



**GEOM. PIETRO BALDACCI**

Via degli Ulivi n.3 - 53024 MONTALCINO (SI)  
P.IVA 02326030489 - C.Fisc.: BLD PIR 75R01 D815A  
Cell. 347-2613573 E-mail: [pietro.baldacci@libero.it](mailto:pietro.baldacci@libero.it)

**RIQUALIFICAZIONE DEL CCN DI MONTALCINO CON INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA  
MEDIANTE IL RIFACIMENTO DEL LASTRICO DI PIAZZA CAVOUR E DI VIA PANFILO DELL'OCA**

COMMITTENTE



**COMUNE DI MONTALCINO**

*Provincia di Siena*



*Progetto Definitivo/Esecutivo*

**CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO**

PARTE SECONDA

**- NORME TECNICHE -**

Montalcino li, 09/11/2017

Il Tecnico

**Geom. Pietro BALDACCI**

#### *Art. 1 - Generalità*

Per la misurazione e la valutazione dei lavori si rinvia integralmente a quanto contenuto nella "Guida delle lavorazioni e Norme di misurazione" allegata al Prezzario dei lavori pubblici della Toscana vigente

### Capo I. - Norme per la misurazione e valutazione dei lavori

#### *Art. 2 - Scavi in genere*

Oltre che per gli obblighi particolari emergenti dal presente articolo, con i prezzi di elenco per gli scavi in genere l'Appaltatore si deve ritenere compensato per tutti gli oneri che esso dovrà incontrare: per taglio di piante, estirpazione di ceppaie, radici ecc.; per il taglio e lo scavo con qualsiasi mezzo delle materie sia asciutte, che bagnate, di qualsiasi consistenza ed anche in presenza d'acqua; per paleggi, innalzamento, carico, trasporto e scarico a rinterro od a rifiuto a qualsiasi distanza, sistemazione delle materie di rifiuto, deposito provvisorio e successiva ripresa; per la regolarizzazione delle scarpate o pareti, per la formazione di gradoni; per puntellature, sbadacchiature ed armature di qualsiasi importanza e genere per scavi ad una profondità inferiore a 1,50 secondo tutte le prescrizioni contenute nel presente Capitolato, comprese composizioni, scomposizioni, estrazioni ed allontanamenti, nonché sfridi, deterioramenti, perdite parziali o totali del legname o dei ferri; per teleferiche, impalcature, ponti e costruzioni provvisorie, occorrenti sia per il trasporto delle materie di scavo che per altro, ecc. Per profondità di scavo superiori a 1,50 m l'onere per le sbadacchiature e puntellature o formazione di palancole, sarà compensato a parte.

Nel caso specifico dei lavori in oggetto, gran parte delle operazioni di scavo avverranno all'interno delle opere provvisorie predisposte, e saranno realizzate per strati successivi di profondità inferiore a 1,50 m. Sono quindi a carico dell'impresa le eventuali piste che si renderanno necessarie per l'accesso alle aree di lavoro e gli oneri per il posizionamento dei macchinari all'interno delle aree di scavo.

Il volume degli scavi di ogni genere verrà determinato in base ai rilevamenti eseguiti in contraddittorio con l'Appaltatore all'atto della consegna ed all'atto della misurazione al solo scopo di controllo delle quantità effettivamente eseguite. Le quantità effettivamente pagate all'Impresa saranno in ogni caso soltanto quelle risultanti dal Computo metrico e stima dei lavori.

#### *Art. 3 - Formazione di rilevati con materie da cave di prestito*

La valutazione sarà effettuata misurando il rilevato, in termini di volume, dopo il naturale cedimento e limitatamente alla sagoma prescritta dalla Direzione lavori. Nel prezzo sono comprese e compensate le indennità di occupazione temporanea, lo scavo, l'eventuale cernita delle materie scavate, il loro carico sui mezzi di trasporto, il trasporto al luogo di impiego, lo scarico, lo stendimento nonché il costipamento e la sagomatura dei rilevati secondo le sagome prescritte.

#### *Art. 4 - Riempimento di pietrame a secco*

Il riempimento di pietrame a secco a ridosso di versanti sarà valutato a metro cubo per il suo volume effettivo misurato in opera.

*Art. 5 - Paratie e casseri in legname*

Saranno valutati per la loro superficie effettiva e nel relativo prezzo di elenco s'intende compensata ogni fornitura occorrente di legname, ferramenta ecc., ed ogni sfrido relativo, ogni spesa per la lavorazione e apprestamento, per collocamento in opera di longarine o filagne di collegamento, infissione di pali, tavoloni o palancole, per rimozioni, perdite, guasti e per ogni altro lavoro, nessuno escluso od eccettuato, occorrente per dare le opere complete ed idonee all'uso.

*Art. 6 - Murature in genere e conglomerati*

Tutte le murature in genere, saranno misurate geometricamente, a volume o a superficie.

1) Murature in pietra da taglio. - La pietra da taglio da pagarsi a volume sarà sempre valutata a metro cubo in base al volume del primo parallelepipedo retto rettangolare circoscrivibile a ciascun pezzo. Le lastre, i lastroni e gli altri pezzi da pagarsi a superficie saranno valutati in base al minimo rettangolo circoscrivibile.

Per le pietre di cui una parte viene lasciata greggia, si comprenderà anche questa nella misurazione, non tenendo però alcun conto delle eventuali maggiori sporgenze della parte non lavorata in confronto delle dimensioni assegnate ai tipi prescritti.

2) Calcestruzzi. - I calcestruzzi per fondazioni, murature, volte ecc. saranno in genere pagati a misura e misurati in opera in base alle dimensioni prescritte, esclusa quindi ogni eccedenza, ancorché inevitabile, dipendente dalla forma degli scavi aperti e dal modo di esecuzione dei lavori.

Nei relativi prezzi, oltre agli oneri delle murature in genere, s'intendono compensati tutti gli oneri relativi alla sicurezza di cui ai precedenti articoli in materia.

3) Conglomerato cementizio armato. - Il conglomerato per opere in cemento armato di qualsiasi natura e spessore sarà valutato per il suo volume effettivo, senza detrazione del volume del ferro che verrà pagato a parte.

Nella fornitura e posa in opera del conglomerato cementizio sono inoltre compresi gli oneri di trasporto, posizionamento dei macchinari, l'innalzamento e getto del materiale mediante pompaggio, la vibrazione del getto e sua pestonatura, nonché i palchi provvisori di servizio.

Sono inoltre inclusi gli oneri che, per motivi riconducibili all'organizzazione proposta dall'impresa, si rendessero necessari, per l'aggiunta di eventuali additivi, i quali per altro, dovranno essere utilizzati solo ed esclusivamente previa autorizzazione da parte della Direzione Lavori.

Sono invece esclusi, se non espressamente specificato nelle voci di elenco prezzi, gli oneri relativi a stampi, casseri, casseforme e cassette per il contenimento del conglomerato, armature di sostegno in legname di ogni sorta, grandi o piccole, e la rimozione delle armature stesse ad opera ultimata, che saranno computati a parte.

*Art. 7 - Lavori in metallo*

Tutti i lavori in metallo saranno in generale valutati a peso ed i relativi prezzi verranno applicati al peso effettivo dei metalli stessi a lavorazione completamente ultimata e determinato prima della loro posa in opera, con pesatura diretta fatta in contraddittorio ed a spese dell'Appaltatore, escluse bene inteso dal peso le verniciature e coloriture.

Costituisce un'eccezione, in quanto pagate a corpo, tutte le opere provvisionali in acciaio, del presente appalto.

Nei prezzi dei lavori in metallo, compreso ogni e qualunque compenso per forniture accessorie, per lavorazioni, montatura e posizione in opera.

Sono pure compresi e compensati: l'esecuzione dei necessari fori ed incastri nelle murature e pietre da taglio, le impiombature e suggellature, le malte ed il cemento, nonché la fornitura del piombo per le impiombature; la coloritura con minio ed olio cotto, il tiro ed il trasporto in alto, ovvero la discesa in basso, e tutto quanto, necessario per dare i lavori compiuti in opera a qualsiasi altezza.

In particolare i prezzi degli elementi in acciaio di qualsiasi profilo valgono anche in caso di eccezionale lunghezza, grandezza o sezione degli stessi e di tipi per cui occorra un'apposita fabbricazione. Essi compensano, oltre il tiro ed il trasporto in alto, ovvero la discesa in basso, tutte le forature, tagli, lavorazioni ecc., occorrenti per collegare le teste di tutti i tiranti e dei pali con il cordolo in cemento armato e con la sua armatura, ovvero per applicare chiavi, coprichiavi, chiavarde, staffe, avvolgimenti, bulloni, chiodature ecc. e qualsiasi altro lavoro prescritto dalla Direzione lavori per la perfetta riuscita dei lavori per fare esercitare al cordolo la funzione di collegamento dei pali e dei tiranti che vi si intestano.

Nel prezzo del ferro per armature di opere in cemento armato, oltre alla lavorazione ed ogni sfrido, è compreso l'onere per la legatura dei singoli elementi con filo di ferro, la fornitura del filo di ferro, e la posa in opera dell'armatura stessa.

#### *Art. 8 - Manodopera, noleggi e trasporti*

Non sono previsti nell'ambito del presente appalto, delle voci di spesa specifica, per manodopera, noleggi e trasporti, tuttavia qual ora si rendesse necessario il ricorso ad una delle citate categorie, si farà riferimento, per la misurazione, a quanto specificato nel vigente Prezzario Regionale.

#### *Art. 9 - Demolizioni*

Le demolizioni di fabbricati e di strutture in genere, saranno eseguite con le norme di cui al presente Capitolato.

Saranno compensate con apposito prezzo di elenco e la valutazione sarà effettuata in base all'effettivo volume delle strutture demolite.

#### *Art. 10 - Rimozione di recinzioni*

Si computa la lunghezza o la superficie posta in opera, quando il relativo prezzo si riferisca rispettivamente al metro lineare o al metro quadrato.

#### *Art. 11 - Oneri di smaltimento*

Gli oneri di smaltimento sono valutati secondo l'unità di misura indicata nell'elenco prezzi, che può essere:

- a peso ed i relativi prezzi sono applicati al peso effettivo individuato mediante pesa o determinato mediante prodotto del volume effettivamente scavato o demolito o scarificato, per il rispettivo peso specifico;
- a volume, ed i relativi prezzi sono applicati al volume effettivamente scavato o demolito o scarificato

#### *Art. 12 - Demolizioni stradali*

**SCARIFICAZIONE STRADALE:** si computa la superficie lavorata.

**FRESATURA:** si computa la superficie lavorata rispetto ai cm di spessore lavorata.

**TRANCIATURA E TAGLI DI PAVIMENTAZIONI STRADALI:** si computa lo sviluppo lineare della lavorazione eseguita.

**DEMOLIZIONI DI CORPO O SOTTOFONDO STRADALE:** si computa il volume demolito.

*DEMOLIZIONI DI LISTA O CORDONATO*: si computa lo sviluppo lineare degli elementi demoliti.

*DEMOLIZIONI DI ZANELLE*: si computa la superficie degli elementi demoliti.

*RIMOZIONI DI PAVIMENTAZIONI*: si computa la superficie rimossa.

*Art. 13 - Rimozione segnaletica stradale*

*SEGNALETICA VERTICALE* : si computa ciascun segnale rimosso.

*Art. 14 - Pali pubblica illuminazione, pozzetti, plinti*

La misurazione viene eseguita computando il numero di unità poste in opera.

*Art. 15 - Segnaletica stradale*

*SEGNALETICA ORIZZONTALE*: si computa la lunghezza posta in opera a seconda dello spessore realizzato.

*SEGNALETICA VERTICALE* : si computa ciascun segnale posto in opera.

*Art. 16 - Barriere stradali*

La misurazione viene eseguita computando la lunghezza posta in opera.

*Art. 17 - Corpi stradali*

La misurazione dei corpi stradali, delle fondazioni stradali e delle massicciate stradali, viene eseguita computando il volume del materiale posto in opera compattato.

*Art. 18 - Pavimentazioni stradali*

La misurazione delle pavimentazioni stradali viene eseguita computando la superficie posta in opera per un prefissato spessore per i vari strati della pavimentazione stessa.

*Art. 19 - Condotte e cavidotti stradali*

La misurazione delle condotte e cavidotti stradali viene eseguita computando la lunghezza posta in opera.

*Art. 20 - Cavi elettrici*

La misurazione viene eseguita computando la lunghezza posta in opera.

*Art. 21 - Rivestimento in geotessile*

La misurazione viene eseguita computando la superficie effettiva.

## PARTE III Qualità, provenienza e qualifica dei materiali

### *Art. 22 - Generalità*

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

### *Art. 23 - Materiali in genere*

I materiali occorrenti per la costruzione delle opere d'arte proverranno da quelle località che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione siano riconosciuti della migliore qualità della specie, purché abbiano le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti vigenti e rispondano ai requisiti stabiliti nel Capitolato Generale e nel presente Capitolato speciale d'appalto.

Quando la Direzione lavori avrà rifiutata qualche provvista perché ritenuta a suo giudizio insindacabile non idonea ai lavori, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che risponda ai requisiti voluti ed i materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dalla sede del lavoro o dai cantieri a cura e spese dell'Appaltatore.

#### **23.1 Acqua**

L'acqua per l'impasto con leganti idraulici (UNI EN 1008) dovrà essere dolce, limpida, priva di sostanze organiche o grassi e priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva per il conglomerato risultante. In caso di necessità, dovrà essere trattata per ottenere il grado di purezza richiesto per l'intervento da eseguire. In taluni casi dovrà essere, altresì, additivata per evitare l'instaurarsi di reazioni chimico – fisiche che potrebbero causare la produzione di sostanze pericolose (D.M. 14 gennaio 2008 - paragrafo 11.2.9.5).

#### **23.2 Terra**

La terra per la formazione delle sponde e dei rilevati arginali dovrà provenire da cave di prestito da individuare a cura e spese dell'Appaltatore. Le indennità di cava da corrispondersi ai privati proprietari delle cave di prestito nonché per quelle per danni derivanti per passaggi provvisori, e simili, come per danni che venissero arrecati alle colture sono a carico dell'appaltatore, compreso gli eventuali danni che verranno arrecati per la realizzazione delle opere al di fuori dei terreni già preventivamente espropriati.

Per tutte le terre provenienti da cave di prestito destinate alla costruzione dei rilevati arginali resta subordinato il loro impiego al riconoscimento da parte della D.L. della perfetta idoneità alla creazione dei manufatti, in particolare sono richieste le seguenti caratteristiche:

- contenuto in argilla nella percentuale variabile da un minimo del 20% a un massimo del 30%;
- frazione totale passante al setaccio 0.075 UNI 2332 non superiore al 35%, in modo da mantenere la terra entro il gruppo A2 della classificazione CNR o nel gruppo B della classificazione francese LCPC-SETRA;
- buone caratteristiche portanti;
- nullo o leggero ritiro e/o rigonfiamento;
- scarsa permeabilità.

Campioni significativi di terreno, a giudizio della D.L., saranno sottoposti preventivamente ad analisi di

laboratorio per definire le proprietà indice e l'umidità ottima Proctor corrispondente alla massima densità ottenibile sotto una certa energia di costipamento (prova AASHO modificata).

Sono a carico dell'Appaltatore gli eventuali oneri per le analisi delle terre stesse.

### **23.3 Leganti idraulici**

Le calce idrauliche, i cementi e gli agglomeranti cementizi a rapida o lenta presa da impiegare per qualsiasi lavoro, dovranno corrispondere a tutte le particolari prescrizioni di accettazione di cui alla L. 2 maggio 1965, n. 595, al D.M. 3 giugno 1968 come modificato dal D.M. 20 novembre 1984, nonché a quanto prescritto dal presente Capitolato speciale. Essi dovranno essere conservati in magazzini coperti su tavolati in legno ben riparati dall'umidità.

### **23.4 Cementi**

I cementi da impiegare in qualsiasi lavoro devono rispondere ai limiti di accettazione contenuti nella legge 26 maggio 1965, n. 595 e nel DM 3.06.1968 ("Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi") e successive modifiche e integrazioni (DM 20.11.1984 e DM 13.09.1993). Tutti i cementi devono essere, altresì, conformi al DM n. 314 emanato dal Ministero dell'industria in data 12 luglio 1999 (che ha sostituito il DM n. 126 del 9.03.1988 con l'allegato "Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi" dell'ICITE - CNR) ed in vigore dal 12 marzo 2000, che stabilisce le nuove regole per l'attestazione di conformità per i cementi immessi sul mercato nazionale e per i cementi destinati ad essere impiegati nelle opere in conglomerato normale, armato e precompresso. I requisiti da soddisfare devono essere quelli previsti dalla norma UNI EN 197-2007 "Cemento. Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni".

Gli agglomerati cementizi, oltre a soddisfare i requisiti di cui alla legge n. 595/1965, devono rispondere alle prescrizioni di cui al DM del 31.08.1972 "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calce idrauliche" e s.m. ed i..

I cementi e gli agglomeranti cementizi devono essere forniti o in sacchi sigillati o in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola, che non possono essere aperti senza lacerazione, o alla rinfusa. Per ciascuna delle tre alternative valgono le prescrizioni di cui all'art. 3 della legge n. 595/1965.

I cementi e gli agglomerati cementizi devono essere in ogni caso conservati in magazzini coperti, ben ventilati e riparati dall'umidità e da altri agenti capaci di degradarli prima dell'impiego.

### **23.5 Pozzolana**

La pozzolana sarà ricavata da strati mondici da cappellaccio ed esente da sostanze eterogenee o di parti inerti; qualunque sia la sua provenienza e dovrà rispondere a tutti i requisiti prescritti dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2230.

Per la misurazione, sia a peso che a volume, dovrà essere perfettamente asciutta.

### **23.6 ghiaia, pietrisco e sabbia**

Le ghiaie, i pietrischi e le sabbie da impiegare nella formazione dei calcestruzzi e per riempimenti o simili dovranno corrispondere alle condizioni di accettazione considerate nelle norme di cui al R.D. 16 novembre 1939, nn. 2228 e 2229, nonché, dal D.M. 27 luglio 1985, Allegato 1.

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.

L'accettabilità della sabbia dal punto di vista del contenuto di materie organiche verrà definita con i criteri

indicati nell'Allegato 1 del D.M. 3 giugno 1968 sui requisiti di accettazione dei cementi.

La granulometria degli aggregati litici per i conglomerati sarà prescritta dalla Direzione 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 di ogni lavoro. L'Appaltatore dovrà disporre della serie dei vagli normali atti a consentire alla Direzione 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 U.N.I. e passanti da quello 71 U.N.I. n. 2334) per lavori correnti di fondazioni, elevazione, muri di sostegno: da mm 40 a mm 60 (trattenuti dal crivello 40 U.N.I. e passanti da quello 60 U.N.I. n. 2334) se si tratta di volti, di getti di un certo spessore; da mm 25 a mm 40 (trattenuti dal crivello 25 U.N.I. e passanti da quello 40 U.N.I. n. 2334) se si tratta di volti o di getti di limitato spessore.

Qualora la roccia provenga da cave nuove o non accreditate da esperienze specifiche di enti pubblici e che per natura o 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 l'utilizzazione di massi sparsi in campagna o ricavabili da scavi, nonché di massi o ciottoloni ricavabili da fiumi o torrenti sempreché 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 C.N.R. Rispetto ai crivelli UNI 2334 i pietrischi saranno quelli passanti dal crivello 71 UNI e trattenuti al crivello 25 UNI, i pietrischetti quelli passanti dal crivello 25 UNI e trattenuti al crivello 10 UNI, le graniglie quelle passanti dal crivello 10 UNI e trattenute dallo staccio 2 UNI 2332.

### **23.7 Pietrame**

Le pietre naturali da impiegarsi nella muratura e per qualsiasi altro lavoro dovranno corrispondere ai requisiti richiesti dalle norme in vigore e dovranno essere a grana compatta ed ognuna monda da cappellaccio, esenti da piani di sfaldamento, senza screpolature, peli, venature, inclusioni di sostanze estranee; dovranno avere dimensioni adatte al particolare loro impiego ed offrire una resistenza proporzionata all'entità della sollecitazione cui devono essere assoggettate.

Saranno escluse le pietre alterabili dall'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente.

Le pietre da taglio, oltre a possedere gli accennati requisiti e caratteri generali, dovranno essere sonore alla percussione, immuni da fenditure e litoclasti e di perfetta lavorabilità.

Dovranno corrispondere alle norme di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2232. Il porfido dovrà presentare una resistenza alla compressione non inferiore a kg 1600 per cmq e una resistenza all'attrito radente (Dorry) non inferiore a quella del granito di S. Fedelino, preso come termine di paragone.

### **23.8 Mattoni**

I mattoni dovranno essere ben formati con facce regolari, a spigoli vivi, di grana fine, compatta ed omogenea; presentare tutti i caratteri di una perfetta cottura, cioè essere duri, sonori alla percussione e non vetrificati; essere esenti da calcinelli e scevri da ogni difetto che possa nuocere alla buona riuscita delle murature; aderire fortemente alla malta; essere resistenti alla cristallizzazione dei solfati alcalini; non contenere solfati solubili od ossidi alcalino-terrosi, ed infine non essere eccessivamente assorbenti.

I mattoni, inoltre, debbono resistere all'azione delle basse temperature, cioè se sottoposti quattro mattoni segati a metà a vanti cicli di immersione in acqua a 35°C per la durata di tre ore e per altre tre ore sottoposti alla prova di compressione, debbono fornire una resistenza non minore dell'80% della resistenza presentata da quelli provati allo stato asciutto. I mattoni di uso corrente dovranno essere parallelepipedi, di lunghezza doppia della larghezza, di modello costante e presentare, sia all'asciutto che dopo prolungata immersione nell'acqua, una resistenza minima allo schiacciamento di 160 kg/cmq. Essi dovranno inoltre rispondere alla normativa vigente in materia.

### **23.9 Materiali ferrosi**

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

Essi dovranno rispondere a tutte le condizioni previste nel D.M. 29 febbraio 1908, modificate dal R.D. 15 luglio 1925 e dalle norme U.N.I., e presentare inoltre, a seconda della loro qualità, i seguenti requisiti:

*Ferro.* - Il ferro comune dovrà essere di prima qualità, eminentemente duttile e tenace e di marcatissima struttura fibrosa. Esso dovrà essere malleabile, liscio alla superficie esterna, privo di screpolature, senza saldature aperte e senza altre soluzioni di continuità.

*Acciaio dolce laminato.* - L'acciaio extradolce 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 tempra. Alla rottura dovrà presentare struttura finemente granulare.

L'acciaio per carpenteria metallica deve essere conforme alle norme armonizzate della serie UNI EN10025 (per i laminati), UNI EN 10210 (per i tubi senza saldatura) e UNI EN 10219-1 (per i tubi saldati).

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito ed il montaggio, si deve porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovrasollecitate. Le parti a contatto con funi, catene od altri organi di sollevamento devono essere opportunamente protette.

*Acciaio per cemento armato.* - L'acciaio impiegato nelle strutture in conglomerato cementizio armato dovrà rispondere alle prescrizioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008, punto 11.3 ed in particolare al punto 11.3.2 se normale, e punto 11.3.3 se precompresso.

Come acciaio per cemento armato è ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili qualificati a norma UNI EN ISO 9001:2000, identificati con le sigle B450C e B450A prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni. Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera. La sagomatura e/o l'assemblaggio possono avvenire sia in cantiere, sotto la vigilanza della Direzione Lavori che in centri di trasformazione provvisti dei requisiti di cui D.M. 14/01/2008.

Il Direttore dei lavori, a suo insindacabile giudizio, effettuerà i controlli in cantiere, a norma di legge e di regolamento.

*Acciai per opere particolari.* - L'acciaio in trefoli, trecce o reti così come quello per tutti i dispositivi accessori per queste applicazioni (occhielli, morsetti,, redance ...) dovrà rispondere alle prescrizioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

*Ghisa.* - La ghisa dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione, dolce, tenace, leggermente malleabile, facilmente lavorabile con la lima e lo scalpello, di frattura grigia, finemente granosa e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti capaci di menomare la resistenza. Dovrà inoltre essere perfettamente modellata. E' escluso l'impiego di ghise fosforose. La ghisa per chiusini, caditoie e simili dovrà rispondere alla normativa UNI EN 124 per le classi di appartenenza applicabili per ciascuna situazione di impiego.

### **23.10 Legname**

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

Il legname si distinguerà, secondo le essenze e la resistenza di cui è dotato, in dolce e forte: si riterranno dolci il pioppo, lontan, l'abete, il pino nostrano, il tiglio, il platano, il salice, l'acero; mentre si riterranno forti la quercia, il noce, il frassino, l'olmo, il cipresso, il castagno, il larice, il pino svedese, il faggio.

il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più dritte, affinché le fibre non riescano mozzate alla sega e si

ritirino nelle sconnessure. Nei legnami grossolanamente squadrati e a spigolo smussato tutte le facce dovranno essere spianate e senza scarniture, tollerandosene l'alburno e lo smusso in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale. I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadrati a sega con le diverse facce esattamente spianate senza rientranze o risalti e con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alburno né smussi di sorta.

Il legno non deve presentare alcun difetto o danneggiamento che ne comprometta il valore d'uso.

Non sono in ogni caso ammissibili nel legno la presenza di larve e uova di insetti e fenomeni di putrefazione. Per i legni con particolari funzioni statiche, indicati nel progetto o dalla DL, non sono inoltre ammissibili la cipollatura, i nodi risultanti dall'inserzione di rami stroncati o ammalati, la fibratura elicoidale, i cretti formatisi in conseguenza del gelo o di scariche di fulmine, le perforazioni dovute a insetti o vischio.

Dovranno essere impiegate le specie legnose che presentano migliori caratteristiche di stabilità con riferimento al rigonfiamento e al ritiro conseguenti alle variazioni di umidità. Il legno dovrà essere inserito in opera con un'umidità il più possibile uguale a quella prevista come valore medio durante il periodo di utilizzazione. Durante le operazioni di trasporto e di accatastamento si farà dunque attenzione affinché tale valore medio di umidità non venga modificato.

I legni con particolari funzioni statiche, indicati nel progetto o dalla DL, dovranno presentare le caratteristiche di resistenza meccanica definiti dal DM Infrastrutture 14 gennaio 2008, determinati mediante prove eseguite secondo le norme UNI relative.

Tutti i legni con particolari funzioni statiche e nei casi indicati dalla DL devono essere protetti dall'attacco di funghi e insetti mediante misure chimiche di difesa preventiva utilizzando esclusivamente sostanze che non siano nocive alla vegetazione vivente. I legni che vengono forniti in cantiere già trattati devono essere muniti di un certificato che indichi il nome e l'indirizzo dell'esecutore del trattamento, la data del trattamento, le sostanze usate con i relativi certificati di controllo da parte di un istituto qualificato, che specifichi l'efficacia del prodotto nonché il tipo di trattamento più adatto. Secondo le indicazioni della DL verranno utilizzati legni trattati con sistemi di impregnazione profonda mediante apposite attrezzature operanti sotto pressione, ovvero legni trattati con sistemi di verniciatura o immersione. I legni nel primo caso dovranno essere accompagnati, su richiesta della DL, dai diagrammi con la registrazione delle modalità processuali.

Nel secondo caso il quantitativo minimo delle sostanze da applicare dovrà comunque essere superiore a 90 g/mq per le sostanze solubili in acque e a 350 ml/mq per le sostanze oleose.

I prodotti vengono considerati al momento della loro fornitura ed indipendentemente dalla destinazione d'uso. Il Direttore dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate.

*Art. 24 - Acciaio di armatura per c.a.*

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

Gli acciai per l'armatura del calcestruzzo normale devono rispondere alle prescrizioni contenute nel D.M. 14 gennaio 2008 e relative circolari esplicative.

E' fatto divieto di impiegare acciai non qualificati all'origine.

#### **24.2 Forniture e documentazione di accompagnamento**

Tutte le forniture di acciaio, per le quali non sussista l'obbligo della Marcatura CE, devono essere accompagnate dalla copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale.

Il riferimento a tale attestato deve essere riportato sul documento di trasporto. In caso in cui subentri un trasformatore il riferimento nel DDT deve essere doppio.

Le forniture effettuate da un commerciante intermedio devono essere accompagnate da copia dei

documenti rilasciati dal Produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante stesso.

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

#### **24.3 Centri di trasformazione**

Il Centro di trasformazione, impianto esterno alla fabbrica e/o al cantiere, fisso o mobile, che riceve dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, lamiere o profilati, profilati cavi, ecc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in cantiere, pronti per la messa in opera o per successive lavorazioni, può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dalla documentazione prevista dalle norme vigenti (Attestato di qualifica).

Il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare la conformità a quanto indicato al punto 11.3.1.7 del D.M. 14 gennaio 2008 e a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore, che riporterà, nel Certificato di collaudo, gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

L'attestato di qualifica dovrà riportare elementi di conducibilità al d.d.t.

#### **24.4 Controlli di accettazione in cantiere per acciai da cemento armato**

I controlli di accettazione in cantiere, come descritto nel paragrafo 11.3.2.10.4 del DM 14 gennaio 2008, sono obbligatori, devono essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e devono essere campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico di cui al punto 11.3.2.10.1.2 del DM del 2008, in ragione di 3 spezzoni, marchiati, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun lotto, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti.

I valori di resistenza ed allungamento di ciascun campione, accertati in accordo con il punto 11.3.2.3 del DM 14 gennaio 2008, da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti ad uno stesso diametro, devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nella tabella 11.3.VI del DM del 2008.

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

Nel caso di campionamento e prova in cantiere, che deve essere effettuata entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale in cantiere, qualora la determinazione del valore di una quantità fissata non sia conforme al valore di accettazione, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato.

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

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

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, 10 ulteriori provini devono essere prelevati da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

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

In caso contrario il lotto deve essere respinto e il risultato segnalato al Servizio Tecnico Centrale.

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

Qualora la fornitura, di elementi sagomati o assemblati, provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti al paragrafo 11.3.1.7 del DM 14 gennaio 2008, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

La domanda di prove al Laboratorio autorizzato deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo.

