa in opera dei conglomerati bituminosi dovranno essere seguite le norme di cui alla sez. D - capo II - artt. da 38 a 41, del Capitolato speciale tipo, salvo quanto previsto dalle modifiche riportate di seguito.

B.1 BASI : Strato di base in misto bitumato (Tout venant bitumato)

a) Descrizione

Lo strato di base è costituito da un misto granulare di frantumato, ghiaia, sabbia ed eventuale additivo (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle Norme C.N.R. sui materiali stradali - fascicolo IV/1953), normalmente dello spessore di 10 □ 15 cm, impastato con bitume a caldo, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati o metallici a rapida inversione.

Lo spessore della base è prescritto nei tipi di progetto, salvo diverse indicazioni della Direzione dei lavori.

Nella composizione dell'aggregato grosso (frazione > 4 mm), il materiale frantumato dovrà essere presente almeno per il 90% in peso. A giudizio della Direzione Lavori potrà essere richiesto che tutto l'aggregato grosso sia costituito da elementi provenienti da frantumazione di rocce lapidee.

b) Materiali inerti

I requisiti di accettazione degli inerti impiegati nei conglomerati bituminosi per lo strato di base dovranno essere conformi alle prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle norme C.N.R. - 1953.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle norme C.N.R. - 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le norme del B.U. C.N.R. n. 34 (28/3/1973) anziché col metodo DEVAL.

Aggregato grosso (frazione > 4 mm): elementi di frantumazione di rocce lapidee, elementi naturali tondeggianti, anche frantumati, elementi naturali a spigoli vivi

PARAMETRO	Normativa	Strato di base in misto bitumato		
		Autostrade ed extraurbane principali	Extraurbane secondarie ed urbane di scorrimento	Strade urbane di quartiere e locali
Los Angeles (%)	CNR 34/73	≤ 25	≤ 30	≤ 30
Micro Deval Umida (%)	CNR 109/85	≤ 20	≤ 25	≤ 35
Quantità di frantumato (%)	–	≥ 90	≥ 90	≥ 90
Dimensione massima (mm)	CNR 23/71	40	40	40
Sensibilità al gelo (%)	CNR 80/80	≤ 30	≤ 30	≤ 30
Spogliamento (%)	CNR 138/92	≤ 5	≤ 5	≤ 5
Passante al setaccio 0,075 (%)	CNR 75/80	≤ 1	≤ 1	≤ 2
Contenuto di rocce reagenti con alcali del cemento (%)		–	–	–

Inoltre l'aggregato grosso sarà costituito da una miscela di ghiaie e/o brecce e/o pietrisco/pietrischetto/graniglia che dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- contenuto di rocce tenere, alterate o scistose secondo la norma C.N.R. B.U. n. 104/84, non superiore all'1%;
- contenuto di rocce degradabili, secondo la norma C.N.R. B.U. n. 104/84, non superiore all'1%;

- forma approssimativamente sferica (ghiaie) o poliedrica (brecce e pietrischi), comunque non appiattita, allungata o lenticolare, in ogni caso gli elementi dell'aggregato dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei.

Aggregato fino (frazione o 4 mm): elementi naturali e di frantumazione sarà costituito da una miscela di graniglie e/o ghiaie e/o brecciolini e sabbia naturale e/o di frantumazione e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

PARAMETRO	Normativa	Strato di base in misto bitumato		
		Autostrade ed extraurbane principali	Extraurbane secondarie ed urbane di scorrimento	Strade urbane di quartiere e locali
Equivalente in sabbia (%)	CNR 27/72	≥50	≥50	≥ 50
Limite di plasticità (%)	CNR-UNI 10014	N.P.	N.P.	N.P.
Limite liquido (%)	CNR-UNI 10014	≤ 25	≤ 25	≤ 25
Contenuto di rocce tenere, alterate, scistose, degradabili, solfatiche o reagenti con alcali del cemento (%)	CNR 104/84	-	-	-

Additivi, Filler: polvere di roccia, preferibilmente calcarea, cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto, ceneri volanti (solo per basi in misto bitumato) La granulometria dovrà essere eseguita per via umida.

Parametro	Normativa	Valore
Spogliamento (%)	CNR 138/92	≤ 5
Passante allo 0,18 (%)	CNR 23/71	100
Passante allo 0,075 (%)	CNR 75/80	≥ 80
Indice di Plasticità	CNR-UNI 10014	N.P.
Vuoti Rigden	CNR 123/88	30 – 45
Stiffening Power Rapporto filler/bitume = 1,5	CNR 122/88	≥ 5

c) Legante bituminoso

PARAMETRO	Normativa	Misto bitumato non modificato		Misto bitumato modificato	
		Tipo 50/70	Tipo 70/100	Tipo A	Tipo B
Penetrazione a 25°C (dmm)	EN 1426, CNR 24/71	50-70	70-100	50-70	50-70
Punto di rammollimento (°C)	EN 1427, CNR 35/73	46-56	40-44	≥ 65	≥ 60
Punto di rottura (Fraas) (°C)	EN 12593, CNR 43/74	≤ - 8	≤ - 8	≤ - 15	≤ - 12
Solubilità (%)	EN 12592	≥ 99	≥ 99	-	-
Viscosità dinamica a 160°C, $\dot{\gamma}=10s^{-1}$ (Pa.s)	PrEN 13072-2	≥ 0,15	≥ 0,10	≥ 0,4	≥ 0,25
Ritorno elastico a 25°C (%)	EN 13398	-	-	≥ 75	≥ 50
Stabilità allo stoccaggio 3 gg a 180°C Variazione del punto di rammollimento (%)	EN 13399	-	-	≤ 0,5	≤ 0,5
Valori dopo RTFOT	EN 12607-1				
Volatilità (%)	CNR 54/77	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,8	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C (%)	EN 1426, CNR 24/71	≥ 50	≥ 50	≥ 60	≥ 60
Incremento del punto di rammollimento (°C)	EN 1427, CNR 35/73	≤ 9	≤ 9	≤ 5	≤ 5

d) Miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Miscele: percentuale compresa tra 4 e 5%

SETACCI apertura mm	Strato di base in misto bitumato
	% di passante
1,4 D _{max}	100
D _{max} = 31,50	90 – 100
20	60 – 95
12,5	35 – 75
2	10 – 50
0,5	5 – 25
0,063	0 – 11

e) Controllo dei requisiti di accettazione

La quantità di bitume deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico. In via transitoria si potrà utilizzare, in alternativa, il metodo Marshall.

Le caratteristiche richieste sono riportate nelle seguenti tabelle:

METODO VOLUMETRICO	STRATO PAVIMENTAZIONE	
Condizioni di prova	Unità di misura	Base
Angolo di rotazione		1.25° - ±0.02
Velocità di rotazione	Rotazioni/min	30
Pressione verticale	Kpa	600
Diametro del provino	mm	150
Risultati richiesti		
Vuoti a 10 rotazioni	%	10 – 14
Vuoti a 100 rotazioni	%	3 – 5
Vuoti a 180 rotazioni	%	>2
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25

METODO MARSHALL	STRATO PAVIMENTAZIONE	
Condizioni di prova	Unità di misura	Base
Costipamento	75 colpi x faccia	
Risultati richiesti		
Stabilità Marshall	KN	7 (8)*
Rigidezza Marshall	KN/mm	>2,5
Vuoti residui	%	3 – 10 (8)*
Perdita di Stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25

* per bitume modificato

L'Impresa ha l'obbligo di fare eseguire prove sperimentali sui campioni di aggregato e di legante, per la relativa accettazione.

L'Impresa è poi tenuta a presentare con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'impresa ha ricavato la ricetta ottimale.

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Una volta accettata dalla Direzione Lavori la composizione proposta, l'Impresa dovrà ad essa attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri. Non sarà ammessa una variazione del contenuto di aggregato grosso superiore a ± 5% e di sabbia superiore a ± 3% sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta, e di ± 1,5% sulla percentuale di additivo.

Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilita di ± 0,3%.

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito.

Su richiesta della Direzione Lavori sul cantiere di lavoro dovrà essere installato a cura e spese dell'Impresa un laboratorio idoneamente attrezzato per le prove ed i controlli in corso di produzione, condotto da personale appositamente addestrato.

In quest'ultimo laboratorio dovranno essere effettuate, quando necessarie, ed almeno con frequenza giornaliera:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;
- la verifica delle caratteristiche Marshall del conglomerato e precisamente: peso di volume (B.U. C.N.R. n. 40 del 30/3/1973), media di due prove; percentuale di vuoti (B.U. C.N.R. n. 39 del 23/3/1973), media di due prove; stabilità e rigidità Marshall

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dall'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla Direzione Lavori sul quale l'impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la Direzione Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

La stazione appaltante si riserva la espressa facoltà di verificare, tramite la Direzione Lavori, le varie fasi di preparazione dei conglomerati. A tal uopo l'Impresa è tassativamente obbligata a fornire all'Amministrazione appaltante gli estremi (nome commerciale ed indirizzo) della ditta di produzione dei conglomerati unitamente al formale impegno di questa a consentire alla Direzione Lavori sopralluoghi in fabbrica in qualsiasi numero ed in ogni momento con la facoltà di operare dei prelievi di materiali, assistere e verificare le fasi di manipolazione e confezione.

f) Formazione e confezione delle miscele

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi autorizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati; resta pertanto escluso l'uso dell'impianto a scarico diretto.

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati.

Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 20 secondi.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 150 °C e 170 °C, e quella del legante tra 150 °C e 180 °C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,5%.

L'ubicazione dell'impianto di mescolamento dovrà essere tale da consentire, in relazione alle distanze massime della posa in opera, il rispetto delle temperature prescritte per l'impasto e per la stesa.

g) Posa in opera delle miscele

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati nei precedenti articoli relativi alle fondazioni stradali in misto granulare ed in misto cementato.

Prima della stesa del conglomerato su strati di fondazione in misto cementato, per garantire l'ancoraggio, si dovrà provvedere alla rimozione della sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Procedendo alla stesa in doppio strato, i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di $0,5 \div 1 \text{ Kg/m}^2$, secondo le indicazioni della Direzione Lavori.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismo di autolivellamento.

Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazioni degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di 2 o più finitrici.

Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali, derivanti dalle interruzioni giornaliere, dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed esportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno cm 20 e non cadano mai in corrispondenza delle 2 fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto degli impasti dovrà essere effettuato con autocarri a cassone metallico a perfetta tenuta, pulito e, nella stagione o in climi freddi, coperto con idonei sistemi per ridurre al massimo il raffreddamento dell'impasto.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 130 °C.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; gli strati eventualmente compromessi (con densità inferiori a quelle richieste) dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a cura e spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità.

La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli metallici a rapida inversione di marcia, possibilmente integrati da un rullo semovente a ruote gommate e/o rulli misti (metallici e gommati).

Il tipo, il peso ed il numero di rulli, proposti dall'Appaltatore in relazione al sistema ed alla capacità di stesa ed allo spessore dello strato da costipare, dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori.

In ogni caso al termine della compattazione, lo strato di base dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al prescritto addensamento in riferimento alla densità di quella Marshall delle prove a disposizione per lo stesso periodo, rilevata all'impianto o alla stesa. Tale valutazione sarà eseguita sulla produzione di stesa secondo la norma B.U. C.N.R. n. 40 (30 marzo 1973), su carote di 15 cm di diametro; il valore risulterà dalla media di due prove.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso. Nelle curve sopraelevate il costipamento andrà sempre eseguito iniziando sulla parte bassa e terminando su quella alta.

Allo scopo di impedire la formazione di impronte permanenti, si dovrà assolutamente evitare e che i rulli vengano arrestati sullo strato caldo.

La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga m. 4, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente.

Saranno tollerati scostamenti dalle quote di progetto contenuti nel limite di ± 10 mm.

Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

B.2 - STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER) E DI USURA

La parte superiore della sovrastruttura stradale sarà, in generale, costituita da un doppio strato di conglomerato bituminoso steso a caldo, e precisamente: da uno strato inferiore di collegamento (binder) e da uno strato superiore di usura, secondo quanto stabilito dalla Direzione Lavori.

Il conglomerato per ambedue gli strati sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, della sabbia, degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R., fascicolo IV/1953), mescolati con bitume a caldo, e verrà steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattato con rulli gommati e lisci.

I conglomerati durante la loro stesa non devono presentare nella loro miscela alcun tipo di elementi litoidi, anche isolati, di caratteristiche fragili o non conformi alle prescrizioni del presente capitolato, in caso contrario a sua discrezione la Direzione Lavori accetterà il materiale o provvederà ad ordinare all'Impresa il rifacimento degli strati non ritenuti idonei.

Tutto l'aggregato grosso (frazione > 4 mm), dovrà essere costituito da materiale frantumato.

Per le sabbie si può tollerare l'impiego di un 10% di sabbia tondeggiate.

b) Materiali inerti

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo le norme C.N.R., Capitolo II del fascicolo IV/1953.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione, così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle Norme C.N.R. 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le Norme B.U. C.N.R. n. 34 (28 marzo 1973) anziché col metodo DEVAL.

Aggregato grosso (frazione > 4 mm):

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetti e graniglie che potranno anche essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove appresso elencate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti.

Aggregato grosso binder: elementi di frantumazione di rocce lapidee, elementi naturali tondeggianti, anche frantumati, elementi naturali a spigoli vivi

PARAMETRO	Normativa	Autostrade ed extraurbane principali	Extraurbane secondarie ed urbane di scorrimento	Strade urbane di quartiere e locali
Los Angeles (%)	CNR 34/73	≤ 25	≤ 30	≤ 30
Micro Deval Umida (%)	CNR 109/85	≤ 20	≤ 25	≤ 35
Quantità di frantumato (%)	–	≥ 90	≥ 90	≥ 90
Dimensione massima (mm)	CNR 23/71	30	30	30
Sensibilità al gelo (%)	CNR 80/80	≤ 30	≤ 30	≤ 30

Spogliamento (%)	CNR 138/92	≤ 5	≤ 5	≤ 5
Passante al setaccio 0,075 (%)	CNR 75/80	≤ 1	≤ 1	≤ 2
Indice di appiattimento	CNR 95/84	≤ 25	≤ 30	≤ 35
Porosità	CNR 65/78	≤ 1,5	≤ 1,5	≤ 1,5
CLA	CNR 140/92	≥ 42	≥ 40	≥ 40

Aggregato grosso usura: elementi di frantumazione di rocce lapidee, elementi naturali tondeggianti, anche frantumati, elementi naturali a spigoli vivi.

Strato d'usura in conglomerato bituminoso drenante costituito da pietrischetti e graniglie ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee o da elementi naturali tondeggianti frantumati

PARAMETRO	Normativa	Strato d'usura in conglomerato bituminoso			
		Autostrade ed extraurbane principali	Extraurbane secondarie ed urbane di scorrimento	Strade urbane di quartiere e locali	Autostrade ed extraurbane principali per strato d'usura in conglomerato bituminoso drenante
Los Angeles (%)	CNR 34/73	≤ 20	≤ 20	≤ 25	≤ 16
Micro Deval Umida (%)	CNR 109/85	≤ 15	≤ 15	≤ 20	≤ 15
Quantità di frantumato (%)	–	95	95	95	100
Dimensione massima (mm)	CNR 23/71	20	20	20	20
Sensibilità al gelo (%)	CNR 80/80	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30
Spogliamento (%)	CNR 138/92	0	0	0	0
Passante al setaccio 0,075 (%)	CNR 75/80	≤ 1	≤ 1	≤ 2	≤ 1
Coefficiente di forma	CNR 95/84	–	–	–	≤ 3
Coefficiente di appiattimento	CNR 95/84	–	–	–	≤ 1,58
Indice di appiattimento	CNR 95/84	≤ 20	≤ 30	≤ 30	≤ 20
Porosità	CNR 65/78	≤ 1,5	≤ 1,5	≤ 1,5	≤ 1,5
CLA	CNR 140/92	≥ 42	≥ 40	≥ 40	≥ 45

Miscela inerti per strati di collegamento binder:

- contenuto di rocce tenere, alterate o scistose secondo la norma C.N.R. B.U. n. 104/84, non superiore all'1%;
- contenuto di rocce degradabili, secondo la norma C.N.R. B.U. n. 104/84, non superiore all'1%;
- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHTO T 96 ovvero inerte IV cat. : Los Angeles <25% - coeff. di frantumazione <140;

- tutto il materiale proveniente dalla frantumazione di rocce lapidee;
- – dimensione massima dei granuli non superiore a 2/3 dello spessore dello strato e in ogni caso non superiore a 30mm;
- sensibilità al gelo (G), secondo la norma C.N.R. B.U. n. 80/80, non superiore al 30% (in zone considerate soggette a gelo);
- passante al setaccio 0,075, secondo la norma C.N.R. B.U. n. 75/80, non superiore all'1%;
- indice di appiattimento (Ia), secondo la norma C.N.R. B.U. n. 95/84, non superiore al 20%;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,80;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,015;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953.

Nel caso che si preveda di assoggettare al traffico lo strato di collegamento in periodi umidi od invernali, la perdita in peso per scuotimento sarà limitata allo 0,5%.

Miscela inerti per strati di usura:

- contenuto di rocce tenere, alterate o scistose secondo la norma C.N.R. B.U. n. 104/84, non superiore all'1%;
- contenuto di rocce degradabili, secondo la norma C.N.R. B.U. n. 104/84, non superiore all'1%;
- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHTO T 96 ovvero inerte I cat.: Los Angeles <20% - coeff. di frantumazione <120;
- – se indicato nell'elenco voci della lavorazione che si vuole almeno un 30% in peso del materiale della intera miscela, questo deve provenire da frantumazione di rocce di origine vulcanica magmatica eruttiva (ovvero del tipo basaltici o porfidi) che presentino un coefficiente di frantumazione minore di 100 e resistenza a compressione, secondo tutte le giaciture, non inferiore a 140 N/mm², nonché resistenza alla usura minima 0,6. Nel caso in cui tale percentuale risultasse superiore al valore del 30%, la parte eccedente non verrà ricompensata all'Impresa, ma si intenderà come necessaria affinché la miscela totale raggiunga i valori minimi prescritti dalla perdita in peso alla prova Los Angeles;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,85;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,015;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, con limitazione per la perdita in peso allo 0,5%.

Per le banchine di sosta saranno impiegati gli inerti prescritti per gli strati di collegamento e di usura di cui sopra. In ogni caso i pietrischi e le graniglie dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei.

Aggregato fino (frazione compresa tra 0,075 e 4 mm):

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell'art. 5 delle Norme del C.N.R. fascicolo IV/1953 ed in particolare:

Miscela inerti per strati di collegamento binder:

Aggregato fino: elementi naturali o di frantumazione

PARAMETRO	<i>Normativa</i>	<i>Autostrade ed extraurbane principali</i>	<i>Extraurbane secondarie ed urbane di scorrimento</i>	<i>Strade urbane di quartiere e locali</i>
Equivalente in sabbia (%)	CNR 27/72	≥ 50	≥ 50	≥ 50
Passante al setaccio 0,075 (%)	CNR 75/80	≤ 2	≤ 2	≤ 3
Quantità di frantumato (%)	CNR 109/85	≥ 50	≥ 50	≥ 50

- quantità di materiale proveniente dalla frantumazione di rocce lapidee non inferiore al 50%;
- equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHO T 176, non inferiore al 50%;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953 con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso.

Miscela inerti per strati di usura:

Aggregato fino: elementi naturali o di frantumazione. Le sabbie per lo strato d'usura in conglomerato bituminoso drenante devono essere di frantumazione

PARAMETRO	<i>Normativa</i>	<i>Autostrade ed extraurbane principali</i>	<i>Extraurbane secondarie ed urbane di scorrimento</i>	<i>Strade urbane di quartiere e locali</i>	<i>Strato d'usura in conglomerato bituminoso drenante</i>
Equivalente in sabbia (%)	CNR 27/72	≥ 80	≥ 70	≥ 70	≥ 80
Passante al setaccio 0,075 (%)	CNR 75/80	≤ 2	≤ 2	≤ 3	≤ 2
Quantità di frantumato (%)	CNR 109/85	≥ 70	≥ 50	≥ 50	70
Trattenuto al setaccio 2 mm, per rocce con CLA ≤ 42 (%)		≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10

- quantità di materiale proveniente dalla frantumazione di rocce lapidee non inferiore al 50%;
- equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHO T 176, non inferiore al 70%;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953 con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso. Nel caso non fosse possibile reperire il materiale della pezzatura 2, 5 mm necessario per la prova, la stessa dovrà essere eseguita secondo le modalità della prova Riedel-Weber con concentrazione non inferiore a 6.

Additivo minerale (filler):

Filler binder: polvere di roccia, preferibilmente calcarea, cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto, ceneri volanti

<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>Valore</i>
Spogliamento (%)	CNR 138/92	≤ 5
Passante allo 0,18 (%)	CNR 23/71	100
Passante allo 0,075 (%)	CNR 75/80	≥ 80
Indice di Plasticità	CNR-UNI 10014	N.P.
Vuoti Rigden	CNR 123/88	30 – 45
Stiffening Power Rapporto filler/bitume =1,5	CNR 122/88	≥ 5

Filler usura: polvere di roccia, preferibilmente calcarea, cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto, ceneri volanti. Strato d'usura in conglomerato bituminoso drenante costituito da frazione fina degli aggregati o polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti

<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>Valore</i>
Spogliamento (%)	CNR 138/92	≤ 5
Passante allo 0,18 (%)	CNR 23/71	100
Passante allo 0,075 (%)	CNR 75/80	≥ 80
Indice di Plasticità	CNR-UNI 10014	N.P.
Vuoti Rigden	CNR 123/88	30 – 45
Stiffening Power Rapporto filler/bitume =1,5	CNR 122/88	≥ 5

c) Legante bituminoso

Legante: bitume semisolido binder

<i>PARAMETRO</i>	Normativa	<i>Misto bitumato non modificato</i>		<i>Misto bitumato modificato</i>	
		<i>Tipo 50/70</i>	<i>Tipo 70/100</i>	<i>Tipo A</i>	<i>Tipo B</i>
Penetrazione a 25°C (dmm)	EN 1426, CNR 24/71	50-70	70-100	50-70	50-70
Punto di rammollimento (°C)	EN 1427, CNR 35/73	46-56	40-44	≥65	≥ 60
Punto di rottura (Fraas) (°C)	CNR 43/74	≤ - 8	≤ - 8	≤ - 15	≤ - 12
Solubilità (%)	EN 12592	≥ 99	≥ 99	-	-
Viscosità dinamica a 160°C, ^g =10s ⁻¹ (Pa.s)	PrEN 13072-2	≥ 0,15	≥ 0,10	≥ 0,4	≥ 0,25
Ritorno elastico a 25°C (%)	EN 13398	-	-	≥ 75	≥ 50

Stabilità allo stoccaggio 3 gg a 180°C	EN 13399	-	-	≤ 0,5	≤ 0,5
Variazione del punto di rammollimento (%)					
Valori dopo RTFOT	EN 12607-1				
Volatilità (%)	CNR 54/77	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,8	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C (%)	EN 1426, CNR 24/71	≥ 50	≥ 50	≥ 60	≥ 60
Incremento del punto di rammollimento (°C)	EN 1427, CNR 35/73	≤ 9	≤ 9	≤ 5	≤ 5

