



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU

  
*Presidenza del Consiglio dei Ministri*  
IL COMMISSARIO STRAORDINARIO ALLA RICOSTRUZIONE  
NEI TERRITORI DELLE REGIONI EMILIA-ROMAGNA, TOSCANA E MARCHE



COMUNE DI FANO

## PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI

COMMISSARIO STRAORDINARIO ALLA RICOSTRUZIONE NEL TERRITORIO DELLE REGIONI  
EMILIA-ROMAGNA, TOSCANA E MARCHE - ORDINANZA N.35/2024

## PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA

MISURE PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO  
IDROGEOLOGICA - M2C4 INVESTIMENTO 2.1A

**MA-UBIS-000017** - SDOPPIAMENTO DELLA RETE FOGNARIA MEDIANTE LA REALIZZAZIONE DI UN  
IMPIANTO DI FOGNATURE ACQUE METEORICHE DEDICATO CHE RISOLVA ANCHE IL PROBLEMA  
DELL'ATTRAVERSAMENTO DELLA SEDE FERROVIARIA E DELLA STRADA NAZIONALE ADRIATICA SUD  
E REALIZZAZIONE DI UN CANALE DI GRONDA PER INTERCETTARE LE ACQUE DA MONTE - LOCALITÀ  
PONTESASSO

**CUI L00127440410202200040 - CUP E32E22000560006**

## FASE PROGETTUALE

# PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO - ECONOMICA

**OGGETTO**  
**CAPITOLATO SPECIALE**  
**D'APPALTO PARTE TECNICA**

**ELABORATO**  
**D7.2**

PROGETTISTA:

**I&A IDRAULICA  
AMBIENTE**  
Società di ingegneria

SOCIETÀ DI INGEGNERIA - VIA B. BEDOSTI, 21 - 61122 PESARO  
TEL. E FAX. +39 0721 453542 - E-mail [ingegneria@idraulicaeambiente.it](mailto:ingegneria@idraulicaeambiente.it)

Ing. Giacomo Furlani



COMMITTENTE:

COMUNE DI FANO  
Via San Francesco d'Assisi, 76 - 31032, FANO

Responsabile Unico del Progetto (RUP):  
Arch. Adriano Giangolini

DATA:  
MAGGIO 2025

REV.	DATA	OGGETTO	RED.	CONT.	APP.
00	08/05/2025	Emissione	AO	EP	GF







## Indice

CAPO 1 – MODO DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO - ORDINE DA TENERSI NELL'ESECUZIONE DEI LAVORI.....	5
1. Qualità, provenienza e accettazione dei materiali e dei componenti.....	5
2. Norme generali per l'esecuzione dei lavori .....	39
3. Danni di Forza Maggiore.....	40
4. Modo di esecuzione di ogni categoria di lavoro .....	40
5. Norme specifiche relative al cantiere in oggetto.....	41
6. Area del cantiere - occupazioni temporanee e danni ai frutti pendenti.....	41
7. Lavori preparatori.....	41
8. Accertamenti geognostici .....	42
9. Tracciamenti.....	42
10. Scavi in genere .....	43
11. Scavi e rilevati in genere.....	44
12. Scavi di sbancamento esclusa roccia dura .....	46
13. Scavi di sbancamento in roccia dura .....	46
14. Scavi di fondazione a sezione obbligata.....	46
15. Scavo in sezione chiusa e obbligata in roccia dura da mina.....	47
16. Scavo e rinterro per posa di tubazioni .....	47
17. Preparazione del letto di posa delle fondazioni e rinfiando di condotte.....	48
18. Armature e sbadacchiature degli scavi .....	49
19. Aggottamenti ed opere provvisorie.....	49
20. Ripresa degli assestamenti.....	50
21. Rinterri in genere .....	50
22. Rilevati .....	50
23. Rilevati e riempimenti compattati .....	51
24. Argini e Rilevati.....	52
25. Rilevati in Terra rinforzata rinverdita .....	54
26. Demolizioni .....	57
27. Rafforzamento corticali .....	57
28. Conglomerati cementizi e malte.....	58
29. Calcoli delle strutture .....	75
30. Calcoli e caratteristiche delle strutture prefabbricate .....	75
31. Acciaio per c.a. - rete elettrosaldata .....	76
32. Murature in pietrame.....	77
33. Manufatti realizzati con massi intasati con cls .....	78
34. Manufatti realizzati con massi squadrati .....	78
35. Trattamento superficiale ai getti.....	78
36. Paramenti per le murature in pietrame .....	79
37. Copertine prefabbricate .....	79
38. Rifacimento di copertina di coronamento con cls rinforzato.....	80
39. Bonifica di strutture in cemento armato .....	80
40. Stuccature .....	80
41. Manufatti prefabbricati .....	80
42. Strutture metalliche.....	80
43. Opere di raccolta delle acque stradali.....	81
44. Fondazione in misto cementato .....	82
45. Trincea drenante con geotessile .....	83
46. Tubi di drenaggio in pvc.....	83
47. Geotessile tessuto .....	83



48.	Geotessile tessuto non tessuto.....	84
49.	Geocomposito drenante in nylon per profondità' elevate .....	84
50.	Geocomposito drenante in nylon per modeste profondità' .....	85
51.	Georeti tridimensionali antierosione.....	85
52.	Geostuoia rinforzata con rete metallica a doppia torsione .....	86
53.	Georete in juta .....	87
54.	Biostuoia in fibra di paglia.....	87
55.	Tubazioni in genere .....	87
56.	Tubi di pvc rigido.....	90
57.	Tubi di polietilene .....	90
58.	Posa di tubazioni in pvc ed altre materie plastiche .....	90
59.	Tubi in Polietilene ad alta densità (PEAD) PN 16 per acqua potabile .....	91
60.	Tubi in PVC per fognature .....	93
61.	Tubi in PEAD corrugati a doppia parete.....	94
62.	Tubi in PP corrugati doppia parete.....	95
63.	Tubi in PEAD spiralati.....	96
64.	Camerette d'ispezione prefabbricate o gettate in opera .....	96
65.	Pozzetti prefabbricati per la raccolta delle acque stradali .....	97
66.	Pozzetti multiutenza per fognatura .....	97
67.	Camerette d'ispezione prefabbricate .....	98
68.	Tubazioni in cemento.....	99
69.	Tubi in cemento vibro-compresso - Giunti a bicchiere per fognature a gravità e in pressione:.....	99
70.	Anelli elastici per giunzioni di tubi .....	100
71.	Dispositivi di chiusura e di coronamento.....	102
72.	Dispositivi di chiusura e di coronamento per fognatura per pozzetti principali....	106
73.	Dispositivi di discesa.....	106
74.	Manutenzione alvei.....	107
75.	Taglio di vegetazione selettivo .....	108
76.	Semina a spaglio .....	108
77.	Formazione di una copertura vegetale .....	108
78.	Messa a dimora di specie arbustive ed arboree .....	108
79.	Messa a dimora di talee e piantine .....	109
80.	Palificata viva di sostegno in legname .....	110
81.	Grate vive in legname con talee e piantine.....	111
82.	Fascinata .....	112
83.	Viminata.....	112
84.	Gradonata con talee e piantine.....	112
85.	Lavori non descritti nei precedenti articoli.....	113
86.	Lavori eventuali non previsti .....	113
87.	Avvicinamento e allontanamento dei mezzi d'opera .....	113
88.	Segnaletica stradale .....	114
89.	Difetti di costruzione .....	114
90.	Opere provvisorie .....	114
91.	Noleggi .....	114
92.	Difesa ambientale .....	115
<b>CAPO 2 NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI ELENCO DESCRITTIVO DELLE SINGOLE CATEGORIE DI LAVORO.....</b>		<b>116</b>
93.	Norme per la misurazione dei lavori e la valutazione dei noli .....	116
94.	Disposizioni generali relative ai prezzi dei lavori a misura e delle somministrazioni	



per opere in economia - invariabilità dei prezzi .....	125
--------------------------------------------------------	-----



# **CAPO 1 – MODO DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO - ORDINE DA TENERSI NELL'ESECUZIONE DEI LAVORI**

## **1. Qualità, provenienza e accettazione dei materiali e dei componenti**

Quale regola generale si intende che i materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti per la costruzione delle opere, proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, rispondano alle caratteristiche/prestazioni di seguito indicate.

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni di legge e del presente Capitolato Speciale. Essi dovranno essere della migliore qualità e perfettamente lavorati, inoltre, possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione della Direzione dei Lavori.

Per quanto non espresso nel presente Capitolato Speciale, relativamente all'accettazione, qualità e impiego dei materiali, alla loro provvista, il luogo della loro provenienza e l'eventuale sostituzione di quest'ultimo.

L'accettazione dei materiali e dei componenti è definitiva solo dopo la loro posa in opera. La Direzione dei Lavori può rifiutare in qualunque tempo i materiali e i componenti deperiti dopo l'introduzione in cantiere, o che per qualsiasi causa non fossero conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti allegati al contratto; in quest'ultimo caso l'Appaltatore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese.

Ove l'Appaltatore non effettui la rimozione nel termine prescritto dalla Direzione dei Lavori, la Stazione Appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'esecutore, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio.

Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'Appaltatore, restano fermi i diritti e i poteri della Stazione Appaltante in sede di collaudo.

L'esecutore che, di sua iniziativa, abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità è redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite.

Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza, da parte della Direzione dei Lavori, l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, viene applicata una adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal capitolato speciale d'appalto, sono disposti dalla Direzione dei Lavori o dall'organo di collaudo, imputando la spesa a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico. Per le stesse prove la Direzione dei Lavori provvede al prelievo del relativo campione ed alla redazione di apposito verbale di prelievo; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali riporta espresso riferimento a tale verbale.

La Direzione dei Lavori o l'organo di collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte nel presente Capitolato ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico dell'Appaltatore.

Nel caso di prodotti industriali la rispondenza a questo capitolato può risultare da un attestato di conformità rilasciato dal produttore e comprovato da idonea documentazione e/o certificazione.

Per quanto non espresso nel presente Capitolato Speciale, relativamente all'accettazione, qualità e impiego dei materiali, alla loro provvista, il luogo della loro provenienza e l'eventuale sostituzione di quest'ultimo, si applicano le disposizioni dell'art. 101 comma 3 del D.Lgs. n. 50/2016 e s.m.i. e gli articoli 16, 17, 18 e 19 del Capitolato Generale d'Appalto D.M. 145/2000 e s.m.i.

L'appalto non prevede categorie di prodotti ottenibili con materiale riciclato, tra quelle elencate nell'apposito decreto ministeriale emanato ai sensi dell'art. 2, comma 1 lettera d) del D.M. dell'ambiente n. 203/2003.

In particolare si prescrive:

### **A. ACQUA**

Oltre ad essere dolce e limpida dovrà, anche avere un PH neutro. In ogni caso non dovrà presentare tracce di sali (in particolare solfati di magnesio o di calcio, cloruri, nitrati) di aggressivi chimici e di inquinanti organici o inorganici in percentuali dannose e non essere aggressiva per le malte e il conglomerato risultante.

Tutte le acque naturali, limpide (ad esclusione della sola acqua di mare) e rispondenti alle caratteristiche richieste dalle norme potranno essere usate per le lavorazioni.



In particolare l'acqua dovrà essere conforme alla UNI EN 934-2 e soddisfare i requisiti di cui al D.M. 14.02.1992 e al D.M. 17.01.2018 in applicazione dell'art. 21 della Legge 1086 del 05.11.1971 - D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380.

È assolutamente vietato l'impiego di acque che provengono dagli scarichi industriali o civili e di acque che contengono sostanze (zuccheri, oli grassi, acidi, basi) capaci d'influenzare negativamente la durabilità dei lavori. Per le acque torbide si fissa il limite di torbidità in 2.00 grammi/litro di sostanze in sospensione.

## **B. CONGLOMERATI CEMENTIZI E MALTE**

### **GENERALITA'**

L'Esecutore sarà tenuto all'osservanza della Legge 5/11/1971 n. 1086, "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" nonché delle Norme Tecniche emanate, in applicazione dell'art. 21 della predetta Legge, con D.M. 27 luglio 1985 e del D.M. 17/01/2018

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

Le calce idrauliche ed aeree, i cementi a rapida e lenta presa da impiegarsi per qualsiasi lavoro dovranno corrispondere a tutte le particolari prescrizioni di accettazione a norma delle disposizioni vigenti di cui al R.D. 16.11.1939 n. 2231, alla Legge 26.5.1965 n° 595 e Decreti Ministeriali del 3.6.1968, 30/05/72 e 31.8.1972 e successive modificazioni, aggiornamenti e integrazioni, nonché al DM 17/01/18.

In particolare:

**Calci** - La calce grassa in zolle dovrà provenire da calcari puri, essere di recente e perfetta cottura, di colore uniforme, non bruciata, né vitrea, né lenta ad idratarsi ed infine di qualità tale che, mescolata con la sola quantità d'acqua dolce necessaria alla estinzione, si trasforma completamente in una pasta soda a grassello tenuissimo, senza lasciare residui maggiori del 5% dovuti a parti non bene decarbonate, siliciose od altrimenti inerti. La calce viva, al momento dell'estinzione, dovrà essere perfettamente anidra; sarà rifiutata quella ridotta in polvere o sfiorita, e perciò si dovrà provvedere la calce viva a misura del bisogno e conservarla comunque in luoghi asciutti e ben riparati dalla umidità. L'estinzione della calce viva dovrà farsi con i migliori sistemi conosciuti ed a seconda delle prescrizioni della direzione dei lavori in apposite vasche impermeabili rivestite di tavole o di muratura. La calce grassa destinata agli intonaci dovrà essere spenta almeno sei mesi prima dell'impiego.

Nelle confezioni dovranno essere ben visibili le indicazioni del produttore, il peso del prodotto e la specifica se trattasi di fiore di calce o di calce idrata da costruzione.

Le calce aeree ed idrauliche, dovranno rispondere ai requisiti di accettazione delle norme tecniche vigenti; le calce idrauliche dovranno altresì corrispondere alle prescrizioni contenute nella legge 595/65 (Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici), ai requisiti di accettazione contenuti nelle norme tecniche vigenti, nonché alle norme UNI EN 459-1 e 459-2.

**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 alle norme vigenti (D.M. del 3.06.1968, D.M. 20.11.1984 e successivi aggiornamenti). I leganti idraulici potranno essere forniti sia ricorrendo al prodotto sfuso che a quello confezionato in sacchi sigillati su cui dovranno essere chiaramente indicati il peso, la qualità del legante, lo stabilimento di produzione, la quantità di acqua occorrente per il confezionamento di una malta normale e le resistenze minime a trazione ed a compressione dopo 28 gg. di stagionatura dei provini. La consegna in cantiere di ogni partita di cemento sfuso dovrà essere annotata sul giornale dei lavori e sul registro dei getti; non saranno accettati prodotti alterati; la conservazione dei cementi dovrà essere effettuata in locali asciutti e su tavolati in legname; lo stoccaggio sarà effettuato in adeguati "silos".

I cementi dovranno rispondere ai limiti di accettazione contenuti nella legge 26-5-1965, n. 595 e nel decreto ministeriale 3-6-1968 (Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi) e successive modifiche e D.M. 17/01/2018.

Gli agglomerati cementizi dovranno rispondere ai limiti di accettazione contenuti nella legge 26-5-1965, n. 595 e nei decreti ministeriali 31/8/1972, 14/01/2008 e 17/01/2018.

A norma di quanto previsto dal decreto del Ministero dell'industria del 9-3-1988, n. 126 (Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi), i cementi di cui all'art. 1 lettera A) della legge 26-5-1965, n. 595 (e cioè i cementi normali e ad alta resistenza portland, pozzolanico e d'altoforno), se utilizzati per confezionare il conglomerato cementizio normale, armato e precompresso, devono essere certificati presso i laboratori di cui all'art. 6 della legge 26-5-1965, n. 595 e all'art. 20 della legge 5.11.1971, n. 1086 - D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380. Per i cementi di importazione, la procedura di controllo e di certificazione potrà essere svolta nei luoghi di produzione da analoghi laboratori esteri di analisi.



**Pozzolane** - Le pozzolane saranno ricavate da strati mondici da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o di parti inerti; qualunque sia la provenienza dovranno rispondere a tutti i requisiti prescritti dalle norme tecniche vigenti.

**Gesso** - Il gesso dovrà essere di recente cottura, perfettamente asciutto, di fine macinazione in modo da non lasciare residui sullo staccio di 56 maglie a centimetro quadrato, scevro da materie eterogenee e senza parti alterate per estinzione spontanea. Il gesso dovrà essere conservato in locali coperti, ben riparati dall'umidità e da agenti degradanti. Per l'accettazione valgono i criteri generali dell'articolo "Norme Generali - Accettazione Qualità ed Impiego dei Materiali" e le condizioni di accettazione stabilite dalle norme vigenti.

### **Resine**

Vengono classificate, in base al loro comportamento in termoplastiche e termoindurenti. L'applicazione di detti materiali sarà concordata con la Direzione lavori e con gli organi preposti alla tutela del bene in oggetto. In mancanza di una comprovata compatibilità chimica, fisica e meccanica con i materiali edili preesistenti sarà vietato utilizzare prodotti di sintesi chimica.

L'applicazione su manufatti da restaurare sarà possibile solo a seguito di analisi di laboratorio, di prove in sito o di specifiche garanzie da parte della Ditta produttrice; le analisi di laboratorio preliminari alla scelta dei materiali saranno quelle stabilite dalle raccomandazioni NORMAL. Le caratteristiche qualitative degli adesivi strutturali in base al loro impiego saranno conformi alle norme UNICHIM.

### **Resine acriliche**

Formulate per ottenere rivestimenti protettivi con ottime caratteristiche di adesione, di resistenza all'usura ed agli agenti atmosferici, le resine acriliche dovranno essere antiriflesso, antiscivolo ed elastiche. Potranno essere utilizzate come protettivi anticarbonatazione nelle strutture di cemento armato oppure come consolidanti e adesivi. Per evitare problemi di polimerizzazione sarà necessario applicare per ogni strato il quantitativo di materiale indicato dal produttore. Il prodotto non dovrà essere applicato in zone con ristagno d'acqua e l'indurimento completo dovrà avvenire entro 7 gg.

### **C. CEMENTI**

Tutti i manufatti in c.a. e c.a.p. potranno essere eseguiti impiegando unicamente cementi provvisti di attestato di conformità CE che soddisfino i requisiti previsti dalla norma UNI EN 197-1:2006. A norma di quanto previsto dal Decreto 12 luglio 1999, n. 314 (Regolamento recante norme per il rilascio dell'attestato di conformità per i cementi), i cementi di cui all'art. 1 lettera A) della legge 595/65 (e cioè cementi normali e ad alta resistenza portland, pozzolanico e d'altoforno), se utilizzati per confezionare il conglomerato cementizio normale, armato e precompresso, devono essere certificati presso i laboratori di cui all'art. 6 della legge 595/65 e all'art. 59 del D.P.R. 380/2001 e ss.mm.ii. Per i cementi di importazione, la procedura di controllo e di certificazione potrà essere svolta nei luoghi di produzione da analoghi laboratori esteri di analisi. I cementi e gli agglomerati cementizi dovranno essere conservati in magazzini coperti, ben riparati dall'umidità e da altri agenti capaci di degradarli prima dell'impiego.

Qualora vi sia l'esigenza di eseguire getti massivi, al fine di limitare l'innalzamento della temperatura all'interno del getto in conseguenza della reazione di idratazione del cemento, sarà opportuno utilizzare cementi comuni a basso calore di idratazione contraddistinti dalla sigla LH contemplati dalla norma UNI EN 197-1:2006.

Se è prevista una classe di esposizione XA, secondo le indicazioni della norma UNI EN 206 e UNI 11104, conseguente ad un'aggressione di tipo solfatico o di dilavamento della calce, sarà necessario utilizzare cementi resistenti ai solfati o alle acque dilavanti in accordo con la UNI 9156 o la UNI 9606.

Per getti di calcestruzzo in sbarramenti di ritenuta di grandi dimensioni si dovranno utilizzare cementi di cui all'art. 1 lett C della legge 595 del 26 maggio 1965 o, al momento del recepimento nell'ordinamento italiano, cementi a bassissimo calore di idratazione VHL conformi alla norma UNI EN 14216.

### **C) CONTROLLI SUL CEMENTO**

#### **Controllo della documentazione**

In cantiere o presso l'impianto di preconfezionamento del calcestruzzo è ammessa esclusivamente la fornitura di cementi di cui al punto a.1.

Tutte le forniture di cemento devono essere accompagnate dall'attestato di conformità CE.

Le forniture effettuate da un intermediario, ad esempio un importatore, dovranno essere accompagnate dall'Attestato di Conformità CE rilasciato dal produttore di cemento e completato con i riferimenti ai DDT dei lotti consegnati dallo stesso intermediario.



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

Nel caso di getti in calcestruzzo per sbarramenti di ritenuta, le disposizioni del presente articolo si applicano assumendo, in luogo dell'Attestato di Conformità CE, una attestazione di conformità all'art. 1 lett. c della legge 595 del 26 maggio 1965 rilasciata dal produttore di cemento.

### **Controllo di accettazione**

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

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

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

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

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

### **Aggiunte**

Per le aggiunte di tipo I si farà riferimento alla norma UNI EN 12620.

Per le aggiunte di tipo II si farà riferimento alla UNI 11104 punto 4.2 e alla UNI EN 206-1 punto 5.1.6 e punto 5.2.5.

La conformità delle aggiunte alle relative norme dovrà essere dimostrata in fase di verifica preliminare delle miscele (controllo di conformità) e, in seguito, ogni qualvolta la D.L. ne faccia richiesta.

### **Aggregati**

Gli aggregati utilizzabili, ai fini del confezionamento del calcestruzzo, debbono possedere marcatura CE secondo D.P.R. 246/93 e successivi decreti attuativi.

Gli aggregati debbono essere conformi ai requisiti della normativa UNI EN 12620 e UNI 8520-2 con i relativi riferimenti alla destinazione d'uso del calcestruzzo.

La massa volumica media del granulo in condizioni s.s.a. (saturo a superficie asciutta) deve essere pari o superiore a 2600 kg/m<sup>3</sup>. A questa prescrizione si potrà derogare solo in casi di comprovata impossibilità di approvvigionamento locale, purché si continuino a rispettare le prescrizioni in termini di resistenza caratteristica a compressione e di durabilità specificati nelle norme. Per opere caratterizzate da un elevato rapporto superficie/volume, laddove assume un'importanza predominante la minimizzazione del ritiro igrometrico del calcestruzzo, occorrerà preliminarmente verificare che l'impiego di aggregati di minore massa volumica non determini un incremento del ritiro rispetto ad un analogo conglomerato confezionato con aggregati di massa volumica media maggiore di 2600 kg/m<sup>3</sup>. Per i calcestruzzi con classe di resistenza caratteristica a compressione maggiore di C50/60 dovranno essere utilizzati aggregati di massa volumica sempre maggiore di 2600 kg/m<sup>3</sup>.

Gli aggregati dovranno rispettare i requisiti minimi imposti dalla norma UNI 8520 parte 2 relativamente al contenuto di sostanze nocive. In particolare:

- il contenuto di solfati solubili in acido (espressi come SO<sub>3</sub> da determinarsi con la procedura prevista dalla UNI-EN 1744-1 punto 12) dovrà risultare inferiore allo 0.2% sulla massa dell'aggregato indipendentemente se l'aggregato è grosso oppure fine (aggregati con classe di contenuto di solfati AS<sub>0,2</sub>);
- il contenuto totale di zolfo (da determinarsi con UNI-EN 1744-1 punto 11) dovrà risultare inferiore allo 0.1%;
- non dovranno contenere forme di silice amorfa alcali-reattiva o in alternativa dovranno evidenziare espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2.

### **Additivi**

Gli additivi per la produzione del calcestruzzo devono possedere la marcatura CE ed essere conformi, in relazione alla particolare categoria di prodotto cui essi appartengono, ai requisiti imposti dai rispettivi prospetti della norma UNI EN 934 (parti 2, 3, 4, 5). Per gli altri additivi che non rientrano nelle classificazioni della norma si dovrà verificarne l'idoneità all'impiego in funzione dell'applicazione e delle proprietà richieste per il calcestruzzo. E' onere del produttore di calcestruzzo verificare preliminarmente i dosaggi ottimali di additivo per conseguire le prestazioni reologiche e meccaniche richieste oltre che per valutare eventuali effetti indesiderati. Per la produzione degli impasti, si consiglia l'impiego costante di additivi fluidificanti/riduttori di acqua o superfluidificanti/riduttori di acqua ad alta efficacia per limitare il contenuto di acqua di impasto, migliorare la stabilità dimensionale del calcestruzzo e la durabilità dei getti. Nel periodo



estivo si consiglia di impiegare specifici additivi capaci di mantenere una prolungata lavorabilità del calcestruzzo in funzione dei tempi di trasporto e di getto.

Per le riprese di getto si potrà far ricorso all'utilizzo di ritardanti di presa e degli adesivi per riprese di getto.

Nel periodo invernale al fine di evitare i danni derivanti dalla azione del gelo, in condizioni di maturazione al di sotto dei 5°C, si farà ricorso, oltre che agli additivi superfluidificanti, all'utilizzo di additivi acceleranti di presa e di indurimento privi di cloruri.

Per i getti sottoposti all'azione del gelo e del disgelo, si farà ricorso all'impiego di additivi aeranti come prescritto dalle normative UNI EN 206 e UNI 11104.

Di seguito viene proposto uno schema riassuntivo per le varie classi di additivo in funzione delle classi di esposizione

**Tab. 1 – Classi di additivo in funzione delle classi di esposizione**

	<b>Rck min</b>	<b>a/c max</b>	<b>WR/SF*</b>	<b>AE*</b>	<b>HE*</b>	<b>SRA*</b>	<b>IC*</b>
X0	15	0,60					
XC1 XC2	30	0,60	X				
XF1	40	0,50	X		X	X	
XF2	30	0,50	X	X	X	X	X
XF3	30	0,50	X	X	X	X	
XF4	35	0,45	X	X	X	X	X
XA1 XC3 XD1	35	0,55	X			X	X
XS1 XC4 XA2 XD2	40	0,50	X			X	X
XS2 XS3 XA3 XD3	45	0,45	X			X	X

\* WR/SF: fluidificanti/superfluidificanti, AE: Aeranti, HE: Acceleranti (solo in condizioni climatiche invernali), SRA: additivi riduttori di ritiro, IC: inibitori di corrosione.

#### **D. MATERIALI INERTI PER CONGLOMERATI CEMENTIZI E PER MALTE**

1) Tutti gli inerti da impiegare nella formazione degli impasti destinati alla esecuzione di opere in conglomerato cementizio semplice od armato devono corrispondere alle condizioni di accettazione stabilite dalle norme vigenti in materia.

2) Gli aggregati per conglomerati cementizi, naturali e di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di getto, ecc., in proporzioni non 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 ed all'ingombro delle armature. La sabbia per malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose, ed avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.

3) Gli additivi per impasti cementizi, come da norma UNI EN 934, si intendono classificati come segue: fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti-aeranti; fluidificanti-ritardanti; fluidificanti- acceleranti; antigelo-superfluidificanti. Per le modalità di controllo ed accettazione la Direzione dei Lavori potrà far eseguire prove od accettare, secondo i criteri dell'articolo "Norme Generali - Accettazione Qualità ed Impiego dei Materiali", l'attestazione di conformità alle norme UNI EN 934, UNI EN 480 (varie parti) e UNI 10765.

4) I conglomerati cementizi per strutture in cemento armato dovranno rispettare tutte le prescrizioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018 e relative circolari esplicative.

Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica: UNI EN 934 (varie parti), UNI EN 480 (varie parti), UNI EN 13139, UNI EN 13055-1, UNI EN 12620.

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.

#### **E. MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE**

##### **Generalità**

I materiali ed i prodotti per uso strutturale, utilizzati nelle opere soggette al D.M. 17 gennaio 2018 devono rispondere ai requisiti indicati nel seguito.



I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

- identificati univocamente a cura del produttore, secondo le procedure applicabili;
- qualificati sotto la responsabilità del produttore, secondo le procedure applicabili;
- accettati dalla Direzione dei Lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione, nonché mediante eventuali prove sperimentali di accettazione.

Per i materiali e prodotti recanti la Marcatura CE sarà onere della Direzione dei Lavori, in fase di accettazione, accertarsi del possesso della marcatura stessa e richiedere ad ogni fornitore, per ogni diverso prodotto, il Certificato ovvero Dichiarazione di Conformità alla parte armonizzata della specifica norma europea ovvero allo specifico Benestare Tecnico Europeo, per quanto applicabile.

Sarà inoltre onere della Direzione dei Lavori verificare che tali prodotti rientrino nelle tipologie, classi e/o famiglie previsti nella detta documentazione.

Per i prodotti non recanti la Marcatura CE, la Direzione dei Lavori dovrà accertarsi del possesso e del regime di validità dell'Attestato di Qualificazione o del Certificato di Idoneità Tecnica all'impiego rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Le prove su materiali e prodotti, a seconda delle specifiche procedure applicabili, devono generalmente essere effettuate da:

- a) laboratori di prova notificati ai sensi dell'art.18 della Direttiva n. 89/106/CEE;
- b) laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001;
- c) altri laboratori, dotati di adeguata competenza ed idonee attrezzature, appositamente abilitati dal Servizio Tecnico Centrale.

### **Calcestruzzo per Usi Strutturali, Armato e non, Normale e Precompresso**

#### **Controllo di Accettazione**

La Direzione dei Lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera rispetto a quello stabilito dal progetto e sperimentalmente verificato in sede di valutazione preliminare.

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee e si configura, in funzione del quantitativo di calcestruzzo in accettazione come previsto dal D.M. 17 gennaio 2018.

Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione va eseguito alla presenza della Direzione dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo e dispone l'identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare riferimento a tale verbale.

La domanda di prove al laboratorio deve essere sottoscritta dalla Direzione dei Lavori e deve contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo.

Le prove non richieste dalla Direzione dei Lavori non possono fare parte dell'insieme statistico che serve per la determinazione della resistenza caratteristica del materiale.

Le prove a compressione vanno eseguite conformemente alle norme UNI EN 12390-3.

I certificati di prova emessi dai laboratori devono 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 della Direzione dei Lavori che richiede la prova;
- la descrizione, l'identificazione e la data di prelievo 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 provati, dopo eventuale rettifica;
- le modalità di rottura dei campioni;
- la massa volumica del campione;
- i valori di resistenza misurati.

Per gli elementi prefabbricati di serie, realizzati con processo industrializzato, sono valide le specifiche indicazioni di cui al punto 11.8.3.1 del D.M. 17 gennaio 2018.

L'opera o la parte di opera non conforme ai controlli di accettazione non può essere accettata finché la non conformità non sia stata definitivamente rimossa dal costruttore, il quale deve procedere ad una verifica delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera mediante l'impiego di altri mezzi d'indagine, secondo quanto



prescritto dalla Direzione dei Lavori e conformemente a quanto indicato nel punto 11.2.6. del D.M. 17 gennaio 2018. Qualora gli ulteriori controlli confermino i risultati ottenuti, si procederà ad un controllo teorico e/o sperimentale della sicurezza della struttura interessata dal quantitativo di calcestruzzo non conforme, sulla base della resistenza ridotta del calcestruzzo.

Ove ciò non fosse possibile, ovvero i risultati di tale indagine non risultassero soddisfacenti si può dequalificare l'opera, eseguire lavori di consolidamento ovvero demolire l'opera stessa.

I "controlli di accettazione" sono obbligatori ed il collaudatore è tenuto a controllarne la validità, qualitativa e quantitativa; ove ciò non fosse, il collaudatore è tenuto a far eseguire delle prove che attestino le caratteristiche del calcestruzzo, seguendo la medesima procedura che si applica quando non risultino rispettati i limiti fissati dai "controlli di accettazione".

Per calcestruzzo confezionato con processo industrializzato, la Direzione dei Lavori, è tenuta a verificare quanto prescritto nel punto 11.2.8. del succitato decreto ed a rifiutare le eventuali forniture provenienti da impianti non conformi; dovrà comunque effettuare le prove di accettazione previste al punto 11.2.5 del D.M. e ricevere, prima dell'inizio della fornitura, copia della certificazione del controllo di processo produttivo.

Per produzioni di calcestruzzo inferiori a 1500 m3 di miscela omogenea, effettuate direttamente in cantiere, mediante processi di produzione temporanei e non industrializzati, la stessa deve essere confezionata sotto la diretta responsabilità del costruttore. La Direzione dei Lavori deve avere, prima dell'inizio delle forniture, evidenza documentata dei criteri e delle prove che hanno portato alla determinazione della resistenza caratteristica di ciascuna miscela omogenea di conglomerato, così come indicato al punto 11.2.3 del D.M. 17 gennaio 2018.

### **Acciaio per c.a.**

L'acciaio per cemento armato ha la sua norma europea armonizzata (UNI EN 10080 "Acciaio per cemento armato - Acciaio saldabile per cemento armato - Generalità") e dovrà essere sottoposto alla marcatura CE obbligatoriamente dall'1/09/2007. Gli acciai per c.a. dovranno essere conformi al punto 11.3.2 del D.M. 17/01/2018. Per le strutture in cemento armato è ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili qualificati secondo le procedure di cui al punto 11.3 del D.M. stesso e controllati in stabilimento secondo le modalità di cui ai punti 11.3.2.10 (per acciai da cemento armato ordinario in barre e rotoli) e 11.3.3.5 del D.M. (per acciai da cemento armato precompresso).

Per il D.M. 17/01/2018, è possibile utilizzare acciaio per cemento armato:

- Laminato a caldo, denominato B450C, caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:  $f_y \text{ nom} = 450 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_t \text{ nom} = 540 \text{ N/mm}^2$ ; tale acciaio deve rispettare i requisiti indicati nella Tabella 11.3.Ia, del D.M. Si tratta di un acciaio molto più duttile del successivo.

- Trafilato a freddo, denominato B450A, caratterizzato dai medesimi valori nominali delle tensioni di snervamento e rottura dell'acciaio laminato a caldo B450C; deve rispettare i requisiti indicati nella Tabella 11.3.Ib del D.M. Secondo quanto indicato nel punto 11.3.2.3 del D.M. 17/01/2018, sia per gli acciai laminati a caldo che per quelli trafilati a freddo, per l'accertamento delle proprietà meccaniche vale quanto indicato dalle norme UNI EN ISO 15630-1 ("Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso - Metodi di prova - Parte 1: Barre, rotoli e fili per calcestruzzo armato") e 15630-2 ("Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso - Metodi di prova - Parte 2: Reti saldate"), oltre alle altre prescrizioni contenute nel punto della norma suddetto.

L'acciaio per c.a. è generalmente prodotto in stabilimento sotto forma di barre, rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni. Prima della fornitura in cantiere gli elementi suddetti possono essere saldati, presagomati o preassemblati in appositi centri di trasformazione per formare elementi utilizzabili in opera, quali: elementi presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) ed elementi preassemblati (gabbie di armatura, ecc.). I requisiti dei centri di trasformazione sono fissati al punto 11.3.1.7 del D.M. 17/01/2018.

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata (con superficie dotata di nervature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al cls). Le barre sono caratterizzate dal diametro  $\Phi$  della barra tonda liscia equipesante, calcolata nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a 7,85 Kg/dmc. Il diametro delle barre deve essere compreso fra 6 e 50 mm. L'uso di acciai in rotoli è ammesso senza limitazioni fino a  $\Phi \leq 16 \text{ mm}$ . Nel luogo di lavorazione ove avviene il raddrizzamento, per tener conto del danneggiamento della superficie del tondo ai fini dell'aderenza, dovranno essere condotte le prove di cui al punto 11.3.2.10.4 del D.M. 17/01/2018. Quando il raddrizzamento avviene a caldo si dovrà verificare che vengano mantenute le caratteristiche meccaniche dell'acciaio.



Si intendono per reti elettrosaldate le armature costituite da due sistemi di barre parallele, ortogonali ed equidistanziate, assemblate negli incroci (nodi), realizzate con acciai saldabili. L'equidistanza non può superare 330 mm. I tralicci sono dei componenti reticolari composti con barre e assemblati tramite saldature. Le reti e i tralicci realizzati con acciai laminati a caldo o con quelli trafilati a freddo devono avere  $\Phi$  compreso fra 5 e 12 mm. Per reti e tralicci valgono inoltre le ulteriori prescrizioni di cui al punto 11.3.2.5 del D.M. 17/01/2018. Per quanto riguarda la saldabilità degli acciai per c.a. si rimanda al punto 11.3.2.6 del D.M. 17/01/2018. Sono proibite le giunzioni mediante saldatura di acciai non certificati come saldabili. L'uso di acciai inossidabili e di acciai zincati è ammesso alle condizioni di cui al punto 11.3.2.9 del D.M. 17/01/2018.

I controlli dell'acciaio per c.a. nei centri di trasformazione, nei luoghi di lavorazione delle barre e in cantiere devono essere effettuati secondo i criteri di cui al punto 11.3.2.10.3 del D.M. 17/01/2018. I controlli nei centri di trasformazione o nei luoghi di lavorazione sono obbligatori e devono riferirsi agli stessi gruppi di diametri contemplati nelle prove a carattere statistico di cui al punto 11.3.2.10.1 del D.M. (controllo in stabilimento), in ragione di 3 spezzoni, marcati, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun gruppo di diametri per ciascuna fornitura.

I valori minimi per quanto riguarda il controllo della resistenza e dell'allungamento, da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto e riferiti ad uno stesso diametro, sono i seguenti:

$f_y$  minimo = 425 N/mm<sup>2</sup>

$f_y$  massimo = 572 N/mm<sup>2</sup>

Agt minimo  $\geq 5.0\%$  per acciai laminati a caldo

Agt minimo  $\geq 1.0\%$  per acciai trafilati a freddo

Rottura/snervamento  $1.11 \leq f_t/f_y \leq 1.37$  per acciai laminati a caldo

Rottura/snervamento  $f_t/f_y \geq 1.03$  per acciai trafilati a freddo

Piegamento/raddrizzamento assenza di cricche (per tutti gli acciai).

Nel caso di campionamento e prova in cantiere disposta dalla D.L., qualora la determinazione del valore di una quantità fissata in termini di valore caratteristico crei una controversia, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato. Se un risultato è minore del valore caratteristico prescritto, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente. Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino. Se i tre risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore caratteristico, il lotto consegnato deve essere considerato conforme. Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, 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.

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del D.L. 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. La domanda di prove al Laboratorio autorizzato deve essere sottoscritta dal D.L. e deve contenere precise indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo.

I controlli in cantiere in linea generale sono obbligatori e devono riferirsi agli stessi gruppi di diametri contemplati nelle prove a carattere statistico di cui al punto 11.3.2.10.1 del D.M. (controllo in stabilimento). I controlli in cantiere sono facoltativi (a discrezione del D.L.) quando il prodotto utilizzato proviene da un centro di trasformazione o luogo di lavorazione delle barre, nel quale sono stati effettuati tutti i controlli di cui sopra. In quest'ultimo caso, la spedizione del materiale deve essere accompagnata dalla certificazione attestante l'esecuzione delle prove di cui sopra. Resta nella discrezionalità del direttore dei lavori effettuare tutti gli eventuali ulteriori controlli ritenuti opportuni (es. indice di aderenza, saldabilità). Ai fini della qualificazione, le barre devono superare con esito positivo prove di aderenza (punto 11.3.2.10.4 del D.M.). Per le verifiche periodiche della qualità e per le verifiche delle singole partite, non è richiesta la ripetizione delle prove di aderenza quando se ne possa determinare la rispondenza nei riguardi delle caratteristiche e delle misure geometriche, con riferimento alla serie di barre che hanno superato le prove stesse con esito positivo. Il citato punto del D.M. indica le procedure per accertare la rispondenza delle singole partite nei riguardi delle proprietà di aderenza. Per quanto riguarda i controlli nel centro di trasformazione, nel luogo di lavorazione o in cantiere delle reti e dei tralicci in acciaio per c.a. ordinario, il punto 11.3.2.11 del D.M. rimanda alle procedure di cui al punto 11.2.2.6. del D.M., che a sua volta fa riferimento al già illustrato punto 11.3.2.10.3. sui controlli nei centri di trasformazione o nei luoghi di lavorazione e sull'accettazione in cantiere delle barre e rotoli in acciaio per c.a. ordinario. L'acciaio per armature da precompressione è generalmente fornito sotto forma di fili, barre, trecce o trefoli.



Il punto 11.233 del D.M. 17/01/2018 fornisce tutte le prescrizioni relative alle caratteristiche dimensionali, chimiche, fisiche e geometriche e sulle procedure di controllo su tale acciaio. Per tutte le opere in c.a. non si dovranno porre in opera armature ossidate, corrose, recanti difetti superficiali, che ne riducano la resistenza o ricoperte da sostanze che possano ridurne sensibilmente l'aderenza al conglomerato.

### **Acciaio per strutture metalliche**

Gli acciai per strutture metalliche dovranno essere conformi al punto 11.3.4 del D.M. 17/01/2018. Possono essere impiegati prodotti conformi ad altre specifiche tecniche qualora garantiscano un livello di sicurezza equivalente (da comprovare con adeguata documentazione teorica e sperimentale) e tale da soddisfare i requisiti essenziali della Direttiva 89/106/CEE e del relativo Regolamento di attuazione (D.P.R. 246/1993). Tale equivalenza deve essere accertata dal Servizio Tecnico Centrale del Ministero delle Infrastrutture.

Secondo il D.M. suddetto, per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui devono essere prelevati, la preparazione delle provette, le modalità di prova e le tolleranze di fabbricazione (a partire dalla fase di produzione fino al cantiere) si farà riferimento alle norme UNI EN ISO 377 ("Acciaio e prodotti di acciaio. Prelievo e preparazione dei saggi e delle provette per prove meccaniche"), UNI 552 ("Prove meccaniche dei materiali metallici. Simboli, denominazioni e definizioni"), UNI EN 10002-1 ("Materiali metallici. Prova di trazione. Metodo di prova (a temperatura ambiente)"), UNI EN 10045-1 ("Materiali metallici. Prova di resilienza su provetta Charpy") ed EN 1090 (sull'esecuzione delle strutture in acciaio). I controlli sugli acciai da carpenterie in stabilimento, comprese anche le officine di trasformazione (impianti che ricevono dal produttore di acciaio elementi base e confezionano elementi strutturali direttamente impiegabili in opere in acciaio) e i centri di prelavorazione di componenti strutturali (impianti che, ricevendo dai produttori di acciaio elementi base come prodotti lunghi e/o piani, realizzano elementi singoli prelavorati che vengono successivamente utilizzati dalle officine di trasformazione per la realizzazione di strutture complesse nell'ambito delle costruzioni), sono normati al punto 11.3.4 del D.M. 17/01/2018. Il produttore, il trasformatore e i centri di prelavorazione devono dotarsi di un sistema di gestione della qualità del processo di lavorazione. I prodotti assoggettabili al procedimento di qualificazione sono, suddivisi per gamma merceologica, i seguenti:

- laminati mercantili, travi ad ali parallele del tipo IPE e HE, travi a I e profilati a U;
- lamiere e nastri, travi saldate e profilati aperti saldati;
- profilati cavi circolari, quadrati o rettangolari senza saldature o saldati.

Le procedure per le prove di qualificazione, il controllo continuo della produzione e le verifiche periodiche di qualità sono riportate al citato punto 11.3.4.11 del D.M. 17/01/2018. I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere di elementi strutturali devono comprendere l'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale degli elementi base e il certificato del sistema di gestione della qualità. Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore intermedio devono essere dotati di una specifica marcatura (depositata presso il Servizio Tecnico Centrale) che identifichi in modo inequivocabile l'officina di trasformazione stessa, in aggiunta alla marcatura del prodotto di origine. Le officine di trasformazione sono identificate come "luogo di lavorazione" e, come tali, sono tenuti ad effettuare i controlli obbligatori previsti in cantiere; ogni fornitura in cantiere di elementi strutturali dovrà inoltre essere accompagnata da copia dei certificati delle prove fatte eseguire dal direttore dello stabilimento di trasformazione. Il responsabile tecnico dei centri di prelavorazione di componenti strutturali dovrà certificare che tutte le prelavorazioni siano state eseguite in conformità alle specifiche richieste.

I controlli in cantiere sugli acciai per strutture metalliche sono previsti dal DM 17/01/2018. I controlli in cantiere tramite prelievo di campioni a cura del D.L. (o di un tecnico di sua fiducia) e successiva esecuzione di prove presso un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. 380/2001 sono obbligatori. Il D.L. deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati. La domanda di prove al laboratorio deve essere sottoscritta dal D.L. e deve contenere precise indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo. I certificati devono, inoltre, riportare l'indicazione del marchio identificativo rilevato. Deve inoltre essere controllato che le tolleranze di fabbricazione rispettino i limiti indicati nella EN 1090 e che quelle di montaggio siano entro i limiti indicati dal progettista. Devono essere effettuate per ogni fornitura minimo 3 prove, di cui almeno una sullo spessore massimo ed una sullo spessore minimo. I dati sperimentali ottenuti devono soddisfare le prescrizioni di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee della serie EN 10025 ovvero delle tabelle del D.M. per i profilati cavi per quanto concerne l'allungamento e la resilienza, nonché delle norme UNI EN 10025 (sui Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali), UNI EN 10210-1 ("Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura") e UNI EN 10219-1 ("Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate – Condizioni tecniche di fornitura") per le caratteristiche chimiche. Ogni singolo valore della tensione di snervamento e di rottura



non deve risultare inferiore ai limiti tabellari di cui sopra. Gli acciai laminati a caldo per impieghi strutturali hanno la loro norma europea armonizzata (UNI EN 10025-1) e devono essere sottoposti alla marcatura CE. Per gli acciai laminati a caldo, la norma UNI EN 10025-1 ("Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura") prevede sette tipi di acciaio: S185, S235, S275, S355, E295, E355 ed E360, che differiscono tra loro per caratteristiche meccaniche (v. Prospetto V della norma). I numeri che caratterizzano ogni tipo corrispondono al carico unitario di snervamento minimo  $R_{eH}$  in N/mm<sup>2</sup> per spessori nominali  $\leq 16$  mm. I tipi S235, S275 e S355 hanno resistenza a trazione  $R_m$  (in N/mm<sup>2</sup>) per spessore nominale  $< 3$  mm rispettivamente pari a 360510, 430580, 510680. I tipi caratterizzati dalla lettera E non vengono di norma utilizzati per profilati. Alcuni tipi di acciaio possono essere forniti in diverse qualità (caratterizzate dalla lettera J). Gli acciai laminati a caldo, in profilati, barre, larghi piatti, lamiere (prodotti piani e lunghi) devono appartenere a uno dei tipi previsti nella norma UNI EN 10025-16 (sui prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali) e devono essere in possesso di attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale secondo le procedure di cui al punto 11.3.4.8 del D.M. 17/01/2018. Il produttore dichiara le specifiche tecniche di cui al prospetto ZA.1 dell'appendice ZA della norma EN 10025-1, caratteristiche che devono rispettare i limiti previsti nelle medesime specifiche tecniche. Tali caratteristiche sono contenute nelle informazioni che accompagnano l'attestato di qualificazione ovvero, quando previsto, la marcatura CE di cui al D.P.R. 246/1993. Gli acciai laminati per profilati cavi, devono appartenere a uno dei tipi aventi le caratteristiche meccaniche riportate nelle norme europee UNI EN 10210-1 ("Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura") e 10219-1 ("Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate - Condizioni tecniche di fornitura") nelle classi di duttilità JR, J0, J2 e K2. Il produttore dichiara le caratteristiche tecniche che devono essere contenute nelle informazioni che accompagnano l'attestato di qualificazione ovvero, quando previsto, la marcatura CE di cui al D.P.R. 246/1993.

Le caratteristiche tecniche, le prove e i metodi di misura relativi ai profilati cavi sono quelli previsti dalle norme EN 10210-1 e 10219-1. L'acciaio per strutture saldate deve possedere i requisiti di cui al DM 17/01/2018. L'uso di acciai inossidabili è consentito alle condizioni di cui al punto 11.3.2.8.1 del D.M. 17/01/2018.

Le procedure di controllo sugli elementi di lamiera grecata e profilati formati a freddo in acciaio sono normate dal paragrafo 11.3.4.11.2 del D.M. 17/01/2018. Gli elementi di lamiera grecata ed i profilati formati a freddo, ivi compresi i profilati cavi saldati non sottoposti a successive deformazioni o trattamenti termici, devono essere realizzati utilizzando lamiere o nastri di origine qualificati secondo le procedure indicate nel paragrafo citato del D.M. Il produttore dichiara, nelle forme previste, le caratteristiche tecniche di cui al prospetto ZA.1 dell'appendice ZA della norma europea EN 14782 "Lastre metalliche autoportanti per coperture, rivestimenti esterni e interni - Specifica di prodotto e requisiti". Tali caratteristiche devono rispettare i limiti previsti nelle medesime specifiche tecniche. Tali caratteristiche sono contenute nelle informazioni che accompagnano l'attestato di qualificazione ovvero, quando previsto, la marcatura CE di cui al DPR n.246/93. Il produttore di lamiere grecate deve dotarsi di un sistema di controllo della lavorazione allo scopo di assicurare che le lavorazioni effettuate non comportino alterazioni delle caratteristiche meccaniche dei prodotti e che il prodotto abbia i requisiti previsti dal D.M. e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera. Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere certificato da parte un organismo terzo indipendente. I prodotti finiti devono essere marcati e il marchio deve essere depositato presso il Servizio Tecnico Centrale. I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere devono indicare gli estremi della certificazione di controllo di produzione in fabbrica. Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi. I materiali di apporto per saldature hanno la loro norma europea armonizzata (UNI EN 13479 "Materiali d'apporto per la saldatura - Norma generale di prodotto per i metalli d'apporto e per i flussi utilizzati nella saldatura per fusione dei materiali metallici") e devono essere sottoposti alla marcatura CE.

Il punto 11.3.4.6 del D.M. 17/01/2018 fornisce le seguenti indicazioni su bulloni e chiodi di strutture metalliche:

#### RIFERIMENTI NORMATIVI

**D.P.R. n° 246 del 21/04/1993** Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione

**D.P.R. n° 380 del 6/06/2001** Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia

**D. MIN. DELL'INTERNO 03/11/2004** Disposizioni relative all'installazione ed alla manutenzione dei dispositivi per l'apertura delle porte installate lungo le vie di esodo, relativamente alla sicurezza in caso d'incendio

**D.M. 17/01/2018** Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni



## **F. CASSEFORME**

Le casseforme, di qualsiasi tipo, dovranno presentare deformazioni limitate (coerenti con le tolleranze richieste per i manufatti), avere rigidità tale da evitare forti ampiezze di vibrazione durante il costipamento evitando variazioni dimensionali delle superfici dei singoli casseri che dovranno, inoltre, essere accuratamente pulite dalla polvere o qualsiasi altro materiale estraneo, sia direttamente che mediante getti d'aria, acqua o vapore.

Per getti su superfici con inclinazione sull'orizzontale maggiore di 30 gradi C° deve essere previsto il controcassero (oppure una rete sufficiente a tenere in forma il calcestruzzo).

Nelle zone dei casseri in cui si prevede, dato il loro particolare posizionamento o conformazione, la formazione di bolle d'aria, si dovranno prevedere fori o dispositivi tali da permetterne la fuoriuscita.

Prima del getto verranno eseguiti, sulle casseforme predisposte, controlli della stabilità, delle dimensioni, della stesura del disarmante, della posa delle armature e degli inserti; controlli più accurati andranno eseguiti, sempre prima del getto, per la verifica dei puntelli (che non dovranno mai poggiare su terreno gelato), per l'esecuzione dei giunti, dei fissaggi e delle connessioni dei casseri.

Le casseforme saranno realizzate in legno, plastica, calcestruzzo e metallo.

### **CASSEFORME IN LEGNO (tavole)**

Saranno costituite da tavole di spessore non inferiore a 25 mm, di larghezza standard esenti da nodi o tarlature ed avendo cura che la direzione delle fibre non si scosti dalla direzione longitudinale della tavola.

L'assemblaggio delle tavole verrà eseguito con giunti, tra l'una e l'altra, di 1÷3 mm (per la dilatazione) dai quali non dovrà fuoriuscire l'impasto; si dovranno prevedere (per evitare la rottura degli spigoli) listelli a sezione triangolare disposti opportunamente all'interno dei casseri.

Il numero dei reimpieghi previsto è di 4 o 5.

### **CASSEFORME IN LEGNO (pannelli)**

Verranno usati pannelli con spessore non inferiore ai 12 mm., con le fibre degli strati esterni disposte nella direzione portante, con adeguata resistenza agli urti, all'abrasione.

Il numero dei reimpieghi da prevedere è di 20 ca.

### **STOCCAGGIO (tavole o pannelli)**

Il legname dovrà essere sistemato in cataste su appoggi con altezza dal terreno tale da consentire una sufficiente aerazione senza introdurre deformazioni dovute alle distanze degli appoggi.

Le cataste andranno collocate in luoghi al riparo dagli agenti atmosferici e protette con teli impermeabili; la pulizia del legname (estrazione chiodi, raschiamento dei residui di malta, etc.) dovrà avvenire immediatamente dopo il disarmo e, comunque, prima dell'accatastamento o del successivo impiego.

### **CASSEFORME IN PLASTICA**

Verranno usate per ottenere superfici particolarmente lisce, non dovranno essere usate per getti all'aperto; dovrà essere posta estrema attenzione alla preparazione delle superfici interne dei casseri evitando eccessiva durezza e levigatura delle stesse (per impedire la formazione di ragnatele e simili dovute all'effetto della vibrazione dell'impasto).

Il materiale di sigillatura dei giunti dovrà essere compatibile con quello dei casseri; il numero dei reimpieghi da prevedere è 50/60.

### **CASSEFORME IN CALCESTRUZZO**

Saranno conformi alla normativa vigente per il c.a. ed avranno resistenza non inferiore a 29 N/mm<sup>2</sup> (300 kg/cm<sup>2</sup>), gli eventuali inserti metallici (escluse le piastre di saldatura) dovranno essere in acciaio inossidabile.

La movimentazione e lo stoccaggio di tali casseri dovranno essere eseguiti con cura particolare, lo stoccaggio dovrà avvenire al coperto, le operazioni di saldatura non dovranno danneggiare le superfici adiacenti, la vibrazione verrà effettuata solo con vibratori esterni e le operazioni di raschiatura e pulizia delle casseforme dovranno essere ultimate prima della presa del calcestruzzo.

Il numero dei reimpieghi da prevedere per questi casseri è di 100 ca.

### **CASSEFORME METALLICHE**

Nel caso di casseri realizzati con metalli leggeri (alluminio o magnesio) si dovranno impiegare delle leghe idonee ad evitare la corrosione dovuta al calcestruzzo umido; particolare attenzione sarà posta alla possibile formazione di coppie galvaniche derivanti dal contatto con metalli differenti in presenza di calcestruzzo fresco.



Nel caso di casseri realizzati in lamiere d'acciaio piane o sagomate, dovranno essere usati opportuni irrigidimenti, e diversi trattamenti della superficie interna (lamiera levigata, sabbiata o grezza di laminazione) con il seguente numero di reimpieghi:

- lamiera levigata 2
- lamiera sabbiata 10
- lamiera grezza di laminazione oltre i 10.

Queste casseforme potranno essere costituite da pannelli assemblati o da impianti fissi specificamente per le opere da eseguire (tavoli ribaltabili, batterie, etc.), i criteri di scelta saranno legati al numero dei reimpieghi previsto, alla tenuta dei giunti, alle tolleranze, alle deformazioni, alla facilità di assemblaggio ed agli standards di sicurezza richiesti dalla normativa vigente.

#### **G. SABBIA, GHIAIA E PIETRISCO**

Le ghiaie da impiegarsi per formazione di massicciate stradali dovranno essere costituite da elementi omogenei derivati da rocce durissime di tipo costante, e di natura consimile fra loro, escludendosi quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica o sfaldabili facilmente, o gelive o rivestite di incrostazioni. Il pietrisco, il pietrischetto e la graniglia, secondo il tipo di massicciata da eseguire, dovranno provenire dalla spezzatura di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina, o calcari puri durissimi e di alta resistenza alla compressione, all'urto, alla abrasione, al gelo ed avranno spigolo vivo: e dovranno essere scevri di materie terrose, sabbia o comunque materie eterogenee. Sono escluse le rocce marnose.

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

Quando non sia possibile ottenere il pietrisco da cave di roccia, potrà essere consentita l'utilizzazione di massi sparsi in campagna o ricavabili da scavi, nonché di ciottoloni o massi ricavabili da fiumi o torrenti sempre che siano provenienti da rocce di qualità idonea.

I materiali suindicati, le sabbie e gli additivi dovranno corrispondere alle norme di accettazione del fascicolo n. 4 ultima edizione, del consiglio nazionale delle ricerche. Rispetto ai crivelli U.N.I. 2334, i pietrischi saranno quelli passanti dal crivello 71 U.N.I. e trattenuti dal crivello 25 U.N.I. pietrischetti quelli passanti dal crivello 25 U.N.I. e trattenuti dal crivello 10 U.N.I. le graniglie quelle passanti dal crivello 10 U.N.I. e trattenute dallo staccio 2 U.N.I.