In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del Direttore dei Lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi del presente decreto e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

I certificati emessi dai laboratori devono obbligatoriamente contenere almeno:

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

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

Inoltre, nel caso in cui l'Appaltatore usufruisca di un centro di presagomatura, si richiedono i seguenti documenti:

- disponibilità di rapporti di produzione atti a garantire la tracciabilità della provenienza del materiale utilizzato in cantiere.
- attestazione di denuncia inizio attività dei centri di trasformazione (Presagomatori), rilasciata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici;
- certificato di controllo del processo produttivo dei centri di trasformazione (rilasciato in coerenza alle norme UNI EN ISO 9001) da organismo terzo accreditato;
- documenti di trasporto (D.D.T.) del presagomatore per le consegne in cantiere, comprendenti opportuni richiami sugli estremi del sopra citato certificato;

- attestato di qualifica acciai rilasciato dall'acciaieria di competenza (con richiami agli estremi dei DDT di consegna fornitura acciaieria-presagomatore);
- disponibilità di certificazione dei controlli su campionature rese in concomitanza dell'attività di presagomatura rilasciati da laboratori ufficiali ;
- disponibilità di rapporti di produzione atti a generare rintracciabilità tra gli elementi presagomati, i dati di fornitura acciaieria e gli estremi dei certificati di prova resi dai laboratori ufficiali.

#### **24.5 Procedure di controllo per acciai da cemento armato ordinario - reti e tralicci elettrosaldati**

I controlli sono obbligatori e devono essere effettuati su tre saggi ricavati da tre diversi pannelli, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione.

Qualora uno dei campioni sottoposti a prove di accettazione non soddisfi i requisiti previsti nelle norme tecniche relativamente ai valori di snervamento, resistenza a trazione del filo, allungamento, rottura e resistenza al distacco, il prelievo relativo all'elemento di cui trattasi va ripetuto su un altro elemento della stessa partita. Il nuovo prelievo sostituisce quello precedente a tutti gli effetti. Un ulteriore risultato negativo comporta il prelievo di nuovi saggi secondo la procedura di cui al paragrafo 11.3.2.11.4 del DM 14 gennaio 2008.

*Art. 25 - Componenti del calcestruzzo*

#### **25.1 Leganti per opere strutturali**

Nelle opere strutturali devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di certificato di conformità – rilasciato da un organismo europeo notificato – ad una norma armonizzata della serie UNI EN 197, ovvero ad uno specifico benessere tecnico europeo ( ETA ), perché idonei all'impiego previsto nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla legge 26 maggio 1965, n. 595.

È escluso l'impiego di cementi alluminosi.

L'impiego dei cementi richiamati all'art.1, lettera C della legge n. 595/1965, è limitato ai calcestruzzi per sbarramenti di ritenuta.

Per la realizzazione di dighe e altre simili opere massive dove è richiesto un basso calore di idratazione devono essere utilizzati i cementi speciali con calore di idratazione molto basso conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 14216, in possesso di un certificato di conformità rilasciato da un organismo di certificazione europeo notificato.

Qualora il calcestruzzo risulti esposto a condizioni ambientali chimicamente aggressive, si devono utilizzare cementi per i quali siano prescritte, da norme armonizzate europee e fino alla disponibilità di esse, da norme nazionali, adeguate proprietà di resistenza ai solfati e/o al dilavamento o ad eventuali altre specifiche azioni aggressive

##### **25.1.1 Fornitura**

I sacchi per la fornitura dei cementi devono essere sigillati e in perfetto stato di conservazione. Se l'imballaggio fosse comunque mano-messo o il prodotto avariato, il cemento potrà essere rifiutato dalla direzione dei lavori e dovrà essere sostituito con altro idoneo. Se i leganti vengono forniti sfusi, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce. La qualità del cemento potrà essere accertata mediante prelievo di campioni e la loro analisi presso laboratori ufficiali.

L'impresa deve disporre in cantiere di silos per lo stoccaggio del cemento che ne consentano la conservazione in idonee condizioni termoigrometriche.

### 25.1.2 Marchio di conformità

L'attestato di conformità autorizza il produttore ad apporre il marchio di conformità sull'imballaggio e sulla documentazione di accompagnamento relativa al cemento certificato. Il marchio di conformità è costituito dal simbolo dell'organismo abilitato seguito da:

- nome del produttore e della fabbrica ed, eventualmente, del loro marchio o dei marchi di identificazione;
- ultime due cifre dell'anno nel quale è stato apposto il marchio di conformità;
- numero dell'attestato di conformità;
- descrizione del cemento;
- estremi del decreto.

Ogni altra dicitura deve essere stata preventivamente sottoposta all'approvazione dell'organismo abilitato.

Tabella 1. Requisiti meccanici e fisici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)

Classe	Resistenza alla compressione [N/mm <sup>2</sup> ]				Tempo inizio presa [min]	Espansione [mm]
	Resistenza iniziale		Resistenza normalizzata 28 giorni			
	2 giorni	7 giorni				
32,5	-	> 16	≥ 32,5	≤ 52,5	≥ 60	≤ 10
32,5 R	> 10	-				
4,25	> 10	-	≥ 42,5	≤ 62,5		
4,25 R	> 20	-				
52,5	> 20	-	≥ 52,5	-	≥ 45	
52,5 R	> 30	-				

Tabella 2. Requisiti chimici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)

Proprietà	Prova secondo	Tipo di cemento	Classe di resistenza	Requisiti <sup>1</sup>
Perdita al fuoco	EN 196-2	CEM I – CEM III	Tutte le classi	≤ 5,0%
Residuo insolubile	EN 196-2	CEM I – CEM III	Tutte le classi	≤ 5,0%
Solfati come (SO <sub>3</sub> )	EN 196-2	CEM I CEM II <sup>2</sup> CEM IV CEM V	32,5 32,5 R 42,5	≤ 3,5%
			42,5 R 52,5 52,5 R	≤ 4,0%
		CEM III <sup>3</sup>	Tutte le classi	
Cloruri	EN 196-21	Tutti i tipi <sup>4</sup>	Tutte le classi	≤ 0,10%
Pozzolanicità	EN 196-5	CEM IV	Tutte le classi	Esito positivo della prova

<sup>1</sup> I requisiti sono espressi come percentuale in massa.

<sup>2</sup> Questa indicazione comprende i cementi tipo CEM II/A e CEM II/B, ivi compresi i cementi Portland composti contenenti solo un altro componente principale, per esempio II/A-S o II/B-V, salvo il tipo CEM II/B-T, che può contenere fino al 4,5% di SO<sub>3</sub>, per tutte le classi di resistenza.

<sup>3</sup> Il cemento tipo CEM III/C può contenere fino al 4,5% di SO<sub>3</sub>.

<sup>4</sup> Il cemento tipo CEM III può contenere più dello 0,100% di cloruri, ma, in tal caso, si dovrà dichiarare il contenuto effettivo in cloruri.

Tabella 3. Valori limite dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)

Proprietà		Valori limite					
		Classe di resistenza					
		32,5	32,5R	42,5	42,5R	52,5	42,5R
Limite inferiore di resistenza [N/mm <sup>2</sup> ]	2 giorni	-	8,0	8,0	18,0	18,0	28,0
	7 giorni	14,0	-	-	-	-	-
	28 giorni	30,0	30,0	40,0	40,0	50,0	50,0
Tempo di inizio presa – Limite inferiore [min]		45			40		
Stabilità [mm] – Limite superiore		11					
Contenuto di SO <sub>3</sub> (%) Limite superiore	Tipo I Tipo II <sup>1</sup> Tipo IV Tipo V	4,0			4,5		
	Tipo III/A Tipo III/B	4,5					
	Tipo III/C	5,0					
Contenuto di cloruri (%) – Limite superiore <sup>2</sup>		0,11					
Pozzolanicità		Positiva a 15 giorni					
<sup>1</sup> Il cemento tipo II/B può contenere fino al 5% di SO <sub>3</sub> per tutte le classi di resistenza. <sup>2</sup> Il cemento tipo III può contenere più dello 0,11% di cloruri, ma in tal caso deve essere dichiarato il contenuto reale di cloruri.							

### 25.1.3 Metodi di prova

Ai fini dell'accettazione dei cementi la direzione dei lavori potrà effettuare le seguenti prove:

UNI EN 196-1 – Metodi di prova dei cementi. Parte 1: Determinazione delle resistenze meccaniche;

UNI EN 196-2 – Metodi di prova dei cementi. Parte 2: Analisi chimica dei cementi;

UNI EN 196-3 – Metodi di prova dei cementi. Parte 3: Determinazione del tempo di presa e della stabilità;

UNI ENV SPERIMENTALE 196-4 – Metodi di prova dei cementi. Parte 4: Determinazione quantitativa dei costituenti;

UNI EN 196-5 – Metodi di prova dei cementi. Parte 5: Prova di pozzolanicità dei cementi pozzolanici;

UNI EN 196-6 – Metodi di prova dei cementi. Parte 6: Determinazione della finezza;

UNI EN 196-7 – Metodi di prova dei cementi. Parte 7: Metodi di prelievo e di campionatura del cemento;

UNI EN 196-8 – Metodi di prova dei cementi. Parte 8: Calore d'idratazione. Metodo per soluzione;

UNI EN 196-9 – Metodi di prova dei cementi. Parte 9: Calore d'idratazione. Metodo semiadiabatico;

UNI EN 196-10 – Metodi di prova dei cementi. Parte 10: Determinazione del contenuto di cromo (VI) idrosolubile nel cemento;

UNI EN 196-21 – Metodi di prova dei cementi. Determinazione del contenuto di cloruri, anidride carbonica e alcali nel cemento;

UNI EN 197-1 – Cemento. Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni;

UNI EN 197-2 – Cemento. Valutazione della conformità;

UNI EN 197-4 – Cemento. Parte 4: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi d'altoforno con bassa resistenza iniziale;

UNI 10397 – Cementi. Determinazione della calce solubilizzata nei cementi per dilavamento con acqua distillata;

UNI EN 413-1 – Cemento da muratura. Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità;

UNI EN 413-2 – Cemento da muratura. Metodi di prova;

UNI EN 413-2 – Cemento da muratura. Parte 2: Metodi di prova.

UNI 9606 – Cementi resistenti al dilavamento della calce. Classificazione e composizione.

## 25.2 Aggregati

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

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla **tabella 4**, a condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata con aggregati riciclati venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio.

Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica di cui ai prospetti H1, H2 e H3 dell'annesso ZA della norma europea armonizzata UNI EN 12620, per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 tonnellate di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

Tabella 4. Limiti di impiego degli aggregati grossi provenienti da riciclo

Origine del materiale da riciclo	Classe del calcestruzzo	Percentuale di impiego
Demolizioni di edifici (macerie)	= C 8/10	fino al 100%
Demolizioni di solo calcestruzzo e cemento armato	≤ C30/37	≤ 30%
	≤ C20/25	fino al 60%
Riutilizzo di calcestruzzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati (da qualsiasi classe > C45/55)	≤ C45/55	fino al 15%
	Stessa classe del calcestruzzo di origine	fino al 5%

Si potrà fare utile riferimento alle norme UNI 8520-1 e UNI 8520-2 al fine di individuare i requisiti chimico-fisici, aggiuntivi rispetto a quelli fissati per gli aggregati naturali, che gli aggregati riciclati devono rispettare, in funzione della destinazione finale del calcestruzzo e delle sue proprietà prestazionali (meccaniche, di durabilità e pericolosità ambientale, ecc.), nonché le quantità percentuali massime di impiego per gli aggregati di riciclo, o classi di resistenza del calcestruzzo, ridotte rispetto a quanto previsto nella **tabella 4**.

Gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose e argillose, di gesso ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature.

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto e all'ingombro delle armature, e devono essere lavati con acqua dolce qualora ciò sia necessario per eliminare materie nocive.

Il pietrisco deve provenire dalla frantumazione di roccia compatta, non gessosa né geliva, non deve contenere impurità né materie pulverulenti, e deve essere costituito da elementi le cui dimensioni soddisfino le condizioni sopra indicate per la ghiaia.

### 25.2.1 La dichiarazione di prestazione

I materiali da costruzione devono essere accompagnati dalla dichiarazione di prestazione (DoP) in applicazione del Regolamento (UE)n. 305/2011 che ha abrogato la direttiva 89/106/CEE recepita in Italia dal D.P.R. n. 246/1993.

Il sistema di attestazione della conformità degli aggregati, ai sensi del D.P.R. n. 246/1993, è indicato nella **tabella 5** (Norme tecniche 14 gennaio 2008) e deve essere ora riferito al Regolamento (UE) n. 305/2011.

La produzione dei prodotti ora deve essere certificata da un organismo notificato con un Sistema 2+: Dichiarazione della prestazione delle caratteristiche essenziali del prodotto da costruzione effettuata dal fabbricante, come all'allegato V, punto 1.3. del Regolamento (UE) n. 305/2011.

Tabella 5. Sistema di attestazione della conformità degli aggregati

Specificata tecnica europea armonizzata di riferimento	Uso previsto	Sistema di valutazione e verifica della costanza della prestazione
Aggregati per calcestruzzo	Calcestruzzo strutturale	2+

### 25.2.2 Norme armonizzate per gli aggregati

La tabella 16.6 richiama la tipologia di aggregati, e la relativa norma armonizzata, per i quali è obbligatoria la marcatura CE come previsto ora dal Regolamento (UE) n. 305/2011.

Tabella 6. Aggregati che devono riportare la marcatura CE

### 25.2.3 Controlli d'accettazione

I controlli di accettazione degli aggregati da effettuarsi a cura del direttore dei lavori, come stabilito dalle norme tecniche per le costruzioni

di cui al D.M. 14 gennaio 2008, devono essere finalizzati alla determinazione delle caratteristiche tecniche riportate nella **tabella 7**, insieme ai relativi metodi di prova.

I metodi di prova da utilizzarsi sono quelli indicati nelle norme europee armonizzate citate, in relazione a ciascuna caratteristica.

Tabella 7. Controlli di accettazione per aggregati per calcestruzzo strutturale

Caratteristiche tecniche	Metodo di prova
Descrizione petrografica semplificata	UNI EN 932-3
Dimensione dell'aggregato (analisi granulometrica e contenuto dei fini)	UNI EN 933-1
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3
Dimensione per il filler	UNI EN 933-10
Forma dell'aggregato grosso (per aggregato proveniente da riciclo)	UNI EN 933-4
Resistenza alla frammentazione/frantumazione (per calcestruzzo $R_{ck} \geq C50/60$ )	UNI EN 1097-2

### 25.2.4 Sabbia

Ferme restando le considerazioni dei paragrafi precedenti, la sabbia per il confezionamento delle malte o del calcestruzzo deve essere priva di solfati e di sostanze organiche, terrose o argillose, e avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, e di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.

La sabbia naturale o artificiale deve risultare bene assortita in grossezza e costituita di grani resistenti, non provenienti da roccia decomposta o gessosa. Essa deve essere scricchiolante alla mano, non lasciare traccia di sporco, non contenere materie organiche, melmose o comunque dannose. Prima dell'impiego, se necessario, deve essere lavata con acqua dolce per eliminare eventuali materie nocive.

#### 25.2.4.1 Verifiche sulla qualità

La direzione dei lavori potrà accertare in via preliminare le caratteristiche delle cave di provenienza del materiale per rendersi conto dell'uniformità della roccia, e dei sistemi di coltivazione e di frantumazione, prelevando dei campioni da sottoporre alle prove necessarie per caratterizzare la roccia nei riguardi dell'impiego.

Il prelevamento di campioni potrà essere omesso quando le caratteristiche del materiale risultino da un certificato emesso in seguito ad esami fatti eseguire da amministrazioni pubbliche, a seguito di sopralluoghi nelle cave, e i risultati di tali indagini siano ritenuti idonei dalla direzione dei lavori.

Il prelevamento dei campioni di sabbia deve avvenire normalmente dai cumuli sul luogo di impiego; diversamente, può avvenire dai mezzi di trasporto ed eccezionalmente dai silos. La fase di prelevamento non deve alterare le caratteristiche del materiale, e in particolare la variazione della sua composizione granulometrica e perdita di materiale fine. I metodi di prova possono riguardare l'analisi granulometrica e il peso specifico reale.

### 25.2.5 Norme per gli aggregati per la confezione di calcestruzzi

Riguardo all'accettazione degli aggregati impiegati per il confezionamento degli impasti di calcestruzzo, il direttore dei lavori, fermi restando i controlli della tabella 16.7, può fare riferimento anche alle seguenti norme:

**UNI 8520-1** – Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Definizione, classificazione e caratteristiche;

**UNI 8520-2** – Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Requisiti;

**UNI 8520-7** – Aggregati per la confezione calcestruzzi. Determinazione del passante allo staccio 0,075 UNI 2332;

**UNI 8520-8** – Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione del contenuto di grumi di argilla e particelle friabili;

**UNI 8520-13** – Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della massa volumica e dell'assorbimento degli aggregati fini;

**UNI 8520-16** – Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della massa volumica e dell'assorbimento degli aggregati grossi (metodi della pesata idrostatica e del cilindro);

**UNI 8520-17** – Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della resistenza a compressione degli aggregati grossi;

**UNI 8520-20** – Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della sensibilità al gelo e disgelo degli aggregati grossi;

**UNI 8520-21** – Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Confronto in calcestruzzo con aggregati di caratteristiche note;

**UNI 8520-22** – Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della potenziale reattività degli aggregati in presenza di alcali;

**UNI EN 1367-2** – Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Prova al solfato di magnesio;

**UNI EN 1367-4** – Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Determinazione del ritiro per essiccamento;

**UNI EN 12620** – Aggregati per calcestruzzo;

**UNI EN 1744-1** – Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati. Analisi chimica;

**UNI EN 13139** – Aggregati per malta.

### 16.2.6. Norme di riferimento per gli aggregati leggeri

Riguardo all'accettazione degli aggregati leggeri impiegati per il confezionamento degli impasti di calcestruzzo, il direttore dei lavori,

fermi restando i controlli della tabella 16.7, potrà far riferimento anche alle seguenti norme:

**UNI EN 13055-1** – Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta per iniezione;

**UNI EN 13055-2** – Aggregati leggeri per miscele bituminose, trattamenti superficiali e per applicazioni in strati legati e non legati;

**UNI 11013** – Aggregati leggeri. Argilla e scisto espanso. Valutazione delle proprietà mediante prove su calcestruzzo convenzionale.

### 25.3 Aggiunte

È ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali del conglomerato cementizio.

Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma **UNI EN 450** e potranno essere impiegate rispettando i criteri stabiliti dalle norme **UNI EN 206-1** e **UNI 11104**.

I fumi di silice devono essere costituiti da silice attiva amorfa presente in quantità maggiore o uguale all'85% del peso totale.

### 25.3.1 Ceneri volanti

Le ceneri volanti, costituenti il residuo solido della combustione di carbone, dovranno provenire da centrali termoelettriche in grado di fornire un prodotto di qualità costante nel tempo e documentabile per ogni invio, e non contenere impurezze (lignina, residui oleosi, pentossido di vanadio, ecc.) che possano danneggiare o ritardare la presa e l'indurimento del cemento.

Particolare attenzione dovrà essere prestata alla costanza delle loro caratteristiche, che devono soddisfare i requisiti delle **UNI EN 450**.

Il dosaggio delle ceneri volanti non deve superare il 25% del peso del cemento. Detta aggiunta non deve essere computata in alcun modo nel calcolo del rapporto acqua/cemento.

Nella progettazione del mix design e nelle verifiche periodiche da eseguire, andrà comunque verificato che l'aggiunta di ceneri praticata non comporti un incremento della richiesta di additivo, per ottenere la stessa fluidità dell'impasto privo di ceneri maggiore dello 0,2%.

#### 25.3.1.1 Norme di riferimento

**UNI EN 450-1** – Ceneri volanti per calcestruzzo. Parte 1: Definizione, specificazioni e criteri di conformità;

**UNI EN 450-2** – Ceneri volanti per calcestruzzo. Parte 2: Valutazione della conformità;

**UNI EN 451-1** – Metodo di prova delle ceneri volanti. Determinazione del contenuto di ossido di calcio libero;

**UNI EN 451-2** – Metodo di prova delle ceneri volanti. Determinazione della finezza mediante staccatura umida.

### 25.3.2 Microsilice

La silice attiva colloidale amorfa è costituita da particelle sferiche isolate di SiO<sub>2</sub> con diametro compreso tra 0,01 e 0,5 micron, e ottenuta da un processo di tipo metallurgico, durante la produzione di silice metallica o di leghe ferro-silicio, in un forno elettrico ad arco.

La silice fume può essere fornita allo stato naturale, così come può essere ottenuta dai filtri di depurazione sulle ciminiere delle centrali a carbone oppure come sospensione liquida di particelle con contenuto secco di 50% in massa.

Si dovrà porre particolare attenzione al controllo in corso d'opera del mantenimento della costanza delle caratteristiche granulometriche e fisicochimiche.

Il dosaggio della silice fume non deve comunque superare il 7% del peso del cemento.

Tale aggiunta non sarà computata in alcun modo nel calcolo del rapporto acqua/cemento.

Se si utilizzano cementi di tipo I, potrà essere computata nel dosaggio di cemento e nel rapporto acqua/cemento una quantità massima di tale aggiunta pari all'11% del peso del cemento.

Nella progettazione del mix design e nelle verifiche periodiche da eseguire, andrà comunque verificato che l'aggiunta di microsilice praticata non comporti un incremento della richiesta dell'additivo maggiore dello 0,2%, per ottenere la stessa fluidità dell'impasto privo di silice fume.

#### 25.3.2.1 Norme di riferimento

**UNI 8981-8** – Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo. Istruzioni per prevenire la reazione alcali-silice;

**UNI EN 13263-1** – Fumi di silice per calcestruzzo. Parte 1: Definizioni, requisiti e criteri di conformità;

#### **25.4 Additivi**

L'impiego di additivi, come per ogni altro componente, dovrà essere preventivamente sperimentato e dichiarato nel mix design della

miscela di conglomerato cementizio, preventivamente progettata.

Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue:

- fluidificanti;
- aeranti;
- ritardanti;
- acceleranti;
- fluidificanti-aeranti;
- fluidificanti-ritardanti;
- fluidificanti-acceleranti;
- antigelo-superfluidificanti.

Gli additivi devono essere conformi alla parte armonizzata della norma europea **UNI EN 934-2**.

L'impiego di eventuali additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività.

Gli additivi dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

- essere opportunamente dosati rispetto alla massa del cemento;
- non contenere componenti dannosi alla durabilità del calcestruzzo;
- non provocare la corrosione dei ferri d'armatura;
- non interagire sul ritiro o sull'espansione del calcestruzzo. In caso contrario, si dovrà procedere alla determinazione della stabilità dimensionale.

Gli additivi da utilizzarsi, eventualmente, per ottenere il rispetto delle caratteristiche delle miscele in conglomerato cementizio, potranno essere impiegati solo dopo una valutazione degli effetti per il particolare conglomerato cementizio da realizzare e nelle condizioni effettive di impiego.

Particolare cura dovrà essere posta nel controllo del mantenimento nel tempo della lavorabilità del calcestruzzo fresco.

Per le modalità di controllo e di accettazione il direttore dei lavori potrà far eseguire prove o accettare l'attestazione di conformità alle norme vigenti.

##### **25.4.1 Additivi acceleranti**

Gli additivi acceleranti, allo stato solido o liquido hanno la funzione di addensare la miscela umida fresca e portare ad un rapido sviluppo delle resistenze meccaniche.

Il dosaggio degli additivi acceleranti dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento.

In caso di prodotti che non contengono cloruri tali valori possono essere incrementati fino al 4%. Per evitare concentrazioni del prodotto, lo si dovrà opportunamente diluire prima dell'uso.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2. del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;

– la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**;

In generale, per quanto non specificato si rimanda alla norma **UNI EN 934-2**.

#### 25.4.2 Additivi ritardanti

Gli additivi ritardanti potranno essere eccezionalmente utilizzati, previa idonea qualifica e preventiva approvazione da parte della direzione dei lavori, per:

- particolari opere che necessitano di getti continui e prolungati, al fine di garantire la loro corretta monoliticità;
- getti in particolari condizioni climatiche;
- singolari opere ubicate in zone lontane e poco accessibili dalle centrali/impianti di betonaggio.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2. del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**.

Le prove di resistenza a compressione devono essere eseguite di regola dopo la stagionatura di 28 giorni, e la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

In generale, per quanto non specificato si rimanda alla norma **UNI EN 934-2**.

#### 25.4.3 Additivi antigelo

Gli additivi antigelo sono da utilizzarsi nel caso di getto di calcestruzzo effettuato in periodo freddo, previa autorizzazione della direzione dei lavori.

Il dosaggio degli additivi antigelo dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento, che dovrà essere del tipo ad alta resistenza e in dosaggio superiore rispetto alla norma. Per evitare concentrazioni del prodotto, prima dell'uso dovrà essere opportunamente miscelato al fine di favorire la solubilità a basse temperature.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2. del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi d'inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**.

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura di 28 giorni, la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

#### 25.4.4 Additivi fluidificanti e superfluidificanti

Gli additivi fluidificanti sono da utilizzarsi per aumentare la fluidità degli impasti, mantenendo costante il rapporto acqua/cemento e la resistenza del calcestruzzo, previa autorizzazione della direzione dei lavori.

L'additivo superfluidificante di prima e seconda additivazione dovrà essere di identica marca e tipo. Nel caso in cui il mix design preveda l'uso di additivo fluidificante come prima additivazione, associato ad additivo superfluidificante a piè d'opera, questi dovranno essere di tipo compatibile e preventivamente sperimentati in fase di progettazione del mix design e di prequalifica della miscela.

Dopo la seconda aggiunta di additivo, sarà comunque necessario assicurare la miscelazione per almeno 10 minuti prima dello scarico del calcestruzzo. La direzione dei lavori potrà richiedere una miscelazione più prolungata in funzione dell'efficienza delle attrezzature e delle condizioni di miscelamento.

Il dosaggio degli additivi fluidificanti dovrà essere contenuto tra lo 0,2 e lo 0,3% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento. Gli additivi superfluidificanti vengono aggiunti in quantità superiori al 2% rispetto al peso del cemento.

In generale, per quanto non specificato si rimanda alla norma **UNI EN 934-2**.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

- la determinazione della consistenza dell'impasto mediante l'impiego della tavola a scosse con riferimento alla norma **UNI 8020**;
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2. del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la prova di essudamento prevista dalla norma **UNI 7122**.

#### 25.4.5 Additivi aeranti

Gli additivi aeranti sono da utilizzarsi per migliorare la resistenza del calcestruzzo ai cicli di gelo e disgelo, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra lo 0,005 e lo 0,05% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

- la determinazione del contenuto d'aria secondo la **UNI EN 12350-7**;
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2. del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- prova di resistenza al gelo secondo la norma **UNI 7087**;
- prova di essudamento secondo la norma **UNI 7122**;

Le prove di resistenza a compressione del calcestruzzo, di regola, devono essere eseguite dopo la stagionatura.

Norme di riferimento

La direzione dei lavori, per quanto non specificato, per valutare l'efficacia degli additivi potrà disporre l'esecuzione delle seguenti prove:

**UNI 7110** – Additivi per impasti cementizi. Determinazione della solubilità in acqua distillata e in acqua satura di calce;

**UNI 10765** – Additivi per impasti cementizi. Additivi multifunzionali per calcestruzzo. Definizioni, requisiti e criteri di conformità;

**UNI EN 480** – Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 4: Determinazione della quantità di acqua essudata del calcestruzzo;

**UNI EN 480-5** – Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 5: Determinazione dell'assorbimento capillare;

**UNI EN 480-6** – Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 6: Analisi all'infrarosso;

**UNI EN 480-8** – Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Determinazione del tenore di sostanza secca convenzionale;

**UNI EN 480-10** – Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Determinazione del tenore di cloruri solubili in acqua;

**UNI EN 480-11** – Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 11: Determinazione delle caratteristiche dei vuoti di aria nel calcestruzzo indurito;

**UNI EN 480-12** – Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 12: Determinazione del contenuto di

alcali negli additivi;

**UNI EN 480-13** – Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Malta da muratura di riferimento per le prove sugli additivi per malta;

**UNI EN 480-14** – Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 14: Determinazione dell'effetto sulla tendenza alla corrosione dell'acciaio di armatura mediante prova elettrochimica potenziostatica;

**UNI EN 934-1** – Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 1: Requisiti comuni;

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

**UNI EN 934-3** – Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Additivi per malte per opere murarie. Parte 3: Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;

**UNI EN 934-4** – Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Additivi per malta per iniezione per cavi di precompressione. Parte 4: Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;

**UNI EN 934-5** – Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 5: Additivi per calcestruzzo proiettato. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;

**UNI EN 934-6** – Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 6: Campionamento, controllo e valutazione della conformità.

## **25.5 Agenti espansivi**

Gli agenti espansivi sono da utilizzarsi per aumentare il volume del calcestruzzo sia in fase plastica che indurito, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra il 7 e il 10% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

– l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2. del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;

– la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**.

Le prove di resistenza a compressione del calcestruzzo, di regola, devono essere eseguite dopo la stagionatura.

### **25.5.1.1 Norme di riferimento**

**UNI 8146** – Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Idoneità e relativi metodi di controllo;

**UNI 8147** – Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata della malta contenente

l'agente espansivo;

**UNI 8148** – Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata del calcestruzzo contenente

l'agente espansivo;

**UNI 8149** – Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione della massa volumica.

## **25.6 Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo**

Gli eventuali prodotti antievaporanti filmogeni devono rispondere alle norme comprese tra **UNI 8656** e **UNI 8660**. L'appaltatore deve preventivamente sottoporre all'approvazione della direzione dei lavori la

documentazione tecnica sul prodotto e sulle modalità di applicazione. Il direttore dei lavori deve accertarsi che il materiale impiegato sia compatibile con prodotti di successive lavorazioni (per esempio, con il primer di adesione di guaine per impermeabilizzazione di solette) e che non interessi le zone di ripresa del getto.

#### **25.6.1.1 Norme di riferimento**

**UNI 8656** – Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Classificazione e requisiti;

**UNI 8657** – Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione della ritenzione d'acqua;

**UNI 8658** – Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del tempo di essiccamento;

**UNI 8659** – Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del fattore di riflessione dei prodotti filmogeni pigmentati di bianco;

**UNI 8660** – Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione dell'influenza esercitata dai prodotti filmogeni sulla resistenza all'abrasione del calcestruzzo.

#### **25.7 Prodotti disarmanti**

Come disarmanti per le strutture in cemento armato è vietato usare lubrificanti di varia natura e oli esausti.