Legante: bitume semisolido usura

PARAMETRO	Normativa	Misto bitumato non modificato		Misto bitumato modificato	
		Tipo 50/70	Tipo 70/100	Tipo A (*)	Tipo B (*)
Penetrazione a 25°C (dmm)	EN 1426, CNR 24/71	50-70	70-100	50-70	50-70
Punto di rammollimento (°C)	EN 1427, CNR 35/73	46-56	40-44	≥ 65	≥ 60
Punto di rottura (Fraas) (°C)	CNR 43/74	≤ - 8	≤ - 8	≤ - 15	≤ - 12
Solubilità (%)	EN 12592	≥ 99	≥ 99	-	-
Viscosità dinamica a 160°C, $\eta = 10s^{-1}$ (Pa.s)	PrEN 13072-2	≥ 0,15	≥ 0,10	≥ 0,4	≥ 0,25
Ritorno elastico a 25°C (%)	EN 13398	-	-	≥ 75	≥ 50
Stabilità allo stoccaggio 3 gg a 180°C	EN 13399	-	-	≤ 0,5	≤ 0,5
Variazione del punto di rammollimento (%)					
Valori dopo RTFOT	EN12607-1				
Volatilità (%)	CNR 54/77	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,8	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C (%)	EN 1426, CNR 24/71	≥ 50	≥ 50	≥ 60	≥ 60
Incremento del punto di rammollimento (°C)	EN 1427, CNR 35/73	≤ 9	≤ 9	≤ 5	≤ 5

d) Miscele

Strato di collegamento (binder)

Miscela: percentuale di bitume compresa tra 4,0 e 5,5%

SETACCI apertura mm	Strato di base in misto bitumato
	% di passante
1,4 D max	100
D max = 31,50	90 – 100
12,50	60 – 95

8	45 – 80
2	10 – 50
0,5	5 – 25
0,063	2 – 10

La quantità di bitume deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico. In via transitoria si potrà utilizzare, in alternativa, il metodo Marshall.

Le caratteristiche richieste sono riportate nelle seguenti tabelle:

METODO VOLUMETRICO	STRATO PAVIMENTAZIONE	
<i>Condizioni di prova</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Binder</i>
Angolo di rotazione		1.25° ± 0.02
Velocità di rotazione	Rotazioni/min	30
Pressione verticale	Kpa	600
Diametro del provino	mm	150
<u>Risultati richiesti</u>		
Vuoti a 10 rotazioni	%	10 – 14
Vuoti a 100 rotazioni (*)	%	3 – 5
Vuoti a 180 rotazioni	%	>2
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25
METODO MARSHALL	STRATO PAVIMENTAZIONE	
<i>Condizioni di prova</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Binder</i>
<i>Costipamento</i>	75 colpi x faccia	
<u>Risultati richiesti</u>		
Stabilità Marshall	KN	9 (10)*
Rigidezza Marshall	KN/mm	3 – 4,5
Vuoti residui (*)	%	3 – 8 (6)*
Perdita di Stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25

(*) in caso di bitume modificato

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4% ed il 5,5% riferito al peso degli aggregati. Esso dovrà comunque essere determinato come quello necessario e sufficiente per ottimizzare – secondo il metodo Marshall di progettazione degli impasti bituminosi per pavimentazioni stradali – le caratteristiche di impasto di seguito precisate:

- la stabilità Marshall eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a 900 Kg. Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 250;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra 3 □ 7%;
- la prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato.

Riguardo i provini per le misure di stabilità e rigidità, sia per i conglomerati bituminosi tipo usura che per quelli tipo binder, valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato di base.

Le carote o i tasselli indisturbati di impasto bituminoso prelevati dallo strato steso in opera, a rullatura ultimata, dovranno infine presentare in particolare le seguenti caratteristiche: la densità (peso in volume) – determinata secondo la norma C.N.R. B.U. n. 40/73 – non dovrà essere inferiore al 97% della densità dei provini Marshall.

La superficie finita dell'impasto bituminoso messo in opera nello strato di collegamento, nel caso questo debba restare sottoposto direttamente al traffico per un certo periodo prima che venga steso il manto di usura, dovrà presentare:

- resistenza di attrito radente, misurata con l'apparecchio portatile a pendolo "Skid Resistance Tester" (secondo la norma C.N.R. B.U. n. 105/1985) su superficie pulita e bagnata, riportata alla temperatura di riferimento di 15 °C, non inferiore a 55 BPN "British Portable Tester Number"; qualora lo strato di collegamento non sia stato ancora ricoperto con il manto di usura, dopo un anno dall'apertura al traffico la resistenza di attrito radente dovrà risultare non inferiore a 45 BPN;
- macrorugosità superficiale misurata con il sistema della altezza in sabbia (HS), secondo la norma C.N.R. B.U. n. 94/83, non inferiore a 0,45 mm;
- coefficiente di aderenza trasversale (CAT) misurato con l'apparecchio S.C.R.I.M. (siderway Force Coefficient Investigation Machine), secondo la norma C.N.R. B.U. n. 147/92, non inferiore a 0,55.

Le misure di BPN, HS e CAT dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 90° giorno dall'apertura al traffico.

Strato di usura

Miscele usura:

<u>SERIE SETACCI</u>		% PASSANTE			
		CONGLOMERATO BITUMINOSO			CONGLOMERATO BITUMINOSO DRENANTE (0-12)
		A (0-18)	B (0-12)	C (0-6)	
Setaccio	31,5	100	-	-	
Setaccio	20	-	100	-	100
+Setaccio	18	90 - 100	-	-	-
Setaccio	12,5	65 - 90	90 - 100	-	90 - 100
Setaccio	10		-	-	-
Setaccio	8	-	65 - 90	-	85 - 95
Setaccio	6,3	-	-	100	-
Setaccio	4	-	-	50 - 85	-
Setaccio	2	20 - 60	20 - 60	30 - 60	10 - 25
Setaccio	0,5	10 - 30	10 - 30	15 - 30	8 - 20
Setaccio	0,063	2 - 12	2 - 12	2 - 10	6 - 10
% di bitume		5,5 – 6,5	5,5 – 6,5	5,5 – 6,5	5,5 – 6,5

Per i tappeti di usura il fuso A è da impiegare per spessori superiori a 4,50 cm, il fuso B per spessori superiori a 3,00 cm, il fuso C per spessori superiori a 2,00 cm.

La quantità di bitume deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico. In via transitoria si potrà utilizzare, in alternativa, il metodo Marshall.

Le caratteristiche richieste sono riportate nelle seguenti tabelle:

METODO VOLUMETRICO	STRATO PAVIMENTAZIONE	
<u>Condizioni di prova</u>	<i>Unità di misura</i>	<i>Usura</i>
Angolo di rotazione		1.25° ± 0.02
Velocità di rotazione	Rotazioni/min	30
Pressione verticale	Kpa	600
Diametro del provino	mm	150
<u>Risultati richiesti</u>		
Vuoti a 10 rotazioni	%	10 – 14
Vuoti a 100 rotazioni (*)	%	4 – 6
Vuoti a 180 rotazioni	%	>2
Resistenza a trazione indiretta a 25°C (**)	N/mm ²	>0,6
Coefficiente di trazione indiretta ² a 25°C (**)	N/mm ²	>50

Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ - 25
METODO MARSHALL		
<i>STRATO PAVIMENTAZIONE</i>		
Condizioni di prova	<i>Unità di misura</i>	<i>Usura</i>
Costipamento	75 colpi x faccia	
<u>Risultati richiesti</u>		
Stabilità Marshall	KN	11
Rigidezza Marshall	KN/mm	3 - 4,5
Vuoti residui (*)	%	3 - 6
Perdita di Stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	N/mm ²	> 0,7
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C	N/mm ²	> 70

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 6% riferito al peso totale degli aggregati.

Il coefficiente di riempimento con bitume dei vuoti intergranulari della miscela addensata non dovrà superare l'80%; il contenuto di bitume della miscela dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportata.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza; il valore della stabilità Marshall (prova B.U. C.N.R. n. 30 del 15 marzo 1973) eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 100 N [1000 Kg]. Inoltre il valore della rigidezza Marshall, cioè il rapporto tra stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300;
- la percentuale dei vuoti dei provini Marshall, sempre nelle condizioni di impiego prescelte, deve essere compresa fra 3% e 6%;
- la prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato.

Le carote o i tasselli indisturbati di impasto bituminoso prelevati dallo strato steso in opera, a rullatura ultimata, dovranno infine presentare in particolare le seguenti caratteristiche:

- la densità (peso in volume) – determinata secondo la norma C.N.R. B.U. n. 40/73 – non dovrà essere inferiore al 97% della densità dei provini Marshall;
- il contenuto di vuoti residui – determinato secondo la norma C.N.R. B.U. n. 39/73 – dovrà comunque risultare compreso fra il 4% e il 8% in volume. Ad un anno dall'apertura al traffico, il volume dei vuoti residui dovrà invece essere compreso fra 3% e 6% e impermeabilità praticamente totale; il coefficiente di permeabilità misurato su uno dei provini Marshall, riferentesi alle condizioni di impiego

prescelte, in permeametro a carico costante di 50 cm d'acqua, non dovrà risultare inferiore a 10^{-6} cm/sec.

La superficie finita dell'impasto bituminoso messo in opera nel manto di usura, dovrà presentare:

- resistenza di attrito radente, misurata con l'apparecchio portatile a pendolo "Skid Resistance Tester" (secondo la norma C.N.R. B.U. n. 105/1985) su superficie pulita e bagnata, riportata alla temperatura di riferimento di 15 °C:
- inizialmente, ma dopo almeno 15 giorni dall'apertura al traffico non inferiore a 65 BPN;
- dopo un anno dall'apertura al traffico, non inferiore a 55 BPN;
- macrorugosità superficiale misurata con il sistema della altezza in sabbia (HS), secondo la norma C.N.R. B.U. n. 94/83, non inferiore a 0,55 mm;
- coefficiente di aderenza trasversale (CAT) misurato con l'apparecchio S.C.R.I.M. (siderway Force Coefficient Investigation Machine), secondo la norma C.N.R. B.U. n. 147/92, non inferiore a 0,60.

Le misure di BPN, e CAT dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 90° giorno dall'apertura al traffico.

Sia per i conglomerati bituminosi per strato di collegamento che per strato di usura, nel caso in cui la prova Marshall venga effettuata a titolo di controllo della stabilità del conglomerato prodotto, i relativi provini dovranno essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione o nella stesa ed immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento. La stessa Impresa dovrà a sue spese provvedere a dotarsi delle attrezzature necessarie per confezionare i provini Marshall. In tal modo la temperatura di costipamento consentirà anche il controllo delle temperature operative. Inoltre, poiché la prova va effettuata sul materiale passante al crivello da 25 mm, lo stesso dovrà essere vagliato se necessario.

Filler binder: polvere di roccia, preferibilmente calcarea, cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto, ceneri volanti

<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>Valore</i>
Spogliamento (%)	CNR 138/92	≤ 5
Passante allo 0,18 (%)	CNR 23/71	100
Passante allo 0,075 (%)	CNR 75/80	≥ 80
Indice di Plasticità	CNR-UNI 10014	N.P.
Vuoti Rigden	CNR 123/88	30 – 45
Stiffening Power Rapporto filler/bitume = 1,5	CNR 122/88	≥ 5

Filler usura: polvere di roccia, preferibilmente calcarea, cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto, ceneri volanti.