Di norma si useranno le seguenti pezzature:

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

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

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

Le sabbie dovranno essere assolutamente prive di terra, materie organiche o altre materie nocive, essere di tipo siliceo (o in subordine quarzoso, granitico o calcareo), avere grana omogenea, e provenire da rocce con elevata resistenza alla compressione. Sottoposta alla prova di decantazione in acqua, la perdita in peso della sabbia non dovrà superare il 2%.

La sabbia utilizzata per le murature, per gli intonaci, le stuccature, le murature a faccia vista e per i conglomerati cementizi dovrà essere conforme a quanto previsto dal D.M. 17/01/2018 e dalle relative norme vigenti.

La granulometria dovrà essere adeguata alla destinazione del getto ed alle condizioni di posa in opera. E' assolutamente vietato l'uso di sabbia marina.

I materiali dovranno trovarsi, al momento dell'uso in perfetto stato di conservazione.



Il loro impiego nella preparazione di malte e conglomerati cementizi dovrà avvenire con l'osservanza delle migliori regole d'arte.

Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica: UNI EN 459 - UNI EN 197 - UNI EN ISO 7027 - UNI EN 413 - UNI 9156 - UNI 9606.

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.

#### **H. SABBIELLA DI FIUME PER SOTTOFONDI E RINFIANCHI**

La sabbietta per sottofondi e rinfianchi dovrà prelevarsi da cave autorizzate dalle competenti Amministrazioni provinciali. Sarà costituita fondamentalmente di sabbia fine. Non sarà tollerata una presenza sensibile di limi ed argilla. La sabbietta dovrà essere purgata degli elementi di dimensioni superiori al centimetro. I campioni della sabbietta dovranno essere sottoposti alla preliminare approvazione della DL unitamente alle risultanze delle prove di laboratorio intese a classificare la sabbietta stessa.

#### **I. MISTO GRANULOMETRICAMENTE ASSORTITO PER FONDO STRADALE ("STABILIZZATO")**

Si adotterà una miscela di pietrisco e sabbia, con elementi di dimensioni massime di 1 pollice (25 mm) proveniente da cave di marmo.

Si adotterà la miscela di pietrisco-sabbia-argilla, con elementi di dimensioni massime di 1 pollice (25 mm). Alla prova con la serie di setacci A.S.T.M. tale misto dovrà passare totalmente dal setaccio di 25 mm e per almeno il 65% dal setaccio di 10mm; per il 55-85% dal setaccio n°4, per il 40-70% dal setaccio n°10, per il 25-45% dal setaccio n°40, per il 10-25% dal setaccio n°200. In ogni caso la frazione di passante dal setaccio n°200 dovrà essere inferiore ai 2/3 della frazione di passante dal setaccio n°40.

Tenendo come base i limiti di Atterberg l'Indice di Plasticità della miscela dovrà essere compreso fra 9 e 4 e il limite di fluidità dovrà essere inferiore a 35.

Le terre stabilizzate per sovrastrutture stradali dovranno identificarsi mediante la loro granulometria e i limiti di Atterberg, che determinano la percentuale di acqua in corrispondenza della quale il comportamento della frazione fina del terreno (passante al setaccio 0.42 millimetri n. 40 A.S.T.M.) passa da una fase solida ad una plastica (limite di plasticità L.P.) e da una fase plastica ad una fase liquida (limite di liquidità L.L.) nonché dall'indice di plasticità (differenza fra il limite di liquidità L.L. e il limite di plasticità L.P.).

Tale indice da stabilirsi in genere per raffronto con opere similari già costruite con analoghi terreni, ha notevole importanza.

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

1) strati inferiori (fondazione): tipo miscela sabbia-argilla: dovrà interamente passare al setaccio 25 millimetri: ed essere almeno passante per il 65% al setaccio n. 10 A.S.T.M.; il detto passante al n. 10, dovrà essere passante dal 55 al 90% al n. 20 A.S.T.M. e dal 35 al 70% passante al n. 40 A.S.T.M. dal 10 al 25% passante al n. 200 A.S.T.M.;

2) strati inferiori (fondazione): tipo di miscela ghiaia o pietrisco, sabbia ed argilla: dovrà essere interamente passante al setaccio da 71 millimetri; ed essere almeno passante per il 50% al setaccio da 10 mm, dal 25 al 50% al setaccio n. 4, dal 20 al 40% al setaccio n. 10, dal 10 al 25% al setaccio n. 40, dal 3 al 10% al setaccio n. 200;

3) negli strati di fondazione, di cui ai precedenti paragrafi 1 e 2, l'indice di plasticità non deve essere superiore a 6, il limite di fluidità non deve superare 25 e la frazione passante al setaccio n. 200 ASTM deve essere preferibilmente la metà di quella passante al setaccio n. 40 e in ogni caso non deve superare i 2/3 di essa;

4) strato superiore della sovrastruttura tipo miscela sabbia-argilla valgono le stesse condizioni granulometriche di cui al paragrafo 1

5) strato superiore della sovrastruttura: tipo della miscela ghiaia o pietrisco, sabbia ed argilla: deve essere interamente passante dal setaccio da 25 mm ed almeno il 65% al setaccio da 10 mm, dal 55 all'85% al setaccio n. 4, dal 40 al 70% al setaccio n. 10, dal 25 al 45% al setaccio n. 40, dal 10 al 25% al setaccio n. 200;

6) negli strati superiori 4 e 5 l'indice di plasticità non deve essere superiore a 9 né inferiore a 4 il limite di fluidità non deve superare 35; la frazione di passante al setaccio n. 200 deve essere inferiore ai 2/3 della frazione passante al n. 40;

Inoltre è opportuno controllare le caratteristiche meccaniche delle miscele con la prova CBR che esprime la portanza della miscela sotto un pistone cilindrico di diametro 2", con approfondimento di 2.5 ovvero 5 mm in rapporto alla corrispondente portanza di una miscela tipo.

In linea di massima il CBR del materiale, costipato alla densità massima, e saturato con acqua dopo 4 giorni di immersione, e sottoposto ad un carico di 9 kg dovrà risultare per gli strati inferiori, non inferiore a 30 e per i



materiali degli strati superiori non inferiore a 70. Durante la immersione in acqua non si dovranno avere rigonfiamenti superiori al 0.5%.

#### **J. FRANTUMATO LITICO OMOGENEIZZATO PROVENIENTE DALLA LAVORAZIONE DI MATERIALI RECUPERABILI**

Con il termine frantumato litico omogeneizzato, denominato generalmente come "C&D", viene indicato un materiale litoide ottenuto da resti di materiali lapidei di scarti di attività edilizia o di estrazione conseguito per frantumazione meccanica previa iniziale cernita ed assolutamente privo di metalli, resti lignei, materiali plastici di vario tipo, resti cartacei, fibrosi, tessuti naturali e/o artificiali, etc.; il frantumato dev'essere composto esclusivamente da elementi litoidi.

L'assortimento artificiale deve indice plastico assai limitato e impiegati in rilevato (plasticità => I.P. < 2) oppure non determinabile se utilizzati per fondazioni stradali (plasticità => I.P. = N.D.).

La distribuzione granulometrica deve essere contenuta nel fuso della tabella 1 per materiali utilizzati in rilevati e contenuta nel fuso della tabella 2 se l'impiego è in fondazioni stradali.

Il materiale dovrà essere esente da sostanze organiche ed in pratica appartenere ai gruppi A1-A2-4 della classificazione CNR-UNI 10006, il grado di uniformità deve risultare  $u > 15$  ed inoltre gli inerti dovranno inoltre possedere i requisiti evidenziati in tabella 3.

Gli elementi litici debbono risultare duri, tenaci e non gelivi; la perdita in peso all'atto di prova con l'apparecchio Los Angeles, vedasi CNR BU n° 34 del 28.03.1973, non deve essere superiore al 30% e la sensibilità al gelo desunta con la prova CNR BU n° 80 del 15.11.1980 non deve eccedere il 25%.

L'aggregato "C&D" da impiegare per la costruzione di strati in rilevato posti, però a distanza maggiore di 70 cm dal piano della fondazione stradale, possono essere composti da una frazione di inerte derivante dalla frantumazioni di laterizi, purché non forati, non eccedente il 30% in volume sull'intero ammasso.

Il materiale non può essere impiegato in presenza di falda o acque corrive superficiali se non da quote superiori a 75 cm purché sotto di esso sia garantito un sicuro sistema drenante.

Qualora l'aggregato "C&D" venga impiegato per strati di fondazione in sovrastrutture stradali la frazione di inerte derivante dalla frantumazioni di laterizi, purché non forati, non deve essere eccedente il 10% in volume sull'intero ammasso e comunque deve essere garantito che I.P. = N.D.

L'accettazione del materiale rimane comunque ad esclusivo ed insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori.

La posa in opera avverrà per strati non superiori a 25 cm e la compattazione sarà eseguita mediante l'utilizzo di rullo vibrante con carico non inferiore a 180 kN.

La verifica della compattazione verrà effettuata mediante l'esecuzione di prove di carico con piastra a doppio ciclo di carico secondo le indicazioni fornite dalla Norma CNR BU n. 146 del 14 dicembre 1992.

Il modulo di deformazione al primo ciclo di carico, valutato nell'intervallo pensionale compreso tra 0.15 e 0.25 MPa, dovrà risultare non inferiore a 00 MPa, il rapporto tra il modulo valutato al primo ciclo di carico e quello al secondo non dovrà risultare inferiore a 0.70.

**Tabella n. 1**

<b>Crivello/setacci UNI (mm)</b>	<b>Passante min (%)</b>	<b>Passante max (%)</b>
71	100	100
30	70	100
15	50	80
10	30	70
5	20	55
2	15	40
0.4	8	25
0.075	5	15

**Tabella n. 2**

<b>Crivello/setacci UNI (mm)</b>	<b>Passante min (%)</b>	<b>Passante max (%)</b>
30	100	100
15	70	100
10	50	85
5	35	65
2	25	50
0.4	15	30
0.075	5	15

**Tabella n. 3**



Prova	Normativa di riferimento	Valore
Equivalente in sabbia (ES)	CNR BU n. 27 del 30.03.1972	$35\% \leq ES \leq 65\%$
Coefficiente Los Angeles (LA)	CNR BU n. 34 del 28.03.1973	$LA \leq 30\%$
Sensibilità al gelo	CNR BU n. 80 del 15.11.1980	$G \leq 25\%$
Coefficiente di imbibizione	R.D. n. 2232 del 16.11.1939, art.7	$\leq 0.4\%$
Resistenza a compressione (Sc)	R.D. n. 2232 del 16.11.1939, art.10	$Sc \geq 120 \text{ MPa}$
Resistenza all'usura (-)	R.D. n. 2232 del 16.11.1939, art.11	$\geq 0.6$

## K. PIETRE NATURALI

Le pietre naturali da impiegarsi per qualsiasi lavoro dovranno essere a grana compatta, monde da cappellaccio, esenti da piani di sfaldamento, senza screpolature, peli, venature, interclusioni di sostanze estranee, immuni da venature e litoclasti, inalterabili all'azione degli agenti atmosferici e dall'acqua corrente, sonore alla percussione e di perfetta lavorabilità. Esse dovranno avere resistenza proporzionata all'entità delle sollecitazioni cui dovranno essere assoggettate.

In particolare:

**per scogliere** dovranno avere un peso specifico non inferiore a quello riportato nella relativa voce descrittiva di capitolato ed una resistenza alla compressione del materiale non inferiore di  $500 \text{ kg/cm}^2$ .

Saranno rifiutate le pietre a foggia di lastre, quelle cavernose, quelle sfaldabili nonché quelle frammiste a residui di terra o ad altre sostanze eterogenee.

Le pietre che risulteranno fuori peso per difetto od eccesso saranno accettate solo se il loro quantitativo non eccederà il 5%; in caso contrario la partita verrà scartata o declassata.

**per murature** dovranno essere senza screpolature, peli, venature o interclusioni di sostanze eterogenee, dovranno avere dimensioni adatte al particolare loro impiego, offrire una resistenza alla compressione di almeno  $400 \text{ Kg. per cm}^2$  ed avere una efficace adesività alle malte.

Saranno assolutamente da escludersi le pietre marnose e quelle alterabili all'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente.

Dovranno inoltre rispondere a tutte le norme stabilite dalle leggi in vigore.

**Pietrame di riempimento per gabbioni e materassi metallici** - Deve essere costituito da materiale litoide proveniente da cava o da materiale d'alveo, non friabile né gelivo e quindi non deteriorabile dagli agenti atmosferici, di elevato peso specifico (non inferiore a  $22 \text{ kN/m}^3$ ) e di pezzatura superiore alla dimensione della maglia (minimo 1,5 D) in modo da non permettere alcuna fuoriuscita del riempimento né in fase di posa in opera né in esercizio. Il materiale di riempimento dovrà essere messo in opera con operazioni meccanizzate e/o manuali in modo da raggiungere sempre una porosità del 30-40% in modo da ottenere un idoneo peso di volume, nel rispetto delle ipotesi di progetto.

## L. EMULSIONI BITUMINOSE – BITUMI LIQUIDI O FLUSSANTI

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali - Caratteristiche per l'accettazione", Ed. maggio 1978; "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali", Fascicolo n.3, Ed. 1958; "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali (Campionatura dei bitumi)", Ed. 1980.

I **Bitumi** liquidi o flussati dovranno corrispondere ai requisiti di cui alle "Norme per l'accettazione dei bitumi liquidi per usi stradali", Fascicolo n.7 - Ed. 1957 del C.N.R.

I **leganti bituminosi** dovranno rispondere alle norme e condizioni per l'accettazione dei materiali stradali:

a) Bitume. Il bitume dovrà provenire dalla distillazione dei petroli o da asfalto tipo "TRINIDAD"; dovrà inoltre corrispondere alle seguenti caratteristiche:

- 1) Solubilità in solfuro di carbonio, almeno 99%;
- 2) Peso specifico a  $25^\circ\text{C}$  maggiore di 1;
- 3) Penetrazione Dow a  $25^\circ\text{C}$  minimo 100 dmm;
- 4) Punto di rammollimento (palla o anello) non inferiore a  $38^\circ\text{C}$ ;
- 5) Perdita in peso per riscaldamento a  $163^\circ\text{C}$ , per 5 ore al massimo il 2%;
- 6) Contenuto massimo di paraffina 2,3%.

Da ciascuno dei fusti scelti e qualora il materiale trovasi liquescente dovrà prelevarsi un decilitro cubo, avendo cura che il contenuto sia reso preventivamente omogeneo.

I prelevamenti così fatti saranno assunti come rappresentativi del contenuto del gruppo di recipienti ai quali si riferiscono.

Qualora invece il materiale trovasi allo stato pastoso, si dovrà prelevare per ciascun fusto un campione di peso non inferiore a  $\text{kg } 1$ .

Il materiale di cui sopra dovrà essere fornito in cantiere in tempo utile affinché possano essere eseguite le prove prima dell'inizio della bitumatura.



b) Emulsione bituminosa. L'emulsione bituminosa per le prime mani dovrà corrispondere alle seguenti caratteristiche:

- a) percentuale in bitume puro minimo 50%;
- b) percentuale in emulsivo secco massimo 1,50%;
- c) omogeneità residuo massimo gr. 0,50 per 100 gr.;
- d) stabilità nel tempo, residuo massimo gr. 0,10 per 100 gr.;
- e) sedimentazione non più di mm 6 dopo tre giorni, non più di mm 12 dopo sette giorni;
- f) stabilità al gelo, residuo massimo gr. 0,50 per 100 gr.;
- g) viscosità non meno di 5.

Per i prelievi dei campioni ci si atterrà alle norme per le prove dell'emulsione.

c) Pietrischetto bitumato. Il pietrischetto bitumato sarà ottenuto con l'impasto di pietrischetto preventivamente vagliato a bitume puro in ragione almeno di kg 60 per mc. di pietrischetto. Il pietrischetto da impiegarsi dovrà essere perfettamente asciutto e il bitume dovrà essere riscaldato alla temperatura da 150 a 180 °C.

## **M. FONDAZIONE IN MISTO CEMENTATO**

### Descrizione

Gli strati in misto cementato per fondazione o per base sono costituiti da un misto granulare di ghiaia (o pietrisco) e sabbia impastato con cemento e acqua in impianto centralizzato a produzione continua con dosatori a peso o a volume. Gli strati in oggetto avranno lo spessore che sarà prescritto dalla Direzione dei Lavori.

Comunque si dovranno stendere strati il cui spessore finito non risulti superiore a 20 cm o inferiore a 10 cm.

### Caratteristiche dei materiali da impiegarsi

Inerti: saranno impiegate ghiaie e sabbie di cava o di fiume con percentuale di frantumato complessivo compresa tra il 30% ed il 60% in peso sul totale degli inerti (la D.L. potrà permettere l'impiego di quantità di materiale frantumato superiore a compressione ed a trazione a 7 giorni prescritte di seguito; questo risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante al setaccio 0,075 mm) aventi i seguenti requisiti:

- 1) l'aggregato deve avere dimensioni non superiori a 40 mm, ne forma appiattita, allungata o lenticolare;
- 2) granulometria, a titolo orientativo, compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

Serie crivelli e setacci UNI	Miscela passante % in peso
Crivello 40	100
Crivello 30	80-100
Crivello 25	72-90
Crivello 15	53-70
Crivello 10	40-55
Crivello 5	28-40
Setaccio 2	18-30
Setaccio 0,4	8-18
Setaccio 0,18	6-14
Setaccio 0,075	5-10

- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 AASHO T 96, inferiore o uguale al 30%;
- equivalente in sabbia compreso tra 30 e 60;

L'impresa, dopo aver eseguito prove in laboratorio, dovrà proporre alla Direzione dei Lavori la composizione da adottare e successivamente l'osservanza della granulometria dovrà essere assicurata con esami giornalieri.

Verrà ammessa una tolleranza di +/- 5 punti percentuali fino al passante al crivello 5 e di +/- 2 punti percentuali per il passante al setaccio 2 e inferiori.

Legante: verrà impiegato cemento di tipo normale (Portland, pozzolanico, d'alto forno).

A titolo indicativo la percentuale di cemento sarà compresa tra il 2,5% e il 3,5% in peso sul peso degli inerti asciutti.

Acqua: dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva. La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di raggiungimento delle resistenze di seguito indicate.



### Miscela – Prove di Laboratorio e in sito

La percentuale esatta di cemento, come pure la percentuale di acqua, saranno stabilite in relazione alle prove di resistenza appresso indicate.

Resistenza: verrà eseguita la prova di resistenza a compressione ed a trazione sui provini cilindrici confezionati entro stampi C.B.R. (C.N.R. U.N.I. 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm, diametro 15,24 cm, volume 32,42 cm<sup>3</sup>); per il confezionamento dei provini gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio. Tale eccedenza dovrà essere eliminata, previa rimozione del collare suddetto e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di cm 17,78.

La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli inerti, mescolando tra loro, con il cemento e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino. Comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul crivello U.N.I. 25 mm (o setaccio ASTM  $\frac{3}{4}$ ") allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con sola pasta di cemento ad essi aderente.

La miscela di studio verrà costipata su 5 strati con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHTO T 180 e 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello mm 50,8, peso pestello kg 4,54, altezza di caduta cm 45,7). I provini dovranno essere estratti dallo stampo dopo ore e portati successivamente a stagionature per altri 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di circa 20° C); in caso di confezione in cantiere la stagionatura si farà in sabbia mantenuta umida.

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con l'impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello da 25 mm) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio.

Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante.

I provini confezionati come sopra detto dovranno avere resistenze a compressione a 7 giorni non minori di 2,5 N/mm<sup>2</sup> ed a trazione secondo la prova "brasiliiana" non inferiore a 0,25 N/mm<sup>2</sup>. (Questi valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa di +/- 15%, altrimenti dalla media dei due resistenti dopo aver scartato il valore anomalo). Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelte la curva, la densità, e le resistenze di progetto da usare come riferimento nelle prove di controllo.

Prova a trazione mediante la compressione di provini cilindrici posti orizzontalmente alla pressa. La resistenza a trazione viene calcolata secondo:

$$\sigma = 2P / (3,14 * d * h)$$

con:

$\sigma$  = resistenza a trazione in daN/cm<sup>2</sup>;

P = carico a rottura in daN;

d = diametro del provino cilindrico in cm;

h = altezza del provino cilindrico in cm.

### Preparazione

La miscela verrà confezionata in appositi impianti centralizzati con dosatori a peso o a volume. La dosatura dovrà essere effettuata sulla base di un minimo di tre assortimenti, ed il controllo della stessa dovrà essere eseguito almeno ogni 1500 mc di miscela.

### Posa in opera

La miscela verrà eseguita verrà eseguita impiegando finitrici vibranti. Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli lisci vibranti o rulli gommati (oppure rulli misti vibranti e gommati) tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla D.L. su una stesa sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (Prova costipamento). La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature comprese tra i 25° C e i 30° C. In questo caso, però, sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di miscelazione al luogo di impiego (ad esempio con teloni); sarà inoltre necessario provvedere ad abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato. Infine le operazioni di costipamento e di stesa dello strato di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature di 15° C – 18° C ed umidità relative del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relative crescenti; comunque è opportuno anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa all'ambiente non scenda al di sotto del 15%, in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione del getto. Il tempo



intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma 1 – 2 ore per garantire la continuità della struttura.

Particolari accorgimenti dovranno adattarsi nella formazione dei giunti longitudinali di ripresa, che andranno protetti con fogli di polistirolo espanso (o materiale similare) e conservanti umidi. Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola, e togliendo la tavola stessa al momento della ripresa del getto; se non si fa uso della tavola, sarà necessario, prima della ripresa del getto, prevedere di tagliare l'ultima parte del getto precedente, in modo che si ottenga una parete verticale per tutto lo spessore dello strato. Non saranno eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa. Il transito di cantiere sarà ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati. Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche, o da altre cause, dovranno essere rimossi e sostituiti a totale cura e spese dell'impresa.

#### Protezione superficiale

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura, dovrà essere eseguito lo stendimento di un velo protettivo di emulsione bituminosa al 55% in ragione di 1 – 2 Kg/mq, in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto, e successivo spargimento di sabbia.

#### Norme di controllo delle lavorazioni e di accettazione

La densità in sito dovrà essere maggiore o uguale al 97% della densità di progetto. Il controllo di detta densità dovrà essere eseguito con cadenza giornaliera (almeno una prova per giornata lavorativa) prelevando il materiale durante la stesa ovvero prima dell'indurimento; la densità in sito si effettuerà mediante i normali procedimenti a volumometro, con l'accorgimento di eliminare dal calcolo, sia del peso che del volume, gli elementi di dimensione superiore a 25 mm.

Ciò potrà essere ottenuto attraverso l'applicazione della formula di trasformazione di cui al punto 2, paragrafo A) dell'art. "Sovrastruttura stradale", oppure attraverso una misura diretta consistente nella separazione mediante vagliatura degli elementi di pezzatura maggiore di 25 mm e nella loro sistemazione nel cavo di prelievo prima di effettuare la misura col volumometro. La sistemazione di questi elementi nel cavo dovrà essere effettuata con cura, elemento per elemento, per evitare la formazione di cavità durante la misurazione del volume del cavo stesso. Il controllo della densità potrà anche essere effettuato sullo strato finito (almeno con 15 – 20 giorni di stagionatura), su provini estratti tramite carotatrice da quest'ultimo; la densità secca ricavata come rapporto tra il peso della carota essiccata in stufa a 105° C – 110° C fino al peso costante, ed il suo volume ricavato per mezzo di pesata idrostatica previa paraffinatura del provino; in questo caso la densità dovrà risultare non inferiore al 100% della densità di progetto.

Nel corso delle prove di densità verrà anche determinata l'umidità della miscela, che per i prelievi effettuati alla stesa, non dovrà eccedere le tolleranze indicate al punto b) del presente articolo.

La resistenza a compressione ed a trazione verrà controllata su provini confezionati e stagionati in maniera del tutto simile a quelli di studio preparati in laboratorio, prelevando la miscela durante la stesa e prima del costipamento definitivo, nella quantità necessaria per il confezionamento dei sei provini (tre per le rotture a compressione e tre per quelle a trazione) previa vagliatura al crivello da 25 mm. Questo prelievo dovrà essere effettuato almeno ogni 1500 mc di materiale costipato.

La resistenza a 7 giorni di ciascun provino preparato con la miscela stesa non dovrà discostarsi da quella di riferimento preventivamente determinata in laboratorio di oltre +/- 20%, e comunque non dovrà mai essere inferiore a 2,5 N/mm<sup>2</sup> per la trazione.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di m 4,50 di lunghezza, disposto secondo due direzioni ortogonali, e tale scostamento non potrà essere che saltuario.

Qualora si riscontrino un maggior scostamento dalla sagoma di progetto, non è consentito il ricarico superficiale e l'impresa dovrà rimuovere a sua totale cura e spese lo strato per il suo intero spessore.

#### **N. MATERIALE FERROSO E METALLI VARI**

I materiali ferrosi in genere debbono rispondere a tutte le norme stabilite dalle leggi in vigore nonché alle norme UNI.

Il materiale ferroso da impiegarsi nei lavori dovrà essere esente da scorie, soffiature, sbrecciature, paglie ed ogni altro difetto apparente o latente di fusione e laminazione, fucinatura e simili. Esso dovrà rispondere a tutte le condizioni previste dal D.M. 17/07/1925 e seguenti. In particolare:

**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 ed aspetto sericeo;

**Acciaio fuso in getti:** l'acciaio in getti per cuscinetti, cerniere, rulli di ponti e per qualsiasi altro lavoro, dovrà essere di prima qualità, esente da soffiature e da qualsiasi altro difetto;

**Acciaio per c.a.:** l'acciaio sagomato ad alta resistenza dovrà soddisfare alle seguenti condizioni: il carico di sicurezza non deve superare il 35% del carico di rottura; non deve inoltre superare il 40% del carico di snervamento quando il limite elastico sia stato elevato artificialmente con trattamento a freddo (torsione, trafilatura), il 50% negli altri casi. Il carico di sicurezza non deve comunque superare il limite massimo di 2400 kg/cm<sup>2</sup>. Detti acciai debbono essere impiegati con conglomerati cementizi di qualità aventi resistenza cubica a 28 giorni di stagionatura non inferiore a 250 kg/cm<sup>2</sup>; questa resistenza è riducibile a 200 kg/cm<sup>2</sup> quando la tensione nell'acciaio sia limitata a 2200 kg/cm<sup>2</sup>. Le caratteristiche e le modalità d'impiego degli acciai ad aderenza migliorata saranno quelle indicate nella legge 5-11-1971, n. 1086 e relative norme tecniche di cui ai DM biennali;

### **Filo di acciaio per la costruzione di reti**

#### **Caratteristiche del filo d'acciaio**

Il filo di acciaio impiegato per la costruzione delle reti deve essere del tipo a basso tenore di carbonio costituito da vergella utilizzata nei processi di trafilatura a freddo di cui alla UNI-EN 10016-2. Il filo deve avere al momento della produzione una resistenza a trazione compresa fra i 350 ed i 550 N/mm<sup>2</sup> ed un allungamento minimo a rottura superiore o uguale al 10%. Per le tolleranze ammesse sui valori del diametro del filo, per i limiti di ovalizzazione ed altre caratteristiche tecniche si può fare riferimento alle indicazioni della UNI-EN 10218-2.

#### **Caratteristiche del rivestimento protettivo dei fili d'acciaio**

La protezione del filo dalla corrosione, non potendo essere di fatto associato ad un sovrasspessore di tipo sacrificale a causa del suo piccolo spessore iniziale, deve essere affidato ad un rivestimento appartenente alle seguenti consolidate tipologie:

- *Rivestimenti con forte zincatura;*
- *Rivestimento con leghe di Zinco-Alluminio 5% terre rare;*
- *Rivestimenti in materiali organici polimerici.*

Ad ogni tipo di rivestimento compete in generale una diversa vita operativa in relazione ai caratteri di impiego ed alle diverse condizioni ambientali. Per le caratteristiche dei diversi tipi di rivestimento protettivo con zinco o leghe di zinco, può essere fatto riferimento a quanto previsto dalla norma UNI EN 10223-3 ed a quelli prescritti per la Classe A della norma UNI EN 10244-2. Lo spessore minimo di entrambi i tipi di rivestimento deve essere rapportato al diametro nominale del filo secondo quanto indicato dalla stessa norma UNI EN 10224-2 e riportato nella seguente Tabella.

Diametro (mm)	Ricoprimento minimo (gr/m <sup>2</sup> )
2,2	215
2,4	230
2,7	245
3,0	255
3,4	265
3,9	275

Il rivestimento in materiale organico costituito da polimeri di diverso tipo costituisce una protezione aggiuntiva ed integrativa da adottare in ambienti fortemente aggressivi e/o per opere di elevata vita utile. I rivestimenti organici polimerici devono essere conformi alle prescrizioni delle norme UNI EN 10245-2, per i rivestimenti in PVC, e UNI EN 10245-3 per i rivestimenti in polietilene. Possono essere costituiti anche da polimeri di diversa composizione, purché ne venga garantita e certificata un'aderenza ottimale sul filo ed una valida resistenza agli agenti atmosferici (raggi U.V. e temperatura) e comunque rispettino, per quanto applicabili, i requisiti di base indicati da UNI EN 10245. Il rivestimento in materiale organico deve essere comunque associato a rivestimenti galvanici altamente prestazionali quali ad esempio quelli costituiti da leghe di zinco, zinco-alluminio.

#### **Caratteristiche geometriche della rete metallica a doppia torsione**



Per la denominazione della maglia tipo, le dimensioni e le relative tolleranze, può essere fatto riferimento alle specifiche della norma UNI EN 10223-3 e rappresentate nella seguente tabella che si riferisce alle reti standard disponibili in commercio.

Denominazione Tipo	Diametro "D" nominale (mm)	Tolleranze 16%	
6x8	60	Da -4% a +16%	
8x10	80		

Le combinazioni-tipo tra le dimensioni "D" della maglia e il diametro del filo "d" con cui questa è costituita generalmente impiegate sono di seguito riportate:

	Maglia tipo	(D = mm)	Diametro minimo "d" del filo (*) (mm)
Rete per opere paramassi	6x8	60	2,7
	8x10	80	2,7(**)
	8x10	80	3,0
Gabbioni	6x8	60	2,7
	8x10	80	2,7(**)
	8x10	80	3,0
Materassi metallici	6x8	60	2,2 (**)
Opere in terra rinforzata	8x10	80	2,2 (**)
			2,7 (**)

Tab. 4

(\*) Escluso l'eventuale rivestimento polimerico esterno

(\*\*) Diametri standard per fili con rivestimento polimerico

Per ciascuna applicazione la combinazione tra diametro della maglia "D" e quello del filo "d" deve essere comunque univocamente individuata e il diametro del filo non può essere indicato come "superiore a" o "non inferiore a" o messo in alternativa tra due o più valori. Il filo di bordatura laterale di tratti di rete e di quello dei singoli elementi di strutture scatolari (gabbioni e materassi metallici) deve avere un diametro maggiore di quello costituente la rete stessa, secondo quanto riportato dalla norma UNI EN 10223-3 e di seguito richiamato.

Diametro del filo della rete (mm)	Diametro minimo del filo di bordatura (mm)
2,2	2,7
2,7	3,4
3,0	3,9

### Resistenza a trazione della rete metallica a doppia torsione

Il valore della resistenza a trazione della rete metallica assume valori differenti in funzione delle diverse combinazioni tra dimensioni della maglia e diametro del filo. Il valore indicativo della resistenza caratteristica nominale da adottare nelle diverse applicazioni è rappresentato nella seguente tabella.

Tipo di opera	Resistenza caratteristica a trazione nominale (kN/m)
Opera di sostegno e difesa idraulica	50
Materassi metallici	37
Opere in terra rinforzata	35
Opera paramassi	50

Valori diversi possono essere comunque assunti per applicazioni speciali, purché giustificate in funzione delle condizioni di installazione e del livello di sicurezza specificatamente richiesta. Ai valori di resistenza caratteristica a trazione devono essere associati valori di "rigidezza" per le applicazioni in cui le prestazioni dipendono dalla deformabilità delle rete, quali in particolare reti paramassi e per i rinforzi di rilevati strutturali in terra armata.

### Controlli di qualità

Le reti metalliche a doppia torsione devono essere prodotte con un sistema di gestione della qualità del prodotto, che sovrintende al processo di fabbricazione del produttore, predisposto in coerenza con le norme UNI EN 9001.2000 (controllo permanente della produzione in fabbrica) che deve assicurare il mantenimento della costanza e la affidabilità delle prestazioni indipendentemente dal processo di produzione, così come specificatamente richiamato nel citato DM 17/01/2018. Per impieghi con alti requisiti di sicurezza (ad esempio opere di sostegno, in terra rinforzata, opere paramassi) il sistema di gestione della qualità del prodotto, che sovrintende al processo di fabbricazione del produttore deve essere certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme UNI EN 45012. Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dal predetto certificato. Per gli altri



impieghi strutturali il produttore deve presentare rapporti di prova relativi a tutte le caratteristiche sopramenzionate, effettuati da laboratori di cui all'art.59 del D.P.R. n.380/01 e con data di esecuzione non antecedente a 1 anno dalla consegna dei materiali.

#### **Accettazione - Prove di laboratorio sui materiali**

L'accettazione dei materiali, oltre che alla verifica della completezza della documentazione di accompagnamento, può essere subordinata all'esito di prove specifiche su campioni di filo ed elementi di rete, secondo quanto previsto dal DM 17/01/2018 relativamente ai materiali da costruzione. Le prove debbono essere eseguite in laboratori abilitati. Ai fini dell'accettazione i valori delle caratteristiche tecniche riscontrate nelle prove dovranno essere confrontati con quelli dichiarati dai produttori nella documentazione di accompagnamento.

#### **Prove sui materiali**

##### **5.1 Prove sul filo metallico**

La prova di resistenza a trazione dei fili metallici prima della tessitura della rete deve essere eseguita secondo le indicazioni contenute nel paragrafo 3 della norma UNI EN 10218-1.

##### **5.2 Prove sui rivestimenti protettivi del filo**

I diversi tipi di rivestimento protettivo possono essere soggetti a prove di laboratorio sia per la verifica delle entità del trattamento eseguito (pesi, omogeneità della ricopertura e aderenza), sia per le prestazioni raggiunte (test di invecchiamento accelerato). In particolare per i rivestimenti con zinco e sue leghe possono essere eseguite le seguenti prove secondo le prescrizioni delle norme UNI EN 10244-2 :

###### **a) Verifica sulla quantità di ricoprimento.**

La verifica è basata sull'impiego del metodo volumetrico, con procedure riportate nel par 5 della citata norma UNI EN 10244-2. Nel caso in cui i campioni soggetti a prova siano prelevati dalla rete finita prima della installazione, le prescrizioni riguardanti la massa del rivestimento minima vengono ridotte del 5%, in base a quanto specificamente indicato nel paragrafo 6.4 della UNI EN 10223-3.

###### **b) Verifica sull'aderenza del rivestimento**

Il controllo dell'aderenza del rivestimento deve essere eseguito avvolgendo il filo su un mandrino avente diametro pari a 4 volte il diametro del filo, con procedure conformi a quanto previsto dal paragrafo 4.2.5 della UNI EN 10244-2. Ad avvolgimento avvenuto non si debbono verificare screpolature del rivestimento.

###### **c) Uniformità del rivestimento**

La verifica della uniformità del rivestimento, ovvero della sua centratura sul filo sono condotte mediante immersione dei campioni in una soluzione di solfato di rame, secondo le procedure previste dalle norme UNI EN 10244-2 ed UNI EN 10223-3. La determinazione dell'uniformità del rivestimento viene valutata in funzione dell'apparire evidente di tracce di rame, provenienti dalla soluzione tampone che si sostituiscono allo zinco sull'acciaio del filo. Ciascuna tipologia di prova sopracitata dovrà essere eseguita almeno su n. 5 campioni di filo.

###### **d) Test di invecchiamento accelerato**

I fili devono essere sottoposti all'origine ad un test di invecchiamento accelerato in ambiente contenente anidride solforosa SO<sub>2</sub> (0,2 l/ciclo) su campioni di rete sottoposti preliminarmente a prova di trazione secondo il punto 5.3 effettuata al 50% del carico di rottura nominale in conformità alle norme UNI-EN-ISO 6988. Si deve eseguire un numero minimo di 28 cicli consecutivi al termine dei quali il rivestimento non deve presentare tracce evidenti di corrosione. Per quanto riguarda i rivestimenti organico polimerici, le caratteristiche fisico meccaniche del polimero base con cui è costituito il rivestimento, dopo un'esposizione continua ai U.V. di 4000 ore, non potranno variare più del 25%. Per la rete plasticata costituente i vari prodotti finiti dovrà essere verificato che durante le prove di trazione, fino ad un carico corrispondente al 50% di quello di rottura nominale, non si verifichino rotture localizzate del rivestimento polimerico nelle torsioni della rete stessa.

#### **Prove sulla rete metallica**

Per la misura della resistenza a trazione della rete metallica si possono usare campioni aventi una larghezza minima pari a 8 volte la larghezza "D" della singola maglia ed una lunghezza minima tra le attrezzature di immersione della rete pari ad una lunghezza di maglia intera (definendo come lunghezza di maglia intera una porzione di rete contenente due doppie torsioni successive complete).

**Ghisa:** la ghisa dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione, dolce, tenace, leggermente malleabile, facilmente lavorabile con la lima e con 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 essere inoltre perfettamente modellata. E' assolutamente escluso l'impiego di ghise fosforose.



**Metalli vari:** il piombo, lo zinco, lo stagno, il rame e tutti gli altri metalli e leghe metalliche da impiegare nelle costruzioni devono essere delle migliori qualità, ben fusi o laminati a seconda della specie di lavori a cui sono destinati, e scevri da ogni impurità o difetto che ne vizi la forma, o ne alteri la resistenza o la durata.

**Filo di ferro zincato:** Il filo di ferro, da usare per la preparazione dei gabbioni e per le legature, dovrà essere del tipo a zincatura forte del n. 17 per pareti esterne e del n. 16 per i divisori interni. La zincatura, inoltre, dovrà essere ben centrata e non presentare falli. A richiesta della D.L., l'appaltatore dovrà a proprie spese sottoporre ad analisi di laboratorio il filo di ferro, onde poter accertare la rispondenza della zincatura e della centratura alle norme vigenti in materia. Qualora dai risultati delle analisi sopradette si riscontrasse una quantità di zinco inferiore alla minima ammessa od una cattiva o difettosa centratura della zincatura, sarà in facoltà insindacabile della D.L. rifiutare la partita di rete e di filo, o declassarla apportando una adeguata riduzione di prezzo.

**Tiranti Dywidag:** I tiranti a barre Dywidag dovranno essere eseguiti in rocce fino a 15 ml. di profondità. Sono costituiti da barre in acciaio trattate con tripla protezione contro le aggressioni chimiche e saranno realizzati secondo le seguenti modalità:

- barre in acciaio corrugato del diametro di 26,5 mm.;
- tubo di iniezione risan sino a fondo foro;
- calza polivinilica esterna per il contenimento della boiaccia iniettata e l'ulteriore protezione della barra in acciaio;
- tappo di testa per evitare la fuoriuscita della boiaccia iniettata;
- tubetto sul tratto del tappo di testa per lo sfiato dell'aria contenuta all'interno del foro;
- iniezioni di boiaccia di cemento con iniettori normali o elettrici sino a riempimento della calza polivinilica e la massa impressione secondo i valori prefissati (max. 34 tonn.).

**Chiodi Dywidag:** I chiodi Dywidag dovranno essere eseguiti in roccia fino alla profondità di ml. 10 e sono costituiti da barre di acciaio Dywidag del diametro di 32 mm. con chiodo di espansione RAWL-BOLT, di piastra ripartitrice in acciaio cm. 20 x 20 x 2 opportunamente incastrata nella parete e debitamente ricoperta con betoncino compresa la perforazione a rotazione o rotopercussione del diametro di mm. 44-55 mediante attrezzatura adeguata al terreno da attraversare anche in presenza di acqua compreso l'attraversamento di murature, calcestruzzo e roccia dura compreso altresì l'infilaggio delle barre di acciaio nei fori così ottenuti, la messa in esercizio e la sigillatura finale della testata compreso iniezioni.

**Chiodatura con barre in acciaio B450C:** Le chiodature dovranno essere eseguite in roccia fino alla profondità di ml. 6 e sono costituiti da barre di acciaio **B450C** del diametro di 26 mm., di piastra ripartitrice in acciaio mm 150 x 150 x 8 opportunamente incastrata nella parete e debitamente ricoperta con betoncino compresa la perforazione a rotazione o rotopercussione del diametro minimo di mm. 38 mediante attrezzatura adeguata al terreno da attraversare anche in presenza di acqua compreso l'attraversamento di murature, calcestruzzo e roccia dura compreso altresì l'infilaggio delle barre di acciaio nei fori così ottenuti, la messa in esercizio e la sigillatura finale della piastra compreso iniezioni cementizie da fondo foro e cavallotti per il fissaggio delle funi di acciaio.

**Ancoraggi autop perforanti in barre cave di acciaio:** Le chiodature dovranno essere eseguite in coltre detritica fino alla profondità di ml. 4 e saranno costituite da tubo in acciaio S460J0 (cavo) a filettatura continua ROP secondo ISO 10208 del diametro nominale di 28 mm., di piastra ripartitrice in acciaio mm 150 x 150 x 8 opportunamente incastrata nella parete e debitamente ricoperta con betoncino compresa la perforazione a rotazione o rotopercussione mediante attrezzatura adeguata al terreno da attraversare anche in presenza di acqua compreso l'attraversamento di murature, calcestruzzo e roccia dura compreso altresì l'iniezione di boiaccia di cemento, la punta a perdere, i manicotti di giunzione, la messa in esercizio e la sigillatura finale della piastra compreso iniezioni cementizie e cavallotti per il fissaggio delle funi di acciaio.

**Funi di acciaio:** Le funi saranno poste su pareti rocciose di qualsiasi altezza e pendenza che sono costituite di acciaio zincato a caldo del diametro di mm. 12-18 fissata solidalmente con opportuni sistemi alle piastre degli ancoraggi/ chiodature già esistenti, per la realizzazione della maglia di irrobustimento e debitamente ancorata alle apposite chiodature.

**Barriera elasto-plastica tipo of/2 h 4.00 con sostegni a contrafforte:** Costruzione di barriera paramassi elastica di altezza mt. 4,00 costituita da:

a) sostegni semirigidi posti ad interasse di mt. 10,00 realizzati mediante struttura reticolare in tubolare d'acciaio Fe 52 costituiti da:

- asta verticale del diametro esterno di mm. 152,4; spessore mm. 8; lunghezza mt. 5,20 di cui mt. 1,00 inseriti in un plinto di c.a. con vincolo di semincastro;
- briglia posteriore inclinata di 25 gradi sulla verticale, del diametro esterno di mm. 114,3; spessore mm. 7,1 collegata al plinto in c.a. ed all'asta verticale con vincoli a cerniera;



- diagonale di collegamento del diametro esterno di mm. 88,9 spessore mm. 4 unita all'asta verticale e alla briglia posteriore con vincoli a cerniera;

b) staffe in acciaio Fe 52 in profilato piatto sezione mm. 80 x 15 costituite da due elementi simmetrici atti ad abbracciare il tubolare dell'asta verticale dei sostegni di cui al punto a) collegate tra loro e mantenute in posizione mediante serraggio di due bulloni e predisposte mediante l'inserimento di altri due bulloni, al collegamento con i meccanismi elastici di cui al seguente punto c) poste in opera in ragione di n. 5 per ogni asta verticale;

c) dispositivi elastici costituiti da una molla di torsione ad elica cilindrica a sezione circolare in acciaio 52-s-8 con freccia di mm. 150 per un carico di Kg. 2000 agente a compressione, in grado di sostenere, tramite braccioli di rinvio, una trazione non inferiore al carico di rottura della fune metallica ad esso collegata di cui al seguente punto d);

d) organi di ripartizione (n. 5) costituiti da fune in acciaio del diametro di 14 mm. della portata massima a trazione di Kg. 12000 fornita di dispositivi ad effetto plastico, ricavati utilizzando senza discontinuità la fune stessa. Tali dispositivi consistono in una riserva di fune tenuta in serbo tramite morsetti a pressione tarabile in grado di produrre una forza di attrito superiore a quella limite del dispositivo elastico di cui al precedente punto c) ma non superiore a quella di rottura della fune di cui e' composta;

e) rete elastica estensibile costituita da accoppiamenti multipli di molle in fune di acciaio del diametro di mm. 7 tensionata in opera, in posizione di quiete, con formazione romboidale di maglie aventi diagonali di circa mm. 170 x 270, capace di assumere una conformazione variabile in funzione delle sollecitazioni cui e' sottoposta e cioè in grado di ritornare alla posizione di riposo al cessare della sollecitazione stessa.

Il tutto dato in opera compreso l'onere del trasporto a pie' d'opera dei materiali, il sollevamento e montaggio manuale dei componenti la barriera; la verniciatura delle strutture metalliche mediante una ripresa di fondo epossidico al cromato di zinco, previa sabbiatura, una ripresa di vernice epossidica grigia e una ripresa di smalto sintetico di colore da stabilirsi; il confezionamento della rete elastica e tutte le funi accessorie zincate con procedimento di ritrafilatura secondo TAB UNI 7304/74 classe AB; molle di torsione, bulloneria e morsetteria zincate elettroliticamente e passivate al cromo esclusa la formazione dei plinti in c.a. degli eventuali micropali di ancoraggio e del relativo scavo di fondazione.

**Ponteggi metallici:** Esecuzione di ponteggi metallici per permettere l'opera di consolidamento delle pendici instabili o per la realizzazione di opere d'arte. Completo in opera, compresi redazione del PIMUS, trasporto, montaggio e smontaggio, eventuale calcolo statico nel caso in cui il ponteggio non venga montato secondo gli schemi previsti nel libretto, misurato a proiezione verticale di facciata, compreso l'approntamento dei piani di lavoro e sottoponti e le segnalazioni diurne e notturne.

## **O. TUBAZIONI**

Tutte le tubazioni fornite, di qualsiasi materiale e per qualsiasi impiego, dovranno rispondere alle norme tecniche vigenti.

L'accettazione dei tubi e dei relativi accessori è regolata dalle prescrizioni contenute nel presente Capitolato Speciale d'Appalto e nelle specifiche tecniche della *Committente*, allegate e/o in esso richiamate o che venissero successivamente emesse o modificate.

Per quanto riguarda le pressioni e i carichi applicati staticamente devono essere garantiti i requisiti indicati nelle tabelle I e II allegate al D.M. 12 dicembre 1985.

Tutti i tubi, i giunti, i raccordi e i pezzi speciali forniti dovranno giungere in cantiere dotati di marcature sulla parete esterna indicanti almeno:

- la ditta costruttrice;
- la norma di riferimento;
- il diametro nominale;
- il tipo di giunto;
- la pressione o la classe d'impiego;
- la data di fabbricazione.

Le singole forniture dovranno essere accompagnate dalla documentazione dei risultati delle prove eseguite in stabilimento attestanti le caratteristiche e i requisiti dei materiali oggetto di fornitura.

La *Committente* ha la facoltà di effettuare sui tubi, sui giunti, sui raccordi e sui pezzi speciali forniti in cantiere, oltre che presso la fabbrica, controlli e verifiche ogni qualvolta lo riterrà necessario, secondo le prescrizioni del presente Capitolato e le particolari disposizioni impartite dal Direttore dei lavori.



### Tubi e raccordi in PVC rigido non plastificato, a parete compatta, per condotte di fognatura a gravità

I tubi in PVC devono essere realizzati con PVC-U (policloruro di vinile non plastificato) con aggiunta di additivi e contenuto di PVC non inferiore all'80% in massa per tubi e all'85% per i raccordi stampati.

Le caratteristiche devono essere conformi ai prospetti 1 (tubi) e 2 (raccordi) della UNI EN 1401-1.

I tubi ed i raccordi devono essere colorati in tutto il loro spessore come prescritto dal punto 5 della UNI EN 1401-1.

Gli spessori minimi e massimi in funzione della rigidità anulare nominale (SN) e del rapporto dimensionale normalizzato (SDR) sono indicati nel prospetto 4 della citata UNI EN 1401-1. Per le dimensioni dei raccordi, bicchieri e codoli si farà riferimento rispettivamente ai punti 6.3 e 6.4 della UNI EN 1401-1. Per le tipologie dei raccordi si farà riferimento al punto 6.5 della citata norma.

Le dimensioni dei diametri esterni dei tubi sono riportate nel prospetto 3 della UNI EN 1401-1. Lo scostamento ammissibile della circolarità (ovalizzazione) dei tubi dopo la produzione deve essere non maggiore a 0,024 del diametro esterno nominale.

La lunghezza deve essere misurata escluso bicchieri o smussi così come indicato dalla figura 1 della UNI EN 1401-1.

Le caratteristiche meccaniche devono essere conformi a quanto riportato nei prospetti 9 (tubi), 10 (tubi), 11 (raccordi) della UNI EN 1401-1. Le caratteristiche fisiche devono essere conformi a quanto riportato nei prospetti 12 (tubi), 13 (raccordi), 14 (raccordi fabbricati) della citata UNI EN 1401-1.

Le guarnizioni devono essere conformi alla norma UNI 681-1.

I tubi in PVC (polivinilcloruro) da utilizzare per le condotte destinate al trasporto di acque di scarico, secondo la UNI EN 1401-1, devono essere del tipo:

SN8 SDR 34 (8 KN/ mq) per:

- temperatura massima permanente del fluido condottato 40°C
- per condizioni di posa particolarmente gravose.

Devono essere idonei al trasporto di quanto anzidetto e corrispondere a tutti i requisiti indicati dalla UNI EN 1401.

Marcatura dei tubi e dei raccordi

La marcatura degli elementi eseguita in modo chiaro e durevole dovrà riportare: come descritto nel prospetto 16 della UNI EN 1401-1:

a) Tubazioni:

- numero di norma
- dimensione nominale
- spessore minimo di parete
- materiale
- codice di area di applicazione (esterno o interno all'edificio)
- rigidità anulare nominale
- fabbricante
- l'eventuale simbolo per l'impiego a basse temperature.

b) Raccordi:

- numero di norma
- dimensione nominale
- angolo nominale
- spessore minimo di parete
- materiale
- codice di area di applicazione (esterno o interno all'edificio)
- fabbricante.

### Tubi in polietilene corrugati a doppia parete per cavidotti

I tubi in polietilene corrugati a doppia parete impiegati per la costruzione di cavidotti interrati (installazioni elettriche, telecomunicazioni, ecc.) dovranno avere caratteristiche e requisiti di accettazione conformi alla Norma CEI EN 50086-1/2/4 (Norme CEI 23-46).

### Tubi in calcestruzzo per condotte di fognatura a gravità

I tubi in calcestruzzo vibrocompressi avranno la base di appoggio piana e una lunghezza minima pari a 2,00 mt con giunzione a bicchiere ed anello di tenuta in gomma sintetica con durezza di 40 + 5 IRHD conforme alle norme UNI 4920, DIN 4060, PrEN 681.1. I tubi di cemento dovranno essere confezionati con calcestruzzo ad alta resistenza ai solfati sufficientemente ricco di cemento, ben stagionati, ben compatti, levigati, lisci, perfettamente rettilinei a sezione interna esattamente corrispondenti alla curva teorica (circolare, policentrica etc.) di spessore conforme al calcolo statico di supporto e scevri da microfessure. Le superfici interne dovranno apparire lisce. La frattura dei tubi di cemento dovrà essere pure compatta, senza



fessura ed uniforme. Il ghiaietto del calcestruzzo dovrà essere così intimamente mescolato con la malta, che i grani dovranno rompersi sotto l'azione del martello senza distaccarsi dalla malta.

La qualità, le modalità di posa, nonché i criteri di progettazione e collaudo, dovranno essere conformi alle norme del UNI 8981 e 8520, DIN 4032 e 4035, rispondere ai requisiti previsti dal D.M. 12.12.85 e successiva circolare del Ministero LL.PP. n° 27291 del 02.03.86, nonché il D.M. 14.2.92 relativo alle opere in c.a. e sue successive modifiche ed interpretazioni.

Le tubazioni da mettere in opera dovranno essere sempre dimensionate :

- per resistere alla pressione interna della piezometrica statica e dinamica e di eventuali sovrappressioni per fenomeni di colpo d'ariete, connessi con l'esercizio e l'utilizzazione delle tubazioni e le prove di collaudo ;
- per sopportare le sollecitazioni di schiacciamento od ovalizzazione a causa del peso proprio, dell'acqua contenuta, del materiale di ricoprimento di eventuali spinte orizzontali del terreno, di un sovraccarico uniforme di 1000 kg/mq (minimo) per tracciati di campagna, dei massimi carichi ammessi al transito per tracciati su strade, piazze, etc. e per strade statali e provinciali ;
- per resistere alla sollecitazione di flessione longitudinale nelle peggiori condizioni di appoggio.

L'Impresa è tenuta a fornire tutti i calcoli di verifica alla stabilità, firmati da un ingegnere iscritto all'albo, e ad assumersi ogni responsabilità conseguente.

L'Impresa provvederà in fase di programma di esecuzione delle opere a produrre anche il programma di forniture di materiali distinto per tipi e qualità ed a produrre valido impegno delle ditte costruttrici ai tempi di consegna previsti ed al rispetto delle norme del presente capitolato.

Resta comunque inteso, che l'impresa rimarrà unica responsabile nei confronti dell'Amministrazione del rispetto dei programmi e che qualora per qualsiasi ragione non provveda all'approvvigionamento dei materiali in tempo utile l'Amministrazione potrà provvedervi in proprio addebitando le maggiori spese all'impresa stessa.

L'Impresa provvederà inoltre ad approntare, nel più breve tempo possibile, in base ai rilievi esecutivi, nonché al suddetto programma di esecuzione dei lavori, dettagliate distinte dei materiali occorrenti alla costruzione della condotta.

Il materiale tubolare ordinato, dopo i prescritti collaudi in fabbrica, sarà spedito in cantiere, a tutta cura e spese dell'appaltatore con i mezzi di trasporto che lo stesso riterrà più opportuni.

L'Amministrazione riterrà e riconoscerà l'appaltatore unico responsabile se, durante il trasporto, le operazioni di carico e scarico e sino alla messa in opera, il materiale tubolare subisse avaria di qualsiasi genere. Se dette avarie, a giudizio insindacabile della D.L. dovessero far ritenere il materiale tubolare non idoneo alla costruzione della condotta, i pezzi avariati saranno scartati e immediatamente allontanati dalla sede di lavoro e nessun compenso potrà accampare l'appaltatore per tali materiali non utilizzati.

Le tubazioni in calcestruzzo potranno essere prodotte con sistemi di prefabbricazioni e vibrocompressione o a compressione radiale.

Le norme di riferimento in tale produzione e nelle verifiche relative dovranno essere le UNI 8981 e 8520, le DIN 4032 e 4035, il D.M. 12.12.85, la circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n° 27291 del 2.3.86 nonché il D.M. 14.2.92 relativo alle norme per le opere in cemento armato.

La costruzione ed il controllo dei manufatti dovrà essere ispirato alle norme EN 29002 "Criteri per l'assicurazione (o garanzia) della qualità nella fabbricazione ed installazione".

Le materie prime per il confezionamento delle tubazioni dovranno essere accuratamente scelte e sottoposte ai controlli di qualità come previsto nella Tab. I.

Tali controlli dovranno essere sempre a disposizione della D.L. che potrà a suo insindacabile giudizio procedere anche a prove suppletive per accertare la reale corrispondenza dei dati nel lotto in utilizzo.