Dovranno, invece, essere impiegati prodotti specifici, conformi alla norma **UNI 8866** (parti 1 e 2), per i quali sia stato verificato che non macchino o danneggino la superficie del conglomerato cementizio indurito, specie se a faccia vista.

#### **25.8 Acqua di impasto**

L'acqua per gli impasti deve essere dolce, limpida, priva di sali in percentuali dannose (particolarmente solfati e cloruri), priva di materie terrose e non aggressiva.

L'acqua, a discrezione della direzione dei lavori, in base al tipo di intervento o di uso, potrà essere trattata con speciali additivi, per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti l'impasto.

È vietato l'impiego di acqua di mare.

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma **UNI EN 1008** come stabilito dalle norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 14 gennaio 2008.

A discrezione della direzione dei lavori, l'acqua potrà essere trattata con speciali additivi, in base al tipo di intervento o di uso, per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti d'impasto.

Tabella 8. Acqua di impasto

Caratteristica	Prova	Limiti di accettabilità
Ph	Analisi chimica	da 5,5 a 8,5
Contenuto solfati	Analisi chimica	SO <sub>4</sub> minore 800 mg/litro
Contenuto cloruri	Analisi chimica	Cl minore 300 mg/litro
Contenuto acido solfidrico	Analisi chimica	minore 50 mg/litro
Contenuto totale di sali minerali	Analisi chimica	minore 3000 mg/litro
Contenuto di sostanze organiche	Analisi chimica	minore 100 mg/litro
Contenuto di sostanze solide sospese	Analisi chimica	minore 2000 mg/litro

## 25.9 Classi di resistenza del conglomerato cementizio

### 25.9.1 Classi di resistenza

Per le classi di resistenza normalizzate per calcestruzzo normale, si può fare utile riferimento a quanto indicato nelle norme **UNI EN 206-1** e nella **UNI 11104**.

Sulla base della denominazione normalizzata, vengono definite le classi di resistenza della tabella 9.

Tabella 16.9. Classi di resistenza

Classi di resistenza	Classi di resistenza
C8/10	C40/50
C12/15	C45/55
C16/20	C50/60
C20/25	C55/67
C25/30	C60/75
C28/35	C70/85
C32/40	C80/95
C35/45	C90/105

I calcestruzzi delle diverse classi di resistenza trovano impiego secondo quanto riportato nella **tabella 10**, fatti salvi i limiti derivanti dal rispetto della durabilità.

Per classi di resistenza superiore a C70/85 si rinvia al paragrafo 16.9.2. di questo capitolo.

Per le classi di resistenza superiori a C45/55, la resistenza caratteristica e tutte le grandezze meccaniche e fisiche che hanno influenza sulla resistenza e durabilità del conglomerato devono essere accertate prima dell'inizio dei lavori tramite un'apposita sperimentazione preventiva, e la produzione deve seguire specifiche procedure per il controllo di qualità.

Tabella 16.10. Impiego delle diverse classi di resistenza

Strutture di destinazione	Classe di resistenza minima
Per strutture non armate o a bassa percentuale di armatura (§ 4.1.11)	C8/10
Per strutture semplicemente armate	C16/20
Per strutture precomprese	C28/35

### 25.9.2 Costruzioni di altri materiali

I materiali non tradizionali o non trattati nelle norme tecniche per le costruzioni potranno essere utilizzati per la realizzazione di elementi strutturali o opere, previa autorizzazione del servizio tecnico centrale su parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, autorizzazione che riguarderà l'utilizzo del materiale nelle specifiche tipologie strutturali proposte sulla base di procedure definite dal servizio tecnico centrale.

Si intende qui riferirsi a materiali quali calcestruzzi di classe di resistenza superiore a C70/85, calcestruzzi fibrorinforzati, acciai da costruzione non previsti nel paragrafo 4.2. delle norme tecniche per le costruzioni, leghe di alluminio, leghe di rame, travi tralicciate in acciaio conglobate nel getto di calcestruzzo collaborante, materiali polimerici fibrorinforzati, pannelli con poliuretano o polistirolo collaborante, materiali murari non tradizionali, vetro strutturale, materiali diversi dall'acciaio con funzione di armatura da cemento armato.

Art. 26 - Componenti prefabbricati in c.a. e c.a.p.

### 26.1 Generalità

A tutti gli elementi prefabbricati dotati di marcatura CE si applica quanto riportato nella lettera A oppure C del punto 11.1. del D.M. 14 gennaio 2008. In tali casi, inoltre, si considerano assolti i requisiti procedurali di cui al deposito ai sensi dell'art. 9 della legge 05 novembre 1972, n. 1086 e alla certificazione di idoneità di

cui agli artt. 1 e 7 della legge 2 febbraio 1974, n. 64. Resta comunque l'obbligo del deposito del progetto presso il competente ufficio regionale.

## **26.2 Documenti di accompagnamento**

Il Direttore dei Lavori è tenuto a rifiutare le eventuali forniture non conformi a quanto previsto dalle norme tecniche vigenti.

Oltre a quanto previsto nei punti applicabili del punto 11.1 del D.M. 14 gennaio 2008, ogni fornitura in cantiere di elementi costruttivi prefabbricati, sia di serie che occasionali, dovrà essere accompagnata da apposite istruzioni nelle quali vengono indicate le procedure relative alle operazioni di trasporto e montaggio degli elementi prefabbricati, ai sensi dell'art. 58 del D.P.R. n. 380/2001, da consegnare al Direttore dei Lavori dell'opera in cui detti elementi costruttivi vengono inseriti, che ne curerà la conservazione.

Tali istruzioni dovranno almeno comprendere, di regola:

- a) i disegni d'assieme che indichino la posizione e le connessioni degli elementi nel complesso dell'opera, compreso l'elenco degli elementi forniti con relativi contrassegni;
- b) apposita relazione sulle caratteristiche dei materiali richiesti per le unioni e le eventuali opere di completamento;
- c) le istruzioni di montaggio con i necessari dati per la movimentazione, la posa e la regolazione dei manufatti;
- d) elaborati contenenti istruzioni per il corretto impiego e la manutenzione dei manufatti. Tali elaborati dovranno essere consegnati dal Direttore dei Lavori al Committente, a conclusione dell'opera;
- e) per elementi di serie qualificati, certificato di origine firmato dal produttore, il quale con ciò assume per i manufatti stessi le responsabilità che la legge attribuisce al costruttore, e dal Direttore Tecnico responsabile della produzione. Il certificato, che deve garantire la rispondenza del manufatto alle caratteristiche di cui alla documentazione depositata presso il Servizio Tecnico Centrale, deve riportare il nominativo del progettista e copia dell'attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale;
- f) documentazione, fornita quando disponibile, attestante i risultati delle prove a compressione effettuate in stabilimento su cubi di calcestruzzo (ovvero estratto del Registro di produzione) e copia dei certificati relativi alle prove effettuate da un laboratorio incaricato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001; tali documenti devono essere relativi al periodo di produzione dei manufatti.

Copia del certificato d'origine dovrà essere allegato alla relazione del Direttore dei Lavori di cui all'art. 65 del D.P.R. n. 380/2001.

Prima di procedere all'accettazione dei manufatti, il Direttore dei Lavori deve verificare che essi siano effettivamente contrassegnati, come prescritto dal punto 11.8.3.4 del succitato D.M.

Il produttore di elementi prefabbricati deve altresì fornire al Direttore dei Lavori, e questi al Committente, gli elaborati (disegni, particolari costruttivi, ecc.) firmati dal Progettista e dal Direttore Tecnico della produzione, secondo le rispettive competenze, contenenti istruzioni per il corretto impiego dei singoli manufatti, esplicitando in particolare:

- a) destinazione del prodotto;
- b) requisiti fisici rilevanti in relazione alla destinazione;
- c) prestazioni statiche per manufatti di tipo strutturale;
- d) prescrizioni per le operazioni integrative o di manutenzione, necessarie per conferire o mantenere nel tempo le prestazioni e i requisiti dichiarati;
- e) tolleranze dimensionali nel caso di fornitura di componenti.

Nella documentazione di cui sopra il progettista deve indicare espressamente:

- le caratteristiche meccaniche delle sezioni, i valori delle coazioni impresse, i momenti di servizio, gli sforzi di taglio massimo, i valori dei carichi di esercizio e loro distribuzioni, il tipo di materiale protettivo contro la corrosione per gli apparecchi metallici di ancoraggio, dimensioni e caratteristiche dei cuscinetti di appoggio, indicazioni per il loro corretto impiego;

- se la sezione di un manufatto resistente deve essere completata in opera con getto integrativo, la resistenza richiesta;

-la possibilità di impiego in ambiente aggressivo e le eventuali variazioni di prestazioni che ne conseguono.

#### Art. 27 - Realizzazione di condotte

##### **27.1 Materiali da impiegare**

I materiali da impiegare per la realizzazione delle condotte dovranno essere conformi alle specifiche tecniche indicate nelle rispettive voci di elenco prezzi unitari e nei disegni di progetto.

###### **27.1.1 Tubi**

Dovranno essere conformi a quanto prescritto nell'elenco materiali.

###### **27.1.2 Valvole**

Dovranno essere conformi alle specifiche allegate.

##### **27.2 Precauzioni nelle operazioni di posa**

Durante la posa delle tubazioni l'Impresa dovrà porre particolare attenzione affinché non entrino nelle tubazioni animali, corpi estranei o acqua meteorica mista a fango, ghiaia ecc.

Pertanto, a ogni sospensione del lavoro, dovranno essere posti in opera opportuni tappi di chiusura provvisoria che assicurino una tenuta pressoché ermetica.

Per evitare che in occasione di eccezionali eventi meteorici la tubazione vuota possa galleggiare, l'Impresa dovrà provvedere a caricare in modo opportuno la tubazione stessa con materiali di riempimento o altri mezzi, cercando in particolare che non venga danneggiato alle condotte in acciaio il manto di rivestimento.

Nel caso si verifichi il riempimento o il galleggiamento della tubazione, l'Impresa dovrà effettuare la pulizia o la sistemazione della condotta stessa a propria cura e spese. In particolare, per le condotte in acciaio, si dovrà verificare se il rivestimento sia stato danneggiato e in tal caso, detto rivestimento dovrà essere ripristinato totalmente a cura e spese dell'Impresa.

###### **27.2.1 Sfilamento, calaggio e allettamento delle condotte**

I lavori di posa per le condotte in acciaio, potranno iniziare solo previa presentazione di idoneo progetto di protezione catodica e controllo del rivestimento isolante.

Le operazioni di carico o di scarico dei tubi, su o da qualsiasi mezzo di trasporto, dovranno essere sempre eseguite con mezzi di sollevamento attrezzati in modo tale da non provocare danni al rivestimenti dei tubi. L'asportazione dei tubi dalle cataste deve essere effettuata partendo dagli strati più alti in modo che sia sempre assicurata la stabilità della catasta stessa.

I tubi durante le varie fasi di movimentazione devono essere sempre appoggiati sul terreno o sui mezzi di trasporto e mai fatti cadere. In nessun caso è ammesso l'uso di corde, funi o catene agganciate o legate intorno al rivestimento isolante. Di norma devono essere usate gru fornite di brache con ganci protetti per evitare danni allo smusso dei tubi da agganciare alle estremità dei tubi stessi.

All'atto dello scarico dai mezzi di trasporto dallo stabilimento dalle piazzole di accatastamento, i tubi devono essere controllati accuratamente uno per uno. Anche durante le operazioni di filamento, allineamento e posa i tubi non dovranno mai essere trascinati o fatti rotolare sul terreno né fatti cadere nello scavo.

Tali precauzioni dovranno essere rispettate con particolare attenzione per i tubi in acciaio con rivestimenti bituminosi. Prima della posa i tubi dovranno essere accatastati e ben fissati, in modo da non costituire pericolo per la viabilità alle persone o cose.

I tubi, specie quelli in polietilene, non dovranno essere lasciati a lungo esposti agli agenti atmosferici, il Committente pretenderà la sostituzione dei tubi, che per tali motivi dovessero risultare deteriorati.

Qualora, per cause non dipendenti dall'Impresa l'accatastamento dovesse protrarsi in modo pericoloso per la buona conservazione del rivestimento, le cataste dovranno essere protette dalle radiazioni solari con teli impermeabili e oscuri.

Le guarnizioni in elastomero e i lubrificanti per i giunti dovranno essere conservati nei loro contenitori, protette dalla luce solare, da oli e da grassi nonché da sorgenti di calore, sarebbe preferibile stivarle in apposito locale chiuso. I tubi in polietilene non saranno accettabili con incisioni o rigature superficiali superiori al 10% dello spessore della parete.

Al termine delle operazioni di scavo e dopo avere verificato l'esattezza della livelletta del piano di posa l'Impresa preleverà i tubi dalle apposite cataste e procederà allo sfilamento lungo lo scavo o la posa direttamente sul fondo dello scavo. Il tubo dovrà essere sistemato sul piano di posa rispettando rigorosamente le quote e le pendenze previste dal progetto.

Per le tubazioni in polietilene i raggi di curvatura non devono essere inferiori di 25 volte il diametro esterno del tubo per diametri fino a 12 mm, 35 volte per diametri superiori. non è consentito collocare giunti nel tubo in curva; eventuali deroghe dovranno essere singolarmente autorizzate dalla Direzione dei lavori.

Per le tubazioni in acciaio le curvature si realizzeranno solo tramite l'impiego di curve o adeguate lavorazioni delle teste, sono da

evitarsi sovratensioni causate da piegamenti delle barre.

Durante le operazioni di allettamento, per i tubi di acciaio, verrà eseguito anche l'accoppiamento con i tubi già posati, imboccando le teste entro il cavo nel caso di giunzioni a bicchiere sferico, o accostandole opportunamente nel caso di giunzioni di testa a testa.

Per evitare successivi spostamenti si potrà ricorrere a una puntatura provvisoria o ad altri fissaggi che assicurino la posizione reciproca fra le estremità dei tubi. Come ultima operazione preparatoria verrà eseguita un'accurata pulizia all'interno del tubo e una ripresa degli eventuali danni al rivestimento.

## **27.3 Esecuzione dei giunti**

### **27.3.1 Condotte in acciaio**

Le saldature dovranno essere eseguite in conformità alle prescrizioni di cui alla specifica tecnica per la saldatura di tubazioni in acciaio allegata, facente parte integrante del Capitolato.

### **27.3.2 Condotte in polietilene per acqua**

-Saranno realizzati mediante saldatura per polifusione testa a testa oppure utilizzando flange o raccordi in ghisa/ottone; a giunto eseguito dovranno essere conservate le caratteristiche meccaniche della classe dei tubi utilizzati. non saranno di norma realizzate saldature testa a testa per diametri inferiori a DE 90.

-Nell'eventualità che durante il periodo di validità del presente capitolato dovessero sopravvenire normative che prevedano l'utilizzo di manicotti elettrici per la saldatura mediante elettrofusione se ne valuterà l'eventuale impiego.

-Gli accorgimenti costruttivi che caratterizzano le macchine per la saldatura testa a testa devono essere tali da consentire di mantenere in posizione di perfetta coassialità le due parti terminali dei tubi anche se di grosso spessore.

-Criteri di accettabilità:

- -il disassamento massimo consentito non deve essere superiore al 10% dello spessore dei tubi;
- -la mancanza di parallelismo massima consentita tra le teste da saldare non deve essere superiore allo 0,2% del diametro esterno dei tubi.

Nella verifica, da parte del Committente, dei procedimenti di saldatura impiegati per l'esecuzione delle saldature testa a testa, si farà riferimento ai tempi di riscaldamento, permanenza in temperatura e raffreddamento, ai valori della pressione da esercitare sulle teste, alla forma e dimensione del cordoncino formatosi durante la saldatura indicate nella Tab. C.5./2.

### **27.3.3 Condotte in PVC per acqua**

-I giunti saranno realizzati mediante incollaggio, secondo le seguenti fasi:

- a) -le estremità dei tubi da accoppiare dovranno essere smussate correttamente;
- b) -le superfici di accoppiamento dovranno essere accuratamente pulite con carta vetrata o adeguati solventi;
- c) -spalmare il collante nelle parti da collegare in maniera uniforme, avendo cura di accertarsi che non resti un'eccessiva quantità di collante all'interno del bicchiere;
- d) -introdurre subito il tubo nel bicchiere fino alla battuta.

### **27.3.4 Esecuzione di giunzioni a flangia e costruzione di pezzi speciali**

Per il montaggio dei pezzi speciali a flange, il serraggio dei bulloni dovrà avvenire dolcemente in modo da sollecitare uniformemente la guarnizione.

-In particolari giunti potrà essere previsto il montaggio di apposite falange isolanti. In questo caso si dovranno montare due guarnizioni per aumentare lo spessore e i bulloni di serraggio dovranno essere plasticati; le rondelle dovranno essere di materiale isolante come nailon 66 o equivalente.

-Per la costruzione di pezzi speciali quali TE, curve, croci, scarichi, sfiati ecc. dovranno essere rispettati i disegni di progetto e le disposizioni che all'atto esecutivo verranno fornite dalla Direzione dei lavori. Di norma tali pezzi saranno eseguiti utilizzando tubi oppure lamiere. In ogni caso l'Impresa sarà tenuta a eseguire i manufatti come indicato nei progetti esecutivi e comunque secondo le migliori regole dell'arte.

Tab. C.5./2 Dati per la verifica, da parte del Committente, dei procedimenti di saldatura

A Mm	B mm	C N	D N	E mm	F min	G s	H N	I N	L mm	M min
90	3,5	71	190	1,0	0,8	5	140	190	4-6	6
	5,1	102	270	1,0	1,0	5	200	270	5-8	8
	8,2	158	420	1,5	1,8	5	310	420	7-10	12
	12, 5			1,5	2,6	5			9-13	17
110	2,7	68	180	1,0	0,5	5	140	180	3-5	5
	4,3	106	280	1,0	1,0	5	210	280	5-7	7
	6,3	154	410	1,0	1,3	5	310	410	6-9	10
	10, 0	230	630	1,5	2,2	5	470	630	8-11	14
	15, 2			2,0	3,0	5			10-13	20

125	3,1	93	250	1,0	0,6	5	180	250	3-5	5
	4,9	137	360	1,0	1,0	5	270	360	5-7	8
	7,1	200	530	1,5	1,5	5	400	530	6-9	10
	11,4	330	890	2,0	2,6	5	670	890	8-11	16
	17,3			2,5	4,0	6			13-16	23
160	4,0	150	390	1,0	0,8	6	290	390	4-6	6
	6,2	230	660	1,0	1,3	6	450	600	6-9	10
	9,1	320	860	1,5	2,0	6	640	860	8-11	13
	14,6	500	1340	2,0	3,5	6	1010	1340	11-14	20
	22,1			2,5	5,0	6			13-17	24
180	4,4	190	490	1,0	0,8	6	390	490	5-7	6
	7,0	290	760	1,5	1,5	6	570	760	6-9	11
	10,2	410	1090	2,0	2,3	6	810	1090	8-11	14
	16,4	640	1690	2,5	4,0	6	1270	1690	12-16	21
	24,9			3,0	5,1	6			16-20-25	
200	4,9	230	600	1,0	0,9	6	450	600	5-7	7
	7,7	350	920	1,5	1,5	6	690	920	7-10	12
	11,4	490	1300	2,0	2,5	6	980	1300	10-13	16
	18,2	750	2000	2,5	4,6	6	1500	2000	13-17	23
	27,6			3,0	6,8	6			16-20	27

ove:

A [mm] = diametro nominale

B [mm] = spessore nominale

CONTATTO DELLE ESTREMITÀ DEI TUBI CON ELEMENTO SCALDANTE

C [N] = forza minima

D [N] = forza massima

E [mm] = spessore dell'anello di materia fusa

F [minuti] = tempo di diffusione del calore a pressione zero

SALDATURA

G [s] = tempo massimo consentito fra il riscaldamento e la saldatura

H [N] = forza minima di compressione in saldatura

I [N] = forza massima di compressione in saldatura

L [mm] = spessore dell'anello di materia fusa

M [minuti] = raffreddamento con macchina in pressione

#### **27.4 Prove in stabilimento**

Sarà facoltà della Direzione dei lavori accedere allo stabilimento di produzione dei tubi forniti dall'Impresa per assistere alle operazioni di collaudo effettuate sui prodotti da fornitore al fine di verificare la rispondenza a quanto prescritto nella ordinazione. Per i tubi di acciaio il controllo dovrà essere di tipo specifico, come previsto al punto 4.3.2 delle norme UNI-EU 21, e per quelli in polietilene ci si atterrà a quanto previsto dalle norme UNI 7611 e 7615 per tubi acqua, UNI-ISO 4437, UNI 9034 e 9165 per tubi gas.

Resterà inteso che tutte le spese relative ai suddetti controlli, collaudi e sopralluoghi saranno a carico dell'Impresa.

#### **27.5 Ispezioni e controlli**

Il Committente si riserva di inviare il proprio personale incaricato, nelle officine e nei cantieri dove si effettua la prefabbricazione o il montaggio delle tubazioni, con i seguenti compiti:

- -accertare l'idoneità delle apparecchiature per l'esecuzione e il controllo delle saldature;
- -presenziare alla qualifica dei procedimenti di saldatura e dei relativi operatori;
- -accertare che la preparazione dei lembi, l'accoppiamento e l'esecuzione delle saldature nonché gli eventuali trattamenti termici, siano conformi a quanto prescritto e comunque alla buona pratica costruttiva;

- -curare che i controlli siano eseguiti nella quantità e nel modo prescritto, e valutarne e convalidarne l'esito.

L'Impresa è tenuta a comunicare al Committente con ragionevole anticipo la data in cui prevede di effettuare le prove di qualifica, le lavorazioni e i collaudi.

Nel caso di controlli statistici la scelta dei giunti da controllare sarà fatta di regola da incaricati del Committente, in particolare, la scelta dovrà essere fatta seguendo i criteri sottoelencati:

- -i saldatori devono risultare sistematicamente controllati;
- -saranno considerate preferibilmente le saldature in condizioni meno favorevoli come posizione, accessibilità, aspetto esterno, preparazione.

L'Impresa responsabile dell'esecuzione dei controlli è tenuta all'osservanza delle relative norme antinfortunistiche.

## **27.6 Prove di tenuta**

### **27.6.1 Prova di tenuta su tubazioni per acqua**

-Eseguite tutte le operazioni di montaggio previste ai punti precedenti, gettati gli ancoraggi nei punti previsti, l'impresa procederà alla prova di tenuta dei tronchi di condotta conformemente alle disposizioni fornite dalla Direzione dei lavori.

-Dapprima si monteranno i necessari dischi o calotte di chiusura e si procederà al riempimento della condotta possibilmente dal punto più basso; a tale proposito l'Impresa predisporrà a propria cura e spese le opportune derivazioni dalla rete esistente e a costruire la relativa tubazione provvisoria di collegamento per il riempimento della stessa.

-Durante il riempimento dovranno essere tenuti aperti gli sfiasi in modo che nella condotta non rimangano bolle d'aria; in tale fase si allenteranno anche i premistoppa delle saracinesche per scaricare l'aria che si imprigiona nei corpi delle valvole.

-A riempimento avvenuto si metterà in pressione la condotta utilizzando una pompa di adeguata potenza. La pressione di prova di ogni tronco sarà pari a una volta e mezzo la pressione e di esercizio (PE), così come definita nel DM 1 dicembre 1985, da misurarsi nel punto a minor quota del profilo. Raggiunta detta pressione si dovrà isolare la pompa dalla condotta e la condotta stessa dovrà essere lasciata in pressione per 4 ore.

-L'andamento della prova deve essere controllato con un manometro registratore che sarà collocato nel punto più depresso della tubazione.

-Durante il periodo di prova verrà eseguito un attento esame della condotta da parte della Direzione dei lavori in contraddittorio con gli incaricati dell'Impresa.

-Della prova definitiva sarà redatto apposito verbale nel quale dovranno essere indicate le lunghezze progressive della condotta provata e la pressione raggiunta.

-La prova si considererà effettuata con esito favorevole quando sia l'esame visivo sia il diagramma del manometro registratore avranno dimostrato l'assenza di perdite.

-L'Impresa sarà tenuta a eliminare tutti i difetti che verranno posti in evidenza dalla prova di tenuta. Ciò sarà eseguito dall'Impresa a propria cura e spese anche se tali difetti deriveranno da imperfezioni del materiale non rilevate prima della messa in opera.

-Se durante le operazioni di prova si verificheranno rotture e conseguenti danni o franamenti degli scavi l'Impresa provvederà a eseguire a proprio totale carico le necessarie opere di ripristino.

## **27.7 Operazioni accessorie**

Durante la posa delle tubazioni l'Impresa dovrà porre particolare attenzione affinché non entrino nelle tubazioni animali, corpi estranei o acqua meteorica mista a fango, ghiaia ecc.

Pertanto, a ogni sospensione del lavoro, dovranno essere posti in opera opportuni tappi di chiusura provvisoria che assicurino una tenuta pressoché ermetica.

Per evitare che in occasione di eccezionali eventi meteorici la tubazione vuota possa galleggiare, l'Impresa dovrà provvedere a caricare in modo opportuno la tubazione stessa con materiali di riempimento o altri mezzi, cercando in particolare che non venga danneggiato alle condotte in acciaio il manto di rivestimento.

Nel caso si verifichi il riempimento o il galleggiamento della tubazione, l'Impresa dovrà effettuare la pulizia o la sistemazione della condotta stessa a propria cura e spese. In particolare, per le condotte in acciaio, si dovrà verificare se il rivestimento sia stato danneggiato e in tal caso, detto rivestimento dovrà essere ripristinato totalmente a cura e spese dell'Impresa.

## **27.8 Allacciamenti interrati**

Sono considerati allacciamenti interrati i tratti di tubazione interrata che collegano le condotte stradali propriamente dette alle singole utenze. Per l'esecuzione degli allacciamenti interrati varranno tutte le disposizioni stabilite per le condotte stradali; in particolare l'impresa dovrà rispettare scrupolosamente le norme sui materiali, i percorsi, le dimensioni, le norme di collaudo indicate negli schemi esecutivi e le disposizioni impartite dalla Direzione dei lavori.

## **27.9 Attraversamenti in fodero**

I tubi di protezione (fodori di protezione) si utilizzano in particolari casi di posa, a protezione meccanica delle strutture (per esempio attraversamenti stradali, ferroviari ecc.).

La tubazione all'interno del tubo di protezione dovrà essere munita di rivestimento di qualità adeguata (di tipo rinforzato, all'acquisto o in cantiere) e la sua integrità dovrà essere particolarmente curata durante la posa, anche per la impossibilità di assicurare la protezione catodica all'interno del tubo di protezione. I tubi di protezione metallici dovranno essere muniti di rivestimento esterno, atto a resistere alle sollecitazioni di montaggio.

Prima della messa in opera dei tubi di protezione sarà necessario procedere al controllo del rivestimento e quindi alle eventuali

riparazioni, con le modalità previste ai capitoli precedenti: “Ripristino del rivestimento esterno e dell’isolamento elettrico” e “Prove d’isolamento”.

Gli attraversamenti con foderi di protezione in tubi di acciaio saranno effettuati mediante trivellazione o infissione per mezzo di apposite macchine. I tubi da impiegare come fodero di protezione – nei limiti delle tolleranze ammesse – non dovranno presentare schiacciamenti, ovalizzazioni, ammaccature e le loro teste dovranno essere esenti da irregolarità e da bave.

La verifica delle dimensioni (si veda la tabella più avanti nel presente capitolo) e dei pesi dei tubi, dovrà avvenire prima della loro posa in opera. In merito, la Direzione dei lavori si riserva il diritto di eseguire prove sui tubi come previsto all’articolo “Prove in stabilimento”.

La qualità degli elettrodi e l’esecuzione del lavoro dovranno essere tali che la resistenza alla trazione del tubo in corrispondenza delle saldature non risulti inferiore a quella degli altri punti. Il cordone di saldatura sottoposto a pulizia delle scorie per tutto il suo sviluppo, dovrà avere aspetto regolare e uniforme e essere esente da porosità, questo dovrà poi essere ricoperto da uno strato di vernice bituminosa, applicata appena finita detta verifica. Nella superficie esterna dell’inizio del tubo da installare con spingitubo o trivella, dovrà essere saldato un risalto metallico a forma di corona circolare, di adeguato spessore, atto a ridurre le sollecitazioni a cui il rivestimento isolante verrà sottoposto durante la posa.

In caso di attraversamenti di ferrovie occorrerà che il tubo di protezione sia bitumato internamente, mentre all’esterno il tubo dovrà essere pulito mediante proiezione di abrasivi selezionati, non contenenti sali o altri inquinanti che possano causare nel tempo danni alle strutture metalliche. Il grado di finitura minimo richiesto è Sa 2 1/2 secondo la norma ISO 8501/1.

Successivamente il tubo in acciaio dovrà essere verniciato con vernice epossidica dello spessore di 300 µm, tale operazione dovrà essere eseguita esclusivamente in stabilimento. In cantiere dovranno essere eseguite le opportune riprese in corrispondenza dei tagli e delle saldature.

Nell’allestimento dei foderi di protezione, il collegamento fra tubo e tubo e fra questi e il tubo di sfiato dovrà essere eseguito con saldature esenti da colature. I tubi di sfiato e il tubo di spurgo dovranno essere fissati solo sulla superficie esterna del tubo di protezione.

Nella fase di messa in opera dei foderi di protezione, si dovranno prendere tutte le precauzioni atte a evitare l’ingresso di acqua o fango all’interno del tubo stesso.

A lavoro ultimato il fodero dovrà risultare rettilineo e rispondente all’allineamento tracciato in precedenza sul terreno; dovrà essere tenuto costantemente a contatto con il terreno circostante, in modo da impedire qualsiasi formazione di cavità che possano provocare successivi franamenti.

La pendenza costante che si dovrà tenere per posa dei foderi, verrà stabilita di volta in volta dagli elaborati di progetto o, in casi particolari, dalla Direzione dei lavori.

Eventuali imperfezioni di rettilineità, direzione e pendenza potranno essere tollerate accettate e di conseguenza potrà essere accettato il lavoro, solamente se non pregiudicheranno in alcun modo l’infilaggio del tubo previsto e non saranno sollevate eccezioni di alcun tipo da parte di Enti preposti all sorveglianza (Ferrovie dello Stato, Autostrade ecc.) e di eventuali proprietà private. Tuttavia, anche in caso di accettazione dell’opera, saranno a carico dell’Impresa tutti i maggiori oneri relativi alle variazioni del progetto originale causati dalle imperfezioni di cui sopra.