<u>Parametro</u>	<i>Normativa</i>	<i>Valore</i>
Spogliamento (%)	CNR 138/92	≤ 5
Passante allo 0,18 (%)	CNR 23/71	100

Passante allo 0,075 (%)	CNR 75/80	≥ 80
Indice di Plasticità	CNR-UNI 10014	N.P.
Vuoti Rigden	CNR 123/88	30 – 45
Stiffening Power Rapporto filler/bitume = 1,5	CNR 122/88	≥ 5

e) Controllo dei requisiti di accettazione

Strato di collegamento (binder)

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

Strato di usura

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

Inoltre indicati con :

- M: il valore della stabilità Marshall, espressa in Kg;
- Iv: il volume dei vuoti residui a rullatura terminata, espresso in percentuale;
- LA: perdita in peso alla prova Los Angeles relativa all'aggregato grosso, espresso in percentuale;

I lavori eseguiti non saranno ritenuti accettabili qualora si verifichi anche una sola delle disuguaglianze sotto indicate:

M < 800 Kg	Iv > 14 %	LA > 23 %
----------------------	---------------------	---------------------

Nel caso in cui i risultati delle prove fatte eseguire dalla Direzione Lavori presso laboratori ufficiali di fiducia dell'Amministrazione appaltante, sui campioni prelevati in contraddittorio, fornissero dei valori intermedi tra quelli prescritti dal presente Capitolato e quelli rappresentanti i limiti di accettabilità sopra indicati, si procederà ad una detrazione percentuale sull'importo dei lavori, che risulti dai registri contabili o in sede di emissione del conto finale, calcolata secondo la seguente formula, che fornisce il fattore di moltiplicazione da applicare a detto importo per ottenere il corrispondente valore rettificato, a seguito di riscontrata carenza dei materiali:

$$C = 1 - 0,3 \square (1000 - M) / 200 - 0,2 \square (Iv - 8) / 6 - 0,1 (LA - 20) / 3$$

con

M □ 1000 Kg	Iv □ 8 %	LA □ 20 %
--------------------	-----------------	------------------

Quando il coefficiente C risulti minore o uguale a 0,5 il lavoro non sarà accettato.

Per l'applicazione del fattore di moltiplicazione (C) sull'importo dei lavori si dovrà utilizzare, per ciascun termine (M, Iv e LA), il valore medio tra quelli rilevati su più sezioni (chilometriche) dell'intero tronco stradale oggetto dell'intervento.

f) Formazione e confezione degli impasti

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base, salvo che per il tempo minimo di miscelazione effettiva, che, con i limiti di temperatura indicati per il legante e gli aggregati, non dovrà essere inferiore a 25 secondi.

g) Posa in opera delle miscele

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base, salvo che saranno tollerati scostamenti dalle quote di progetto contenuti nei seguenti limiti:

- strato di collegamento: ± 7 mm,
- strato di usura: ± 5 mm.

h) Attivanti l'adesione

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati potranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione del bitume aggregato ("dopes" di adesività).

Esse saranno impiegate negli strati di base e di collegamento, mentre per quello di usura lo saranno ad esclusivo giudizio della Direzione Lavori:

- 1) quando la zona di impiego del conglomerato, in relazione alla sua posizione geografica rispetto agli impianti più prossimi, è tanto distante dal luogo di produzione del conglomerato stesso da non assicurare, in relazione al tempo di trasporto del materiale, la temperatura di 130°C richiesta all'atto della stesa;
- 2) quando anche a seguito di situazioni meteorologiche avverse, la stesa dei conglomerati bituminosi non sia procrastinabile in relazione alle esigenze del traffico e della sicurezza della circolazione.

Si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quello che sulla base di prove comparative effettuate presso i laboratori autorizzati avrà dato i migliori risultati e che conservi le proprie caratteristiche chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate.

Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra lo 0,3% e lo 0,6% rispetto al peso del bitume.

I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego dovranno ottenere il preventivo benestare della Direzione Lavori.

L'immissione delle sostanze attivanti nel bitume dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantirne la perfetta dispersione e l'esatto dosaggio.

B.3 - TRATTAMENTI SUPERFICIALI

Immediatamente prima di dare inizio ai trattamenti superficiali di prima o di seconda mano, l'Impresa delimiterà i bordi del trattamento con un arginello in sabbia onde ottenere i trattamenti stessi profilati ai margini.

Ultimato il trattamento resta a carico dell'Impresa l'ulteriore profilatura mediante esportazione col piccone delle materie esuberanti e colmatura delle parti mancanti col pietrischetto bituminoso.

A) TRATTAMENTO A FREDDO CON EMULSIONE

Preparata la superficie da trattare, si procederà all'applicazione dell'emulsione bituminosa al 55%, in ragione, di norma, di Kg 4 per metro quadrato.

Tale quantitativo dovrà essere applicato in due tempi.

In un primo tempo sulla superficie della massicciata dovranno essere sparsi Kg 2,5 di emulsione bituminosa e dm^3 12 di graniglia da mm 10 a mm 15 per ogni metro quadrato.

In un secondo tempo, che potrà aver luogo immediatamente dopo, verrà sparso sulla superficie precedente il residuo di Kg 1,5 di emulsione bituminosa e dm^3 8 di graniglia da mm 5 a mm 10 per ogni metro quadrato.

Allo spargimento della graniglia seguirà una leggera rullatura da eseguirsi preferibilmente con rullo compressore a tandem, per ottenere la buona penetrazione della graniglia negli interstizi superficiali della massicciata.

Lo spargimento dell'emulsione dovrà essere eseguito con spanditrici a pressione che garantiscano l'esatta ed uniforme distribuzione, sulla superficie trattata, del quantitativo di emulsione prescritto per ogni metro quadrato di superficie nonché, per la prima applicazione, la buona penetrazione nel secondo strato della massicciata fino a raggiungere la superficie del primo, sì da assicurare il legamento dei due strati.

Lo spandimento della graniglia o materiale di riempimento dovrà essere fatto con adatte macchine che assicurino una distribuzione uniforme.

Per il controllo della qualità del materiale impiegato si preleveranno i campioni con le modalità stabilite precedentemente.

Indipendentemente da quanto possa risultare dalle prove di laboratorio e dal preventivo benessere da parte della Direzione dei lavori sulle forniture delle emulsioni, l'Impresa resta sempre contrattualmente obbligata a rifare tutte quelle applicazioni che, dopo la loro esecuzione, non abbiano dato soddisfacenti risultati, e che sotto l'azione delle piogge abbiano dato segni di rammollimento, stemperamento o si siano dimostrate soggette a facile esportazione mettendo a nudo la sottostante massicciata.

B) TRATTAMENTO SUPERFICIALE MONO-STRATO REALIZZATO CON EMULSIONE BITUMINOSA PRODOTTA DA BITUMI MODIFICATI E GRANIGLIE DI PRIMA CATEGORIA

a) Modalità di esecuzione

- Accurata pulizia della superficie stradale per eliminare polvere, terra e quant'altro in genere.
- Per mezzo di apposite autocisterne dotate di autonomo impianto di riscaldamento, barra di spruzzatura automatica a larghezza regolabile automaticamente dall'operatore e di computerizzate strumentazioni di controllo della quantità, progettate e costruite tali da garantire l'uniformità durante la stesa di emulsione bituminosa prodotta da bitumi modificati con SBS-Radiali, con le prescrizioni come da capitolato, in ragione di $1,400 \pm 0,100$ Kg/mq, in funzione delle condizioni del manto stradale, alla temperatura di 60-80°C.
- Immediata stesa della graniglia, avente generalmente la pezzatura di 4/8 o 3/6 mm, secondo le indicazioni dell'elenco voci, data uniformemente a mezzo di apposito spandigraniglia in ragione di $6/7$ /mq o $4/6$ /mq.
- Adeguata rullatura con rullo compressore da 6/7 t.
- Successiva eliminazione di eventuali eccessi di graniglia con motospazzatrice anche a più riprese o nei giorni successivi alla posa in opera;
- Apertura al traffico con velocità ridotta pari a 30 Km/h.

Se indicato nella voce della lavorazione dell'elenco prezzi o se ordinato dalla Direzione Lavori, il trattamento superficiale in mono-strato dovrà eseguirsi con apposita macchina semovente che provveda alla contemporanea stesa e dosaggio del legante e dell'inerte. In tale caso all'Impresa esecutrice dei lavori non gli verrà riconosciuta nessuna maggiorazione rispetto al prezzo offerto in sede di gara.

I lavori dovranno essere eseguiti a temperature ambiente non inferiori a +10°C ed in assenza di forte umidità e ovviamente di pioggia.

b) Emulsione bituminosa modificata

EMULSIONE CATIONICA DI BITUME MODIFICATO CON POLIMERI TERMOPLASTICI SBS AL 70% dalle seguenti caratteristiche:

	Caratteristiche	Metodo di prova	Valori
a	Contenuto d'acqua	CNR 100/84	30 ±1%
b	Contenuto di legante	100 - a)	70 ±1%
c	Contenuto di bitume	CNR 100/84	> 69%
d	Contenuto di flussante	CNR 100/84	0
e	Demulsività	ASTM D244-72	50 ÷100
f	Omogeneità	ASTM D244-72	max. 0,2%
g	Sedimentazione a 5 gg.	ASTM D244-72	max. 5%
h	Viscosità Engler a 20°C	CNR 102	> 20°E
i	PH (grado di acidità)	ASTM E 70	2-4

Caratteristiche del bitume SBS emulsionato

l	Penetrazione a 25 °C	CNR 24/71	50 ÷70 dmm
m	Punto di rammollimento	CNR 35/73	migliore di 65°C
n	Punto di rottura (Frass)	CNR 43/72	migliore di -18°C

c) Materiali inerti

Dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

Los Angeles (CNR 34/73)	≤ 18%
Coefficiente di frantumazione (valore massimo)	120
Perdita per decantazione (valore massimo)	1
Coeff. di levigatezza accelerata "CLA"(CNR 140/92)	> 0,45
Coeff. di forma (CNR 95/84)	< 3
Coeff. di appiattimento (CNR 95/84)	< 1,56
Sensibilità al gelo (CNR 80/80)	< 20%
Spogliamento in acqua a 40 °C (CNR 138/92)	0%

Si riportano qui di seguito i fusi granulometrici degli inerti ed i relativi quantitativi da impiegare:

	apertura mm.	<u>GRANIG</u>	<u>GRANIGLIA</u>
		<u>LIA</u>	
		4/8 mm.	3/6 mm.
Setacci A.S.T.M.		Passante al setaccio % in peso	
3/4"	19.50		
1/2"	12.50		
3/8"	9.50	100	
1/4"	6.25	88-100	100
N° 4	4.75	26-55	92-100
N° 10	2.00	0-5	2-15
N° 40	0.42	0	0
N° 80	0.18		
N° 200	0.075		
lt/mq		6/7	4/6

Il materiale lapideo, ottenuto da frantumazione di rocce, dovrà essere di forma poliedrica, ben pulito ed esente da ogni traccia di argilla e sporco in genere.

d) Requisiti di accettazione

d.1) Determinazione del contenuto di emulsione al mq e della uniformità di stesa

Dovranno essere allegate alla contabilità copie delle bolle, riferite al cantiere specifico, dalle quali risulti la quantità netta effettivamente scaricata su strada. La Direzione Lavori si riserva di effettuare la pesatura a campione, oppure di tutte le cisterne spanditrici operanti sul cantiere.

Le cisterne spanditrici dovranno essere costruite con accorgimenti tali da garantire una stesa di legante in opera, omogenea, sia in senso orizzontale che longitudinale. In particolare dovranno essere dotate di barra automatica di spandimento a dosaggio controllato e larghezza variabile automaticamente durante la stesa del legante. Il quantitativo globale a mq richiesto nel Capitolato in ogni punto della pavimentazione, dovrà essere considerato il minimo. In caso di difetto, contenuto entro il 10%, sarà applicata una detrazione pari al 15% del valore complessivo della pavimentazione eseguita fino al momento della campionatura.