#### **TABELLA I - CONTROLLO DEI MATERIALI**

(Materie prime, semilavorati e accessori)

OGGETTO DEL CONTROLL O	PROVA	METODO DI PROVA	ATTREZZATURE	FREQUENZA	OGGETTO CONTROLLO DEL
Acqua	Ricerca ione cloro	Analisi chimica	Laboratori chimici esterni	Annuale o cambio di approvvigionament o	Contenuto C1 : < 300 mg/l Se>200 mg/l va verificato contenuto ione C1 nell'impasto : < 0,2% della massa di cemento
Cemento con Marchio	Resistenza a rottura	Registrazione dati del fornitore			



ICITE					
Cemento senza marchio	Resistenza a rottura	Cubetti in malta plastica	Laboratorio ufficiale	Ogni 1.500 t. e in ogni caso ogni 3 mesi	D.M. 3/6/68 Gazz. Uff. n. 180 del 17/7/68
Inerti	Analisi granulometrica	vagliatura	Lab. Interno o esterno	mensile per ogni cava e a cambio cava	Legge n.1086 e Norme UNI 8520/2 cat. A
Sabbia	- contenuto in limo e argilla - contenuto in mat. organico	sedimentazione analisi chimica	Lab. Interno o esterno Lab. Interno o esterno	" "	
Ghiaia	Abrasioni	Los Angeles	Lab. Interno o esterno	Annuale per ogni cava e a cambio cava	
Additivi	Contenuti in cloruri	analisi chimica	Dichiarazione produttore	semestrali e a cambio fornitore	UNI 7101
Disarmanti	Analisi tossicità	analisi chimica	Certificazione produttore	ad ogni partita	
Acciaio per c.a. FeB44k	Rottura Snervamento Allungamento Piegatura	secondo normative	Lab. Interno o ufficiale	ad ogni partita	UNI 556 (ottobre '68-giugno '79) UNI 564 UNI 6407
Reti e tralicci	Rottura Snervamento Allungamento Resistenza Distacco	Secondo Normative	Lab. Interno o ufficiale	ad ogni partita	D.M. del 27/7/85
Elastomeri	Durezza Trazione Allungamento Deformazione Permanente	Secondo Normative	Lab. Esterno o ufficiale	ad ogni partita	UNI 4920
Fibre in acciaio	Diametro Lunghezza	Secondo normative	Lab. Esterno o ufficiale	ad ogni partita	ASTM 820/90 UNI 5598/71 UNI 7245/73 UNI 3598
Inseri metallici di sollevamento	Verifica coeff. Di sicurezza	Test su singoli componenti, quando il calcolo non è significativo	Lab. Interno o esterno qualificato	3 prove a rottura ogni 500 pezzi per elementi non certificati. 3 prove a rottura ogni 200 pezzi per elementi certificati	

Le tubazioni dovranno essere sottoposte durante il loro ciclo produttivo a controlli di produzione che sorvegliano sull'efficienza dell'impianto di betonaggio, dalle fasi di stoccaggio o quelle del trasporto del calcestruzzo, sull'esatta posizione delle armature nonché la loro corrispondenza al progetto, sulla manutenzione e sulla resistenza caratteristica del calcestruzzo impiegato (Tab. II-III-IV)

**TABELLA II - CONTROLLI MINIMI DI PRODUZIONE**

OGGETTO DEL CONTROLLO	PROVA	METODO DI PROVA	ATTREZZATURE	FREQUENZA
Betonaggio	Controllo schede progetto del calcestruzzo	Come indicato nella scheda	Come indicato nella scheda	Come indicato nella scheda
Lavorazione ferro	Rispondenza gabbie con disegni	Verifica metrica	metro-calibro	Su tutte le gabbie
Posizionamento gabbia	conformità a disegno	Controllo distanziatori	metro	Su tutte le gabbie
Compattazione del c.l.s. fresco nella produzione dei tubi	Energia di compattazione	Rilevamento del tempo e della potenza nella fase di formazione del tubo	Wattmetro registratore o cronometro + contatore	semestrale per ogni tipo di tubo
Maturazione naturale	Rispondenza al ciclo prefissato	Rilevazione della temperatura ed umidità	Termometro registratore o igrometro registratore	Almeno trimestrale

**TABELLA III - CONTROLLO PRODUZIONE CALCESTRUZZO**



OGGETTO CONTROLLO	DEI	PROVA	METODO DI PROVA	ATTREZZATURE	FREQUENZA
Sabbia		controllo umidità per verifica sone	Determinazione contenuto acqua	Sonda/speedy/forno	Bimestrale e a ogni anomalia di funzionamento
- umidità		Essiccazione	Confronto con campione secco	Secondo il sistema di contr. Adottato	Bimestrale
Inerti - peso		Taratura bilancia	Campioni dal peso noto	-Organizzazioni esterne	Semestrale
- volume		Contr. Bocche	Verifica metrica	-manutenzione interna	Trimestrale
Cemento-peso		Taratura bilancia	Campioni dal peso noto	Secondo il sistema adottato	Trimestrale
Acqua-volume		Contr. Contaltri	Misura del vol.	- organizzazioni esterne	Trimestrale
Temporizzatore		Controllo tempi	Cronometro	-manuntezione interna	Mensile
Mescolatori		Controllo usura	Verifica metrica		Mensile
Carico e scarico nel mescolatore		Controllo tenuta	Rilevamento residui		Mensile
Calcestruzzo : trasporto Omogeneità dell'impasto di c.l.s. fresco		Segregazione inerti	Lavaggio e vagliatura di campioni comparati	Vagli e setacci	Semestrale per ogni ricetta

**TABELLA IV - CONTROLLO CALCESTRUZZO**

OGGETTO DEL CONTROLLO	PROVA	METODO DI PROVA	ATTREZZATURE	FREQUENZA
Umidità impasti	Essiccazione	Determinazione per differenza di peso	Trimestrale per ogni ricetta	Norme UNI 6393/88
Resistenza caratteristica del c.l.s.dell'impianto di betonaggio a 28 giorni	- Resistenza a compressione	Pressa : compressione assiale	3 provini prelevati dallo stesso impasto per ogni ricetta	

Le tubazioni dovranno essere sistematicamente controllate registrando su apposito quaderno le informazioni richieste dalla Tab. V.

Tale quaderno dovrà rendere possibile la ricerca della resistenza caratteristica del calcestruzzo impiegato e della ricetta usata.

**TABELLA V - CONTROLLO SUI PRODOTTI FINITI**

TIPOLOGIA PRODOTTI	PROVA	METODO DI PROVA	ATTREZZATURE	FREQUENZA	QUANTITA' MINIME
Tubazioni	Controllo lunghezza	verifica metrica	Metro	giornaliera	2% dei pezzi
	Controllo diametri Esterno alle estremità	verifica metrica	Calibro	giornaliera	10% dei pezzi
	Controlli spessori o peso	verifica metrica	bilancia/calibro	giornaliera	2% dei pezzi
	Controllo posizione inseriti	verifica metrica	metro	giornaliera	2% dei pezzi
	Controllo finitura	verifica visiva			su tutti i pezzi prodotti
	Controllo di tenuta	depressione sul singolo elemento	banco di prova		sul 10% dei pezzi prodotti
	Controllo di resistenza del tubo	secondo norme	presse laboratorio interno/esterno	non meno di 2 pezzi/anno per ciascun diametro	

**Su ciascun tubo dovranno essere riportati in modo indelebile i seguenti dati :**

- nome del fabbricato o marchio di fabbrica
- data di produzione
- diametro nominale
- lunghezza.

Le tubazioni andranno calcolate in modo da sopportare il riempimento ed i massimi carichi stradali.

L'armatura metallica eventuale e conseguente ai calcoli sarà costituita da tondini in acciaio, cerchiante e longitudinale rispondente alle norme UNI 6407/49 e DIN 4035.



I tubi dovranno essere fabbricati in officina o cantieri debitamente attrezzati, con procedimento atto a garantire il costante raggiungimento dei requisiti di qualità di tutti i prodotti ; a tale fine, tutte le operazioni che compongono il processo di lavorazione, dovranno essere ripetute secondo uno schema prestabilito e ben precisato.

Le tubazioni dovranno essere esente da fori passanti, poste in opera su base d'appoggio continua, con TIR-FOR idraulico o manuale, con l'ausilio di apparecchiature laser di controllo della quota di posa, avere dimensioni tali da esercitare sull'anello di tenuta una compressione compresa tra il 28% e 42% per uso in fognatura e tra il 30% e 42% per uso in irrigazione a bassa pressione.

E' richiesta per tali manufatti, come per i pozzetti di raccolta, la prova di assorbimento d'acqua, sia su manufatti già posati in opera sia prelevati a piè d'opera, secondo le modalità seguenti :

- Si ricavano pezzi del manufatto con superficie minima di 3 dmq e si fanno essiccare in stufa a 105° per 8 ore, lasciandoli poi raffreddare fino a temperatura di 18° ed in ambiente secco ;
- Dopo una prima pesatura si immergono per 30 minuti in acqua a temperatura ambiente e quindi si pesano ;
- L'assorbimento di acqua ricavato per differenza fra le due pesate non dovrà accedere il 3% del peso secco.

Infine i tubi dovranno essere internamente verniciati con resina epossidica, spessore minimo 300 microns, secondo le specifiche riportate nel Capitolato di Appalto.

#### **P. LEGNAMI**

I legnami in genere, da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano, dovranno rispondere a tutte le prescrizioni di cui alle vigenti norme UNI, saranno provveduti fra le più scelte qualità della categoria prescritta e non presenteranno difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati.

Il tavolame dovrà essere scavato dalle travi più dritte, affinché le fibre non riescano mozzate dalla sega e si ritirano nelle connessioni. I legnami rotondi o pali dovranno provenire dal vero tronco dell'albero e non dai rami, sufficientemente dritti, in modo che la congiungente i centri delle due basi non debba uscire in alcun punto del palo; dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e congruati alla superficie; la differenza fra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare i 15 millesimi della lunghezza, né il quarto del maggiore dei 2 diametri.

Nei legnami grossolanamente squadri ed a spigolo smussato, tutte le facce dovranno essere spianate e senza scarniture, tollerandosene l'alburno o lo smusso in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale.

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

I legnami da impegnare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza esse siano dovranno rispondere a tutte le prescrizioni di cui al D.M. 30 ottobre 1912 ed alle norme UNI vigenti, saranno provveduti fra le più scelte qualità della categoria prescritta e non presenteranno difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati. (UNI 8198)

I legnami rotondi o pali da utilizzare per il ripristino delle difese spondali dovranno provenire dal tronco dell'albero di castagno e non dai rami, dovranno essere dritti, in modo che la congiungente i centri delle due basi non debba uscire in alcun punto dal palo e avere la punta all'estremità di infissione; la differenza fra i diametri medi dalle estremità non dovrà oltrepassare i 15 millesimi della lunghezza né il quarto del maggiore dei 2 diametri.

Nei legnami grossolanamente squadri ed a spigolo smussato, tutte le facce dovranno essere spianate e senza scarniture, tollerandosene l'alburno o lo smusso in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale.

I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadri 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. I pannelli in fibre di legno saranno uniformi alla UNI 2088/89 e 5062 P, i pannelli in particellato di legno alla UNI 4866/67 e le lastre di agglomerato ligneo alla UNI 2087.

I legnami per pavimentazione siano essi listoni (UNI 4773) che tavolette (UNI 4374) dovranno essere perfettamente stagionati, ben piallati, privi di nodi, fenditure, tarlature ed altri difetti che ne alterino l'aspetto, la durata e la possibilità di montarli a perfetta regola d'arte.

#### **Q. LEGNAMI PER USO STRUTTURALE**

Le strutture in legno considerate sono quelle che assolvano una funzione strutturale e che coinvolgono la sicurezza delle persone, siano esse realizzate in legno massiccio (segato, squadrato o tondo) e/o legno lamellare (incollato) e/o pannelli derivati dal legno, assemblati mediante incollaggio o elementi di collegamento meccanici.



Si definisce "produttore" il soggetto legalmente responsabile della classificazione secondo la resistenza meccanica (così come definita nelle pertinenti norme tecniche citate nel seguito) del materiale o del prodotto a base di legno.

In assenza di esplicita indicazione contraria nei documenti di accompagnamento delle forniture di materiali e prodotti a base di legno, ai fini della responsabilità legale il produttore coincide con il fornitore del materiale o del prodotto.

La produzione, fornitura e utilizzazione del legno strutturale dovranno avvenire in applicazione di un sistema di rintracciabilità dei singoli elementi che copra la catena di custodia dal momento della prima classificazione e marcatura almeno fino al momento della prima messa in opera. All'atto della posa in opera il direttore dei lavori deve verificare, acquisendone copia, che il legno strutturale sia oggetto di attestato di qualificazione e che le procedure di posa in opera siano conformi alle specifiche tecniche del produttore.

Per il legno strutturale, nelle norme sono disponibili due tipi diversi di profili caratteristici:

le Categorie sono riferite a specifici "tipi di legname" ovvero specifiche combinazioni di specie legnosa/provenienza geografica/qualità. Le categorie sono contenute nelle diverse norme di classificazione dei diversi paesi di produzione del legno strutturale;

le Classi di Resistenza sono riunite nella UNI EN 338/04 e costituiscono una raccolta di "profili normalizzati" di validità generale, utili allorché il progettista non desideri o non sia in grado di indicare un preciso tipo di legname.

Entrambi i tipi di profili caratteristici sono ugualmente ammissibili in sede di progettazione. Tuttavia, al momento della fornitura del materiale, la classificazione di quest'ultimo dovrà essere conforme a quanto prescritto nel progetto. È ammessa l'equivalenza di una Categoria alla corrispondente Classe di Resistenza (e viceversa) se tale equivalenza è stabilita dalla UNI EN 1912/07.

Profili prestazionali caratteristici diversi da quelli sopra indicati potranno essere assunti nella progettazione sulla base dei risultati documentati di prove sperimentali in conformità a quanto disposto nella EN 14081/06 (o normativa riconosciuta equivalente, per legname di provenienza non Europea). Profili caratteristici per tipi di legno strutturale di provenienza italiana sono contenuti nelle UNI 11035/03 (Parte 1 e Parte 2). Nelle stesse norme si forniscono le regole di classificazione per i tipi di legname strutturale italiani, nonché indicazioni sulla procedura necessaria per l'attribuzione di profili caratteristici a tipi di legname non inclusi nella norma. Per tipi di legno strutturale di provenienza non italiana è possibile utilizzare le Classi di Resistenza equivalenti indicate nella UNI EN 1912/07.

I valori indicati nei profili caratteristici possono essere assunti nei calcoli di progetto come valori massimi per le grandezze cui si riferiscono.

Per la qualificazione della produzione, i produttori di legno strutturale massiccio devono produrre al Servizio Tecnico Centrale, per ciascun stabilimento, la documentazione seguente:

- l'individuazione dello stabilimento cui l'istanza si riferisce;
- il tipo di elementi strutturali che l'azienda è in grado di produrre;
- l'organizzazione del sistema di rintracciabilità relativo alla produzione di legno strutturale;
- l'organizzazione del controllo interno di produzione, con l'individuazione di un "Direttore Tecnico della produzione qualificato" alla classificazione del legno strutturale;
- il marchio afferente al produttore (in seguito denominato "marchio del fornitore") specifico per la classe di prodotti "elementi di legno massiccio per uso strutturale".

I produttori sono tenuti ad inviare al Servizio Tecnico Centrale, ogni anno, i seguenti documenti:

- una dichiarazione attestante la permanenza delle condizioni iniziali di idoneità della organizzazione del controllo interno di qualità o le eventuali modifiche;
- i risultati dei controlli interni eseguiti nell'ultimo anno, per ciascun tipo di prodotto, da cui risulti anche il quantitativo di produzione.

Il mancato rispetto delle condizioni sopra indicate, accertato anche attraverso sopralluoghi, può comportare la decadenza della qualificazione. Tutte le forniture di elementi in legno massiccio per uso strutturale debbono essere marcate e accompagnate da una documentazione relativa alle caratteristiche tecniche del prodotto.

Ciascun prodotto qualificato deve costantemente essere riconoscibile per quanto concerne le caratteristiche qualitative e riconducibile allo stabilimento di produzione tramite marcatura indelebile depositata presso il Servizio Tecnico Centrale, conforme alla UNI EN 14081/06. Ogni prodotto deve essere marcato con identificativi diversi da quelli di prodotti aventi differenti caratteristiche, ma fabbricati nello stesso stabilimento e con identificativi differenti da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, siano essi o meno dello stesso produttore. La marcatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione.

Per stabilimento si intende una unità produttiva a se stante, con impianti propri e magazzini per il prodotto finito. Nel caso di unità produttive multiple appartenenti allo stesso produttore, la qualificazione deve essere ripetuta per ognuna di esse e per ogni tipo di prodotto in esse fabbricato. Considerata la diversa natura, forma e dimensione dei prodotti, le caratteristiche degli impianti per la loro produzione, nonché la possibilità



di fornitura sia in pezzi singoli sia in lotti, differenti possono essere i sistemi di marcatura adottati, anche in relazione all'uso.

Comunque, per quanto possibile, anche in relazione all'uso del prodotto, il produttore è tenuto a marcare ogni singolo pezzo. Ove ciò non sia possibile, per la specifica tipologia del prodotto, la marcatura deve essere tale che prima dell'apertura dell'eventuale ultima e più piccola confezione il prodotto sia riconducibile al produttore, al tipo di legname nonché al lotto di classificazione e alla data di classificazione. Tenendo presente che l'elemento determinante della marcatura è costituito dalla sua inalterabilità nel tempo, e dalla impossibilità di manomissione, il produttore deve rispettare le modalità di marcatura denunciate nella documentazione presentata al Servizio Tecnico Centrale e deve comunicare tempestivamente eventuali modifiche apportate.

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

I produttori, i successivi intermediari e gli utilizzatori finali devono assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno 10 anni e devono mantenere evidenti le marcature o etichette di riconoscimento per la rintracciabilità del prodotto. Eventuali disposizioni supplementari atte a facilitare l'identificazione e la rintracciabilità del prodotto attraverso il marchio possono essere emesse dal Servizio Tecnico Centrale.

Tutte le forniture di legno strutturale devono essere accompagnate dall'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale. L'attestato può essere utilizzato senza limitazione di tempo. Su tale attestato deve essere riportato il riferimento al documento di trasporto.

Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal Produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio. Il Direttore dei Lavori prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

### **Legno massiccio**

Il legno massiccio per uso strutturale è un prodotto naturale selezionato, in dimensioni d'uso nelle strutture, classificato, elemento per elemento, secondo la resistenza sulla base di specifiche normative.

I parametri di resistenza, di rigidità e di massa volumica assegnati al legno strutturale vengono di regola determinati sulla base di prove sperimentali normalizzate che producono gli stessi tipi di effetti delle azioni alle quali il materiale sarà soggetto nella struttura. Tali prove devono essere condotte su campioni significativi di elementi classificati in dimensione d'uso.

I criteri di classificazione garantiscono all'elemento prestazioni meccaniche minime statisticamente determinate senza necessità di ulteriori prove sperimentali e verifiche.

Per tipi di legname non inclusi nelle norme vigenti, è ammissibile la determinazione dei parametri di cui sopra sulla base di confronti con specie legnose note aventi caratteristiche simili a quelle della specie incognita, oppure sulla base di correlazioni con i valori di resistenza, rigidità e massa volumica ottenuti tramite prove eseguite su campioni di provini piccoli e netti. In questi due casi, tuttavia, si dovrà dimostrare di aver tenuto conto della minore affidabilità dei risultati rispetto a quelli ottenuti con il metodo ordinario.

Tutti i legnami da impiegare, nei vari tipi di essenze o prodotti di lavorazione, dovranno essere conformi alle prescrizioni della normativa vigente ed avere le caratteristiche fisico-meccaniche riportate dalla seguente tabella:

Essenza	massa volumica Kg/d.m.c	umidità max %	carico di rottura a compressione (Kg/cmq)	carico di rottura a fless. N/mmq. (Kg/cmq)	durezza Brinell Hd
castagno	0,62	18	500	1.100	3,9
faggio	0,74	18	400	950	4,5
frassino	0,74	18	450	1.100	5
larice	0,60	20	350	800	3,3
mogano	0,50	15	400	1.000	4
noce	0,69	18	400	700	3,6
pino	0,53	20	350	660	2,9
pioppo	0,42	22	250	600	2,4
pitch pine	0,84	16	450	900	4,9
rovere	0,74	10	500	1000	5



## **R. COMPONENTI STRUTTURALI PREFABBRICATI IN C.A.**

I componenti strutturali prefabbricati sono normati al punto 11.8 del D.M. 17/01/2018. Tale punto prende in esame componenti realizzati con qualunque tipo di materiale. Poiché buona parte di essi utilizza il c.a., tali prescrizioni sono riportate nella presente scheda. Gli elementi costruttivi prefabbricati devono essere prodotti attraverso un processo industrializzato che si avvale di idonei impianti, nonché di strutture e tecniche opportunamente organizzate. In particolare, deve essere presente un sistema permanente di controllo della produzione in stabilimento, che deve assicurare il mantenimento di un adeguato livello di affidabilità nella produzione del conglomerato cementizio, nell'impiego dei singoli materiali costituenti e nella conformità del prodotto finito. Tale sistema deve essere certificato da parte un organismo terzo indipendente. Dovrà essere effettuato un controllo sui materiali per elementi di serie nei centri di produzione dei componenti prefabbricati (punto 11.8.3.1 del D.M.). Per il calcestruzzo impiegato con fini strutturali di serie, il Direttore tecnico di Stabilimento dovrà effettuare il controllo continuo del conglomerato effettuando prove secondo le prescrizioni contenute nel paragrafo 11.2 del D.M. (sul cls). Ogni elemento prefabbricato prodotto in serie, deve essere appositamente contrassegnato da marcatura fissa, indelebile o comunque non rimovibile, in modo da garantire la rintracciabilità del produttore e dello stabilimento di produzione, nonché individuare la serie di origine dell'elemento. Inoltre, per manufatti di peso superiore ad 80 KN, dovrà essere indicato in modo visibile, per lo meno fino all'eventuale getto di completamento, anche il peso dell'elemento. I produttori di elementi prefabbricati di serie devono procedere alla qualificazione dello stabilimento e degli elementi costruttivi prodotti trasmettendo, ai sensi dell'art. 58 del DPR n.380/2001, idonea documentazione al Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Ogni fornitura in cantiere di manufatti prefabbricati prodotti in serie dovrà essere accompagnata dalla documentazione di cui al punto 11.8.5. del D.M., da conservare a cura del D.L. dell'opera in cui detti manufatti vengono inseriti. Per l'elencazione di tali documenti si veda quanto specificato nel paragrafo sui componenti prefabbricati della scheda sui solai del presente Capitolato obbligatoriamente sottoposti alla marcatura CE dall'1/09/2007.

## **OLI MINERALI**

Gli oli da impiegarsi nei trattamenti in polvere di roccia asfaltica a freddo, sia di prima che di seconda mano, potranno provenire:

- da rocce asfaltiche o scisto-bituminose;
- da catrame;
- da grezzi di petrolio;
- da opportune miscele dei prodotti suindicati.

Gli oli avranno caratteristiche diverse a seconda che dovranno essere impiegati con polvere di roccia asfaltica di provenienza abruzzese o siciliana ed a seconda della stagione in cui i lavori verranno eseguiti. Resta comunque facoltà della Direzione dei lavori di prescrivere all'atto esecutivo il tipo di olio minerale a seconda delle temperature prevalenti nel periodo e nella zona in cui i lavori dovranno svolgersi.

Tutti i tipi potranno, in caso di necessità, essere riscaldati ad una temperatura non eccedente i 60 °C.

## **S. POZZETTI E ALTRI MANUFATTI IN CALCESTRUZZO PER SISTEMI DI SCARICO**

I pozzetti e camere d'ispezione in calcestruzzo non armato, armato e rinforzato con fibre d'acciaio hanno la loro norma europea armonizzata (UNI EN 1917 "Pozzetti e camere di ispezione di calcestruzzo non armato, rinforzato con fibre di acciaio e con armature tradizionali") e devono essere sottoposti alla marcatura CE. La norma UNI EN 588-2 "Tubi di fibrocemento per fognature e sistemi di scarico — Pozzetti e camere di ispezione" è norma europea armonizzata e i corrispondenti prodotti devono essere sottoposti alla marcatura CE. Le canalette di drenaggio hanno la loro norma europea armonizzata (UNI EN 1433 "Canalette di drenaggio per aree soggette al passaggio di veicoli e pedoni - Classificazione, requisiti di progettazione e di prova, marcatura e valutazione di conformità") e devono essere sottoposti alla marcatura CE.

Le fosse settiche prefabbricate hanno la loro norma europea armonizzata (UNI EN 12566-1 "Piccoli sistemi di trattamento delle acque reflue fino a 50 PT - Parte 1: Fosse settiche prefabbricate") e devono essere sottoposte alla marcatura CE.

## **T. CHIUSINI IN GHISA SFEROIDALE**

I chiusini in ghisa sferoidale (UNI 4544) per l'accesso nei pozzetti visita, saranno del tipo non ventilato e dimensionati per resistere a carichi di 400 kN.

Il coperchio avrà luce netta di 600 mm ed il telaio sarà del tipo quadrato - (UNI-EN -124).

Il peso totale del coperchio e del telaio sarà di Kg 80-90.



## **U. GEOSINTETICI**

### **Geotessili**

Per geotessili si intendono i prodotti utilizzati per costituire strati di separazione, contenimento, filtranti, drenaggio in opere in terra (rilevati, scarpate, strade, giardini, ecc.) ed in coperture.

Si distinguono in :

tessuti: stoffe realizzate intrecciando due serie di fili (realizzando ordito e trama);

nontessuti: feltri costituiti da fibre o filamenti distribuiti in maniera casuale, legati tra di loro con trattamento meccanico (agugliatura) oppure chimico (impregnazione) oppure termico (fusione). Si hanno tessuti ottenuti da fiocco o da filamento continuo. Le caratteristiche saranno quelle indicate nel progetto e nella relativa voce descrittiva di capitolato. Il soddisfacimento delle prescrizioni si intende comprovato quando il prodotto risponde alle norme UNI in materia, ed è in possesso di attestato di conformità, in loro mancanza valgono i valori dichiarati dal produttore ed accertati dalla direzione lavori.

### **Geogriglie**

Svolgono una funzione di rinforzo che viene favorita dalla loro particolare struttura, tale da esercitare un effetto cerchiante rispetto alle particelle di terreno che trovano alloggio nelle aperture della geogriglia stessa. Si possono distinguere:

geogriglie estruse: strutture piane realizzate con materiali polimerici (in genere polietilene ad alta densità HDPE o polipropilene PP) mediante un processo di estrusione e successiva stiratura, che può essere svolto in una sola direzione (geogriglie monodirezionali, resistenza a trazione in senso longitudinale 60-200 kN/m) o nelle due direzioni principali (geogriglie bidirezionali, resistenza circa uguale nei due sensi 20-30 kN/m);

geogriglie tessute: strutture piane a forma di rete costituite da fibre sintetiche a elevato modulo (in genere poliestere PET) ricoperte da un ulteriore strato protettivo, sempre in materiale sintetico, in grado di garantire una resistenza strutturale delle giunzioni.

Geogriglie a nastri saldati: strutture piane, in cui due o più serie di fibre o altri elementi vengono connessi a intervalli regolari per mezzo di saldatura. In genere sono costituite da un nucleo di filamenti in poliestere PET ad alta tenacità e da un rivestimento in polietilene PE e sono caratterizzate da resistenza molto variabili tra le due direzioni (15-1350 kN/m).

### **Biotessili e biostuoie**

Biotessili: sono costituiti da fibre naturali (juta e cocco) assemblate in modo da formare una struttura tessuta o nontessuta, relativamente deformabile in grado da ben adattarsi al supporto. Possono assolvere funzioni provvisorie quali controllo dell'erosione di pendii e scarpate durante la fase di crescita della vegetazione.

Biostuoie: sono costituite da fibre naturali (paglia, cocco, sisal, etc.) in genere contenute tra reti in materiale sintetico (tipo polipropilene PP o poliammide PA) o naturale (tipo juta). Le biostuoie hanno spessore di qualche decina di mm, sono disponibili in rotoli e, analogamente ai buoi tessili, possono essere impiegate su pendii e scarpate per facilitare la crescita della vegetazione nella fase immediatamente successiva alla posa in opera.

### **Geostuoie**

Sono costituite da filamenti di materiali sintetici (HDPE, poliammide PA, polipropilene PP) aggrovigliati in modo da formare uno strato deformabile dello spessore di 10-20 mm, caratterizzato da un indice dei vuoti mediamente superiore al 90%. Possono essere impiegate su pendii e scarpate per migliorare la resistenza all'erosione e fungono da controllo dell'erosione superficiale nella fase di crescita della vegetazione.

### **Geostuoie rinforzate in rete metallica**

Sono costituite da filamenti di materiali sintetici (polipropilene PP) con una matrice estrusa in tre dimensioni unita in fase di produzione a una maglia metallica a doppia torsione. La rete di rinforzo è a maglia esagonale con caratteristiche meccaniche superiori a quanto previsto dalle UNI EN 10223-3. Il filo con protezione in lega Zn-Al5% è conforme alle UNI EN 10244-2, Classe A. Possono essere impiegate su pendii e scarpate per migliorare la resistenza all'erosione e fungono da controllo dell'erosione superficiale nella fase di crescita della vegetazione.

Le caratteristiche principali del prodotto dovranno essere le seguenti:

#### **GEOSTUOIA**

Massa areica (EN ISO 9864): 450 g/mq;

Punto di rammollimento: 150 °C;

Densità: 900 kg/mc;

Resistenza ai raggi UV: stabilizzato

#### **RINFORZO**

Tipo: Rete metallica a doppia torsione con rivestimento Galmac;

Maglia tipo: 6x8, 8x10;



Diametro filo (int./est.): 2,2-2,7 mm;  
PROPRIETA' MECCANICHE DEL GEOCOMPOSITO  
Resistenza meccanica longitudinale: da 37 a 50 kN/m;  
PROPRIETA' FISICHE NOMINALI GEOCOMPOSITO  
Massa areica (EN ISO 9864): da 1,63 a 1,85 g/mq;  
Indice dei vuoti: >90%;  
Spessore nominale a 2 kPa (EN ISO 9863-1): 12 mm

### **Georeti**

Strutture a maglia costituite da due serie sovrapposte di fili (spessore complessivo 3 -15 mm) che si incrociano con angolo costante in modo da formare aperture regolari costanti (ampiezza 10-20 mm). sono prodotte per estrusione di polimeri termoplastici (in genere HPDE) e la saldatura delle due serie di fili viene realizzata per parziale compenetrazione dei punti di contatto, quando il polimero è ancora allo stato semifluido. In genere assumono la funzione di drenaggio.

### **Geocompositi antierosivi per la canalizzazione delle acque superficiali**

Il prodotto definibile come geocomposito (GCO) tipo Trenchmat S o oquivalente viene utilizzato per la formazione di canalette a basso impatto ambientale in applicazioni di ingegneria geotecnica. Il geocomposito è costituito dall'accoppiamento di una geostuoia (GMA) in polipropilene sul lato superiore, da un geotessile non tessuto (GTX-N) intermedio in polipropilene e da una pellicola poliolefinica impermeabile (PL) sul lato inferiore. Le caratteristiche tecniche del prodotto dovranno essere documentate da aziende fornitrici secondo sistemi di qualità conformi alla norma ISO 9001 con certificazione in corso di validità e dovranno essere garantiti mediante dichiarazione di conformità (UNI EN ISO 17050)

Le caratteristiche principali del geocomposito (GCO) dovranno essere le seguenti:

#### **CARATTERISTICHE FISICHE:**

Massa areica (EN ISO 9864): 890 g/mq;  
Spessore a 2 kPa (EN ISO 9863): 15.0 mm;

#### **CARATTERISTICHE MECCANICHE:**

Resistenza a trazione longitudinale MD (EN ISO 10319): 9.0 kN/m;  
Resistenza a trazione trasversale CMD (EN ISO 10319): 9.0 kN/m;  
Allungamento a carico massimo longitudinale MD (EN ISO 10319): 50%;  
Allungamento a carico massimo trasversale CMD (EN ISO 10319): 55%;  
Resistenza a punzonamento statico CBR (EN ISO 12236): 1.8 kN;  
Diametro del foro alla prova di punzonamento dinamico (EN ISO 13433): 10 mm;  
Resistenza al punzone piramidale elettrico – efficienza della protezione (EN 14574): 180 N;

#### **CARATTERISTICHE IDRAULICHE:**

Permeabilità al vapore d'acqua (ASTM F 372): 2.0 g/mq in 24 ore.

### **Geosintetici per drenaggio**

Possono essere costituiti da elementi omogenei o elementi compositi. I primi sono caratterizzati da elementi sintetici stampati con profilo particolare ( in genere “bugnato”) in modo da consentire la massima capacità drenante nel caso siano poste a contatto con superfici piane. I secondi sono costituite dall'associazione di uno strato di georete ( o di geostuoia o di elemento stampato) con funzione drenante, racchiuso tra due strati di geotessile, con funzione filtrante (spessore complessivo 5-30 mm) e vengono utilizzati per drenaggio o trasmissione di fluidi.

### **Normativa tecnica**

La marcatura CE deve essere apposta al prodotto, o alla sua confezione, e sui documenti di accompagnamento dal fabbricante, dal rappresentante autorizzato, o in casi eccezionali da quei responsabili dell'inserimento del prodotto nel mercato. La marcatura CE deve essere visibile, leggibile e indelebile. Dove condizioni speciali non impongono dimensioni specifiche, essa deve avere un'altezza di almeno 5 millimetri. In caso di impiego fuori terra i geosintetici dovranno essere trattati per la stabilizzazione ai raggi UV.

Le seguenti norme armonizzate valgono per geotessili e prodotti affini: EN13249 (caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di strade e di altre aree soggette a traffico – escluse ferrovie), EN 13250 (caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di ferrovie), EN 13251 (caratteristiche richieste per l'impiego nelle costruzioni di terra, nelle fondazioni e nelle strutture di sostegno), EN 13252 (caratteristiche richieste per l'impiego nei sistemi drenanti), EN 13253 (caratteristiche richieste per l'impiego nelle opere di controllo dell'erosione), EN 13254 (caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di bacini e dighe), EN 13255 (caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di canali), EN 13256, EN 13257 (caratteristiche richieste per l'impiego in discariche per rifiuti solidi), EN 13265 (caratteristiche richieste per l'impiego nei progetti di contenimento dei rifiuti liquidi).



La durabilità del prodotto dovrà essere garantita in funzione dei seguenti controlli: 1) resistenza agli agenti atmosferici (ENV 12224), 2) resistenza alla degradazione chimica (ENV ISO 12960), 3) resistenza all'idrolisi (ENV ISO 12447), 4) resistenza all'ossidazione (ENV ISO 13438), 5) resistenza alla degradazione microbiologica (ENV 12225).

In funzione della tipologia di prodotto e in base a quanto riportato nella tabella seguente, le seguenti caratteristiche andranno certificate prima dell'accettazione del materiale: 1) resistenza a trazione (EN ISO 10319), 2) allungamento al massimo carico (EN ISO 10319), 3) resistenza al punzonamento statico (EN ISO 12236), 4) punzonamento dinamico (EN ISO 13438), 5) efficienza della protezione del geosintetico nel prevenire la perforazione della geomembrana (prEN 13719), 6) determinazione della dimensione di apertura caratteristica (EN ISO 12956), 7) permeabilità normale al piano senza carico (EN ISO 11058), capacità drenante nel piano (EN ISO 12958).

Characteristic	Test method	Function				
		Filtration	Separation	Reinforcement	Protection	Drainage
Tensile strength	EN ISO 10319	H	H	H	H	H
Elongation at maximum load	EN ISO 10319			H	H	
Static puncture resistance CBR test (*)	EN ISO 12236		H	H		
Dynamic perforation resistance (cone drop test) 1)	EN ISO 13438	H		H	H	
Protection efficiency of a geosynthetic in preventing geomembrane perforation	prEN 13719				H	
Characteristic opening size	EN ISO 12956	H				
Permeability normal to the plane without load	EN ISO 11058	H				
Water flow capacity in the plane	EN ISO 12958					H

#### **FUNI DI POLIPROPILENE**

Le funi di polipropilene stabilizzato ai raggi UV del diametro di 12 mm e portata di 200 kg/m, compresi anelli di fissaggio da eseguirsi in opera con tondini di acciaio del diametro di mm 12 fissati all'armatura del rivestimento, attorno ai quali la fune dovrà essere fissata secondo le indicazioni della D.L.

#### **CHIUSINI IN GHISA SFEROIDALE**

I chiusini in ghisa sferoidale (UNI 4544) per l'accesso nei pozzetti visita, saranno del tipo non ventilato e dimensionati per resistere a carichi di 400 kN.

Il coperchio avrà luce netta di 600 mm ed il telaio sarà del tipo quadrato - (UNI-EN -124).

Il peso totale del coperchio e del telaio sarà di Kg 80-90.

#### **V. ALTRO MATERIALE NON SPECIFICATO:**

Tutti gli altri materiali non specificati dovranno essere di prima qualità e in ogni modo dovranno essere di gradimento della DL. Questa si riserva il diritto di esigere dall'Assuntore tutti i documenti atti ad accertare in modo sicuro la provenienza del materiale. La DL potrà pure prelevare campioni di materiale depositato in cantiere ed anche già collocato in opera per sottoporli a prove atte a verificare le caratteristiche del materiale stesso.

#### **W. PROVE SUI MATERIALI**

In relazione a quanto è prescritto circa le caratteristiche i materiali devono possedere per essere accettati, l'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove del materiale impiegato o da impiegarsi, nonché a quelle su campioni di lavori eseguiti, da prelevarsi in opera, sottostando a tutte le spese di prelevamento ed invio dei campioni in Istituti Sperimentali riconosciuti.

Nel corso della realizzazione delle opere di conglomerato cementizio previste in progetto verranno effettuati, per ogni fornitura o per ogni opera od anche più volte per la stessa opera, a giudizio della DL, prelievi di prova costituiti ognuno da due cubetti regolamentari, per la cui confezione e conservazione vedasi le Norme UNI 6126, 6127, 6130, ultima edizione.

Dopo una stagionatura di 28 giorni i detti prelievi saranno sottoposti a prova di compressione (Norma UNI 6132, ultima edizione) presso uno degli Istituti predetti. I risultati delle prove serviranno a determinare l'effettiva classe di resistenza del conglomerato.

Le prove del conglomerato di ogni fornitura e di ogni opera saranno effettuate su gruppi di 3 prelievi. Posto Rck il valore asserito, in Kg/cm<sup>2</sup>, della resistenza caratteristica del conglomerato da provarsi; posti R1, R2, R3 i valori rilevati della resistenza dei tre prelievi (ognuno dei quali valori minore del successivo, o tutt'al più



eguale); posto  $R_m = (R_1 + R_2 + R_3)/3$ , le prove saranno positive e il volume di conglomerato preso in considerazione potrà essere considerato ammissibile al pagamento qualora risulti:

$R_m \geq (1 + 0,03)R_{ck}$ ;  $R_f \geq (1 - 0,15)R_{ck}$ .

L'Impresa sarà tenuta a pagare le spese di tutte le prove citate nel presente paragrafo secondo le tariffe degli Istituti Sperimentali sopracitati, essendo tali oneri già compensati nei prezzi unitari posti a base di gara. Dei campioni potrà essere ordinata la conservazione nel competente ufficio direttivo, munendoli di sigilli a firma del Direttore dei Lavori e dell'Impresa nei modi più adatti a garantirne l'autenticità.

## **X. CERTIFICAZIONI**

Per tutti i materiali, gli impianti e le forniture oggetto dei lavori, qualora queste lo richiedano, terminata l'esecuzione dei lavori ed operata l'attivazione di eventuali impianti, entro **30 gg.**, l'appaltatore dovrà produrre le certificazioni successivamente elencate. La mancata produzione di detti documenti non consentirà l'emissione del Certificato di collaudo finale.

**CERTIFICAZIONI SU ELEMENTI STRUTTURALI PORTANTI E/O SEPARANTI CLASSIFICATI AI FINI DELLA RESISTENZA AL FUOCO**

Opere in conglomerato cementizio armato

Per tali opere dovrà essere prodotta la seguente documentazione:

- certificazione di resistenza al fuoco degli elementi portanti (per tipologia es: travi, pilastri, solai) a firma di un professionista abilitato ai sensi della legge 7/12/1984 n.818 (vedi mod. CERT. REI 2008 - VV.F.)
- certificazione del produttore che attesti la classe di resistenza al fuoco per gli elementi strutturali prefabbricati in c.a. o c.a.p.

Materiali e prodotti classificati ai fini della resistenza al fuoco, porte ed altri elementi di chiusura quali, pareti divisorie, contro-pareti, contro-soffitti, porte REI, ecc....:

Per tali elementi dovrà essere prodotta la seguente documentazione:

- dichiarazione a firma dell'installatore (può essere utilizzato il mod. DICH. POSA OPERA - VV.F.) che riporti le modalità applicative utilizzate, che garantisca la corrispondenza con quelle fornite dal produttore
- rapporto di prova del prodotto utilizzato e/o l'omologazione ministeriale
- dichiarazione di rispondenza in originale, a firma del produttore, del prodotto utilizzato con il prototipo sottoposto a prova
- certificazione di resistenza al fuoco a firma di un professionista abilitato ai sensi della legge 7/12/1984 n.818 (vedi mod. CERT. REI 2008 - VV.F.) solo per gli elementi che contribuiscono alla resistenza al fuoco di strutture portanti
- dichiarazione inerente il prodotto impiegato a firma di un professionista abilitato ai sensi della legge 7/12/1984 n.818 (vedi mod. DICH. PROD. 2008 - VV.F.)

## **2. Norme generali per l'esecuzione dei lavori**

### **a) Generalità**

L'Impresa è tenuta alla scrupolosa osservanza delle norme contenute nel presente Capitolato e di quanto altro prescritto nei documenti di progetto.

Nell'esecuzione dei lavori l'Impresa è altresì obbligata ad osservare ed a far osservare dal proprio personale tutte le norme antinfortunistiche e sulla sicurezza del lavoro vigenti all'epoca dell'appalto, nonché quelle specificatamente indicate nei piani di sicurezza e coordinamento.

L'Impresa è diretta ed unica responsabile di ogni conseguenza negativa, sia civile che penale, derivante dalla inosservanza o dalla imperfetta osservanza delle norme di cui ai precedenti commi.

All'atto della consegna dei lavori l'Appaltatore procederà in contraddittorio con l'Ufficio di Direzione Lavori al tracciamento con metodi topografici di sezioni trasversali e/o profili longitudinali, dei limiti degli scavi e dei rilevati e di tutte le opere d'arte previste in base ai disegni di progetto ed ai capisaldi e riferimenti che verranno indicati dall'Ufficio di Direzione Lavori.

### **b) Ordine da tenersi nell'avanzamento lavori**

L'Impresa ha la facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più opportuno per darli perfettamente compiuti nel termine stabilito dal programma esecutivo dei lavori e nel termine contrattuale, purché esso, a giudizio dell'Ufficio di Direzione Lavori, non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere ed agli interessi dell'Amministrazione.

Tuttavia, l'Amministrazione ha diritto di prescrivere l'esecuzione ed il compimento di determinati lavori entro un ragionevole termine, anche in difformità rispetto alle indicazioni del citato programma, specialmente in relazione ad esigenze di ordine od interesse pubblico, senza che l'Impresa possa rifiutarsi ed avanzare pretese di particolari compensi.

L'Impresa dovrà provvedere, durante l'esecuzione dei lavori, a mantenere pulite le aree di lavoro, di manovra, di passaggio, o di deposito temporaneo; è altresì obbligata, al termine dei lavori, a riportarle



nelle condizioni che le caratterizzavano prima dell'inizio dei lavori. Tali oneri sono inglobati nei prezzi di elenco.

c) Lavori eseguiti ad iniziativa dell'Impresa

L'Appaltatore che nel proprio interesse o di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità è redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite.

Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza da parte del Direttore dei Lavori l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, viene applicata una adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.

d) Preparazione dell'area di cantiere e dei lavori

Prima che abbia luogo la consegna dei lavori, L'Impresa dovrà provvedere a sgombrare la zona, dove essi dovranno svolgersi, dalla vegetazione boschiva ed arbustiva eventualmente esistente e procedere alla demolizione parziale o totale di quelle costruzioni e manufatti che verranno indicati dall'Ufficio di Direzione Lavori. Sono compresi nei prezzi di elenco gli oneri per la formazione del cantiere e per l'esecuzione di tutte le opere a tal fine occorrenti, compresi gli interventi necessari per l'accesso al cantiere, per la sua recinzione e protezione e quelli necessari per mantenere la continuità delle comunicazioni, degli scolli, delle canalizzazioni e delle linee telefoniche, elettriche e del gas esistenti.

Restano a carico dell'Impresa gli oneri per il reperimento e per le indennità relativi alle aree di stoccaggio e deposito temporaneo e/o definitivo delle attrezzature di cantiere, dei materiali e delle apparecchiature di fornitura e dei materiali di risulta.

### 3. Danni di Forza Maggiore

I danni causati da forza maggiore saranno denunciati nei termini e per iscritto.

**L'Impresa è tenuta a conoscere che alcuni lavori si potrebbero svolgere all'interno di alvei naturali soggetti a improvvise escursioni portate e quindi di livello. Si esclude pertanto fin da ora l'attribuzione di qualsiasi rimborso per danni al cantiere, alle opere definitive e provvisorie, nonché alle attrezzature e ai mezzi dell'impresa per tali eventi.**

Resta perciò contrattualmente convenuto che non saranno considerati come danni quelli causati dall'allagamento del cantiere. Analogamente il mantenimento dei previsti apprestamenti provvisori (cavedoni in terra, palificate, massi lapidei, elettropompa, telo geotessile e/o in Idpe) finalizzati alla messa in asciutto dell'area operativa di cantiere (prospiciente le porte vinciane) sarà a carico dell'impresa in quanto previsto e compensato negli oneri a corpo dei lavori.

Qualora, a seguito di eventi di piena, detti apprestamenti vengano parzialmente danneggiati o interamente distrutti, sarà onere dell'impresa provvedere al ripristino degli stessi senza rivendicare alcun ulteriore onere rispetto quanto previsto nel presente capitolato.

### 4. Modo di esecuzione di ogni categoria di lavoro

I lavori dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte ed in conformità alle speciali prescrizioni che la Direzione dei Lavori darà all'atto esecutivo, impiegando nella loro esecuzione tutte le cautele per non danneggiare le parti rimaste in opera, rimanendo convenuto che l'Appaltatore dovrà, a sua cura e spese, provvedere al ripristino di tutte quelle parti che rimanessero danneggiate per mancanza di provvedimenti atti alla conservazione di esse o per negligenza.

L'appaltatore dà atto, senza riserva alcuna, della piena conoscenza e disponibilità degli atti progettuali e della documentazione, della disponibilità dei siti, dello stato dei luoghi, all'impiego di mezzi terrestri/natanti per la realizzazione delle lavorazioni, delle condizioni pattuite in sede di offerta e ogni altra circostanza che interessi i lavori, che, consentono l'immediata esecuzione dei lavori nella loro interezza.

L'Impresa dovrà inoltre provvedere a sua cura e spese alla ricostruzione di tutte quelle opere che venissero demolite oltre i limiti fissati.

I lavori dovranno essere finiti in ogni loro parte ed avere il grado di lavorazione uguale a quello delle parti rimaste in opera.

La progettazione, l'esecuzione ed il collaudo dei lavori devono essere effettuati nel rispetto di quanto previsto dal D.M. 17/01/2018: Testo Unitario "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" e successive circolari" e dal D.M.11 Marzo 1988 e successive circolari: " Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".



In particolare si prescrive che:

- i conglomerati cementizi, semplici ed armati, e le strutture in acciaio dovranno essere eseguiti in conformità alle prescrizioni contenute nelle Norme Tecniche per le Costruzioni e nella Circolare Cons. sup. LL.PP. n. 617/2009 e ss.mm.ii.; rimane convenuto che l'Impresa, per la costruzione di centine ed armature, ha la facoltà di adottare il sistema che crederà di sua convenienza, purché presenti la necessaria stabilità e sicurezza, rimanendo pienamente responsabile della buona riuscita delle opere con l'obbligo di demolire e rifare a sue spese le opere che avessero a deformarsi o a perdere la voluta robustezza nonché mancanti di un sufficiente grado di rifinitura nelle parti a vista.

La Direzione dei Lavori ha la facoltà di prescrivere norme e modalità di esecuzione, integrative di quelle di cui ai Decreti sopra richiamati, in relazione a particolari esigenze costruttive, quali ad esempio la vibrazione e le modalità di esecuzione delle riprese dei getti, gli ancoraggi e le sovrapposizioni delle armature.

## **5. Norme specifiche relative al cantiere in oggetto**

Le principali criticità del cantiere sono costituite dall'instabilità dei terreni, con conseguente rischio di ribaltamento dei mezzi, franamento dei fronti di scavo e pericolo di allagamenti..

Infine, in fase di progettazione sono state rilevate la presenza di interferenze. In fase di esecuzione si dovrà comunque procedere con cautela ed effettuare saggi mediante escavatore al fine di scongiurare la presenza di sottoservizi privati di modesta entità e qualora vi siano situazioni particolari, queste dovranno essere prontamente segnalate al D.L. ed al C.S.E

Inoltre si dovrà prestare la massima cura nella predisposizione dei piani di lavoro stabili, realizzando i fronti di scavo secondo le pendenze ammissibili e realizzando, se necessario, opportune opere provvisorie di sostegno. In particolare, in caso di scavi aperti e avversità metereologiche che, dovranno essere impiegati teli impermeabili per proteggere le pareti dei fronti di scavo.

L'elevato rischio di caduta dall'alto di personale e mezzi dovrà essere mitigato seguendo scrupolosamente il cronoprogramma delle lavorazioni e le prescrizioni riportate all'interno del PSC e le opere provvisorie previste allo scopo.

Infine sarà assolutamente vietata la presenza di personale nel raggio di azione delle macchine operatrici.

Il costo per l'attuazione dei presidi di sicurezza è stato stimato, in conformità a quanto definito al punto 4 dell'allegato XV del D.Lgs. 81/2008.

## **6. Area del cantiere - occupazioni temporanee e danni ai frutti pendenti**

Per l'esecuzione dei lavori l'impresa avrà a disposizione aree di stoccaggio dei materiali come previsto in progetto salvo diverse disposizioni della committenza.

Qualora l'Impresa per sua necessità o comodità intenda occupare un'area diversa o maggiore da quelle sopra citate, dovrà accordarsi direttamente con gli agricoltori o proprietari, gli oneri relativi saranno a totale carico dell'Impresa stessa.

## **7. Lavori preparatori**

### **ALLESTIMENTO CANTIERE**

Tali operazioni consistono principalmente: nella posa in opera delle recinzioni di cantiere al fine di separare perfettamente l'area dei lavori da quelle attigue, nel trasporto e installazione della baracca e dei servizi igienici, nella formazione di strade di accesso e nel loro mantenimento durante l'esecuzione dei lavori, negli aggrottamenti delle acque superficiali durante tutte le fasi di lavorazione e nella predisposizione della segnaletica di avviso secondo quanto indicato nel nuovo codice della strada.

Consistono inoltre nella delimitazione delle aree di cantiere, nel trasporto e installazione della baracca e dei servizi igienici e nella predisposizione della segnaletica di avviso secondo quanto indicato nel nuovo codice della strada e nella preventiva ricerca superficiale di ordigni bellici.

### **BONIFICA E PULIZIA DELLA VEGETAZIONE DI SPONDE D'ALVEO NEI PRESSI DEI MANUFATTI**

Tali operazioni hanno lo scopo di asportare dalle sponde, a qualsiasi altezza e mediante idonei mezzi, la vegetazione esistente (erbe, arbusti, alberi, ecc.) che potrebbe risultare interferente con le lavorazioni.

Si intendono comprese, pertanto, la rimozione del materiale e la messa a nudo del terreno o della roccia compatta.

Al termine delle operazioni, la superficie rocciosa dovrà risultare pulita, priva della parte più disgregata e polverulenta della roccia.

Si procederà, quindi, all'ispezione ed al rilievo particolareggiato dell'area.



Tutti i materiali di risulta saranno trasportati a rifiuto o, su indicazione della Direzione dei Lavori, utilizzati nell'area del cantiere.

Le masse rocciose instabili e pericolose, sia per l'incolumità che per la buona riuscita del lavoro, dovranno essere rimosse a qualsiasi altezza con l'ausilio di ogni mezzo. La Direzione Lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, vietare l'uso di esplosivi, ove possano risultare di nocimento alle opere già realizzate o comunque alla realizzazione delle opere appaltate.

#### **PUNTELLATURE**

Il complesso delle opere sarà eseguito con l'ausilio di idonee opere provvisorie tubolare tipo "Innocenti".

La puntellatura ponteggio sarà completa di segnaletica, delimitazione dell'area di pericolo dei piani di lavoro in tavoloni alle diverse quote di servizio, dei parapetti, scarpe, mantovane protettive con tavole, scale di servizio e di emergenza, montacarichi, compresi spinotti, bassette ecc. ed ogni altro onere derivante dall'applicazione delle vigenti norme antinfortunistiche.

Il dimensionamento e le fasi di montaggio e smontaggio dell'intera struttura provvisoria avverranno in base ad elaborati esecutivi e calcoli statici (conservati in cantiere, a disposizione delle autorità competenti preposte alle verifiche ispettive di controllo dei cantieri) a firma di un tecnico abilitato e a cura e spese dell'Appaltatore, nel rispetto del D.M. 27175/1985 "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. e c.a.p. e per le strutture metalliche" e delle norme C.N.R. 10027 "Strutture in acciaio per opere provvisorie - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione e la manutenzione".

### **8. Accertamenti geognostici**

Prima dell'inizio dei lavori l'Esecutore dovrà provvedere a sua cura e spese ad eseguire alcuni saggi con escavatore necessari per approfondire la conoscenza della natura e della stratigrafia dei terreni interessati dai lavori le indagini sul posto e le prove di laboratorio (concordate con la DL) necessarie per raggiungere una perfetta conoscenza della natura e della stratigrafia dei terreni interessati dai lavori, col fine di determinare i cedimenti conseguenti alla costruzione delle opere in perizia.

I risultati delle indagini e delle prove predette compariranno in una relazione geotecnica nella quale saranno determinati i cedimenti assoluti e relativi dei singoli manufatti e ne sarà dichiarata la compatibilità con gli scostamenti angolari ammessi per i giunti, o, in caso di evidente incompatibilità, saranno proposti e giustificati i provvedimenti da adottarsi.

L'Esecutore predisporrà inoltre gli apprestamenti necessari per la determinazione dei cedimenti dei singoli manufatti.

Gli accertamenti geognostici descritti e le eventuali integrazioni di ogni genere che ne disponga la DL saranno finalizzati a che l'esecuzione dei lavori ed in particolare i rapporti manufatti/supporto siano conformi alle norme tecniche per le costruzioni di cui al DM 17/01/2018.

### **9. Tracciamenti**

Prima di iniziare i lavori l'Impresa è obbligata ad eseguirne la picchettazione completa, (vertici, riferiti a capisaldi inamovibili, "unghie" delle scarpate di riporto secondo le sezioni esecutive) così da rendere possibile in ogni tempo rilevare l'esatta ubicazione (riferita a capisaldi inamovibili) e le dimensioni delle opere (tracciati, elevazioni e limiti degli scavi in base alle dimensioni delle condotte, delle camerette di raccordo e dei manufatti in genere). A suo tempo l'impresa dovrà disporre le modine e i picchetti necessari a determinare con precisione la forma e le dimensioni delle opere secondo le indicazioni della DL, conservarli per tutta la durata del lavoro, correggerne la posizione o sostituirli nel caso di spostamenti o manomissioni.

L'Impresa ancora, alle condizioni precitate, provvederà al collegamento altimetrico delle opere appaltate ai capisaldi I.G.M. indicati dalla Direzione dei Lavori.

Prima della consegna dei lavori l'Impresa dovrà prendere visione della documentazione relativa alle reti interferenti i lavori ed eseguire i necessari saggi allo scopo di evitare qualsiasi danno ai sottoservizi. (acquedotto, gasdotto, cavi elettrici e telefonici, ecc.) richiedere agli Uffici Tecnici degli Enti proprietari o gestori delle infrastrutture (acquedotto, gasdotto, cavi elettrici e telefonici, ecc.) le informazioni e i disegni l'ubicazione delle infrastrutture stesse interessate dai lavori di scavo;

l'Impresa dovrà poi effettuare i necessari saggi (interasse cinque metri e profondità 150 cm), individuare, mediante sondaggi e rilievi diretti sul terreno, l'esatta ubicazione planimetrica ed altimetrica delle infrastrutture esistenti lungo il tracciato, allo scopo di evitare qualsiasi danno ai sottoservizi lungo il corso dei lavori.



## **10. Scavi in genere**

### ***Scavo di sbancamento***

Per scavo di sbancamento si intende quello occorrente per lo spianamento del terreno su cui dovranno sorgere manufatti, per la regolarizzazione dei versanti in frana, per l'asportazione di materiali in alveo ed in generale qualsiasi scavo a sezione aperta in vasta superficie che permetta l'impiego di normali mezzi meccanici od ove sia possibile l'allontanamento delle materie di scavo, sia pure con la formazione di rampe provvisorie, che saranno eseguite a carico dell'Impresa. Saranno pertanto considerati scavi di sbancamento anche quelli che si trovino al di sotto del piano di campagna quando gli scavi stessi rivestano i caratteri sopra accennati, come ad esempio la realizzazione del cassonetto al di sotto del piano di posa dei rilevati arginali o di quello stradale. Lo scavo andrà eseguito anche in presenza di acqua e i materiali scavati, se non diversamente indicato dall'Ufficio di Direzione Lavori, andranno trasportati a discarica o accumulati in aree indicate ancora dall'Ufficio di Direzione Lavori, per il successivo utilizzo. In quest'ultimo caso, sarà onere dell'Impresa provvedere a rendere il terreno scevro da qualunque materiale vegetale o in genere estraneo per l'utilizzo previsto.

### ***Scavi per ricalibrature d'alveo***

Per scavo di ricalibratura dell'alveo si intende quello da eseguirsi per risagomare la sezione trasversale del corso d'acqua secondo i disegni di progetto. Tali operazioni andranno svolte esclusivamente per quei tratti d'alveo indicati nelle tavole progettuali. Lo scavo andrà eseguito anche in presenza di acqua e i materiali scavati, se non diversamente indicato dall'Ufficio di Direzione Lavori, andranno trasportati a discarica o accumulati in aree indicate ancora dall'Ufficio di Direzione Lavori, per il successivo utilizzo. In quest'ultimo caso, sarà onere dell'Impresa provvedere a rendere il terreno scevro da qualunque materiale vegetale o in genere estraneo per l'utilizzo previsto.