Il fodero dovrà risultare perfettamente concentrico e isolato dalla condotta mediante opportuna serie di distanziatori in PVC disposti anularmente in modo tale da non occupare più di un quarto della sezione dell’intercapedine; la distanza massima dei distanziatori l’uno dall’altro sarà di 2 m e non più di 20 cm dalle estremità. Infilata la condotta, le estremità del fodero dovranno essere sigillate con manicotti termorestringenti a tenuta d’acqua (dalle caratteristiche indicate al precedente capitolo: “Manicotti tubolari termorestringenti”).

Nel caso di condotte idriche le estremità del fodero non dovranno essere sigillate.

Il grado di isolamento tubo–fodero dovrà essere verificabile attraverso un apposito posto di misura, come previsto dalle norme UNI 9782.

In caso di attraversamenti ferroviari, dovrà essere garantita la protezione catodica del tubo di protezione con una corrente inferiore a 2 mA/m<sup>2</sup>.

Qualora la corrente di protezione catodica risulterà compresa tra 2 e 5 mA/m<sup>2</sup>, verrà applicata una penale pari al 30% del costo complessivo di fornitura e posa in opera del fodero di protezione.

Qualora la corrente di protezione del fodero risulterà superiore a 5 mA/m<sup>2</sup>, il lavoro non verrà accettato.

Nel caso il lavoro non venga accettato, l’Impresa, escluse le cause di forza maggiore riconosciute tali a insindacabile giudizio della Direzione dei lavori, dovrà eseguire a proprie spese un altro attraversamento secondo un nuovo tracciato che verrà concordato con la Direzione dei lavori e inoltre dovrà provvedere a proprie spese, all’estrazione del fodero già posato e non accettato o al suo riempimento, secondo le prescrizioni impartite dagli Enti interessati.

I diametri del fodero di protezione, in funzione della tubazione da inserire, della lunghezza della tratta e degli spessori del fodero stesso, saranno determinati sulla base della tabella ricavata dalla norma UNI ISO 4200 punto 6.1, Gruppo 1 – Prospetto 3 serie 1. I singoli tubi dovranno essere in acciaio non legato di qualità, senza saldature e saldati, rispondenti – per quanto applicabile – alla norma UNI 6363, nuovi di prima scelta, esenti da difetti fuori tolleranze sui diametri esterni, spessori, lunghezza, masse e forme (ovalizzazioni, rettilineità e perpendicolarità delle estremità) come indicato dai punti 7.2 al punto 7.3.5.3. della citata norma UNI 6363.

Per quanto concerne l’aspetto i tubi dovranno avere superficie interna a esterna liscia, in rapporto al processo di fabbricazione. Sono ammissibili lievi imperfezioni, nella misura in cui lo spessore rimanga entro i limiti inferiori della tolleranza.

I difetti superficiali potranno essere eliminati purché lo spessore rimanga entro i limiti inferiori delle tolleranze sullo spessore. non sarà ammessa la martellatura dei difetti superficiali.

Esclusivamente nel caso di tubi saldati all’arco sommerso sarà ammessa la riparazione delle saldature, da eseguirsi presso lo

stabilimento dal produttore; il tubo riparato sarà poi sottoposto a prova idraulica; per il solo diametro 114,3 mm sarà ammessa la sostituzione della prova di tenuta con prove che presentino una garanzia di tenuta equivalente, dichiarata dal fabbricante sotto la propria responsabilità.

Le estremità dei tubi dovranno essere smussate verso l'esterno con angolo  $\beta$  di  $30 + 5^\circ \text{C}$  per la parte eccedente lo spessore di  $1,6 \pm 0,8$  mm misurato dall'interno del tubo.

Viene sottolineato infine che la conduzione dei lavori di posa del fodero e della tubazione, dovrà essere adeguata in qualsiasi momento alle più sagge norme di prudenza, adottando tutti gli accorgimenti utili e necessari a evitare franamenti o movimenti di terreni che possano, direttamente o indirettamente, interessare l'esercizio e la stabilità delle strade e linee attraversate.

### **27.10 Lavaggio e disinfezione**

Quando singoli tronchi o tutta la condotta avranno dato esito positivo alle prove di tenuta, il Committente disporrà che vengano eseguite le operazioni di lavaggio e disinfezione.

La suddivisione delle condotte in tronchi, e la determinazione dei punti di prelievo per i controlli delle operazioni di disinfezione, sarà preventivamente concordata con la Direzione dei lavori.

I lavori di realizzazione di condotte acqua si intenderanno completati, e il Committente prenderà in consegna la condotta, soltanto all'ottenimento dell'autorizzazione all'utilizzo a uso potabile rilasciata all'autorità sanitaria (sindaco).

Tutte le operazioni di lavaggio e disinfezione saranno a totale carico dell'Impresa, compresa la fornitura dell'acqua e del disinfettante, gli oneri per l'allontanamento delle acque di scarico, la mano d'opera e tutto quanto necessario per dare la condotta perfettamente lavata e disinfettata. Rimangono a carico dell'Impresa le procedure di attivazione dei contatti con i competenti servizi dell'Azienda ASL e del Comune, e esecuzione dei prelievi di campioni e le analisi chimico batteriologiche.

Rimane inteso che saranno addebitate all'Impresa i maggiori oneri e le spese, dovuti alla ripetizione di detti prelievi e analisi, nel caso di non raggiungimento dei requisiti di potabilità per mancanza di accuratezza nelle operazioni di posa, o nelle successive fasi di lavaggio e disinfezione.

Saranno a carico dell'Impresa anche eventuali addebiti da parte dell'Azienda ASL per i sopralluoghi e le analisi eseguiti oltre la prima serie. Le operazioni di lavaggio e disinfezione potranno di norma eseguire secondo le seguenti fasi:

1. -riempimento della condotta e successivo svuotamento nel modo più energico possibile; da eseguirsi fintanto che nell'acqua siano presenti colorazioni anomale, materiali in sospensione o sedimenti (osservando in un recipiente pulito e trasparente);
2. -riempimento della condotta con acqua potabilizzata e contemporanea graduale immissione di disinfettante della qualità e nelle quantità richieste dalla Direzione dei lavori, lasciando l'acqua in flusso finché nel punto più a valle non si avverte odore di cloro;
3. -svuotamento della condotta dopo il periodo di tempo di permanenza della soluzione disinfettante;
4. -nuovo riempimento e svuotamento energico per risciacquo, operazione da ripetersi fintanto che il cloro residuo a valle della condotta abbia circa lo stesso valore già presente nelle acque potabili a monte;
5. -al termine del lavaggio la condotta viene lasciata in scarico con velocità di flusso tale da garantire un ricambio completo per 24 ore, fino al ricevimento della comunicazione di esito favorevole delle analisi compiute dall'Azienda USL;
6. -in caso di comunicazione di esito positivo delle analisi potabilità la condotta viene completamente svuotata e consegnata al Committente; diversamente si procederà alla nuova esecuzione delle operazioni 2, 3 e 4 finché le risultanze igieniche non siano favorevoli.

Lo scarico delle acque contenenti il disinfettante dovrà essere effettuato senza che venga arrecato alcun danno alla fauna ittica e alle culture circostanti (concentrazione di cloro residuo inferiore a 0,20 PPM), mediante l'impiego, ad esempio, di filtri a carboni attivi.

Per il calcolo della quantità teorica di disinfettante da impiegare si terrà conto che, per un tempo di permanenza nella condotta di ventiquattro ore, occorre una soluzione disinfettante con un concentrazione di 10 ppm di cloro attivo (pari a 10 g/m<sup>3</sup>).

La quantità di ipoclorito di sodio commerciale da impiegare in questo caso è data dal prodotto del volume di acqua contenuto nella condotta da disinfettare per il relativo coefficiente come sotto elencato, a seconda del titolo del prodotto impiegato:

grammi di prodotto per ogni m<sup>3</sup> di acqua in condotta:

- 100,0 (per soluzione a titolo 10 gr cloro att./100 gr);
- 83,3 (per soluzione a titolo 12 gr cloro att./100 gr);
- 66,7 (per soluzione a titolo 15 gr cloro att./100 gr);
- 55,6 (per soluzione a titolo 18 gr cloro att./100 gr);

È sempre consigliabile pre-diluire questa quantità per poterla agevolmente impiegare.

La Committente, in caso di richiesta scritta dell'Impresa e dietro pagamento dei rispettivi oneri, è disponibile a espletare tutte le pratiche e analisi relative all'ottenimento del permesso per l'utilizzo dell'impianto a uso potabile.

### **27.11 Particolarità per realizzazione condotte acquedotto**

Per la realizzazione delle opere relative all'impianto di acquedotto, si riportano di seguito le caratteristiche tecniche dei materiali con relative indicazioni di posa. Le condizioni medesime sono quelle imposte dall'Ente gestore del servizio e che dovrà quindi concedere il proprio assenso al collaudo finalizzato alla accettazione delle opere:

#### TRASPORTO E ACCATASTAMENTO DELLE TUBAZIONI.

Dovranno essere prese le necessarie cautele per evitare danneggiamenti alle condotte durante la loro movimentazione. L'accatastamento dovrà essere effettuato in piazzole piane e stabili. Le cataste dovranno poggiare su tavole opportunamente distanziate o su idoneo letto di appoggio. L'altezza sarà contenuta per evitare deformazioni nelle tubazioni di base e per consentire un agevole prelievo. I tubi saranno bloccati con cunei; le testate dei tubi dovranno essere protette. I giunti, le guarnizioni, le bullonerie ed i materiali in genere, fino al momento del loro impiego, dovranno essere immagazzinati in spazi chiusi. L'Ente gestore si riserva di ordinare l'allontanamento delle barre di tubazioni in polietilene che risultassero deformate o eccessivamente curve. Tutte le tubazioni, dovranno essere provviste di idoneo tappo in modo da evitare l'introduzione, anche accidentale, di corpi estranei.

#### POSA IN OPERA DELLE TUBAZIONI E DEI PEZZI SPECIALI.

La posa delle tubazioni dovrà essere effettuata da personale specializzato sotto la vigilanza e secondo le direttive di acque spa. I tubi saranno depositati lungo il tracciato sul ciglio dello scavo, dalla parte opposta a quella destinata alle materie di risulta dello scavo. Prima della posa, i giunti ed i pezzi speciali dovranno essere accuratamente controllati, per accertare che non siano stati danneggiati; quelli danneggiati dovranno essere sostituiti.

Si dovrà evitare che nell'interno delle condotte penetrino corpi estranei di qualunque natura; le estremità di ogni tratto di condotta, in corso d'impianto devono essere chiuse con le modalità stabilite da acque spa. La posa dei tubi sarà effettuata su un opportuno letto di sabbia.

Il letto di posa consisterà in uno strato, realizzato sul fondo dello scavo spianato e livellato, dello spessore minimo di 10 cm di sabbia da allettamento. La posizione in cui collocare i raccordi o pezzi speciali e le apparecchiature idrauliche sarà stabilita dai tecnici di acque spa. I tratti di tubazione continua devono essere formati col numero massimo possibile di tubi interi, per ridurre al minimo le giunture. È vietato l'impiego di spezzoni di tubo non strettamente necessari. I pezzi speciali saranno posti in perfetta coassialità con i tubi. Gli organi di manovra (saracinesche di arresto e di scarico, sfiati, ecc.) verranno installati, seguendo le prescrizioni indicate per i tubi in modo che non siano a contatto con acqua e fango. Le saracinesche di arresto avranno lo stesso diametro della tubazione nella quale debbono essere inserite e saranno collocate nei punti indicati dai tecnici di acque spa.

Il collegamento delle apparecchiature idrauliche con la tubazione è normalmente eseguito mediante flange (con interposta guarnizione in gomma telata) e bulloni in acciaio. Quando, per particolari condizioni di posa della condotta, sia indispensabile l'impiego di riduzioni tra le flange, queste debbono essere di ghisa con guarnizioni su entrambe le facce. È vietato ingrassare le guarnizioni.

E' compito dell'IMPRESA anche l'esecuzione degli ancoraggi in calcestruzzo alle tubazioni secondo le indicazioni fornite da acque spa.

Il successivo riempimento degli scavi avverrà in maniera tale da non arrecare danno alle tubazioni secondo le indicazioni che saranno fornite da acque spa e dagli enti proprietari delle strade. acque spa sarà sollevata da ogni responsabilità inerenti il corpo stradale e la relativa pavimentazione.

#### VALVOLE DI INTERCETTAZIONE.

Dovrà essere conforme alle norme UNI 10269/95 e ISO 7259/88; scartamento standard (corpo ovale), secondo ISO 5752 serie 15, per i DN da 40 a 300; scartamento corto (corpo piatto), secondo ISO 5752 serie 14, per i DN da 40 a 400.

Pressione di Funzionamento Ammissibile (PFA): 16 bar.

Caratteristiche costruttive della saracinesca sono:

- Corpo e coperchio in ghisa sferoidale GS 400-15 (UNI ISO 1083) interamente rivestita con polvere epossidica con spessore medio 250 micron, conforme alla Circolare 102 del 2/12/78 del Ministero della Sanità.
- Corpo a passaggio totale sul diametro nominale e privo di cavità.
- Cuneo in ghisa sferoidale GS 400-15 (UNI ISO 1083) interamente forato per consentire il passaggio della

vite ed evitare il ristagno dell'acqua. Il cuneo sarà completamente rivestito, compresa la sede della madre vite ed il foro di passaggio, in elastomero EPDM vulcanizzato atossico, conforme alla Circolare 102 del 2/12/78 del Ministero della Sanità.

- Lo scorrimento del cuneo dovrà avvenire senza guide laterali.
- La connessione corpo-coperchio dovrà essere realizzata con sistema a tenuta tipo autoclave (senza bulloni). La tenuta secondaria sarà ottenuta a mezzo di O-Ring di gomma con supporto della vite in bronzo
- Albero di manovra in acciaio inox al 13% di cromo, in unico pezzo e madre vite dell'albero in ottone libera dentro la sede del cuneo.
- Flange di collegamento forate secondo ISO PN 10 o ISO PN 16.
- Senso di chiusura orario.

Pressioni di collaudo 24 bar.

Identificazione della valvola a mezzo etichetta indicante: DN, foratura flange, PN, tipo di ghisa sferoidale e marchio del produttore, ottenuta per fusione sul corpo della valvola.

La ditta produttrice dovrà utilizzare materie prime provenienti da stabilimenti di paesi CEE ed essa stessa dovrà avere lo stabilimento di produzione in un paese della Comunità Europea.

#### ESECUZIONE DI SCAVI.

I lavori di scavo saranno eseguiti dall'impresa secondo le indicazioni i progetto. L'Ente gestore si riserva di fornire proprie indicazioni sopra a tutto per quanto attiene le profondità e le modalità di attraversamento di eventuali sottoservizi. Lo scavo sarà eseguito con una larghezza indicativa di 50 cm e con una profondità media di m 1,10 e comunque rispettando le indicazioni contenute negli elaborati grafici allegati. Gli scavi dovranno rispettare i tracciati, le sezioni, le profondità e le livellette previste nei disegni di progetto, salvo le modifiche che l'Ente gestore potrà ordinare in corso d'opera.

L'IMPRESA avrà cura di verificare l'esistenza di interferenze dei sottoservizi presenti nel sottosuolo e a darne comunicazione all'Ente gestore per quanto di competenza. Cura particolare dovrà essere dedicata alla preparazione del fondo dello scavo che dovrà risultare perfettamente piano in modo che la tubazione appoggi per tutta la sua lunghezza. In caso di necessità saranno predisposte opportune nicchie per eseguire nello scavo tutte le operazioni per la formazione dei giunti. Il materiale a contatto delle tubazioni di qualsiasi tipo e diametro dovrà essere costituito da sabbia in modo che la condotta ne sia completamente circondata.

L'impresa dovrà risarcire qualsiasi danno causato in conseguenza dei lavori.

L'impresa dovrà eseguire anche gli scavi per la realizzazione dei collegamenti delle nuove condotte a quelle esistenti. Il collegamento idraulico sarà invece eseguito direttamente dal personale di acque spa.

#### RIEMPIMENTO DEGLI SCAVI

Il riempimento degli scavi, una volta poste in opera le condotte e posizionati i nastri segnalatori, dovrà in ogni caso garantire il perfetto assestamento dei piani viabili in modo da non arrecare danno alle condotte.

#### ATTRAVERSAMENTI E PARALLELISMI.

In caso di attraversamenti e di altri sottoservizi, ed in particolare di fognature, la condotta verrà posata all'interno di un'apposita guaina (in acciaio, PVC o polietilene secondo le disposizioni dei tecnici Acque Spa) di diametro tale da lasciare una intercapedine di 2-3 cm fra i due tubi. Il parallelismo rispetto alle fognature dovrà garantire una distanza minima di almeno un metro lineare.

#### POZZETTI DI MANOVRA.

A protezione delle aste di manovra delle valvole di intercettazione andranno realizzati appositi pozzetti costituiti da soletta in calcestruzzo posta sotto la tubazione, muratura in elevazione in mattoni pieni o in

calcestruzzo, soletta di sostegno alla tubazione in cemento per alloggiamento dell'asta di manovra e chiusino in ghisa sferoidale regolabile in altezza, compresa la soletta per appoggio e il rinfiacco in calcestruzzo. Per i singoli pozzetti l'Ente gestore fornirà indicazioni di dettaglio.

#### SEGNALAZIONE CONDOTTE.

Per tutti i tipi di condotta, successivamente al ricoprimento protettivo delle tubazioni si procederà alla posa dei relativi nastri segnalatori in PE colorato con le indicazioni relative alla condotte sottostanti riportanti le diciture: "attenzione acquedotto" fornite dall'Ente gestore. Particolare cura dovrà essere posta al fine di evitare che il successivo riempimento degli scavi possa provocare lo spostamento dei nastri segnalatori. Qualora il nastro segnalatore sia provvisto di sistemi di segnalazione quali cavetti in rame o in acciaio inox l'impresa dovrà garantire il corretto collegamento dei cavetti sia fra loro che verso i punti di alimentazione esterna.

#### PROVA IDRAULICA DELLA CONDOTTA.

Una volta completati i lavori secondo le prescrizioni tecniche impartite dall'Ente gestore si procederà alla verifica della perfetta tenuta idraulica delle condotte ed all'esecuzione dei collegamenti con la rete esistente.

Il riempimento della condotta con acqua necessario alla prova idraulica dovrà essere fatto in modo da assicurare la completa evacuazione dell'aria che ne impedirebbe la successiva corretta messa in pressione. La prova dovrà avvenire ad una pressione pari ad 1,5 volte la pressione massima di esercizio e comunque a non meno di 10 bar. La pressione di prova sarà raggiunta gradualmente con non più di 1 bar al minuto primo.

La sostituzione e la riparazione dei tratti che le prove di tenuta dovessero evidenziare danneggiati dovrà avvenire immediatamente e a totale carico della COMMITTENZA.

Il buon esito della prova, consistente nel mantenimento della pressione di collaudo per almeno 24 ore consecutive, sarà dimostrato dal grafico del manometro registratore e, se richiesto dall'Ente gestore, anche dall'ispezione completa dei giunti.

### **27.13 Particolarità per realizzazione condotta gas**

Per la realizzazione delle opere relative alla rete gas, si riportano di seguito le caratteristiche tecniche dei materiali con relative indicazioni di posa. Le condizioni medesime sono quelle imposte dall'Ente gestore del servizio e che dovrà quindi concedere il proprio assenso al collaudo finalizzato alla accettazione delle opere:

#### OPERE CIVILI RELATIVE ALLA RETE GAS

##### - RINTERRI -

I rinterrati, ad eccezione dello strato corrispondente alla pavimentazione, saranno eseguiti nel modo seguente:

- a) - sul fondo dello scavo verrà steso uno strato di sabbia di fiume dell'altezza media di cm. 10 in modo che la superficie risulti piana e con l'inclinazione richiesta dalla Direzione Lavori; su tale fondo saranno collocate le tubazioni ed i pezzi speciali;
- b) - una volta posate le tubazioni verrà di nuovo effettuato uno spandimento di sabbia della qualità precedente fino a coprire completamente il tubo con uno strato di 15 cm.;
- c) - superiormente allo strato di sabbia verrà disteso uno strato di sabbia e ghiaia fino a 5 cm. dalla sommità dello scavo. Qualora il materiale di risulta degli scavi risultasse idoneo, la Direzione Lavori potrà consentire, dietro suo esplicito ordine, il reimpiego per il riempimento seguendo le norme tecniche che saranno impartite. Detto strato dovrà essere costipato con i mezzi adeguati (innaffiamento, rullatura) al fine di raggiungere un definitivo e rapido costipamento. A costipamento avvenuto si procederà a ricarichi con ghiaia in scorte fino a raggiungere un'altezza di 5 cm. inferiore al piano di pavimentazione. Tale ultimo strato di 5 cm. verrà quindi colmato con ghiaietto intasato in superficie con polvere di frantoio;
- d) - l'Impresa avrà cura di ricavare lo scavo man mano che a causa dei successivi assestamenti, si verificheranno cali del materiale di riempimento. Tali eventuali ricariche saranno eseguite impiegando ghiaietto misto a polvere di frantoio, a complete cure e spese dell'Impresa stessa;
- e) - l'Impresa avrà comunque cura della buona tenuta dei riempimenti eseguiti e del materiale di superficie finché non saranno eseguite le opere di ripristino definitivo e sarà comunque responsabile verso l'Ente proprietario della strada e verso gli utenti della medesima, sia civilmente che penalmente fino al ripristino eseguito.

## IMPIANTISTICA GAS METANO

### 27.1.1 a) - Nastro segnaletico -

Il nastro segnaletico, che dovrà essere posato in corrispondenza di tubazioni interrato per l'intero loro sviluppo, dovrà avere le seguenti caratteristiche: nastro in polietilene di colore giallo con impressa la scritta indelebile "ATTENZIONE TUBO GAS" e con riportata la profondità di posa della condotta.

#### Normativa di riferimento

UNI 10190 - Rivestimento esterno in nastri di polietilene autoadesivi

ISO R 527

ISO R 868

ASTM D-3111

IEC 243

ISO 62

ASTM G 21

ISO 175

DIN 53481

#### *Art. 28 - Materiali per applicazioni geologiche e pedologiche.*

*Nontessuti.* - Geotessile n.t. agulato per strato di separazione compreso picchettatura con teli con resistenza a trazione (L/T) = 25kN/m (UNI EN ISO 10319)

Per determinare peso e spessore si seguiranno le norme di cui al B.U. -C.N.R. n. 110 del 23 -12-1985 e n.111 del 24-11-1985, e le norme U.N.I. 4818, 5114, 511, 5121, 5419, U.N.I. 8279/1-16 ediz.1981-87, U.N.I.8639-34, 8727-85, 8986-87.

*Geogriglie.* - La griglia a rete di tipo laminare e monorientata sarà ottenuta per estrusione e stiratura, con polimeri HDPE, inattaccabile dagli agenti atmosferici, indeformabile, inalterabile, trattata con additivi anti raggi ultravioletti. Resistenza alla trazione longitudinale minima di 35 kN/m se per impieghi portanti in sottofondi o rilevati stradali; allungamento alla massima trazione longitudinale non superiore al 15%; interasse delle maglie max cm 15 longitudinale e cm 2 trasversale.

Si seguiranno le norme A.S.T.M. D-792, A.S.T.M. C-293-79.

*Georeti.* - La rete in juta sarà costituita da fibre biodegradabili naturali (circa 85% cellulosa e 15% lignina) ottenute per macerazione, cardatura, filatura e tessitura, con diametro dei fili mm 4, maglia mm 20 x 15, peso 500 gr/mq, resistenza a trazione 8-15 kN/m, resistenza al calore per il tipo trattato con 0,3-0,6% di oli minerali a circa 190°C.

#### *Art. 29 - Prove sui materiali*

Per i materiali forniti e prodotti in cantiere verranno eseguite a carico dell'impresa le prove di laboratorio con la supervisione della direzione dei lavori in base alla normativa vigente.

In correlazione a quanto è prescritto 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 impiegati o da impiegarsi, nonché, a quelle di campioni di lavori eseguiti, da prelevarsi in opera, sottostando a tutte le spese di prelevamento ed invio di campioni ad Istituto Sperimentale debitamente riconosciuto.

L'Impresa sarà tenuta a pagare le spese per dette prove, secondo le tariffe degli Istituti stessi.

Dei campioni potrà essere ordinata la conservazione nel competente Ufficio Dirigente, munendoli di sigilli e firma del Direttore dei lavori e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantire l'autenticità.

Per i manufatti prefabbricati da porre in opera, l'impresa dovrà fornire tutte le certificazioni relative alle prove eseguite durante la produzione.

Per quanto riguarda invece le prove di collaudo disposte dal collaudatore in corso d'opera verrà redatto uno specifico piano di indagine da svolgere da una ditta incaricata a cura e spese della stazione appaltante; tuttavia l'impresa è a tal fine tenuta a predisporre le opere accessorie quali ad esempio la formazione delle piste di accesso per i macchinari di prova di cui al piano di indagine.

## Modalità di esecuzione delle categorie dei lavori

### *Art. 30 - Scavi e rinterrati in genere*

Gli scavi, i disaggi ed i movimenti di materie in genere occorrenti per la sagomatura delle aree, dei versanti e delle sponde, per la creazione delle piste di transito dei mezzi e per ricavare fossi, cunette, accessi, passaggi, rampe e simili, saranno eseguiti conformemente alle previsioni di progetto, salvo le eventuali varianti che fossero disposte dalla Direzione lavori. Dovrà essere usata ogni esattezza nello scavare i fossi, nello spianare e sistemare i versanti, nel configurare e nel profilare le scarpate.

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

In particolare si prescrive:

a) Scavi - Nella esecuzione degli scavi l'appaltatore dovrà procedere in modo che i cigli siano diligentemente profilati, le scarpate raggiungano la inclinazione prevista nel progetto o che sarà ritenuta necessaria allo scopo di impedire scoscendimenti, restando egli, oltreché totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere altresì obbligato a provvedere, a suo carico e spese, alla rimozione delle materie franate.

L'appaltatore dovrà sviluppare i movimenti di materie con adeguati mezzi e con sufficiente mano d'opera in modo da dare gli scavi, possibilmente, completi in ciascun tratto iniziato. Inoltre, dovrà aprire senza indugio i fossi e le cunette occorrenti e, comunque, mantenere efficiente, a sua cura e spese, il deflusso delle acque di versante, se occorre, con canali fuggatori, tubazioni provvisori od ogni altro mezzo ritenuto idoneo e necessario dalla Direzione lavori.

Le materie provenienti dagli scavi e dalla ripulitura dei versanti anche dai rifiuti e dalla vegetazione infestante, non utilizzabili e non ritenute idonee, a giudizio della Direzione, per altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a discarica o messe a disposizione su aree, site a qualunque distanza dal cantiere, messe a disposizione dall'Amministrazione appaltante a seconda delle indicazioni della D.L. Tale indicazione vale per ogni bene demaniale rimosso dall'area di cantiere.

Le località per tali depositi a rifiuto dovranno essere scelte in modo che le materie depositate non arrechino danni ai lavori, od alle proprietà pubbliche o private, nonché al libero transito dei veicoli e dei pedoni né al deflusso delle acque pubbliche o private.

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

b) Rinterrati. - Per la formazione dei rinterrati si impiegheranno, in generale, le materie di risulta dagli scavi di cui alla lettera a) precedente, purché esse siano state ritenute idonee a giudizio insindacabile della Direzione lavori e comunque dopo aver provveduto alla cernita, separazione e accatastamento dei materiali che si ritenessero idonei da quelli inidonei, da trasportare e smaltire in discariche autorizzate a qualsiasi distanza ad esclusivo e totale onere dell'Appaltatore.

Il suolo costituente la base sulla quale si dovrà realizzare la sottostruttura stradale dovrà essere accuratamente preparato, espurgandolo da piante, cespugli, erbe, radici, speroni rocciosi e da qualsiasi altra materia eterogenea, e trasportando fuori della sede del lavoro le materie di rifiuto.

La terra da trasportare nei rinterri dovrà essere anche essa previamente espurgata da erbe, canne, radici e da qualsiasi altra materia eterogenea e dovrà essere disposta a cordoli alti da m 0,2 a 0,5 m adeguatamente costipati con rullo vibrante o con rullo a piedi costipanti.

Successivamente saranno controllate le caratteristiche del terreno costipato mediante prove di densità in situ e di umidità, prove di permeabilità con permeometro a pozzetto o permeometro di Boutwell, oltre ad eventuali prove di carico su piastra. Gli oneri delle prove eseguite saranno totalmente a carico dell'Appaltatore.

Sarà obbligo dell'Appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rinterri, durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dell'assestamento delle terre, affinché, all'epoca del collaudo o delle lavorazioni successive, i rinterri eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle prescritte.

#### *Art. 31 - Scavi di sbancamento*

Per scavi di sbancamento o tagli a sezione aperta si intendono quelli praticati al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno naturale o per il punto più depresso delle trincee o splateamenti, precedentemente eseguiti ed aperti almeno da un lato.

Quando l'intero scavo debba risultare aperto su di un lato e non venga ordinato lo scavo a tratti, il punto più depresso è quello terminale.

Appartengono alla categoria degli scavi di sbancamento così generalmente definiti tutti i cosiddetti scavi e tagli di scarpate per costruirvi opere di sostegno, scavi per incassatura di opere d'arte (muri di sostegno, cordoli ecc.) eseguiti superiormente al piano orizzontale determinato come sopra.

Il prezzo di elenco si intende comprensivo di ogni onere per esecuzione in quota o sotto scarpata a qualsiasi altezza rispetto al piano stradale.

#### *Art. 32 - Scavi di fondazione*

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli ricadenti al disotto del piano orizzontale di cui all'articolo precedente, chiusi fra le pareti verticali riproducenti il perimetro delle fondazioni delle opere d'arte. Quali che siano la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità che risulta dai disegni di progetto o che dalla Direzione lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione, tenendo conto delle prescrizioni di cui al D M. 1 marzo 1988 riguardante le norme tecniche sui terreni e i criteri di esecuzione delle opere di sostegno e di fondazione e la relativa Circ. M. LL. PP. 24 settembre 1988, n. 30483.