In caso di difetto, superiore al 10%, sul quantitativo globale al mq la pavimentazione sarà rifiutata e dovrà essere rimossa e allontanata a cura e spese della Impresa appaltatrice.

d.2) Determinazione qualità e quantità graniglie

Prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa dovrà fornire alla Direzione Lavori certificati di laboratorio, dai quali risultino le caratteristiche fisico meccaniche e le curve granulometriche delle graniglie che verranno impiegate. La Direzione Lavori si riserva di accettare o respingere i materiali proposti. Nel caso di accettazione, le graniglie impiegate saranno sottoposte ad ulteriori accertamenti di laboratorio, e da questi dovranno risultare uguali ai campioni proposti. In caso di difformità, per risultati contenuti entro il 5%, si applicherà una detrazione del 15% sul valore complessivo della pavimentazione eseguita fino al momento della prova. Per valori che risultino difformi oltre il 5%, la pavimentazione verrà rifiutata, e dovrà essere rimossa e allontanata a cura e spese dell'Impresa appaltatrice.

Per determinare la quantità di graniglia, si eseguiranno un congruo numero di prove, a discrezione della Direzione Lavori, durante lo spargimento della stessa, ponendo su strada al passaggio delle macchine spandigraniglia, rettangoli di superficie nota, e provvedendo alla pesatura della graniglia raccolta, comparata con il peso specifico della stessa.

In caso di mancanza dovrà essere idoneamente integrata, in caso di eccesso dovrà essere spazzata e allontanata.

d.3) Controllo qualità delle emulsioni bituminose

Prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa dovrà fornire alla Direzione Lavori, una scheda tecnica e certificato ufficiale di qualità rilasciato da laboratorio autorizzato, dei leganti bituminosi che intende impiegare. Da questi documenti si dovrà riscontrare l'idoneità rispetto alle norme di capitolato. In corso d'opera saranno prelevati campioni dalle cisterne spanditrici e sottoposte a prove di laboratorio. In caso di difformità rispetto alle prescrizioni tecniche di capitolato, anche riferite ad una sola caratteristica, contenute entro il 2% per il contenuto di legante ed il 10% per le altre caratteristiche, si applicherà una detrazione del 15% sul prezzo complessivo della pavimentazione eseguita fino al momento del prelievo. Per difformità di valori, superiori al 2% per il contenuto di legante ed in più o meno del 10% per tutti gli altri valori, anche se riferite ad una sola caratteristica, la pavimentazione sarà rifiutata, e dovrà essere rimossa e allontanata a cura e spese della Ditta appaltatrice.

d.4) Rugosità superficiale

La superficie finita del trattamento superficiale messo in opera, dovrà presentare:

- resistenza di attrito radente, misurata con l'apparecchio portatile a pendolo "Skid Resistance Tester" (secondo la norma C.N.R. B.U. n. 105/1985) su superficie pulita e bagnata, riportata alla temperatura di riferimento di 15 °C:

- inizialmente, ma dopo almeno 15 giorni dall'apertura al traffico non inferiore a 65 BPN;
- dopo un anno dall'apertura al traffico, non inferiore a 55 BPN;
- coefficiente di aderenza trasversale (CAT) misurato con l'apparecchio S.C.R.I.M. (Siderway Force Coefficiente Investigation Machine), secondo la norma C.N.R. B.U. n. 147/92, non inferiore a 0,60.

Le misure di BPN e CAT dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 90° giorno dall'apertura al traffico.

Tali valori si intendono come minimi, e pertanto qualora non si raggiungessero i termini sopra indicati l'Impresa dovrà rimuovere a sua cura e spese tutti i tratti della pavimentazione trattata non rispondenti ai requisiti minimi di aderenza superficiale.

Note: le detrazioni nella misura del 15% sul valore della pavimentazione saranno tollerate una sola volta. Nell'ipotesi di dovere applicare la detrazione una seconda volta la pavimentazione sarà rifiutata e dovrà essere rimossa ed allontanata a cura e spese della impresa appaltatrice.

C) TRATTAMENTO SUPERFICIALE DOPPIO-STRATO REALIZZATO CON EMULSIONE BITUMINOSA PRODOTTA DA BITUMI MODIFICATI E GRANIGLIE DI PRIMA CATEGORIA

a) Modalità di esecuzione

- Accurata pulizia della superficie stradale per eliminare polvere, terra e quant'altro in genere.
- Stesa della prima mano, per mezzo di apposite autocisterne dotate di autonomo impianto di riscaldamento, barra di spruzzatura automatica a larghezza regolabile e di computerizzate strumentazioni di controllo della quantità, progettate e costruite tali da avere l'uniformità della stesa di emulsione bituminosa prodotta da bitumi modificati con SBS-Radiali, con le prescrizioni da capitolato di 1,200 Kg/mq massimo alla temperatura di 60-80°C.
- Immediata stesa del primo strato di graniglia, avente generalmente la pezzatura di 8□12 o 12□18 mm, data uniformemente a mezzo di apposito spandigraniglia in ragione di lt 7□9/mq o lt 10□11/mq.
- Stesa di una seconda mano di emulsione bituminosa prodotta da bitumi modificati con SBS-Radiali, in ragione di 1,300 Kg/mq.
- Successiva stesa del secondo strato di graniglia, avente generalmente la pezzatura di 3□6 o 4□8 mm, data uniformemente a mezzo di apposito spandigraniglia in ragione di lt 4□6/mq lt 6□7/mq.
- Adeguata rullatura con rullo compressore da 6/7 t.
- Successiva eliminazione di eventuali eccessi di graniglia con motospazzatrice anche a più riprese o nei giorni successivi alla posa in opera.
- Apertura al traffico con velocità ridotta pari a 30 Km/h.

Se indicato nella voce della lavorazione dell'elenco prezzi o se ordinato dalla Direzione Lavori, il trattamento superficiale in doppio-strato dovrà eseguirsi con apposita macchina semovente che provveda alla contemporanea stesa e dosaggio del legante e dell'inerte. In tale caso all'Impresa esecutrice dei lavori non verrà riconosciuta nessuna maggiorazione rispetto al prezzo offerto in sede di gara.

I lavori dovranno essere eseguiti a temperature ambiente non inferiori a +10°C ed in assenza di forte umidità e ovviamente di pioggia.

b) Emulsione bituminosa modificata

EMULSIONE CATIONICA DI BITUME MODIFICATO CON POLIMERI TERMOPLASTICI SBS AL 70% dalle seguenti caratteristiche:

	Caratteristiche	Metodo di prova	Valori
a	Contenuto d'acqua	CNR 100/84	30 ±1%
b	Contenuto di legante	100 - a)	70 ±1%
c	Contenuto di bitume	CNR 100/84	> 69%
d	Contenuto di flussante	CNR 100/84	0
e	Demulsività	ASTM D244-72	50 ÷100
f	Omogeneità	ASTM D244-72	max. 0,2%
g	Sedimentazione a 5 gg.	ASTM D244-72	max. 5%
h	Viscosità Engler a 20°C	CNR 102	> 20°E
i	PH (grado di acidità)	ASTM E 70	2÷4

Caratteristiche del bitume SBS emulsionato

l	Penetrazione a 25 °C	CNR 24/71	50 ÷70 dmm.
m	Punto di rammollimento	CNR 35/73	migliore di 65°C
n	Punto di rottura (Frass)	CNR 43/72	migliore di -18°C

c) Materiali inerti

Dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

Los Angeles (CNR 34/73)	≤ 18%
Coefficiente di frantumazione (valore massimo)	120
Perdita per decantazione (valore massimo)	1
Coeff. di levigatezza accelerata "CLA"(CNR 140/92)	> 0,45
Coeff. di forma (CNR 95/84)	< 3
Coeff. di appiattimento (CNR 95/84)	< 1,56
Sensibilità al gelo (CNR 80/80)	< 20%
Spogliamento in acqua a 40 °C (CNR 138/92)	0%

Si riportano qui di seguito i fusi granulometrici degli inerti ed i relativi quantitativi da impiegare:

	apertura mm.	PIETRISCHETTI		GRANIGLIE	
		12/18 mm.	8/12 mm.	4/8 mm.	3/6 mm.
Setacci A.S.T.M.		Passante al setaccio % in peso			
¾"	19.50	100	100		
½"	12.50	40-80	97-100		
3/8"	9.50	2-15	78-94	100	
¼"	6.25	0-4	12-34	88-100	100
N° 4	4.75	0	0-8	26-55	92-100
N° 10	2.00		0	0-5	2-15
N° 40	0.42			0	0
N° 80	0.18				
N° 200	0.075				
lt/mq 1°mano		10/11	7/9	5/6	
lt/mq 2°mano				6/7	4/6

Il materiale lapideo, ottenuto da frantumazione di rocce, dovrà essere di forma poliedrica, ben pulito ed esente da ogni traccia di argilla e sporco in genere.

d) Requisiti di accettazione

Valgono le stesse prescrizioni riportate al punto precedente: "Trattamento superficiale mono-strato realizzato con emulsione bituminosa prodotta da bitumi modificati e graniglie di prima categoria".

Art. 44

PAVIMENTAZIONI IN MATERIALI PORFIRICI

Dovranno soddisfare alle norme per l'accettazione dei cubetti di pietra per pavimentazioni stradali di cui al "Fascicolo n. 5" del Consiglio Nazionale delle Ricerche, ediz. 1954 ed alla normativa della Comunità Europea (EN 1341-EN 1342- EN 1343).

1. Cubetti

Sono solidi a forma pressochè cubica, ottenuti per spaccatura meccanica ed il cui spigolo vivo è variabile a seconda del tipo classificato. Essi vengono distinti, a seconda della lunghezza in cm di detti spigoli, nei seguenti assortimenti : 4/6 - 6/8 – 8/10 – 12/14 – 14/18.

Ciascun assortimento dovrà comprendere solo elementi aventi spigoli di lunghezza compresa nei limiti sopraindicati, con le tolleranze sottoriportate. I vari spigoli del cubetto non dovranno essere necessariamente uguali e le facce spaccate non saranno necessariamente ortogonali fra loro. La superficie superiore del cubetto dovrà essere a piano naturale di cava e non dovrà presentare eccessiva ruvidità. Le quattro facce laterali sono ricavate a spacco e non segate e si presentano quindi con superficie più ruvida ed in leggera sottosquadra (massimo cm 1½).

La tolleranza permessa è di n. 7 elementi su 100 – scelti alla rinfusa sul deposito – ed essa riguarda differenze di misura in difetto o in eccesso (lati ed altezza), difetti di lavorazione, eccessiva sottosquadra, lati segati, lassi orizzontali o mali verticali :

- a. il tipo 4/6 dovrà avere una altezza da 4 a 6 cm, la testa variante da 4 a 7 cm ed un peso per mq, misurato in opera, compreso fra i 90 ed i 100 kg;
- b. il tipo 6/8 dovrà avere una altezza da 5½ a 8 cm, la testa variante da 6 a 9 cm ed un peso per mq, misurato in opera, compreso fra i 130 ed i 140 kg;
- c. il tipo 8/10 dovrà avere una altezza da 7½ a 11 cm, la testa variante da 8 a 12 cm ed un peso per mq, misurato in opera, compreso fra i 180 ed i 180 kg;
- d. il tipo 10/12 dovrà avere una altezza da 10 a 13 cm, la testa variante da 10 a 14 cm ed un peso per mq, misurato in opera, compreso fra i 220 ed i 250 kg;
- e. il tipo 12/14 dovrà avere una altezza da 12 a 15 cm, la testa variante da 12 a 16 cm ed un peso per mq, misurato in opera, compreso fra i 280 ed i 300 kg;
- f. il tipo 14/18 dovrà avere una altezza da 14 a 20 cm, la testa variante da 14 a 20 cm ed un peso per mq, misurato in opera, compreso fra i 330 ed i 350 kg.