### ***Scavi di fondazione***

Si definisce scavo di fondazione lo scavo a sezione obbligata, secondo i tipi di progetto, effettuato sotto il piano di sbancamento o sotto il fondo alveo, disposto per accogliere gli elementi di fondazione delle strutture. Terminata l'esecuzione dell'opera di fondazione, lo scavo che resterà vuoto dovrà essere diligentemente riempito e costipato, a cura e spese dell'Impresa, con le stesse materie scavate, sino al piano del terreno naturale primitivo.

L'Impresa eseguirà tutti gli scavi necessari alla realizzazione delle opere, sia a mano che a macchina, qualunque sia il tipo di materiale incontrato, tanto all'asciutto che in presenza d'acqua. Gli scavi saranno eseguiti in larghezza, lunghezza e profondità secondo quanto indicato nei disegni esecutivi o richiesto dalla Direzione Lavori.

Eventuali scavi eseguiti dall'Impresa per comodità di lavoro od altri motivi, senza autorizzazione scritta dall'Ufficio di Direzione Lavori, non saranno contabilizzati agli effetti del pagamento.

All'inizio dei lavori, l'Impresa dovrà provvedere, ove necessario, alla rimozione della vegetazione e degli apparati radicali ed al loro trasporto a rifiuto.

In corrispondenza dei terreni coltivati, l'Impresa dovrà asportare il terreno agrario di superficie sino alla profondità di 0.5 metri accumularlo su aree da rinvenirsi a Sua cura e spesa od indicate dalla DL, e nella fase di rinterro ricollocarlo in superficie.

Gli scavi dovranno essere condotti in modo da non sconnettere e danneggiare il materiale d'impasto. L'Impresa prenderà inoltre tutte le precauzioni necessarie per evitare gli smottamenti delle pareti dello scavo, soprattutto in conseguenza di eventi meteorologici avversi e metterà in atto tutti gli accorgimenti necessari per evitare danni alle persone ed alle opere e sarà obbligata a provvedere a suo carico alla rimozione delle eventuali materie franate. In ogni caso l'Impresa sarà l'unica responsabile per i danni alle persone ed alle opere che possono derivare da cedimenti delle pareti di scavo.

La manutenzione degli scavi, lo sgombero dei materiali eventualmente e per qualsiasi causa caduti entro gli scavi stessi sarà a totale carico dell'Impresa indipendentemente dal tempo che trascorrerà fra l'apertura degli scavi ed il loro rinterro, che potrà essere effettuato solo dopo l'autorizzazione dell'Ufficio di Direzione Lavori e con le modalità da questa eventualmente prescritte in aggiunta od in variante a quanto indicato in queste specifiche.

Le materie provenienti dagli scavi, ritenute inutilizzabili dall'Ufficio di Direzione Lavori, dovranno essere portate a rifiuto; tali materie non dovranno in ogni caso riuscire di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero sfogo e corso delle acque. Contravvenendo a queste disposizioni, l'Impresa dovrà a sue spese rimuovere e asportare le materie in questione.

Durante l'esecuzione dei lavori i mezzi impiegati per gli esaurimenti di acqua saranno tali da tenere a secco



gli scavi.

Se l'Impresa non potesse far defluire l'acqua naturale, l'Ufficio di Direzione Lavori avrà la facoltà di ordinare, se lo riterrà opportuno, l'esecuzione degli scavi subacquei.

## **11. Scavi e rilevati in genere**

Gli scavi ed i rilevati occorrenti per la formazione del corpo stradale, per ricavare i relativi fossi, cunette, accessi, passaggi, rampe e simili, saranno eseguiti secondo i disegni di progetto nonché le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla DL.

Dovrà essere usata la massima cura nello scavare i fossi, nello spianare e sistemare i marciapiedi o banchine, nello spianare le superfici, nel configurare le scarpate, nel profilare i cigli della strada e canali (che dovranno risultare paralleli all'asse).

L'appaltatore dovrà consegnare le trincee e i rilevati, nonché gli scavi o riempimenti in genere, al giusto piano prescritto, con scarpate regolari e spianate, con i cigli bene tracciati e profilati, compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori, fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e sistemazione delle scarpate 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 e prescritta dalla DL allo scopo di impedire scoscendimenti, restando l'Impresa, oltreché totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere altresì obbligata a provvedere a suo carico e spese, alla rimozione delle materie franate in caso di inadempienza delle disposizioni all'uopo impartitegli.

L'Appaltatore dovrà adottare, anche quando la DL non li abbia specificatamente prescritti ed illustrati, tutti gli accorgimenti suggeriti caso per caso dall'esperienza e dalle Norme antinfortunistiche vigenti.

Tutti i danni che dovessero verificarsi, per cedimento dello scavo od altro, sui fabbricati e sui manufatti adiacenti la zona in cui si svolgono i lavori, saranno a carico dell'Impresa.

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 a piena sezione in ciascun tratto iniziato. L'appaltatore dovrà inoltre provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti siano deviate in modo che non abbiano modo di riversarsi nei cavi. A tale scopo, dovrà aprire senza indugio i fossi e le cunette occorrenti e, comunque, mantenere efficiente, a sua cura e spese, il deflusso delle acque anche, se occorre, con canali fagatori.

E' prescritto inoltre l'esaurimento con qualsiasi mezzo dell'acqua corrente, sorgiva o piovana che interessi o possa interessare gli scavi, e ciò anche dopo l'esecuzione degli scavi e fino alla maturazione delle opere d'arte da costruirvi.

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno gli scavi dovranno essere spinti fino alla profondità che verrà indicata all'atto esecutivo dalla DL. Le profondità, che si trovino indicate nei disegni di consegna sono perciò puramente indicative e l'amministrazione appaltante si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare motivo alcuno all'appaltatore di fare eccezioni o domande di speciali compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere.

Le materie provenienti dagli scavi per l'apertura della sede stradale, non utilizzabili e non ritenute idonee, a giudizio della direzione, per altri impieghi, dovranno essere portati a rifiuto fuori dalla sede stradale, depositate su aree che l'appaltatore dovrà provvedere a sue cure e spese

Il materiale di risulta degli scavi, nella quantità eccedente quella necessaria per il rinterro e per la formazione dei rilevati, se ritenuto idoneo dalla DL e dai proprietari dei terreni interessati, potrà essere sistemato a campagna o utilizzato per il ripristino di strade interpoderali od accessi nelle immediate vicinanze; il materiale non idoneo e/o non accettato, qualunque porzione del totale rappresenti, dovrà essere trasportato fuori della sede del cantiere, alle pubbliche discariche ovvero su aree che l'appaltatore dovrà provvedere a rendere disponibili a sua cura e spese e tali che il deposito su di esse non costituisca pericolo o ingombro o danno a persone e cose, alla viabilità e al corso delle acque pubbliche e private.

Qualora le materie provenienti dagli scavi debbano essere successivamente riutilizzate, esse dovranno essere depositate nei luoghi indicati dalla DL, per essere poi riprese a tempo opportuno. In ogni caso le materie depositate non dovranno essere di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti in superficie.

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



## **B) RILEVATI E RIEMPIMENTI**

Per rilevati e riempimenti in genere s'intendono tutti i riporti di terra costipata al di sopra del piano di campagna o del piano dello scavo di sbancamento per la costruzione di corpi stradali, argini, riempimento di scavi, ricostruzione di sponde franate, ecc. Per la formazione dei rilevati e dei riempimenti si impiegheranno in generale e salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi, in quanto disponibili ed adatte, a giudizio insindacabile della direzione dei lavori, per la formazione dei rilevati e dei riempimenti, dopo aver provveduto alla cernita e separato accatastamento dei materiali che si ritenessero idonei per la formazione di ossature, inghiaamenti, costruzioni murarie, ecc., i quali restano di proprietà dell'amministrazione come per legge. Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si provvederanno le materie occorrenti scavandole, o come si suol dire prelevandole, da cave di prestito che forniscano materiali riconosciuti pure idonei dalla direzione dei lavori; le quali cave potranno essere aperte dovunque l'impresa riterrà di sua convenienza, subordinatamente soltanto alla su accennata idoneità delle materie da portare in rilevato o a riempimento ed al rispetto delle vigenti disposizioni di legge in materia di polizia mineraria e forestale, nonché stradale.

Eccettuato quindi il caso che si tratti di opere completamente in rilevato da eseguire perciò totalmente con materiali prelevati da cave di prestito; oppure di tratti nei quali sia stato previsto in progetto di avvalersi di cave di prestito (i quali tratti saranno in via di massima indicati all'appaltatore in sede di consegna facendone cenno nel relativo verbale); in tutti i rimanenti tratti di rilevato da costruire, il prelevamento di materie da cave di prestito e quindi l'apertura delle stesse dovrà essere autorizzato per iscritto dalla DL, dopo che sarà stata accertata la necessità di ricorrervi per mancanza od esaurimento o non idoneità di materie prelevabili o provenienti dagli scavi di cui sopra e pertanto non saranno autorizzate aperture di cave di prestito fintantoché non siano state esaurite in questi tratti, per la formazione dei rilevati e dei riempimenti, tutte le disponibilità dei materiali utili provenienti dai suddetti scavi.

Sarà quindi stabilito in questo caso che l'Impresa non potrà pretendere sovrapprezzi né prezzi diversi da quelli contrattuali per la formazione di rilevati e riempimenti con utilizzazione di materie provenienti dai cennati scavi, qualora, pure essendovi disponibilità ed idoneità di queste materie scavate, essa ritenesse di sua convenienza, per evitare rimaneggiamenti o trasporti a suo carico, di ricorrere anche nei suddetti tratti a cave di prestito, o comunque a prelevamento di materie da cave di prestito, senza avere richiesta ed ottenuta l'autorizzazione suddetta dalla DL per l'esecuzione dei rilevati e riempimenti nei tratti stessi.

Le dette cave di prestito da aprire a totale cura e spese dell'appaltatore al quale sarà corrisposto il solo prezzo unitario di elenco per le materie escavate di tale provenienza, debbono essere coltivate in modo che, tanto durante la esecuzione degli scavi quanto ad escavo ultimato, sia provveduto al loro regolare e completo scolo e restino impediti ristagni di acqua ed impaludamenti. A tale scopo l'appaltatore, quando occorra, dovrà aprire, sempre a sua cura e spese, opportuni fossi di scolo con sufficiente pendenza.

Le cave di prestito, che siano escavate lateralmente alla strada, dovranno avere una profondità tale da non pregiudicare la stabilità di alcuna parte dell'opera appaltata, né comunque danneggiare opere pubbliche o private.

Il suolo costituente la base sulla quale si dovranno impiantare i rilevati o i riempimenti, dovrà essere accuratamente preparato, espurgandolo da piante, cespugli, erbe, canne, radici e qualsiasi altra materia eterogenea, decorticandolo per almeno 30 cm e trasportando fuori della sede del lavoro le materie di rifiuto.

La base dei suddetti rilevati o riempimenti, se ricadente su terreno pianeggiante, dovrà essere inoltre arata, e se cadente sulla scarpata di altro rilevato esistente o su terreno a declivio trasversale superiore al 10%, dovrà essere preparata a gradini alti circa 30 cm, con inclinazione inversa a quella del rilevato esistente o del terreno.

La terra da trasportare nei rilevati e nei riempimenti dovrà essere anche essa previamente espurgata da erbe, canne, radici e da qualsiasi altra materia eterogenea e dovrà essere disposta in rilevato a cordoli non più alti di 30 cm, bene pigiata ed assodata con particolare diligenza specialmente nelle parti addossate alle murature.

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

Non si potrà sospendere la costruzione di un rilevato o riempimento, qualunque sia la causa, senza che ad esso sia stata data una configurazione tale da assicurare lo scolo delle acque piovane. Nella ripresa del lavoro, il rilevato o riempimento già eseguito dovrà essere espurgato dalle erbe e cespugli che vi fossero nati, nonché configurato a gradoni, praticandovi inoltre dei solchi per il collegamento delle nuove materie con quelle prima impiegate.

Qualora l'escavazione ed il trasporto avvenga meccanicamente si avrà cura che il costipamento sia realizzato costruendo il rilevato in strati di modesta altezza non eccedenti i 30 cm. Comunque, dovrà farsi in modo che durante la costruzione si conservi un tenore di acqua conveniente, evitando di formare rilevati e riempimenti con terreni la cui densità ottima sia troppo rapidamente variabili col tenore in acqua e si



eseguiranno i lavori, per quanto possibile, in stagione non piovosa, avendo cura, comunque, di assicurare lo scolo delle acque superficiali e profonde durante la costruzione.

Per il rivestimento delle scarpate si dovranno impiegare terre vegetali per gli spessori previsti in progetto od ordinati dalla direzione dei lavori.

## **12. Scavi di sbancamento esclusa roccia dura**

Per scavi di sbancamento o sterri a sezione aperta, in materia di qualsiasi natura e consistenza, asciutta o bagnata anche in presenza d'acqua, s'intendono quelli praticati al di sopra del piano orizzontale, passante per il punto più depresso del terreno naturale o dal punto più depresso delle trincee o splateamenti precedentemente eseguiti ed aperti da almeno un lato. Sono esclusi quelli in roccia da mina e gli altri materiali come la roccia tenera, i conglomerati, le marne aventi resistenza superiore ai 110 Kg/cm<sup>2</sup> e di trovanti di dimensione superiore a 0,500 mc.

Rientrano in tale categoria non soltanto quelli di splateamento occorrenti per la sistemazione del terreno nell'area in cui dovranno sorgere le opere, ma in generale tutti gli scavi eseguiti a sezione aperta su ampia superficie. Ivi compresi quelli necessari per la formazione di trincee stradali e di canali, per la formazione di rampe incassate, per l'allargamento di trincee, per il risezionamento o risagomatura di sezioni d'alveo di fiumi o canali, per la ripresa di frane, per tagli di scarpate di rilevati per sostituirvi opere di sostegno, scavi per incassature di opere d'arte (spalle di ponti, spallette di briglie, muri di sostegno) eseguiti superiormente al piano orizzontale determinato come sopra, considerando come piano naturale anche l'alveo dei torrenti o canali, ed inoltre lo scavo per la formazione di cassonetto e delle cunette stradali e lo scavo dei fossi di guardia.

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.

## **13. Scavi di sbancamento in roccia dura**

Scavo in sezione aperta di sbancamento in roccia dura o compatta da mina con taglio di scarpate verticali o al massimo fino a una pendenza del 10%, eseguito anche in capanna oppure per la demolizione di trovanti del volume superiore a 0,500 mc., compresa la demolizione di massicciate stradali esistenti, compreso il carico, trasporto e scarico (senza limiti di distanza o pendenza) in rilevato o a rifiuto, compreso il taglio di alberi, l'estirpazione di ceppaie, arbusti compreso la profilatura delle scarpate, l'indennità di depositi, compreso l'impiego di tutte le macchine e di tutte le maestranze necessarie secondo il criterio della D.L. ed eseguito conformemente alle prescrizioni della D.L.

## **14. Scavi di fondazione a sezione obbligata**

Per scavi di fondazione si intendono quelli incassati a sezione obbligata ed a sezione ristretta al disotto del fondo dell'alveo, del piano di campagna o al disotto dei piani ottenuti con gli scavi di sbancamento chiusi fra pareti verticali o pseudoverticali necessari per dar luogo ai muri o pilastri di fondazione propriamente detti. In ogni caso saranno considerati come scavi di fondazione quelli per dar luogo alle fogne, condutture, fossi e cunette.

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno gli scavi di fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità che verrà indicata all'atto esecutivo dalla DL.

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

E' vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, di por mano alle murature prima che la DL abbia verificato ed accettato i piani di fondazione.

I piani di fondazione saranno generalmente orizzontali, ma saranno costruiti a gradoni ed anche in contropendenza nel caso di pendici con struttura "a franappoggio" o qualora la DL lo disponga indipendentemente dalle caratteristiche del terreno.

Compiute le opere di fondazione, lo scavo che si fosse dovuto fare in più intorno alle medesime, dovrà essere diligentemente riempito e costipato a cura e spese dell'appaltatore con le stesse materie scavate sino al piano del terreno naturale primitivo.

Gli scavi per fondazione dovranno, quando occorra, essere solidalmente puntellati e sbadacchiati con robuste armature in modo da assicurare contro ogni pericolo gli operai, ed impedire ogni smottamento di materie durante la esecuzione degli scavi e delle murature: detti oneri sono compresi nei prezzi degli scavi.



Le armature occorrenti per sostenere le pareti degli scavi saranno costruite a regola d'arte, così da impedire ogni deformazione delle pareti, ogni smottamento del terreno, ogni danno alle persone ed alle macchine impiegate nello scavo.

L'appaltatore è responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntellamenti e sbadacchiature, alle quali vi deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le altre precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo gli venissero impartite dalla D.L.

Il materiale di risulta, nella quantità eccedente quella necessaria per il rinterro e quella riconosciuta utilizzabile nella formazione di eventuali rilevati, dovrà essere sistemato a campagna in quanto a ciò idoneo secondo la DL e accettato dai proprietari dei terreni interessati; il materiale non idoneo e/o non accettato, qualunque porzione del totale rappresenti, dovrà essere trasportato a rifiuto su aree da rinvenirsi a cura e spese dell'Appaltatore e tali che il deposito su di esse non costituisca pericolo o ingombro o danno a persone, animali o cose mobili o immobili, alla visibilità e al corso delle acque pubbliche o private.

Anche nel caso che lo scavo venga eseguito più aperto (pareti meno inclinate), per maggior comodità dell'Appaltatore e sicurezza del lavoro, verrà sempre contabilizzato in base alla sezione indicata negli elaborati di progetto per il prisma retto costruito sulla proiezione orizzontale (alla quota del punto più elevato del piano di fondazione) del poligono rappresentante la base delle fondazioni, ed, eventualmente, per il solido compreso fra la proiezione citata e la sottostante figura dalla quale essa proiezione ha origine. In ogni caso l'impresa dovrà provvedere, senza alcun compenso, al rinterro ed alla costipazione dello spazio eccedente l'opera muraria finita. È prescritto l'esaurimento con qualsiasi mezzo dell'acqua corrente, sorgiva o piovana che interessi o possa interessare gli scavi, e ciò anche dopo l'esecuzione degli scavi e fino alla maturazione delle opere d'arte da costruirvi.

Per le mine che si rendessero necessarie nell'esecuzione degli scavi l'Appaltatore dovrà osservare tutte le prescrizioni delle leggi e regolamenti in vigore. Oltre a ciò l'Appaltatore è in obbligo di prendere tutte le precauzioni necessarie ad evitare alle persone ed alle cose ogni danno, delle cui conseguenze egli è sempre ed in ogni caso l'unico responsabile, adottando, anche quando la DL non li abbia specificatamente prescritti ed illustrati, tutti gli accorgimenti suggeriti caso per caso dall'esperienza.

Prima di dare inizio agli scavi l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese al taglio, al sezionamento ed all'accatastamento su aree da rinvenirsi a sua cura od indicate dalla DL, del soprassuolo legnoso ed arbustivo eventualmente presente sull'area interessata dagli scavi: tali operazioni dovranno avvenire nel pieno rispetto dei regolamenti di polizia forestale vigenti.

## **15. Scavo in sezione chiusa e obbligata in roccia dura da mina**

Scavo in sezione chiusa ed obbligata per fondazione di opere d'arte fino alla profondità di ml. 2,00 sotto il piano di sbancamento in materia di qualsiasi natura e consistenza, asciutta o bagnata, compreso l'esaurimento di acqua fino a cm. 20 di altezza in roccia dura da mina e trovanti di volume superiore a mc. 0,500, comprese le armature occorrenti di qualsiasi tipo anche a cassa chiusa, compreso il taglio degli alberi, estirpazione di ceppaie e arbusti, il carico, trasporto (senza limiti di distanza e pendenza), lo scarico in rilevato o a rifiuto, compresa altresì l'indennità di deposito, compreso l'impiego di tutte le macchine e di tutte le maestranze necessarie secondo il criterio della D.L. ed eseguito conformemente alle prescrizioni della D.L.

## **16. Scavo e rinterro per posa di tubazioni**

Questo genere di scavi saranno eseguiti con gli stessi oneri di cui ai precedenti articoli.

Gli scavi da eseguire entro gli abitati o lungo le strade dovranno essere tenuti aperti il minor tempo possibile in modo da arrecare il minimo disturbo ai privati e da non interrompere il traffico dei veicoli: L'impresa dovrà provvedere ai necessari "puntelli", ai ripari, agli "sbadacchiamenti" ed ai passaggi provvisori con tavolame o altro, per assicurare la libera circolazione ai pedoni ed agli automezzi di qualsiasi dimensione e peso e l'accesso alle case fronteggianti.

Gli scavi da eseguirsi lungo strade asfaltate dovranno essere preceduti dal taglio dell'asfalto eseguito con idonei mezzi meccanici.

L'impresa dovrà inoltre provvedere alle segnalazioni sia diurne che notturne secondo le norme dettate dal nuovo codice della strada, dagli enti proprietari della strada stessa o dagli organi di polizia municipale.

Per gli oneri derivanti dall'osservanza delle precedenti prescrizioni l'Appaltatore non avrà diritto a compensi speciali essendo essi già compresi nel prezzo relativo agli scavi.

E' vietato l'uso delle mine entro o in prossimità degli abitati, intendendosi che i prezzi unitari fissati per detti scavi resteranno in ogni caso invariati.

Nei prezzi degli scavi sono compresi, oltre a quanto già esposto, lo spianamento del fondo, l'eventuale taglio di alberi ed arbusti e la sterpatura lungo la striscia ove ricadono gli scavi, lo sgombero delle materie che



eventualmente franassero entro i cavi durante la posa delle tubazioni, il riempimento dei cavi, il trasporto a rifiuto delle materie di scavo eventualmente risultanti.

La larghezza dello scavo dovrà essere quella strettamente necessaria al contenimento delle tubazioni e dei relativi rinfianchi; non verranno in alcun caso compensate le maggiori larghezze per qualsiasi motivo raggiunte.

La profondità dello scavo dovrà essere spinta fino a 20 cm sotto la generatrice inferiore della tubazione, salvo diverse disposizioni dettate dalla DL in corso d'opera.

La sagoma di scavo deve essere eseguita in modo tale che il tracciato, la pendenza, il piano di appoggio per la tubazione e le dimensioni siano conformi al progetto o a quanto convenuto con il Direttore dei Lavori.

Eventuali slarghi in corrispondenza delle giunzioni delle tubazioni dovranno essere contenute allo stretto necessario, essi non verranno contabilizzati in quanto compresi negli oneri dello scavo. Si ricorda tuttavia che dove sono previste tubazioni affiancate queste dovranno essere posate sulla stesso piano e ad una distanza minima reciproca di 10 cm.

In un primo tempo i tubi saranno ricoperti per almeno tre diametri lasciando scoperti i giunti. Il riempimento completo dei cavi potrà essere eseguito solamente a collaudo delle tubazioni positivamente espletato.

Esso dovrà essere eseguito con il materiale di risulta degli scavi (salvo i casi indicati volta per volta dalla DL) a strati dell'altezza di circa 25 cm costipati singolarmente in modo da ottenere un perfetto assodamento.

Nel riempimento dovranno usarsi le necessarie cautele per non danneggiare i tubi. In particolare è assolutamente vietata la costipazione del terreno fino a tre volte il diametro sopra la condotta.

Se vi è pericolo che nella trincea si raccolga dell'acqua (presenza di falda freatica, infiltrazioni di acqua piovana) o se il terreno è instabile, l'avanzamento dello scavo deve venire regolato su quello di posa della condotta in modo che il primo preceda il secondo soltanto di qualche tubo. Durante l'esecuzione, si devono allontanare dai bordi della trincea tutti i materiali la cui caduta nell'interno della trincea stessa potrebbe arrecare danno alla tubazione od agli operai.

L'impresa deve prendere tutte le precauzioni richieste dai regolamenti o imposte dalle circostanze reali di cantiere atte ad assicurare la sicurezza per il pubblico e gli operai e ad evitare interruzione o disturbo ai servizi di utilità pubblica o privata durante la posa.

Il fondo della trincea deve essere uniforme e possibilmente asciutto per assicurare un appoggio continuo ad ogni singolo tubo ed all'insieme della condotta. La lunghezza e la profondità di queste nicchie dipendono dalle dimensioni dell'imbocco.

Il fondo della trincea deve rispettare rigorosamente la pendenza del profilo longitudinale. All'atto del livellamento del fondo, qualsiasi corpo sporgente deve venire accuratamente eliminato e qualsiasi irregolarità o buco che ne dovesse risultare deve essere riempito con materiale adatto opportunamente costipato.

Qualora nel corso dei lavori, venissero attraversati strati di terreno permeabile, interessati da falde freatiche, l'Impresa a sua cura e spesa dovrà provvedere, adottando i provvedimenti meglio rispondenti allo scopo, al rapido smaltimento delle acque onde eseguire i lavori di getto all'asciutto.

Analoga prescrizione rimane stabilita per il convogliamento e la evacuazione delle acque di qualsiasi provenienza (di pioggia, di scarichi privati, di collettori di fognatura esistenti, di canali, di rii, ecc.) che venissero ad invadere il cantiere di lavoro.

È compresa nel prezzo degli scavi lo sbancamento con ruspa dello strato superficiale di terreno agrario fertile ( $h = 30$  cm) da effettuarsi per una larghezza pari a quella dell'apertura della trincea e della pista di passaggio dei mezzi. Tale terreno verrà accantonato e tenuto separato dall'altro terreno scavato e verrà rimesso in posto per ultimo a fine lavori.

È pure compresa nel prezzo degli scavi l'eliminazione, mediante sbancamento con bulldozer o con maggiore approfondimento dello scavo stesso, di gibbosità del terreno di modeste dimensioni fino ad un massimo di 2.50 m dal piano di campagna.

## **17. Preparazione del letto di posa delle fondazioni e rinfianco di condotte**

Eseguito lo scavo sino alla profondità risultante dagli elaborati di progetto od a quella stabilita in corso d'opera, la Direzione dei lavori, dopo i controlli e le verifiche dei piani di posa delle fondazioni e delle condotte, autorizzerà l'Impresa ad eseguire il getto del sottofondo prescritto (calcestruzzo magro, ghiaia in natura, stabilizzato o sabbietta).

Qualora la presenza di strati di limo, di torba o di altro materiale rendesse necessario un consolidamento del fondo degli scavi prima di procedere all'esecuzione di getti la Direzione dei lavori potrà ordinare la bonifica del piano di posa con uno strato di ghiaia in natura.

Per le tubazioni sul fondo della trincea verrà posto in opera il letto di posa prescritto dello spessore minimo di 15 cm e sagomato a forma di sella.



Tale strato sarà accuratamente compattato e livellato in modo da evitare gibbosità ed avvallamenti ed in modo che il tubo possa combaciarsi uniformemente per tutta la sua lunghezza e per un angolo di appoggio di 90°.

Il sottofondo verrà posato in opera secondo gli spessori e le larghezze previste nei disegni di progetto, resta stabilito che nessun compenso verrà riconosciuto all'Impresa per il maggior volume che verrà posto in opera a causa di irregolarità del piano di posa delle fondazioni.

Particolare cura dovrà essere posta dall'Impresa nella verifica delle quote e delle pendenze ed inoltre nella esecuzione della tiratura e lisciatura della parte di superfici di sottofondo sulla quale verranno poste in opera le condotte in c.a. prefabbricate.

In corrispondenza dei giunti si devono realizzare delle nicchie di opportune dimensioni per evitare che i tubi poggino sugli imbocchi a bicchiere.

Ove si operi in suolo sabbioso o esente da zolle e pietre ed il fondo della trincea venga livellato correttamente secondo quanto detto prima, il Direttore dei lavori può autorizzare la posa dei tubi direttamente sul fondo stesso. In questo caso si raccomanda di rendere uniformemente soffice il fondo della trincea al fine di assicurare ai tubi un angolo di posa conforme alle condizioni prescritte dal Direttore dei lavori.

Quando il fondo della trincea è instabile (fondo torboso, acquitrinoso, ecc.) la DL farà adottare particolari provvedimenti.

Una volta posata la tubazione sarà rinfiancata fino alla generatrice superiore con materiale arido incoerente, prelevato dal materiale di risulta dello scavo stesso o, nei tratti in cui le caratteristiche del terreno non risultino idonee, con "sabbietta" proveniente da cave autorizzate.

Tale rinfianco dovrà essere posto in opera secondo gli spessori e i quantitativi indicati nei disegni allegati ed energicamente costipato in strati di circa 25 cm con idonee attrezzature, fino al raggiungimento del 95% della massima densità Proctor.

Resta stabilito che nessun compenso verrà riconosciuto all'Impresa per il maggior volume di sabbietta che verrà posto in opera a causa della irregolarità delle pareti dello scavo o della maggior larghezza di scavo rispetto a quella stabilita nei disegni.

## **18. Armature e sbadacchiature degli scavi**

Le pareti degli scavi a pareti verticali con profondità superiore a 1.50 m dovranno essere solidamente armate e sbadacchiate, ciò al fine di impedire franamenti, di garantire l'incolumità degli operai addetti ai lavori, e di non compromettere la stabilità degli edifici vicini e dei vari manufatti esistenti nel sottosuolo.

L'Impresa sarà ritenuta responsabile della stabilità delle armature e delle sbadacchiature e pertanto dovrà dimensionare e predisporre le stesse in modo da evitare qualsiasi danno a persone ed a cose.

Le armature occorrenti per gli scavi debbono essere eseguite a regola d'arte ed assicurate in modo da impedire qualsiasi deformazione dello scavo e lo smottamento delle materie e restano a totale carico dell'appaltatore essendo compensato nel prezzo dello scavo. Nel caso di armature realizzate con materiale legnoso, queste saranno compensate nel prezzo dello scavo finché il volume del legname non superi il ventesimo del volume totale dello scavo nella parte le cui pareti vengono sostenute da armature. Quando il volume dei legnami supera invece tale limite, le armature sono pagate col compenso previsto in elenco e che si applica al volume dei legnami e tavole in opera per la parte eccedente il ventesimo di cui sopra, rimanendo gli eventuali materiali di ricavo dalla demolizione delle armature in proprietà dell'appaltatore.

Tale disposizione si applica anche agli scavi armati per fognature e taglio aperto.

## **19. Aggottamenti ed opere provvisionali**

Ove nell'apertura degli scavi venissero incisi terreni permeabili o interessate falde freatiche, e negli scavi si avessero pertanto infiltrazioni o sorgenti d'acqua, si provvederà immediatamente al suo più rapido smaltimento con l'adozione ed il mantenimento, anche per tutte le successive attività lavorative incompatibili con la presenza dell'acqua (getti, posa di manufatti, ecc...), a cura e spese dell'Impresa, di tutti i provvedimenti meglio rispondenti allo scopo.

E' tassativamente vietata l'esecuzione di getti con presenza di acqua negli scavi.

Gli aggottamenti (comprendendo nel termine anche i provvedimenti di abbattimento della falda freatica) da effettuarsi per l'esecuzione di ogni opera di cui al presente Capitolato sono a carico dell'Impresa, qualunque abbia ad essere la profondità a cui gli scavi e le opere in genere si debbano spingere rispetto alla falda ed alla quota dei corsi d'acqua in genere e qualunque sia il canale che potrà ricevere le acque di aggottamento.

Tali oneri sono estesi anche ai periodi di collaudi parziali e definitivi di parte o di tutte le opere appaltate.

Resta altresì a carico dell'Impresa ogni onere per la difesa del cantiere dalle piene dei fossi, dei canali, dei collettori e dei corsi d'acqua in genere senza ostacolare in alcun modo il deflusso delle acque, nonché la ordinaria e straordinaria manutenzione degli stessi.



Resta obbligo dell'Impresa il regolare le opere di aggettamento in modo da non creare o favorire ruscellamenti o sifonamenti delle opere di esecuzione.

Qualora durante la posa di materiale arido o calcestruzzo magro per sottofondi si presentassero sorgive che potrebbero dilavare il materiale, l'Impresa dovrà, a sua cura e spese, adottare tutti gli accorgimenti atti ad impedire ogni asportazione di materiale cementante o di terreno di fondazione.

Sono inoltre a carico dell'Impresa gli oneri di qualsiasi entità (ivi compresi gli eventuali oneri di occupazione temporanea di terreni) per convogliare, da monte verso valle, le acque dei corsi d'acqua e delle canalizzazioni sotterranee intercettate negli scavi, come pure quelle di pioggia e di falda.

## **20. Ripresa degli assestamenti**

Gli eventuali assestamenti del terreno (che possano inferirsi dall'avvento - privo di cause apparenti - di avvallamenti o cavità) in prossimità dei manufatti, a qualunque causa possano attribuirsi (squilibri profondi provocati dagli scavi, prosciugamento di falde dovuto agli aggettamenti, fattori estranei ai lavori) dovranno essere colmati a cura e spese dell'Esecutore col ripristino della quota del piano di campagna preesistente ai lavori.

## **21. Rinterri in genere**

I rinterri intorno o sopra o a tergo dei manufatti verranno eseguiti a mano o a macchina, secondo la natura delle opere e le disposizioni della DL utilizzando materiale di risulta degli scavi o altro materiale che la DL ordini volta per volta.

Il riempimento dello scavo dovrà essere eseguito con cautela, in modo da caricare gradatamente ed uniformemente le strutture, onde evitare lesioni, sfiancature ed altri danni.

Il rinterro verrà effettuato per cordoli orizzontali a spessore non superiore a 30 cm costipati meccanicamente mediante mezzi vibranti, provvedendo ad un adeguato annaffiamento, sino a raggiungere un grado di compattezza massimo.

Resta comunque stabilito che il compattamento delle terre dovrà essere effettuato sino ad ottenere una densità secca non inferiore al 95% di quella ottenibile in laboratorio con la prova A.A.S.H.O. modificata.

I danni di qualsiasi entità cagionati alle opere, anche esistenti, da una imperfetta osservanza delle presenti norme dovranno essere riparati a carico dell'Appaltatore.

Rimane stabilito che il rinterro deve essere eseguito solo dopo il preventivo assenso della Direzione dei Lavori che ne fisserà anche la quota fino alla quale dovrà essere effettuato.

La Direzione lavori potrà, all'occorrenza ed a suo insindacabile giudizio, ordinare il rinterro degli scavi sino al piano stradale lasciando ancora in posto l'ultimo quadro dell'armatura. L'Impresa potrà recuperare l'armatura stessa, con i mezzi che riterrà più idonei, quando il terreno si sarà sufficientemente assestato e comunque previa autorizzazione della Direzione Lavori.

Le spese per eventuali sbadacchi, aggettamenti di qualsiasi entità, segnalazione, sorveglianza e conservazione degli scavi fino all'epoca del ricoprimento (che verrà indicata dalla DL), saranno a totale carico dell'Impresa.

## **22. Rilevati**

Prima di iniziare il trasporto delle terre, dovrà essere ultimata la preparazione della sede, mediante taglio delle erbe, estirpamento di ceppi legnosi ed asportazione del materiale eterogeneo, espurgo delle radici, scotico, solcatura in piano e gradonatura in sponda a intervallo non superiore a cm. 150 (centimetri centocinquanta) misurati in orizzontale.

Tale lavoro dovrà riportare la piena approvazione della Direzione dei Lavori.

Le terre per la costruzione dei rilevati dovranno essere scevre di materie eterogenee, ben sminuzzate e non indurite dal gelo.

I rilevati saranno costruiti a cordoli di altezza non superiore a m. 0,40 e adeguatamente costipati secondo le disposizioni della Direzione dei Lavori.

Gli scarichi di terra dovranno essere spostati o addirittura sospesi nel caso in cui si verifichino movimenti franosi.

La Direzione dei Lavori, quando lo ritenga opportuno, potrà ordinare la pilonatura dei cordoli in costruzione mediante mezzi idonei, onde ottenere il perfetto costipamento, senza che l'Impresa, a tale titolo, abbia diritto a compenso alcuno.

Spetta all'Impresa di proporzionare il volume di scavo a quello di riporto in modo da avere, a collaudo, la sagoma prescritta. Nessun compenso verrà corrisposto all'Impresa per eventuale esuberanza di sagoma. In caso contrario, l'Amministrazione potrà accettare le sezioni deficienti, nel qual caso verrà detratto il doppio



prezzo del volume mancante, o non accettarle, ed allora tali sezioni dovranno essere completate nel modo prescritto. Non è ammesso il compenso fra l'esuberanza e le deficienze.

Ultimati i rinterri, saranno regolarizzate le sommità e le scarpate, ritagliando queste ultime in modo che presentino la dovuta inclinazione e sagomandole fino a renderle perfettamente piane e con i cigli ben allineati.

Finiti i riporti ed a costipamento avvenuto, le superfici dei nuovi rilevati dovranno essere accuratamente spondinate e ben sagomate, onde consentire il successivo trattamento di sistemazione a verde.

Le eventuali rampe, occorrenti per il trasporto delle terre, saranno costruite esternamente agli argini, senza intaccare in alcun modo gli argini medesimi. Tali rampe, a lavoro ultimato, dovranno essere sistemate a regola d'arte oppure rimosse completamente, qualora la Direzione dei Lavori lo giudichi necessario, a spese dell'Impresa.

Prima di iniziare il prelevamento della terra verrà eseguito l'espurgo delle cave mediante taglio di alberi, estirpazione di ceppi, arbusti, sterpaglie e simili.

Le risultanze dell'espurgo saranno trasportate a rifiuto secondo quanto prescriverà la Direzione dei Lavori; il compenso per tali lavori è compreso nel prezzo unitario dei movimenti di terra.

Il ciglio delle cave avrà l'andamento stabilito dalla Direzione dei Lavori.

Per le cave nei ciglioni golenali, lo scavo sarà effettuato secondo la sagoma prescritta dalla Direzione dei Lavori; a lavori ultimati, queste dovranno presentare una scarpa di norma dell'uno e mezzo per uno o, comunque, quella che verrà stabilita dalla Direzione dei Lavori al momento dell'esecuzione dei lavori. Circa l'impiego dei mezzi meccanici per il prelevamento ed il trasporto delle terre in costruzione, si prescrive quanto segue:

1) nel caso in cui vengano usati escavatori ed autocarri ribaltabili, viene prescritto l'impiego di una ruspa per ogni escavazione. Lo scarico degli automezzi ribaltabili dovrà effettuarsi per cumuli isolati e la ruspa dovrà procedere alla costruzione dei cordoli, che saranno ulteriormente costipati con rulli a piede di pecora o con idonee macchine alternative, se richiesto dalla Direzione dei Lavori.

2) nel caso in cui sia autorizzato l'impiego di altri mezzi per il prelevamento e trasporto delle terre e per la costruzione dei rilevati, la Direzione dei Lavori si riserva di stabilire le norme e le modalità che assicurino la costruzione a regola d'arte dei rilevati stessi.

3) laddove la terra si presenti troppo asciutta, dovrà praticarsi l'innaffiamento della stessa, in modo da ottenere un perfetto costipamento dei nuovi rilevati e ciò ad esclusivo giudizio della Direzione dei Lavori che all'uopo potrà far eseguire le prove di densità che riterrà più idonee.

4) qualora, in dipendenza dei lavori appaltati, sia necessario provvedere allo spostamento o riproduzione, anche parziale, di strade, l'Impresa dovrà mantenere aperto il traffico. Sono pertanto a suo carico tutti gli oneri prescritti dalle vigenti disposizioni, affinché non abbiano a verificarsi danni alle persone e alle cose, ritenendosi l'Amministrazione sollevata da qualsiasi responsabilità al riguardo.

5) il mantenimento delle piste e strade utilizzate per il trasporto delle terre è a carico dell'Impresa che, a lavori ultimati, dovrà provvedere a sua cura e spese al ripristino delle vie di transito utilizzate.

## **23. Rilevati e riempimenti compattati**

I rilevati e riempimenti compattati saranno costituiti da terreni adatti, esclusi quelli vegetali, da mettersi in opera a strati non eccedenti i 30 centimetri costipati meccanicamente mediante idonei attrezzi (rulli a punte, od a griglia, nonché quelli pneumatici zavorrati secondo la natura del terreno ed eventualmente lo stadio di compattazione - o con piastre vibranti) regolando il numero dei passaggi e l'aggiunta dell'acqua (innaffiamento) in modo da ottenere ancor qui una densità pari al 90% di quella Proctor. Ogni strato sarà costipato nel modo richiesto prima di procedere a ricoprirlo con altro strato, ed avrà superiormente la sagoma della monta richiesta per l'opera finita, così da evitarsi ristagni di acqua e danneggiamenti. Qualora nel materiale che costituisce il rilevato o riempimento siano incluse pietre, queste dovranno risultare ben distribuite nell'insieme dello strato, comunque nello strato superiore sul quale appoggia l'impianto della sovrastruttura tali pietre non dovranno avere dimensioni superiori a 10 cm.

Per i rilevati costituiti da terre di tipo limo-argilloso, argilloso-marnose (tipo A6 ed A7 di cui alla nonna CNR-UN~ 10006/1963) ed anche ghiaio-argillose (tipo A2-6 e 42-7), cui si procederà alla stabilizzazione con calce viva o idrata ed acqua, prima del costipamento, si dovrà procedere alle seguenti fasi esecutive:

- stendimento del terreno, scarificazione e polverizzazione tale da ottenere lo sminuzzamento della terra in zolle e successivamente con scarificatore a rotore per ottenere una polverizzazione del terreno;
- regolazione del tenore in acqua (corrispondente all'optimum Proctor) sulla base delle preventive analisi di laboratorio;



- spandimento del legante di calce viva o idrata con macchina spanditrice trainata effettuato in giornate non piovose;
- miscelazione con macchina stabilizzatrice tipo PULVIMIXER e contestuale aggiunta di acqua con carro-cisterna;
- verificato che il tenore in acqua della terra sia prossimo a quello ottimo Proctor si dovrà procedere alla compattazione finale entro due gironi dalla miscelazione. La compattazione si dovrà effettuare con ripetute passate di rullo a punte (se le condizioni del sito lo richiedono) e successive passate con rullo liscio;
- la finitura superficiale degli strati dovrà avvenire mediante macchine livellatrici senza apporto di ulteriore materiale e con ultima passata di rullo. La quantità di acqua e di calce con cui effettuare l'impasto vanno determinate sperimentalmente in laboratorio in base a prove CBR, a prove di costipamento ed eventualmente a prove di rottura a compressione nel rispetto delle norme CNR n.36/73.

A livello indicativo la quantità di calce è compresa, per la calce viva, tra il 3 e 8%, per la calce idrata tra il 4 e 10%.

Il terreno di impianto dei rilevati e riempimenti compattati che siano di altezza minore di 50 cm, qualora sia di natura sciolta o troppo umida dovrà ancor esso essere compattato, previa scarificazione, al 90% della densità massima, con la relativa umidità ottima. Se detto terreno di impianto del rilevato o riempimento ha scarsa portanza lo si consoliderà preliminarmente per l'altezza giudicata necessaria, eventualmente sostituendo il terreno in posto con materiali sabbiosi o ghiaiosi da compensarsi a parte con apposite voci di elenco.

Particolare cura dovrà aversi nei riempimenti e costipazione a ridosso dei piedritti, muri d'ala, muri andatori ed opere d'arte in genere.

Sarà obbligo dell'appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati e riempimenti, durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché all'epoca del collaudo essi abbiano dimensioni non inferiori a quelle prescritte.

Fa parte della formazione del rilevato oltre la profilatura delle scarpate e delle banchine e dei cigli, e la costruzione degli arginelli se previsti, il ricavare nella piattaforma, all'atto della costruzione e nel corso della sistemazione, il cassonetto di dimensione idonea a ricevere l'ossatura di sottofondo e la massicciata.

Non si potrà sospendere la costruzione di un rilevato, qualunque ne sia la causa, senza che ad esso sia stata data una configurazione tale da assicurare lo scolo delle acque piovane. Nella ripresa del lavoro il rilevato già eseguito dovrà essere spurgato dalle erbe e cespugli che vi fossero nati nonché configurato a gradoni, praticandovi inoltre dei solchi per il collegamento delle nuove materie con quelle prima impiegate.

In corso di lavoro l'appaltatore dovrà curare l'apertura di fossetti di guardia a monte scolanti, anche provvisori, affinché le acque piovane non si addossino alla base del rilevato in costruzione.

Nel caso di rilevati compattati su base stabilizzata, i fossi di guardia scolanti al piede dei rilevati dovranno avere possibilmente il fondo più basso dell'impianto dello strato stabilizzato.

## 24. Argini e Rilevati

Prima di iniziare il trasporto delle terre, dovrà essere ultimata la preparazione della sede, mediante taglio delle erbe, estirpamento di ceppi legnosi ed asportazione del materiale eterogeneo, espurgo delle radici, scotico, solcatura in piano e gradonatura in sponda a intervallo non superiore a cm. 150 (centimetri centocinquanta) misurati in orizzontale.

Tale lavoro dovrà riportare la piena approvazione della Direzione dei Lavori.

Le terre per la costruzione dei rilevati e delle arginature dovranno essere scevre di materie eterogenee, ben sminuzzate previo trattamento di vagliatura e frantumazione e non indurite dal gelo.

Gli argini ed i rilevati dovranno avvenire per compattazione ed omogeneizzazione per strati successivi di terreno non maggiore di 30 opportunamente rullati e compattati con energia pari a quella Proctor Standard, in maniera tale da raggiungere un grado di addensamento pari al 95% del maximum e  $\pm 2\%$  dell'umidità all'optimum, determinati con prove di costipamento in laboratorio. I materiali utilizzati per la realizzazione dei rilevati dovranno avere caratteristiche fisiche e meccaniche dei terreni di tipo A-6 con contenuto in sabbia non inferiore al 15% o di tipo A-4 con contenuto in sabbia non superiore al 50% e coefficiente di permeabilità K (orizzontale e verticale per il reticolo di flusso) inferiore o uguale a  $1.0E-7$  m/s verificato con prove di permeabilità nella misura e quantità definite dalla Stazione Appaltante e dalla D.L..

Le arginature, con le caratteristiche e procedure suddette, potranno essere realizzate mediante l'utilizzo dei materiali di risulta dagli scavi, e qualora non idoneo opportunamente miscelato con quello proveniente da cava con particolare riferimento al materiale proveniente dallo strato classificato come terreno di riporto (così come indicato nella relazione geologica) e le disposizioni della Stazione Appaltante e D.L.. Per utilizzare tale terreno limo argilloso, avente discreta stabilità su pendenze dolci, andrà pertanto opportunamente scartata la



frazione organica e gli elementi non idonei (ad es. clasti di ghiaia e laterizio) mediante un'attenta separazione del materiale idoneo da quello di scarto.

Gli scarichi di terra dovranno essere spostati o addirittura sospesi nel caso in cui si verifichino movimenti franosi.

La Direzione dei Lavori, quando lo ritenga opportuno, potrà ordinare la pilonatura dei cordoli in costruzione mediante mezzi idonei, onde ottenere il perfetto costipamento, senza che l'Impresa, a tale titolo, abbia diritto a compenso alcuno.

Spetta all'Impresa di proporzionare il volume di scavo a quello di riporto in modo da avere, a collaudo, la sagoma prescritta con le caratteristiche meccaniche previste. Nessun compenso verrà corrisposto all'Impresa per eventuale esuberanza di sagoma. In caso contrario, l'Amministrazione potrà accettare le sezioni deficienti, nel qual caso verrà detratto il doppio prezzo del volume mancante, o non accettarle, ed allora tali sezioni dovranno essere completate nel modo prescritto. Non è ammesso il compenso fra l'esuberanza e le deficienze.

Ultimati i rinterri, saranno regolarizzate le sommità e le scarpate, ritagliando queste ultime in modo che presentino la dovuta inclinazione e sagomandole fino a renderle perfettamente piane e con i cigli ben allineati.

Finiti i riporti ed a costipamento avvenuto, le superfici dei nuovi rilevati dovranno essere accuratamente spondinate e ben sagomate, onde consentire il successivo trattamento di sistemazione a verde.

Le eventuali rampe, occorrenti per il trasporto delle terre, saranno costruite esternamente agli argini, senza intaccare in alcun modo gli argini medesimi. Tali rampe, a lavoro ultimato, dovranno essere sistemate a regola d'arte oppure rimosse completamente, qualora la Direzione dei Lavori lo giudichi necessario, a spese dell'Impresa.

Prima di iniziare il prelevamento della terra verrà eseguito l'espurgo delle cave mediante taglio di alberi, estirpazione di ceppi, arbusti, sterpaglie e simili.

Le risultanze dell'espurgo saranno trasportate a rifiuto secondo quanto prescriverà la Direzione dei Lavori; il compenso per tali lavori è compreso nel prezzo unitario dei movimenti di terra.

Il ciglio delle cave avrà l'andamento stabilito dalla Direzione dei Lavori.

Per le cave nei ciglioni golenali, lo scavo sarà effettuato secondo la sagoma prescritta dalla Direzione dei Lavori; a lavori ultimati, queste dovranno presentare una scarpa di norma dell'uno e mezzo per uno o, comunque, quella che verrà stabilita dalla Direzione dei Lavori al momento dell'esecuzione dei lavori. Circa l'impiego dei mezzi meccanici per il prelevamento ed il trasporto delle terre in costruzione, si prescrive quanto segue:

1) nel caso in cui vengano usati escavatori ed autocarri ribaltabili, viene prescritto l'impiego di una ruspa per ogni escavazione. Lo scarico degli automezzi ribaltabili dovrà effettuarsi per cumuli isolati e la ruspa dovrà procedere alla costruzione dei cordoli, che saranno ulteriormente costipati con rulli a piede di pecora o con idonee macchine alternative, se richiesto dalla Direzione dei Lavori.

2) nel caso in cui sia autorizzato l'impiego di altri mezzi per il prelevamento e trasporto delle terre e per la costruzione dei rilevati, la Direzione dei Lavori si riserva di stabilire le norme e le modalità che assicurino la costruzione a regola d'arte dei rilevati stessi.

3) laddove la terra si presenti troppo asciutta, dovrà praticarsi l'innaffiamiento della stessa, in modo da ottenere un perfetto costipamento dei nuovi rilevati e ciò ad esclusivo giudizio della Direzione dei Lavori che all'uopo potrà far eseguire le prove di densità che riterrà più idonee.

4) qualora, in dipendenza dei lavori appaltati, sia necessario provvedere allo spostamento o riproduzione, anche parziale, di strade, l'Impresa dovrà mantenere aperto il traffico. Sono pertanto a suo carico tutti gli oneri prescritti dalle vigenti disposizioni, affinché non abbiano a verificarsi danni alle persone e alle cose, ritenendosi l'Amministrazione sollevata da qualsiasi responsabilità al riguardo.

5) il mantenimento delle piste e strade utilizzate per il trasporto delle terre è a carico dell'Impresa che, a lavori ultimati, dovrà provvedere a sua cura e spese al ripristino delle vie di transito utilizzate.

Sarà obbligo dell'appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati e arginature, durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché all'epoca del collaudo essi abbiano dimensioni non inferiori a quelle prescritte.

Non si potrà sospendere la costruzione di un argine o rilevato, qualunque ne sia la causa, senza che ad esso sia stata data una configurazione tale da assicurare lo scolo delle acque piovane. Nella ripresa del lavoro l'argine o rilevato già eseguito dovrà essere spurgato dalle erbe e cespugli che vi fossero nati nonché configurato a gradoni, praticandovi inoltre dei solchi per il collegamento delle nuove materie con quelle prima impiegate.

In corso di lavoro l'appaltatore dovrà curare l'apertura di fossetti di guardia a monte scolanti, anche provvisori, affinché le acque piovane non si addossino alla base del rilevato in costruzione.



## 25. Rilevati in Terra rinforzata rinverdita

### GENERALITÀ

Il rilevato sarà realizzato in terra rinforzata costituita dalla successione verticale di strati di terreno dello spessore di 30cm intervallati da rinforzi. Il rilevato dovrà essere dimensionato nel rispetto delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17/01/2018) attraverso analisi dinamica del comportamento della struttura. Il terreno da impiegare sarà di tipo misto granulare (gruppi A1a, A1b, A3, A24, A2-5), con dimensione massima dei ciottoli di 5 cm, angolo di attrito interno non minore di 30°. L'impresa potrà utilizzare, su indicazione della Direzione Lavori, altro materiale disponibile in sito, eventualmente miscelato ad altre granulometrie in modo da raggiungere i requisiti granulometrici suddetti.

La realizzazione del rilevato avverrà dopo aver preparato il piano di posa tramite rullatura e livellazione, in modo da garantire una buona planarità dei paramenti (queste lavorazioni sono da computarsi a parte).

Ogni livello di terreno sarà realizzato per sovrapposizione di strati con spessore non superiore a 30cm e densità non inferiore al 95 % dello Standard Proctor.

Il rinforzo del rilevato potrà avvenire con l'impiego di:

- a) geosintetici;
- b) griglie metalliche e geosintetici;
- c) griglie e armatura metallica;
- d) rete metallica a doppia torsione.

a) per il rinforzo delle terre vengono utilizzati geosintetici costituiti da fibre di varia natura (poliestere, polietilene, polipropilene, etc). Nella specifica del materiale di rinforzo da impiegare oltre alle caratteristiche fisiche quali resistenza a trazione (superiore a 30 KN/m) ed allungamento in condizioni di esercizio compatibile con le deformazioni della struttura rinforzata, dovrà essere indicato il valore di tensione ammissibile del materiale che tenga in considerazione la natura del polimero, la qualità delle fibre impiegate, il comportamento al creep del materiale, il danneggiamento meccanico, chimico ed ai raggi UV e la durata di esercizio dell'opera: tali caratteristiche dovranno essere documentate con certificazioni di qualità in conformità alla normativa vigente. In tal caso il geosintetico, oltre a fungere da rinforzo orizzontale, viene ripiegato a sacco a chiudere frontalmente il materiale di riempimento. Il contenimento durante la rullatura è garantito da casseri mobili, il cui posizionamento a scalare verso l'alto determinerà la pendenza finale del fronte. L'impiego di geosintetici a maglia aperta è migliorativo in funzione della crescita delle piante e del cotico erboso. Per problemi di trattenimento dello strato di terreno vegetale fronte esterno vengono abbinati al geosintetico, georeti tridimensionali sintetiche o biofeltri e biostuoie in fibra vegetale.

b) i rinforzi del rilevato sono costituiti da un geosintetico con resistenza a trazione non inferiore a 30 KN/m; sul fronte esterno viene posizionata una rete metallica elettrosaldata che funge da cassero con maglie differenziate di e da 6 mm a 9 mm; la rete metallica è rivestita da un geotessile composito per il trattenimento del terreno e base d'appoggio della vegetazione che dovrà consentire la trasparenza alla radicazione delle piante erbacee; lo spessore degli strati non potrà superare i 65 cm. Le specifiche del geosintetico di rinforzo devono presentare caratteristiche conformi al punto a).

c) le armature vengono realizzate con lamine metalliche di lunghezza variabile, ad aderenza migliorata mediante rilievi trasversali in numero non inferiore a 24/m su entrambe le facce, in acciaio zincato a caldo di sezione minima di 5 x 45 mm vincolate a griglie frontali in rete metallica elettrosaldata inclinata di circa 63°, che funge da cassero, in acciaio zincato a caldo con maglia minima di 10x10 cm di diametri differenziati da 6 mm a 14 mm, rivestite all'interno da una biostuoia o da un biofello e/o da una geostuoia tridimensionale in materiale sintetico con elevate caratteristiche di resistenza agli agenti chimici e atmosferici

d) il rinforzo è garantito da elementi preassemblati in rete metallica a doppia torsione: il paramento esterno (max 60°) elementi di armatura planari orizzontali, costituiti da rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale tipo 8x10 in accordo con le UNI-EN 10223-3, tessuta con trafilato di ferro, conforme alle UNI-EN 10223-3 per le caratteristiche meccaniche e UNI-EN 10218 per le tolleranze sui diametri, avente carico di rottura compreso fra 350 e 550 N/mm<sup>2</sup> e allungamento minimo pari al 10%, avente un diametro pari a 2.70 mm, galvanizzato con lega eutettica di Zinco-Alluminio (5%)-Cerio-Lantanio conforme alla EN 10244 – Classe A e ASTM 856-98 con un quantitativo non inferiore a 255 g/mq. Oltre a tale trattamento il filo sarà ricoperto da un rivestimento di materiale plastico di colore grigio che dovrà avere uno spessore nominale non inferiore a 0,5 mm, portando il diametro esterno ad almeno 3,70 mm. Ogni singolo elemento è provvisto di barrette di rinforzo in lega eutettica Zinco-Alluminio (5%)-Cerio-Lantanio e plastiche di diametro 3,4 mm interno e 4,4 mm esterno, inserite all'interno della doppia torsione delle maglie, nella parte di rete che viene risvoltata in corrispondenza del paramento. Il paramento in vista sarà provvisto inoltre di un elemento di irrigidimento interno assemblato in fase di produzione in stabilimento, costituito da un ulteriore pannello di rete elettrosaldata con maglia 15x15 e diametro 8 mm e da un geocomposito antierosivo in fibra naturale. Il paramento sarà fissato con inclinazione a 60°, per mezzo di elementi a squadra realizzati in tondino



metallico e preassemblati alla struttura. Gli elementi di rinforzo contigui, saranno posti in opera e legati tra loro con punti metallici meccanizzati in lega eutettica Zinco-Alluminio (5%)-Cerio-Lantanio con diametro 3,00 mm e carico di rottura minimo pari a 170 kg/mq.