Nel caso specifico dei lavori in oggetto, gran parte delle operazioni di scavo avverranno all'interno delle opere provvisorie predisposte, e saranno realizzate per strati successivi di profondità inferiore a 1,50 m. Sono quindi a carico dell'impresa le eventuali piste che si renderanno necessarie per l'accesso all'area di lavoro e gli oneri per il posizionamento dei macchinari all'interno delle aree di scavo.

Le profondità che si trovino indicate nei disegni di consegna sono perciò di semplice avviso e l'Amministrazione appaltante si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Appaltatore motivo alcuno di fare eccezione o domande di speciali compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere.

E' vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano alle murature prima che la Direzione lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.

I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra falde inclinate, potranno, a richiesta della Direzione lavori, essere disposti a gradini anche con determinate contropendenze. Gli scavi di fondazione dovranno di norma essere eseguiti a pareti verticali e l'Impresa dovrà, occorrendo, sostenerle con convenienti armatura e sbadacchiature, restando a suo carico ogni

danno alle cose ed alle persone che potesse verificarsi per smottamenti o franamenti dei cavi. Questi potranno però, ove ragioni speciali non lo vietino, essere eseguiti con pareti a scarpata. In questo caso non sarà compensato il maggiore scavo eseguito, oltre quello strettamente occorrente per la fondazione dell'opera, e l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese al successivo riempimento del vuoto rimasto intorno alle murature di fondazione dell'opera con materiale adatto ed al necessario costipamento di quest'ultimo.

Analogamente dovrà procedere l'Impresa senza ulteriore compenso a riempire i vuoti che restassero attorno alle murature stesse, pure essendosi eseguiti scavi a pareti verticali, in conseguenza della esecuzione delle murature con riseghe in fondazione.

Per aumentare la superficie di appoggio la Direzione lavori potrà ordinare, per il tratto terminale di fondazione per un'altezza sino ad un metro, che lo scavo sia allargato mediante scampanatura, restando fermo quanto sopra è detto circa l'obbligo dell'Impresa, ove occorra di armare convenientemente, durante i lavori, la parete verticale sovrastante.

Qualora gli scavi si debbano eseguire in presenza di acqua, e questa entri o si elevi negli scavi, per qualunque altezza, l'Appaltatore dovrà provvedere, all'esaurimento dell'acqua stessa coi mezzi che saranno ritenuti più opportuni. Nel caso che il fondo dello scavo venga realizzato al di sotto del livello del mare, l'acqua dovrà essere eliminata dallo scavo fino al livello del piano di posa delle fondazioni previo riempimento dal fondo scavo a quest'ultimo livello con materiale ghiaioso.

Gli scavi saranno pagati col relativo prezzo di elenco, nel quale sono esclusi tutti gli occorrenti aggettamenti od esaurimenti di acqua con qualsiasi mezzo siano eseguiti, pagati a parte.

L'Impresa sarà tenuta perciò ad evitare il recapito entro i cavi di fondazione di acque di qualunque genere provenienti dall'esterno. Nel caso che ciò si verificasse, resterebbe a suo totale carico la spesa per i necessari aggettamenti.

Per i prosciugamenti praticati durante la esecuzione dei getti in c.a. l'Appaltatore dovrà adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare il dilavamento del conglomerato fino alla sua maturazione.

#### *Art. 33 - Demolizioni*

Le demolizioni in genere saranno eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro, rimanendo perciò vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece dovranno essere trasportati o guidati in basso, salvo che vengano adottate opportune cautele per evitare danni ed escludere qualunque pericolo. Nelle demolizioni l'Appaltatore dovrà procedere in modo da non danneggiare le murature o le opere restanti, non deteriorare i materiali che possano ancora, a giudizio della Direzione, impiegarsi utilmente, sotto pena di rivalsa di danni verso l'Amministrazione appaltante; alla quale spetta la proprietà di tali materiali ai sensi art.36 DM 145/00, alla pari di quello proveniente dagli scavi in genere e l'Appaltatore dovrà provvedere per la loro cernita, trasporto in deposito etc, in conformità e con tutti gli oneri previsti.

Per evitare la formazione di eccessive polveri sia si potrà prevedere di bagnare le opere da demolirsi.

La Direzione lavori si riserva di disporre con sua facoltà insindacabile l'impiego dei suddetti materiali utili per l'esecuzione dei lavori appaltati, da valutarsi con i prezzi ad essi attribuiti in elenco, ai sensi del citato art. 36 del Capitolato generale.

I materiali non utilizzabili provenienti dalle demolizioni dovranno sempre, e al più presto, venire trasportati, a cura dell'Appaltatore, in rifiuto alle pubbliche discariche e comunque fuori la sede dei lavori con le norme e cautele disposte per gli analoghi scarichi in rifiuto di materie.

Le demolizioni o rimozioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti e/o oltrepassati i limiti fissati, saranno pure a cura e spese dell'Appaltatore, senza alcun compenso, ricostruite e messe in ripristino le parti indebitamente demolite.

Detti materiali, ove non diversamente specificato, restano tutti di proprietà dell'Amm. appaltante, la quale potrà ordinare all'Appaltatore di trasportare i materiali di scarto fuori dal cantiere nei luoghi indicati dall'Amministrazione appaltante e/o nelle discariche pubbliche.

Il prezzo di elenco si intende comprensivo di ogni onere per esecuzione in quota o sotto scarpata a qualsiasi altezza rispetto al piano stradale.

*Art. 34 - Malte e conglomerati*

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione delle malte e dei conglomerati dovranno corrispondere alle proporzioni indicate nelle vigenti norme tecniche.

Quando la Direzione lavori ritenesse di variare tali proporzioni, l'Appaltatore sarà obbligato ad uniformarsi alle prescrizioni della medesima. I materiali, le malte ed i conglomerati, esclusi quelli forniti in sacchi di peso predeterminato, dovranno ad ogni impasto essere misurati con apposite casse della capacità prescritta dalla Direzione lavori e che l'Impresa sarà in obbligo di provvedere a mantenere a sue spese costantemente su tutti i piazzali ove verrà effettuata la manipolazione.

L'impasto dei materiali dovrà essere fatto a braccia d'uomo, sopra aree convenientemente pavimentate, oppure a mezzo di macchine impastatrici o mescolatrici.

Gli ingredienti componenti, le malte cementizie saranno prima mescolati a secco, fino ad ottenere un miscuglio di tinta uniforme, il quale verrà poi asperso ripetutamente con la minore quantità di acqua possibile ma sufficiente, rimescolando continuamente. Nella composizione di calcestruzzi con malte di calce comune od idraulica, si formerà prima l'impasto della malta con le proporzioni prescritte, impiegando la minore quantità di acqua possibile, poi si distribuirà la malta sulla ghiaia o pietrisco e si mescolerà il tutto fino a che ogni elemento sia per risultare uniformemente distribuito nella massa ed avviluppato di malta per tutta la superficie.

Per i conglomerati cementizi semplici o armati gli impasti dovranno essere eseguiti in conformità alle prescrizioni del D.M. 14 gennaio 2008.

Quando sia previsto l'impiego di acciai speciali sagomati ad alto limite elastico, deve essere prescritto lo studio preventivo della composizione del conglomerato con esperienze di laboratorio sulla granulometria degli inerti e sul dosaggio di cemento per unità di volume del getto.

Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario compatibile con una sufficiente lavorabilità del getto e comunque non superiore allo 0,4 in peso del cemento, essendo inclusa in detto rapporto l'acqua unita agli inerti, il cui quantitativo deve essere periodicamente controllato in cantiere. Per quantitativi d'acqua superiori si applicheranno appositi additivi.

I getti devono essere convenientemente vibrati.

Durante i lavori debbono eseguirsi frequenti controlli della granulometria degli inerti, mentre la resistenza del conglomerato deve essere comprovata da prove a compressione su cubetti prima e durante i getti almeno nella misura di due per ogni getto.

Gli impasti, sia di malta che di conglomerato, dovranno essere preparati solamente nella quantità necessaria, per l'impiego immediato, cioè dovranno essere preparati volta per volta e per quanto è possibile in vicinanza al lavoro.

I residui d'impasti che non avessero, per qualsiasi ragione, immediato impiego dovranno essere gettati a rifiuto, ad eccezione di quelli di malta formati con calce comune, che potranno essere utilizzati però nella sola stessa giornata del loro confezionamento.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Il calcestruzzo da impiegarsi nelle fondazioni di opere d'arte o in elevazione, o per qualsiasi altro lavoro, sarà composto nelle proporzioni indicate nel presente Capitolato e che potranno essere meglio precisate

dalla Direzione lavori.

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

Quando il calcestruzzo sia da collocare in opera entro cavi molto incassati od a pozzo, dovrà essere calato nello scavo mediante secchi a ribaltamento.

Solo in caso di cavi molto larghi la Direzione lavori potrà consentire che il calcestruzzo venga gettato liberamente.

Finito il getto e spianata con ogni diligenza la superficie superiore, il calcestruzzo dovrà essere lasciato assodare per tutto il tempo che la Direzione lavori riterrà necessario per reggere la pressione che il calcestruzzo dovrà sopportare.

Quando il calcestruzzo venga impiegato nel rivestimento di scarpate, si dovrà aver cura di coprirlo con uno strato di sabbia di almeno 10 cm di spessore e di bagnarlo con frequenza ed abbondanza per impedire il troppo rapido prosciugamento.

E' assolutamente vietato l'impiego di calcestruzzi che non si possano mettere in opera immediatamente dopo la loro preparazione; quelli che per qualsiasi motivo non avessero impiego immediato dopo la preparazione, debbono essere senz'altro gettati a rifiuto.

*Art. 35 - Armatura per c.a.*

#### **35.1 Posa in opera delle armature per c.a.**

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri è prescritto tassativamente l'impiego di opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio o in materiale plastico; lungo le pareti verticali si dovrà ottenere il necessario distanziamento esclusivamente mediante l'impiego di distanziatori ad anello; sul fondo dei casseri dovranno essere impiegati distanziatori del tipo approvato dalla Direzione Lavori.

L'uso dei distanziatori dovrà essere esteso anche alle strutture di fondazione armate.

Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera; in ogni caso in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm, in modo da garantire la invariabilità della geometria della gabbia durante il getto.

L'Appaltatore dovrà adottare inoltre tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante le operazioni di getto.

È a carico dell'Appaltatore l'onere della posa in opera delle armature metalliche, anche in presenza di acqua o fanghi bentonitici, nonché i collegamenti equipotenziali, laddove previsti in progetto.

L'Appaltatore non potrà procedere al getto delle strutture armate prima che esse siano state ispezionate ed approvate dalla Direzione Lavori, salvo diverse disposizioni.

#### **35.2 Giunzioni di barre da c.a.**

Eventuali giunzioni, quando non siano evitabili, dovranno essere realizzate con sovrapposizioni, mediante saldatura o mediante manicotti filettati e comunque nel rispetto della normativa vigente.

Le giunzioni delle reti elettrosaldate saranno realizzate sempre per sovrapposizione.

L'impiego di saldature in alternativa alle giunzioni per sovrapposizioni sarà consentito, risultando le barre di acciaio di qualità saldabile. Le modalità di saldatura dovranno essere comunicate tempestivamente dall'Impresa, e dovranno essere supportate con l'esito di alcune prove sperimentali.

Nel corso dei lavori, comunque, la Direzione Lavori avrà la facoltà di richiedere l'esecuzione di ulteriori prove di controllo sulle saldature eseguite.

### 35.3 Copriferro ed interferro

L'armatura resistente deve essere protetta da un adeguato ricoprimento di calcestruzzo.

Al fine della protezione delle armature dalla corrosione, lo strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve essere dimensionato in funzione dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità delle armature alla corrosione, tenendo anche conto delle tolleranze di posa delle armature.

Per consentire un omogeneo getto del calcestruzzo, il copriferro e l'interferro delle armature devono essere rapportati alla dimensione massima degli inerti impiegati.

Il copriferro e l'interferro delle armature devono essere dimensionati anche con riferimento al necessario sviluppo delle tensioni di aderenza con il calcestruzzo.

Lo spessore del copri ferro, in particolare, dovrà essere correlato allo stato limite di fessurazione del conglomerato, in funzione delle condizioni ambientali in cui verrà a trovarsi la struttura e comunque come indicato dal progettista.

Per strutture ubicate in prossimità di litorali marini o in presenza di acque con componenti di natura aggressiva (acque selenitose, solforose, carboniche, ecc.), la distanza minima delle superfici metalliche delle armature dalle facce esterne del conglomerato dovrà essere ampliata in conformità ai disegni di progetto.

### 35.4 Tolleranze

Tutte le armature presenti nel conglomerato cementizio, normale e precompresso, dovranno essere conformi a quanto previsto negli elaborati progettuali.

In particolare, le tolleranze ammesse sul peso e sul diametro nominale delle barre saranno conformi a quelle prescritte dalla Normativa vigente, mentre quella sulla posa in opera non dovrà essere superiore a  $\pm 2$  cm. Per quanto attiene il profilo di sagomatura, la tolleranza non dovrà essere superiore a  $\pm 5$  cm sulla lunghezza dei ferri longitudinali.

La tolleranza ammessa sul copri ferro non potrà eccedere i 0,5 cm.

#### *Art. 36 - Opere in conglomerato cementizio armato*

Nell'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso l'Appaltatore dovrà attenersi strettamente a tutte le disposizioni contenute nel D.P.R. 380/2001 e s.m.i., e nelle norme tecniche vigenti (UNI EN 1991-1-6).

Nelle zone sismiche valgono le norme tecniche emanate in forza del D.P.R. 380/2001 e s.m.i., e del D.M. 14 gennaio 2008.

Di seguito vengono indicate le prescrizioni da comprendere negli ordini di acquisto di materiali da costruzione, che dovranno trovare riscontro applicativo in occasione di ogni fornitura.

### 36.1 Conglomerato cementizio preconfezionato

Certificato del controllo del processo di produzione (FPC) rilasciato da organismo terzo autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture (vedi punto 11.2.8 del DM 14/01/08 "Prescrizioni relative al calcestruzzo confezionato con processo industrializzato);

Documenti di trasporto (D.D.T.) di consegna in cantiere, comprendenti opportuni richiami sugli estremi del certificato FPC (vedi punto 11.2.8 del DM 14/01/08 "Prescrizioni relative al calcestruzzo confezionato con processo industrializzato);

Disponibilità di una relazione di qualifica dei mix design da utilizzare presso il cantiere (curve di proporzionamento componenti, analisi degli aggregati, campionamento di laboratorio, esiti controlli resistenza, consistenza e massa volumica) (vedi punto 11.2.3 del DM 14/01/08 "Valutazione preliminare della resistenza);

Disponibilità di documentazione atta ad attestare l'Identificazione, la rintracciabilità e la

certificazione dei materiali componenti il mix (aggregati, cementi, additivi) (vedi punto 11.2.9 del DM 14/01/08 "Componenti del calcestruzzo);

Disponibilità di rapporti di produzione atti a garantire le percentuali di tolleranza sui dosaggi delle forniture rese in cantiere (vedi contenuti linee guida certificazione FPC);

Disponibilità di documentazione atta ad attestare il controllo di conformità reso in continuo presso l'impianto di confezionamento (vedi contenuti linee guida certificazione FPC).

Durante le operazioni di getto è richiesto, come da disposti di legge, il prelievo in cantiere di n° 2 provini per ogni giorno di getto e per ogni tipologia di calcestruzzo (anche per frazioni inferiori ai 100 mc); per ogni prelievo di campioni deve essere predisposto specifico verbale da sottoscrivere a cura della DL (vedi punto 11.2.5 del DM 14/01/08 " Controllo di accettazione" ) ; il prelievo e la conservazione dei provini dovrà avvenire secondo le modalità comprese nelle norme UNI EN 12390-1 e UNI EN 12390-2;

Sarà cura del responsabile di cantiere dell'impresa esecutrice mantenere un aggiornato registro dei getti dove comprendere le indicazioni di provenienza del materiale, le caratteristiche peculiari, la localizzazione dei getti, gli estremi dei campioni prelevati e degli esiti di prova di laboratorio (vedi prescrizioni del capitolato speciale d'appalto)

Tutti i lavori di cemento armato facenti parte dell'opera appaltata, saranno eseguiti in base ai calcoli ed ai disegni tecnici costituenti il progetto esecutivo.

Nella formazione dei conglomerati di cemento si deve avere la massima cura affinché i componenti riescano intimamente mescolati, bene incorporati e bene distribuiti nella massa.

Gli impasti debbono essere preparati soltanto nella quantità necessaria per l'impasto immediato e cioè debbono essere preparati di volta in volta e per quanto possibile in vicinanza del lavoro.

Per ogni impasto si devono usare da prima le quantità dei vari componenti, in modo da assicurare che le proporzioni siano nella misura prescritta, mescolando da prima a secco il cemento con la sabbia, poi questa con la ghiaia o il pietrisco ed in seguito aggiungere l'acqua con ripetute aspersioni, continuando così a rimescolare l'impasto finché, assuma l'aspetto di terra appena umida.

Costruito ove occorra il cassero per il getto, si comincia il versamento dello smalto cementizio che deve essere battuto fortemente a strati di piccola altezza finché, l'acqua affiori in superficie. Il getto sarà eseguito a strati di spessore non superiore a 15 centimetri.

Contro le pareti dei casseri, per la superficie in vista, si deve disporre della malta in modo da evitare per quanto sia possibile la formazione di vani e di ammanchi.

I casseri occorrenti per le opere di getto, debbono essere sufficientemente robusti da resistere senza deformarsi alla spinta laterale dei calcestruzzi durante la pigiatura.

Quando sia ritenuto necessario, i conglomerati potranno essere vibrati con adatti mezzi. I conglomerati con cemento ad alta resistenza è opportuno che vengano vibrati.

La vibrazione deve essere fatta per strati di conglomerato dello spessore che verrà indicato dalla Direzione lavori e comunque non superiore a centimetri 15 ed ogni strato non dovrà essere vibrato oltre una ora dopo il sottostante.

I mezzi da usarsi per la vibrazione potranno essere interni (pervibratori a lamiera o ad ago) ovvero esterni da applicarsi alla superficie esterna del getto o alle casseforme.

I pervibratori sono in genere più efficaci, si deve però evitare che essi provochino spostamenti nelle armature.

La vibrazione superficiale viene di regola applicata alle solette di piccolo e medio spessore (massimo cm 20).

Quando sia necessario vibrare la cassaforma è consigliabile fissare rigidamente il vibratore alla cassaforma stessa che deve essere opportunamente rinforzata. Sono da consigliarsi vibratorii a frequenza elevata (da 4000 a 12.000 cicli al minuto ed anche più).

I pervibratori vengono immersi nel getto e ritirati lentamente in modo da evitare la formazione dei vuoti: nei due percorsi si potrà avere una velocità media di 8-10 cm/sec e lo spessore del singolo strato dipende dalla potenza del vibratore e dalla dimensione dell'utensile.

Il raggio di azione viene rilevato sperimentalmente caso per caso e quindi i punti di attacco vengono distanziati in modo che l'intera massa risulti lavorata in maniera omogenea (distanza media cm 50).

Si dovrà mettere particolare cura per evitare la segregazione del conglomerato; per questo esso dovrà essere asciutto con la consistenza di terra umida debolmente plastica.

La granulometria dovrà essere studiata anche in relazione alla vibrazione: con malta in eccesso si ha sedimentazione degli inerti strati di diversa pezzatura, con malta in difetto si ha precipitazione della malta e vuoti negli strati superiori.

La vibrazione non deve prolungarsi troppo, di regola viene sospesa quando appare in superficie un lieve strato di malta omogenea ricca di acqua.

Di mano in mano che una parte del lavoro è finita, la superficie deve essere periodicamente innaffiata affinché, la presa avvenga in modo uniforme e, quando occorra, anche coperta con sabbia o tela mantenuta umida per proteggere l'opera da variazioni troppo rapide di temperatura.

Le riprese debbono essere, per quanto possibile, evitate.

Quando l'opera venga costruita per tratti o segmenti successivi, ciascuno di essi deve inoltre essere formato e disposto in guisa che le superfici in contatto siano normali alla direzione degli sforzi a cui la massa muraria, costituita da tratti o segmenti stessi, è assoggettata.

Le pareti dei casseri di contenimento del conglomerato di getto possono essere tolte solo quando il conglomerato abbia raggiunto un grado sufficiente di maturazione da garantire che la solidità dell'opera non abbia per tale operazione a soffrirne neanche minimamente.

Qualunque sia l'importanza delle opere da eseguire in cemento armato, all'Appaltatore spetta sempre la completa ed unica responsabilità della loro regolare ed esatta esecuzione in conformità del progetto appaltato e dei tipi esecutivi che gli saranno consegnati mediante ordini di servizio dalla Direzione lavori in corso di appalto e prima dell'inizio delle costruzioni.

L'Appaltatore dovrà perciò avere sempre a disposizione, per la condotta effettiva dei lavori, un Direttore di Cantiere competente per lavori in cemento armato, il quale risiederà sul posto per tutta la durata di essi. Solo dopo intervenuta l'approvazione da parte della Direzione lavori nell'esame delle armature, l'Impresa potrà dare inizio alle operazioni di getto, nel corso del quale, si dovrà scrupolosamente attenere a quanto prescritto dalla Direzione lavori. Spetta in ogni caso all'Impresa la completa ed unica responsabilità della regolare ed esatta esecuzione delle opere in cemento armato.

Le prove verranno eseguite dall'Impresa e le modalità di esse saranno fissate dalla Direzione lavori.

Nel caso la resistenza dei provini assoggettati a prove nei laboratori di cantiere risulti inferiore a quello indicato nei disegni approvati dal Direttore dei lavori, questi potrà, a suo insindacabile giudizio, ordinare la sospensione dei getti dell'opera interessata, in attesa dei risultati delle prove dei laboratori ufficiali.

Qualora anche tale valore fosse inferiore a quello di progetto occorre procedere, a cura e spese dell'Appaltatore, ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata dal quantitativo di calcestruzzo carente, sulla base della resistenza ridotta, oppure ad una verifica della resistenza con prove complementari, o con prelievo di provini per carotaggio direttamente dalle strutture, oppure con altri strumenti e metodi di gradimento dalla Direzione lavori.

Tali controlli formeranno oggetto di apposita relazione nella quale sia dimostrato che, ferme restando le ipotesi di vincolo e di carico delle strutture, la resistenza caratteristica è ancora compatibile con le

sollecitazioni di progetto, secondo la destinazione d'uso dell'opera e in conformità delle leggi in vigore.

Se tale relazione sarà approvata dal Direttore dei lavori il calcestruzzo verrà contabilizzato in base al valore della resistenza caratteristica risultante.

Qualora tale resistenza non risulti compatibile con le sollecitazioni di progetto, l'Appaltatore sarà tenuto a sua cura e spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che la Direzione lavori riterrà di approvare formalmente.

Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Appaltatore se il valore della resistenza caratteristica del calcestruzzo risulterà maggiore di quanto previsto.

Il prezzo di elenco si intende comprensivo di ogni onere per esecuzione in quota o sotto scarpata a qualsiasi altezza rispetto al piano stradale.

Gli eventuali additivi dovranno in ogni caso essere preventivamente sottoposti all'approvazione della D.L. che potrà in ogni momento disporre le prove che più riterrà opportune per valutarne le caratteristiche specifiche.

*Art. 37 - Calcestruzzo per getti non strutturali quali copertine e finiture*

Per le copertine di muri di sostegno, di recinzione, cordonate, soglie ecc. verrà posto in opera un calcestruzzo opportunamente costipato con vibratorii con dosaggio di kg/mc 300 di cemento 42,5.

Le prescrizioni di cui agli articoli precedenti rimangono valide in quanto applicabili, salvo il diametro massimo degli inerti che non sarà maggiore di 20 mm, e comunque entro un terzo delle dimensioni minime del getto. Le superfici superiori dei getti verranno rifinite mediante cemento liscio. Particolare cura verrà posta nella esecuzione delle armature per ottenere un perfetto raccordo con getti precedentemente messi in opera, per seguire le sagome di progetto, con i giunti e le particolari indicazioni della Direzione lavori.

*Art. 38 - Paratie o casseri in legname per fondazioni*

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

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

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

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

*Art. 39 - Armature, centinature, casseforme, opere provvisorie*

L'Impresa dovrà adottare il procedimento che riterrà più opportuno, in base alla idoneità statica e alla convenienza economica, purché vengano eseguite le particolari cautele, norme e vincoli che fossero imposti dagli enti responsabili per il rispetto di impianti e manufatti particolari esistenti nella zona dei lavori che in qualche modo venissero ad interferire con essi, compreso l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua attraversati, la presenza di servizi di soprassuolo e di sottosuolo, nonché, le sagome da lasciare libere al di sopra di strade e ferrovie.

Le operazioni di disarmo saranno effettuate nel rispetto delle norme di cui al D.M. 27 luglio 1988, oppure secondo le prescrizioni del Direttore dei lavori.

*Art. 40 - Tubi in PVC per fognatura*

Nella movimentazione dei tubi e pezzi speciali, dovrà evitarsi di far strisciare o cadere i tubi e, qualora siano sospesi, di farli urtare contro corpi rigidi. Il rotolamento dei tubi a mano può essere consentito solo qualora i piani di rotolamento siano esenti da asperità ed il movimento sia controllato. Nei tratti in pendenza, i tubi devono essere guidati con mezzi idonei, per impedire un rotolamento troppo veloce ed irregolare. Si deve impedire l'urto contro i materiali già scaricati. Infine, nel rotolamento si devono tenere a portata di mano dei ceppi bloccanti.

Qualora i tubi provengano imballati, essi dovranno essere scaricati, se possibile, prima di sciogliere gli imballi. All'apertura di questi, si dovrà evitare che i tubi degli strati più alti rotolino al suolo.

Gli apparecchi utilizzati per le operazioni di carico e scarico (escavatori, gru, ecc.) devono essere equipaggiati con dispositivi di sollevamento ed abbassamento graduale, in modo tale da impedire movimenti bruschi del carico.

I dispositivi di presa ed alloggiamento del carico (colli di cigno, catene, cinghie, ecc.) devono essere realizzati ed applicati in modo tale da non compromettere la sicurezza e non danneggiare il materiale trasportato, in particolare alle estremità ed ai rivestimenti protettivi; a tal fine, le imbracature dovranno essere opportunamente rivestite di materiale morbido. E' vietato utilizzare per il sollevamento ganci inseriti forando il vertice dei tubi. Non è ammesso applicare dispositivi di imbracatura ai denti del cucchiaio di escavatori e pale caricatori. In ogni caso, qualora si verificano danneggiamenti ai rivestimenti protettivi esterni, i punti danneggiati devono essere trattati con la stessa sostanza protettiva prima di calare il tubo nella fossa. Nelle operazioni di carico e scarico, si devono osservare le prescrizioni in materia di prevenzione degli infortuni ed in difetto le specifiche tecniche delle ditte costruttrici e delle associazioni di categoria. Gli operatori devono portare protezioni, come elmetto, guanti, scarpe rinforzate, ecc. E' vietato fermarsi nella zona di pericolo.

Il mezzo di trasporto deve essere adatto al materiale trasportato. La superficie di carico deve essere libera da residui, che possano favorire lo slittamento di tubi e pezzi speciali. Il carico deve essere effettuato tenendo conto dei limiti ammissibili sia in termini di peso totale che di peso sui singoli assi del veicolo; anche nel caso di carico parziale, si deve fare attenzione ad una regolare ripartizione dei pesi. Il carico deve essere stivato in modo tale che il suo baricentro si trovi sopra l'asse longitudinale del veicolo; il baricentro deve essere tenuto il più basso possibile. Le sponde laterali dei veicoli stradali possono essere abbassate, se le dimensioni del materiale caricato lo richiedono.

I tubi vengono disposti sui mezzi di trasporto in orizzontale, parallelamente od ortogonalmente rispetto all'asse del veicolo, oppure in verticale. Nel trasporto ferroviario, si deve preferire la disposizione parallela all'asse del veicolo.

Tubi e pezzi speciali devono essere assicurati per il trasporto in modo tale da non compromettere la stabilità del carico. Il carico viene assicurato mediante sponde, pezzi di legno, cunei e - in caso di necessità - mediante reggiature addizionali con catene di ancoraggio, cinghie o funi di acciaio. I mezzi per assicurare il carico devono essere applicati in modo tale da evitare sollecitazioni concentrate in punti singoli. Si deve fare attenzione che catene, cinghie e funi di acciaio siano ben tesi.

Nel caso di disposizione dei tubi in strati sovrapposti, i tubi dello strato superiore possono essere collocati sopra tavole di legno squadrato, oppure nelle selle ricavate tra i tubi dello strato inferiore. Le tavole in legno devono essere disposte il più possibile una accanto all'altra ed assicurate con cunei anche nella parte inferiore. I cunei devono essere applicati alle tavole di legno in modo tale che non si possano muovere. Prima dell'uso, tavole e cunei devono essere accuratamente ispezionati. Nel trasporto su strada, la velocità deve essere fissata in relazione alle condizioni di traffico ed alle caratteristiche del carico e del veicolo. Nel trasporto fuori strada, si dovrà avere particolare riguardo alla natura del suolo, riducendo adeguatamente la velocità per evitare i danneggiamenti derivanti dai sobbalzi.

*Art. 41 - Tubazioni vibrocomprese in cemento*

Le fognature di raccolta delle acque meteoriche saranno realizzate con tubazioni di lunghezza non inferiore a mt 2,00 prefabbricate in calcestruzzo vibrocompresso a sezione circolare armata, con base piana d'appoggio e bicchiere esterno, con incastro a bicchiere e guarnizione di tenuta in gomma sintetica con profilo tipo DENSO CRET-BM, incorporata nel giunto durante la produzione, conforme alle norme UNI EN 681, atte a garantire la tenuta idraulica perfetta ed una pressione interna di esercizio  $\geq 0,5$  atmosfere. Le tubazioni saranno armate con gabbia rigida in acciaio, costituita ciascuna da spirale continua elettrosaldata a filanti longitudinali con passo e diametro idonei a resistere ai carichi di rottura previsti in progetto. Le tubazioni avranno sezione interna circolare e dovranno rispondere alle prescrizioni previste dalla normativa contenuta nella Norma UNI EN 1916, UNI 8520/2, UNI 8981, D.M. 12-12-1985 e circolare Ministero LL.PP. n°27291 del 02-03-1986 e D.M. 14-02-1992, esenti da fori passanti. La resistenza caratteristica a compressione del calcestruzzo non deve essere inferiore a 45 Mpa (450 kg/cmq). L'assorbimento d'acqua del calcestruzzo non dovrà superare il 6% della massa.