Per posa in opera di cubetti " *a filari* " si impiegano cubetti a testa quadrata, nelle dimensioni da cm 8x8 – 9x9 – 10x10 e di spessori da convenirsi, ma direttamente proporzionale al traffico che solleciterà la pavimentazione ed in ogni caso non inferiore a 4 cm nella altezza e con tolleranza di ±5 mm nei lati.

Ogni assortimento dovrà comprendere cubetti di varie dimensioni entro i limiti che definiscono l'assortimento stesso. In esso sono consentiti - solo per posa ad arco o ventaglio - cubetti in forma trapezoidali od oblungi, per un massimo del 10%. In tutti i casi l'altezza dei cubetti deve essere rispettata.

La roccia dovrà essere sostanzialmente uniforme e compatta e non dovrà contenere parti alterate. Sono da escludere le rocce che presentino piani di suddivisibilità capaci di determinare la rottura degli elementi dopo la posa in opera.

I cubetti potranno essere forniti sfusi, in casse, in sacchi.

2. Piastrelle

Per tutti i tipi e lavorazioni la roccia dovrà essere sostanzialmente uniforme e compatta e non dovrà contenere parti alterate. Sono da escludere le rocce che presentino piani di suddivisibilità capaci di determinare la rottura degli elementi dopo la posa in opera. Le piastrelle saranno fornite su palette.

• 2.a *Piastrelle a spacco regolari*

La superficie dovrà essere naturale di cava, le coste a spacco. Lo spessore potrà variare da 3 a 6 cm. Maggiori o minori spessori (1-3 o 5-8) potranno essere richiesti per impieghi particolari.

Le piastrelle a spacco dovranno avere lati paralleli ed angoli retti. E' consentita una tolleranza in più o in meno nelle dimensioni di 5 mm. Le coste dovranno essere ortogonali al piano o in leggera sottosquadra. Le larghezze di normale lavorazione sono: cm 10-15-20-25-30-35-40 e su richiesta altre misure. Le lunghezze sono " a correre " in dimensione uguale o maggiore delle rispettive larghezze. Potranno essere richiesta piastrelle quadrate, piastrelle con dimensioni maggiori o a misure fisse. Il peso di 1 mq dovrà essere compreso fra i 90 / 115 kg.

- 2.b *Piastrelle fresate*

La superficie dovrà essere naturale di cava, lo spessore potrà variare da 3 a 6 cm. Le coste saranno fresate. Spessori diversi potranno essere richiesti per impieghi particolari. Le piastrelle a coste fresate dovranno avere lati paralleli ed angoli retti. Le coste dovranno essere ortogonali al piano. Le larghezze di normale lavorazione sono da cm 20 a cm 50. Le lunghezze sono " a correre " in dimensione uguale o maggiore delle rispettive larghezze. Potranno essere richiesta piastrelle quadrate, piastrelle con dimensioni maggiori o a misure fisse. Il peso di 1 mq dovrà essere compreso fra i 90 / 115 kg.

- 2.c *Piastrelle semilucidate con coste fresate*

La superficie dovrà essere semilucidata (al 60-70% piano lucido, al 40-30% piano cava). Le coste saranno fresate; lo spessore potrà variare da 3 a 6 cm. Le piastrelle semilucidate dovranno avere lati paralleli ed angoli retti. Le coste dovranno essere ortogonali al piano. Le larghezze di normale lavorazione sono da cm 20 a cm 50. Le lunghezze sono " a correre " in dimensione uguale o maggiore delle rispettive larghezze. Potranno essere richiesta piastrelle quadrate, piastrelle con dimensioni maggiori o a misure fisse. Il peso di 1 mq dovrà essere compreso fra i 90 / 115 kg.

- 2.d *Piastrelle lucidate con coste fresate*

La superficie dovrà essere ottenuta a taglio di sega con successiva lucidature. Le coste saranno fresate; lo spessore sarà di 2 cm (spessori maggiori su richiesta). Le piastrelle lucidate dovranno avere lati paralleli ed angoli retti. Le coste dovranno essere ortogonali al piano. Le larghezze di normale lavorazione sono da cm 20 a cm 50. Le lunghezze sono " a correre " in dimensione uguale o maggiore delle rispettive larghezze. Potranno essere richiesta piastrelle quadrate, piastrelle con dimensioni maggiori o in misura fissa. Il peso sarà di circa 50 kg a mq .

- 2.e *Piastrelle fiammate con coste fresate*

La superficie dovrà essere ottenuta a taglio di sega con successiva fiammatura. Le coste saranno fresate; lo spessore sarà di 2 cm (spessori maggiori su richiesta). Le piastrelle fiammate dovranno avere lati paralleli ed angoli retti. Le coste dovranno essere ortogonali al piano. Le larghezze di normale lavorazione sono da cm 20 a cm 50. Le lunghezze sono " a correre " o in misura fissa. Il peso sarà di circa 50 kg a mq .

3. Lastre irregolari (Opus incertum)

Per tutti i tipi e lavorazioni la roccia dovrà essere sostanzialmente uniforme e compatta e non dovrà contenere parti alterate. Sono da escludere le rocce che presentino piani di suddivisibilità capaci di determinare la rottura degli elementi dopo la posa in opera.

Il piano superiore delle lastre dovrà essere naturale di cava ed avrà contorni irregolari.

Le lastre vengono distinte in :

- a. tipo normale : la diagonale minima media dovrà essere di cm 20;
lo spessore delle lastre potrà variare da 2 a 5 cm;
il peso di 1 mq sarà di circa 85 kg ;
- b. tipo sottile : la diagonale minima media dovrà essere di cm 20;

- lo spessore delle lastre potrà variare da 1 a 3 cm;
il peso di 1 mq sarà di circa 60 kg ;
- c. tipo gigante per pavimentazioni normali oppure per posa in terra a giunti larghi :
la diagonale minima media dovrà essere di cm 40;
lo spessore delle lastre potrà variare da 3 a 7 cm;
il peso di 1 mq sarà di circa 100 kg ;
- d. tipo gigante sottile: la diagonale minima media dovrà essere di cm 40;
lo spessore delle lastre potrà variare da 2 a 4 cm;
il peso di 1 mq sarà di circa 70/80 kg ;

Sarà tollerata la percentuale di scarto, dovuta alle operazioni di carico, scarico ed avvicinamento a piè d'opera.

Le lastre normali potranno essere fornite sfuse, tutte le altre su palette. In ogni caso la tolleranza di scarto per tutti i difetti descritti non potrà superare il 7% in peso (circa 100 kg su un bancale di 1500 kg).

4. Binderi

- *Per contenimento e delimitazione delle pavimentazioni.*

La faccia superiore dovrà essere a piano naturale di cava. Le coste a spacco dovranno essere ortogonali al piano o a sottosquadra. Le dimensioni sono :

- a) larghezza cm 10 ; lunghezza cm 15/40 ; spessore cm 5/8 ; peso kg 18 per ml ;
b) larghezza cm 10 ; lunghezza cm 15/40 ; spessore cm 8/11 ; peso kg 22 per ml ;
c) larghezza cm 12 ; lunghezza cm 15/40 ; spessore cm 10/15; peso kg 35 per ml .

- *Binderi giganti : per formazione di marciapiedi e aiuole o delimitazioni .*

Le coste a spacco dovranno essere ortogonali al piano o a sottosquadra. Le dimensioni sono :

- a) larghezza cm 12 ; lunghezza cm 20/40 ; spessore cm 15/20 ; peso kg 60 per ml ;
b) larghezza cm 14 ; lunghezza cm 20/40 ; spessore cm 15/20 ; peso kg 70 per ml .

5. Norme generali per la esecuzione delle pavimentazioni

La posa in opera delle pavimentazioni dovrà essere perfetta in modo da ottenere piani esatti che consentano il deflusso delle acque meteoriche nelle apposite caditoie o negli spazi liberi. Saranno cioè rispettate le pendenze longitudinali e trasversali , ove occorra, di norma del 2½ % con un minimo dell' 1½ %.

Per ogni tipo di pavimentazione sarà indispensabile un *buon sottofondo*, determinante per la resistenza e durata della stessa.

I pavimenti dovranno essere consegnati finiti a regola d'arte e secondo gli eventuali campioni sottoposti alla Direzione Lavori.

6. Posa in opera di cubetti di porfido

La pavimentazione di cubetti di porfido dovrà poggiare su un sottofondo predisposto alle giuste quote e con le necessarie pendenze per lo smaltimento delle acque meteoriche .

La quota del sottofondo dovrà essere sagomata uniformemente ad una quota inferiore rispetto al piano finito della pavimentazione di:

- - cm 9/10 per il cubetto tipo 4/6
- - cm 12/14 per il cubetto tipo 6/8
- - cm 15/16 per il cubetto tipo 8/10
- - cm 18/20 per il cubetto tipo 10/12
- - cm 20/22 per il cubetto tipo 12/14
- - cm 23/25 per il cubetto tipo 14/18 .

Dapprima si dovrà stendere sul preconstituito sottofondo uno strato di sabbia di circa cm 6, eventualmente premiscelata a secco con cemento (kg 10 per mq).

I cubetti di porfido potranno essere posati ad "arco contrastante", a "ventaglio", a "cerchio", a "coda di pavone" o a "filari dritti" .

I cubetti dovranno essere posti in opera perfettamente accostati gli uni agli altri in modo che i giunti risultino della larghezza massima da 1 a 2 cm a seconda del tipo. Verrà quindi disposto uno strato di sabbia e cemento

sufficiente a colmare le fughe; dopo di che si provvederà alla bagnatura ed alla contemporanea battitura con adeguato vibratore meccanico.

Nella fase finale di posa si procederà alla eventuale sostituzione di quei cubetti che si saranno rotti o deteriorati.

Gli archi dovranno essere regolari e senza deformazioni. Le pendenze longitudinali e/o trasversali per lo smaltimento delle acque meteoriche dovranno essere , di norma del 2½ % con un minimo dell' 1½ %.

7. Sigillatura delle pavimentazioni in cubetti

Indispensabile completamento di una pavimentazione in cubetti di porfido è la sigillatura dei giunti, che si potrà eseguire :

- a. *con semplice sabbia* : allo scopo di colmare i vani rimasti in corrispondenza dei giunti, tutta la superficie verrà ricoperta da uno strato di sabbia vagliata, che si dovrà far scorrere e penetrare in tutte le fughe, anche in più riprese e a distanza di tempo, sino a completa chiusura ;
- b. *con boiaccia cementizia* : si preparerà un " beverone " in parti uguali di sabbia fine, cemento ed acqua, che si dovrà stendere sulla pavimentazione preventivamente inumidita in modo da penetrare completamente in ogni giuntura ; si dovrà lasciar riposare tale boiaccia fino a che la stessa abbia iniziato il processo di presa e, con getto d'acqua a pressione, si dovrà togliere la parte più grossa che ricopre la pavimentazione ; si dovrà infine procedere alla completa ed accurata pulizia della pavimentazione con 2 o 3 passaggi di segatura prima bagnata e poi asciutta; è essenziale che la sigillatura avvenga in tempi brevi, subito dopo la posa dei cubetti, possibilmente ancora in giornata ;
- c. *con bitume a caldo* : in penetrazione 50/80 o 80/100 a seconda della latitudine e della esposizione e che viene versato nelle fughe a mano , con l'ausilio di tazze a beccuccio o appositi imbuti, ripassato e cosparsa di sabbia fine ;
- d. *con emulsione o conglomerati a freddo* : pulizia superficiale con sabbia o segatura ;
- e. sono possibili altri tipi di sigillatura *con materiali speciali* purchè collaudati e garantiti, ad esempio resine poliuretatiche colate con apposita attrezzatura nelle fughe riempite con frantumato in adatta granulometria; altre procedure possono essere attivate con mastici di asfalto o con aggiunta di fibre d'acciaio o sintetiche.