#### **TERRE RINFORZATE CON GEOGRIGLIE INTEGRALI IN HDPE E PARAMENTO RINVERDIBILE**

Strutture di sostegno o sottoscarpa con paramento inclinato in funzione delle esigenze progettuali (ca 65°) eseguite con la tecnologia dei terrapieni rinforzati con geogriglie estruse monolitiche a giunzione integrale al 100% in HDPE di resistenza a trazione dipendente dalle caratteristiche geometriche del rilevato, dalle caratteristiche geomeccaniche del terreno, dai carichi agenti sul rilevato stesso e da eventuali sollecitazioni sismiche. Le geogriglie sono contenute da un cassero di guida e di appoggio "a perdere" in rete elettrosaldata e rivestite internamente in facciata da un Feltro vegetativo preseminato antierosivo.

#### **NORMATIVE DI RIFERIMENTO**

ISO 9864 : Determinazione della massa areica

EN ISO 10319: Prova di trazione a banda larga

EN ISO 13431: Determinazione del comportamento a lungo termine

GRI-GG2: Resistenza delle giunzioni

Le Geogriglie dovranno essere marcate CE in conformità alle norme:

EN 13249: Costruzione di strade e di altre aree soggette a traffico

EN 13250: Costruzione di ferrovie

EN 13251: Costruzioni di terra, fondazioni e strutture di sostegno

Il Sistema Qualità del Produttore deve essere certificato a fronte delle norme UNI EN ISO 9001:2000.

#### **MATERIALI**

Le geogriglie, realizzate al 100% in polietilene ad alta densità (HDPE) proveniente da aziende qualificate e certificate, sono stabilizzate agli UV mediante impiego di carbon black. La resistenza massima a trazione, secondo la norma EN ISO 10319, deve essere non inferiore ai valori di seguito riportati per le varie classi di altezza:

- da 45 a 60 kN/m per altezze fino a 3,00 m;
- da 45 a 90 kN/m per altezze oltre i 3,00 m fino a 6,00 m;
- da 45 a 120 kN/m per altezze oltre i 6,00 m fino a 9,00 m;
- da 45 a 160 kN/m per altezze oltre i 9,00 m.

Cassero di guida e di appoggio "a perdere", realizzato mediante piegatura meccanica di un foglio di rete elettrosaldata (ø 8mm maglia 15x15cm) corredato di Tiranti e Picchetti.

Feltro vegetativo preseminato.

#### **MODALITA' DI ESECUZIONE**

Il materiale di rinforzo reso in rotoli deve essere movimentato con muletto o escavatore facendo attenzione a non danneggiare la struttura. Il materiale deve essere conservato in luogo asciutto e ben ventilato protetto dall'esposizione ai raggi solari e per nessun motivo deve essere stoccato in prossimità di materiali infiammabili e fonti di calore. Una volta installato deve necessariamente essere ricoperto con il materiale da rilevato entro 4 mesi.

#### **PROCEDURE D'INSTALLAZIONE DEL SISTEMA CASSERO + GEOGRIGLIA + FELTRO ANTIEROSIVO:**

Preparazione del piano di fondazione effettuando eventuali sbancamenti; asportazione di eventuali radici, sassi o detriti che possano trovarsi in loco, rullatura e compattazione. Se previsto, realizzazione di uno strato drenante di base.

Posizionamento e allineamento dei casseri in rete elettrosaldata collegandoli tra loro con filo di ferro o fascette tipo strozzacavo elettrico in plastica.

Svolgimento dei rotoli di geogriglia di rinforzo e taglio degli stessi con un cutter secondo le lunghezze indicate in progetto: la lunghezza del taglio è determinata dalla profondità di ancoraggio, dal risvolto in facciata (circa 0,70m) e dal risvolto superiore (circa 1,50m).

Posizionamento all'interno dei casseri in rete elettrosaldata dei tagli di geogriglia di rinforzo adagiandoli sul piano di fondazione in strati orizzontali e perpendicolari al fronte ancorandoli al terreno con ferri sagomati a "U"; la geogriglia di rinforzo dovrà essere ben aderente alla facciata interna del cassero in rete elettrosaldata lasciando la porzione terminale temporaneamente esterna al cassero stesso (tale porzione deve corrispondere alla lunghezza stabilita per il risvolto superiore (1,50m ca).

Posizionamento del feltro antierosivo foderandone internamente al risvolto in facciata della geogriglia di rinforzo; posizionamento dei tiranti di irrigidimento del cassero (ca 1 ogni 0,45m).

Stendimento del terreno di riempimento previsto e fornito a piè d'opera sopra le geogriglie di rinforzo in strati dello spessore di circa 0,30m: in prossimità della facciata sarà utilizzato terreno vegetale per circa 0,50/0,30m.



Compattazione fino ad ottenere un grado di addensamento non inferiore al 95% dello Standard Proctor. In prossimità della facciata (per circa 1,00m) la compattazione dovrà avvenire mediante vibro-costipatore o piastre vibranti; nella zona retrostante si utilizzeranno rulli compattatori di idonee capacità.

Completato il riempimento, si risvolterà verso l'interno la porzione di geogriglia di rinforzo tenuta precedentemente esterna al cassero in rete elettrosaldata tendendola leggermente e ancorandola al terreno utilizzando ferri sagomati a "U".

#### **SOGGEZIONI AMBIENTALI**

Misure tecniche di protezione:

Temperatura di stoccaggio < 40°C

Temperatura di trasporto < 40°C

Temperatura di carico/scarico > -5°C

#### **CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI**

L'ELEMENTO DI RINFORZO È COSTITUITO DA UNA GEOGRIGLIA A UNA STRUTTURA PIANA MONOLITICA CON UNA DISTRIBUZIONE REGOLARE DI APERTURE, DI FORMA ALLUNGATA, CHE INDIVIDUANO FILI LONGITUDINALI E TRASVERSALI. I FILI LONGITUDINALI DEVONO AVER SUBITO UN PROCESSO DI ORIENTAMENTO MOLECOLARE PER AUMENTARE LE CARATTERISTICHE MECCANICHE DELLA GEOGRIGLIA ED ASSICURARE UN'ELEVATA RESISTENZA A LUNGO TERMINE. LE GIUNZIONI TRA I FILI LONGITUDINALI E TRASVERSALI DEVONO ESSERE PARTE INTEGRANTE DELLA STRUTTURA DELLA GEOGRIGLIA E NON DEVONO ESSERE OTTENUTE PER INTRECCIO O SALDATURA DEI SINGOLI FILI. LA RESISTENZA A TRAZIONE DELLE GIUNZIONI DEVE ESSERE PARI AD ALMENO L'80% DELLA RESISTENZA MASSIMA A TRAZIONE (GRI-GG2).

Le Geogriglie dovranno rispettare le seguenti caratteristiche:

Polimero costituente la geogriglia: 100% HDPE.

Durabilità minima prevista di 120 anni in terreni naturali con  $1.6 < \text{pH} < 13$  e temperature fino a 40°C sulla base dei relativi risultati delle prove di Laboratorio.

Devono inoltre possedere: inerzia chimica totale, imputrescibilità, inattaccabilità da parte di roditori e microrganismi, insensibilità agli agenti atmosferici e all'acqua salmastra, stabilità ai raggi ultravioletti ottenuta mediante additivi di nerofumo.

CARATTERISTICHE TECNICHE	TEST	UNITA'	TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3	TIPO 4	TIPO 5	NOTE
Resistenza massima a trazione	ISO 10319	kN/m	45,0	60,0	90,0	120,0	160,0	a, c
Resistenza al 2% di allungamento	ISO 10319	kN/m	11,0	17,0	26,0	36,0	45,0	a, c
Resistenza al 5% di allungamento	ISO 10319	kN/m	25,0	32,0	50,0	72,0	90,0	a, c
Allungamento a snervamento	ISO 10319	%	11,5	13,0	13,0	13,0	13,0	b, c
Resistenza alle giunzioni	GRI-GG2	kN/m	36,0	50,0	80,0	110,0	130,0	b
Resistenza di progetto a lungo termine	ISO 13431	kN/m	18,5	24,6	36,9	49,2	75,4	a, e
Larghezza bobina	-	m	2,0	2,0	2,0	2,0	1,0	b
Lunghezza bobina	-	m	50,0	40,0	30,0	30,0	30,0	b

#### **NOTE:**

a) Valori determinati con limite inferiore di confidenza del 95%, ISO 2602

b) Valori tipici

c) Prove effettuate utilizzando estensimetri a 100 mm/min a 20 °C

e) Resistenza di progetto determinata a 20 °C per 120 anni di durata prevista dell'opera con terreni aventi massimo 40 mm di diametro

**Stuoia antierosiva in Feltro Vegetativo Preseminato**

- **peso unitario:** 150 g/m<sup>2</sup>
- **composizione:** 50% trama di fibre in cellulosa naturali e biodegradabili, 25% sementi di specie erbacee, 25% fertilizzanti



## PROVE DI QUALIFICAZIONE

Le Geogriglie di rinforzo devono essere **marcate CE** in conformità alle norme

EN 13249: Costruzione di strade e di altre aree soggette a traffico

EN 13250: Costruzione di ferrovie

EN 13251: Costruzioni di terra, fondazioni e strutture di sostegno

Le geogriglie devono essere certificate dall'ITC (Istituto per le Tecnologie della Costruzione) per l'impiego come rinforzo nel terreno per garantire una durata di esercizio di almeno 120 anni.

Il Sistema Qualità del Produttore deve essere certificato a fronte delle norme **UNI EN ISO 9001: 2000**.

## PROVE DI ACCETTAZIONE

Le caratteristiche prestazionali sopra esposte devono essere confermate con una dichiarazione di conformità, redatta dal produttore ed all'occorrenza accompagnata dalle relative prove di laboratorio, rilasciata per ogni 10.000mq di materiale consegnato.

## 26. Demolizioni

L'Impresa potrà intraprendere le demolizioni in ottemperanza alle norme di cui al Titolo IV Sezione VIII del Dlgs 81/08 con mezzi che crederà più opportuni previa approvazione della Direzione Lavori.

In ogni caso l'Impresa esonera nel modo più ampio ed esplicito da ogni responsabilità civile e penale, conseguente e dipendente dall'esecuzione dei lavori di demolizione sia l'Amministrazione Appaltante che i suoi Organi di direzione, assistenza e sorveglianza.

Per quanto riguarda il personale e gli attrezzi l'Impresa dovrà osservare le seguenti prescrizioni unitamente a quelle contenute nel Dlgs 81/08:

- il personale addetto alle opere di demolizione dovrà avere preparazione e pratica specifiche, sia per l'esecuzione materiale dei lavori, che per la individuazione immediata di condizioni di pericolo;
- l'attività del personale impiegato dovrà essere sottoposta all'autorità di un dirigente; ogni gruppo di dieci persone dovrà essere guidato e sorvegliato da un caposquadra;
- i materiali ed ogni altro attrezzo che agisca per urto non dovranno essere impiegati qualora la stabilità delle strutture non lo consentisse;
- si preferiranno mezzi di demolizione a percussione montati su bracci di escavatori o gru semoventi.

La zona interessata dai lavori dovrà essere delimitata con particolare cura; in corrispondenza dei passaggi dovranno essere collocate opportune opere per proteggere i passaggi stessi.

Prima dell'inizio delle demolizioni dovranno essere interrotte le erogazioni agli impianti di elettricità, acqua, gas, ecc. esistenti nella zona dei lavori: a tal fine l'Impresa dovrà prendere direttamente accordi con le rispettive Società ed Enti eroganti.

È vietato nel modo più assoluto gettare il materiale dall'alto a meno che non venga convogliato in appositi canali.

L'imboccatura superiore di detti canali dovrà essere tale che non vi possano cadere accidentalmente delle persone; ogni tronco di canale dovrà essere imboccato in quello successivo e gli eventuali raccordi dovranno essere adeguatamente rinforzati; l'ultimo tratto dovrà essere inclinato così da limitare la velocità di uscita dei materiali.

Tutti gli altri materiali di risulta per i quali non possa servire il canale andranno calati a terra con mezzi idonei e con particolare cura.

L'Impresa è tenuta a recuperare i materiali ferrosi e non, che interessano l'opera da demolire, escluso il ferro di rinforzo, quando richiesto dall'Ufficio di Direzione Lavori.

Il materiale di risulta delle demolizioni, se inutilizzabile, dovrà essere trasportato a discarica, se destinato a riempimento dovrà essere trasportato in aree indicate dall'Ufficio di Direzione Lavori nell'ambito del cantiere.

Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando, anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, tutto quanto indebitamente demolito dovrà essere ricostruito e rimesso in ripristino dall'Impresa, a sua cura e spese, senza alcun compenso.

Per quanto riguarda le demolizioni, saranno considerati calcestruzzi armati conglomerati con armatura superiore a 300 N/m<sup>3</sup> (30 kgf/m<sup>3</sup>).

## 27. Rafforzamento corticali

- Rafforzamento corticale mediante geostuoia rinforzata, costituita da rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale e da una geostuoia grimpante tridimensionale 100 % polipropilene stabilizzata a i raggi U.V. ( EN ISO 9863). La rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale tipo 8x10 cm, tessuta con



trafilato di ferro, avente un diametro pari a 2,70 mm e galvanizzazione con lega eutettica di Zinco-Alluminio (5%) Cerio-Lantanio dovrà essere conforme a quanto specificamente prescritto nelle "Linee Guida per la redazione di Capitolati per l'impiego di rete metallica a doppia torsione" - Presidenza del Cons. Sup. LL.PP., n°16/2006. Prima della messa in opera e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla D.L. il relativo certificato di collaudo e garanzia rilasciato in originale, in cui specifica il nome del prodotto, la Ditta produttrice, e le quantità fornite; in assenza di ciò, la D.L. darà disposizioni circa il prelievo di campioni per verificare il rispetto delle normative enunciate. Dopo la stesa lungo la scarpata i teli dovranno essere collegati tra loro con idonee cuciture eseguite con filo avente le stesse caratteristiche di quello della rete ed avente diametro pari a 2,20 mm avendo cura di utilizzare la cimosa in agave di larghezza 10 cm per una perfetta copertura delle zone di giunzione. Le superfici da trattare per il rivestimento dovranno essere liberate da radici, pietre o eventuali masse pericolanti; gli eventuali vuoti andranno saturati in modo da ottenere una superficie uniforme affinché il geocomposito possa adagiarsi perfettamente al terreno. I teli di geocomposito, una volta stesi lungo la scarpata, dovranno essere collegati tra loro ogni 20 cm con idonee cuciture eseguite con filo avente le stesse caratteristiche di quello della rete e diametro pari a 2.20/3.20 mm o con punti metallici meccanizzati di diametro 3,00 mm e carico di rottura minimo pari a 1770 N/mm<sup>2</sup>. Il geocomposito sarà posato dopo che sarà stato regolarizzato il piano di posa in modo da eliminare solchi e materiale sciolto in precario equilibrio. La rete metallica sarà bloccata in sommità ed al piede della scarpata mediante una fune d'acciaio. Il geocomposito metallico sarà ancorato in sommità, al piede e lungo la scarpata mediante ancoraggi. Infine sarà posto in opera un reticolo di funi di contenimento costituito da una orditura romboidale in fune metallica 12 mm di acciaio. La fune sarà fatta passare in corrispondenza degli incroci e fermata da opportuni accessori degli ancoraggi, sarà tesata e bloccata con relativi morsetti in fusione zincata (UNI ISO 2081). Il rafforzamento corticale dovrà essere intasato con terreno vegetale.

- b) Barre autoperforanti: Tiranti di ancoraggio autoperforanti ad uso geotecnico di tipo passivo, in barra cava Fe55 (DIN 1626), eseguiti in terreni di qualsiasi natura e consistenza, sia in verticale sia inclinati. L'armatura del tirante è costituita da un tubo in acciaio a filettatura continua ROP secondo ISO10208, del diametro nominale di 28 mm ed avente un carico di rottura di 220 kN. Le barre verranno infisse nel terreno con idonea attrezzatura a rotopercolazione pneumatica opportunamente installata su slitta adatta alle lavorazioni in parete. L'appaltatore dovrà fornire alla Direzione Lavori prima della posa dei materiali tutta la documentazione. Durante la fase di perforazione dell'ancoraggio verrà iniettata una boiaccia di cemento tipo 42,5 R che avrà la funzione di portare in superficie i detriti di perforazione e di stabilizzare il foro. Nella fase di cementazione dell'ancoraggio la boiaccia avrà un rapporto acqua-cemento 40/50 l di acqua ogni 100 kg di cemento, fino alla fuoriuscita di boiaccia in eccesso da boccaforo. Per la posa del tirante si utilizzeranno punta a perdere del Ø 41 mm, manicotti di giunzione tra barra e barra del Ø 37x120 mm fino al raggiungimento della quota finale di posa.
- c) Funi in acciaio zincato: anima tessile (Ø 12 mm) con anima tessile e con fili aventi resistenza nominale a rottura per trazione pari a 1800 N/mm<sup>2</sup>, fornite e poste in opera compresi relativi morsetti, radance, tenditori disposti a maglie incrociate, formazione di anelli di ancoraggio alle estremità delle funi di tenuta, con risvolto delle stesse di 50 cm, bloccate con n. 3 morsetti a cavalletto zincati, fissaggio degli incroci mediante morsetti a vite, messa in tensione.
- d) Piastre di ripartizione e di contropinta: in acciaio Fe 360/S235 rispondente alla norma EN 10025 avente dimensione 150x150x8 mm foro centrale di diametro idoneo alle barre, bombatura della piastra, angoli ricurvi di 35° Rivestimento in zinco a norma EN ISO 1461
- e) Bulloni di serraggio idonei alle barre a fondo sferico in modo da orientare la piastra e ottenere un appoggio uniforme e costante contro il substrato sottostante
- f) Inghisaggi e iniezioni nella produzione di boiacche da iniezione versare nel miscelatore l'acqua (circa il 30% del peso del cemento), aggiungere l'additivo fluidificante nel dosaggio del 3-6% sul peso del cemento tipo 425.

## **28. Conglomerati cementizi e malte**

### **A) GENERALITÀ**

L'Esecutore sarà tenuto all'osservanza della Legge 5/11/1971 n. 1086, "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" nonché delle Norme Tecniche emanate, in applicazione dell'art. 21 della predetta Legge, con D.M. 27 luglio 1985 e del D.M. 17/01/2018.

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



## **B) CEMENTI**

Tutti i manufatti in c.a. e c.a.p. potranno essere eseguiti impiegando unicamente cementi provvisti di attestato di conformità CE che soddisfino i requisiti previsti dalla norma UNI EN 197-1:2006.

Qualora vi sia l'esigenza di eseguire getti massivi, al fine di limitare l'innalzamento della temperatura all'interno del getto in conseguenza della reazione di idratazione del cemento, sarà opportuno utilizzare cementi comuni a basso calore di idratazione contraddistinti dalla sigla LH contemplati dalla norma UNI EN 197-1:2006.

Se è prevista una classe di esposizione XA, secondo le indicazioni della norma UNI EN 206 e UNI 11104, conseguente ad un'aggressione di tipo solfatico o di dilavamento della calce, sarà necessario utilizzare cementi resistenti ai solfati o alle acque dilavanti in accordo con la UNI 9156 o la UNI 9606.

Per getti di calcestruzzo in sbarramenti di ritenuta di grandi dimensioni si dovranno utilizzare cementi di cui all'art. 1 lett C della legge 595 del 26 maggio 1965 o, al momento del recepimento nell'ordinamento italiano, cementi a bassissimo calore di idratazione VHL conformi alla norma UNI EN 14216.

## **C) CONTROLLI SUL CEMENTO**

### **Controllo della documentazione**

In cantiere o presso l'impianto di preconfezionamento del calcestruzzo è ammessa esclusivamente la fornitura di cementi di cui al punto a.1.

Tutte le forniture di cemento devono essere accompagnate dall'attestato di conformità CE.

Le forniture effettuate da un intermediario, ad esempio un importatore, dovranno essere accompagnate dall'Attestato di Conformità CE rilasciato dal produttore di cemento e completato con i riferimenti ai DDT dei lotti consegnati dallo stesso intermediario.

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

Nel caso di getti in calcestruzzo per sbarramenti di ritenuta, le disposizioni del presente articolo si applicano assumendo, in luogo dell'Attestato di Conformità CE, una attestazione di conformità all'art. 1 lett. c della legge 595 del 26 maggio 1965 rilasciata dal produttore di cemento.

### **Controllo di accettazione**

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

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

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

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

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

### **Aggiunte**

Per le aggiunte di tipo I si farà riferimento alla norma UNI EN 12620.

Per le aggiunte di tipo II si farà riferimento alla UNI 11104 punto 4.2 e alla UNI EN 206-1 punto 5.1.6 e punto 5.2.5.

La conformità delle aggiunte alle relative norme dovrà essere dimostrata in fase di verifica preliminare delle miscele (controllo di conformità) e, in seguito, ogni qualvolta la D.L. ne faccia richiesta.

### **Ceneri volanti**

Le ceneri provenienti dalla combustione del carbone, ai fini dell'utilizzazione nel calcestruzzo come aggiunte di tipo II, devono essere conformi alla UNI EN 450 e provviste di marcatura CE in ottemperanza alle disposizioni legislative in materia di norma armonizzata. Le ceneri non conformi alla UNI EN 450, ma conformi alla UNI EN 12620 possono essere utilizzate nel calcestruzzo come aggregato.

Ai fini del calcolo del rapporto a/c equivalente il coefficiente k per le ceneri conformi alla UNI-EN 450, definito al punto 5.2.5.2 della UNI-EN 206-1 verrà desunto in accordo al prospetto 3 della UNI 11104, qui di seguito riportato per comodità.

Valori del coefficiente k per ceneri volanti conformi alla UNI EN 450 (prospetto 3, UNI 11104)



Tipo di cemento	c	Valori di k
CEM I	32.5 N, R	0.2
CEM I	42.5 N, R	0.4
	52.5 N, R	
CEM IIA	32.5 N, R	0.2
	42.5 N, R	
CEM IIIA	32.5 N, R	0.2
	42.5 N, R	
CEM IVA	32.5 N, R	0.2
	42.5 N, R	
CEM VA	32.5 N, R	0.2
	42.5 N, R	

*La classe di resistenza del cemento dovrà essere scelta in funzione del periodo di getto 32,5 N in estate e 42, 5R in inverno.*

### **Fumo di silice**

I fumi di silice provenienti dalle industrie che producono il silicio metallico e le leghe ferro-silicio, ai fini dell'utilizzazione nel calcestruzzo come aggiunte di tipo II, devono essere conformi alla UNI EN 13263 parte 1 e 2 e provviste di marcatura CE in ottemperanza alle disposizioni legislative in materia di norma armonizzata.

Il fumo di silice può essere utilizzato allo stato naturale (in polvere così come ottenuto all'arco elettrico), come sospensione liquida ("slurry") di particelle con contenuto secco del 50% in massa oppure in sacchi di premiscelato contenenti fumo di silice e additivo superfluidificante. Se impiegato in forma di slurry il quantitativo di acqua apportato dalla sospensione contenente fumo di silice dovrà essere tenuto in conto nel calcolo del rapporto acqua/cemento equivalente.

In deroga a quanto riportato al punto 5.2.5.2.3 della norma UNI EN 206 la quantità massima di fumo di silice che può essere considerata agli effetti del rapporto acqua/cemento equivalente e del contenuto di cemento deve soddisfare il requisito:

fumo di silice  $\leq 7\%$  rispetto alla massa di cemento.

Se la quantità di fumi di silice che viene utilizzata è maggiore, l'eccesso non deve essere considerato agli effetti del concetto del valore k.

Ai fini del calcolo del rapporto a/c equivalente il coefficiente k verrà desunto dal prospetto seguente che deve intendersi generalmente riferito a fumi di silice utilizzati nel confezionamento di calcestruzzi impiegando esclusivamente con cementi tipo I e CEM II-A di classe 42,5 e 42,5R conformi alla UNI EN 197-1:

per un rapporto acqua/cemento prescritto  $\leq 0,45$   $k = 2,0$

per un rapporto acqua/cemento prescritto  $> 0,45$   $k = 2,0$  eccetto  $k = 1,0$  per le classi di esposizione XC e XF

La quantità (cemento +  $k \cdot$  quantità fumo di silice) non deve essere minore del dosaggio minimo di cemento richiesto ai fini della durabilità in funzione della classe (delle classi) di esposizione ambientale in cui la struttura ricade.

L'impiego di fumo di silice con cementi diversi da quelli sopramenzionati è subordinato all'approvazione preliminare della D.L.

### **Aggregati**

Gli aggregati utilizzabili, ai fini del confezionamento del calcestruzzo, debbono possedere marcatura CE secondo D.P.R. 246/93 e successivi decreti attuativi.

Gli aggregati debbono essere conformi ai requisiti della normativa UNI EN 12620 e UNI 8520-2 con i relativi riferimenti alla destinazione d'uso del calcestruzzo.

La massa volumica media del granulo in condizioni s.s.a. (saturo a superficie asciutta) deve essere pari o superiore a 2600 kg/m<sup>3</sup>. A questa prescrizione si potrà derogare solo in casi di comprovata impossibilità di approvvigionamento locale, purché si continui a rispettare le prescrizioni in termini di resistenza caratteristica a compressione e di durabilità specificati nelle norme. Per opere caratterizzate da un elevato rapporto superficie/volume, laddove assume un'importanza predominante la minimizzazione del ritiro igrometrico del calcestruzzo, occorrerà preliminarmente verificare che l'impiego di aggregati di minore massa volumica non determini un incremento del ritiro rispetto ad un analogo conglomerato confezionato con aggregati di massa volumica media maggiore di 2600 kg/m<sup>3</sup>. Per i calcestruzzi con classe di resistenza



caratteristica a compressione maggiore di C50/60 dovranno essere utilizzati aggregati di massa volumica sempre maggiore di 2600 kg/m<sup>3</sup>.

Gli aggregati dovranno rispettare i requisiti minimi imposti dalla norma UNI 8520 parte 2 relativamente al contenuto di sostanze nocive. In particolare:

- il contenuto di solfati solubili in acido (espressi come SO<sub>3</sub> da determinarsi con la procedura prevista dalla UNI-EN 1744-1 punto 12) dovrà risultare inferiore allo 0,2% sulla massa dell'aggregato indipendentemente se l'aggregato è grosso oppure fine (aggregati con classe di contenuto di solfati AS0,2);
- il contenuto totale di zolfo (da determinarsi con UNI-EN 1744-1 punto 11) dovrà risultare inferiore allo 0,1%;
- non dovranno contenere forme di silice amorfa alcali-reattiva o in alternativa dovranno evidenziare espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2.

### **Acqua di impasto**

Per la produzione del calcestruzzo dovranno essere impiegate le acque potabili e quelle di riciclo conformi alla UNI EN 1008:2003.

### **Additivi**

Gli additivi per la produzione del calcestruzzo devono possedere la marcatura CE ed essere conformi, in relazione alla particolare categoria di prodotto cui essi appartengono, ai requisiti imposti dai rispettivi prospetti della norma UNI EN 934 (parti 2, 3, 4, 5). Per gli altri additivi che non rientrano nelle classificazioni della norma si dovrà verificarne l'idoneità all'impiego in funzione dell'applicazione e delle proprietà richieste per il calcestruzzo. E' onere del produttore di calcestruzzo verificare preliminarmente i dosaggi ottimali di additivo per conseguire le prestazioni reologiche e meccaniche richieste oltre che per valutare eventuali effetti indesiderati. Per la produzione degli impasti, si consiglia l'impiego costante di additivi fluidificanti/riduttori di acqua o superfluidificanti/riduttori di acqua ad alta efficacia per limitare il contenuto di acqua di impasto, migliorare la stabilità dimensionale del calcestruzzo e la durabilità dei getti. Nel periodo estivo si consiglia di impiegare specifici additivi capaci di mantenere una prolungata lavorabilità del calcestruzzo in funzione dei tempi di trasporto e di getto.

Per le riprese di getto si potrà far ricorso all'utilizzo di ritardanti di presa e degli adesivi per riprese di getto.

Nel periodo invernale al fine di evitare i danni derivanti dalla azione del gelo, in condizioni di maturazione al di sotto dei 5°C, si farà ricorso, oltre che agli additivi superfluidificanti, all'utilizzo di additivi acceleranti di presa e di indurimento privi di cloruri.

Per i getti sottoposti all'azione del gelo e del disgelo, si farà ricorso all'impiego di additivi aeranti come prescritto dalle normative UNI EN 206 e UNI 11104.

Di seguito viene proposto uno schema riassuntivo per le varie classi di additivo in funzione delle classi di esposizione

**Tab. 1 – Classi di additivo in funzione delle classi di esposizione**

	<b>Rck min</b>	<b>a/c max</b>	<b>WR/SF*</b>	<b>AE*</b>	<b>HE*</b>	<b>SRA*</b>	<b>IC*</b>
X0	15	0,60					
XC1 XC2	30	0,60	X				
XF1	40	0,50	X		X	X	
XF2	30	0,50	X	X	X	X	X
XF3	30	0,50	X	X	X	X	
XF4	35	0,45	X	X	X	X	X
XA1 XC3 XD1	35	0,55	X			X	X
XS1 XC4 XA2 XD2	40	0,50	X			X	X
XS2 XS3 XA3 XD3	45	0,45	X			X	X

\* WR/SF: fluidificanti/superfluidificanti, AE: Aeranti, HE: Acceleranti (solo in condizioni climatiche invernali), SRA: additivi riduttori di ritiro, IC: inibitori di corrosione.

### **Acciaio**

L'acciaio da cemento armato ordinario comprende:

- barre d'acciaio tipo B450C (6 mm ≤ Ø ≤ 40 mm), rotoli tipo B450C (6 mm ≤ Ø ≤ 16 mm);
- prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli con diametri ≤ 16mm per il tipo B450C;
- reti elettrosaldate (6 mm ≤ Ø ≤ 12 mm) tipo B450C;



- tralicci elettrosaldati ( $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 12 \text{ mm}$ ) tipo B450C;

Ognuno di questi prodotti deve rispondere alle caratteristiche richieste dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M.17/01/2018, che specifica le caratteristiche tecniche che devono essere verificate, i metodi di prova, le condizioni di prova e il sistema per l'attestazione di conformità per gli acciai destinati alle costruzioni in cemento armato che ricadono sotto la Direttiva Prodotti CPD (89/106/CE).

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

#### Requisiti

Saldabilità e composizione chimica

La composizione chimica deve essere in accordo con quanto specificato nella tabella seguente:

**Tab. 2 – Valori max di composizione chimica secondo D.M. 17/01/2018 (tabella 11.3.II)**

Tipo di Analisi	CARBONIO <sup>a</sup> %	ZOLFO %	FOSFORO %	AZOTO <sup>b</sup> %	RAME %	CARBONIO EQUIVALENTE <sup>a</sup> %
Analisi su colata	0,22	0,050	0,050	0,012	0,80	0,50
Analisi su prodotto	0,24	0,055	0,055	0,014	0,85	0,52

**a** = è permesso superare il valore massimo di carbonio per massa nel caso in cui il valore equivalente del carbonio venga diminuito dello 0,02% per massa.  
**b** = Sono permessi valori superiori di azoto se sono presenti quantità sufficienti di elementi che fissano l'azoto.

#### Proprietà meccaniche

Le proprietà meccaniche devono essere in accordo con quanto specificato nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17/01/2018).

#### ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO B450C

L'acciaio per cemento armato B450C è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura:

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

E deve rispettare i requisiti indicati nella tabella seguente:

**Tab.3a – Proprietà meccaniche secondo il D.M. 17/01/2018 (tabella 11.3.Ib)**

Caratteristica	Simbolo (unità di misura)	Requisiti	Frattile (%)
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\geq f_{y, \text{nom}}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\geq f_{t, \text{nom}}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	( - )	$\geq 1,15$ $< 1,35$	10.0
$(f_y/f_{y, \text{nom}})_k$	( - )	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento	$(A_{gt})_k$ (%)	$\geq 7,5 \%$	10.0

#### ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO B450A

L'acciaio per cemento armato B450A caratterizzato dai medesimi valori nominali delle tensioni di snervamento e rottura dell'acciaio B450C, deve rispettare i requisiti indicati nella seguente tabella

**Tab.3b – Proprietà meccaniche secondo il D.M. 17/01/2018 (tabella 11.3.Ic)**

Caratteristica	Simbolo (unità di misura)	Requisiti	Frattile (%)
Tensione caratteristica di	$f_{yk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\geq f_{y, \text{nom}}$	5.0



snervamento			
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\geq f_{t, nom}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	( - )	$\geq 1,05$	10.0
$(f_y/f_{y, nom})_k$	( - )	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento	$(A_{gt})_k$ (%)	$\geq 2,5$ %	10.0

In aggiunta a quanto sopra riportato si possono richiedere le seguenti caratteristiche aggiuntive.

**Tab. 3 – Proprietà aggiuntive**

Proprietà	Requisito
Resistenza a fatica assiale*	2 milioni di cicli
Resistenza a carico ciclico**	3 cicli/sec (deformazione 1,5÷4 %)
Idoneità al raddrizzamento dopo piega	Mantenimento delle proprietà meccaniche superato, ai sensi del D.Lgs. 230/1995 D. Lgs. 241/2000
Controllo radiometrico	

\* = in campo elastico  
\*\* = in campo plastico

### Prova di piega e raddrizzamento

In accordo con quanto specificato nel D.M. 17/01/2018, è richiesto il rispetto dei limiti seguenti.

**Tab.4 – Diametri del mandrino ammessi per la prova di piega e raddrizzamento (tabelle 11.3.lb e lc)**

Diametro nominale (d)	Diametro massimo del mandrino
Per B450C	
$\varnothing < 12$ mm	4 $\varnothing$
$12 \leq \varnothing \leq 16$ mm	5 $\varnothing$
$16 < \varnothing \leq 25$ mm	8 $\varnothing$
$25 < \varnothing \leq 40$ mm	10 $\varnothing$
Per B450A	
$\varnothing \leq 10$ mm	4 $\varnothing$

### Resistenza a fatica in campo elastico

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

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

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

### Resistenza a carico ciclico in campo plastico

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

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

**Tab. 5 – Prova carico ciclico in relazione al diametro**

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

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



### **Diametri e sezioni equivalenti**

Il valore del diametro nominale deve essere concordato all'atto dell'ordine. Le tolleranze devono essere in accordo con il D.M. 17/01/2018.

**Tab. 6** – Diametri nominali e tolleranze (tabella 11.3.III del D.M. 17/01/2018)

Diametro nominale (mm)	Da 5 a ≤ 8	Da > 8 a ≤ 40
Tolleranza in % sulla sezione	± 6	± 4,5

### **Aderenza e geometria superficiale**

I prodotti devono avere una superficie nervata in accordo con il D.M. 14/09/2005. L'indice di aderenza  $I_r$  deve essere misurato in accordo a quanto riportato nel paragrafo 11.2.2.10.4 del D.M. 14/09/2005. I prodotti devono aver superato le prove di Beam Test effettuate presso un Laboratorio Ufficiale (Legge 1086).

**Tab. 7** – Valori dell'indice  $I_r$  in funzione del diametro

Diametro nominale (mm)	$I_r$
$5 \leq \varnothing \leq 6$	$\geq 0.048$
$6 < \varnothing \leq 8$	$\geq 0.055$
$8 < \varnothing \leq 12$	$\geq 0.060$
$\varnothing > 12$	$\geq 0.065$

## **D) CONTROLLI SULL'ACCIAIO**

### **Controllo della documentazione**

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

Tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate "dall'Attestato di Qualificazione" rilasciato dal Consiglio Superiore dei LL.PP. - Servizio Tecnico Centrale.

Per i prodotti provenienti dai Centri di trasformazione è necessaria la documentazione che assicuri che le lavorazioni effettuate non hanno alterato le caratteristiche meccaniche e geometriche dei prodotti previste dal D.M. 17/01/2018.

Inoltre può essere richiesta la seguente documentazione aggiuntiva :

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

Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio dovranno essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio. In quest'ultimo caso per gli elementi presaldati, presagomati o preassemblati in aggiunta agli "Attestati di Qualificazione" dovranno essere consegnati i certificati delle prove fatte eseguire dal Direttore del Centro di Trasformazione. Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore devono essere accompagnati da idonea documentazione, specificata nel seguito, che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso.

Il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed 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.

### **Controllo di accettazione**

Il Direttore dei Lavori è obbligato ad eseguire i controlli di accettazione sull'acciaio consegnato in cantiere, in conformità con le indicazioni contenute nel D.M. 17/01/2018 al punto 11.3.2.

Il campionamento ed il controllo di accettazione dovrà essere effettuato entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale.

All'interno di ciascuna fornitura consegnata e per ogni diametro delle barre in essa contenuta, si dovrà procedere al campionamento di tre spezzoni di acciaio di lunghezza complessiva pari a 100 cm ciascuno,



sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi agli altri diametri delle forniture presenti in cantiere.

Non saranno accettati fasci di acciaio contenenti barre di differente marcatura.

Il prelievo dei campioni in cantiere e la consegna al Laboratorio Ufficiale incaricato dei controlli verrà effettuato dal Direttore dei Lavori o da un tecnico da lui delegato; la consegna delle barre di acciaio campionate, identificate mediante sigle o etichettature indelebili, dovrà essere accompagnata da una richiesta di prove sottoscritta dal Direttore dei Lavori.

La domanda di prove al Laboratorio Ufficiale dovrà essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e dovrà inoltre contenere precise indicazioni sulla tipologia di opera da realizzare (pilastro, trave, muro di sostegno, fondazioni, strutture in elevazione ecc...).

Il controllo del materiale, eseguito in conformità alle prescrizioni del punto 11.3.2.3 di cui al precedente Decreto, riguarderà le proprietà meccaniche di resistenza e di allungamento.

**Tab. 8 – Valori limite per prove acciaio**

<b>Caratteristica</b>	<b>Valore Limite</b>	<b>Note</b>
<i>f<sub>y</sub> minimo</i>	425 N/mm <sup>2</sup>	(450 – 25) N/mm <sup>2</sup>
<i>f<sub>y</sub> massimo</i>	572 N/mm <sup>2</sup>	[450x(1.25+0.02)] N/mm <sup>2</sup>
<i>Agt minimo</i>	≥ 6.0%	Per acciai laminati a caldo
<i>Rottura/snervamento</i>	1.13 < f <sub>t</sub> /f <sub>y</sub> < 1.37	Per acciai laminati a caldo
<i>Piegamento/raddrizzamento</i>	assenza di cricche	Per tutti

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

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

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

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

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

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

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

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 dalla normativa vigente, 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.

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

### **Acciai provenienti dall'estero**

L'accettazione di prodotti provenienti dall'estero è subordinata dal rispetto da parte dei produttori delle stesse procedure previste per i controlli in stabilimento dei prodotti nazionali.

Per i prodotti provenienti da paesi della Comunità Economica Europea, nei quali sia in vigore una certificazione di idoneità tecnica riconosciuta dalle rispettive autorità competenti, l'accettazione è subordinata,



in alternativa, al riconoscimento dell'equivalenza della procedure adottata nel paese di origine da parte del Ministero dei Lavori Pubblici.

Per le caratteristiche degli acciai ed i controlli in cantiere si richiamano le norme del D.M. 17/01/2018

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

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

Per definire i valori minimi da adottare ci si riferisce alle prescrizioni contenute nell'Eurocodice 2 paragrafo 8.3 "Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate"; in particolare si ha:

**Tab. 9** – Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate

Diametro barra	Diametro minimo del mandrino per piegature, uncini e ganci
$\varphi \leq 16 \text{ mm}$	4 $\varphi$
$\varphi > 16 \text{ mm}$	7 $\varphi$

#### **Deposito e conservazione in cantiere**

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

### **E) CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO ALLO STATO FRESCO E INDURITO**

#### **Le classi di resistenza**

Si fa riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni del 17/01/2018. In particolare, relativamente alla resistenza caratteristica convenzionale a compressione il calcestruzzo verrà individuato mediante la simbologia C (X/Y) dove X è la resistenza caratteristica a compressione misurata su provini cilindrici (fck) con rapporto altezza/diametro pari a 2 ed Y è la resistenza caratteristica a compressione valutata su provini cubici di lato 150 mm (Rck).

#### **Reologia degli impasti e granulometria degli aggregati**

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

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

#### **Rapporto acqua/cemento**

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

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

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

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

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

ottenendo la formula:

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

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



I termini utilizzati sono:

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

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

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

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

### **Lavorabilità**

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

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

- Il valore dell'abbassamento al cono di Abrams (UNI-EN 12350-2) che definisce la classe di consistenza o uno slump di riferimento oggetto di specifica;

- la misura del diametro di spandimento alla tavola a scosse (UNI-EN 12350-5).

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

Sarà cura del fornitore garantire in ogni situazione la classe di consistenza prescritta per le diverse miscele tenendo conto che sono assolutamente proibite le aggiunte di acqua in betoniera al momento del getto dopo l'inizio dello scarico del calcestruzzo dall'autobetoniera. La classe di consistenza prescritta verrà garantita per un intervallo di tempo di 20-30 minuti dall'arrivo della betoniera in cantiere. Trascorso questo tempo sarà l'impresa esecutrice responsabile della eventuale minore lavorabilità rispetto a quella prescritta. Il calcestruzzo con la lavorabilità inferiore a quella prescritta potrà essere a discrezione della D.L. :

- respinto (l'onere della fornitura in tal caso spetta all'impresa esecutrice);

- accettato se esistono le condizioni, in relazione alla difficoltà di esecuzione del getto, per poter conseguire un completo riempimento dei casseri ed una completa compattazione.

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

### **Acqua di bleeding**

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

### **Contenuto d'aria**

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

### **Prescrizioni per la durabilità**

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

- rapporto (a/c)<sub>max</sub>;
- classe di resistenza caratteristica a compressione minima;
- classe di consistenza;



- aria inglobata o aggiunta (solo per le classi di esposizione XF2, XF3, XF4);
- contenuto minimo di cemento;
- tipo di cemento (se necessario);
- classe di contenuto di cloruri calcestruzzo;
- D.M.<sub>ax</sub> dell'aggregato;
- copriferro minimo.
- 

#### **Tipi di conglomerato cementizio**

Saranno conformi alle specifiche riportate nella sottostante tabella

**Tab. 10**

<b>ELEMENTO</b>	<b>CLASSE DI RESISTENZA</b>	<b>CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE</b>	<b>CLASSE DI CONSISTENZA minima</b>	<b>RAPPORTO ACQUA / CEMENTO massimo</b>	<b>DIMENSIONE AGGREGATO massima</b>	<b>COPRIFERRO</b>
PALI DI FONDAZIONE	Rck ≥ 30 Mpa	XC2	S5	0,50	40mm	C = 60 mm
FONDAZIONE MANDRACCHIO	Rck ≥ 45 Mpa	XA3 – XF3	S5	0.45	32 mm	C = 40 mm
ELEVAZIONE MANDRACCHIO	Rck ≥ 45 Mpa	XA3 – XF3	S5	0.45	32 mm	C = 40 mm
CONDOTTI INTERRATI	Rck ≥ 45 Mpa	XA3 – XF3	S5	0.45	32 mm	C = 40 mm
VASCA RACCOLTA ACQUE	Rck ≥ 45 Mpa	XA3 – XF3	S5	0.45	32 mm	C = 40 mm
FONDAZIONE EDIFICIO TRASFORMATORI	Rck ≥ 45 Mpa	XA3 – XF3	S5	0.45	32 mm	C = 40 mm
ELEVAZIONE EDIFICIO TRASFORMATORI	Rck ≥ 45 Mpa	XA3 – XF3	S5	0.45	32 mm	C = 40 mm

Saranno conformi alle specifiche riportate nell'elenco prezzi e negli elaborati grafici

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

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

		UNI 11104-prosp.1)	(UNI 11104-prosp. 4)							
Tipo	Campi di impiego	Classi esposizione ambientale	Classe resistenza C (X/Y)	Rapporto a/c max	Contenuto minimo di cemento kg/m <sup>3</sup>	Contenuto di aria (solo per classi XF2, XF3 e XF4)	D <sub>MAX</sub> mm	Classe di consistenza al getto	Tipo di cemento - solo se necessario	Copriferro nominale

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

#### **F) QUALIFICA DEL CONGLOMERATO CEMENTIZIO**

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

1) calcestruzzo prodotto senza processo industrializzato.



2) calcestruzzo prodotto con processo industrializzato;

Il caso 1) si verifica nella produzione limitata di calcestruzzo direttamente effettuata in cantiere mediante processi di produzione temporanei e non industrializzati. In tal caso la produzione deve essere effettuata sotto la diretta vigilanza del Direttore dei Lavori. Il D.M. 17/01/2018 prevede, in questo caso, la qualificazione iniziale delle miscele per mezzo della "Valutazione preliminare della Resistenza" (par. 11.2.3 delle Norme Tecniche per le Costruzioni) effettuata sotto la responsabilità dell'appaltatore o committente, prima dell'inizio della costruzione dell'opera, attraverso idonee prove preliminari atte ad accertare la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato che verrà utilizzata per la costruzione dell'opera. La qualificazione iniziale di tutte le miscele utilizzate deve effettuarsi per mezzo di prove certificate da parte dei laboratori di cui all'art.59 del D.P.R. n.380/2001 (Laboratori Ufficiali).

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

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

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

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

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

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

Al fine di contribuire a garantire quest'ultimo punto, gli impianti devono essere dotati di un sistema di controllo permanente della produzione allo scopo di assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera. Tale sistema di controllo non deve confondersi con l'ordinario sistema di gestione della qualità aziendale, al quale può affiancarsi.

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

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

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

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



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

### G) POSA IN OPERA DEL CALCESTRUZZO

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

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

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

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

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

Per la compattazione del getto verranno adoperati vibratori a parete o ad immersione. Nel caso si adoperi il sistema di vibrazione ad immersione, l'ago vibrante deve essere introdotto verticalmente e spostato, da punto a punto nel calcestruzzo, ogni 50 cm circa; la durata della vibrazione verrà protratta nel tempo in funzione della classe di consistenza del calcestruzzo (tabella 11).

**Tab.11** – Relazione tra classe di consistenza e tempo di vibrazione del conglomerato

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

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

Qualora alla struttura sia richiesta la tenuta idraulica, lungo la superficie scarificata verranno disposti dei giunti "water-stop" in materiale bentonitico idroespansivo. I profili "water-stop" saranno opportunamente fissati e disposti in maniera tale da non interagire con le armature. I distanziatori utilizzati per garantire i copriferri ed eventualmente le reciproche distanze tra le barre di armatura, dovranno essere in plastica o a base di malta cementizia di forma e geometria tali da minimizzare la superficie di contatto con il cassero.

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

### Tolleranze esecutive

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

#### Fondazioni: plinti, platee, solettoni ecc:

-	coordinate di progetto	posizionamento rispetto alle	S = $\pm$ 3.0cm
-	cm o + 5.0 cm	dimensioni in pianta	S = - 3.0



- dimensioni in altezza (superiore)  
S = - 0.5 cm o + 3.0 cm
- quota altimetrica estradosso S  
= - 0.5 cm o + 2.0 cm

Strutture in elevazione: pile, spalle, muri ecc.:

- posizionamento rispetto alle coordinate degli allineamenti di progetto S =  $\pm 2.0$  cm
- dimensione in pianta (anche per pila piena) S = - 0.5 cm o + 2.0 cm
- spessore muri, pareti, pile cave o S = - 0.5 cm o + 2.0 cm
- spalle S =  $\pm 1.5$  cm
- quota altimetrica sommità verticalità per H  $\leq 600$  cm S  
=  $\pm 2.0$  cm
- verticalità per H > 600 cm S  
=  $\pm H/12$

Solette e solettoni per impalcati, solai in genere:

- spessore: S = -0.5 cm o + 1.0 cm
- quota altimetrica estradosso: S  
=  $\pm 1.0$  cm

Vani, cassette, inserterie:

- e cassette: posizionamento e dimensione vani  
S =  $\pm 1.5$  cm
- boccole: posizionamenti inserti (piastre)  
S =  $\pm 1.0$  cm

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

**Casseforme**

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

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

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

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

**Caratteristiche delle casseforme**

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

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



debbono essere a perfetto contatto e sigillate con idoneo materiale per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia.

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

### ***Pulizia e trattamento***

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

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

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

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

### ***Disarmo***

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

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

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

### ***Getti faccia a vista***

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

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

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

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

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

## ***H) STAGIONATURA***

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

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



- I prodotti filmogeni di protezione non possono essere applicati lungo i giunti di costruzione, sulle riprese di getto o sulle superfici che devono essere trattate con altri materiali.
- Al fine di assicurare alla struttura un corretto sistema di stagionatura in funzione delle condizioni ambientali, della geometria dell'elemento e dei tempi di scasseratura previsti, l'appaltatore, previa informazione alla direzione dei lavori, eseguirà verifiche di cantiere che assicurino l'efficacia delle misure di protezione adottate.

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

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

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

La direzione dei lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità tra le caratteristiche del conglomerato messo in opera e quello stabilito dal progetto e garantito in sede di valutazione preliminare.

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee di conglomerato e, in funzione del quantitativo di conglomerato accettato, può essere condotto mediante (Norme Tecniche cap.11.2.5):

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

Il prelievo del conglomerato per i controlli di accettazione si deve eseguire a "bocca di betoniera" (non prima di aver scaricato almeno 0.3 mc di conglomerato), conducendo tutte le operazioni in conformità con le prescrizioni indicate nelle Norme Tecniche per le costruzioni (§ 11.2.4 PRELIEVO DEI CAMPIONI) e nelle norme UNI-EN 12390-1:2012, 12390-2:2009, 12390-3:2009, 12390-4:2002, 12390-7:2009 e UNI-EN 206-1.

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

In particolare i campioni di calcestruzzo devono essere preparati con casseforme rispondenti alla norma UNI EN 12390-1, confezionati secondo le indicazioni riportate nella norma UNI EN 12390-2 e provati presso un laboratorio Ufficiale secondo la UNI EN 12390-3.

Le casseforme devono essere realizzate con materiali rigidi al fine di prevenire deformazioni durante le operazioni di preparazione dei provini, devono essere a tenuta stagna e non assorbenti.

La geometria delle casseforme deve essere cubica di lato pari a 150 mm o cilindrica con diametro d pari a 150 mm ed altezza h 300 mm.

Il prelievo del calcestruzzo deve essere effettuato non prima di aver scaricato 0.3 mc di calcestruzzo e preferibilmente a metà dello scarico della betoniera. Il conglomerato sarà versato tramite canaletta all'interno di una carriola in quantità pari a circa 2 volte superiore a quello necessario al confezionamento dei provini. Il materiale versato verrà omogeneizzato con l'impiego di una sassola.

È obbligatorio inumidire tutti gli attrezzi necessari al campionamento (carriola, sassola) prima di utilizzarli, in modo tale da non modificare il contenuto di acqua del campione di materiale prelevato.

Prima del riempimento con il conglomerato, le casseforme andranno pulite e trattate con un liquido disarmante.

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

- pestello di compattazione metallico a sezione circolare e con le estremità arrotondate, con diametro di circa 16 mm e lunghezza di circa 600 mm;
- barra dritta metallica a sezione quadrata, con lato di circa 25 mm e lunghezza di circa 380 mm;
- vibratore interno con frequenza minima di 120 Hz e diametro non superiore ad ¼ della più piccola dimensione del provino;
- tavola vibrante con frequenza minima pari a 40 Hz.

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

Nel caso di compattazione manuale, ciascuno strato verrà assestato fino alla massima costipazione, avendo cura di martellare anche le superficie esterne del cassero.



Nel caso si impieghi il vibratore interno, l'ago non dovrà toccare lungo le pareti verticali e sul fondo della casseratura.

La superficie orizzontale del provino verrà spianata con un movimento a sega, procedendo dal centro verso i bordi esterni.

Su tale superficie verrà applicata (annegandola nel calcestruzzo) un'etichetta di plastica/cartoncino rigido sulla quale verrà riportata l'identificazione del campione con inchiostro indelebile; l'etichetta sarà siglata dalla direzione dei lavori al momento del confezionamento dei provini.

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

*Identificazione del campione:*

*tipo di calcestruzzo;*

*numero di provini effettuati;*

*codice del prelievo;*

*metodo di compattazione adottato;*

*numero del documento di trasporto;*

*ubicazione del getto per il puntuale riferimento del calcestruzzo messo in opera (es. muro di sostegno, solaio di copertura...);*

*Identificazione del cantiere e dell'Impresa appaltatrice;*

*Data e ora di confezionamento dei provini;*

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

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

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

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

L'Impresa appaltatrice sarà responsabile delle operazioni di corretta conservazione dei provini campionati e della loro custodia in cantiere prima dell'invio al Laboratorio incaricato di effettuare le prove di schiacciamento. Inoltre, l'Impresa appaltatrice sarà responsabile del trasporto e della consegna dei provini di calcestruzzo al Laboratorio Ufficiale unitamente ad una lettera ufficiale di richiesta prove firmata dalla Direzione Lavori.

Le prove a compressione vanno eseguite conformemente alle norme UNI EN 12390-3:2009, tra il 28° e il 30° giorno di maturazione e comunque entro 45 giorni dalla data di prelievo. In caso di mancato rispetto di tali termini le prove di compressione vanno integrate da quelle riferite al controllo della resistenza del calcestruzzo in opera.

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

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

## **J) CONTROLLI SUPPLEMENTARI DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE**



### **Carotaggi**

Quando un controllo di accettazione dovesse risultare non soddisfatto e ogniqualvolta la D.L. lo ritiene opportuno la stessa può predisporre un controllo della resistenza del calcestruzzo in opera da valutarsi su carote estratte dalla struttura da indagare.

Le carote verranno estratte in modo da rispettare il vincolo sulla geometria di  $(h/D) = 1$  o  $= 2$  e non in un intervallo intermedio, in conformità con la norma prEN 13791.

### **Zona di prelievo**

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

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

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

### **K) PROVE DI CARICO**

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

## **29. Calcoli delle strutture**

Tutte le strutture saranno eseguite in conformità a quanto previsto dagli elaborati progettuali; eventuali modifiche proposte dall'Appaltatore potranno essere approvate dalla D.L., e dovranno comunque essere presentate contestualmente ad opportuni calcoli di stabilità accompagnati da relazione e disegni, il tutto redatto e firmato da un Ingegnere, che l'Appaltatore dovrà presentare a sua cura e spese alla DL entro il termine che verrà prescritto, attenendosi agli schemi e disegni facenti parte del progetto ed allegati al contratto o alle norme che gli verranno impartite all'atto della consegna dei lavori; L'esame e la verifica da parte della DL dei calcoli e dei progetti delle varie strutture non esonerano in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità a lui derivanti dalla legge e per le precise pattuizioni del contratto, restando contrattualmente stabilito che malgrado i controlli di ogni genere eseguiti dalla DL nell'esclusivo interesse dell'Amministrazione, egli rimane unico e completo responsabile delle opere, sia per quanto in rapporto con la loro progettazione e calcolo che per la qualità dei materiali e la loro esecuzione; di conseguenza egli dovrà rispondere degli inconvenienti che avessero a verificarsi, di qualsiasi natura, importanza e conseguenza essi potranno risultare.

Se la DL lo riterrà necessario, l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese agli adempimenti previsti dalla Legge n° 1086/1971 sulle opere in cemento armato: resteranno a carico dell'Amministrazione Appaltante le sole competenze del Collaudatore.

## **30. Calcoli e caratteristiche delle strutture prefabbricate**

Tutte le strutture prefabbricate saranno posate previa fornitura alla committenza delle relazioni di calcolo previste dalla vigente normativa, accompagnati da relazione e disegni esecutivi, il tutto redatto e firmato da un Ingegnere, che l'Appaltatore dovrà presentare a sua cura e spese alla DL entro il termine che verrà prescritto dalla DL stessa; l'esame e la verifica da parte della DL dei calcoli e dei progetti delle varie strutture non esonerano in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità a lui derivanti dalla legge e per le precise pattuizioni del contratto, restando contrattualmente stabilito che malgrado i controlli di ogni genere eseguiti dalla DL nell'esclusivo interesse dell'Amministrazione, egli rimane unico e completo responsabile delle opere, sia per quanto attiene alla loro progettazione e calcolo, che per la qualità dei materiali e la loro esecuzione; di conseguenza egli dovrà rispondere degli inconvenienti che avessero a verificarsi, di qualsiasi natura, importanza e conseguenza essi potranno risultare. In particolare gli scatolari dovranno avere le dimensioni



prescritte in elenco prezzi (dimensione interna pari a 2.5(b)x2.0(h) m), e dovranno essere armati in modo tale da poter sopportare carichi stradali di 1<sup>a</sup> categoria, tenuto conto della presenza di ricoprimenti mediamente superiori a dell'ordine di 50cm. In corrispondenza di accessi a pertinenze private gli scatolari dovranno tuttavia essere armati in modo da sopportare i suddetti carichi stradali di 1<sup>a</sup> categoria con anche ricoprimenti inferiori a 50cm.