Le tubazioni dovranno essere prodotte e controllate, nelle varie fasi della produzione, da aziende in possesso di certificazione di Sistema Qualità Aziendale UNI EN ISO 9001:2000 certificato ICMQ e certificazione di prodotto secondo le norme UNI EN ISO 9000, o marcatura CE così come previsto dalla norma UNI EN 1916. Le aziende produttrici dovranno allegare, durante tutto il corso della fornitura, la documentazione di fabbrica inerente i controlli dimensionali, le prove distruttive e le prove di tenuta idraulica eseguite sulla fornitura stessa.

Le tubazioni dovranno essere poste in opera su base continua di calcestruzzo Rck 200 avente le dimensioni e l'armatura realizzata con rete elettrosaldata di acciaio Feb 44 K indicate nel progetto. La preparazione della base sul fondo dello scavo dovrà essere eseguita previa posa in opera di guide di precisione disposte trasversalmente all'asse di scavo, ad interasse non superiore a 4 m e di larghezza non inferiore alla larghezza del tubo per l'esatta determinazione delle pendenze e delle livellette. Per la collocazione di detti correnti è consigliabile fare uso di apparecchiature a raggio laser.

La tenuta idraulica delle giunzioni a bicchiere deve essere assicurata da guarnizioni elastomeriche di caratteristiche conformi alle norme UNI 4920 e DIN 4060. Il lubrificante impiegato per effettuare una corretta giunzione deve essere compatibile con la qualità della gomma stessa.

Nel caso in cui sia prevista l'immissione diretta di allacciamenti in PVC o gres l'impresa appaltatrice dovrà praticare con una carotatrice un foro a misura che consenta una giunzione a perfetta tenuta.

La movimentazione dei tubi e la posa negli scavi deve essere fatta con adeguati mezzi che garantiscano l'integrità del tubo e soprattutto della punta e del bicchiere.

La penetrazione della giunzione dovrà essere effettuata con mezzi idonei e adatti al tipo di tubo adottato, evitando tassativamente l'uso della benna o di altri mezzi di fortuna.

Gli elementi di fondo dei pozzetti dovranno essere posti in opera su base continua di calcestruzzo Rck 200 avente le dimensioni e l'armatura, realizzata con rete elettrosaldata di acciaio B450C indicate nel progetto

La giunzione degli elementi verticali sarà realizzata ad incastro con integrata guarnizione cellulare in elastomero secondo norma DIN 4060, UNI 4920 idonea per la perfetta tenuta idraulica sia dall'interno sia dall'esterno.

*Art. 42 - Condotte in polietilene*

Nella posa dei tubi in polietilene le saldature dovranno essere eseguite da personale specializzato in possesso di certificazione in conformità alla norma UNI 9737 rilasciata da Istituto o Centro di formazione autorizzato.

Le giunzioni di tubi e raccordi di polietilene mediante saldatura testa a testa devono essere eseguite in stretta conformità alla normativa UNI 10520.

Le giunzioni di tubi e raccordi di polietilene mediante saldatura per elettrofusione devono essere eseguite in stretta conformità alla normativa UNI 10521.

Tubi in Polietilene PE 100 con valori minimi di MRS (Minimum Required Strength) di 10 MPa, destinati alla distribuzione dell'acqua prodotti in conformità alla UNI EN 12201 del 2004, e a quanto previsto dal D.M. n. 174 del 06/04/2004 (sostituisce Circ. Min. Sanità n. 102 del 02/12/1978); dovranno essere contrassegnati dal marchio IIP dell'Istituto Italiano dei Plastici e/o equivalente marchio europeo, secondo quanto previsto dal "Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici 11 febbraio 1994, n. 109, e successive modifiche".

I tubi devono essere formati per estrusione, e possono essere forniti sia in barre che in rotoli.

La marcatura sul tubo richiesta dalle norme di riferimento avverrà per impressione chimica o meccanica, a caldo, indelebile.

Essa conterrà come minimo:

- nominativo del produttore e/o nome commerciale del prodotto;
- marchio di conformità IIP-UNI ( n.119)
- tipo di materiale ( PE 100);
- normativa di riferimento;
- diametro nominale;
- pressione nominale, SDR (Standard Dimension Ratio), Spessore;
- codice identificativo della materia prima come dalla tabella dell'IIP;
- data di produzione.

I tubi in rotoli devono inoltre riportare, ad intervallo di 1 metro lungo il tubo, un numero progressivo indicante la lunghezza metrica dello stesso.

Le tubazioni dovranno essere prodotte e controllate, nelle varie fasi della produzione, da aziende in possesso di certificazione di Sistema Qualità Aziendale UNI EN ISO 9001:2000 certificato ICMQ e certificazione di prodotto secondo le norme UNI EN ISO 9000, o marcatura CE così come previsto dalla norma UNI EN 1916. Le aziende produttrici dovranno allegare, durante tutto il corso della fornitura, la documentazione di fabbrica inerente i controlli dimensionali, le prove distruttive e le prove di tenuta idraulica eseguite sulla fornitura stessa.

#### *Art. 43 - Pozzetti*

I pozzetti d'ispezione, d'incrocio, di salto, di cacciata, di manovra, di sfiato di scarico e simili, saranno eseguiti secondo i disegni di progetto, sia che si tratti di manufatti realizzati in opera che prefabbricati.

Nel caso dei manufatti realizzati in opera, i gradini della scaletta dovranno essere ben fissati, posizionati in perfetta verticale, allineati fra loro ed in asse col foro del sovrastante passo d'uomo della copertura. Dovrà essere posta particolare cura per non danneggiare la protezione anticorrosiva dei gradini stessi e delle pareti del pozzetto, eventualmente prescritte.

I pozzetti prefabbricati di ispezione o di raccordo componibili, per fognature, in calcestruzzo vibrocompresso, dovranno sopportare le spinte del terreno e del sovraccarico stradale in ogni componente, realizzato con l'impiego di cemento ad alta resistenza ai solfati in cui le giunzioni degli innesti, degli allacciamenti e delle canne di prolunga dovranno essere a tenuta ermetica affidata, se non diversamente prescritto, a guarnizioni di tenuta in gomma sintetica con sezione area non inferiore a 10 cmq, con durezza di  $40 \pm 5^\circ$  IHRD conforme alle norme UNI 4920, DIN 4060, ISO 4633, pr EN 681.1, incorporate nel giunto in fase di prefabbricazione.

I gradini per scala di accesso dovranno essere conformi alla norma DIN 19555.

Le tolleranze dimensionali, controllate in stabilimento e riferite alla circolarità delle giunzioni, degli innesti e degli allacciamenti, dovranno essere comprese tra l'1 e il 2% delle dimensioni nominali: I pozzetti dovranno

essere a perfetta tenuta idraulica e tali da garantire il rispetto delle prescrizioni contenute nell'allegato 4 dei "criteri, metodologie e norme tecniche generali" di cui all'art. 2, lettere B), D), E), della Legge 10-05-1976, n. 319, recante le norme per la tutela delle acque.

Le solette di copertura verranno di norma realizzate fuori opera e saranno dimensionate, armate e realizzate in conformità alle prescrizioni progettuali ed ai carichi previsti in funzione della loro ubicazione.

#### *Art. 44 - Chiusini e griglie*

I chiusini e le griglie per la copertura dei pozzetti e delle canalette dovranno essere in ghisa sferoidale secondo le norme UNI EN 1433 e UNI 4544/79 con resistenza a rottura indicata negli elaborati progettuali comunque conforme alle norme UNI EN 124, prodotti in stabilimenti ufficialmente certificati a norma ISO 9001 e provvisti di certificato corrispondente.

I telai dei chiusini saranno di forma quadrata o rettangolare, delle dimensioni come da progetto, con fori e asole di fissaggio, muniti di guarnizione di tenuta in polietilene; i coperchi saranno di forma rotonda o quadrata a seconda dei vari tipi di manufatti, tuttavia con superficie tale da consentire al foro d'accesso una sezione minima corrispondente a quella di un cerchio del diametro di 600 mm; i coperchi saranno comunque muniti di chiave pentagonale con disegno antisdrucchiolo sulla superficie superiore e marcatura corrispondente al carico adottato.

Prima della posa in opera, la superficie di appoggio del chiusino dovrà essere convenientemente pulita e bagnata; verrà quindi steso un letto di malta, sopra il quale sarà infine appoggiato il telaio. La superficie superiore del chiusino dovrà trovarsi, a posa avvenuta, al perfetto piano della pavimentazione stradale.

Lo spessore della malta che si rendesse a tale fine necessario non dovrà tuttavia eccedere i 3 cm; qualora occorressero spessori maggiori, dovrà provvedersi in alternativa, a giudizio della Direzione dei Lavori, o all'esecuzione di un sottile getto di conglomerato cementizio, confezionato con inerti di idonea granulometria ed opportunamente armato, ovvero all'impiego di anelli di appoggio. I Chiusini potranno essere sottoposti a traffico non prima che siano trascorse 24 ore dalla loro posa. A giudizio della Direzione dei Lavori, per garantire la corretta collocazione altimetrica dei chiusini, dovranno essere impiegate armature di sostegno, da collocarsi all'interno delle camerette e da recuperarsi a presa avvenuta.

I chiusini e le griglie dovranno essere della classe di resistenza indicata a progetto; sono ammesse forniture con classe di resistenza superiore previa autorizzazione della D.L.

Il marchio del fabbricante deve occupare una superficie non superiore al 2% di quella del coperchio e non deve riportare nomi propri di persone, riferimenti geografici riferiti al produttore o messaggi chiaramente pubblicitari.

#### *Art. 45 - Scarifica di pavimentazione in conglomerato bituminoso*

La demolizione della pavimentazione in conglomerato bituminoso per l'intero spessore o per parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di frese a tamburo funzionanti a freddo, con nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

Tali attrezzature dovranno essere preventivamente approvate dalla Direzione Lavori relativamente a caratteristiche meccaniche, dimensioni e capacità produttiva; il materiale fresato dovrà risultare idoneo, ad esclusivo giudizio della stessa Direzione Lavori, per il reimpiego nella confezione di conglomerati bituminosi.

La demolizione dovrà rispettare rigorosamente gli spessori previsti in progetto o prescritti dalla Direzione Lavori e non saranno pagati maggiori spessori rispetto a quelli previsti o prescritti.

Se la demolizione interessa uno spessore inferiore a 15 cm, potrà essere effettuata con un solo passaggio di fresa; per spessori superiori a 15 cm si dovranno effettuare due passaggi di cui il primo pari ad  $\frac{1}{3}$  dello spessore totale, avendo cura di formare longitudinalmente sui due lati dell'incavo un gradino tra il primo ed il secondo strato demolito di almeno 10 cm.

Le superfici scarificate dovranno risultare perfettamente regolari in ogni punto, senza discontinuità che

potrebbero compromettere l'aderenza dei nuovi strati; i bordi delle superfici scarificate dovranno risultare verticali, rettilinei e privi di sgretolature.

La pulizia del piano di scarifica dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di spazzole rotanti e dispositivo aspiranti in grado di dare il piano depolverizzato.

Nel caso di pavimentazione su impalcati di opere d'arte, la demolizione dovrà eseguirsi con tutte le precauzioni necessarie a garantire la perfetta integrità della sottostante soletta; in questi casi potrà essere richiesta la demolizione con scalpello a mano con l'ausilio del martello demolitore.

Solamente quando previsto in progetto e in casi eccezionali, si potrà eseguire la demolizione della massiciata stradale, con o senza conglomerato bituminoso, anche su opere d'arte, con macchina escavatrice od analoga e nel caso in cui il bordo della pavimentazione residua debba avere un profilo regolare, per il taglio perimetrale si dovrà fare uso della sega clipper.

#### Art. 46 - Leganti bituminosi

Bitumi e leganti bituminosi dovranno essere conformi alla norma UNI EN 12591:2009 - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali.

#### 46.1 Leganti bituminosi semisolidi

Per leganti bituminosi semisolidi si intendono i bitumi per uso stradale costituiti sia da bitumi di base che da bitumi modificati.

##### 46.1.1 Bitumi di base

I bitumi di base per uso stradale sono quelli di normale produzione con le caratteristiche indicate in tab. 6.A impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi.

Le tabelle che seguono si riferiscono nella prima parte al prodotto di base così come viene prelevato nelle cisterne e/o negli stoccaggi, nella seconda parte al prodotto sottoposto all'invecchiamento artificiale; il Committente si riserva anche la possibilità di rilevare le caratteristiche elencate nella seconda parte per meglio valutare l'affidabilità di impiego dei leganti.

TABELLA 6.A		Bitume 50/70	Bitume 70/100
caratteristiche	U.M.	valore	
PRIMA PARTE			
penetrazione a 25° C	dmm	50-70	70-100
punto di rammollimento	° C	45-60	40-60
punto di rottura Fraass, min.	° C	≤-6	≤-8
ritorno elastico	%	-	-
stabilità allo stoccaggio tube test	°C	-	-
viscosità dinamica a 160° C	Pa x s	0,03-0,10	0,02-0,10
SECONDA PARTE - valori dopo RTFOT (*)			
incremento del punto di rammollimento	°C	≤ 9	≤ 9
penetrazione residua	%	≥40	≥50

(\*) Rolling Thin Film Oven Test

#### 46.1.2 Bitumi modificati

I bitumi di base di tipo 70-100 potranno essere modificati in raffineria o tramite lavorazioni successive mediante l'aggiunta di polimeri (elastomeri e loro combinazioni) effettuata con idonei dispositivi di miscelazione al fine di ottenere migliori prestazioni dalle miscele in due modi distinti:

in modo soft "SF" : modifica media con le caratteristiche riportate nella tabella 6.B

in modo hard "HD": modifica forte con le caratteristiche riportate nella tabella 6.B

Possono essere inoltre impiegati bitumi di base modifica "BM" opportunamente preparati per una successiva modifica.

I bitumi di tipo soft potranno essere impiegati nelle miscele normali (base, binder, usura) mentre dovranno essere tassativamente impiegati i bitumi di tipo hard nelle miscele speciali salvo diversa indicazione della Committente.

I bitumi dovranno essere conformi alla norma UNI EN 14023:2010 - Bitumi e leganti bituminosi - Quadro delle specifiche riguardanti i bitumi modificati da polimeri.

TABELLA 6.B - BITUMI MODIFICATI CON AGGIUNTA DI POLIMERI					
caratteristiche	U.M.	Base BM	Modifica Soft SF	2,5%-3,5%	Hard 4%-6% HD
penetrazione a 25° C	dmm	80-100	50-70		50-70
punto di rammollimento	° C	40-60	60-80		70-90
punto di rottura Fraass	° C	≤-8	≤ -10		≤ -12
ritorno elastico a 25° C	%	-	<sup>3</sup> 70		<sup>3</sup> 80
viscosità dinamica a 160° C	Pa x s	0,01-0,10	0,10-0,35		0,15-0,4
Stabilità allo stoccaggio tube test	°C	-	≤ 3 <sup>(°)</sup>		≤ 3 <sup>(°)</sup>
valori dopo RTFOT - Rolling Thin Film Oven Test					
penetrazione residua a 25° C	%	<sup>3</sup> 50	<sup>3</sup> 40		<sup>3</sup> 40
Incremento del punto di rammollimento	° C	≤ 9	£ 8		£ 5

(°)entrambi i valori del punto di rammollimento ottenuti per il tube test non devono differire dal valore di rammollimento di riferimento di più di 5°C

TABELLA 6.C - BITUMI MODIFICATI PER MANI D'ATTACCO		
<i>BITUME SOFT O HARD</i>		
caratteristiche	U.M.	valori
penetrazione a 25° C	dmm	50-70
punto di rammollimento	° C	60-90
punto di rottura Fraass	° C	≤ -10
viscosità dinamica a 160° C	Pa x s	0,10-0,4

#### 46.1.3 Emulsioni bituminose (cationiche non modificate) per mano di attacco

Le emulsioni bituminose possono essere impiegate come mano di attacco solo tra misto cementato e base, base-binder, binder e usure normali (per usure non aperte). Negli altri casi si usa bitume modificato hard

caratteristiche	unità di misura	Emulsioni a rapida rottura	Emulsioni a media velocità di rottura
contenuto d'acqua	% in peso	≤40	≤45
contenuto di bitume	% in peso	≥ 60	≥ 55
grado di acidità (pH)		2-5	2-5
caratteristiche del bitume estratto			
penetrazione a 25° C	dmm	50-120	100-150
punto di rammollimento	° C	≥ 40	≥ 40
punto di rottura Fraass	° C	≤ -8	≤ -8

Le emulsioni cationiche bituminose dovranno essere conformi alla UNI EN 13808:2013 - Bitumi e leganti bituminosi - Quadro di riferimento delle specifiche per le emulsioni cationiche bituminose

##### **46.1.3.1 Emulsioni bituminose modificate per lavori di riciclaggio a freddo**

Per legante si dovrà impiegare emulsione bituminosa acida modificata (con SBS e/o lattice) secondo i parametri della tabella 6D.

L'emulsione dovrà avere caratteristiche di stabilità/velocità di rottura adatte alla tecnologia del riciclaggio impiegata.

caratteristiche	unità di misura	valori
contenuto d'acqua	% in peso	≤40
contenuto di bitume	% in peso	≥ 60
grado di acidità (pH)		2-4
sedimentazione a 7 gg	%	< 10
caratteristiche del bitume estratto		
penetrazione a 25° C	dmm	50-70
punto di rammollimento	° C	55-75
punto di rottura Fraass	° C	≤ -10
Ritorno elastico	%	≥ 55

## **46.2 attivanti chimici funzionali (acf)**

Gli ACF sono composti chimici da utilizzare sempre nelle lavorazioni (a caldo e a freddo) in cui si reimpiegano materiali fresati.

Essi devono avere caratteristiche tali da modificare e migliorare le proprietà di adesione, suscettibilità termica, coesione, viscosità e resistenza all'invecchiamento del legante totale (vecchio + nuovo).

Il dosaggio sarà indicativamente dello 0,2%-0,8% in peso rispetto al legante totale, secondo indicazioni della DL ed in accordo con i Laboratori accreditati o con il CSS; a seconda dell'impiego l'additivo può essere disperso nell'acqua o nel legante di aggiunta (bitume od emulsione). Può anche essere aggiunto nel fresato, durante la fresatura, nel caso di impiego diretto.

I prodotti devono essere approvati dalla DL sulla base di specifiche prove eseguite dai Laboratori accreditati valutandone il dosaggio e l'efficacia, eventualmente con metodologie concordate e/o definite da CSS per la relativa accettazione.

Inoltre i prodotti devono essere accompagnati dalle schede tecniche che ne indicano caratteristiche, sicurezza e modalità di impiego, che potranno essere verificati anche con appositi test di cantiere.

Per la verifica delle effettive quantità impiegate, vanno fornite in copia alla DL le bolle di consegna.

## **46.3 Attivanti di adesione (dopes)**

Gli attivanti di adesione hanno la funzione di modificare le caratteristiche superficiali degli aggregati rendendoli idrofobi e allo stesso tempo di aumentare l'adesione inerte/bitume.

Gli attivanti di adesione (a volte compresi anche negli ACF) debbono essere impiegati nel caso si utilizzino aggregati ad elevato tenore in silice come quarziti, graniti ecc (per esempio porfido).

In generale gli attivanti di adesione danno vantaggi anche nel caso di lavorazioni eseguite in condizioni meteorologiche non favorevoli, con aggregati umidi, per pavimentazioni esposte a condizioni severe (temperature basse, frequente spargimento di sali fondenti ecc.).

Indicativamente si impiegano in ragione di 0,3 - 0,6 % in peso sul bitume a seconda della natura mineralogica dell'inerte, delle caratteristiche del legante (viscosità) e della miscela da realizzare.

In linea generale vanno aumentati per miscele aperte e/o bitumi a bassa viscosità e viceversa.

Gli attivanti possono essere dispersi nel bitume (preferibile) o spruzzati sugli aggregati.

I prodotti devono essere approvati dalla DL sulla base di specifiche prove eseguite dai Laboratori accreditati valutandone il dosaggio e l'efficacia, eventualmente con metodologie concordate e/o definite da CSS per la relativa accettazione.

Inoltre i prodotti devono essere accompagnati dalle schede tecniche che ne indicano caratteristiche, sicurezza e modalità di impiego, che potranno essere verificati anche con appositi test di cantiere.

Per la verifica delle effettive quantità impiegate, vanno fornite in copia alla DL le bolle di consegna

*Art. 47 - Fondazioni e basi stradali non legate*

## **47.1 Generalità e definizioni**

Lo strato di fondazione della sovrastruttura stradale sarà realizzato con misti granulari non legati costituiti da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego.

Lo spessore da assegnare agli strati è fissato dal progetto.

L'aggregato grosso è quello di dimensione d'uguale o maggiore di 1 mm e D maggiore di 2 mm, dove con d si indica la dimensione dello staccio inferiore e con D quella dello staccio superiore.

L'aggregato fine è quello di dimensione d'uguale a zero e D minore o uguale a 6.3 mm.

Le miscele potranno essere formate da materiale idoneo oppure da correggersi mediante l'aggiunta o la

sottrazione di determinate frazioni granulometriche, eseguita con adeguata attrezzatura in impianto fisso di miscelazione o altri sistemi al fine di migliorarne le proprietà fisico meccaniche.

## 47.2 Qualificazione dei materiali

### 47.2.1 Aggregati lapidei di primo impiego

L'aggregato grosso deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce di cava massive o di origine alluvionale, da elementi naturali a spigoli vivi o arrotondati; gli elementi possono essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella **Tabella 1**.

**Tabella 1** Requisiti dell'aggregato grosso dei misti granulari di primo impiego per strati di fondazione

Indicatori di qualità		Unità di misura	Valori limiti
Parametro	Normativa		
Resistenza alla frantumazione Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	≤ 35
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	63
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	%	>30
Resistenza al gelo disgelo (DSIa) ( 1 )	UNI EN 1367-1	%	≤ 30
( 1 ) In zone soggette al gelo			

L'aggregato fine deve essere costituito da elementi naturali o di frantumazione che possiedano le caratteristiche riassunte nella **Tabella 2**.

**Tabella 2** Requisiti dell'aggregato fine dei misti granulari di primo impiego per strati di fondazione

Indicatori di qualità		Unità di misura	Valori limiti
Parametro	Normativa		
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 40
Indice Plasticità	CNR-UNI 10014	%	N.P.
Limite Liquido	CNR-UNI 10014	%	≤ 25
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≤ 6

Prima dell'inizio dei lavori, ai fini dell'accettazione, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un laboratorio di fiducia dell'Amministrazione.

### 47.2.2 Miscele

La miscela di aggregati da adottarsi per la realizzazione degli strati di fondazione o di base non legati deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati in **Tabella 3**.

**Tabella 3.** Requisiti granulometrici della miscela

Serie stacci UNI (mm)	Passante totale in peso
56	100
22.4	70/100
11	-
8	30/70
4	23/55
2	15/40

0.5	8/25
0.063	2/15

L'aggregato non deve presentare forma appiattita, allungata o lenticolare. In ogni caso, la dimensione massima dell'aggregato non deve superare la metà dello spessore dello strato ed il rapporto tra il passante allo staccio UNI 0.063 mm ed il passante allo staccio UNI 0.5 mm deve essere inferiore a 2/3.

L'indice di portanza CBR, determinato secondo quanto prescritto dalla CNR-UNI 10009:64, dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante allo staccio UNI EN 20 mm), non deve essere minore del valore assunto per il calcolo della pavimentazione, che è pari a 80. È inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di  $\pm 2\%$  rispetto all'umidità ottimale di costipamento.

Il modulo resiliente ( $M_r$ ) della miscela impiegata deve essere maggiore di 250 MPa e può essere determinato applicando la norma AASHTO T294.

I diversi componenti e, in particolare, le sabbie devono essere del tutto privi di materie organiche, solubili, alterabili e friabili.

#### **47.2.2.1 Accettazione delle miscele**

La composizione delle miscele da adottare dovrà essere comunicata dall'Impresa alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione. Per ogni provenienza del materiale, ciascuna miscela proposta deve essere corredata da una documentazione dello studio di composizione effettuato; la documentazione deve comprendere i risultati delle prove sperimentali, effettuate presso un laboratorio di fiducia dell'Amministrazione attestanti il possesso dei requisiti elencati al paragrafo precedente. Lo studio di laboratorio deve comprendere la determinazione della curva di costipamento con energia AASHTO modificata (CNR 69/78) per l'individuazione del valore di riferimento della massa volumica secca massima della miscela ( $\gamma_s \max$ ).

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio delle miscele, l'Impresa deve rigorosamente attenersi ad esso.

#### **47.2.2.2 Confezionamento delle miscele**

L'Impresa deve indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, le aree ed i metodi di stoccaggio (con i provvedimenti che intende adottare per la protezione dei materiali dalle acque di ruscellamento e da possibili inquinamenti), il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.

#### **47.3 Esecuzione dei lavori**

Il piano di posa dello strato deve essere ripulito da materiale estraneo ed avere le quote, la sagoma ed i requisiti di compattezza richiesti. Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 25 cm e non inferiore a 10 cm;

Una volta costipato, il materiale dovrà presentarsi uniformemente miscelato in modo che non si verifichi la segregazione dei suoi componenti. Al fine di raggiungere l'umidità prescritta in funzione della massa volumica, potrà essere necessaria l'aggiunta di acqua, che dovrà effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori. La stesa andrà eseguita con finitrice o grader appositamente equipaggiato.

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato. Comunque, qualora dovessero verificarsi danni dovuti al gelo o un eccesso di umidità, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Impresa.

Il materiale pronto per il costipamento deve presentare in ogni punto la prescritta granulometria. Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla D.L. con una prova sperimentale di campo usando le miscele messe a punto per quel cantiere.

#### 47.4 Controlli

Per controllare la qualità dei materiali e la loro posa in opera, si eseguiranno prove di laboratorio sui materiali costituenti, sul materiale prelevato in sito al momento della stesa oltre che sullo strato finito.

##### 47.4.1 Controllo delle forniture

Le caratteristiche di accettazione dei materiali elencate al paragrafo "Qualificazione dei materiali" vanno verificate prima dell'inizio dei lavori e ogni qualvolta cambino i luoghi di provenienza del materiale naturale o i lotti omogenei dei materiali riciclati. Per ogni approvvigionamento omogeneo, la frequenza delle prove di attitudine deve rispettare, per ogni tipo di controllo da effettuare, i criteri quantitativi riportati nella **Tabella 4** per i misti naturali di primo impiego, salvo diverse e documentate prescrizioni da parte della Direzione dei Lavori

Tabella 4 Frequenza dei controlli e requisiti delle forniture dei misti granulari di primo impiego

Controllo	Ubicazione prelievo	Frequenza	Requisiti
Aggregato grosso	Impianto	Iniziale, poi ogni 6 mesi	Tabella
Aggregato fine	Impianto	Iniziale, poi ogni 6 mesi	Tabella
Granulometria miscela	Sito	Iniziale, poi giornaliera oppure ogni 1000 m <sup>3</sup> di stesa	Tabella

La granulometria delle miscele deve essere verificata giornalmente, prelevando il materiale in sito già miscelato, subito dopo aver effettuato il costipamento. Rispetto alla qualificazione delle forniture, nella curva granulometrica sono ammessi variazioni delle singole percentuali dell'aggregato grosso di  $\pm 5$  punti e di  $\pm 2$  punti per l'aggregato fine. In ogni caso non devono essere superati i limiti dei fusi assegnati (Tabella ). L'equivalente in sabbia (UNI EN 933-8) dell'aggregato fino deve essere verificato almeno ogni tre giorni lavorativi.

##### 47.4.2 Controlli prestazionali sugli strati finiti

Il livello prestazionale degli strati posti in opera può essere accertato, in relazione alle caratteristiche del materiale impiegato, attraverso il controllo dell'addensamento raggiunto, rispetto al riferimento desunto dalle prove AASHTO Mod. di laboratorio e attraverso il controllo della capacità portante.

Il controllo mediante misure di massa volumica del secco in sito (CNR B.U. n.22/72) può essere effettuato soltanto se, come previsto dalla norma CNR B.U. n.69/1978, la frazione di materiale trattenuta al setaccio da 20 mm UNI EN 932-2 non supera il 35% della massa totale. In questo caso il controllo può essere effettuato previa correzione della massa volumica del secco in sito per tenere conto della presenza di elementi lapidei di dimensioni maggiori di 20 mm:

$$\gamma_{d,sito} = \frac{P_d - P'_d}{V - V'}$$

$P_d$  : massa totale dopo essiccazione del materiale prelevato;

$V$  : volume totale occupato in sito dal materiale prelevato;

$P'_d$  : massa del secco della frazione trattenuta al staccio UNI EN 20 mm;

$V' = P'_d / \gamma_s$  : volume della frazione trattenuta al staccio UNI EN 20 mm;

$\gamma_s$  : massa volumica apparente della frazione trattenuta al staccio UNI EN 20 mm.

Quando per le caratteristiche dimensionali del materiale non sia possibile procedere al controllo prestazionale con misure di massa volumica (non essendo possibile determinare riferimenti rappresentativi

da prove di costipamento AASHTO Mod. di laboratorio), per valutare il grado di costipamento la Direzione Lavori può prescrivere l'esecuzione di prove di carico con piastra a doppio ciclo di carico (CNR B.U. 146/92) per la determinazione dei moduli di deformazione  $M_d$  e  $M'_d$ .

La determinazione del modulo  $M'_d$  al secondo ciclo di carico permette, in ogni caso, di ottenere più ampi elementi di giudizio sulla qualità meccanica degli strati posti in opera, ivi compresi quelli sottostanti lo strato provato. Il rapporto tra il valore del modulo di deformazione  $M'_d$  al secondo ciclo di carico ed il valore del modulo di deformazione  $M_d$  al primo ciclo di carico non dovrà, almeno nel 95% delle determinazioni, essere superiore ai limiti previsti nella Tabella per i rispettivi livelli di traffico.

#### **47.5 Portanza**

La misura della portanza deve accertare che le prestazioni dello strato finito soddisfino le richieste degli elaborati di progetto e siano conformi a quanto dichiarato prima dell'inizio dei lavori nella documentazione presentata dall'Impresa, ai sensi di quanto previsto al precedente paragrafo relativo all' "Accettazione delle miscele". La metodologia d'indagine impiegata dovrà essere tale da fornire parametri di controllo identici, o comunque direttamente confrontabili, con quelli utilizzati nel calcolo della pavimentazione. A tale scopo sono ammesse sia prove puntuali (prove di carico con piastra) per la determinazione del Modulo di deformazione ( $M_d$ ) dello strato, sia prove di deflessione ad elevato rendimento per la determinazione del Modulo elastico dinamico ( $M_{ed}$ ).