8. Posa in opera di piastrelle regolari

Le pavimentazioni in piastrelle normali (3-6 cm) sono consigliate per percorsi pedonali o con traffico veicolare leggero; per traffico veicolare intenso e pesante è consigliabile l'impiego di spessori da 5 a 8 cm.

Le piastrelle verranno poste in opera su sottofondo in calcestruzzo di cemento dosato a 2,5 ql al mc, che determinerà un piano di almeno 10 cm inferiore a quello della superficie finita.

Sul sottofondo verrà realizzato un letto in malta cementizia , ottenuta come impasto di sabbia con normale cemento tipo 325, dello spessore di almeno 4-5 cm, sul quale verranno posate le piastrelle dopo che ne sarà stata bagnata la faccia inferiore con boiaccia cementizia.

Le piastrelle dovranno distare l'una dall'altra 1½ - 2 cm, e ciò per compensare il taglio non esatto del materiale fatto alla trancia che consente in produzione una tolleranza nelle larghezze di più o meno 5 mm.

Al più presto si procederà alla sigillatura versando nei giunti una boiaccia liquida e ricca di cemento (parti uguali fra sabbia fine e cemento) fino a che le congiunzioni siano completamente riempite o addirittura leggermente trabordanti. Quando la boiaccia avrà iniziato la presa acquistando una certa consistenza, si dovranno ripulire le sbavature e livellare la stuccatura con cazzuola e spugnetta.

Si può completare l'operazione con la "stilatura a ferro" dei giunti. E' possibile, anche se meno preciso ed efficace, praticare la sigillatura dei giunti stendendo la boiaccia sull'intera superficie, facendola penetrare nelle giunture e lavandola con getto d'acqua e successivamente pulendola con due o tre passaggi di segatura.

Le pendenze della pavimentazione in piastrelle, sia longitudinali che trasversali, dovranno essere di norma del 2½ % con un minimo dell' 1½ % , per garantire lo smaltimento delle acque meteoriche.

Le stesse piastrelle potranno essere posate ai bordi della strada a ridosso dei cordoni, a formazione di cunette, negli spessori di 5-8 cm. Il sistema di posa sarà uguale a quanto detto sopra.

La posa in opera di piastrelle con giunti segati prevede gli stessi criteri sopra esposti, salvo i giunti che potranno essere accostati senza fuga, o , meglio, con 5 mm di fuga sigillata a raso.

9. Posa in opera di lastre irregolari ad opus incertum

La posa sarà effettuata con gli stessi criteri e lo stesso sistema descritto al precedente punto 8. per le piastrelle regolari, tenendo però conto che i bordi irregolari delle lastre non consentono una posa ravvicinata dei singoli elementi.

10. Posa in opera di binderi e cordoni

Dopo il tracciamento e la determinazione dei livelli, si dovrà eseguire, ove necessario, lo scavo per l'alloggiamento dei cordoni ed il versamento in esso di uno strato di calcestruzzo a formazione del letto di posa dei cordoni, nel quale gli stessi dovranno risultare leggermente incastrati.

In corrispondenza delle giunzioni si dovrà formare un ingrossamento del calcestruzzo in modo da rinforzare tale zona che presenterà la minor resistenza; si procederà quindi alla stuccatura e sigillatura dei giunti con boiaccia cementizia molto grassa e tirata a cazzuola.

CAPO III°

NORME PER LA MISURA E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI

Art. 45

PRESCRIZIONI DI CARATTERE GENERALE

Si premette che, per norma generale ed invariabile, resta stabilito contrattualmente che nei prezzi unitari si intendono compresi e compensati:

ogni opera principale e provvisoria, ogni fornitura, ogni consumo, l'intera mano d'opera, ogni trasporto in opera, nel modo prescritto dalle migliori regole d'arte, e ciò anche quando questo non sia esplicitamente dichiarato nei rispettivi articoli di Elenco o nel presente Capitolato;

ed inoltre:

tutti gli obblighi ed oneri precisati nel presente Capitolato, ogni spesa generale e l'utile dell'Appaltatore.

Più in particolare si precisa che i prezzi unitari comprendono:

1. *per i materiali*: ogni spesa per fornitura, nelle località prescritte, comprese imposte, carico, trasporto, pesatura, misurazione, scarico, accatastamento, ripresa, cali, perdite, sprechi, sfridi, prove, ecc., nessuna eccettuata, necessaria per darli pronti all'impiego a piè d'opera, in qualsiasi punto del lavoro, nonchè per allontanare le eventuali eccedenze;
2. *per gli operai*: il trattamento retributivo normativo, previdenziale ed assistenziale, nonchè ogni spesa per fornire ai medesimi gli attrezzi ed utensili del mestiere;
3. *per i noli*: ogni spesa per dare a piè d'opera i macchinari ed i mezzi d'opera pronti all'uso, per fornirli, ove prescritto, di carburanti, energia elettrica, lubrificanti e materiali di consumo in genere, personale addetto al funzionamento, ecc., per effettuarne la manutenzione, provvedere alle riparazioni e per allontanarli, a prestazioni ultimate;
4. *per i lavori a misura*: ogni spesa per dare mano d'opera, mezzi d'opera, attrezzi, utensili e simili, per le opere provvisorie, per gli inerti, i leganti, gli impasti, i prodotti speciali, per le assicurazioni di ogni specie,

indennità per cave di prestito e di deposito, passaggi, depositi, cantieri, occupazioni temporanee e diverse, oneri per ripristini e quanto occorre a dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, intendendosi nei prezzi stessi compreso ogni compenso per gli oneri tutti che l'Impresa dovrà sostenere a tale scopo;

5. *per la posa in opera dei materiali di qualsiasi genere* : ogni spesa per l'avvicinamento al punto di posa e gli spostamenti in genere che si rendessero necessari all'interno del cantiere, per la mano d'opera, i mezzi d'opera, gli attrezzi, gli utensili e simili, per le opere provvisoriale e quant'altro occorra ad eseguire perfettamente la prestazione; si conviene espressamente che le eventuali designazioni di provenienza dei materiali non danno, in alcun caso, diritto all'Appaltatore di chiedere variazioni di prezzo o maggiori compensi per le maggiori spese che egli dovesse eventualmente sostenere, nel caso che dalle provenienze indicate non potessero aversi tali e tanti materiali da corrispondere ai requisiti ed alle esigenze di lavoro.

Le opere e le provviste sono appaltate a misura, a peso ed a numero, come alle indicazioni dell'Elenco prezzi. Dalle misure lorde dovranno essere dedotte le parti relative ai materiali estranei non formanti oggetto della misura stessa.

La misura di ogni opera deve corrispondere nelle dimensioni alle ordinazioni od ai tipi di progetto.

Nel caso di eccesso su tali prescrizioni, si terrà come misura quella prescritta, ed in caso di difetto, se l'opera è accettata, si terrà come misura quella effettiva.

Nessuna opera, già computata come facente parte di una determinata categoria, può essere compensata come facente parte di un'altra.

Per tutte le opere in appalto le quantità di lavoro eseguite sono determinate con misure e calcoli geometrici.

Per figure composite e con contorno curvilineo, la determinazione dell'area e del perimetro può essere effettuata anche mediante l'utilizzo di programmi di disegno assistito da computer con marchio registrato (es. AUTOCAD).

Art. 46

N O L E G G I

Oltre a quanto precisato al punto 3. del precedente articolo, nei prezzi di noleggio si intendono sempre compresi e compensati:

tutte le spese di carico, trasporto e scarico sia all'inizio che al termine del nolo; lo sfrido di impiego e dell'eventuale lavorazione dei materiali; l'usura ed il logorio dei macchinari, degli attrezzi e degli utensili; la fornitura di accessori, attrezzi e quant'altro occorrente per l'installazione ed il regolare funzionamento dei macchinari; tutte le spese e prestazioni per gli allacciamenti elettrici, per il trasporto e l'eventuale trasformazione dell'energia elettrica.

Tutti i macchinari, attrezzi ed utensili dovranno essere dati sul posto di impiego in condizioni di perfetta efficienza; eventuali guasti od avarie che si verificassero durante il nolo dovranno essere prontamente riparati a cura e spese dell'Impresa, la quale per tutto il periodo in cui i macchinari rimarranno inefficienti, non avrà diritto ad alcun compenso.

Il prezzo dei noleggi rimarrà invariato, sia per le prestazioni diurne che notturne o festive.

La durata del nolo dei legnami verrà computata dal giorno della loro posa in opera al giorno in cui verrà ordinato il disfacimento delle opere eseguite col materiale noleggiato.

La durata del nolo dei macchinari e delle attrezzature verrà valutata a partire dal momento in cui questi verranno dati sul posto d'impiego, pronti per l'uso, in condizioni di perfetta efficienza.

Salvo particolari prescrizioni dell'Elenco prezzi, verranno compensate le sole ore di lavoro effettivo, escludendo ogni perditempo per qualsiasi causa, e non verrà riconosciuto alcun compenso per il periodo di inattività dei macchinari e per i periodi di riscaldamento, messa in pressione e portata a regime degli stessi.

La valutazione minima del servizio sarà tuttavia di :

- due ore giornaliere per escavatori, ruspe, rulli compressori, motocarri, autocarri, autogrù, autobotti e mezzi d'opera semoventi in genere, che siano già disponibili in un qualunque punto del cantiere per essere, od essere stati, impiegati nell'esecuzione delle opere, sia a misura che in economia, oggetto dell'appalto;

- quattro ore giornaliere per pompe, compressori, betoniere, argani e macchine ad installazione fissa in genere, nonchè tutte le macchine ed i mezzi d'opera semoventi che siano disponibili in cantiere, nel senso sopra precisato.

Il compenso a corpo per l'approntamento delle pompe si intende comprensivo, oltre che di tutti gli oneri sopra esposti, anche delle spese, forniture, prestazioni ed opere occorrenti per l'installazione a regola d'arte delle pompe stesse, per l'allontanamento delle acque sollevate e per l'eventuale manutenzione di tutti gli accessori impiegati e di tutte le opere eseguite, nonchè per lo smontaggio dell'impianto a lavori ultimati.

Il compenso per permanenza inattiva delle pompe verrà corrisposto solo nei casi ordinati dalla Direzione dei lavori e per ogni periodo di almeno 24 ore consecutive di inattività.

Art. 47

MOVIMENTI DI TERRA

1. Scavi

Il computo degli scavi verrà effettuato tenendo conto soltanto delle scarpe e delle dimensioni risultanti dai tipi di progetto e dagli ordini della Direzione dei lavori.

In mancanza di questi, il computo verrà desunto:

- *per gli scavi generali e di fondazione*, dalle effettive misure geometriche prese sulle verticali esterne delle murature e dei conglomerati cementizi di fondazione;
- *per gli scavi in trincea, per i condotti monolitici ed i manufatti di fognatura non gettati contro le armature o contro terra*, dalle misure geometriche prese sulle verticali esterne dei condotti e dei manufatti stessi maggiorate di cm 80 (cm 40 per parte);
- *per le canalizzazioni da realizzarsi con tubi prefabbricati*, dal diametro interno del tubo maggiorato di cm 80.

Negli scavi per le tubazioni e per i manufatti, non saranno misurati i volumi provenienti da maggiori sezioni rispetto alle prescritte e da franamenti o scoscendimenti delle scarpate, dipendenti da insufficienza nelle sbadacchiature ed armature occorrenti, o da qualsiasi altra causa.

Il prezzo degli scavi armati comprende: il nolo delle armature, sbadacchiature e puntellazioni, la mano d'opera per la loro formazione e disarmo, manutenzione e ripresa, nonchè il loro consumo e trasporto.