Inoltre le camerette ed i pozzetti prefabbricati in cemento armato, dovranno essere idonei a reggere carichi di 1<sup>a</sup> categoria in assenza di ricoprimento, e dovranno essere dotati di botola di accesso con relativa scaletta in alluminio, tipo alla marinara con mancorrenti, staffata alla struttura.

L'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese agli adempimenti previsti dalla Legge n° 1086 e sue modifiche ed integrazioni sulle opere in cemento armato sia per le opere prefabbricate che per il deposito delle opere realizzate in opera, i cui calcoli saranno forniti dalla committenza. Resteranno a carico dell'Amministrazione Appaltante le sole competenze del Collaudatore.

### **31. Acciaio per c.a. - rete elettrosaldata**

L'acciaio e la rete elettrosaldata per c.a. saranno del diametro, tipo e resistenza indicati nella descrizione di Elenco, negli elaborati progettuali o dalla DL all'atto esecutivo.

In particolare essi dovranno corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche stabilite dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5/11/1971 no 1086 e nel D.M. 17/01/2018.

Saranno posti in opera con piena osservanza delle norme vigenti e con perfetta adesione alla prescrizioni impartite dalla DL, soprattutto per quanto concerne la cura delle giunzioni e della posa in opera delle armature, e conservare durante il getto, la forma e la posizione definite nei disegni esecutivi o dalla DL in corso d'opera.

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri è prescritto tassativamente l'impiego di opportuni distanziatori prefabbricati in calcestruzzo 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.

Copriferro ed interferro dovranno essere dimensionati nel rispetto del disposto di cui alle Norme di esecuzione per c.a. e c.a.p., contenute nel D.M. 17/01/2018, in applicazione dell'art. 21 della Legge 5.11.1971 n. 1086.

Lo spessore del copriferro, 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 non dovrà essere inferiore a 3 cm e comunque come indicato dalla DL. 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 di 4 cm e comunque come indicato dalla DL. 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 l'invariabilità della geometria della gabbia durante il getto. L'Impresa 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'Impresa l'onere della posa in opera delle armature metalliche anche in presenza di acqua o fanghi bentonitici.

#### Acciaio per c.a. e c.a.p. In genere

Per gli opportuni controlli da parte della DL, l'Impresa dovrà documentare di ogni partita di acciaio che entra in cantiere la provenienza, la qualità e il peso complessivo di tondini di uno stesso diametro.

Per l'acciaio controllato in stabilimento, l'Impresa dovrà produrre la documentazione prescritta dalle Norme in vigore, che certifichi gli avvenuti controlli e consentire alla DL di accertare la presenza dei contrassegni di riconoscimento.

Tutte le forniture dovranno essere accompagnate da un certificato di un Laboratorio Ufficiale, riferito al tipo di armatura di cui trattasi, e marchiate secondo quanto previsto nel DM 17/01/2018.

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dal citato D.M. 17/01/2018.

Rimane comunque salva la facoltà del DL di disporre eventuali ulteriori controlli per giustificati motivi a carico dell'Impresa.

L'unità di collaudo per acciai in barre tonde lisce e di n barre ad aderenza migliorata è costituita dalla partita del peso max di 25 t; ogni partita minore di 25 t deve essere considerata unità di collaudo indipendente.

Durante i lavori per ogni lotto di fornitura dovranno essere prelevati non meno di tre campioni di 1 metro di lunghezza cadauno, per ciascun diametro utilizzato, ed inviati a Laboratori Ufficiali.



In caso di risultati sfavorevoli di dette prove, il complesso di barre, al quale si riferisce il campione sarà rifiutato e dovrà essere allontanato dal cantiere.

Per il controllo del peso effettivo da ogni unità di collaudo, dovranno essere prelevate delle barre campione.

Qualora risultassero sezioni effettive inferiori a quelle ammesse dalle tolleranze previste dalle norme in vigore, il materiale verrà rifiutato e subito allontanato dal cantiere.

Qualora il peso effettivo risultasse inferiore al 98% di quello teorico e fosse accettabile in base alle tolleranze ed alle normative in vigore, dovranno essere aggiunte, modificando i disegni di progetto e dandone comunicazione alla DL, barre in quantità sufficiente a realizzare una sezione di acciaio non inferiore a quella prevista dal progetto esecutivo originariamente approvato.

#### Acciaio in barre ad aderenza migliorata - B450C - controllato in stabilimento

I campioni saranno prelevati in contraddittorio ed inviati a cura dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, ad un Laboratorio Ufficiale.

Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.

La Direzione Lavori darà benestare per la posa in opera delle partite sottoposte all'ulteriore controllo in cantiere soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo.

Nel caso di esito negativo si procederà come indicato nel D.M. 17/01/2018.

Se anche dalla ripetizione delle prove risulteranno non rispettati i limiti richiesti, la Direzione Lavori dichiarerà la partita non idonea e l'impresa dovrà provvedere a sua cura e spese ad allontanarla dal cantiere.

#### Acciaio inossidabile in barre ad aderenza migliorata

Gli acciai inossidabili dovranno rientrare nelle categorie di cui al punto 11.3.2.8 del D.M. 17/01/2018, e dovranno rispettare tutte le caratteristiche fisiche, tecnologiche e meccaniche ivi previste.

Dovranno inoltre essere del tipo austenitico (ivi compresi gli acciai austenitici all'Azoto) o austenitico-ferritico.

Per tali acciai il produttore dovrà fornire l'attestato di deposito rilasciato dal Servizio Tecnico del C.S. LL PP attraverso prove certificate da Laboratori Ufficiali, documentazione comprovante che tali acciai siano del tipo austenitico (ivi compresi gli acciai austenitici all'Azoto) o austenitico-ferritico, e precisatogli specifici provvedimenti di saldatura che dovranno essere utilizzati in cantiere o in officina.

Per i controlli in cantiere o nel luogo di lavorazione delle barre si procederà come indicato al punto 11.3.2.10 del D.M. 17/01/2018.

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova, nonché l'accettazione della partita, sono analoghe a quelle riportate ai precedenti punti.

L'uso di detto acciaio deve essere previsto rigorosamente in progetto, e giustificato alla luce delle situazioni ambientali, nonché concretamente motivato.

#### Reti in barre di acciaio elettrosaldate

Le reti saranno in barre del tipo B450C, controllate in stabilimento, di diametro compreso tra 4 e 12 mm, con distanza assiale non superiore a 33 cm.

Dovrà essere verificata la resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo, come indicato nel DM 17/01/2018.

Per il controllo delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura si deve far riferimento a quanto indicato nel D.M. 17/01/2018.

## **32. Murature in pietrame**

### **A) MURATURE DI PIETRAMA CON MALTA**

Le murature di pietrame saranno eseguite con "scapoli" di pietrame delle dimensioni consentite dallo spessore della massa muraria, spianati grossolanamente nei piani di posa e posti su letto di malta dosata a 300 kg/mc.

Le pietre, prima di essere collocate in opera, saranno diligentemente ripulite delle sostanze terrose ed, ove occorra, a giudizio della DL, accuratamente lavate. Saranno poi bagnate, essendo proibito di eseguire la bagnatura dopo averle disposte sul letto di malta.

Tanto le pietre quanto la malta saranno disposte interamente a mano, seguendo le migliori regole dell'arte, in modo da costituire una massa perfettamente compatta nel cui interno le pietre stesse, ben battute col martello, risultino concatenate fra loro e ancorate alla struttura di calcestruzzo retrostante.

La costruzione delle murature dovrà progredire a strati orizzontali di conveniente altezza, concatenati nel senso della grossezza del muro disponendo successivamente ed alternativamente una pietra trasversale ("di punta") dopo ogni tre pietre in senso longitudinale, (di lista) allo scopo di ben legarle al conglomerato cementizio retrostante, che dovrà essere posto in opera appena terminato uno strato di "facciavista" di conveniente altezza.

Lo spessore medio dei conci dovrà essere non superiore ai 15-20 cm



E' assolutamente vietato far uso di scaglie in facciavista. Le parti in vista andranno successivamente stuccate con malta cementizia dosata a 400 kg/mc di cemento "325", e la stuccatura dovrà risultare "interna" alla faccia anteriore della muratura di almeno 1 cm, e convenientemente rifinita a pennello.

### **B) MURATURA A SECCO PER GABBIONATE**

La muratura in pietra a secco per riempimento di gabbioni dovrà essere eseguita con scapoli di pietra delle maggiori dimensioni possibili. E' consentito l'uso di pietra di piccole dimensioni purché siano tali da non passare attraverso le maglie dei gabbioni. Le pietre dovranno essere abbondantemente rinzeppate con scaglie, ben disposte e costipate in modo che non restino vuoti. Il pietrame per il paramento esterno dovrà essere scelto fra il migliore e le pareti esterne dovranno essere ben allineate e presentare le minime rientranze o sporgenze possibili. Nelle connessioni esterne dovrà essere ridotto al minimo possibile l'uso delle scaglie.

### **C) SCOGLIERE E PLATEE IN MASSI**

I massi adoperati per la formazione di scogliere dovranno essere o di pietra dura, silicea e calcarea, priva di porosità, oppure in pietra dura arenaria, in elementi grossolanamente squadriati, inattaccabile comunque dagli agenti atmosferici e dall'acqua. I massi, aventi dimensioni e peso indicato negli elaborati progettuali, saranno inglobati e sigillati da apposito getto in cls tale da saturare le eventuali fessure e formare un cuscinetto per la posa dei successivi massi.

La contabilità delle scogliere verrà effettuata a tonnellata valutato in ragione di 2.4 t per metro cubo

## **33. Manufatti realizzati con massi intasati con cls**

I massi adoperati per la formazione di platee ciclopiche, platee, soglie muri, etc, dovranno essere di pietra dura, silicea o calcarea, priva di porosità, inattaccabile comunque dagli agenti atmosferici e dall'acqua.

I massi a protezione del piede delle gabbionate, dei rilevati per la formazione di rampe (sia per scopi idraulici o per favorire la risalita dei pesci) o per altri impieghi, dovranno avere peso da 1000 a 3000 kg; detti massi saranno inglobati e sigillati da apposito getto in cls tale da saturare le eventuali fessure e formare un cuscinetto per la posa dei successivi massi; l'intasatura dell'ultimo strato di massi dovrà essere effettuata in modo tale da lasciare una stilatura incassata della profondità indicata dalla D.L: tutti gli spessori sono indicati nei disegni allegati o al momento dei lavori della D.L.

La contabilità delle scogliere verrà effettuata a tonnellata valutato in ragione di 2.4 t per metro cubo

## **34. Manufatti realizzati con massi squadriati**

I massi adoperati per la formazione dei manufatti (platee, soglie muri etc...) dovranno essere di pietra dura arenaria, grossolanamente squadriati ed avere un peso non inferiore ai 500 kg.

I massi da impiegare, con spessori indicati nei disegni allegati o al momento dei lavori dalla D.L., dovranno essere approvvigionati a piè d'opera lungo il fronte del lavoro; la ripresa ed il trasporto del materiale al luogo di impiego dovranno essere fatti senza arrecare alcun danno alle sponde. I massi dovranno essere collocati in opera uno alla volta, in maniera che risultino stabili e non oscillanti e in modo che la tenuta della berma nella posizione più lontana dalla sponda sia assicurata da un masso di grosse dimensioni.

Dovrà essere particolarmente curata la sistemazione faccia a vista del paramento lato fiume, in modo da fargli assumere l'aspetto di un mosaico grezzo, con assenza di grandi vuoti o soluzioni di continuità.

Se prescritto, le mantellate saranno intasate con terreno vegetale ed opportunamente seminate fino ad attecchimento della coltre erbosa.

Prima di essere posto in opera, il materiale costituente la difesa dovrà essere accettato dall'Ufficio di Direzione Lavori.

La contabilità delle scogliere verrà effettuata a tonnellata valutato in ragione di 2.4 t per metro cubo

## **35. Trattamento superficiale ai getti**

In tutte quelle parti di opere idrauliche, o a richiesta della D.L., che subiscono maggiori sollecitazioni causa il rotolamento dei massi, della ghiaia e del continuo defluire dell'acqua si esegue un trattamento superficiale del getto in cls mediante l'aggiunta di q.li 0,50 di cemento ferrico espansivo o altri additivi, per metro cubo di getto, da eseguirsi negli ultimi dieci centimetri di spessore della struttura, con successiva lisciatura a ferro o additivo della superficie in vista il tutto senza creare discontinuità nella struttura.



### 36. Paramenti per le murature in pietrame

Per le facce viste delle murature di pietrame, secondo gli ordini della direzione dei lavori, potrà essere prescritta l'esecuzione delle seguenti speciali lavorazioni:

- con pietra rasa e testa scoperta (ad opera incerta);
- a mosaico greggio;
- con pietra squadrata a corsi pressoché regolari;
- con pietra squadrata a corsi regolari.

Nel paramento con pietra rasa e testa scoperta (ad opera incerta) il pietrame dovrà essere scelto diligentemente fra il migliore e la sua faccia vista dovrà essere ridotta col martello a superficie approssimativamente piana; le pareti esterne dei muri dovranno risultare bene allineate e non presentare alla prova del regolo rientranze o sporgenze maggiori di 25 millimetri. Le facce di posa e combaciamento delle pietre dovranno essere spianate ed adattate col martello in modo che il contatto dei pezzi avvenga in tutti i giunti per una rientranza non minore di cm 10.

La rientranza totale delle pietre di paramento non dovrà essere mai minore di cm 25 e nelle connessure esterne dovrà essere ridotto la minimo possibile l'uso delle scaglie.

In tutto il resto si eseguiranno le norme indicate per il paramento a pietra rasa.

Nel paramento a corsi pressoché regolari, il pietrame dovrà essere ridotto a conci piani e squadrati, sia col martello che con la grossa punta, con le facce di posta parallele fra loro e quelle di combaciamento normali a quelle di posa. I conci saranno posti in opera a corsi orizzontali di altezza che può variare da concio a concio, e potrà non essere costante per l'intero filare. Nelle superfici esterne dei muri saranno tollerate alla prova del regolo rientranze o sporgenze non maggiori di 15 millimetri.

Nel paramento a corsi regolari i conci dovranno essere resi perfettamente piani e squadrati, con la faccia vista rettangolare, lavorata a grana ordinaria; essi dovranno avere la stessa altezza per tutta la lunghezza del medesimo corso, e qualora i vari corsi non avessero eguale altezza, questa dovrà esser disposta in ordine decrescente dai corsi inferiori ai corsi superiori, con differenza però fra i due corsi successivi non maggiore di cm 5. La direzione dei lavori potrà anche prescrivere l'altezza dei singoli corsi, ed ove nella stessa superficie di paramento venissero impiegati conci di pietra da taglio, per rivestimento di alcune parti, i filari del paramento a corsi regolari dovranno essere in perfetta corrispondenza con quelli della pietra da taglio.

Tanto nel paramento a corsi pressoché regolari, quanto in quello a corsi regolari, non sarà tollerato l'impiego di scaglie nella faccia esterna: il combaciamento dei corsi dovrà avvenire per almeno due terzi della loro rientranza nelle facce di posa, e non potrà essere mai minore di cm 15 nei giunti verticali.

La rientranza dei singoli pezzi non sarà mai minore della loro altezza, né inferiore a cm 30; l'altezza minima dei corsi non dovrà essere mai minore di cm 20.

In entrambi i paramenti a corsi, lo spostamento di due giunti verticali consecutivi non dovrà essere minore di cm 10 e le connessure avranno larghezza non maggiore di un centimetro.

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

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

Il nucleo della muratura dovrà essere costruito sempre contemporaneamente ai rivestimenti esterni.

### 37. Copertine prefabbricate

Le copertine dovranno essere di elementi prefabbricati in c.a. di tipo "Sicep", calcestruzzo con resistenza caratteristica  $R_{bK} > 400 \text{ Kg./cm}^2$ . ed armatura metallica costituita da acciaio ad aderenza migliorata tipo Fe b44k in ragione di 40 Kg./mc.

Dette copertine dovranno essere predisposte con n. 2 fori per l'inserimento dei ferri di ancoraggio e dovranno avere uno spessore minimo di cm. 20; dovranno altresì presentare un dente di almeno cm. 15 che farà da battente nella parte a monte dell'opera da rivestire; tutti gli spigoli ortogonali al moto dell'acqua dovranno essere arrotondati. La posa delle copertine dovrà essere effettuata previo livellamento del piano di posa, costituito da un letto di malta cementizia a q.li 4,00 di cemento R 325; sarà cura della D.L. valutare l'opportunità di assicurare la perfetta presa con l'opera preesistente, mediante la spalmatura di una mano di attacco composta da uno specifico collante.

La sigillatura dei giunti dovrà avvenire mediante l'impiego di malta cementizia espansiva tipo SIKAGROUT 212, onde garantire una perfetta tenuta tra un elemento e l'altro.



### **38. Rifacimento di copertina di coronamento con cls rinforzato**

Le copertine, dovranno essere eseguite con calcestruzzo di cemento con resistenza  $R_{ck}$  non inferiore a 40N/mm<sup>2</sup> rinforzato con fibre in polipropilene vergine al 100% in ragione di 900 g per metro cubo di calcestruzzo. Dovrà essere eseguito inoltre il trattamento indurente specifico per superfici soggette ad usura, da eseguirsi secondo le indicazioni della D.L. Le nuove copertine dovranno essere ancorate alla struttura sottostante mediante 2 barre metalliche del diametro di 28 mm ogni 50 cm, secondo le modalità indicate dalla D.L. e saranno armate con doppia rete elettrosaldata del diametro di 10 mm. Si intendono compresi nel prezzo, ammorsamenti, stuccature, casserature, ferro di armatura, vibratura ed ogni altro onere per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

### **39. Bonifica di strutture in cemento armato**

Procedere alla demolizione di ogni parte in distacco o non dotata di sufficiente resistenza o coerenza. Le armature in avanzato stato di degrado saranno scoperte rimuovendo completamente lo strato di calcestruzzo copriferro. Saranno rimosse anche le tracce di precedenti interventi di riparazione o riporti non perfettamente aderenti. Tali operazioni dovranno essere eseguite con mezzi manuali o comunque tali da non danneggiare lo strato di calcestruzzo sano sottostante evitando eccessive vibrazioni. Effettuare poi una accurata pulizia mediante spazzolatura o meglio sabbiatura di tutte le superfici interessate dai successivi trattamenti, con completa rimozione di sostanze o depositi estranei, ruggine, olio, grassi, pellicole superficiali sfarinanti. I ferri saranno ripuliti asportando completamente la ruggine e ricoperti a breve distanza con i successivi trattamenti.

### **40. Stuccature**

La stuccatura delle murature dovrà essere eseguita previa scarnitura e pulitura dei giunti a conveniente profondità.

Dovrà restare incassata fra i vari elementi costituenti la muratura e sarà profilata con apposito ferro.

La malta non dovrà in nessun caso coprire gli elementi costituenti la muratura.

### **41. Manufatti prefabbricati**

La posa in opera di qualsiasi materiale, apparecchio o manufatto, consisterà in genere nel suo prelevamento dal luogo di deposito, nel suo trasporto in sito (intendendosi con ciò tanto il trasporto in piano o in pendenza, che il sollevamento in alto o la discesa in basso, il tutto eseguito con qualsiasi sussidio o mezzo meccanico, opera provvisoria, ecc.), nonché nel collocamento nel luogo esatto di destinazione, a qualunque altezza o profondità ed in qualsiasi posizione, ed in tutte le opere conseguenti (tagli di strutture, fissaggio, adattamento, stuccature e riduzioni in pristino).

### **42. Strutture metalliche**

Le strutture in acciaio dovranno essere progettate e costruite tenendo conto di quanto disposto dal D.M. 17/01/2018.

L'impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile, prima dell'approvvigionamento dei materiali, all'esame e all'approvazione della D.L.:

1. gli elaborati progettuali esecutivi di cantiere, comprensivi dei disegni esecutivi di officina, sui quali dovranno essere riportate anche le distinte da cui risultino: numero, qualità, dimensioni, grado di finitura e peso teorico di ciascun elemento costituente la struttura, nonché la qualità degli acciai da impiegare;
2. tutte le indicazioni necessarie alla corretta impostazione delle strutture metalliche sulle opere di fondazione.

Le prove e le modalità di esecuzione sono quelle prescritte dalla normativa vigente.

Nelle opere in ferro, questo deve essere lavorato diligentemente con maestria, regolarità di forme e precisione di dimensioni, secondo le indicazioni che fornirà la DL, con particolare attenzione alle saldature e alle giunzioni: I fori dovranno essere eseguiti col trapano; le chiodature, ribaditure, eccetera, dovranno essere perfette, senza sbavature; i tagli dovranno essere smerigliati o limati.

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo, è previsto nella relazione di calcolo.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito ed il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovrasolicitate.

Le parti a contatto con funi, catene, od altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette.

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto, nel rispetto dello stato di sollecitazione previsto nel progetto medesimo.



In particolare per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la controfreccia e il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto rispettando le tolleranze previste.

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrati e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente. Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro sopracitato, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore. È ammesso il serraggio di bulloni con chiave pneumatica purché questo venga controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da laboratorio ufficiale in data non anteriore ad un mese. Per le unioni con bulloni, l'impresa effettuerà alla presenza della D.L., un controllo di serraggio su un numero adeguato di bulloni.

Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in particolare:

Y. per gli ingombri degli alvei dei corsi d'acqua;

Z. per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tranvie ecc.;

AA. per le interferenze con servizi di soprassuolo e sottosuolo.

Dovranno essere rigorosamente rifiniti tutti quei pezzi che presentino il più leggero indizio di imperfezione.

Per ogni opera in ferro, a richiesta della DL, l'Appaltatore avrà l'obbligo di presentare il relativo modello alla preventiva autorizzazione.

L'Appaltatore sarà in ogni caso obbligato a controllare gli ordinativi ed a rilevare sul posto le misure esatte delle diverse opere in ferro essendo egli responsabile degli inconvenienti che si potessero verificare per l'omissione di tali controlli.

### **43. Opere di raccolta delle acque stradali**

I tubi nonché tutti i manufatti speciali occorrenti per la costruzione della rete di scolo delle acque stradali dovranno corrispondere per forma, dimensioni e caratteristiche costruttive ai "tipi" di cui all'elenco prezzi.

Qualora vengano impiegati tubi di cemento, questi dovranno essere fabbricati a regola d'arte, con diametro uniforme e gli spessori corrispondenti alle prescrizioni impartite dalla Direzione Lavori; saranno bene stagionati e di perfetto impasto e lavorazione, sonori alla percussione, senza screpolature e sbavature e muniti di apposite sagomature alle estremità per consentire un giunto a sicura tenuta. Di norma i tubi saranno posati in opera in base alle livellette e piani stabiliti e su di una platea di calcestruzzo dello spessore prescritto; verranno inoltre rinfiancati con calcestruzzo cementizio secondo il dosaggio prescritto e secondo la sagomatura prevista nei disegni di progetto, previa perfetta sigillatura dei giunti con malta di puro cemento. I tubi di cloruro di polivinile per la formazione di condotti dovranno essere forniti in pezzi della lunghezza non inferiore a m. 3,00, dello spessore e diametro precisato in elenco prezzi; saranno posti in opera, secondo le livellette di progetto, su di una platea in calcestruzzo, provvedendo infine alla completa copertura della tubazione con lo stesso materiale. I normali elementi prefabbricati (pozzetti di raccolta, cassette di raccordo, ecc.) che completano le tubazioni, saranno sempre posti in opera su sottofondo di calcestruzzo di spessore adatto e di dimensioni non inferiori al fondo degli elementi stessi. Si procederà al collegamento degli stessi con le tubazioni realizzando con cura il taglio, sia delle pareti degli elementi prefabbricati che dell'elemento terminale delle tubazioni, nonché la sigillatura con malta cementizia delle giunzioni, che dovranno risultare all'interno perfettamente raccordate e lisce; in particolare per i pozzetti di raccolta a sifone insistenti su marciapiedi rialzati, si dovrà anche realizzare la bocca di entrata, completandola con lo scivolo esterno di raccordo con la cunetta stradale, da costruirsi in calcestruzzo ben sagomato e liscio. Infine si dovrà effettuare la collocazione in opera delle botole o delle caditoie sui pozzetti di raccolta, provvedendo al necessario sovrizzo delle pareti dei pozzetti stessi, nonché alla realizzazione del gargame per l'eventuale controtelaio, ed alla posa e fissaggio in opera di quest'ultimo. Qualora si renda necessario, potranno anche essere costruiti pozzetti in muratura di mattoni con malta cementizia, di adatte dimensioni interne e con pareti dello spessore di una o più teste, da completarsi con il rinzafo delle pareti esterne e con la stuccatura delle pareti interne, sempre con malta cementizia.

Nella realizzazione della rete di scolo per la raccolta delle acque stradali, se previsti in progetto o prescritti in sede esecutiva dalla Direzione Lavori, potranno essere utilizzati manufatti in ghisa sferoidale, o lamellare, quali: chiusini, boccaporti, pozzetti a sifone, griglie, botole, caditoie, ecc. I manufatti utilizzati dovranno tutti essere conformi alla normativa europea che regola la materia e dotati del marchio di qualità. In particolare, per quanto attiene manufatti in ghisa sferoidale o lamellare, dovranno portare una marcatura leggibile e durevole indicante:



- EN 124 come riferimento alla norma
- la classe corrispondente
- il nome e/o la sigla del fabbricante
- l'eventuale marchio di conformità.

## **44. Fondazione in misto cementato**

### Descrizione

Gli strati in misto cementato per fondazione o per base sono costituiti da un misto granulare di ghiaia (o pietrisco) e sabbia impastato con cemento e acqua in impianto centralizzato a produzione continua con dosatori a peso o a volume. Gli strati in oggetto avranno lo spessore che sarà prescritto dalla Direzione dei Lavori.

Comunque si dovranno stendere strati il cui spessore finito non risulti superiore a 20 cm o inferiore a 10 cm.

### Posa in opera

La miscela verrà eseguita verrà eseguita impiegando finitrici vibranti. Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli lisci vibranti o rulli gommati (oppure rulli misti vibranti e gommati) tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla D.L. su una stesa sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (Prova costipamento). La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature comprese tra i 25° C e i 30° C. In questo caso, però, sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di miscelazione al luogo di impiego (ad esempio con teloni); sarà inoltre necessario provvedere ad abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato. Infine le operazioni di costipamento e di stesa dello strato di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature di 15° C – 18° C ed umidità relative del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relative crescenti; comunque è opportuno anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa all'ambiente non scenda al di sotto del 15%, in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione del getto. Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma 1 – 2 ore per garantire la continuità della struttura.

Particolari accorgimenti dovranno adattarsi nella formazione dei giunti longitudinali di ripresa, che andranno protetti con fogli di polistirolo espanso (o materiale simile) e conservanti umidi. Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola, e togliendo la tavola stessa al momento della ripresa del getto; se non si fa uso della tavola, sarà necessario, prima della ripresa del getto, prevedere a tagliare l'ultima parte del getto precedente, in modo che si ottenga una parete verticale per tutto lo spessore dello strato. Non saranno eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa. Il transito di cantiere sarà ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati. Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche, o da altre cause, dovranno essere rimossi e sostituiti a totale cura e spese dell'impresa.

### Protezione superficiale

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura, dovrà essere eseguito lo stendimento di un velo protettivo di emulsione bituminosa al 55% in ragione di 1 – 2 Kg/mq, in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto, e successivo spargimento di sabbia.

### Norme di controllo delle lavorazioni e di accettazione

La densità in sito dovrà essere maggiore o uguale al 97% della densità di progetto. Il controllo di detta densità dovrà essere eseguito con cadenza giornaliera (almeno una prova per giornata lavorativa) prelevando il materiale durante la stesa ovvero prima dell'indurimento; la densità in sito si effettuerà mediante i normali procedimenti a volumometro, con l'accorgimento di eliminare dal calcolo, sia del peso che del volume, gli elementi di dimensione superiore a 25 mm.

Ciò potrà essere ottenuto attraverso l'applicazione della formula di trasformazione di cui al punto 2, paragrafo A) dell'art. "Sovrastruttura stradale", oppure attraverso una misura diretta consistente nella separazione mediante vagliatura degli elementi di pezzatura maggiore di 25 mm e nella loro sistemazione nel cavo di prelievo prima di effettuare la misura col volumometro. La sistemazione di questi elementi nel cavo dovrà essere effettuata con cura, elemento per elemento, per evitare la formazione di cavità durante la misurazione del volume del cavo stesso. Il controllo della densità potrà anche essere effettuato sullo strato finito (almeno con 15 – 20 giorni di stagionatura), su provini estratti tramite carotatrice da quest'ultimo; la densità secca ricavata come rapporto tra il peso della carota essiccata in stufa a 105° C – 110° C fino al peso costante, ed il suo volume ricavato per mezzo di pesata



idrostatica previa paraffinatura del provino; in questo caso la densità dovrà risultare non inferiore al 100% della densità di progetto.

Nel corso delle prove di densità verrà anche determinata l'umidità della miscela, che per i prelievi effettuati alla stesa, non dovrà eccedere le tolleranze indicate al punto b) del presente articolo.

La resistenza a compressione ed a trazione verrà controllata su provini confezionati e stagionati in maniera del tutto simile a quelli di studio preparati in laboratorio, prelevando la miscela durante la stesa e prima del costipamento definitivo, nella quantità necessaria per il confezionamento dei sei provini (tre per le rotture a compressione e tre per quelle a trazione) previa vagliatura al crivello da 25 mm. Questo prelievo dovrà essere effettuato almeno ogni 1500 mc di materiale costipato.

La resistenza a 7 giorni di ciascun provino preparato con la miscela stesa non dovrà discostarsi da quella di riferimento preventivamente determinata in laboratorio di oltre +/- 20%, e comunque non dovrà mai essere inferiore a 2,5 N/mm<sup>2</sup> per la trazione.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di m 4,50 di lunghezza, disposto secondo due direzioni ortogonali, e tale scostamento non potrà essere che saltuario.

Qualora si riscontri un maggior scostamento dalla sagoma di progetto, non è consentito il ricarico superficiale e l'impresa dovrà rimuovere a sua totale cura e spese lo strato per il suo intero spessore.

#### **45. Trincea drenante con geotessile**

La fossa drenante coperta sarà formata come segue:

modellamento e livellamento che verrà specificato, tronco per tronco, dalla D.L. in sede esecutiva, ed avente in ogni caso la caratteristica di permettere la successiva esecuzione dello scavo a sezione obbligata fino alla profondità determinata punto per punto dalla D.L.;

apertura di una trincea (scavo a sezione obbligata) avente la dimensione indicata nei disegni o meglio specificata dalla D.L., debitamente armata, in modo da permettere senza pericoli per le maestranze, l'esecuzione di tutte le operazioni e struttura in essa prevista;

realizzazione in area esterna allo scavo del pacchetto drenante, mediante taglio del pacchetto drenante delle lunghezze indicate dalla D.L. risolto e cucitura della parte superiore del pannello, avvolgimento e fissaggio mediante cucitura del pannello attorno al tubo drenante, posa di cordicelle a perdere nella parte sommitale del pannello che avranno la funzione di poter posizionare dall'alto il pannello entro lo scavo;

rinterro dello scavo, nello spazio residuo, con impiego del materiale di risulta accantonato a questo scopo e posto in opera con tutte le avvertenze comuni dei rinterri, e meglio specificati dalla D.L.;

#### **46. Tubi di drenaggio in pvc**

Fornitura e posa in opera di tubazioni drenanti in cloruro di polivinile, per tubi di diametro di. 100-150 mm, in fori già predisposti compreso ogni onere per la giunzione dei tratti di tubo, lo sfrido, l'ancoraggio del tubo e quant'altro occorra per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte compreso altresì il filtro guaina.

#### **47. Geotessile tessuto**

Il geotessile tessuto dovrà avere funzione filtrante delle acque, separazione dei terreni a diversa granulometria e distribuzione del carico con conseguente aumento della capacità portante del terreno. Esso dovrà essere costituito da trama ed ordito e realizzato con filamenti a nastro in un senso e monofilamenti nell'altro, entrambi in polipropilene stabilizzato ai raggi ultravioletti e dovrà avere le caratteristiche riportate nella descrizione di Elenco con una tolleranza al più del 10%. Inoltre dovrà assicurare un elevato angolo di attrito con il terreno, dovrà essere imputrescibile e non rilasciare composti chimici alle acque o al terreno dannosi all'uomo o alla vegetazione.

Le suddette caratteristiche devono essere documentate da opportune autocertificazioni di qualità dalla Ditta produttrice e da attestato di conformità del materiale alle suddette certificazioni da parte della ditta fornitrice che dovrà inoltre indicare: l'Impresa esecutrice dei lavori, la località e la denominazione del cantiere. L'Impresa esecutrice dei lavori dovrà prelevare dal materiale fornito in cantiere almeno un campione ed effettuare a suo carico, presso Istituti Qualificati, almeno una prova di resistenza a trazione, una prova di permeabilità ed una determinazione del diametro di filtrazione Ø secondo le norme DIN.

I teli dovranno essere forniti sotto forma di rotoli di larghezza compresa tra i 4 - 5 m.



## **48. Geotessile tessuto non tessuto**

I geotessili in tessuto non tessuto potranno essere usati con funzione di filtro per evitare il passaggio della componente fine del materiale esistente in posto, con funzione di drenaggio, o per migliorare le caratteristiche di portanza dei terreni di fondazione.

I geotessili andranno posati dove espressamente indicato dai disegni di progetto o dall'Ufficio di Direzione Lavori.

La superficie del geotessile dovrà essere rugosa ed in grado di garantire un buon angolo di attrito con il terreno. Il geotessile dovrà essere inalterabile a contatto con qualsiasi sostanza e agli agenti atmosferici, imputrescibile, inattaccabile dai microrganismi e dovrà avere ottima stabilità dimensionale.

Il terreno di posa dovrà essere il più possibile pulito da oggetti appuntiti o sporgenti, come arbusti, rocce od altri materiali in grado di produrre lacerazioni.

I teli srotolati sul terreno verranno posti in opera mediante cucitura sul bordo fra telo e telo, o con sovrapposizione non inferiore a 30 cm. Il fissaggio sul piano di posa sarà effettuato in corrispondenza dei bordi longitudinali e trasversali con infissione di picchetti di legno della lunghezza di 1,50 metri, a distanza di 1 metro.

Per i tappeti da porre in opera in acqua, L'Impresa dovrà impiegare apposito mezzo natante e saranno a suo carico gli oneri per il materiale di zavoratura.

L'Impresa, prima dell'inizio dei lavori, dovrà presentare all'Ufficio di Direzione Lavori i certificati rilasciati dal costruttore che attestino i quantitativi acquistati dall'Impresa e la rispondenza del materiale ai requisiti sopra indicati ed alle prescrizioni progettuali. Prima dell'esecuzione dei lavori l'Ufficio di Direzione Lavori verificherà comunque la rispondenza del materiale ai requisiti prescritti, prelevando dei campioni di materiale in quantità tale da poter effettuare almeno una serie di prove di controllo ogni 1000 metri quadrati di telo da posare e almeno una per quantità globale inferiore. Se i risultati delle prove di laboratorio non rispetteranno i limiti prescritti, il materiale cui la prova si riferisce verrà scartato.

Di tutte le operazioni di controllo, di prelievo e di verifica verranno redatti appositi verbali firmati in contraddittorio con l'Impresa; in mancanza di tali verbali, l'opera non potrà essere collaudata.

Il geotessile sarà costituito da tessuto non tessuto costituito da fibre sintetiche (poliestere o polipropilene), coesionate mediante agugliatura meccanica con esclusione di colle o altri componenti chimici o trattamenti termici, compresi i risvolti, le sovrapposizioni ed ogni altro onere per dare il lavoro finito secondo le indicazioni della D.L.; i materiali dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio e dovranno avere una superficie rugosa, essere resistenti agli agenti chimici e ai raggi UV, essere imputrescibili e atossici, avere buona resistenza alle alte temperature e dovranno essere, in ogni caso, riconosciuti idonei ed accettati dalla D.L.: del peso compreso tra 300 e 400 g/mq

## **49. Geocomposito drenante in nylon per profondità' elevate**

Fornitura e posa in opera di un geocomposito drenante avente funzione di drenaggio, filtrazione delle acque (DIN 4095) e protezione meccanica del supporto (DIN 18195,4117,4122), costituito da tre elementi: due non tessuti filtranti di tipo termosaldato con interposta una struttura tridimensionale ad elevato indice alveolare in filamenti di nylon, termosaldati tra di loro nei punti di contatto. Il geocomposito dovrà avere un peso complessivo non inferiore a 950 gr/mq, una capacità drenante in verticale sotto una pressione di 50 kPa non inferiore a 1,09 l/s/m ed una capacità drenante in orizzontale, sotto una pressione di 10 kPa con una pendenza pari all'1%, non inferiore a 0,39 l/s/m. Lo spessore del materassino drenante sottoposto ad un carico di 2 kPa non dovrà essere inferiore a 22 mm.

La larghezza del materiale dovrà essere di 2,00 m

La struttura tridimensionale dovrà essere costituita da monofilamenti di poliammide (nylon 6) trattati al carbon black contro i raggi U.V. (classe di elevata resistenza al TEST UV globale; FGSV Germania) aggrovigliati e termosaldati nei punti di contatto, in modo da generare una struttura tridimensionale con indice alveolare superiore al 90%.

I due non tessuti filtranti tipo Colback dovranno essere costituiti da filamenti di poliestere ricoperti da una pellicola di poliammide e uniti termicamente, avere uno spessore non superiore a 0.6 mm. (DIN 53855), un peso non superiore a 125 gr/mq (DIN 53854), una resistenza a trazione non inferiore a 8 kN/m con un allungamento a rottura non superiore al 33% (DIN 53857), una resistenza alla lacerazione non inferiore a 180 N (DIN 53363) una resistenza alla penetrazione non inferiore a 1800 N (DIN 54307); una permeabilità di almeno 194 l/mq/s, una permittività non inferiore a 6,6 (1/s) ed un diametro di filtrazione non superiore a 140 Micron.



Il geocomposito dovrà avere bassa infiammabilità e scarsa produzione di fumo (DIN 4102 comma 1, Class B2) essere atossico e esserne approvato l'impiego in presenza di acqua potabile. La ditta produttrice dovrà avere certificazione di qualità ISO 9001.

Il materiale dovrà avvolgere completamente il tubo di drenaggio, le estremità superiori saranno risvoltate al fine di impedire alle particelle granulometriche fini di intasare la struttura tridimensionale di drenaggio, e comunque secondo le indicazioni desumibili dai disegni e conformemente alle indicazioni fornite dalla D.L.

## **50. Geocomposito drenante in nylon per modeste profondità'**

Fornitura e posa in opera di un geocomposito drenante avente funzione di drenaggio, costituito da tre elementi: due non tessuti filtranti di tipo termosaldato con interposta una struttura tridimensionale ad elevato indice alveolare in filamenti di nylon, termosaldati tra di loro nei punti di contatto. Il geocomposito dovrà avere un peso complessivo non inferiore a 600 gr/mq, una capacità drenante in verticale sotto una pressione di 50 kPa non inferiore a 0.47 l/m.s (EN ISO 12958).

La larghezza del materiale dovrà essere di 2,00-5,00 m

I due non tessuti filtranti tipo Colback dovranno essere costituiti da filamenti di poliestere ricoperti da una pellicola di poliammide e uniti termicamente, avere uno spessore non superiore a 0.6 mm. (DIN 53855), un peso non superiore a 100 gr/mq (DIN 53854), una resistenza a trazione non inferiore a 6 kN/m (EN 10319), una permeabilità di almeno  $2.9 \times 10^{-3}$  m/s (DIN 53936).

La ditta produttrice dovrà avere certificazione di qualità ISO 9001.

Il materiale dovrà avvolgere completamente il tubo di drenaggio, le estremità superiori saranno risvoltate al fine di impedire alle particelle granulometriche fini di intasare la struttura tridimensionale di drenaggio, e comunque secondo le indicazioni desumibili dai disegni e conformemente alle indicazioni fornite dalla D.L.

## **51. Georeti tridimensionali antierosione**

Le georeti tridimensionali antierosione verranno utilizzate sulle scarpate arginali a fiume con lo scopo di favorire l'attecchimento e lo sviluppo della vegetazione erbacea, consentendo così di ridurre l'effetto dell'azione erosiva della corrente.

Le georeti andranno posate dove espressamente indicato dai disegni di progetto o dall'Ufficio di Direzione Lavori.

La georete dovrà essere costituita dall'accoppiamento di una stuoia tridimensionale in nylon e da una griglia in poliestere.

La stuoia dovrà essere costituita da monofilamenti in poliammide trattati al carbon black e strutturata in due parti termosaldate fra loro nei punti di contatto: la parte superiore a maglia tridimensionale con indice alveolare maggiore del 90%, la parte inferiore a maglia piatta. Il polimero di cui è composta la georete dovrà avere una temperatura di fusione  $>200^{\circ}\text{C}$  ed una densità di  $11,4 \text{ kN/m}^3$  ( $1140 \text{ kgf/m}^3$ ). La griglia di rinforzo sarà realizzata in poliestere, mediante tessitura di fibre ad elevato modulo.

La georete dovrà presentare le seguenti caratteristiche:

- resistenza a trazione (secondo norma DIN 53857): 30 kN/m (3,000 kgf/m)
- resistenza caratteristica per una vita di 120 anni:  $\geq 20 \text{ kN/m}$  (2,200 kgf/m)
- spessore minimo: 15 mm
- creep dopo due anni per un carico pari al 50% della resistenza ultima a trazione:  $\leq 1\%$

La georete dovrà avere bassa infiammabilità e bassa produzione di fumo; dovrà inoltre essere imputrescibile ed atossica.

Le caratteristiche meccaniche della georete dovranno essere documentate con un certificato ufficiale tipo BBA, che dovrà riportare, fra l'altro, la curva di creep e i coefficienti di sicurezza per una durata di 120 anni.

Il terreno di posa dovrà essere livellato e liberato da vegetazione, radici, pietre e in generale oggetti appuntiti o sporgenti.

Prima di procedere alla posa sarà necessario creare al piede e in testa al pendio delle trincee di ancoraggio, di profondità non inferiore a 30 cm. La georete dovrà poi essere fissata in una delle due trincee con 1 picchetto per metro e potrà essere stesa indifferentemente dall'alto verso il basso o viceversa; dovrà essere posata nel senso della corrente con una sovrapposizione minima della georete di monte sulla georete di valle di 15 cm. La fascia di sovrapposizione dovrà essere fissata con 1 picchetto per metro, mentre dovranno essere previsti in media 3 o 4 picchetti intermedi per metro quadrato di superficie: il numero di picchetti



intermedi dovrà essere portato ad una densità di 1 picchetto per metro quadrato in condizioni particolarmente sfavorevoli. I bordi liberi dovranno essere fissati con 1 picchetto per metro.

L'Impresa, prima dell'inizio dei lavori, dovrà presentare all'Ufficio di Direzione Lavori i certificati rilasciati dal Costruttore che attestino i quantitativi acquistati dall'Impresa e la rispondenza del materiale ai requisiti sopra indicati ed alle prescrizioni progettuali. Prima dell'esecuzione dei lavori l'Ufficio di Direzione Lavori verificherà comunque la rispondenza del materiale ai requisiti prescritti, prelevando dei campioni di materiale in quantità tale da poter effettuare almeno una serie di prove di controllo ogni 1000 metri quadrati di telo da posare e almeno una per quantità globale inferiore. Se i risultati delle prove di laboratorio non rispetteranno i limiti prescritti, il materiale cui la prova si riferisce verrà scartato.

Di tutte le operazioni di controllo, di prelievo e di verifica verranno redatti appositi verbali firmati in contraddittorio con l'Impresa; in mancanza di tali verbali, l'opera non potrà essere collaudata.

## **52. Geostuoia rinforzata con rete metallica a doppia torsione**

Fornitura e posa in opera di geocomposito costituito da una rete metallica a doppia torsione a maglia esagonale rinforzata con funi in acciaio, realizzata in accordo con le "Linee Guida per la certificazione di idoneità tecnica all'impiego e l'utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione" approvate dal Consiglio Superiore LL.PP. (n.69/2013), ed in accordo con la UNI EN 10223-3:2013, e da una geostuoia tridimensionale polimerica, compenetrata e rese solidali durante il processo di produzione.

La geostuoia costituita da due strutture, realizzate in filamenti di polipropilene termosaldati tra loro nei punti di contatto e stabilizzati per resistere ai raggi UV, anch'esse termosaldate nei punti di contatto: quella superiore a maglia tridimensionale con un indice alveolare >90% mentre quella inferiore sarà a maglia piatta. La rete metallica a doppia torsione rinforzata deve essere realizzata con maglia esagonale tipo 8x10 (UNI-EN 10223-3), tessuta con filo in acciaio trafilato avente un diametro pari 2,70 mm, galvanizzato con lega eutettica di Zinco - Alluminio (5%), conforme all'EN 10244-2 (Classe A) con un quantitativo non inferiore a 245 g/mq. Oltre a tale trattamento il filo sarà ricoperto da un rivestimento di materiale plastico che dovrà avere uno spessore nominale di 0,5 mm, portando il diametro esterno al valore nominale di 3,70 mm. La resistenza del polimero ai raggi UV sarà tale che a seguito di un'esposizione di 4000 ore a radiazioni UV (secondo ISO 4892-2 o ISO 4892-3) il carico di rottura e l'allungamento a rottura non variano in misura maggiore al 25%.

Le funi di rinforzo inserite della rete doppia torsione in fase di produzione saranno in acciaio diametro 6mm - 6x7 WC – WSC, grado 1770 (secondo UNI EN 12385-4 2008), classe A zinco-alluminio (Zn-Al5%) in conformità alla norma EN 10244-2 e rivestite in materiale polimerico portando il diametro esterno a 8 mm. La resistenza a trazione media della rete dovrà essere non inferiore a 72 kN/m (test eseguiti in accordo alla UNI EN 10223-3:2013). La capacità di carico medio a punzonamento della rete dovrà essere non inferiore a 74 kN (test eseguiti in accordo alla UNI 11437). La rete deve presentare una resistenza a corrosione in SO<sub>2</sub> (0,2 dm<sup>3</sup> SO<sub>2</sub> per 2 dm<sup>3</sup> acqua) tale per cui dopo 28 cicli la percentuale di ruggine rossa non deve essere superiore al 5% (test eseguito in accordo alla EN ISO 6988). La rete deve presentare una resistenza a corrosione in test in nebbia salina tale per cui dopo 6000h la percentuale di ruggine rossa non deve essere superiore al 5% (test eseguito in accordo alla EN ISO 9227). Il fissaggio alla scarpata avverrà mediante ancoraggi costituiti da grappe in acciaio del diametro di 10-12 millimetri e della lunghezza di 50-70 centimetri a seconda della consistenza e profondità del substrato, impiegate con una densità pari a 1 picchetto al metro quadrato, infisse nel terreno. Alla sommità della scarpata la geostuoia dovrà essere saldamente ancorata alla soprastante palizzata in legname, risvoltando le estremità dei rotoli. Risultano compresi nel prezzo gli sfridi, le sovrapposizioni, gli accessori e i mezzi d'opera anche a perdere (quali picchetti o altro materiale) necessari per una esecuzione del manufatto a regola d'arte.

Il fissaggio alla scarpata avverrà mediante ancoraggi costituiti da spezzoni di acciaio di diametro 12 mm e lunghezza di 50-70 cm a seconda della consistenza e profondità del substrato, impiegati con densità di 0,50 picchetti al metro quadrato, infissi nel terreno. Alla sommità della scarpata la geostuoia dovrà essere saldamente ancorata in una trincea di adeguate dimensioni, per tutta la sua ampiezza, risvoltando le estremità dei rotoli. Risultano compresi nel prezzo gli sfridi, le sovrapposizioni, gli accessori ed i mezzi d'opera anche a perdere (quali picchetti o altro materiale) necessari per una esecuzione del manufatto a regola d'arte. Risulta invece esclusa la saturazione della geostuoia con terreno vegetale e l'idrosemina.

Il fissaggio alla scarpata avverrà mediante ancoraggi costituiti da spezzoni di acciaio di diametro 12 mm e lunghezza di 50-70 cm a seconda della consistenza e profondità del substrato, impiegati con densità di 0,50 picchetti al metro quadrato, infissi nel terreno. Alla sommità della scarpata la geostuoia dovrà essere saldamente ancorata in una trincea di adeguate dimensioni, per tutta la sua ampiezza, risvoltando le estremità dei rotoli. Risultano compresi nel prezzo gli sfridi, le sovrapposizioni, gli accessori ed i mezzi d'opera anche a perdere (quali picchetti o altro materiale) necessari per una esecuzione del manufatto a regola d'arte. Risulta invece esclusa la saturazione della geostuoia con terreno vegetale e l'idrosemina.



Prima della messa in opera e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla D.L. la relativa Dichiarazione di Prestazione (DoP) rilasciata in originale, in cui specifica il nome del prodotto, la Ditta produttrice, le quantità fornite e la destinazione. La conformità dei prodotti dovrà essere certificata da un organismo notificato ai sensi della CPD 89/106 CEE o del CPR 305/2011, terzo ed indipendente, tramite certificato del controllo del processo di fabbrica CE.

### **53. Georete in juta**

Rivestimento di scarpate mediante stesa di un biotessile biodegradabile in juta, a maglia aperta di minimo 1x1 cm, massa areica non inferiore a 400 g/m<sup>2</sup>. Il rivestimento verrà fissato alle estremità, a monte e al piede della sponda o della scarpata, in un solco di 20 - 30 cm, mediante staffe e successivo ricoprimento col terreno precedentemente predisposto. La geojuta verrà posata srotolandola lungo le linee di massima pendenza e fissandola alla scarpata, con picchetti a T o staffe realizzate con tondino ad aderenza migliorata in ferro acciaioso piegato a "U" 8 mm, L = 20 – 40 cm, in ragione di 2 o più picchetti per m<sup>2</sup> in maniera da garantire la stabilità e l'aderenza della stuovia sino ad accrescimento avvenuto del cotico erboso; i teli contigui saranno sormontati di almeno 10 cm e picchettati ogni 50 cm. La posa del rivestimento dovrà avvenire su scarpate stabili precedentemente regolarizzate e liberate da radici. Tali rivestimenti devono essere sempre abbinati ad una semina o idrosemina con miscela di sementi (40 g/m<sup>2</sup>), con le modalità di cui ai punti precedenti, e possono essere seguiti dalla messa a dimora di specie arbustive autoctone, corredate da certificazione di origine, previa opportuna esecuzione di tagli a croce nel rivestimento.

### **54. Biostuoia in fibra di paglia**

Protezione naturale antierosiva di scarpate realizzata con biostuoie in fibra di paglia, in materiale naturale posto tra due retine a maglia quadrata o rettangolare in polipropilene fotodegradabile e con resistenza non inferiore a 500 N/m con deformazioni non superiori al 20 %. La biostuoia dovrà essere assemblata meccanicamente mediante una serie di cuciture longitudinali poste ad interasse di circa 50 mm in modo da rendere solidali i tre strati. Il fissaggio dovrà essere realizzato mediante tondino metallico ad aderenza migliorata diametro minimo = 6 mm lunghe 25 cm e larghe 10 cm. In testa alla scarpata i teli dovranno essere picchettati in superficie o all'interno di un solco riempito poi di terreno a seconda delle condizioni di regimazione delle acque superficiali.

### **55. Tubazioni in genere**

#### **A) GENERALITÀ**

Le tubazioni in genere, del tipo e delle dimensioni prescritte, dovranno avere le caratteristiche riportate di seguito e negli articoli specifici per ogni tipologia di tubazione.

#### **B) TRASPORTO, SCARICO E SORVEGLIANZA**

Tutte le operazioni di trasporto, scarico e montaggio di tutte le parti dell'opera sono a carico dell'impresa che dovrà pertanto dotarsi di adeguate attrezzature.

Sono altresì a carico dell'impresa smontaggio, carico, trasporto e scarico nel luogo indicato dalla DL delle apparecchiature o strutture esistenti indicate dalla DL stessa.

L'impresa sarà responsabile dei danni che dovessero verificarsi alle suddette apparecchiature o strutture da riutilizzare durante le fasi di smontaggio, carico, trasporto e scarico.

L'immagazzinamento all'interno dell'area o del locale della centrale di parti di impianto o apparecchiature in attesa del montaggio dovrà essere preventivamente autorizzato al fine di non ostacolare l'agibilità all'impianto o a eventuali lavori in corso.

L'impresa è tenuta alla sorveglianza del cantiere fino a collaudo dell'opera. L'Amministrazione non risponderà comunque di eventuali furti dei materiali e delle apparecchiature immagazzinate, depositate o addirittura già installate in opera durante tutta l'esecuzione dei lavori.

Sono pure a carico dell'impresa tutti gli oneri relativi alla demolizione, trasporto a rifiuto e smaltimento di tutto quanto esistente nel cantiere che la DL non intende riutilizzare.



### **C) PROGETTAZIONE E CERTIFICAZIONE, DISEGNI**

L'Impresa dovrà produrre, entro 30 giorni dalla sottoscrizione del contratto, la seguente documentazione e certificazione:

- Relazione dettagliata dei calcoli statici della condotta;
- Dichiarazione che lo stabilimento di produzione delle tubazioni dispone di un laboratorio per l'effettuazione delle prove e collaudi previsti dalle norme UNI 9033. A tale dichiarazione dovrà essere allegato l'elenco dettagliato per le attrezzature presenti nel suddetto laboratorio.
- Schemi, disegni e particolari costruttivi di tutti i manufatti e delle relative apparecchiature.

Ad ultimazione dei lavori, tutti i disegni, schematici, esecutivi ed i rilievi relativi a tutte le utenze del sottosuolo posate, dovranno essere aggiornati, riportando tutto quanto in sede di realizzazione è risultato difforme dal progetto, e consegnati alla DL memorizzati su floppy-disk in formato grafico DXF conformemente alle specifiche che saranno fornite all'impresa.

### **D) POSA IN OPERA E PROVA DELLE TUBAZIONI**

#### **D.1 - Carico, scarico delle tubazioni e dei pezzi speciali**

Il carico, il trasporto e lo scarico delle tubazioni e tutte le manovre in genere, dovranno essere eseguiti con la maggiore cura possibili, e con i mezzi idonei a seconda del tipo e del diametro dei tubi, adottando tutti gli accorgimenti necessari al fine di evitare rotture, crinature, lesioni o danneggiamenti ai materiali costituenti le tubazioni stesse ed al loro eventuale rivestimento.

Le imbragature per il fissaggio del carico potranno essere realizzate con bande di canapa o di nylon; se si usano cavi di acciaio, i tubi dovranno essere protetti nella zona di contatto con essi.

Pertanto si dovranno evitare urti, strisciamenti, inflessioni e sporgenze eccessive, contatti con corpi che possano comunque provocare deformazioni o deterioramento dei tubi.

#### **D.2 - Accatastamento e sfilamento lungo lo scavo**

L'accatastamento, anche provvisorio, dovrà essere effettuato disponendo i tubi su un'area piana e stabile, riparata dai raggi solari al fine di evitare deterioramenti o deformazioni determinati da sensibili variazioni termiche.

La base delle cataste dovrà appoggiare su tavole opportunamente distanziate o su predisposto letto d'appoggio. L'altezza sarà contenuta entro limiti adeguati ai materiali e ai diametri, per evitare deformazioni nelle tubazioni di base e per consentire un agevole prelievo.

Lo stoccaggio deve avvenire su terreno pianeggiante e privo di irregolarità adattando supporti di legno alla base delle cataste in modo da distribuire uniformemente i pesi.

Se i tubi non vengono adoperati per un lungo periodo dovranno essere protetti dai raggi solari diretti.

In cantiere dovrà predisporci quanto occorra (mezzi idonei e piani di appoggio) per ricevere i tubi, i pezzi speciali e gli accessori da installare.

I tubi accatastati dovranno essere bloccati con cunei onde evitare improvvisi rotolamenti; provvedimenti di protezione dovranno, in ogni caso, essere adottati per evitare che le testate dei tubi possano subire danneggiamenti di sorta.

I giunti, le guarnizioni le bullonerie ed i materiali in genere, se deteriorabili, dovranno essere conservati, fino al momento del loro impiego, entro contenitori protetti dai raggi solari o da sorgenti di calore, dal contatto con oli e grassi e non sottoposti a carichi.

I tubi dovranno essere sfilati lungo il tracciato seguendo i criteri analoghi a quelli per lo scarico ed il trasporto, evitando lo strisciamento.

#### **D.3 - Posa in opera**

##### **Larghezza della trincea**

La larghezza della trincea deve essere tale da consentire una corretta costipazione del materiale utilizzato per il rinfiacco della tubazione e il riempimento di tutti gli spazi al di sotto della tubazione.

Nel caso di installazione in terreni di basse caratteristiche di portanza, deve essere allargata, secondo quanto prescritto volta per volta dal Progettista o Direttore dei Lavori, al fine di migliorare la reazione del terreno.

Ai soli fini contabili, la larghezza della trincea è quella indicata convenzionalmente, per i vari diametri, nel Capitolato speciale di Appalto.

##### **Profondità della trincea**

E' quella risultante dalla quota di fondo tubo dei disegni di progetto, aumentata dello spessore del letto di posa.

##### **Letto di posa**

La superficie del letto di posa in corrispondenza dell'appoggio del tubo deve essere continua, livellata e priva di sassi o altri oggetti che potrebbero danneggiare la tubazione.