Il Modulo di deformazione ( $M_d$ ) dello strato deve essere quello inserito nel progetto della pavimentazione e viene determinato impiegando la metodologia indicata nella norma (CNR 146/92).

Il Modulo elastico dinamico ( $M_{ed}$ ) dello strato deve essere quello utilizzato nel progetto della pavimentazione e viene determinato mediante la misura della portanza dello stesso, effettuata con attrezzatura tipo Light Weight Deflectometer-LFWD, dotata di misuratori di abbassamento (deflessione) operanti su 3 punti di una linea a distanza prefissata dalla piastra di carico, nel modo qui di seguito descritto:

a) la massa battente da usare e l'altezza di caduta verranno stabilite, mediante prove da effettuare prima della misura, in modo da non lasciare deformazioni permanenti sotto la piastra; l'altezza di caduta o la massa battente, se ciò succede, dovranno essere ridotte fino ad avere una deformazione di tipo elastico;

b) le misure verranno effettuate nelle condizioni stabilite al punto precedente, controllando che comunque anche in altre zone di prova non si abbia deformazione plastica; il Modulo elastico dinamico dello strato di fondazione verrà calcolato interpretando le misure mediante specifico software di retrocalcolo di riconosciuta validità da parte dell'Amministrazione.

In assenza di specifiche indicazioni di progetto, che stabiliscano soglie minime diverse, i valori dei moduli di deformazione  $M_d$  (valutati attraverso prova di carico con piastra al primo ciclo di carico nell'intervallo tra 0,15 e 0,25 N/mm<sup>2</sup>) ed i valori dei moduli elastici dinamici  $M_{ed}$  non dovranno essere inferiore ai valori limite riportati nella Tabella .

Al momento della costruzione degli strati di pavimentazione sovrastanti tutti i valori di portanza dello strato di fondazione dovranno essere non inferiori ai valori limite previsti.

#### **47.6 Tolleranze sui risultati**

A discrezione della Direzione Lavori possono essere ammesse le seguenti tolleranze sui risultati delle prove di controllo.

Per ciascun tipo di prova, nel caso in cui il numero delle misure risulti inferiore a 5, come può avvenire per lavori di entità molto modesta, tutti i valori misurati debbono rispettare le soglie minime riportate nella suddetta Tabella .

Negli altri casi si può accettare che su n. 5 risultati di una stessa prova di controllo n. 1 possa non rispettare i valori minimi richiesti, purché lo scostamento da tali valori non ecceda:

- il 3%, per la misura del grado di addensamento;

- il 5%, per le misure dei moduli  $M_d$  e  $M'_d$ .

Per le prove deflettometriche ad alto rendimento la media dei valori del modulo elastico dinamico  $M_{ed}$  ricavata da almeno 12 determinazioni non dovrà essere inferiore ai valori minimi prestabiliti. Può essere tollerato uno scostamento da tali valori minimi purché lo scostamento stesso non ecceda il 10%.

#### 47.6.1 Tolleranze di esecuzione dei piani di progetto

Le superfici finite devono risultare perfettamente piane, con scostamenti rispetto ai piani di progetto non superiori a 10 mm, controllati mediante regolo rigido di 4 m di lunghezza (Norma UNI EN 13036-7/2004) disposto secondo due direzioni ortogonali.

Lo spessore medio dello strato finito deve essere quello previsto in Progetto, con una tolleranza del 5% purché tale differenza si presenti solo nel 20% dei rilievi effettuati.

Salvo documentata diversa prescrizione della Direzione Lavori, la frequenza delle prove deve rientrare negli intervalli indicati in **Tabella 5**.

Tabella 5. Frequenza dei controlli e requisiti prestazionali degli strati finiti

CONTROLLI	Valori limiti	FREQUENZA
Grado di addensamento $y_d/y_{dmax}$ , laboratorio [%]	☐ 98 % AASHTO Mod.	Ogni 1.000 m <sup>2</sup> di stesa
Rapporto $M_d / M'_d$	☐ 2,0	Ogni 1.000 m <sup>2</sup> di stesa
Modulo di deformazione $M_d$ [N/mm <sup>2</sup> ]	☐ 90	Ogni 1.000 m <sup>2</sup> di stesa
Modulo elastico dinamico equivalente $M_{ed}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	☐ 180	Ogni 250 m <sup>2</sup> di stesa
Spessore degli strati	spessore di progetto	Ogni 500 m <sup>2</sup> di stesa
Scostamento con regolo da 4 m	< 10 mm dai piani di Progetto	Ogni 500 m di stesa

*Art. 48 - Strati della pavimentazione in conglomerato bituminoso a caldo*

#### 48.1 Generalità e definizioni

I conglomerati bituminosi a caldo sono miscele, dosate a peso o a volume, costituite da aggregati lapidei di primo impiego, bitume, additivi ed eventualmente conglomerato riciclato.

Essi si distinguono in conglomerati bituminosi “tradizionali”, se confezionati con bitume semisolido (tal quale) e conglomerati bituminosi ad elevate prestazioni, se confezionati con bitume modificato.

#### 48.2 Qualificazione dei materiali

##### 48.2.1 Aggregati

Gli aggregati lapidei di primo impiego risultano composti dall’insieme degli aggregati grossi, degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fine o di additivazione: tali aggregati, insieme all’eventuale conglomerato riciclato, costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi.

##### 48.2.1.1 Aggregato grosso

Designazione attribuita agli aggregati di dimensione  $d$  uguale o maggiore di 1 mm e  $D$  maggiore di 2 mm, dove con  $d$  si indica la dimensione dello staccio inferiore e con  $D$  quella dello staccio superiore.

Deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati, da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nelle **Tabella 29** e **Tabella 30**.

**Tabella 29** Requisiti dell'aggregato grosso per strato di base

Indicatori di qualità			VALORE
Parametro	Normativa	Unità di misura	
Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	⊕ 25
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	≥ 90
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	30
Resistenza al gelo ( $\Delta S_{LA}$ )	UNI EN 1367-1	%	⊕ 30
Spogliamento	UNI EN 12697-11	%	≤ 5
Passante allo 0,063	UNI EN 933-1	%	≤ 1

**Tabella 30** Requisiti dell'aggregato grosso per strato di binder

Indicatori di qualità			VALORE
Parametro	Normativa	Unità di misura	
Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	⊕ 25
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	≥ 90
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	20
Resistenza al gelo ( $\Delta S_{LA}$ )	UNI EN 1367-1	%	⊕ 30
Spogliamento	UNI EN 12697-11	%	≤ 5
Passante allo 0,063	UNI EN 933-1	%	≤ 1
Indice appiattimento	UNI EN 933-3,4	%	⊕ 25
Porosità	UNI EN 1936	%	⊕ 1,5

Per la miscela di aggregato grosso utilizzata negli strati di usura deve essere misurato il valore di CLA per ogni pezzatura utilizzata, compresa la sabbia (roccia di provenienza) ed il fresato: il valore di CLA misurato sulle singole pezzature, escluso il passante a 6.3 mm, deve essere ≥ 40. Il valore del CLA medio di riferimento della miscela di inerti > 2 mm, indicato in **Tabella 31**, viene calcolato con la seguente procedura:

- Si misura la massa volumetrica apparente di tutte le pezzature escludendo il passante a 2 mm;
- La somma delle percentuali d'impiego per la costruzione della curva granulometrica di progetto di ogni singola pezzatura viene riportata a 100%, in quanto mancanti del passante a 2 mm;
- Le nuove percentuali d'impiego vengono trasformate in percentuali volumetriche utilizzando le masse volumetriche apparenti, determinate all'inizio della procedura, e vengono riportate anch'esse a 100% ;
- Il valore CLA viene calcolato dalla sommatoria dei prodotti delle percentuali volumetriche di ogni pezzatura utilizzata (compresa la sabbia) per il relativo valore di CLA, divisi per 100 ( $\sum CLA_i \cdot MVA_i / 100$ ).

Nello strato di usura, per ottenere i valori di CLA medio, la miscela finale degli aggregati potrà contenere una frazione grossa di natura basaltica o porfirica. In alternativa all'uso del

basalto o del porfido si possono utilizzare inerti porosi naturali (vulcanici) od artificiali (argilla espansa "resistente" o materiali simili, scorie d'altoforno, loppe, ecc.) ad elevata rugosità superficiale ( $CLA \geq 50$ ) di pezzatura 5/15 mm, in percentuali in peso comprese tra il 20% ed il 30% del totale, ad eccezione dell'argilla espansa che deve essere di pezzatura 5/10 mm, con percentuale di impiego in volume compresa tra il 25% ed il 35% degli inerti che compongono la miscela.

**Tabella 31 Requisiti dell'aggregato grosso per strato di usura**

Indicatori di qualità			VALORE
Parametro	Normativa	Unità di misura	
Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	≥ 20
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	= 100
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	15
Resistenza al gelo (FSLA)	UNI EN 1367-1	%	≥ 30
Spogliamento	UNI EN 12697-11	%	0
Passante allo 0,063	UNI EN 933-1	%	≤ 1
Indice appiattimento	UNI EN 933-3,4	%	≥ 25
Porosità	UNI EN 1936	%	≥ 1,5
CLA	UNI EN 1097-8	%	≥ 40

**48.2.1.2 Aggregato fine**

Designazione attribuita agli aggregati di dimensione d uguale a zero e D minore o uguale a 6,3 mm. Deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione e possedere le caratteristiche riassunte nelle **Tabella 32**, **Tabella 33** e **Tabella 34**.

**Tabella 32 Requisiti dell'aggregato fine per strato di base**

Indicatori di qualità			VALORE
Parametro	Normativa	Unità di misura	
Equivalente in Sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 50
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	N.P.
Limite Liquido	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	≤ 25

**Tabella 33 Requisiti dell'aggregato fine per strato di binder**

Indicatori di qualità			VALORE
Parametro	Normativa	Unità di misura	
Equivalente in Sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 60
Passante allo 0,063	UNI EN 933-1	%	≤ 2
Quantità di frantumato	CNR 109/85	%	≥ 50

**Tabella 34 Requisiti dell'aggregato fine per strato di usura**

Indicatori di qualità			VALORE
Parametro	Normativa	Unità di misura	
Equivalente in Sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 70
Passante allo 0,063	UNI EN 933-1	%	≤ 3
Quantità di frantumato	CNR 109/85	%	≥ 50

Il filler è la frazione passante allo staccio 0,063 mm e proviene dalla frazione fine degli aggregati; può essere costituito, inoltre, da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. In ogni caso, il filler per conglomerati bituminosi a caldo tradizionali deve soddisfare i requisiti indicati in **Tabella 35**.

**Tabella 35 Requisiti del filler**

Indicatori di qualità			Strato pavimentazione
Parametro	Normativa	Unità di misura	Base, Binder
Spogliamento	UNI EN 12697-11	%	≤ 5
Passante allo 0,18	UNI EN 933-1	%	100
Passante allo 0,063	UNI EN 933-1	%	≥ 80
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12		N.P.
Vuoti Rigden	UNI EN 1097-4	%	30-45
Stiffening Power Rapporto filler/bitume = 1,5	UNI EN 13179-1	ΔPA	≥ 5

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre, la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio di fiducia dell'Amministrazione.

#### 48.2.2 Conglomerato riciclato

Per conglomerato riciclato si intende quello proveniente dalla frantumazione in frantoio di alveolari o blocchi di conglomerato demolito con sistemi tradizionali, oppure dalla fresatura in sito eseguita con idonee macchine (preferibilmente a freddo). Per ogni lavorazione, le percentuali in peso di materiale fresato definito di "integrazione", riferite al totale della miscela degli inerti, devono essere comprese nei limiti riportati nella **Tabella 36**.

**Tabella 36 Composizioni indicative dei formulati per conglomerati bituminosi**

COMPOSIZIONE				
Tipi di Conglomerato	Strati di impiego	Materiali freschi (% di impiego nella miscela)	Materiali fresati (% di impiego nella miscela)	Attivanti Chimici Funzionali [A.C.F.] (% in peso riferito al bitume)
CB "Normali"	Base	≥ 70	< 30	< 10
	Binder	≥ 75	≥ 25	≥ 5
	Usura	≥ 80	≥ 20	≥ 5
CB "Elevate prestazioni"	Base	> 80	< 20	0
	Binder	≥ 85	≥ 15	0
	Usura	≥ 90	≥ 10	0

La provenienza del conglomerato riciclato può essere diversa a seconda dello strato per il quale verrà impiegato:

- per lo strato di base può essere utilizzato conglomerato riciclato di qualsiasi provenienza (usura, binder, base);
- per il binder può essere impiegato materiale proveniente da vecchi strati di collegamento ed usura;
- per lo strato di usura, infine, si può utilizzare materiale proveniente solo da questo strato

La percentuale e la provenienza del conglomerato riciclato da impiegare deve essere obbligatoriamente dichiarata nello studio di progetto della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori.

#### 48.2.3 Legante

##### 48.2.3.1 Bitume semisolido (tal quale)

I bitumi sono composti organici costituiti sostanzialmente da miscele di idrocarburi, completamente solubili in solfuro di carbonio e dotati di capacità legante.

I leganti bituminosi semisolidi impiegati senza alcun trattamento sono quei bitumi per uso stradale di normale produzione di raffineria impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi a caldo tradizionali.

Il bitume da impiegare per lo strato di base deve essere del tipo 50/70 con le caratteristiche indicate nella **Tabella 37**.

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati: essa sarà rilasciata dal produttore o da un Laboratorio di fiducia dell'Amministrazione.

#### 48.2.3.2 **Bitumi modificati con additivi**

I bitumi modificati rappresentano quei leganti per uso stradale di nuova generazione, che garantiscono una maggiore durata a fatica delle miscele bituminose rispetto a quelle impieganti bitumi di base o che riducono l'attitudine alla deformazione permanente dei conglomerati o consentono di ottenere altri risultati non raggiungibili con l'impiego di bitumi semisolidi tal quali. Essi sono bitumi semisolidi contenenti polimeri elastomerici e/o plastomerici che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisiche e meccaniche.

**Tabella 37. Requisiti del bitume semisolido tal quale per conglomerati bituminosi tradizionali**

BITUME TAL QUALE			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Tipo 50/70
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	50-70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	46-56
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≥ - 8
Solubilità	UNI EN 12592	%	≥ 99
Viscosità dinamica a 160°C	UNI EN 12596	Pa·s	≥ 0,15
Valori dopo RTFOT			
Volatilità	UNI EN 12607-1	%	≥ 0,5
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	≥ 50
Incremento del punto di Rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 9
(*) Rolling Thin Film Oven Test (UNI EN 12607-1)			

La loro produzione avviene in impianti industriali dove vengono intimamente miscelati i bitumi base modifica con polimeri di natura elastomerica e/o plastomerica e/o altre tipologie di modifica.

I bitumi modificati, in funzione del tipo di modifica, vengono così definiti:

- Bitume con modifica "MEDIUM" ;
- Bitumi con modifica "HARD".

Per i bitumi modificati, sia " MEDIUM " che "HARD", il produttore deve certificare le seguenti caratteristiche: penetrazione a 25°C, punto di rammollimento, recupero elastico a 25°C e la stabilità allo stoccaggio. La certificazione deve accompagnare tassativamente il quantitativo trasportato.

Il produttore deve, inoltre, indicare, nella stessa modulistica di certificazione del prodotto trasportato, le condizioni di temperatura da attuare per le operazioni di: pompaggio, stoccaggio e di lavorazione (miscelazione).

La produzione di bitumi modificati "MEDIUM" può avvenire anche agli impianti di fabbricazione dei

conglomerati bituminosi, certificati in Qualità, purché i bitumi prodotti abbiano le caratteristiche richieste nella **Tabella 38**. In questo caso sul bitume base modifica devono essere controllati almeno i valori del punto di rammollimento P.A. e della penetrazione a 25°C.

#### 48.2.3.3 Bitumi con modifica MEDIUM

I bitumi con modifica MEDIUM possono essere impiegati nelle miscele per strati di base e vanno usati quando i bitumi tal quali non rientrano nelle caratteristiche richieste o non consentano di ottenere le volute prestazioni dei conglomerati bituminosi per tali strati. La modifica deve conseguire sul legante i risultati riportati nella **Tabella 38**.

#### 48.2.3.4 Bitumi con modifica HARD

I bitumi a modifica "HARD", pur essendo utilizzabili in tutte le miscele, sono però utilizzati per la realizzazione del conglomerato bituminoso per gli strati di binder e di usura. La modifica deve conseguire sul legante i risultati riportati nella **Tabella 38**.

Tabella 38. Requisiti dei bitumi con modifica MEDIUM e HARD per conglomerati bituminosi ad elevate prestazioni

Bitume			Modifica MEDIUM	Modifica HARD
Parametro	Normativa	unità di misura		
Penetrazione a 25°C	EN 1426	dmm	35-50	50/70
Punto di rammollimento	EN 1427	°C	≥ 58	≥ 70
Punto di rottura (Fraass)	EN 12593	°C	≥ - 8	≥ - 15
Viscosità dinamica a 160°C, $\eta = 10s^{-1}$	PrEN 13072-2	Pa $\eta$ s	≥ 0,25	≥ 0,4
Ritorno elastico a 25 °C	EN 13398	%	≥ 50%	≥ 75%
Stabilità allo stoccaggio 3gg a 180°C			≥ 3	≥ 3
Variazione del punto di Rammollimento	EN 13399	°C		
Valori dopo RTFOT	EN 12607-1			
Volatilità	EN 12607	%	≥ 0,8	≥ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	EN1426	%	≥ 60	≥ 60
Incremento del punto di Rammollimento	EN1427	°C	≥ 5	≥ 5

#### 48.2.3.5 Certificazione di qualità

I bitumi modificati da impiegare nelle lavorazioni, devono essere forniti da Produttori "Certificati in Qualità" che dimostrino la disponibilità di un efficiente sistema per il controllo qualitativo della produzione.

Le verifiche di rispondenza, in conformità a quanto previsto dalle Norme UNI EN ISO 9002/94, devono essere certificate da Enti riconosciuti, in conformità alla Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n° 2357 del 16.05.1996 (Gazzetta Ufficiale n° 125 del 30.05.1996).

La D.L. potrà effettuare in contraddittorio ed a spese dell'Impresa, in ogni momento a suo insindacabile giudizio, in cantiere, alla stesa ed in impianto, prelievi e controlli sul prodotto finito.

La non rispondenza dei requisiti, comporta, dopo eventuale ulteriore verifica, la sospensione dei lavori sino alla risoluzione delle anomalie rilevate e/o l'applicazione delle penali previste.

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati. Tale certificazione sarà rilasciata dal produttore o da un Laboratorio di fiducia dell'Amministrazione.

#### 48.2.4 Additivi

Per migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi si aggiungono agli aggregati o al bitume dei prodotti naturali o artificiali che prendono il nome di additivi.

##### 48.2.4.1 Attivanti d'adesione

Gli attivanti d'adesione sono additivi tensioattivi che favoriscono l'adesione bitume - aggregato, utilizzati per migliorare la durabilità all'acqua delle miscele bituminose.

Il loro dosaggio va specificato obbligatoriamente nello studio della miscela e può variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto. La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua riportate nelle **Tabella 29**, **Tabella 30** e **Tabella 39**. L'attivante di adesione scelto deve presentare, in ogni caso, caratteristiche chimiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180 °C) per lunghi periodi (15 giorni). Per immettere le sostanze tensioattive nel bitume devono essere impiegate attrezzature idonee, al fine di garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.

La presenza ed il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume vengono verificati mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile.

##### 48.2.4.2 Attivanti chimici funzionali

Gli attivanti chimici funzionali (ACF) sono prodotti studiati appositamente per migliorare la tecnologia del riciclaggio e/o l'impiego di riciclati in miscele tradizionali. Essi sono impiegati per rigenerare le caratteristiche del bitume invecchiato contenuto nel conglomerato bituminoso da riciclare e devono avere le caratteristiche chimico-fisiche riportate nella **Tabella 39**. Il dosaggio varia in funzione della percentuale di conglomerato riciclato e delle caratteristiche del bitume in esso contenuto e può essere determinato utilizzando la procedura riportata nella nota<sup>1</sup>.

**Tabella 39 Requisiti degli Attivanti Chimici Funzionali (ACF)**

Attivanti Chimici Funzionali (ACF)			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore

<sup>1</sup> La quantità di ACF da impiegare dipende dalla percentuale teorica del bitume nuovo da aggiungere che si determina mediante la seguente espressione:  
$$P_n = P_t - (P_v \times P_r)$$

dove

$P_n$  = percentuale di legante nuovo da aggiungere riferita al totale degli inerti;

$P_t$  = percentuale totale di bitume nella miscela di inerti nuovi e conglomerato di riciclo;

$P_v$  = percentuale di bitume vecchio (preesistente) riferita al totale degli inerti;

$P_r$  = frazione di conglomerato riciclato rispetto al totale della miscela.

Il valore di  $P_t$  viene determinato con l'espressione:

$$P_t = 0,035 a + 0,045 b + cd + f$$

dove:

$P_t$  = % di bitume in peso riferita alla miscela totale, espressa come numero intero;

$a$  = % di aggregato trattenuto allo staccio UNI 2 mm;

$b$  = % di aggregato passante allo staccio UNI 2 mm e trattenuto allo staccio 0,063 mm;

$c$  = % di aggregato passante allo staccio 0,063 mm;

$d$  = 0,15 per un passante allo staccio 0,063 mm compreso tra 11 e 15;

$d$  = 0,18 per un passante allo staccio 0,063 mm compreso tra 6 e 10;

$d$  = 0,20 per un passante allo staccio 0,063 mm  $\leq$  6;

$f$  = parametro compreso normalmente fra 0,3 e 0,8, variabile in funzione dell'assorbimento degli inerti.

Si procede quindi a costruire, in un diagramma viscosità (a 60 °C) - percentuale di rigenerante (rispetto al legante nuovo), una curva di viscosità con almeno tre punti misurati:

$K$  = viscosità della miscela composta dal bitume estratto (metodo ASTM D5404-97) e dal bitume aggiunto nelle proporzioni determinate con le formule precedenti, senza rigenerante.

$M$  = viscosità della miscela bitume estratto più bitume aggiunto in cui una parte del bitume nuovo è sostituita dall'agente rigenerante nella misura del 10% in peso rispetto al bitume aggiunto.

$F$  = viscosità della miscela simile alla precedente in cui una parte del bitume nuovo è sostituita dall'agente rigenerante nella misura del 20% in peso rispetto al bitume aggiunto. La percentuale di rigenerante necessaria si ottiene da questo diagramma mediante interpolazione lineare alla viscosità di 2000 Pa\*s.

Densità a 25/25°C	ASTM D - 1298		0,900 - 0,950
Punto di infiammabilità v.a.	ASTM D - 92	°C	200
Viscosità dinamica a 160°C, $\eta = 10s-1$	SNV 671908/74	Pa s	0,03 - 0,05
Solubilità in tricloroetilene	ASTM D - 2042	% in peso	99,5
Numero di neutralizzazione	IP 213	mg/KOH/g	1,5-2,5
Contenuto di acqua	ASTM D - 95	% in volume	1
Contenuto di azoto	ASTM D - 3228	% in peso	0,8 - 1,0

## 48.2.5 Miscele

### 48.2.5.1 Composizione delle miscele

La composizione indicativa delle miscele di tipo tradizionale sono riportate nella **Tabella 36**. La miscela degli aggregati di primo impiego e del conglomerato da riciclare, da adottarsi per i diversi strati, deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati in **Tabella 40**. La percentuale di legante totale (compreso il bitume presente nel conglomerato da riciclare attivato con ACF), riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa tabella.

La quantità di bitume nuovo di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico. Le caratteristiche richieste per i diversi strati sono riportate nella **Tabella 41**, **Tabella 42**.

**Tabella 40. Requisiti granulometrici delle miscele di aggregati**

Serie stacci UNI (mm)		Base	Binder	Usura
		A		
Staccio	31,5	100	-	-
Staccio	20	70 – 95	100	
Staccio	16	-	80 – 100	100
Staccio	12,5	45 – 70	65 – 90	90-100
Staccio	8	35 – 58	50 – 73	70-90
Staccio	4	27– 45	35 – 55	40-55
Staccio	2	20 – 35	25 – 38	25-38
Staccio	0,5	7 – 21	11 – 21	12-21
Staccio	0,25	4 – 15	6 – 16	9-16
Staccio	0,125	4 – 10	4 – 10	6-11
Staccio	0,063	4 – 8	4 – 8	6-10
% di bitume		4,0 – 5,5	4,5 – 6,0	4,8 – 6,3

**Tabella 41. Requisiti delle miscele di conglomerato studiate con metodo volumetrico**

METODO VOLUMETRICO	Strato pavimentazione			
Condizioni di prova	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Angolo di rotazione		1,25° ± 0,02		
Velocità di rotazione	rotazioni/min	30		
Pressione verticale	kPa	600		
Diametro del provino	Mm	150	100	100
Risultati richiesti				
Vuoti a 10 rotazioni	%	10 – 14	10 – 14	10-14

Vuoti a 100 rotazioni <sup>(2)</sup>	%	3 – 5	3 – 5	4-6
Vuoti a 180 rotazioni	%	> 2	> 2	>2
<sup>(2)</sup> La densità ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D <sub>G</sub>				

In aggiunta a quanto sopra, per gli strati di base e per quelli di binder ad alte prestazioni, sui provini confezionati al 98% della D<sub>G</sub> deve essere sperimentalmente determinato un opportuno parametro di rigidità (modulo resiliente, UNI EN 12697-26:2003) che alla temperatura di 20°C e alla frequenza di 15 Hz deve essere maggiore di 6500 MPa. Sugli stessi provini, viene controllata la deformabilità viscoplastica con prove a carico costante (UNI EN 12697-25). Il parametro J1 a 10 °C e il parametro Jp a 40 °C determinati in sede di qualificazione, costituiranno i valori di riferimento per i controlli sulla miscela in fase di esecuzione.

**Tabella 42. Requisiti meccanici delle miscele per strati di usura, binder e base**

Requisiti meccanici	Unità di misura	Bitume tal quale	Bitume Medium e Hard
Resistenza a trazione indiretta a 25°C <sup>(2)</sup> (UNI EN 12697-23)	N/mm <sup>2</sup>	> 0,6	> 0,9
Coefficiente di trazione indiretta <sup>2</sup> a 25 °C <sup>(2)</sup> (UNI EN 12697-23)	N/mm <sup>2</sup>	>50	>90
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25	≤ 25
<sup>(2)</sup> Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria			

#### 48.2.5.2 Accettazione delle miscele

Prima dell'inizio delle lavorazioni, l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, lo studio di progetto della miscela che intende adottare, in originale e firmato dal responsabile dell'Impresa. Esso deve essere corredato da una completa documentazione degli studi effettuati e contenere i risultati delle prove di accettazione e d'idoneità delle miscele di progetto e di tutti gli elementi che la compongono (aggregati, leganti, additivi). Durante i lavori l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente alla formulazione di progetto accettata, operando i controlli di produzione e di messa in opera secondo il Sistema di Qualità da essa adottato.

La D.L., in contraddittorio con l'impresa, in ogni momento e a suo insindacabile giudizio, in cantiere, alla stesa ed in impianto, potrà effettuare prelievi, controlli, misure e verifiche sia sui singoli componenti della miscela che sul prodotto finito, sulle attrezzature di produzione, accessorie e di messa in opera. L'esito positivo dei suddetti controlli e verifiche non elimina le responsabilità dell'Impresa sull'ottenimento dei risultati finali del prodotto in opera che sono espressamente richiamati in questo articolo.

#### 48.2.6 Tolleranze sui risultati

Nella curva granulometrica sono ammessi scostamenti delle singole percentuali dell'aggregato grosso di ± 5 punti percentuali per lo strato di base e di ± 3 punti percentuali per lo strato di binder; sono ammessi scostamenti dell'aggregato fine contenuti in ± 2 punti percentuali; scostamenti del passante allo staccio UNI 0,063 mm contenuti in ± 1,5 punti percentuali. Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di ± 0,25%. I precedenti valori devono essere rispettati sia dalle miscele prelevate alla stesa, sia dalle carote prelevate in sito, tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

2

Coefficiente di trazione indiretta:  $CTI = \pi/2 \cdot D \cdot Rt / Dc$

dove:

D = dimensione in mm della sezione trasversale del provino

Dc = deformazione a rottura

Rt = resistenza a trazione indiretta

### 48.3 Esecuzione dei lavori

#### 48.3.1 Confezionamento delle miscele

Il confezionamento del conglomerato deve essere eseguito in impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

Al fine di garantire il perfetto essiccamento e l'uniforme riscaldamento della miscela, nonché una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati, la produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità. Si possono impiegare anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

In ogni caso, l'impianto deve garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione; ogni impianto deve, poi, assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

Se è previsto l'impiego di conglomerato riciclato, l'impianto deve essere attrezzato per il riscaldamento separato del materiale riciclato ad una temperatura compresa tra 90°C e 110°C.

Per evitare che sostanze argillose e ristagni di acqua possano compromettere la pulizia degli aggregati, la zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata; inoltre, i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori deve essere eseguita con la massima cura.

Lo stoccaggio del conglomerato bituminoso riciclato deve essere al coperto. L'umidità del conglomerato riciclato prima del riscaldamento deve essere comunque inferiore al 4%. Nel caso di valori superiori l'impiego del riciclato deve essere sospeso.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 160°C e 180° C e quella del legante tra 150° C e 170° C.

Gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati per consentire la verifica delle suddette temperature.

#### 48.3.2 Preparazione delle superfici di stesa

La preparazione delle superfici di stesa va eseguita prima della realizzazione di uno strato di conglomerato bituminoso allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose aventi caratteristiche specifiche. A seconda che lo strato di supporto sia in misto granulare oppure in conglomerato bituminoso la lavorazione corrispondente prenderà il nome rispettivamente di mano di ancoraggio e mano d'attacco.

Per mano di ancoraggio si intende l'applicazione di emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità sopra uno strato in misto granulare prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso allo scopo di riempire i vuoti dello strato non legato irrigidendone la parte superficiale e fornendo, al contempo, una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglomerato bituminoso.

Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica al 55%, le cui caratteristiche sono riportate in **Tabella 43**, applicata con un dosaggio di bitume residuo almeno pari a 1,0 kg/m<sup>2</sup>.

Per mano d'attacco si intende l'applicazione di una emulsione bituminosa a rottura media oppure rapida (in funzione delle condizioni di utilizzo) al di sopra di una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato, con lo scopo di evitare possibili scorrimenti relativi aumentando l'adesione

all'interfaccia tra i due strati.

Il dosaggio del materiale da impiegare, nonché le sue caratteristiche, variano a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione: nel caso di nuove costruzioni, si utilizzerà una emulsione bituminosa cationica (al 60% oppure al 65% di legante), le cui caratteristiche sono riportate in **Tabella 43** dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,30 kg/m<sup>2</sup>. Se il nuovo strato deve essere realizzato sopra una pavimentazione esistente è consigliato l'utilizzo di una emulsione bituminosa modificata avente le caratteristiche riportate in **Tabella 43** dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,35 kg/m<sup>2</sup>.

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

Nel caso in cui il conglomerato bituminoso debba essere steso su pavimentazione precedentemente fresata, è ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche e modificate maggiormente diluite (fino ad un massimo del 55% di bitume residuo) a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) e le prestazioni richieste rispettino gli stessi valori riportati nella **Tabella 43** per ciascun tipo di emulsione.

Prima dell'inizio dei lavori, ai fini dell'accettazione del legante per mani d'attacco, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati.

**Tabella 43. Requisiti delle emulsioni bituminose cationiche per mani di ancoraggio e di attacco**

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	di	Modificata 70%	Cationica		
					55%	60%	65%
Polarità	UNI EN 1430			> 0	> 0	> 0	> 0
Contenuto di acqua % peso	UNI EN 1428	%		30 ± 1	45 ± 2	40 ± 2	35 ± 2
Contenuto di bitume+flussante	UNI EN 1431	%		70 ± 1	55 ± 2	60 ± 2	65 ± 2
Flussante (%)	UNI EN 1431	%		0	1-6	1-4	1-4
Viscosità Engler a 20 °C	UNI EN 12846	°E		> 20	2-6	5-10	15-20
Sedimentazione a 5 gg	UNI EN 12847	%		< 5	< 5	< 10	< 8
Residuo bituminoso							
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	dmm		50-70	> 70		
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C		> 65	> 35	> 40	> 40
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	%		> 75			

#### 48.3.3 Posa in opera delle miscele

I conglomerati bituminosi saranno posti in opera mediante macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento; in ogni caso, le vibrofinitrici devono lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella fase di stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due finitrici: qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica 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 devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

Si devono programmare e realizzare le sovrapposizioni dei giunti longitudinali tra i vari strati in maniera tale che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce

della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il conglomerato dovrà essere trasportato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni; inoltre, la temperatura della miscela all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

Qualora le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro, si dovrà procedere alla sospensione della stesa: gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e deve essere condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati.

Per gli strati di base e di binder possono essere utilizzati anche rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Al termine della compattazione la percentuale dei vuoti della miscela non dovrà essere maggiore del 2% rispetto a quella di progetto.

La compattazione deve essere condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

A compattazione ultimata, la superficie degli strati deve presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni in modo tale che un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato vi aderisca uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

Si potrà procedere alla stesa della miscela bituminosa dello strato di base solo dopo che sia stata accertata, da parte della Direzione Lavori, la rispondenza della fondazione ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

La miscela bituminosa del binder verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

#### **48.4 Controlli**

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e in sito.

##### **48.4.1 Controllo delle forniture**

Oltre ai controlli iniziali, necessari per l'accettazione, anche in corso d'opera, per valutare che non si verifichino variazioni nella qualità dei materiali, devono essere effettuate prove di laboratorio su campioni prelevati in contraddittorio con la D.L.

Il controllo della qualità dei misti granulari di primo impiego e del conglomerato da riciclare (fresato) deve essere effettuato mediante prove di laboratorio su campioni prelevati in impianto prima della miscelazione. Il controllo della qualità del bitume dovrà essere eseguito su campioni prelevati all'impianto direttamente dalla cisterna.

I requisiti da soddisfare sono riportati nella **Tabella 44**.

**Tabella 44. Controllo delle forniture**

STRATO	TIPO CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	REQUISITI RICHIESTI	
Base, Usura	Binder,	Bitume	Cisterna	Tabella 37 Tabella 38
Base, Usura	Binder,	Aggregato grosso	Impianto	Tabella 29 Tabella 30 Tabella 31
Base, Usura	Binder,	Aggregato fine	Impianto	Tabella 32 Tabella 33 Tabella 34
Base, Usura	Binder,	Filler	Impianto	Tabella 35

#### 48.4.2 Controllo delle miscele prelevate al momento della stesa

Il prelievo del conglomerato bituminoso sfuso avverrà in contraddittorio al momento della stesa. Il numero dei prelievi da eseguire è riportato in **Tabella 45**. Sui campioni prelevati alla vibrofinitrice saranno effettuati, presso un laboratorio di fiducia dell'Amministrazione, i seguenti controlli:

- la percentuale di bitume (UNI EN 12697 -1/39);
- la granulometria degli aggregati (UNI EN 12697-2);
- la quantità di attivante d'adesione mediante prova di separazione cromatografica su strato sottile.

Inoltre, mediante la Pressa Giratoria saranno controllate le caratteristiche di idoneità della miscela. I provini confezionati mediante l'apparecchiatura Pressa Giratoria devono essere sottoposti a prova di resistenza a trazione indiretta a 25 °C (UNI EN 12697-23).

I valori rilevati in sede di controllo dovranno essere conformi a quelli dichiarati nello studio di progetto della miscela di cui al precedente paragrafo relativo all' "accettazione delle miscele".

Per lo strato di collegamento, viene controllata la deformabilità viscoplastica con prove a carico costante (UNI EN 12697-25). Il parametro J1 a 10 °C deve essere compreso tra 25 e 40 cm<sup>2</sup>/(daN·s) mentre lo Jp a 40 °C deve essere compreso tra 14·10<sup>6</sup> e 26·10<sup>6</sup> cm<sup>2</sup>/(daN·s).

**Tabella 45. Controlli delle miscele prelevate al momento della stesa**

STRATO	TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Base Binder, Usura	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m <sup>2</sup> di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela
Binder	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m <sup>2</sup> di stesa	- J1 a 10 °C compreso tra 25 e 40 cm <sup>2</sup> /(daN·s) - Jp a 40 °C compreso tra 14·10 <sup>6</sup> e 26·10 <sup>6</sup> cm <sup>2</sup> /(daN·s)

#### 48.4.3 Controlli prestazionali sugli strati finiti

Dopo la stesa, la direzione lavori preleverà, in contraddittorio con l'impresa, delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato in opera e la verifica degli spessori. Il numero di carote da prelevare è riportato nella **Tabella 46**.

Sulle carote verranno determinati:

- lo spessore dello strato (medio di quattro misure in ciascuna carota);
- la massa volumica;

- la percentuale dei vuoti residui;
- il modulo resiliente E (UNI EN 12697-26).

Qualora l'altezza ridotta delle carote non consenta l'esecuzione di quest'ultima prova, il modulo resiliente verrà determinato su provini confezionati in laboratorio con la corrispondente miscela prelevata in corso d'opera, costipata fino al raggiungimento della massa volumica in sito.

La percentuale dei vuoti della miscela in sito, nel 95% dei prelievi, non dovrà essere maggiore del 2% rispetto a quella di progetto

**Tabella 46. Controlli prestazionali sugli strati finiti**

STRATO	TIPO DI CAMPIONE O DI PROVA	UBICAZIONE PRELIEVO O DELLA PROVA	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Base, Binder, Usura	Carote per spessori	Pavimentazione	Ogni 1000 m <sup>2</sup> di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Base, Binder, Usura	Carote vuoti in sito	Pavimentazione	Ogni 2000 m <sup>2</sup> di fascia di stesa	≥ 2% dei vuoti della miscela di progetto
Complesso Base + Binder	Prove di portanza	Sito	Ogni 250 m <sup>2</sup> di fascia stesa	E > E della miscela di progetto

#### **48.5 Portanza**

Per quanto riguarda invece le caratteristiche strutturali degli strati in conglomerato bituminoso messi in opera, il parametro di riferimento è il modulo elastico determinato in condizioni dinamiche che sarà ricavato interpretando una serie di misure di deflessione effettuate con attrezzature di tipo F.W.D; per l'interpretazione delle misure di deflessione, è necessario conoscere gli spessori degli strati in conglomerato bituminoso della pavimentazione che verranno rilevati dalla D.L. durante l'esecuzione dei lavori e/o potranno essere ricavati mediante una campagna di carotaggi successivi da eseguire con le frequenze riportate in **Tabella 46**.

Per un maggiore dettaglio nella determinazione degli spessori, tale campagna di carotaggi potrà essere integrata dal rilievo in continuo della stratigrafia della pavimentazione eseguito con apparecchiatura georadar equipaggiata con antenna avente frequenza di 1,6 GHz.

Le prove di deflessione dinamica tipo F.W.D. dovranno consentire la valutazione del modulo medio complessivo del Pacchetto degli strati legati a bitume (spessore complessivo del Pacchetto degli strati legati a bitume ≥ 10 cm); le prove di deflessione dinamica saranno eseguite sulla superficie finita della pavimentazione in un periodo di tempo variabile fra il 3° ed il 90° giorno dal termine della stesa dell'ultimo strato.

Le prove di deflessione dinamica verranno interpretate per il calcolo del valore del modulo elastico mediante un programma di retrocalcolo di provata affidabilità e preventivamente accettato da parte della D.L. Il valore del modulo calcolato dovrà essere riportato alla temperatura di riferimento del conglomerato di 20°C utilizzando le curve maestre ottenute sulle miscele di laboratorio.

Le prove dinamiche tipo F.W.D. non saranno eseguite con temperature superficiali della pavimentazione oltre i 35°C evitando, nell'avanzata primavera e nella stagione estiva, le ore comprese tra le 10:00 a.m. ed il tramonto in giornate particolarmente calde. Le misure di F.W.D. verranno effettuate al massimo ogni 10 m di corsia per aver a disposizione un campione di dati di ampiezza statisticamente accettabile. Per ciascuna tratta con tipo di intervento omogeneo, il numero di prove da eseguire, perché il campione abbia una ampiezza statisticamente accettabile, non deve essere inferiore a 12, qualsiasi sia la sua lunghezza.

Per la valutazione delle caratteristiche strutturali si farà riferimento al valore medio del modulo espresso in MPa, ricavato dai valori risultanti dalle misure puntuali di F.W.D., relativo a ciascuna tratta omogenea in cui è possibile suddividere l'intera lunghezza di stesa. Per tratte omogenee si intendono quei tratti di pavimentazione nei quali ricadono almeno 12 punti di misura e nei quali i valori dei moduli elastici sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale". Le tratte omogenee saranno individuate

con metodi statistici. I valori dei moduli calcolati non potranno essere inferiori ai valori limite dichiarati nello studio di progetto della miscela. I valori di soglia dei moduli degli strati della pavimentazione calcolati dalle misure di deflessione eseguite con F.W.D. saranno determinati utilizzando le curve maestre della miscela di laboratorio per stimare il valore del modulo alla frequenza di 16 Hz e alla temperatura di 20°C.

#### **48.6 Tolleranze sui risultati e penali**

A discrezione della D.L. possono essere ammesse le seguenti tolleranze sui risultati delle prove di controllo.

Per i valori medi del modulo resiliente E è ammessa una tolleranza del 10% rispetto al valore della miscela di progetto. Per valori di E inferiori a quelli della miscela di progetto verrà applicata una detrazione dell'1,7% del prezzo di elenco per ogni punto percentuale di carenza oltre la tolleranza. Per le prove deflettometriche ad alto rendimento la media dei valori del modulo elastico ricavato da almeno 12 determinazioni non deve essere inferiore ai valori limite. Può essere tollerato uno scostamento da tali valori minimi purché lo scostamento stesso non ecceda il 10%; per valori del modulo inferiori a tale limite verrà applicata una detrazione dell'1,7% del prezzo di elenco per ogni punto percentuale di carenza al di sotto di tale limite fino ad un valore minimo del modulo pari al 60% di quello iniziale: valori inferiori a tale limite comporteranno la rimozione dello strato e la sua successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Qualora i valori dei vuoti, determinati sulle carote, risultassero superiori a quelli previsti al precedente paragrafo relativo alla "composizione delle miscele", verrà applicata una detrazione per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce del 2,5% del prezzo di elenco per ogni 0,5% di vuoti in eccesso, fino al valore massimo accettabile (per i vuoti in opera) del 12%. Valori dei vuoti superiori al 12% comporteranno la rimozione dello strato e la sua successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

#### **48.7 Tolleranze di esecuzione dei piani di progetto**

Per ogni tratto omogeneo di stesa, lo spessore dello strato verrà determinato facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%. Lo spessore medio dello strato deve essere quello previsto nel progetto.

Qualora gli spessori medi risultassero inferiori a quelli di progetto, verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni millimetro di materiale mancante, mentre carenze superiori al 20% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la sua successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo saranno cumulate.

#### *Art. 49 - Zanelle stradali per allontanamento delle acque piovane*

Canaletta a sezione trapezia con incastro a mezzo spessore, posta su letto in conglomerato cementizio non inferiore a cm 10 o zanella alla francese in calcestruzzo per canalizzazione delle acque di versante e della sede stradale, compresa la formazione di una spalletta, sempre in cls, per il contenimento del piede del versante (come riportato sugli elaborati progettuali);

#### *Art. 50 - Segnaletica stradale orizzontale*

#### **50.1 Vernici rifrangenti premiscelate con microsfere di vetro**

La vernice deve essere ottenuta attraverso una lavorazione accurata in modo da risultare finemente macinata e dispersa, filtrata, esente da grumi ed omogenea. Deve consentire uno stoccaggio minimo di almeno sei mesi senza dare luogo ad alterazioni di viscosità, senza presentare pellicole superficiali e fondi duri sul fondo dei barattoli.

##### **50.1.1 Colore**

- Il colore della vernice dovrà essere bianco o giallo a seconda dell'ordinazione.

- Il colore bianco dovrà ottenersi esclusivamente con del biossido di titanio rutilo post-trattato resistente alla luce.
- Il colore giallo dovrà essere ottenuto con del giallo cromo(cromato basico di piombo).
- Peso specifico
- Il peso specifico per la vernice bianca o gialla potrà variare da 1,730 a 1,760 kg./lt. a 25°C.

#### 50.1.2 Viscosità

- La viscosità della vernice nella forma di fornitura dovrà essere compresa fra 100-130 U.K.(Unità Krebs) misurata alla temperatura di 20°C.
- Per l'applicazione con macchina traccialinee, la vernice, diluita con il 5% max di diluente, dovrà avere una viscosità compresa fra 70-90 U.K. a 20°C.

#### 50.1.3 Composizione vernice bianca

- Biossido di titanio rutilo post-trattato 14%p.p.
- Componenti inorganici 20%p.p.
- Componenti organici non volatili  
(resine alchidiche, clorocaucciù, additivi, plastificanti) 14%p.p.
- Solventi 19%p.p.
- Microsfere di vetro premiscelate 33%p.p.

#### 50.1.4 Composizione vernice gialla

- Giallo cromo(cromato basico di piombo) 12%p.p.
- Componenti inorganici 22%p.p.
- Componenti organici non volatili  
(resine alchidiche, clorocaucciù, additivi, plastificanti) 14%p.p.
- Solventi 19%p.p.
- Microsfere di vetro premiscelate 33%p.p.

#### 50.1.5 Caratteristiche delle perline di vetro premiscelate

Le perline di vetro da premiscelare dovranno essere incolore, esenti da bolle d'aria ed avere un indice di rifrazione non inferiore ad 1,50, usando per la determinazione il metodo della immersione con lampade al tungsteno; inoltre dovranno avere la seguente granulometria rilevata con serie di setacci A.S.T.M.:

- Perline passanti attraverso setaccio A.S.T.M. n. 60.....100%p.p.
- Perline passanti attraverso setaccio A.S.T.M. n. 70..... 85-100%p.p.
- Perline passanti attraverso setaccio A.S.T.M. n. 140..... 15-55%p.p.
- Perline passanti attraverso setaccio A.S.T.M. n.250..... 0-10%p.p.

#### 50.1.6 Essiccazione

La vernice applicata in spessori di 375 micron di film umido dovrà essiccare in 30' c.a. a temperature superiori a 15°C e con umidità inferiori al 70%; trascorso tale periodo di tempo il film di vernice non dovrà staccarsi né annerire, sottoposto al passaggio di autoveicoli.

#### 50.1.7 Solventi e diluenti

I solventi dovranno essere conformi alle norme vigenti ed inoltre, come previsto dalla Legge n. 245 del

05.03.1963, dovranno essere esenti da benzene ed avere un contenuto di toluene e xilene inferiore al 45%p.p.

#### 50.1.8 Resa

La resa di vernici non dovrà essere inferiore a 1,5 mq. per kg.

#### 50.1.9 Resistenza

La vernice dovrà avere buona resistenza all'abrasione, agli agenti atmosferici, all'azione dei cloruri di sodio, calcio, magnesio, carburanti ed oli. La rifrangenza dovrà essere costante fino a completa consumazione. La vernice dovrà essere idonea all'applicazione su tutti i tipi di pavimentazione e non dovrà causare fenomeni di sanguinamento se applicata su conglomerati bituminosi.

### 50.2 Vernici spartitraffico da post-spruzzatura

La vernice deve essere ottenuta attraverso una lavorazione accurata in modo da risultare finemente macinata e dispersa, filtrata, esente da grumi ed omogenea. Deve consentire uno stoccaggio minimo di almeno sei mesi senza dar luogo ad alterazioni di viscosità, senza presentare pellicole superficiali e fondi duri sul fondo dei barattoli.

#### 50.2.1 Colore

Il colore della vernice dovrà essere bianco o giallo a seconda dell'ordinazione. Il colore bianco dovrà ottenersi esclusivamente con del biossido di titanio rutilo post-trattato resistente alla luce. Il colore giallo dovrà essere ottenuto con del giallo cromo (cromato basico di piombo).

#### 50.2.2 Peso specifico

Il peso specifico per la vernice bianca o gialla potrà variare da 1,680 a 1,730 kg./lt. a 25°C.

#### 50.2.3 Viscosità

La viscosità della vernice nella forma di fornitura dovrà essere compresa fra 100-130 U.K.(Unità Krebs) misurata alla temperatura di 20°C. Per l'applicazione con macchina traccialinee, la vernice, diluita con il 5% max di diluente, dovrà avere una viscosità compresa fra 70-90 U.K. a 20°C.

#### 50.2.4 Composizione vernice bianca

- Biossido di titanio rutilo post-trattato .....15%p.p.
- Componenti inorganici.....33%p.p.
- Componenti organici non volatili  
(resine alchidiche, clorocaucciù, additivi, plastificanti) .....17%p.p.
- Solventi.....20%p.p.
- Microsfere di vetro premiscelate .....15%p.p.

#### 50.2.5 Composizione vernice gialla

- Cromato basico di piombo .....13%p.p.
- Componenti inorganici.....34%p.p.
- Componenti organici non volatili  
(resine alchidiche, clorocaucciù, additivi, plastificanti).....17%p.p.
- Solventi.....20%p.p.
- Microsfere di vetro premiscelate .....15%p.p.

### 50.2.6 Caratteristiche delle perline di vetro premiscelate

Le perline di vetro da premiscelare dovranno essere incolori, esenti da bolle d'aria ed avere un indice di rifrazione non inferiore ad 1,50, usando per la determinazione il metodo della immersione con lampade al tungsteno; inoltre dovranno avere la seguente granulometria rilevata con serie di setacci A.S.T.M.:

- Perline passanti attraverso setaccio A.S.T.M. n. 60 = .....100%p.p.
- Perline passanti attraverso setaccio A.S.T.M. n. 70 = ..... 5-100%p.p.
- Perline passanti attraverso setaccio A.S.T.M. n. 140 = ..... 15-55%p.p.
- Perline passanti attraverso setaccio A.S.T.M. n.250 = ..... 0-10%p.p.

### 50.2.7 Caratteristiche delle perline di vetro da post-spruzzare

Le perline di vetro da post-spruzzare dovranno essere incolori, esenti da bolle d'aria ed avere un indice di rifrazione non inferiore ad 1,50, usando per la determinazione il metodo della immersione con lampade al tungsteno; inoltre dovranno avere la seguente granulometria rilevata con serie di setacci A.S.T.M.:

- Perline passanti attraverso setaccio A.S.T.M. n. 630 = ..... 90-100%p.p.
- Perline passanti attraverso setaccio A.S.T.M. n. 500 = ..... 65-90%p.p.
- Perline passanti attraverso setaccio A.S.T.M. n. 315 = ..... 25-50%p.p.
- Perline passanti attraverso setaccio A.S.T.M. n. 125 = ..... 0-5%p.p.

### 50.2.8 Essiccazione

La vernice applicata in spessori di 375 micron di film umido dovrà essiccare in 30' c.a. a temperature superiori a 15°C e con umidità inferiori al 70%; trascorso tale periodo di tempo il film di vernice non dovrà staccarsi né annerire, sottoposto al passaggio di autoveicoli.

### 50.2.9 Solventi e diluenti

I solventi dovranno essere conformi alle norme vigenti ed inoltre, come previsto dalla Legge n. 245 del 05.03.1963, dovranno essere esenti da benzene ed avere un contenuto di toluene e xilene inferiore al 45%p.p.

### 50.2.10 Resa

La resa di vernici non dovrà essere inferiore a 1,6 mq. per kg.

### 50.2.11 Resistenza

La vernice dovrà avere buona resistenza all'abrasione, agli agenti atmosferici, all'azione dei cloruri di sodio, calcio, magnesio, carburanti ed oli. La rifrangenza dovrà essere costante fino a completa consumazione. La vernice dovrà essere idonea all'applicazione su tutti i tipi di pavimentazione e non dovrà causare fenomeni di sanguinamento se applicata su conglomerati bituminosi.

## 50.3 Modalità di esecuzione delle opere

Le segnalazioni orizzontali, (strisce continue e discontinue, frecce, scritte, zebrature ecc.) saranno eseguite con macchina a spruzzo e vernice rifrangente e dovranno possedere caratteristiche tali da risultare nettamente visibili sia di giorno che di notte. Nessun aumento del prezzo stabilito per le segnalazioni orizzontali potrà essere chiesto dall'Impresa assuntrice per qualsiasi tipo di segnalazione eseguita sulla superficie stradale, qualora la Direzione dei Lavori richiedesse colorazioni (giallo, azzurro, ecc.) diverse dal bianco. Prima di dare inizio alle operazioni di verniciatura occorrente per la segnaletica orizzontale, la Ditta avrà cura di pulire le parti di asfalto interessate dalla segnaletica. Gli oneri inerenti detti lavori di preparazione si intendono compresi nei prezzi stabiliti e riportati in allegato Elenco Prezzi Unitari. Le segnalazioni orizzontali saranno eseguite a perfetta regola d'arte e secondo i più moderni criteri di esecuzione. Le operazioni sopradescritte saranno effettuate da squadre specializzate ed idonee attrezzature.

### 51.1 **Cavidotti**

Nell'esecuzione dei cavidotti saranno tenute le caratteristiche dimensionali e costruttive, nonché i percorsi, indicati nei disegni di progetto. Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- esecuzione dello scavo in trincea, con le dimensioni indicate nel disegno;
- fornitura e posa, nel numero stabilito dal disegno, di tubazioni rigide in materiale plastico a sezione circolare, con diametro esterno di 100 mm, peso 730 g/m, per il passaggio dei cavi di energia;
- la posa delle tubazioni in plastica del diametro esterno di 100 mm verrà eseguita mediante l'impiego di selle di supporto in materiale plastico a uno od a due impronte per tubi del diametro di 110 mm. Detti elementi saranno posati ad un'interdistanza massima di 1,5 m, al fine di garantire il sollevamento dei tubi dal fondo dello scavo ed assicurare in tal modo il completo conglobamento della stessa nel cassonetto di calcestruzzo;
- formazione di cassonetto in calcestruzzo dosato a 250 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto, a protezione delle tubazioni in plastica; il calcestruzzo sarà superiormente liscio in modo che venga impedito il ristagno d'acqua;
- il riempimento dello scavo dovrà effettuarsi con materiali di risulta o con ghiaia naturale vagliata, sulla base delle indicazioni fornite dai tecnici comunali. Particolare cura dovrà porsi nell'operazione di costipamento da effettuarsi con mezzi meccanici; l'operazione di riempimento dovrà avvenire dopo almeno 6 ore dai termine del getto di calcestruzzo;

Durante la fase di scavo dei cavidotti, dei blocchi, dei pozzetti, ecc. dovranno essere approntati tutti i ripari necessari per evitare incidenti ed infortuni a persone, animali o cose per effetto di scavi aperti non protetti. Durante le ore notturne la segnalazione di scavo aperto o di presenza di cumulo di materiali di risulta o altro materiale sul sedime stradale, dovrà essere di tipo luminoso a fiamma od a sorgente elettrica, tale da evidenziare il pericolo esistente per il transito pedonale e veicolare. Nessuna giustificazione potrà essere addotta dall'Appaltatore per lo spegnimento di dette luci di segnalazione durante la notte anche se causato da precipitazioni meteoriche. Tutti i ripari (cavalletti, transenne, ecc.) dovranno riportare il nome della Ditta appaltatrice dei lavori, il suo indirizzo e numero telefonico. L'inadempienza delle prescrizioni sopra indicate può determinare sia la sospensione dei lavori, sia la risoluzione del contratto qualora l'Appaltatore risulti recidivo per fatti analoghi già accaduti nel presente appalto od anche in appalti precedenti. Il reinterro di tutti gli scavi per cavidotti e pozzetti dopo l'esecuzione dei getti è implicitamente compensata con il prezzo dell'opera. Nessun compenso potrà essere richiesto per i sondaggi da eseguire prima dell'inizio degli scavi per l'accertamento dell'esatta ubicazione dei servizi nel sottosuolo.

### 51.2 **Pozzetti con chiusino in ghisa**

Nell'esecuzione dei pozzetti saranno mantenute le caratteristiche dimensionali e costruttive, nonché l'ubicazione, indicate nei disegni di progetto. Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- esecuzione dello scavo con misure adeguate alle dimensioni del pozzetto;
- formazione di platea in calcestruzzo dosata a 200 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto, con fori per il drenaggio dell'acqua;
- formazione della muratura laterale di contenimento, in mattoni pieni e malta di cemento,
- conglobamento, nella muratura di mattoni, delle tubazioni in plastica interessate dal pozzetto;
- sigillature con malta di cemento degli spazi fra muratura e tubo;
- formazione, all'interno del pozzetto, di rinzafo in malta di cemento grossolanamente liscio;
- fornitura e posa, su letto di malta di cemento, di chiusino in ghisa, completo di telaio, per traffico incontrollato,
- riempimento del vano residuo con materiale di risulta o con ghiaia naturale costipati; trasporto alla discarica del materiale eccedente.

### **51.3 Pozzetto prefabbricato interrato**

I pozzetti prefabbricati ed interrati, comprendenti un elemento a cassa, con due fori di drenaggio, ed un coperchio rimovibile, saranno di calcestruzzo vibrato e avranno sulle pareti laterali la predisposizione per l'innesto dei tubi di plastica, costituita da zone circolari con parete a spessore ridotto.

### **51.4 Impianto di terra - dispersori**

L'impianto non prevede, come già detto, la messa a terra degli apparecchi di illuminazione e delle altre parti metalliche, in quanto tutto il sistema sarà realizzato con doppio isolamento (Classe II). Qualora, per particolari esigenze, venissero impiegati apparecchi di illuminazione sprovvisti di isolamento in Classe II, oppure sia necessario realizzare la protezione delle strutture contro i fulmini occorre realizzare l'impianto di terra.

Gli apparecchi di illuminazione saranno collegati ad una terra di sezione adeguata, comunque non inferiore ai 16 mm<sup>2</sup>, i conduttori di terra e di protezione avranno guaina di colore giallo-verde e saranno di tipo H07 V. La linea dorsale sarà collegata al Dispersore Unico mediante conduttore isolato, della sezione minima di 16 mm<sup>2</sup> di tipo H07 V-R, protetto con tubazione nei tratti discendenti.

Tenendo conto che il dispersore sarà unico, sia per la protezione contro i fulmini che per la protezione contro i contatti indiretti esso dovrà rispondere alle prescrizioni delle Norme CEI 81-1/1 984, 64-8/1987 e 11-8/1989. I dispersori saranno del tipo a puntazza componibile, posati entro appositi pozzetti di ispezione di tipo carreggiabile, in resina rinforzata; tutti i dispersori dovranno essere collegati fra di loro.

Sia i dispersori a puntazza, che i pozzetti di ispezione dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione dei Lavori.

*Art. 52 - Lavori diversi non specificati nei precedenti articoli*

Per tutti gli altri lavori, non specificati e descritti nei precedenti articoli, che si rendessero necessari, si seguiranno le norme indicate dalla normativa vigente.

*Art. 53 - Prove di stabilità delle opere e prove geologiche dei terreni.*

A prescindere dalle prove di carico che possono essere ordinate in sede di collaudo, la Direzione lavori si riserva la facoltà di fare eseguire a spese dell'Appaltatore tutte le prove di stabilità che essa ritenga necessarie ed opportune, sulle opere eseguite. Tali prove, che verranno meglio precisate all'atto pratico dalla stessa Direzione lavori, dovranno riprodurre le condizioni limite, in base alle quali le varie membrature furono calcolate. In particolare per le prove di carico delle strutture in conglomerato cementizio armato saranno osservate le norme emanate in ottemperanza alla Legge n. 1086/71. Del risultato delle prove verrà redatto apposito verbale ed in base ad esso la Direzione lavori potrà ordinare la rinnovazione delle opere che risultassero non corrispondenti ai requisiti richiesti in relazione anche alle norme cui si fa richiamo nel presente articolo. Le prove saranno fatte a spese, rischio e pericolo e sotto la responsabilità dell'Appaltatore. Questi, ancorché le prove diano risultati favorevoli, sarà ritenuto responsabile di tutte le opere fino al collaudo.