Con i prezzi degli scavi a macchina è sempre compensata anche l'occorrente assistenza della mano d'opera; per tutti gli scavi poi, i prezzi comprendono e remunerano sempre le operazioni di esatta rifilatura delle scarpate e la perfetta sagomatura e posa a livelletta del fondo.

In presenza di terreni molto fluidi, le armature delle pareti dovranno essere spinte al di sotto del piano di fondo degli scavi, a profondità sufficiente per evitare il rifluimento di materiale negli scavi stessi al di sotto delle armature; in tali casi, verrà misurata e pagata a parte, secondo i prezzi di Elenco, la sola armatura effettuata al di sotto del fondo degli scavi.

Nel caso in cui venisse ordinato il rinterro senza recupero di armature, le tavole, le travi ed i puntelli verranno misurati e compensati con prezzi determinati dalla Direzione dei lavori, tenuto conto del deperimento, e comunque non superiori al 50% di quelli di Elenco; non verrà invece riconosciuto alcun compenso per i cunei, i tasselli, le regge, le chioderie, ecc.

2. Rinterri

I rinterri ed i riempimenti saranno misurati come differenza fra il volume convenzionale dello scavo e quello dei manufatti in esso eseguiti, senza tener conto del maggior volume dei materiali che l'Appaltatore dovesse impiegare, in relazione agli assestamenti del terreno, per garantire che il rinterro assuma, alla fine, la sagoma prescritta.

La ghiaia, la mista e gli inerti in genere che saranno usati per il riempimento degli scavi ed il ripristino delle massicciate stradali (cassonetti), saranno contabilizzati in base al volume contabilizzato per gli scavi.

Nel caso in cui la voce Scavo remunera in uno anche il successivo rinterro, detti inerti saranno compensati col solo prezzo per la fornitura del materiale a piè d'opera, in quanto lo spandimento, la sistemazione e la cilindatura sono compensati nella mancata esecuzione dei rinterri.

3. Rilevati

Il volume dei rilevati occorrenti per la formazione del corpo stradale verrà determinato col metodo delle sezioni raggugliate, sulla base di quelle indicate nella planimetria e nel profilo longitudinale, che saranno rilevate in contraddittorio dell'Impresa all'atto della consegna, salvo la facoltà all'Impresa ed alla Direzione dei lavori di intercalarne altre o di spostarle a monte o a valle per meglio adattarle alla configurazione dei terreni. In base alle sezioni ed al profilo longitudinale contrattuale verranno determinati dei punti di passaggio fra scavo e rilevato per tenerne il debito conto nella valutazione dei relativi volumi.

4. Trasporti

Saranno compensati, con i prezzi di Elenco, unicamente i trasporti dei materiali eccedenti i rinterri o che, su espressa richiesta della Direzione dei lavori, vengano impiegati negli stessi previo deposito intermedio.

Il materiale da trasportare a discarica sarà valutato, ai soli fini del trasporto stesso, in misura pari al volume dei condotti e manufatti entro terra.

Da tale volume convenzionale verrà detratto quello del materiale eventualmente reimpiegato, da determinarsi con misura diretta dei cumuli regolari che l'Appaltatore dovrà approntare a sua cura e spese.

Parimenti, il volume dei materiali trasportati a deposito intermedio prima di essere avviati ai rinterri, sarà determinato mediante misura diretta dei cumuli regolari che l'Appaltatore dovrà pure predisporre, sempre a sue cure e spese.

Art. 48

SABBIA, GHIAIA E PIETRISCO

Sabbia, ghiaia e pietrisco verranno misurati tanto con apposite casse di dimensioni fissate, fornite dall'Appaltatore, quanto in cumuli regolari di forma geometrica, o direttamente sugli autocarri, a giudizio della Direzione dei lavori. Le forme da darsi ai cumuli sono quelle della catasta regolare con sezione verticale quadrilatera o triangolare (cavalla).

La formula da usarsi per il calcolo dei volumi è quella esatta del prismoide.

Art. 49

CONGLOMERATI CEMENTIZI, MALTE E MURATURE

Il computo dei conglomerati cementizi e delle murature verrà fatto, di regola, sul volume in rustico dell'opera eseguita, con deduzione di tutti i vani aventi luce netta superiore a 0,25 mq; non si terrà conto delle eventuali eccedenze dei getti, ancorché inevitabili in relazione alla forma degli scavi, al modo di esecuzione dei lavori ed a qualsiasi altra causa.

Verranno pure dedotte le parti occupate da pietre naturali od artificiali, cementi armati ed altri materiali che fossero conteggiati e computati a parte.

I calcestruzzi di sottofondo e rinfiaccio alle tubazioni semplice saranno valutati conteggiando la sezione prescritta anche quando di fatto essa fosse superiore.

I prezzi di Elenco tengono conto dell'esecuzione di queste opere in due tempi e cioè: sottofondo prima della posa dei tubi e rinfiaccio dopo la posa di questi.

Prevedendosi l'impossibilità di accertare mediante misure esatte il reale volume del calcestruzzo impiegato per il riempimento di vani irregolari e per lavori subacquei, esso sarà dedotto preventivamente dalla misura del volume degli impasti usati per tali scopi, ridotta del 10% per tener conto del costipamento del calcestruzzo in opera.

Nei prezzi delle murature di qualsiasi genere è compreso ogni onere per la formazione di spalle, spigoli, strombature, incassature per imposte di archi, volte e piattabande, nonchè per la formazione degli incastri per le pietre naturali ed artificiali.

Il prezzo dei casseri, sia valutato separatamente che assieme a quello del conglomerato, comprende tutti gli oneri per la formazione ed il disfacimento, nonchè il consumo e lo spreco dei materiali impiegati.

Art. 50

CONGLOMERATI CEMENTIZI ARMATI

Nella valutazione delle opere in conglomerato cementizio armato, si terrà conto separatamente del ferro e del conglomerato cementizio effettivamente impiegati. Peraltro, non verrà fatta alcuna detrazione del volume dell'armatura metallica immersa nel conglomerato e del volume di calcestruzzo corrispondente a fori e vani inferiori a 0,03 mc.

Il prezzo del ferro comprende il trasporto, il taglio, la piegatura e la sagomatura prescritte, nonché la posa in opera con le opportune legature.

Il ferro sarà valutato in base allo sviluppo risultante dai disegni esecutivi ed applicando i pesi teorici riportati dal "Prontuario del cemento armato" dell'Ing. Luigi Santarella - Hoepli Editore - edizione XXX e successive.

Qualora per gli impasti dei calcestruzzi si richiedesse l'aggiunta di additivi, fluidificanti, idrofughi, ecc., l'Impresa non avrà diritto ad alcun particolare compenso oltre al pagamento del prodotto aggiunto, valutato al prezzo di fornitura a piè d'opera.

Art. 51

INTONACI, STILATURE, CAPPE

Gli intonaci e le stilature verranno misurati sulla loro effettiva superficie in vista, deducendo tutti i vuoti superiori a 0,25 mq.

Nei prezzi degli intonaci si intendono compensati anche: la formazione delle gole e degli smussi tra le pareti e tra queste ed il soffitto od il pavimento; la ripresa degli intonaci, dopo l'esecuzione o la posa di pavimenti, zoccolature, mensole, ganci, ecc.; i ponti di servizio e lo spreco dei materiali.

Le cappe di cemento liscio, di asfalto o di cemento plastico, saranno misurate secondo l'effettiva superficie.

Art. 52

PAVIMENTI E RIVESTIMENTI IN PIASTRELLE DI GRES O PIETRE NATURALI ED ARTIFICIALI

Le pavimentazioni ed i rivestimenti in piastrelle o mattonelle di grès verranno misurati secondo l'effettiva superficie vista, senza tener conto delle parti incassate o sotto intonaco, nonché degli sfridi per tagli od altro, e deducendo ogni vuoto superiore a 0,25 mq.

Le pietre da taglio artificiali per opere speciali (scivoli, salti di fondo, forcelle, ecc.) da valutarsi a volume verranno misurate secondo il minimo parallelepipedo circoscrivibile; i pezzi da valutare a lunghezza, secondo la base maggiore. Le immorsature dei pezzi da incastrare nei muri dovranno avere le dimensioni prescritte dal Direttore dei lavori; ogni eccedenza non verrà valutata.

Art. 53

VERNICIATURE

Le verniciature in genere verranno contabilizzate in base alla loro superficie.

Per le murature non si dedurranno i vani di superficie inferiore a 0,25 mq.

Per le opere metalliche la superficie, ove non facilmente sviluppabile, verrà convenzionalmente misurata in base alla sua proiezione verticale.

Precisamente, quando la verniciatura debba essere eseguita su entrambe le facce ed in relazione alla sua maggiore o minore complessità, la superficie stessa verrà moltiplicata per un coefficiente convenzionale come indicato nella tabella che segue.

OPERA METALLICA	Coefficiente convenzionale
Parapetti ed inferriate di tipo semplice, reti metalliche con maglia superiore a cm 5 di lato	1
Parapetti ed inferriate di tipo lavorato; lamiere stirate e reti metalliche maglia da 2 a 5 cm di lato	1,5
Opere metalliche piene, lamiere stirate e reti metalliche con maglia inferiore a 2 cm di lato	2
Lamiere ondulate	3

Quando la verniciatura debba essere eseguita su una sola parte, il coefficiente sarà ridotto al 50%.

Art. 54

CONDOTTI DI FOGNATURA E MANUFATTI RELATIVI

I condotti di fognatura e di tombinatura stradale verranno valutati misurandone la lunghezza sull'asse della tubazione, senza tener conto delle parte destinate a compenetrarsi e deducendo la lunghezza esterna delle camerette, dei manufatti e dei pezzi speciali. Tale deduzione non sarà effettuata nel caso in cui, su espresso ordine della Direzione dei lavori posate in opera senza soluzione di continuità. In questo caso, in corrispondenza delle camerette di ispezione, l'Impresa eseguirà, senza pretendere ulteriore compenso, l'operazione di taglio ed asportazione della calotta superiore del condotto (di norma con sviluppo pari a 180°), al fine di realizzare la gola di scorrimento delle acque, secondo i particolari costruttivi che saranno indicati fra le tavole di progetto.

Art. 55

DISFACIMENTI E RIPRISTINI DI MASSICCIATE E PAVIMENTAZIONI STRADALI

I rifacimenti ed i ripristini delle massicciate e delle pavimentazioni saranno misurati a mq qualunque sia, piana o curva, la superficie a vista.

La ghiaia, lo scarto ed il pietrisco saranno ammassati in cumuli regolari lungo il bordo stradale, misurati e successivamente stesi.

La ghiaia e la mista per il riempimento degli scavi per condutture e ripristino delle massicciate stradali (cassonetti) verrà compensata, in base al volume contabilizzato per gli scavi, col solo prezzo per la fornitura, in quanto lo spandimento, la sistemazione e la cilindatura sono compensati nella mancata esecuzione dei rinterri.

Art. 56

OPERE METALLICHE

Ogni opera metallica per la quale sia previsto un prezzo al kg dovrà essere pesata, se possibile presso una pubblica pesa, prima della sua posa in opera, e ciò alla presenza della Direzione dei lavori.

In difetto, il peso sarà valutato, in sede di liquidazione, dalla Direzione dei lavori, e, qualora l'Appaltatore non intenda accettarlo, dovrà assumersi tutti gli oneri che siano necessari alla prescritta verifica diretta.

Art. 57

ELENCO DEI PREZZI UNITARI

Per l'Elenco dei prezzi unitari, in base ai quali è stato redatto il Computo metrico estimativo dei lavori a misura e le somministrazioni per le spese in economia, si rimanda allo specifico allegato .

Si dichiara espressamente che tutti gli oneri ed obblighi dell'Appaltatore sono stati tenuti in considerazione nello stabilire i prezzi dei lavori.