Lo spessore del letto di posa deve essere pari a 15% del diametro del tubo, comunque non inferiore a 15 cm. In corrispondenza di terreni con scarsa portanza, cedevoli, organici, o con variazioni di consistenza in funzione dell'umidità presente, la D.L. può prescrivere un approfondimento del letto di posa.

Dove esistono infiltrazioni di acque, sia stazionarie che correnti sul fondo della trincea, quest'acqua deve essere rimossa con appositi drenaggi fino al completamento della posa e del riempimento della trincea quanto basti a prevenire flottazioni delle tubazioni.

#### Letto e rinfianco

Se non diversamente specificato, il letto di posa e il rinfianco primario della tubazione, fino al 70% di diametro verticale sarà costituito con materiale di scavo o con materiale di provvista la cui granulometria rientri nel seguente fuso:

da 0% a 12% passante al vaglio ASTM 200

da 5% a 100% passante al vaglio ASTM 40

da 10% a 100% passante al vaglio ASTM 10

da 20% a 100% passante al vaglio ASTM 4

da 30% a 100% passante al vaglio ASTM 3-8"

100% passante al vaglio ASTM 3-4"

#### Giunzione e posa

Dopo aver preparato e costipato il letto di posa, le tubazioni e i pezzi speciali vengono giuntate e posate in accordo al tipo di giunto e alle prescrizioni di capitolato.

Prima di essere calati nel cavo i tubi ed i pezzi speciali dovranno essere accuratamente esaminati, con particolare riguardo alle testate, per accertare che nel trasporto o nelle operazioni di carico e scarico essi non siano stati deteriorati. Perché detto esame abbia effettivo valore è indispensabile che con uno straccio bagnato venga eliminato il pulviscolo che, ricoprendo i tubi, può nascondere le eventuali incrinature. I tubi dovranno altresì essere puliti con cura all'interno per eliminare ogni materia che vi si fosse eventualmente introdotta.

Si deve evitare di causare urti e sollecitazioni anomale al tubo durante la movimentazione, in particolare se alcuni giunti vengono fatti fuori terra.

Nell'operazione di posa entro la trincea dovrà evitarsi che all'interno delle condotte penetrino detriti o corpi estranei di qualsiasi natura.

Non devono essere assolutamente adoperati oli, grassi o quant'altro possa danneggiare ed aggredire chimicamente la guarnizione elastomerica.

Il tubo deve essere adagiato sul letto di posa, così che questo lo sostenga uniformemente per l'intera lunghezza.

La posa in opera dei tubi sarà effettuata sul fondo del cavo spianato e livellato, eliminando ogni asperità che possa danneggiare tubi e rivestimento. Il piano di posa dovrà garantire una assoluta continuità di appoggio, in nessun caso si potrà regolarizzare la posizione dei tubi utilizzando pietre od altri appoggi discontinui.

I tubi che nell'operazione di posa avessero subito danneggiamenti dovranno essere riparati così da ripristinarne la completa integrità, ovvero, se ciò non darà (a giudizio della DL) sufficienti garanzie, saranno definitivamente scartati e sostituiti.

Dove sono prevedibili assestamenti differenziali e dove la tubazione entra in una struttura o in blocchi di ancoraggio, devono essere previsti tutti gli accorgimenti, suggeriti dalla DL, volti ad evitare il danneggiamento della tubazione a causa delle sollecitazioni di taglio generate dal cedimento, e dalla brusca variazione delle sezioni da circolare a deflessa.

#### Rinfianco e rinterro

Una volta posati e giuntati, i tubi andranno rinfiancati e ricoperti, per uno spessore di almeno 20 cm misurato sulla generatrice superiore del tubo stesso, col materiale che verrà indicato dalla DL.

Il riempimento della parte restante dello scavo sarà effettuato con il materiale dello scavo stesso o con i materiali inerti indicati volta per volta dalla DL.

Ferma restando la piena e completa responsabilità dell'Appaltatore per la buona riuscita di tutte le opere appaltate, egli dovrà adottare tutte le cautele ad evitare danni alla stabilità della condotta, sia durante la costruzione della medesima, sia durante e dopo le prescritte prove sino al collaudo.

Si dovrà avere cura di impedire, mediante adatte arginature o deviazioni, che i cavi ove sono posati i tubi siano invasi dalle acque piovane o di falda, e si dovrà evitare, con parziali rinterri eseguiti a tempo debito, che verificandosi, nonostante ogni precauzione, l'inondazione degli scavi, le condotte, trovandosi chiuse agli estremi, possano essere sollevate dalle acque per galleggiamento.

Resta in ogni caso stabilito che qualora per effetto di false manovre o perché l'Impresa abbia mancato di adottare le cautele necessarie si verificassero danni alle condutture, questi, qualunque ne possa essere l'entità, restano ad esclusivo carico dell'Impresa.



La D.L ha la facoltà di far sostituire i tubi che per abrasioni, fessurazioni, malformazioni o deformazioni della sezione, ecc., non ritenga idonei all'impiego.  
Nei punti indicati dalla DL dovranno essere eseguiti ancoraggi delle condotte con blocchi di conglomerato cementizio di idonee dimensioni.

#### D.4 - Prova alle tubazioni

Ultimate le operazioni di giunzioni delle tubazioni e la costruzione di eventuali blocchi di ancoraggio, il tronco di condotta eseguito dovrà essere sottoposto a prova idraulica in pressione.

La prova di pressione in opera delle condotte viene condotta generalmente per tratti di circa 1'000-1'500 m. Come prima operazione si procederà al rinfianco ed al ricoprimento delle tubazioni col materiale previsto, lasciando scoperti i giunti e tenendo aperti saracinesche, sfati, ecc. per assicurare la completa fuoriuscita dell'aria dalla condotta.

Nel punto più depresso della tratta viene applicato un manometro idoneo alla lettura del 1/2 bar.

Si procederà quindi al riempimento con acqua della condotta dal punto più depresso; se ciò non fosse possibile, il riempimento dall'alto dovrà avvenire il più lentamente possibile.

Terminata l'operazione di carico occorre lasciare aperti i rubinetti e le saracinesche superiori per favorire l'uscita degli ultimi residui d'aria e ciò per almeno otto ore.

La tratta da collaudare resterà così piena d'acqua e senza pressione per almeno 24 ore.

Si porterà successivamente e gradualmente la tratta in esame alla pressione di esercizio  $P_e$ , a mezzo di pompa a mano o meccanica e applicata nel punto più depresso della condotta.

Tale pressione sarà mantenuta per almeno 12 ore. Durante tale tempo si percorrerà la condotta nei due sensi allo scopo di individuare le eventuali perdite per cause eccezionali, in tal caso si leverà la pressione e si effettueranno le necessarie riparazioni.

Dopo di ciò la tratta sarà pronta per il collaudo definitivo e la pressione sarà portata a quella di collaudo servendosi della pompa e ivi mantenuta per altre 12 ore.

Per la presenza di giunti che non assicurano continuità assiale e per le caratteristiche elastiche del materiale, possono essere necessari consistenti reintegri di acqua, prima della stabilizzazione della pressione.

La prova è ritenuta positiva se al termine di ciascun periodo la pressione ha subito un decremento non superiore al 10% del valore nominale nelle prime due ore e un decremento non superiore al 2% nelle otto ore successive, oltre agli effetti delle variazioni termiche intervenute.

Delle prove suddette dovrà redigersi apposito verbale in contraddittorio con l'Impresa:

Gli oneri per l'esecuzione di dette prove sono a carico dell'Appaltatore.

### 56. Tubi di pvc rigido

Le caratteristiche devono essere conformi alla norma UNI EN 1401-1.

Le guarnizioni devono essere conformi alla norma UNI 681-1.

### 57. Tubi di polietilene

Dovranno essere del tipo ad alta densità (PEHD), prodotti in conformità delle Norme UNI 7611/78, 7613/76 - Tipo 312-303 e alle norme DIN 8074/8075 e successive modificazioni ed integrazioni, e dovranno essere rispondenti alle prescrizioni igienico-sanitarie del Ministero della Sanità relative a manufatti per liquidi alimentari, e dovranno essere contrassegnati dal marchio IIP. Tutti i tubi, in giunti ed i pezzi speciali dovranno essere dotati di marcatura indicante la ditta costruttrice, la pressione nominale (o la classe di impiego) ; le singole partite della fornitura dovranno essere accompagnate da documentazione dei risultati delle prove eseguite in stabilimento caratterizzanti i materiali impiegati ed i tubi forniti.

### 58. Posa di tubazioni in pvc ed altre materie plastiche

Le barre dovranno essere poste in opera perfettamente allineate ed in corrispondenza dei pozzetti di ispezione dovranno posti in opera gli appositi raccordi, con giunto tenuta, non aderendo il calcestruzzo al P.V.C.

Salvo diverse disposizioni che il Direttore dei Lavori potrà dare in corso d'opera, la costruzione del condotto dovrà essere eseguita in modo seguente.

Regolarizzato il fondo dello scavo secondo la profondità e le pendenze stabilite, si effettuerà il sottofondo in materiale arido (terra scelta sabbiosa, sabbietta, o stabilizzato a seconda delle disposizioni della DL) conformandone la superficie secondo la sagoma e pendenza esatta del tubo; indi si poserà il tubo e si eseguirà il collegamento con l'anello di tenuta, poi si eseguirà il rinfianco e la copertura del tubo sempre con lo stesso materiale, adottando i necessari accorgimenti per assicurare il perfetto posizionamento. I tubi si



interromperanno in corrispondenza delle camerette con pozzetti di ispezione, e dei manufatti; salto; in corrispondenza di questi sul fondo dovrà essere posto in opera mezzo tubo in pvc rinfiacato con conglomerato di cemento e la superficie laterale superiore verrà intonacata con malta di cemento additivata con idrofugo, e lisciata a ferro.

## **59. Tubi in Polietilene ad alta densità (PEAD) PN 16 per acqua potabile**

I tubi e i pezzi speciali in PEAD dovranno essere idonei al trasporto d'acqua potabile conformemente alle prescrizioni del D.M. 06/04/2004, n. 174.

Essi dovranno essere fabbricati per estrusione con resine derivate dalla polimerizzazione dell'etilene opportunamente stabilizzato con nero-fumo (2% in massa).

**Non è ammesso l'utilizzo di tubi fabbricati mediante l'utilizzo di materiali riciclati.**

Il suddetto materiale sarà comunque conforme alle norme di seguito riportate, per tubi ad alta densità:

- UNI EN 744 *"Sistemi di tubazioni e condotte di materia plastica - Tubi di materiale termoplastico - Metodo di prova per determinare la resistenza agli urti esterni con il metodo della percussione su generatrici diverse"*
- UNI EN 803 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica. Raccordi di materiale termoplastico stampati ad iniezione per giunti con anello elastico di tenuta per tubazioni in pressione. Metodo di prova per la resistenza ad una pressione interna di breve durata, senza effetto di estremità"*
- UNI ENV 852 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica per il trasporto di acqua destinata al consumo umano - Valutazione della migrazione - Guida sulla interpretazione dei valori di migrazione derivati di laboratorio"*
- UNI EN ISO 877 *"Materie plastiche - Metodi di esposizione diretta agli agenti atmosferici, all'irraggiamento solare sotto vetro e all'irraggiamento solare intensificato per mezzo di specchi di Fresnel"*
- UNI EN 917 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica - Valvole di materiale termoplastico - Metodo di prova per la resistenza alla pressione interna ed alla tenuta"*
- UNI EN 1056 *"Sistemi di tubazioni e condotte di materia plastica - Tubi e raccordi di materia plastica - Metodo per esposizione diretta agli agenti atmosferici"*
- UNI ISO 4582 *"Materie plastiche. Determinazione delle variazioni di colore e delle variazioni di proprietà dopo esposizione alla luce naturale sotto vetro, agli agenti atmosferici o alla luce artificiale"*
- UNI EN ISO 4611 *"Materie plastiche - Determinazione degli effetti dell'esposizione al colore umido, all'acqua nebulizzata ed alla nebbia salina"*
- UNI EN ISO 8795 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica per il trasporto d'acqua destinata al consumo umano - Valutazione della migrazione - Determinazione dei valori di Migrazione dei tubi e dei raccordi di materia plastica e dei loro giunti"*
- UNI EN 12294 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica - Sistemi per acqua calda e fredda - Metodo di prova per la tenuta sotto vuoto"*
- UNI EN ISO 13760 *"Tubi di materia plastica per il trasporto di fluidi in pressione - Regola di Miner - Metodo di calcolo per il danneggiamento cumulativo"*
- UNI EN 681-1 *"Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua - Gomma vulcanizzata"*
- UNI EN 681-2 *"Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua - Parte 2: Elastomeri termoplastici"*
- UNI EN 681-3 *"Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua. - Parte 3: Materiali cellulari di gomma vulcanizzata"*
- UNI EN 681-4 *"Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell' acqua - Parte 4: Elementi di tenuta di poliuretano colato"*
- UNI EN 682 *"Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali elastomerici utilizzati in tubi e raccordi per il trasporto di gas ed idrocarburi fluidi"*



- UNI EN 712 “Sistemi di tubazioni in materiale termoplastico. Giunzioni meccaniche di estremità con trasmissione di carico tra tubi in pressione e raccordi. Metodo di prova per la resistenza allo sfilamento ad estrazione sotto sforzo costante”
- UNI EN 714 “Sistemi di tubazioni in materiale termoplastico. Giunti di estremità senza trasmissione di carico con anello di guarnizione di elastomero, tra tubi in pressione e raccordi stampati. Metodo di prova per tenuta sotto pressione idrostatica interna senza effetto di estremità”
- UNI EN 715 “Sistemi di tubazioni in materiale termoplastico. Giunzioni di estremità con trasmissione di carico tra tubi in pressione di piccolo diametro e raccordi. Prova di tenuta a pressione d'acqua interna considerando la spinta di estremità”
- UNI EN 911 “Sistemi di tubazioni di materie plastiche. Giunti con guarnizione ad anello elastomerico e giunti meccanici per tubazioni in pressione di materiali termoplastici. Metodo di prova di tenuta sotto pressione idrostatica esterna”
- UNI EN 921 “Sistemi di tubazioni di materia plastica. Tubi di materiale termoplastico. Determinazione della resistenza alla pressione interna a temperatura costante”
- UNI EN 1680 “Sistemi di tubazioni di materia plastica - Valvole per sistemi di tubazioni di polietilene (PE) - Metodo di prova per la tenuta sotto e dopo flessione applicata al meccanismo di azionamento”
- UNI EN 1704 “Sistemi di tubazioni di materia plastica - Valvole di materiale termoplastico - Metodo di prova per l'integrità di una valvola dopo cicli termici, sottoposta a flessione”
- UNI EN 1705 “Sistemi di tubazioni di materia plastica - Valvole di materiale termoplastico - Metodo di prova verificare l' integrità di una valvola dopo un urto esterno”
- UNI EN 1716 “Sistema di tubazioni di materia plastica - Presa in carico con derivazione a T di polietilene (PE) - Metodo di prova per la resistenza all'urto di una presa in carico con derivazione a T”
- UNI ISO 4437 “Tubi di polietilene (PE) per condotte interrate per distribuzione di gas combustibili. Serie metrica. Specifica”
- UNI 9338 “Tubi di materie plastiche per condotte di fluidi caldi sotto pressione. Tubi di polietilene reticolato (PE-X). Tipi, dimensioni e requisiti”
- UNI 9349 “Tubi di polietilene reticolato (PE-X) per condotte di fluidi caldi sotto pressione. Metodi di prova”
- UNI EN ISO 9969 “Tubi di materiale termoplastico. Determinazione della rigidità anulare”
- UNI EN 12201-1:2004 “Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) - Generalità”
- UNI EN 12201-2:2004 “Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) - Tubi”
- UNI EN 12201-3:2004 “Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) - Raccordi”
- UNI EN 12201-4:2002 “Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) - Valvole”
- UNI EN 12201-5:2004 “Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) - Parte 5: Idoneità all'impiego del sistema”
- UNI CEN/TS 12201-7:2004 “Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) - Parte 7: Guida per la valutazione della conformità”
- UNI EN 12293 “Sistemi di tubazioni di materia plastica - Tubi e raccordi di materiale termo-plastico per acqua calda e fredda - Metodo di prova per la resistenza di assieme a cicli di temperatura”
- UNI EN 12295 “Sistemi di tubazioni di materia plastica - Tubi termoplastici e raccordi associati per acqua calda e fredda - Metodo di prova per la resistenza dei giunti a cicli di pressione”.
- UNI EN 1622 “Qualità dell'acqua - Determinazione della soglia di odore (TON) e della soglia di sapore (TFN)”
- **PAS 1075 “Pipes made from polyethylene for alternative installation techniques – Dimensions, technical requirements and testing”**

Le **tubazioni in polietilene PE100 RC** (ad elevatissima resistenza alla fessurazione), a DUE strati coestrusi di colore blu ESTERNO, nero INTERNO, conformi alla norma UNI EN 12201-2 ed aventi le seguenti caratteristiche:

- diametro nominale (Ø): .....
- SDR: .....
- classe di pressione (PN): .....



I compound in granuli utilizzati per le tubazioni devono essere omogenei e stabilizzati in origine dal produttore di materia prima, conformi alla norma UNI EN 12201-1, alla specifica tecnica PAS 1075 ed alle prescrizioni igienico-sanitarie del D.M. n. 174 del 6/4/04.

Le tubazioni devono essere in possesso delle certificazioni di conformità ai seguenti riferimenti normativi, rilasciate da organismi accreditati secondo CEI EN 45011:

1. UNI EN 12201-2 "Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua e per scarico e fognature in pressione – Polietilene (PE) – Parte 2: Tubi"
2. UNI EN 1622 "Qualità dell'acqua - Determinazione della soglia di odore (TON) e della soglia di sapore (TFN)"
3. PAS 1075 "Pipes made from polyethylene for alternative installation techniques – Dimensions, technical requirements and testing"

Per ogni lotto di tubi forniti, il certificato di analisi del tipo & 3.1 EN 10204, fornito su richiesta, deve contenere i risultati delle prove relative alle seguenti proprietà:

- controlli dimensionali (UNI EN ISO 3126)
- indice di fluidità a 190 °C e 5 kg (UNI EN ISO 1133)
- tempo induzione all'ossidazione a 210 °C (UNI EN 728)
- allungamento % a rottura (UNI EN ISO 6259)
- resistenza alla pressione idrostatica  $\geq 165$  h a 80 °C  $\sigma$  5,4 MPa (UNI EN ISO 1167)

La marcatura dei tubi deve essere effettuata direttamente sulla superficie esterna ad intervalli non maggiori di 1 m, in modo da risultare leggibile durante lo stoccaggio e l'impiego, e deve fornire almeno le seguenti informazioni:

- nome del produttore:
- nome commerciale:
- Ø: .....
- spessore: .....
- PN: .....
- SDR: .....
- designazione materiale: PE100 RC
- norme/specifiche di riferimento: UNI EN 12201, PAS 1075
- marchi di conformità: KIWA, DIN CERTCO, ...
- data/ora di produzione: .....

## 60. Tubi in PVC per fognature

I tubi, i raccordi e gli accessori in PVC dovranno essere contrassegnati con il marchio di conformità IIP di proprietà dell'Ente Nazionale Italiano di Unificazione UNI e gestito dall'Istituto Nazionale Italiano dei Plastici ed essere conformi alle norme di seguito riportate, tipo SN, contrassegnati con il marchio IIP:

- UNI EN 580 "Sistemi di tubazioni di materia plastica - Tubi di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Metodo di prova della resistenza al clorometano ad una temperatura specificata (DCMT)"
- UNI EN 1905 "Sistemi di tubazioni di materia plastica - Tubi, raccordi e materiali di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Metodo di valutazione del contenuto di PVC in base al contenuto totale di cloro"
- UNI EN 1401-1:2009 "Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Parte 1: Specifiche per i tubi, i raccordi ed il sistema"
- UNI ENV 1401-2:2001 "Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Guida per la valutazione della conformità"
- UNI ENV 1401-3:2002 "Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Guida per l'installazione".

La connessione tra i tubi si realizzerà tramite un sistema di giunzione integrato del tipo bicchiere ad anello operante in soprapressione e depressione, garantito da una guarnizione preinserita e composta da un elemento di tenuta in elastomero EPDM rispondente alle norme:

- UNI EN 681-1:2006 "Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua - Parte 1: Gomma vulcanizzata"



- UNI EN 681-2:2005 *"Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua - Parte 2: Elastomeri termoplastici"*
- UNI EN 681-3:2005 *"Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua - Parte 3: Materiali cellulari di gomma vulcanizzata"*
- UNI EN 681-4:2005 *"Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua - Parte 4: Elementi di tenuta di poliuretano colato"*

Tutte le guarnizioni dovranno essere state precedentemente testate in laboratorio e poter permettere una deviazione angolare pari ad almeno 3°.

Alla consegna di ogni specifica partita di materiale dovranno seguire in allegato:

- dichiarazioni di conformità rilasciata dal produttore per quella specifica partita
- copia dei certificati e delle registrazioni degli esiti dei test, relativi alle materie prime impiegate ed ai tubi oggetto della fornitura, che ne attestino la rispondenza alle prescrizioni sopra esposte.

## 61. Tubi in PEAD corrugati a doppia parete

Tubo strutturato in PEAD a doppia parete, corrugato esternamente e liscio internamente, realizzato per coestrusione continua delle due pareti, prodotto da azienda certificata secondo UNI ES ISO 9002 in barre di qualsiasi lunghezza.

Il profilo, le dimensioni e le proprietà meccaniche del tubo dovranno rispondere alle prescrizioni delle norme di seguito riportate, per tubi strutturati in PE di tipo B.

- UNI EN 13476-1 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione - Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato(PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) - Parte1: Requisiti generali e caratteristiche prestazionali"*
- UNI EN 13476-2 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione - Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato(PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) - Parte2: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna ed esterna liscia e il sistema, tipo A"*
- UNI EN 13476-3 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione - Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato(PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) - Parte 3: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna liscia e superficie esterna profilata e il sistema, tipo B"*
- UNI EN 13476-4 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione - Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) - Parte 4: Guida per la valutazione della conformità"*.

Il tubo dovrà essere dotato di Marchio P IIP/a, certificato di prova all'abrasione secondo DIN 19566-2, classe di rigidità SN > (4) KN/mq rilevata su campioni di prodotto secondo EN ISO 9969.

DIAMETRO ESTERMO (mm) 110-125-160-200-250-315-400-500-630-800-1000-1200.

Le singole barre dovranno avere le estremità tagliate perpendicolarmente all'asse vano tra anelli successivi. Le giunzioni fra le barre di tubo, ed i pezzi speciali, avverranno a mezzo di bicchiere corredato da guarnizioni elastomeriche, in EPDM, da posizionare singolarmente sulla prima gola di corrugazione di ciascuna testata del tubo, oppure mediante saldatura di testa per polifusione.

Le tubazioni della fornitura saranno condotte di scarico per fognature civili, industriali od agricole, eventualmente accompagnate da dichiarazione di conformità della Ditta produttrice, saranno interrate dall'Impresa appaltatrice secondo le prescrizioni dell'IIP e la norma ENV 1046 inerenti la corretta posa in opera, successivamente collaudate in base alle modalità previste dal DM 12/12/85, ed adatte al convogliamento di fluidi a pelo libero fornite in barre di lunghezza di 6 - 12 m corredate di bicchiere di giunzione con anello di tenuta, quest'ultimo conforme alla norma UNI EN 681-1 di materiale elastomerico a labbro.

La Direzione dei Lavori ha facoltà di sottoporre presso laboratori qualificati e riconosciuti i relativi provini per accertare la loro rispondenza alle norme indicate. I tubi dovranno essere in barre di m 6 con incorporate sulla barra giunto a bicchiere del tipo scorrevole con incorporata guarnizione elastomerica.



L'eventuale impiego di lunghezze inferiori a 1, 2, 3 m, ove sia necessario, non dà diritto all'Appaltatore alla modifica del prezzo espresso al metro lineare dell'unito elenco. Ogni segmento di tubo impiegato dovrà essere previsto di giunto elastico.

Nel caso le tubazioni siano utilizzate per la realizzazione di cavidotti interrati dovranno rispondere alle norme CEI, UNI, USL, legge 186/68, legge 46/90 ed a tutte le normative europee recepite dalla legislazione italiana sull'argomento.

## **62. Tubi in PP corrugati doppia parete**

Il tubo strutturato in polipropilene corrugato dovrà essere conforme alle seguenti norme:

- UNI EN 13476-1 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione - Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato(PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) - Parte1: Requisiti generali e caratteristiche prestazionali"*
- UNI EN 13476-2 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione - Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato(PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) - Parte2: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna ed esterna liscia e il sistema, tipo A"*
- UNI EN 13476-3 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione - Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato(PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) - Parte 3: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna liscia e superficie esterna profilata e il sistema, tipo B"*
- UNI CEN/TS 13476-4 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione - Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) - Parte 4: Guida per la valutazione della conformità"*.

Sarà realizzato per coestrusione continua delle due pareti, prodotto da azienda certificata secondo UNI EN ISO 9002 in barre di qualsiasi lunghezza. La parete interna liscia dovrà essere di colore chiaro per facilitare l'ispezione visiva e con telecamere. Il profilo, le dimensioni e le proprietà meccaniche del tubo dovranno rispondere alle prescrizioni delle UNI 10968, prEN 13476-1 del gennaio 2001 per tubi strutturati in PP di tipo B.

DIAMETRO ESTERMO (mm) 160-200-250-315-400-500-630-800-1000-1200.

La classe di rigidità anulare, misurata secondo EN ISO 9969, sarà SN 16. Le singole barre dovranno avere le estremità tagliate perpendicolarmente all'asse nel vano tra anelli successivi. Le giunzioni fra le barre di tubo, ed i pezzi speciali, avverranno a mezzo di apposito bicchiere corredato da guarnizioni elastomeriche in EPDM conformi alle norme UNI EN 681-1-2-3 e 4, da posizionare singolarmente sulla prima gola di corrugazione di ciascuna testata del tubo, oppure mediante saldatura di testa per polifusione, oppure mediante bicchiere in linea secondo quanto indicato dalla Direzione dei Lavori

Le tubazioni della fornitura utilizzate come condotte di scarico per fognature civili, industriali od agricole, eventualmente accompagnate da dichiarazione di conformità della Ditta produttrice, saranno interrate dall'Impresa appaltatrice secondo le prescrizioni dell'IIP e la norma ENV 1046 inerenti la corretta posa in opera, successivamente collaudate in base alle modalità previste dal DM 12/12/85, ed adatte al convogliamento di fluidi a petto libero fornite in barre di lunghezza di 6 - 12 m, corredate di bicchiere di giunzione con anello di tenuta, quest'ultimo conforme alla norma UNI EN 681-1 di materiale elastomerico a labbro.

La Direzione dei Lavori ha facoltà di sottoporre presso laboratori qualificati e riconosciuti i relativi provini per accertare la loro rispondenza alle norme indicate. I tubi dovranno essere in barre di m 6 con incorporato sulla barra giunto a bicchiere del tipo scorrevole con incorporata guarnizione elastomerica.

L'eventuale impiego di lunghezze inferiori a 1, 2, 3 m, ove sia necessario, non dà diritto all'Appaltatore alla modifica del prezzo espresso al metro lineare dell'unito elenco. Ogni segmento di tubo impiegato dovrà essere provvisto di giunto elastico.

Nel caso le tubazioni siano utilizzate per la realizzazione di cavidotti interrati dovranno rispondere alle norme CEI, UNI, USL, legge 186/68, legge 46/90 ed a tutte le normative europee recepite della legislazione italiana sull'argomento.



### **63. Tubi in PEAD spiralati**

Tubo strutturato in PEAD spiralato (diametro nominale interno), realizzato per avvolgimento continuo di profilo a sezione rettangolare su mandrino, con all'interno apposite cavità circolari atte a garantirne e migliorarne il momento d'inerzia e quindi la resistenza ai carichi statici e dinamici.

Le tubazioni di classe SN8 per condotte di scarico interrate, in polietilene ad alta densità con profilo di parete strutturato di tipo Spiralato, dovranno essere realizzate interamente in polietilene (PE a.d.) in tutto conforme alla norma DIN 16961, certificata con marchio di qualità di sistema (tubo con giunzione). La ditta produttrice delle tubazioni deve operare in regime di Qualità Aziendale secondo UNI EN ISO 9001, Qualità Ambientale secondo UNI EN ISO 14001 e Sicurezza UNI ISO 45001, tutte validate e certificate da Organismo terzo accreditato, ed essere regolarmente iscritta al Consorzio Nazionale (obbligatorio) "PolieCo" (D.Lgs. 152/2006 - art. 234). Lunghezza delle barre 3,00m.

Il profilo di parete dovrà essere internamente liscio e di colore chiaro per consentire una migliore ispezionabilità visiva o con telecamere; esternamente la struttura profilata dovrà essere idonea a garantire il momento d'inerzia necessario per ottenere la rigidità anulare SN misurata secondo EN ISO 9969. La flessibilità anulare dovrà essere verificata secondo metodo EN 1446 con deformazione  $\geq 30\%$  del diametro esterno della tubazione (RF30 da riportare in marcatura). La resistenza minima a trazione sulla linea di giunzione fra le spire dovrà essere  $\geq 1020$  N verificata secondo metodo EN 1979. Le barre dovranno riportare sulla superficie esterna la marcatura come richiesta dalla norma di riferimento, oltre alle informazioni relative al marchio di qualità di sistema. Le giunzioni fra gli elementi saranno realizzate a mezzo di apposito bicchiere elettrosaldabile in polietilene, costruito senza soluzione di continuità con il tubo e dotato di apposita resistenza interna per la realizzazione dell'elettrofusione con il maschio dell'elemento successivo. Le tubazioni saranno fornite e poste in opera anche in presenza di acqua fino a qualsiasi battente ed il relativo aggettamento. Le tubazioni dovranno essere poi sottoposte a processo di pulizia e alle successive prove di tenuta e collaudo funzionale delle condotte come previsto da normativa e comunque secondo le indicazioni della DL. Le tubazioni saranno corredate dei relativi pezzi speciali sempre per garantire la classe SN8.

Le tubazioni della fornitura utilizzate come condotte di scarico per fognature civili, industriali od agricole, dovranno essere accompagnate da dichiarazione di conformità della Ditta produttrice, saranno interrate dall'Impresa appaltatrice secondo le prescrizioni dell'ILP e la norma ENV 1046 inerenti la corretta posa in opera, successivamente collaudate in base alle modalità previste dal DM 12/12/85, ed adatte al convogliamento di fluidi a pelo libero e comunque secondo le indicazioni della Stazione Appaltante/DL.

La Direzione dei Lavori ha facoltà di sottoporre presso laboratori qualificati e riconosciuti i relativi provini per accertare la loro rispondenza alle norme indicate.

Il tubo in polietilene spiralato per fognature SN 8 sarà realizzato in polietilene ad alta densità spiralato, con pareti interne lisce ed esterne con profilo ad omega e/o compatto, rinforzato all'interno con un tubo corrugato in polipropilene, costruite per avvolgimento continuo a spirale di apposito profilo, con bicchiere con spirale integrata in acciaio per l'elettrofusione, conformi DIN 16961 in barre da mt 2 aventi rigidità anulare SN 8 fornito e posto in opera in un letto di sabbia o ghiaietto, se in presenza di acqua, dello spessore minimo di  $15 + 1/10$  del diametro del tubo, con un rinfianco e ricoprimento con sabbia fine e asciutta dello stesso spessore del piano di posa. Sono compresi: la posa anche in presenza di acqua fino ad un battente di cm 20 ed il relativo aggettamento; le prove di laboratorio sui materiali; le prove di tenuta in opera previste dalla vigente normativa e la fornitura dei relativi certificati, fornito e posto in opera in barre da 2,00m secondo le indicazioni della D.L. e Stazione Appaltante.

### **64. Camerette d'ispezione prefabbricate o gettate in opera**

*Prescrizioni relative alla fornitura*

*Definizione*

Le norme seguenti si riferiscono ai manufatti e dispositivi diversi prefabbricati in conglomerato cementizio semplice, armato o unite a parti di ghisa, che non siano oggetto di una specifica regolamentazione.

In presenza di apposite disposizioni di legge o di regolamenti, le norme seguenti debbono intendersi integrative e non sostitutive.

*Prescrizioni costruttive*

Non vengono dettate prescrizioni particolari per quanto attiene al tipo degli inerti, alla qualità e alle dosi di cemento adoperato, al rapporto acqua-cemento, alle modalità d'impasto e di getto e alle forme. Il fabbricante prenderà di sua iniziativa le misure atte a garantire che il prodotto risponda alle prescrizioni di qualità più



Tutti gli elementi prefabbricati devono essere dotati di fori non passanti per l'inserimento dei gradini antiscivolo.

Le prove sulla produzione ordinaria e le prove dirette ai sensi della normativa vigente dovranno essere eseguite conformemente alla norma DIN 4034.



I fondi per pozzetti devono essere di tipo stampato in monoblocco, in modo tale da garantire l'impermeabilizzazione, con diametri [D] aventi sezione 160 o 200 (mm) e derivazioni d'uscita [d] 160 o 200 (mm) e dotate di un bicchiere nel quale è preinserito ed alloggiato un giunto in elastomero di tenuta in gomma flessibile conforme alla norma UNI EN 681-1, in modo tale da assicurare la tenuta quando verrà posato in opera e verrà accoppiato con la parte maschio di un altro tubo. La camera dei pozzetti della fornitura deve essere dotata di fondo di scorrimento in modo tale da assicurare la continuità del fluido trasportato facilitandone lo scorrimento (a valle) del refluo in modo tale da prevenire inclusioni. I fondi per pozzetti, prodotti e/o commercializzati in Aziende che operano in regime di Assicurazione Qualità in conformità alla norma UNI EN ISO 9002 ed in possesso della relativa certificazione rilasciata da Organismo riconosciuto dal CISQ, saranno di colore RAL 8023.

- Prolunga fino a raggiungere h 1000 (mm) di diametro 400 (mm).
- Chiusino in ghisa sferoidale C250 UNI EN 124.
- Guarnizioni per la tenuta idraulica.
- Il chiusino dovrà essere in ghisa sferoidale GS 500-7 conforme alla classe C250 della norma UNI-EN124 (1995) con luce netta pari al diametro DN 540 mm, dimensione esterna pari a diametro 680 mm ed altezza pari a 75 mm.
- La piattabanda di fondazione sarà in calcestruzzo dello spessore di cm 10 e spessore delle pareti di almeno cm 10.
- Rinfianco con materiale arido compattato, la carotazione della condotta civica, l'allaccio dal pozzetto multiutente secondario fino alla condotta civica con innesto per il gres da fornirsi a parte, oppure, l'allaccio dal pozzetto multiutente al pozzetto principale con condotta in PVC pari al diametro dell'uscita dal pozzetto per una distanza fino a 10,00 m.

La tenuta fra il pozzetto e le tubazioni dovrà essere realizzata senza l'impiego di sigillanti aggiuntivi.

## **67. Camerette d'ispezione prefabbricate**

Pozzetto d'ispezione in calcestruzzo vibrato con base di appoggio in calcestruzzo magro, rinfianchi in materiale incoerente, collegamento delle tubazioni, controllo idraulico per la tenuta idraulica senza l'impiego di sigillanti o stuccature di qualsiasi natura sia per gli innesti principali che per gli eventuali allacciamenti.

Il pozzetto d'ispezione dovrà essere in calcestruzzo vibrato realizzato con l'impiego di cemento ad alta resistenza ai solfati.

Il pozzetto per altezze fino a circa tre metri, dovrà essere realizzato in due soli elementi: la base completa con fori d'innesto, rivestimento interno in polycrète (malta polimerica derivante da miscelazione di opportune dosi di inerti selezionati di granulometria 0-2 mm, resina poliestere, additivi, reagenti e indurenti: spessore minimo del rivestimento 2 cm), con sagomatura del fondo e l'elemento monolitico di rialzo ad altezza come da progetto completo di cono di riduzione fino al diametro di circa 600 mm necessario alla posa del chiusino.

Il giunto tra la base e l'elemento monolitico di rialzo dovrà essere sagomato sia nel maschio sia nella femmina, in modo da garantire le tolleranze ottimali per la compressione della gomma costituente la guarnizione.

Per facilitarne il montaggio, il giunto dovrà presentare l'elemento femmina nella base. L'anello di tenuta in gomma sintetica, dovrà essere incorporato durante il getto e sarà protetto da un idoneo elemento in polistirolo. Quest'ultimo e le guarnizioni per gli innesti delle tubazioni principali e secondarie dovranno avere una durezza della gomma di 40 +/-5° IRHD conforme alle norme UNI 4920, DIN 4060, ISO 4633, UNI EN 681.1.

Le tolleranze dimensionali, controllate e registrate in stabilimento di produzione, riferite alla circolarità dell'elemento maschio e femmina del pozzetto e dei fori per gli innesti delle tubazioni principali, dovranno essere comprese tra 1-2 ‰ delle dimensioni nominali.

La produzione dei pozzetti dovrà essere controllata nelle varie fasi in analogia a quanto previsto nelle tabelle, dalla prima alla quinta, della guida applicativa I.C.M.Q. per la certificazione del sistema di qualità aziendale per le tubazioni prefabbricate in calcestruzzo.

I pozzetti, i collegamenti tra le basi e gli elementi monolitici di rialzo e gli innesti con le condotte dovranno essere a perfetta tenuta idraulica.

La posa sarà preceduta da: lubrificazione delle guarnizioni per gli innesti delle tubazioni; rimozione della protezione in polistirolo della cavità di espansione della gomma e della lubrificazione della stessa e dell'elemento maschio da effettuarsi con apposito lubrificante.

Sistemi di sollevamento previsti in osservanza al D.L. 494/96.



## 1 Normative di riferimento

- UNI 4920 “Prodotti finiti di elastomeri. Guarnizioni di tenuta ad anello per tubazioni di acquedotti e di scarico. Requisiti e prove”
- DIN 4060 “Prodotti di tenuta a base elastomerica per giunti di tubazioni in canalizzazioni e fognature”
- ISO 4633 “Rubber seals - Joint rings for water supply, drainage and sewerage pipelines. Specification for materials”
- EN 681.1 “Elastomeric seals Material requirements for pipe joint seals used in water and drainage application part 1: vulcanized rubber”
- DIN 4034/95 “Pozzetti d'ispezione in calcestruzzo. Misure, capitolato tecnico”
- UNI 8981 “Durabilità delle opere e manufatti in calcestruzzo”
- DM 12.12.85 “Norme tecniche relative alle tubazioni Circ. LL.PP. 27291 Istruzioni relative alle normative per le tubazioni”
- ATV A127 “Guideline for the statical analysis of sewage channels and pipelines”
- prEN N509E “Concrete manholes and inspection chambers, unreinforced, steel fibre and reinforced”.

## 68. Tubazioni in cemento

I tubi in calcestruzzo di cemento per condotti devono essere ben calibrati di spessore e lunghezza uniforme, rettilinei, ben stagionati e compatti, con la superficie interna liscia e di sufficiente impermeabilità.

I bordi e la superficie devono essere privi di rotture, scheggiature e screpolature.

Il calcestruzzo impiegato per la confezione deve essere assimilato alla categoria Rck 250.

- UNI EN 588-1 “Tubi di fibrocemento per fognature e sistemi di scarico. Tubi, raccordi e accessori per sistemi a gravità”
- UNI EN 1444 “Tubi di fibrocemento. Guida per la posa e le pratiche di cantiere”.

## 69. Tubi in cemento vibro-compresso - Giunti a bicchiere per fognature a gravità e in pressione:

I tubi in cemento vibro-compresso semplice o armato, debbono essere dosati a non meno di q 3,5 di cemento tipo 425 per mc, con impiego di inerti di granulometria appropriata onde ottenere una massa omogenea e compatta. I tubi devono essere ben stagionati, rettilinei, a sezione interna perfettamente circolare, di spessore uniforme e senza screpolature.

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 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, recanti le norme per la tutela delle acque dall'inquinamento. L'assorbimento d'acqua del calcestruzzo non dovrà superare l'8% in massa.



I tubi e i pezzi speciali non armati dovranno avere caratteristiche rispondenti alle norme UNI Sperimentali 9534/89 *“Tubi di calcestruzzo non armato per fognature, a sezione interna circolare, senza piede di appoggio.”*

I tubi e i pezzi speciali in fibrocemento dovranno avere caratteristiche rispondenti alle norme UNI EN 512 *“Prodotti di fibrocemento - Tubi e giunti per condotte in pressione.”*

I tubi e i pezzi speciali non armati, rinforzati con fibre di acciaio dovranno avere caratteristiche rispondenti alle norme UNI EN 1916/04 *“Tubi e raccordi di calcestruzzo non armato, rinforzato con fibre di acciaio e con armature tradizionali.”*

Le tubazioni in cemento armato prefabbricato a sezione circolare con o senza piano d'appoggio e bicchiere esterno dovranno di norma avere lunghezza non inferiore a m 2,00. Le guarnizioni di tenuta in gomma sintetica posizionate sul giunto maschio dovranno essere conformi alle norme UNI EN 681-1/97 atte a garantire una tenuta idraulica perfetta ad una pressione interna di esercizio non inferiore 0,5 atmosfere. La posa sarà preceduta dall'applicazione sull'imbocco femmina del tubo di apposito lubrificante compatibile con la gomma stessa. Le tubazioni avranno sezione interna richiesta in progetto e dovranno rispondere alle prescrizioni previste dalle norme UNI 8520/02, UNI 8981/99, dal D.M. 12-12-1985 e circolare Ministeriale LL.PP. n. 27291 del 02-03-1986 e D.M. 14-02-1992. La resistenza caratteristica a compressione del calcestruzzo non dovrà essere inferiore a 45 MPa (450 kg/cm<sup>2</sup>).

I tubi e i pezzi speciali armati per condotte in pressione dovranno avere caratteristiche rispondenti alle norme UNI EN 639/96, UNI EN 640/96 e UNI EN 641/96.

Le superfici interne ed esterne devono essere perfettamente lisce. Tutta la superficie di innesto dei tubi, sia nella parte a maschio sia in quella a femmina, deve risultare perfettamente integra.

La lunghezza dell'innesto dei tubi deve essere almeno uguale al loro spessore. L'impasto deve essere ben compatto e senza soluzioni di continuità, il conglomerato deve essere così intimamente mescolato che gli elementi del ghiaietto e del pietrisco dovranno rompersi sotto l'azione del martello senza staccarsi dalla malta.

L'armatura metallica sarà tale da garantire la più assoluta sicurezza per le condizioni di impiego della tubazione.

Le estremità dei tubi il cui giunto è da realizzarsi con anello in neoprene devono avere l'apposita scanalatura di sede per l'anello stesso.

I tubi in cemento armato dovranno rispettare le prescrizioni contenute dalle norme:

- UNI EN 639: 1996 *“Prescrizioni comuni per tubi in pressione di calcestruzzo, inclusi giunti e pezzi speciali”*
- UNI EN 640: 1996 *“Tubi in pressione di calcestruzzo armato e tubi in pressione di calcestruzzo con armatura diffusa (del tipo senza cilindro), inclusi giunti e pezzi speciali”*
- UNI EN 641: 1996 *“Tubi in pressione di calcestruzzo armato del tipo con cilindro, inclusi giunti e pezzi speciali”*
- UNI EN 642: 1996 *“Tubi in pressione di calcestruzzo precompresso con cilindro e senza cilindro, inclusi giunti e pezzi speciali, e prescrizioni specifiche per l'acciaio di precompressione dei tubi”.*

## **70. Anelli elastici per giunzioni di tubi**

### *Ambito di validità*

Le seguenti prescrizioni stabiliscono i requisiti delle guarnizioni ad anello di elastomero compatto, usate per giunti di tubazioni di qualunque dimensione e forma di sezione. Esse si applicano quindi alle guarnizioni di tenuta ad anello per tubazioni qualunque sia il materiale impiegato nella costruzione delle stesse, includendo: ghisa, acciaio, gres, fibro-cemento, cemento armato ordinario e precompresso e materie plastiche.

Per tutto quanto non espressamente precisato dal presente articolo, valgono le norme:

- UNI EN 681-1 *“Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua - Parte 1: Gomma vulcanizzata”*
- UNI EN 681-2 *“Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua - Parte 2: Elastomeri termoplastici”*
- UNI EN 681-3 *“Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua - Parte 3: Materiali cellulari di gomma vulcanizzata”*
- UNI EN 681-4 *“Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua - Parte 4: Elementi di tenuta di poliuretano colato”.*



### Classificazione

I vulcanizzati utilizzati per la costruzione di anelli di tenuta sono suddivisi nelle sei classi di durezza normale IRHD seguenti:

40, 50, 60, 70, 80 e 88.

Questi valori devono considerarsi come preferenziali.

Ove siano richiesti valori di durezza diversi da quelli nominali, il prodotto va riferito alla classe di durezza nominale più prossima.

Per durezza IRHD intermedie e cioè: 45, 55, 65, 75 e 84, valgono i requisiti richiesti per la classe di durezza immediatamente inferiore.

#### 12.18.3 Prescrizioni di qualità

##### 12.18.3.1 – Caratteristiche fisico-meccaniche

I Limiti di accettabilità dei parametri fisico-meccanici e di resistenza ad azioni deterioranti relativi a ciascuna classe sono riportati nella Tabella 23.

I valori minimi ammissibili del carico di rottura sono riportati nella Tabella 24.

**Tabella 23: Requisiti relativi alle caratteristiche fisico-meccaniche delle guarnizioni di tenuta ad anello elastico**

Caratteristica	Classe					
	1	2	3	4	5	6
	Valore limite					
Durezza nominale IRHD	40	50	60	70	80	88
Campo di durezza IRHD	35 a 45	46 a 55	56 a 65	66 a 75	76 a 84	85 a 91
Tolleranza sulla durezza IRHD	± 5	± 5	± 5	± 5	± 4	± 3
Allungamento a rottura (min) %	450	400	325	200	125	100
Deformazione residua a compressione dopo 22 h a 70 °C (max) %	25	25	25	25	25*	25*
dopo 70 h a 23 °C (max) %	10	10	10	15	15*	15*
Invecchiamento (168 h a 70 °C)						
Variazione di durezza IRHD (max)	+8 5	+8 5	+8 5	+8 5	+8 5	±5
Diminuzione di carico di rottura (max) %	15	15	15	15	20	20
Allungamento a rottura (limiti di variazione max)	+ 10/20	+ 10/20	+ 10/20	+ 10/20	+ 10/30	+ 10/30
Variazione di volume per immersione in acqua neutra (max) %	+ 8 0	+ 8 0	+ 8 0	+8 0	+8 0	+8 0
Variazione di volume per immersione in soluzioni acide o basiche (max) %	±3	±3	±3	±3	±3	±3
Rilassamento della forza a compressions dopo 166 h a 23 °C (max) %	15	15	15	15	18*	18*
Aumento max di durezza IRHD dopo 22 h a 10 °C	10	10	10	—	—	—
Resistenza all'ozono	**	**	**	**	**	**

[\*] I valori si applicano ai materiali di durezza nominale IRHD di 80 e 88 soltanto quando essi svolgono una diretta funzione di tenuta.

[\*\*] Nessuna screpolatura visibile ad occhio nudo.

**Tabella 24: Requisiti relativi al carico di rottura a trazione delle guarnizioni di tenuta ad anello elastico**

Caratteristica	Classe					
	1	2	3	4	5	6
	Valore limite					



Carico di rottura (min)						
— per gomma naturale Mpa	14	13	12	11	10	8
— per elastomeri sintetici Mpa	9	9	9	9		

Nel caso di mescolanze nelle quali si utilizzino elastomeri sintetici in taglio con gomma naturale, valgono i limiti fissati per il tipo di elastomero presente in quantità uguale o maggiore del 50% della quantità totale di elastomeri impiegati.

#### **Composizione**

La mescolanza di elastomeri con la quale vengono fabbricate le guarnizioni deve essere esente da rigenerato.

##### **12.18.3.3 – Forme e dimensioni**

Gli spessori e le circonferenze degli anelli di tenuta devono essere determinati in funzione delle dimensioni dei condotti, previa intesa con la Stazione appaltante.

Le tolleranze degli spessori rispetto alle misure nominali sono indicate nella *Tabella 25*.

La lunghezza della circonferenza può scostarsi dal valore nominale al massimo del 2% ( $\pm$ ).

**Tabella 25: Tolleranze degli spessori degli anelli di tenuta a struttura compatta**

Campo degli spessori nominali (mm)	Scostamenti ammissibili
da 6 a 9	0 ÷ +0,4
da 9 a 10	0 ÷ +0,5
da 10 a 18	-0,4 ÷ +0,8
da 18 a 30	-0,4 ÷ +1,2
da 30 a 50	-0,4 ÷ +1,6

Le eventuali bave non devono pregiudicare la tenuta e, se non in zona di tenuta, devono avere uno spessore non maggiore di 0,4 mm e una larghezza non maggiore di 0,8 mm.

Per le guarnizioni estruse, la saldatura non deve causare alcuna discontinuità di sezione che pregiudichi la tenuta.

#### **Marcatura**

Quando possibile, ogni guarnizione deve essere marcata in modo indelebile e secondo le modalità concordate con la Stazione appaltante in relazione ai procedimenti di lavorazione; la marcatura deve riportare almeno le indicazioni seguenti:

- il nome od il marchio del fabbricante;
- l'anno e, ove possibile, il mese di fabbricazione;
- il codice di identificazione.

La marcatura deve essere effettuata in una zona che non pregiudichi la funzionalità della guarnizione.

Quando la marcatura non è possibile, perché per esempio per le ridotte dimensioni della guarnizione potrebbe pregiudicarne la funzionalità, le guarnizioni devono essere raccolte in opportuni imballaggi (per esempio scatole) su cui siano riportate le indicazioni di cui sopra.

#### **Prove**

La preparazione dei provini, il campionamento e le misure di durezza, carico ed allungamento a rottura, deformazione residua a compressione, invecchiamento accelerato in aria, variazione di volume in acque neutre ed in soluzioni acide e basiche, rilassamento della forza, variazione di durezza a bassa temperatura e resistenza all'ozono vengono eseguite secondo le modalità della norma UNI 4920.

#### **Immagazzinamento**

Per il mantenimento delle proprietà chimico-fisiche, le guarnizioni devono essere immagazzinate in un locale sufficientemente asciutto, fresco ed oscuro; in ogni caso è da evitare la vicinanza di fonti dirette di calore e la diretta incidenza di radiazioni solari sulle guarnizioni stesse.

#### **Controlli e collaudo della fornitura**

Le prove sulla produzione ordinaria e le prove dirette ai sensi della normativa vigente, verranno eseguite conformemente alle norme UNI 4920 "Prodotti finiti di elastomeri. Guarnizioni di tenuta ad anello per tubazioni di acquedotti e di scarico. Requisiti e prove".

## **71. Dispositivi di chiusura e di coronamento**



Il presente articolo si applica ai dispositivi di chiusura delle camerette d'ispezione ed ai dispositivi di coronamento dei tombini per la raccolta delle acque di scorrimento in superficie. Per tutto quanto non espressamente precisato nel presente articolo, valgono le norme europee EN 124: 1995 "Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione utilizzate da pedoni e da veicoli. Principi di costruzione, prove di tipo, marcatura, controllo di qualità".

#### 12.24.1 Classificazione

I dispositivi di chiusura e di coronamento sono divisi nelle classi di seguito elencate, correlate al luogo di installazione:

- Classe A 15: Zone usate esclusivamente da pedoni e ciclisti e superfici paragonabili quali spazi verdi.
- Classe B 125: Marciapiedi, zone pedonali aperte solo occasionalmente al traffico veicolare e superfici paragonabili, aree di parcheggio e parcheggi a più piani per macchine.
- Classe C 250: interessa esclusivamente i dispositivi di coronamento installati su banchine carrabili e nelle cunette ai bordi delle strade, che si estendono al massimo fino a 0,5 m sulle corsie di circolazione e fino a 0,2 m sui marciapiedi, misurati a partire dal bordo del marciapiede.
- Classe D 400: vie di circolazione normale, incluse le zone pedonali in cui il traffico è vietato per certi periodi.
- Classe E 600: vie di circolazione private sottoposte a carichi assiali particolarmente elevati.
- Classe F 900: zone speciali, in particolare aeroportuali.

#### Materiali

##### Prescrizioni generali

Per la fabbricazione dei dispositivi di chiusura e di coronamento, eccetto le griglie, potranno essere utilizzati i seguenti materiali, secondo le indicazioni del progetto e/o della Direzione dei Lavori:

- ghisa a grafite lamellare;
- ghisa a grafite sferoidale;
- uno dei materiali precedenti in abbinamento con calcestruzzo;

Per la fabbricazione delle griglie, che permettono la raccolta delle acque di scorrimento, potranno essere utilizzati seguenti materiali, secondo le indicazioni del progetto e/o della Direzione dei Lavori:

- ghisa a grafite lamellare;
- ghisa a grafite sferoidale.

Di norma il riempimento dei coperchi dovrà essere realizzato in calcestruzzo e, solo previo consenso della Direzione dei Lavori, in altro materiale adeguato.

##### Fabbricazione, qualità e prove

La fabbricazione, la qualità e le prove dei materiali sotto elencati devono essere conformi alle norme ISO e alle seguenti Euronorme:

- Ghisa a grafite lamellare - ISO/R 185 - Classificazione della ghisa grigia.
- Ghisa a grafite sferoidale - ISO 1083 - Ghisa a grafite sferoidale o grafite nodulare.

Il calcestruzzo utilizzato per l'eventuale riempimento dei coperchi dovrà avere la seguente composizione:

- Cemento Portland (CPA 45 o 55) = 400 kg/m<sup>3</sup>
- Sabbia di fiume 0,3/5 mm = 700 kg/m<sup>3</sup>
- Ghiaia silicea 6/15 mm = 1120 kg/m<sup>3</sup>

Il calcestruzzo finale dovrà avere una densità superiore a 2,4.

La resistenza caratteristica alla compressione del calcestruzzo dopo 28 giorni deve essere non minore di:

- 45 N/mm<sup>2</sup> su una provetta cubica con 150 mm di spigolo;

oppure

- 40 N/mm<sup>2</sup> su una provetta cilindrica di 150 mm di diametro a 300 mm di altezza.

Il rivestimento in calcestruzzo dell'armatura deve avere uno spessore di almeno 20 mm sulle parti superiori ed inferiori del coperchio, eccettuati i coperchi che hanno il fondo in lamiera d'acciaio.

##### Caratteristiche costruttive

##### Generalità

I dispositivi di chiusura e di coronamento devono essere esenti da difetti che possano comprometterne l'uso. Quando un metallo viene usato in abbinamento con calcestruzzo o con altro materiale, deve essere ottenuta tra loro un'aderenza soddisfacente.



#### Aperture d'aerazione dei dispositivi di chiusura

Nel caso in cui i dispositivi di chiusura siano previsti con aperture d'aerazione, la superficie minima d'aerazione deve essere conforme ai valori della **Tabella 26**.

**Tabella 26:** - Aperture d'aerazione dei dispositivi di chiusura

	Superficie minima d'aerazione
≤ 600 mm	5% della superficie del cerchio che ha per diametro la dimensione di passaggio
> 600 mm	140 cm <sup>2</sup>

Le aperture d'aerazione dei dispositivi di chiusura devono avere le seguenti dimensioni:

##### a) Scanalature:

- lunghezza fino a 170 mm
- larghezza maggiore di 18 mm fino a 25 mm per le classi A 15 e B 125

maggiore di 18 mm fino a 32 mm per le classi da C 250 a F 900;

##### b) Fori: diametro da 30 mm a 38 mm.

Sotto i dispositivi di chiusura muniti di aperture di ventilazione, potrà essere richiesta l'installazione di un elemento mobile pulitore destinato a trattenere i frammenti penetrati dalle aperture.

#### 12.22.3.3 – Dimensione di passaggio

La dimensione di passaggio dei dispositivi di chiusura delle camerette d'ispezione deve essere di almeno 600 mm, per consentire il libero passaggio di persone attrezzate con un apparecchio di respirazione.

#### Profondità d'incastro

I dispositivi di chiusura e di coronamento delle classi D 400, E 600 e F 900, che hanno una dimensione di passaggio minore o uguale a 350 mm, devono avere una profondità d'incastro di almeno 50 mm.

Questa prescrizione non si applica ai dispositivi il cui coperchio o griglia è fissato nella posizione corretta, per mezzo di un chiavistello, per prevenire gli spostamenti dovuti al traffico.

#### Sedi

La superficie sulla quale appoggiano i coperchi e le griglie nel loro quadro deve essere liscia e sagomata in modo tale da consentire una perfetta aderenza ed evitare che si verifichino traballamenti, garantendo così la stabilità e la non emissione di rumore. A tal fine, la Direzione dei Lavori si riserva di prescrivere l'adozione di speciali supporti elastici.

#### Protezione degli spigoli

Gli spigoli e le superfici di contatto fra quadro e coperchio dei dispositivi di chiusura in calcestruzzo armato di classe da A 15 a D 400 devono essere protetti mediante una guarnizione in ghisa o in acciaio con lo spessore indicato nella **Tabella 27**.

**Tabella 27:** - Spessore della protezione in ghisa o acciaio degli spigoli e delle superfici di contatto

Classe	Spessore minimo (mm)
A15	2
B 125	3
C 250	5
D 400	6

La protezione degli spigoli e delle superfici di contatto fra quadro e coperchio dei dispositivi di chiusura delle classi E 600 e F 900 deve essere conforme alle indicazioni specifiche di progetto.

#### Dimensioni delle sbarre

Nelle griglie delle classi A 15 e B 125, le sbarre devono avere le dimensioni indicate nella **Tabella 28**.

**Tabella 28:** Dimensioni delle sbarre per le griglie delle classi A 15 e B125

Larghezza (mm)	Lunghezza (mm)
da 8 a 18	non limitata
19 a 25	170

Nelle griglie delle classi da C 250 a F 900 le dimensioni delle sbarre sono fissate dalla **Tabella 29** in relazione all'orientamento dell'asse longitudinale di queste aperture rispetto alla direzione del traffico.

**Tabella 29:** Dimensioni delle sbarre per le griglie delle classi da C 250 a F 900

	Orientamento rispetto alla direzione del traffico	Larghezza (mm)	Lunghezza (mm)
--	---------------------------------------------------	----------------	----------------



n. 1	da 0° a <45° e da >135° a 180°	≤ 32	170
n. 2	da 45° a 135°	da 20 a 42*	non limitata

#### *Superficie libera di passaggio per griglie e caditoie*

**Tabella 30: Superficie libera di passaggio per griglie e caditoie**

Dimensione (cm)	N° asole	Superficie di scarico (dm <sup>2</sup> )
50 x 50	30	11,8
25 x 75	30	6,8
23 x 100	40	11,7

#### *Cestelli*

Nel caso di utilizzazione di cestelli, quando il cestello è riempito devono essere assicurati il passaggio delle acque e l'aerazione.

#### *Stato della superficie*

La superficie superiore delle griglie delle classi da D 400 a F 900 deve essere piana.

Le superfici superiori in ghisa o in acciaio dei dispositivi di chiusura devono avere una conformazione che renda queste superfici non sdruciolevoli e libere da acque di scorrimento.

#### *Sbloccaggio e rimozione dei coperchi*

Deve essere previsto un dispositivo per assicurare lo sbloccaggio effettivo dei coperchi prima della loro rimozione e la sicurezza durante la rimozione.

I coperchi delle camerette di ispezione posate in aree verdi ed in terreni privati devono essere inoltre dotati di idonei dispositivi di chiusura anti-intrusione.

#### *Marcatura*

Tutti i coperchi, le griglie ed i quadri devono portare una marcatura leggibile e durevole indicante:

- la classe corrispondente (per esempio D 400) o le classi corrispondenti per i quadri utilizzati per più classi (per esempio n 400 - E 600);
- il nome e/o la sigla del fabbricante;
- l'indicazione della Stazione appaltante;
- l'eventuale riferimento ad un marchio di conformità.

Le marcature devono essere visibili anche dopo l'installazione dei dispositivi.

#### *Prove di resistenza*

Le prove di seguito descritte devono essere realizzate sui dispositivi di chiusura o di coronamento presentati sotto forma d'insiemi e nel loro stato d'utilizzazione.

Gli insiemi destinati alle prove devono essere preventivamente sottoposti a un controllo di conformità alle prescrizioni dei precedenti punti 2, 3 e 4.

#### *Forza di controllo*

Ciascuna delle classi dei dispositivi di chiusura e di coronamento deve essere sottoposta alla forza di controllo indicata nella **Tabella 31**.

**Tabella 31: Forza di controllo dei dispositivi di chiusura e di coronamento**

Classi	Forza di controllo (kN)
A 15	15
B 125	125
C 250	250
D 400	400
E 600	600
F 900	900

#### *Apparecchiatura di prova*

L'apparecchiatura di prova, costituita da una pressa idraulica e da punzoni, deve avere le caratteristiche ed essere messa in opera secondo le modalità descritte della Norma Europea EN 124.



### *Procedimenti di prova e resistenza*

Tutti i dispositivi di chiusura e di coronamento devono essere sottoposti alle seguenti prove:

- misura della freccia residua del coperchio o della griglia dopo l'applicazione dei due terzi della forza di controllo;
- applicazione della forza di contralto.

### *Misura della freccia residua*

La velocità di incremento del carico deve essere compresa fra 1 e 3 kN al secondo e applicata uniformemente fino ai due terzi della forza di controllo; la forza così applicata sull'insieme viene successivamente eliminata; questa operazione deve essere ripetuta 5 volte.

Al termine deve essere misurata la freccia residua; essa corrisponde alla differenza dei valori misurati prima del primo e dopo il quinto incremento di carico; la freccia non deve superare i valori indicati nella *Tabella 32*.

*Tabella 32: Freccia residua ammissibile nel coperchio e nella griglia dei dispositivi di chiusura e di coronamento*

Classe	Freccia residua ammissibile (mm)
A 15 e B 125 da C 250 a F 900	1/5 della dimensione di passaggio

Sui dispositivi in calcestruzzo, dopo l'esecuzione di questa prova, non devono apparire nel calcestruzzo armato fessurazioni superiori a 0,2 mm di larghezza.

### *Applicazione della forza di controllo*

Al termine della prova descritta al punto precedente, si effettua un incremento di carico ad una velocità uniforme compresa tra 1 e 3 kN/s senza interruzione fino a quando viene raggiunta la forza di controllo.

Nessuna fessurazione deve apparire, durante la prova, sui dispositivi composti da ghisa ed acciaio, eventualmente in associazione al calcestruzzo. Per quelli realizzati in calcestruzzo armato, l'applicazione della forza di controllo non deve dar luogo a perdite di aderenza tra il calcestruzzo e le armature di acciaio.

## **72. Dispositivi di chiusura e di coronamento per fognatura per pozzetti principali**

Prescrizioni :

- Chiusino con marchio di fabbricazione CEE, con passo d'uomo Ø 600 mm, in ghisa sferoidale 500-7 a norma ISO 1083 (1987) conforme alla Classe D400 della norma UNI-EN 124 (1995) con carico di rottura > 400 kN.

Costituito da:

- Coperchio Ø 650 mm dotato di apposita maniglia a scomparsa che ne permette il bloccaggio e le manovre di apertura/chiusura senza l'ausilio di attrezzi. Il coperchio autocentrante sul telaio mediante 5 guide, deve essere articolato ed avere un angolo di apertura non inferiore a 120° circa, essere estraibile dal telaio ed avere bloccaggio di sicurezza antichiusura accidentale in posizione aperta a 90°.
- Il telaio, altezza 100 mm, deve essere dotato di guarnizione in polietilene antirumore ed antibasculamento ed avere struttura alveolare per ottimizzare la presa nella malta cementizia; quest'ultimo potrà essere quadrato, 850 x 850 mm, od ottagonale (inscritto Ø 850 mm) con luce netta Ø 600 mm.
- Rivestimento protettivo mediante vernice idrosolubile non tossica e non inquinante.

Sul coperchio e sul telaio devono essere riportati i seguenti marcaggi:

- UNI-EN 124 / EN 124
- Classe D 400
- Nome o logo del produttore e luogo di fabbricazione che può essere in codice.
- Marchio di qualità prodotto da un Ente di Certificazione terzo.

## **73. Dispositivi di discesa**

I dispositivi per la discesa e la salita dei manufatti dovranno corrispondere ai tipi fondamentali a canna semplice o doppia rispettivamente conformi alle norme DIN 19555 e DIN 1911 ed alla norma:



- UNI EN 13101 "Gradini per camere di ispezione sotterranee - Requisiti, marcatura, prove e valutazione di conformità".

I dispositivi di discesa a canna semplice sono costituiti da bacchette sufficientemente larghe da consentire l'appoggio di entrambi i piedi, inserite nel calcestruzzo della cameretta. La superficie di calpestio deve essere profilata o ricoperta con un rivestimento che impedisca lo scivolamento.

Come materiali sono ammessi acciai al nichel-cromo e ghisa grigia, senza rivestimento, ovvero acciaio galvanizzato o leghe di alluminio, protetto con un rivestimento in polietilene ad alta densità stabilizzato, avente spessore minimo di 1,5 mm. Anche le parti da inserire nella muratura devono essere rivestite per una profondità minima di 35 mm.

I dispositivi di discesa a canna doppia sono costituiti da staffe sufficienti per l'appoggio di un solo piede, disposte accoppiate. Il materiale ammesso è la ghisa grigia, eventualmente catramata o bitumata. Sono ammesse varie forme adatte per manufatti gettati in opera o prefabbricati, inserite nel calcestruzzo fresco col martello o avvitate ad appositi tasselli.

## 74. Manutenzione alvei

**Generalità** - I lavori descritti in questo capitolo riguardano le operazioni di manutenzione ordinaria straordinaria dei corsi d'acqua e comprendono, in particolare, interventi di taglio selettivo, decespugliamento, disboscamento e riprofilatura delle sponde. I lavori andranno eseguiti nei tratti e secondo le indicazioni riportate nei disegni di progetto o in base alle prescrizioni date di volta in volta dall'Ufficio di Direzione Lavori. L'Impresa dovrà assolutamente avere cura di allontanare dall'alveo attivo del corso d'acqua il materiale rimosso dalle sponde o dagli argini.

**Taglio selettivo della vegetazione** - I lavori di taglio selettivo della vegetazione andranno prevalentemente eseguiti a mano e si baseranno esclusivamente sui seguenti criteri:

- eliminazione della vegetazione in precarie condizioni fitosanitarie;
- eliminazione delle specie infestanti;
- diradamento dei tratti con vegetazione più fitta, finalizzato a creare lo spazio necessario allo sviluppo delle specie di maggior pregio
- ripulitura del sottobosco;
- eliminazione di esemplari arborei di qualsiasi diametro inclinati, ribaltati, stroncati che ostacolano il deflusso delle acque;
- eliminazione di parti malate o comunque bisognose di potatura;

in ogni caso lo sfoltimento guidato dovrà rispettare le disposizioni della D.L.

**Decespugliamento di scarpate fluviali** - I lavori di decespugliamento andranno prevalentemente eseguiti con mezzo meccanico, cingolato o gommato, dotato di braccio adeguato alle lavorazioni richieste ed opportunamente munito di apparato falciante conforme alle vigenti disposizioni di legge, l'intervento sarà completato a mano. Dovranno essere completamente eliminati i cespugli, i rampicanti, gli arbusti e gli alberelli il cui tronco abbia diametro inferiore a 15 cm, se necessario con due passate in senso opposto della ruspa, oppure con una sola passata e con la presenza di un manovale incaricato di tagliare le piante piegate dalla ruspa. La sterpaglia rimossa andrà poi ripulita dal terriccio, allontanata dall'area di lavoro e bruciata o portata a rifiuto. terminate le operazioni di decespugliamento, il terreno andrà opportunamente regolarizzato.

**Disboscamento di scarpate fluviali** - I lavori di disboscamento si riferiscono a superfici in cui vi sia elevata presenza di piante con diametro del tronco superiore a 15 cm e comprendono anche i lavori di decespugliamento descritti al paragrafo precedente. Per quanto riguarda in particolare la rimozione delle piante, i tronchi abbattuti dovranno essere raccolti, accatastati, privati dei rami, ridotti in astoni di lunghezza commerciale e trasportati dove indicato dall'Ufficio di Direzione Lavori. I materiali non utilizzabili dovranno essere portati a rifiuto. Durante i lavori di rimozione delle piante l'Impresa dovrà porre la massima attenzione per evitare qualunque pericolo per le persone e per le cose; l'Impresa è comunque pienamente responsabile di qualsiasi danno conseguente ai lavori di rimozione. L'Impresa dovrà altresì usare ogni precauzione per la salvaguardia delle piante di pregio esistenti, specificatamente segnalate dall'Ufficio di Direzione Lavori.

**Risagomatura dell'alveo** - La risagomatura dell'alveo, da eseguirsi anche in presenza di acqua con mezzi meccanici secondo le geometrie indicate dalla Direzione Lavori dovrà essere effettuata interferendo al minimo con il deflusso delle acque ed evitando di collocare, anche temporaneamente, il terreno di risulta all'interno dell'alveo attivo; il materiale andrà trasportato a discarica o accumulato in aree indicate ancora dall'Ufficio di Direzione Lavori, per il successivo utilizzo. In quest'ultimo caso, sarà onere dell'Impresa provvedere a rendere il terreno scevro da qualunque materiale vegetale o in genere estraneo per l'utilizzo



previsto, selezionando eventuali elementi lapidei presenti. La riprofilatura e la sistemazione finale delle sponde dovrà essere effettuata avendo cura di migliorare la stabilità delle stesse, se necessario diminuendo le pendenze, compattando il terreno e utilizzando eventuali elementi lapidei selezionati in loco per la realizzazione di opere di difesa dall'azione della corrente.

## **75. Taglio di vegetazione selettivo**

Il taglio selettivo si baserà esclusivamente sui seguenti criteri:

- eliminazione della vegetazione in precarie condizioni fitosanitarie;
- eliminazione delle specie infestanti;
- diradamento dei tratti con vegetazione più fitta, finalizzato a creare lo spazio necessario allo sviluppo delle specie di maggior pregio
- ripulitura del sottobosco;
- eliminazione in contrasto con il regime idraulico;
- eliminazione di parti malate o comunque bisognose di potatura;
- in ogni caso lo sfoltimento guidato dovrà rispettare le disposizioni della D.L.

A norma del capitolato generale d'appalto il materiale proveniente dal taglio della vegetazione, sarà di proprietà dei proprietari ed in caso di rinuncia di questi ultimi dovrà essere portato a rifiuto con onere a totale carico dell'impresa

## **76. Semina a spaglio**

Rivestimento di superfici di scarpate o sponde soggette ad erosione con inclinazione non superiore a 30° mediante spargimento manuale a spaglio o con mezzo meccanico di idonea miscela di sementi e di eventuali concimanti organici e/o inorganici in quantità e qualità opportunamente individuate.

L'esecuzione dovrà prevedere:

- preparazione del terreno mediante allontanamento del materiale più grossolano;
- spargimento della miscela di sementi che dovrà essere leggermente ricoperta dal terreno;
- spargimento delle sostanze concimanti ed ammendanti in quantità tale da garantire il nutrimento alle sementi nella prima fase di crescita;
- manutenzione mediante sfalcio per evitare l'esplosione delle infestanti e che le specie erbacee soffochino le specie arboree ed arbustive eventualmente messe a dimora.

La composizione della miscela, ove possibile di sementi autoctone, e la quantità di sementi per metro quadro (in genere valgono quantità da 30 a 60 g/m<sup>2</sup>) sono stabilite in funzione del contesto ambientale ovvero delle caratteristiche geolitologiche, pedologiche, microclimatiche, floristiche e vegetazionali della stazione. Dovranno essere certificate la provenienza delle sementi, la composizione della miscela, il grado di purezza e il grado di germinabilità.

## **77. Formazione di una copertura vegetale**

A lavori intensivi ed estensivi finiti, sulle superfici delle scarpate opportunamente bonificate e pareggiate, si riformerà una copertura vegetale protettiva mediante l'applicazione a spruzzo, con l'attrezzatura apposita, di una miscela di semi di erbe idonee all'ambiente, acqua, concime, altre sostanze atte a garantire l'attecchimento ed il buon sviluppo del seme. Se necessario, in considerazione delle condizioni climatiche, sulla superficie trattata dovrà essere sparso materiale atto a conservare l'umidità del suolo. L'intervento comprenderà tutte le innaffiate necessarie a giudizio della D.L. e tutti i risarcimenti necessari per dare come risultato finale al termine di almeno due stagioni vegetative una superficie totalmente coperta di erba viva e folta, senza soluzione di continuità, salvo quelle rappresentate da zone di roccia sterile.

## **78. Messa a dimora di specie arbustive ed arboree**

La piantagione di piantine di specie arbustive ed arboree, dovrà essere eseguita mediante l'apertura di buche di dimensione prossime al volume dell'apparato radicale, se si impiegano piantine a radice nuda, o doppia, se si utilizzano piantine in fitocella o con pane di terra. Dovranno essere eliminate i rami secchi o le radici rotte o ferite.

Una volta messe a dimora, le piantine dovranno essere ricoperte con terreno vegetale, senza comunque interrare le piantine oltre il colletto.



Quando richiesto dalla D.L., in presenza di terreni difficili, la parte superiore della buca dovrà essere ricoperta con uno strato di 2-4 cm di torba, paglia, cellulosa sminuzzata o altra sostanza organica. Sopra andrà riportato terreno proveniente dallo scavo onde prevenire il dilavamento del materiale.

La densità delle piante verrà stabilita dalla D.L. e potrà variare da 1-3.000 piantine per ettaro fino a 7-8.000 piantine per ettaro, in funzione delle caratteristiche del terreno.

Il materiale vegetale impiegato non dovrà presentare ferite, capitozzature o attacchi parassitari (funghi, insetti, ecc); dovrà avere un portamento regolare ed una giusta proporzione tra la conformazione della chioma, del tronco e delle radici; dovrà essere contrassegnato da appositi cartellini indicanti la provenienza e la specie, in base alle norme vigenti (l.n.269 del 22/5/1973).

L'esecuzione dell'impianto dovrà essere effettuata nella stagione favorevole, mentre la percentuale di attecchimento non dovrà essere inferiore al 65%, salvo che la mancata resa sia provocata da eccezionali eventi meteorologici (siccità prolungate, gelate tardive o precoci, piogge particolarmente insistenti).

## **79. Messa a dimora di talee e piantine**

Il materiale vivaistico potrà provenire da qualsiasi vivaio, purché l'Impresa dichiari la provenienza e questa venga accettata dall'Ufficio di Direzione Lavori, previa visita ai vivai di provenienza. Le piantine e le talee dovranno essere immuni da qualsiasi malattia parassitaria. Le talee dovranno risultare allo stato verde e di taglio fresco, tale da garantire il ripollonamento, con diametro minimo di 3 cm. Il taglio delle talee dovrà avvenire esclusivamente nel periodo del riposo vegetativo autunnale, oppure nel periodo primaverile prima della sfioritura. Le talee preparate nel periodo autunnale potranno essere conservate fino alla fine dell'inverno purché immagazzinate in luogo fresco; qualora, per necessità di cantiere, il deposito dovesse continuare anche durante il periodo vegetativo, le talee dovranno essere conservate in locali frigoriferi od immerse in acqua fredda (<15°C) e corrente.

L'acqua da utilizzare per l'annaffiamento e la manutenzione non dovrà contenere sostanze inquinanti e sali nocivi oltre i limiti di tolleranza di fitotossicità relativa.

Devono essere individuate le fonti di approvvigionamento e stabiliti gli oneri relativi.

Le talee preparate durante la primavera dovranno essere utilizzate nell'arco di tempo massimo di una settimana dal taglio e, in ogni caso, protette accuratamente contro l'essiccamento durante le fasi di deposito e di trasporto sul cantiere tramite l'utilizzo di teloni e/o l'irrorazione con acqua.

Nel caso di specie arbustive o di alberi giovani con diametro del tronco inferiore a 8÷10 cm, le talee andranno tagliate a livello del suolo. Il taglio delle verghe dovrà essere liscio e della minor superficie possibile, andrà escluso il taglio con l'accetta.

*Per la piantagione delle talee, o delle piantine, l'Impresa eseguirà i lavori nel periodo di riposo vegetativo, che va, indicativamente, dal tardo autunno all'inizio della primavera; il periodo delle lavorazioni potrà variare a seconda delle situazioni climatiche stagionali. Resta comunque a carico dell' Impresa la sostituzione delle fallanze o delle piantine che per qualsiasi ragione non avessero attecchito.*

*Le specie di piante saranno le seguenti:*

- a) *piante a portamento erbaceo o strisciante: Festuca glauca, Gazania splendens, Hedera helix, Hypericum calycinum, Lonicera sempervires, Mesembryanthemum acinaciforme, Stachys lanata);*
- b) *piante a comportamento arbustivo: Alnus viridis, Cornus mas, Crataegus pyracantha, Cytisus scoparius, Eucaliptus sp. pl., Mahonia aquifolium, Nerium oleander, Opuntia ficus indica, Pitosporum tobira, Rosmarinus officinalis, Salix cinerea, Salix nigricans, Salix purpurea, Salix triandra, Spartium junceum, Viburnum opulus.*

*Prima dell'inizio dei lavori d'impianto, da parte dell' Ufficio di Direzione Lavori sarà consegnato all'Impresa un ordine di servizio nel quale saranno indicate le varie specie da impiegare nei singoli settori di impianto.*

*Quando venga ordinata dall'Ufficio di Direzione Lavori (con ordine scritto) la messa a dimora a distanze diverse da quelle fissate in progetto, si terrà conto, in aumento o in diminuzione ai prezzi di Elenco, della maggiore o minore quantità di piante adoperate, restando escluso ogni altro compenso all'Impresa.*

*In particolare sulle scarpate degli scavi, il piantamento potrà essere effettuato, secondo le prescrizioni dell'Ufficio di Direzione Lavori, anche solo limitatamente allo strato di terreno superiore, compreso tra il margine del piano di campagna ed una profondità variabile intorno a circa 80 cm, in modo che lo sviluppo completo delle piantine a portamento strisciante, con la deflessione dei rami in basso, possa ricoprire la superficie sottostante delle scarpate ove il terreno risulta sterile.*

*L'impianto delle erbacee potrà essere fatto con l'impiego di qualsiasi macchina oppure anche con il semplice piolo.*

*Per l'impianto delle specie a portamento arbustivo, l'Impresa avrà invece cura di effettuare l'impianto in buche preventivamente preparate con le dimensioni più ampie possibili, tali da poter garantire, oltre ad un*



*più certo attecchimento, anche un successivo sviluppo regolare e più rapido.*

*Prima della messa a dimora delle piantine a radice nuda, l'Impresa avrà cura di regolare l'apparato radicale, rinfrescando il taglio delle radici ed eliminando le ramificazioni che si presentassero appassite, perite od eccessivamente sviluppate, impiegando forbici a doppio taglio ben affilate. Sarà inoltre cura dell'Impresa di adottare la pratica "dell'imbozzinatura" dell'apparato radicale, impiegando un miscuglio di terra argillosa e letame bovino debitamente diluito in acqua.*

*L'operazione di riempimento della buca dovrà essere fatta in modo tale da non danneggiare le giovani piantine e, ad operazione ultimata, il terreno attorno alla piantina non dovrà mai formare cumulo; si effettuerà invece una specie di svaso allo scopo di favorire la raccolta e la infiltrazione delle acque di pioggia.*

*L'Impresa avrà cura di approntare a piè d'opera il materiale vivaistico perfettamente imballato, in maniera da evitare fermentazioni e disseccamenti durante il trasporto. In ogni caso le piantine o talee disposte negli imballaggi, qualunque essi siano, ceste, casse, involucri di ramaglie, iute, ecc., dovranno presentarsi in stato di completa freschezza e con vitalità necessarie al buon attecchimento, quindi dovranno risultare bene avvolte e protette da muschio, o da altro materiale, che consenta la traspirazione e respirazione, e non eccessivamente stipate e compresse.*

*Nell'eventualità che per avverse condizioni climatiche le piantine o talee, approvvigionate a piè d'opera, non potessero essere poste a dimora in breve tempo, l'Impresa avrà cura di liberare il materiale vivaistico ponendolo in opportune tagliole, o di provvedere ai necessari annacquamenti, evitando sempre che si verifichi la pregermogliazione delle talee o piantine.*

*In tale eventualità le talee, o piantine, dovranno essere escluse dal piantamento.*

*Nella esecuzione delle piantagioni, le distanze fra le varie piante o talee, indicate precedentemente, dovranno essere rigorosamente osservate.*

*a monte della palizzata di idoneo materiale terroso tale da conferire alla scarpata la pendenza richiesta.*

## **80. Palificata viva di sostegno in legname**

La palificata in legname viene utilizzata, da sola od in combinazione con altre tecnologie, come opera di sostegno drenante per pendii franosi. La palificata viva rappresenta un manufatto a gravità formato da una struttura cellulare in pali di legno di specie durabile (tondame di castagno) del diametro di almeno 20 cm, disposti su file alterne in senso parallelo e ortogonale al versante e collegati tra loro tramite appositi incastri e tondini di ferro abbinato alla posa di piante. Il piano di posa è realizzato a reggipoggio con leggera pendenza verso monte pari a 10° e, per evitare che le acque si accumulino lungo il piano di posa, garantendo così stabilità e una maggior durata all'opera, è necessario captare l'acqua mediante la posa in opera di elementi drenanti longitudinali (tubazioni da 20 mm di diametro), collegati con elementi ortogonali inclinati verso valle. Si procede alla posa della prima fila di legname in senso parallelo alla pendice, durante la posa del fondame si realizzano i collegamenti tra un legno ed il successivo realizzando gli incastri ed i fissaggi con tondino di ferro; successiva posa del secondo ordine di tondame da posizionarsi in senso ortogonale alla prima fila ed alla pendice, si procede quindi al fissaggio dei legni con la fila sottostante sempre tramite tondino in ferro. Si procede alla realizzazione dei piani successivi seguendo lo schema precedentemente riportato, con l'avvertenza di posizionare i legni correnti sempre in posizione arretrata rispetto al sottostante ordine di correnti. Posa in opera di reti biodegradabili a protezione del fronte a vista, che permette di realizzare la posa dei traversi in posizione allineata all'ordine di legni traversi sottostanti. La posa delle reti può avvenire contemporaneamente alle operazioni di riempimento realizzando quindi facendo emergere dalla ricopertura sul fronte a vista la sola porzione terminale dei traversi; questa modalità di posa assicura al legname in posizione esterna sul fronte a vista una più moderata alternanza di condizioni di umidità/disseccamento a tutto vantaggio della durabilità. Dopo aver realizzato il montaggio di 2 o 4 ordini di tondame, occorre procedere al riempimento della struttura cellulare con inerti e terreno e alla posa delle specie rampicanti autoctone; il terreno collocato negli spazi vuoti tra i pali va opportunamente compattato e si procede quindi alla posa delle piante in posizione coricata. Le piante potranno avere di preferenza una lunghezza pari alla profondità della palificata onde consentire una radicazione profonda, ed è sufficiente che emergano fuori terra per 10-30 cm. Le piante verranno posate in ragione di una ogni 10-15 cm di fronte per ogni ordine di tondame longitudinale ovvero circa 20-30 piantine per ogni mq di paramento esterno della palificata.

Sia per i correnti che per i traversi verranno utilizzati pali scortecciati di latifolia o di conifera (di categoria I o II) del diametro pari a 20 cm. La lunghezza minima dei correnti sarà non inferiore alla distanza tra due montanti della struttura di irrigidimento più 60 cm; i traversi avranno le dimensioni prescritte negli elaborati di progetto. I tondi della palificata dovranno essere soggetti ad idoneo trattamento di conservazione.

Per quanto riguarda il materiale vegetale, gli astoni dovranno avere lunghezza superiore ai 2,50 m e diametro non inferiore a 3 cm; dovranno essere di fresco taglio ed avere buona capacità vegetativa (presenza di gemme). Saranno utilizzate specie arbustive od arboree autoctone o prelevate da vivaio



secondo quanto prescritto negli elaborati progettuali; l'Ufficio di Direzione Lavori potrà disporre l'utilizzo alternativo di altre specie vegetali comprese nell'elenco riportato nel capitolo relativo alle opere in verde, purché rinvenibili localmente (cioè in un raggio di 15 km). Il taglio degli astoni dovrà avvenire esclusivamente nel periodo del riposo vegetativo autunnale, oppure nel periodo primaverile prima della sfioritura. Gli astoni preparati nel periodo autunnale potranno essere conservati fino alla fine dell'inverno purché immagazzinati in luogo fresco; qualora, per necessità di cantiere, il deposito dovesse continuare anche durante il periodo vegetativo, gli astoni dovranno essere conservati in locali frigoriferi od immersi in acqua fredda ( $<15^{\circ}\text{C}$ ) e corrente. Le talee preparate durante la primavera dovranno essere utilizzate nell'arco di tempo massimo di una settimana dal taglio e, in ogni caso, protette accuratamente contro l'essiccamento durante le fasi di deposito e di trasporto sul cantiere tramite l'utilizzo di teloni e/o l'irrorazione con acqua. Nel caso di specie arbustive o di alberi giovani con diametro del tronco inferiore a  $8\div 10$  cm, le talee andranno tagliate a livello del suolo. Il taglio delle verghe dovrà essere liscio e della minor superficie possibile; andrà escluso il taglio con l'accetta.

Il materiale di riempimento sarà di tipo ghiaio-terroso proveniente dagli scavi od eventualmente riportato ed adeguatamente miscelato.

Nel prezzo unitario sono compresi gli oneri per il riporto a monte della palificata di idoneo materiale terroso tale da conferire alla scarpata la pendenza richiesta.

## **81. Grate vive in legname con talee e piantine**

La grata viva viene utilizzata come struttura di sostegno per pendii di altezza non superiore ai  $10\div 20$  m. La struttura portante è costituita da tondoni di legno disposti a formare una maglia regolare secondo le misure date nei disegni di progetto; in corrispondenza delle intersezioni tra i pali verticali ed i correnti orizzontali sono posizionati degli elementi di ancoraggio adeguatamente infissi nel terreno. In corrispondenza dei correnti sono posizionate talee di salice e/o piantine radicate che, sviluppandosi, garantiranno la tenuta del versante.

I tondoni costituenti la struttura portante dovranno essere in legno di larice o di castagno od in altra essenza resistente alla decomposizione, rispettando comunque le indicazioni progettuali o quelle dell'Ufficio di Direzione Lavori; i tondoni dovranno avere diametro minimo pari a 20 cm ed essere opportunamente scortecciati.

I correnti orizzontali saranno fissati alla struttura verticale tramite idonea chiodatura o staffatura. L'intera struttura sarà ancorata al terreno con piloti di acciaio di lunghezza 1,5 m infissi in ragione di uno per ogni intersezione tra pali verticali ed orizzontali; se previsto nei disegni di progetto, potranno essere utilizzati anche pali di legno con diametro minimo pari a 10 cm.

Il materiale di riempimento sarà costituito da terreno vegetale prelevato in loco o proveniente dagli scavi di risagomatura del pendio e sarà fermato sui tondoni da rete elettrosaldata a maglia  $5\ast 7,5$  cm.

Il taglio delle talee dovrà avvenire esclusivamente nel periodo del riposo vegetativo autunnale, oppure nel periodo primaverile prima della sfioritura. Le talee preparate nel periodo autunnale potranno essere conservate fino alla fine dell'inverno purché immagazzinate in luogo fresco; qualora, per necessità di cantiere, il deposito dovesse continuare anche durante il periodo vegetativo, le talee dovranno essere conservate in locali frigoriferi od immerse in acqua fredda ( $<15^{\circ}\text{C}$ ) e corrente. Le talee preparate durante la primavera dovranno essere utilizzate nell'arco di tempo massimo di una settimana dal taglio e, in ogni caso, protette accuratamente contro l'essiccamento durante le fasi di deposito e di trasporto sul cantiere tramite l'utilizzo di teloni e/o l'irrorazione con acqua.

Nel caso di specie arbustive o di alberi giovani con diametro del tronco inferiore a  $8\div 10$  cm, le talee andranno tagliate a livello del suolo. Il taglio delle verghe dovrà essere liscio e della minor superficie possibile; andrà escluso il taglio con l'accetta.

Una volta effettuata la riprofilatura complessiva della scarpata in frana, prima di procedere alla costruzione della grata di sostegno, la superficie del pendio dovrà essere opportunamente regolarizzata secondo la geometria indicata nei disegni di progetto e provvedendo ad eliminare eventuali parti instabili.

La seconda operazione consisterà nella preparazione della base di appoggio al piede della scarpata, mediante lo scavo di un fosso che avrà le dimensioni indicate nei disegni di progetto; se previsto negli elaborati progettuali, sarà collocato del tondame di legno sul fondo del fosso.

Una volta preparato il piede, verranno collocati i montanti verticali; verranno quindi infissi i pali od i piloti di ancoraggio ed effettuata la prima serie di staffature; a questo punto verranno posizionati e fissati i correnti orizzontali che saranno, a loro volta, fissati agli ancoraggi.

Completata la struttura portante, si procederà al fissaggio della rete elettrosaldata ai tondoni ed al contemporaneo graduale riempimento dell'opera, provvedendo, una volta completato il ricarico fino alla



posizione di una serie di correnti, ad inserire le talee e/o le piantine radicate su piani di appoggio che dovranno avere una contropendenza almeno pari a  $10^{\circ}$ - $20^{\circ}$  con densità minima di 40 talee per metro quadrato e di 2 piantine per metro quadrato.

In corrispondenza della sommità dell'opera dovrà essere posizionato un foglio di carta catramata in modo da impedire che l'acqua si infiltri in modo significativo nel terreno smosso a tergo della grata.

Ad opera finita, dovranno restare in vista soltanto le parti terminali del materiale vegetale e, eventualmente, i correnti orizzontali.

## **82. Fascinata**

Le fascine dovranno essere costituite da bacchette legnose di specie dotate di elevata capacità vegetativa e rusticità (ad esempio salice, maggiociondolo, tamerice, nocciolo), legate a gruppi di 5-6. Le fascine dovranno essere interrate a 30-50 cm di profondità in fosse aperte trasversalmente nel fronte collinare, e dovranno essere fissate nel terreno mediante paletti di legno di diametro di 5 cm, lunghi 50-100 cm e distanti 80 cm l'uno dall'altro. La distanza tra fossa e fossa può variare da 2 a 3 m. Gli Scavi verranno poi interrati in modo da lasciare sporgere solo le estremità delle fascine e dei paletti.

Si dovrà procedere dal basso verso l'alto, utilizzando la terra dello scavo a monte per riempire quello immediatamente più a valle. Questo intervento dovrà essere eseguito durante il periodo di riposo vegetativo delle piante.

Nelle fosse riempite di terreno vegetale dovranno essere messe a dimora, dietro le fascine, delle piantine di specie legnose a pronto radicamento ad un interasse di 100 cm.

## **83. Viminata**

La viminata dovrà essere realizzata mediante l'infissione nel terreno di paletti di legno (castagno o larice) della lunghezza di 1.00 m e diametro 3-10 cm, ad una distanza di 50-100 cm. La struttura dovrà essere infittita dalla messa in opera, ogni 30 cm, di paletti o talee più corte di salice.

I pali principali ed i paletti intermedi dovranno essere collegati intrecciando, a stretto contatto tra loro, rami di salice o altre essenze disposti longitudinalmente in numero di 3-8 legati con filo di ferro zincato del diametro di 3 mm; la parte terminale delle "trecce" dovrà essere comunque interrata. L'altezza definitiva della viminata fuori terra dovrà essere di 15-30 cm per consentire un minimo di stabilizzazione fisica immediata della pendice e permettere, nel contempo, l'interramento ed il successivo radicamento delle talee longitudinali; la distanza tra le file della viminata dovrà essere compresa da 1,2 a 2 m.

## **84. Gradonata con talee e piantine**

La gradonata viva è utilizzata come opera per contrastare il processo erosivo superficiale dei pendii.

La gradonata è formata da una serie di terrazzamenti, scavati lungo il pendio seguendo le linee di livello oppure con una certa inclinazione rispetto ad esse così come indicato negli elaborati progettuali.

Lo scavo delle gradonate sarà generalmente eseguito a mano procedendo dal basso verso l'alto; ove le condizioni dei luoghi lo consentano, potranno utilizzarsi anche mezzi meccanici.

Il materiale vegetale da utilizzarsi sarà quello indicato nelle tavole di progetto; nel caso di uso di talee, esse saranno posate lungo il terrazzamento con una densità di 20 per metro lineare, mentre le piantine saranno posate in ragione di 1 per metro lineare.

Le talee e le piantine dovranno appartenere a specie arbustive e/o arboree con elevata capacità vegetativa ed in grado di emettere radici avventizie dal fusto; esse dovranno comunque appartenere alle specie indicate come idonee progettuali o comprese nell'elenco riportato nel capitolo relativo alle opere in verde.

Il taglio delle talee dovrà avvenire esclusivamente nel periodo del riposo vegetativo autunnale, oppure nel periodo primaverile prima della sfioritura. Le talee preparate nel periodo autunnale potranno essere conservate fino alla fine dell'inverno purché immagazzinate in luogo fresco; qualora, per necessità di cantiere, il deposito dovesse continuare anche durante il periodo vegetativo, le talee dovranno essere conservate in locali frigoriferi od immerse in acqua fredda ( $<15^{\circ}\text{C}$ ) e corrente. Le talee preparate durante la primavera dovranno essere utilizzate nell'arco di tempo massimo di una settimana dal taglio e, in ogni caso, protette accuratamente contro l'essiccamento durante le fasi di deposito e di trasporto sul cantiere tramite l'utilizzo di teloni e/o l'irrorazione con acqua. Nel caso di specie arbustive o di alberi giovani con diametro del tronco inferiore a 8-10 cm, le talee andranno tagliate a livello del suolo. Il taglio delle verghe dovrà essere liscio e della minor superficie possibile; andrà escluso il taglio con l'accetta.

Le piantine dovranno avere un'età di due anni.



**Sistemazione a cespuglio** - La sistemazione a cespuglio prevede l'apertura di fosse, a partire alla base del pendio, larghe dai 50 cm agli 80 cm, sempre con la contropendenza a monte del 10-15%. Negli scavi dovranno essere messe a dimora fasci di ramaglie vive o talee di più specie e di sviluppo diverso, in modo da ottenere un migliore sfruttamento (e consolidamento) del terreno da parte degli apparati radicali e un accrescimento più regolare e armonico.

Le ramaglie e le talee dovranno essere disposte a pettine una accanto all'altra, sporgere dal pendio per circa 10-20 cm. con una distanza tra una fossa e l'altra sarà di 2-3 m. A termine della sistemazione del pendio, il materiale di scavo rimanente dovrà essere messo a destinazione per semplice rotolamento lungo la scarpata: le particelle più fini saranno trattenute dalle ramaglie, mentre quelle più grossolane rotoleranno sino alle soglie delle fosse.

**Sistemazione a siepe**

**La sistemazione a siepi** prevede l'apertura di una banchina, profonda 50-70 cm, con la contropendenza minima verso monte del 10-15 %, nella quale dovranno essere messe a dimora piantine radicate molto fitte (densità 5-20 piantine per m<sup>2</sup>) e sporgenti per circa 1/3 della loro lunghezza dal fronte collinare.

La banchina dovrà essere successivamente riempita con la terra di escavazione della banchina superiore, previa stesa di uno strato leggero di terra vegetale o di paglia per migliorare le condizioni edafiche.

Le piantine dovranno essere di 2-3 anni appartenenti a specie con elevata capacità vegetativa (secondo quanto previsto dalla D.L.). La distanza tra una banchina e l'altra potrà variare, a secondo della pendenza da 1 a 3 metri.

**Sistemazione a siepe e cespuglio** - La sistemazione a siepi e cespugli rappresenta un metodologia intermedia tra le due precedenti, la quantità di ramaglie deposte nelle fosse sopra descritte, dovrà essere leggermente inferiore, ma ad intervalli di 0,5-1 metro dovranno essere messe a dimora astoni di latifoglie o salice, della lunghezza di almeno 1,00 m e con diametro di 1-7 cm.

Per tutte le metodologie, su terreni instabili, il fosso dovrà essere scavato per brevi tratti e subito ricoperto per evitare di favorire l'origine di piccoli smottamenti secondari. Su terreni aridi e sassosi le talee o le piastrine, una volta disposte sul fondo della trincea, dovranno essere attentamente ricoperte con il terreno in modo che non rimangano spazi vuoti tra di esse a causa della presenza di materiale grossolano. Gli interventi dovranno essere eseguiti durante il periodo di riposo vegetativo delle piante.

## **85. Lavori non descritti nei precedenti articoli**

Per tutti gli altri lavori previsti nelle descrizioni di elenco ma non specificati e descritti nei precedenti articoli, si seguiranno, oltre alle descrizioni contenute nelle singole voci, le norme dell'arte e le prescrizioni della D.L. Per la loro misurazione e la valutazione si ritengono sufficienti le norme stabilite nell'elenco medesimo, sulla cui interpretazione è definitivo il parere della D.L.

## **86. Lavori eventuali non previsti**

Nel caso in cui la Stazione Appaltante, tramite la Direzione dei Lavori, ritenesse di dover introdurre modifiche o varianti in corso d'opera, ferme restando le disposizioni di cui all'art. 106 del D.Lgs. n. 50/2016, le stesse verranno concordate e successivamente liquidate sulla base di una nuova perizia, eventualmente redatta e approvata in base a nuovi prezzi concordati mediante apposito verbale .

Se l'Appaltatore non accetta i nuovi prezzi così determinati e approvati, la Stazione Appaltante può ingiungergli l'esecuzione delle lavorazioni o la somministrazione dei materiali sulla base di detti prezzi, comunque ammessi nella contabilità; ove l'Appaltatore non iscriva riserva negli atti contabili nei modi previsti, i prezzi s'intendono definitivamente accettati.

Gli operai forniti per le opere in economia dovranno essere idonei ai lavori da eseguirsi e provvisti dei necessari attrezzi. Le macchine ed attrezzi dati a noleggio dovranno essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento.

Saranno a carico dell'Appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine e le eventuali riparazioni, in modo che essi siano sempre in buono stato di servizio.

I mezzi di trasporto per i lavori in economia dovranno essere forniti in pieno stato di efficienza.

## **87. Avvicinamento e allontanamento dei mezzi d'opera**

L'Appaltatore dovrà disporre di mezzi d'opera e di personale idonei e adeguati all'esecuzione dei lavori oggetto del presente appalto.

Sono a completo carico dell'Appaltatore tutti gli oneri e le spese necessarie derivanti dall'avvicinamento al luogo d'impiego dei mezzi meccanici (autocarri, pompe, autogru, ecc.), nonché dal trasporto a pie' d'opera del personale e di tutti i materiali occorrenti per l'esecuzione dei lavori oggetto del presente appalto.



All'uopo l'Appaltatore dovrà prendere accordi per la viabilità sulle capezzagne e gli stradoni di campagna con i singoli proprietari dei terreni attraversati e fissare gli importi degli eventuali indennizzi, essendo a carico dell'Appaltatore stesso tutti i danni che venissero causati dal passaggio di autogru, automezzi, ecc.; sono a carico della Stazione Appaltante esclusivamente le indennità per occupazioni temporanee relative alla zona strettamente interessata dall'esecuzione dei lavori e a quella di deposito del materiale di risulta.

L'Appaltatore dovrà pure provvedere, a sue complete spese, alla realizzazione di quanto necessario per consentire il transito dei mezzi meccanici attraverso le affossature, i manufatti, le strade e sugli argini.

A lavori ultimati l'Appaltatore stesso dovrà, a sua completa cura e spese, allontanare dal luogo d'impiego tutti i mezzi d'opera e di trasporto usati, provvedendo nel contempo a rimettere in pristino stato tutto quanto fosse stato danneggiato e rimosso, in modo da tenere la Stazione Appaltante sollevata ed esente da qualsiasi responsabilità e da qualunque eventuale richiesta di danni da parte di terzi.

## **88. Segnaletica stradale**

Nella collocazione dei segnali stradali temporanei o permanenti l'Impresa si atterrà, oltre che alle disposizioni della DL, alle norme del Nuovo Codice della Strada, alle richieste delle Amministrazioni responsabili delle strade interessate ed alle prescrizioni dei competenti Uffici locali della Polizia Stradale.

## **89. Difetti di costruzione**

L'Appaltatore dovrà demolire e ricostruire a totale sua spesa quelle lavorazioni che la Direzione Lavori riconoscesse eseguite senza la necessaria diligenza o con materiali diversi da quelli prescritti contrattualmente o che, dopo la loro accettazione e messa in opera abbiano rivelato difetti o inadeguatezze. Qualora l'Appaltatore non ottemperi all'ordine ricevuto, si procederà d'ufficio a quanto necessario per il rispetto del contratto.

Qualora il Direttore dei Lavori presuma che esistano difetti di costruzione, potrà ordinare che le necessarie verifiche siano disposte in contraddittorio con l'Appaltatore.

Quando i vizi di costruzione siano accertati, le spese delle verifiche sono a carico dell'Appaltatore; in caso contrario l'Appaltatore ha diritto al rimborso di tali spese e di quelle sostenute per il ripristino della situazione originaria, con esclusione di qualsiasi altro indennizzo o compenso.

## **90. Opere provvisoriali**

L'Appaltatore dovrà provvedere alla formazione e manutenzione delle piste di transito e rampe necessarie per l'esecuzione dei lavori.

Ove si rendesse necessario l'Appaltatore dovrà, con onere a suo carico, provvedere all'esecuzione dei rinforzi o allargamenti della pavimentazione relativa alle vie di accesso ai cantieri, e cioè allo scopo di realizzare la necessaria sicurezza durante il trasporto dei materiali e dei mezzi da impiegarsi.

L'Appaltatore dovrà provvedere alla formazione dei cantieri di lavoro anche mediante la costruzione di ture e cavedoni di convenienti dimensioni, nonché eseguire i necessari aggettamenti con motopompa e le deviazioni di corsi d'acqua superficiali con idonee attrezzature, onde mettere all'asciutto i piani di lavoro.

A opere ultimate, tutte le opere provvisoriali anzidette dovranno essere rimosse, con trasporto a rifiuto dei materiali di risulta e ripristino a sagoma delle superfici interessate.

Eventuali sospensioni dei lavori non danno motivo a maggiori compensi per maggiori aggettamenti.

## **91. Noleggi**

I noli devono essere espressamente richiesti, con ordine di servizio, dalla Direzione dei Lavori e sono retribuibili solo se non sono compresi nei prezzi delle opere e/o delle prestazioni.

Le macchine e attrezzi dati a noleggio devono essere in perfetto stato di esercizio ed essere provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro funzionamento.

Sono a carico esclusivo dell'Appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine affinché siano in costante efficienza.

Il nolo si considera per il solo tempo effettivo, a ora o a giornata di otto ore, dal momento in cui l'oggetto noleggiato viene messo a disposizione della Stazione Appaltante, fino al momento in cui il nolo giunge al termine del periodo per cui è stato richiesto.

Nel prezzo sono compresi: i trasporti dal luogo di provenienza al cantiere e viceversa, il montaggio e lo smontaggio, la manodopera, i combustibili, i lubrificanti, i materiali di consumo, l'energia elettrica, lo sfrido e tutto quanto occorre per il funzionamento dei mezzi.

I prezzi dei noli comprendono le spese generali e l'utile dell'imprenditore.



## **92. Difesa ambientale**

L'Appaltatore dovrà, nel corso dello svolgimento dei lavori, salvaguardare l'integrità dell'ambiente, rispettando le norme attualmente vigenti in materia e adottando tutte le precauzioni possibili per evitare danni di ogni genere.

In particolare, nell'esecuzione delle opere, deve provvedere a:

- evitare l'inquinamento delle falde e delle acque superficiali;
- effettuare lo scarico dei materiali solo nelle discariche autorizzate;
- segnalare tempestivamente alla Stazione Appaltante ed al Direttore dei Lavori il ritrovamento, nel corso dei lavori di scavo, di opere sotterranee che possano provocare rischi di inquinamento o materiali contaminati.



## **CAPO 2**

### **NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI ELENCO DESCRITTIVO DELLE SINGOLE CATEGORIE DI LAVORO**

#### **93. Norme per la misurazione dei lavori e la valutazione dei noli**

Per tutte le opere dell'appalto le quantità dei lavori eseguiti saranno determinate con metodi geometrici o a numero o a peso, a seconda dei casi.

L'Impresa dovrà avvisare la DL in tempo debito perché essa possa procedere a quelle misurazioni che in progresso di lavoro non potessero più effettuarsi. In difetto l'Impresa dovrà accettare le valutazioni della DL e sottostare a tutte le spese e rifusioni di danni che la tardiva ricognizione dovesse provocare.

Non verranno contabilizzati né pagati il materiale, i lavori e i finimenti migliori o maggiori di quanto ordinato per iscritto dalla DL, ancorché l'Amministrazione appaltante possa da essi trarre vantaggio ed anche se, pure edotta delle migliorie, la DL non vi si sia opposta.

Negli accertamenti periodici del lavoro eseguito le valutazioni provvisorie (cioè quelle di un'opera o di una parte di un'opera o di una fornitura incompiute, che dovranno nuovamente essere valutate annullando la precedente valutazione) saranno fatte dalla DL senza contraddittorio dell'Impresa ed insindacabilmente.

I lavori regolarmente eseguiti saranno valutati ai prezzi offerti in sede di gara dalla ditta aggiudicataria, nei quali s'intende compreso e compensato, senza eccezioni, ogni onere per dare compiuto il lavoro nel modo prescritto, anche se ciò non sia esplicitamente dichiarato nei singoli articoli.

Tutti i suddetti prezzi, ciascuno per quanto ad esso compete, comprendono e compensano gli oneri degli accertamenti geognostici preliminari; gli oneri degli eventuali interventi di consolidamento previo o di riassetto del terreno (nel caso di cedimenti spontanei o provocati dal carico dei manufatti di perizia o di altri oggetti connessi alla realizzazione della perizia) nel corso dei lavori o a lavori compiuti; gli oneri della bonifica della sede del lavoro da residui bellici di ogni tipo, superficiali e profondi; l'onere dell'esclusione ("aggotamento") dell'acqua (piovana, corrente, sorgiva, gemente) dalla sede del lavoro, da effettuarsi con ogni mezzo che alla DL appaia necessario alla buona esecuzione dei lavori, qualunque aggravio esso rappresenti per l'Impresa e l'onere del taglio, sezionamento, accatastamento in loco del soprassuolo legnoso ed arbustivo ed estirpazione delle ceppaie e delle radici.

Per quanto riguarda le modalità di misurazioni si conviene quanto di seguito riportato.

**SCAVO:** tutti i lavori di scavo ed i rilevati a sezione retta od obbligata, per qualsiasi profondità o sezione saranno misurati in escavo con metodi geometrici, applicando il prezzo di cui all'elenco offerto in sede di gara dalla ditta aggiudicataria. I volumi degli scavi, eseguiti in conformità alle disposizioni impartite dalla DL saranno determinati con il metodo delle sezioni ragguagliate sulla base di quelle che saranno rilevate in contraddittorio con l'Esecutore, all'atto della consegna, salvo la facoltà dello stesso e della Direzione di intercalarne altre per meglio adattarle alla configurazione del terreno ed alle particolarità degli escavi, ovvero sulla base delle quote assegnate dalla Direzione dei Lavori o, in mancanza, sulla base delle quote indicate nei disegni allegati al contratto. Con il prezzo unitario resta compensato, oltre che l'escavo, anche l'onere per la separazione delle diverse categorie di materiali (terreno naturale, sabbie, argille, ecc.), per il carico, per il trasporto, per i rinterri di manufatti e delle condotte, tubi o manufatti, per lo scarico in depositi provvisori e in depositi definitivi delle terre in esubero e delle materie idonee ai rinterri, che la DL indicherà di portare a rifiuto in depositi o in discariche autorizzate intendendo compresi nel prezzo la estirpazione di eventuali ceppaie ed il trasporto a rifiuto di tutti i materiali di risulta. Sono compresi altresì tutti gli oneri relativi all'aggotamento delle acque negli scavi, sbadacchiature, ecc., e indennità di deposito temporaneo o definitivo, ovvero il canone demaniale nel caso il materiale avesse valore commerciale e l'Appaltatore intendesse acquisirlo, i permessi, i diritti o canoni di discarica se necessari, i maggiori oneri derivanti dagli allargamenti e dalle scarpate che si dovranno dare agli scavi stessi in relazione alle condizioni naturali ed alle caratteristiche delle opere, l'accurata pulizia delle superfici di scavo e la loro regolarizzazione, la demolizione delle eventuali tombature o fognature di qualsiasi tipo e dimensioni nonché il loro rifacimento, l'incidenza degli interventi, ove necessario, per ricerca, assistenza e superamento di cavi, tubazioni e condutture sotterranee (TELECOM - ENEL - GAS - METANO - ACQUA - etc.).

#### **Scavo di sbancamento o ricalibratura d'alveo con sistemazione entro l'ambito del cantiere**

Il prezzo comprende, oltre a tutti gli oneri richiamati, il trasporto del materiale, lo scarico e la sistemazione entro l'area del cantiere.

Lo scavo per ricalibrature d'alveo sarà misurato e compensato a volume di materiale in posto prima dello scavo, computato con il metodo delle sezioni ragguagliate.



### **Scavo di sbancamento o ricalibratura d'alveo con sistemazione fuori dall'ambito del cantiere**

Il prezzo comprende, oltre a tutti gli oneri richiamati ai punti precedenti, il trasporto del materiale, lo scarico e la sistemazione nella discarica.

Lo scavo di sbancamento sarà misurato e compensato a volume di materiale in posto prima dello scavo computato con il metodo delle sezioni ragguagliate.

### **Scavo di fondazione a sezione obbligata**

Nel caso di appalti a misura lo scavo di fondazione sarà misurato a volume in base alle sezioni obbligate di scavo risultanti dai disegni di progetto, a partire dal piano campagna originario o dal piano ottenuto a seguito di sbancamento, salvo che l'Ufficio di Direzione Lavori non adotti, a suo insindacabile giudizio, altri sistemi.

## **MANUTENZIONE ALVEI**

### **Taglio selettivo della vegetazione**

Nel prezzo è compreso l'abbattimento di alberi di alto fusto, di qualsiasi diametro.

Il prezzo comprende inoltre tutte le operazioni necessarie per eseguire il lavoro così come descritto nello specifico paragrafo del Capitolato Speciale d'Appalto - Capo 6, sia esso effettuato a mano o a macchina. Sono compresi altresì l'allontanamento del materiale non utilizzabile e la sua eliminazione a discarica, nonché, per i tronchi abbattuti, l'accatastamento, il taglio dei rami, la riduzione in astoni di lunghezza commerciale la sistemazione al di fuori dell'alveo attivo. Il prezzo compensa anche la successiva regolarizzazione del terreno. Se durante i lavori l'Impresa dovesse rinvenire nel terreno dei materiali estranei, dovrà, a sue spese, provvedere al loro allontanamento e al trasporto a rifiuto, indennità di discarica incluse.

Sono a carico dell'Impresa anche gli oneri per il recupero e le indennità di eventuali aree di stoccaggio dei materiali, nonché per la pulizia ed il ripristino di tutte le aree interessate dai lavori, dal passaggio e dalle manovre di mezzi, o dal deposito di materiali. Resta a carico dell'Impresa anche il corrispettivo per le discariche.

I lavori di taglio selettivo saranno compensati a metro quadrato di superficie ripulita o in alternativa per metro lineare lungo la direzione dell'alveo, per una fissata larghezza di intervento definita nella relativa voce di elenco prezzi.

### **Decespugliamento di scarpate fluviali**

Nel prezzo è compreso l'abbattimento di alberi di alto fusto, di diametro non superiore a 6 cm.

Il prezzo comprende inoltre tutte le operazioni necessarie per eseguire il lavoro così come descritto nello specifico paragrafo del Capitolato Speciale d'Appalto - Capo 6, sia esso effettuato a mano o a macchina. Sono compresi altresì l'allontanamento del materiale estratto e la sua eliminazione a discarica, nonché le operazioni di regolarizzazione del terreno a lavori ultimati. Se durante i lavori l'Impresa dovesse rinvenire nel terreno dei materiali estranei, dovrà, a sue spese, provvedere al loro allontanamento e al trasporto a rifiuto. Sono a carico dell'Impresa anche gli oneri per il recupero e le indennità di eventuali aree di stoccaggio dei materiali, nonché per la pulizia ed il ripristino di tutte le aree interessate dai lavori, dal passaggio e dalle manovre di mezzi, o dal deposito di materiali. Resta a carico dell'Impresa anche il corrispettivo per le discariche.

I lavori di decespugliamento, nel caso di appalto a misura, saranno compensati a metro quadrato di superficie ripulita o in alternativa per metro lineare lungo la direzione dell'alveo, per una fissata larghezza di intervento definita nella relativa voce di elenco prezzi.

### **Disboscamento di scarpate fluviali**

Il prezzo comprende tutte le operazioni necessarie per eseguire il lavoro così come descritto nello specifico paragrafo del Capitolato Speciale d'Appalto - Capo 6, sia esso effettuato a mano o a macchina. Sono compresi altresì l'allontanamento del materiale non utilizzabile e la sua eliminazione a discarica, nonché, per i tronchi abbattuti, l'accatastamento, il taglio dei rami, la riduzione in astoni di lunghezza commerciale ed il trasporto nei luoghi indicati dalla Direzione Lavori. Il prezzo compensa anche la successiva regolarizzazione del terreno. Se durante i lavori l'Impresa dovesse rinvenire nel terreno dei materiali estranei, dovrà, a sue spese, provvedere al loro allontanamento e al trasporto a rifiuto, indennità di discarica incluse.

Sono a carico dell'Impresa anche gli oneri per il recupero e le indennità di eventuali aree di stoccaggio dei materiali, nonché per la pulizia ed il ripristino di tutte le aree interessate dai lavori, dal passaggio e dalle manovre di mezzi, o dal deposito di materiali. Resta a carico dell'Impresa anche il corrispettivo per le discariche.

I lavori di disboscamento, nel caso di appalto a misura, saranno compensati a metro quadrato di superficie ripulita o in alternativa per metro lineare lungo la direzione dell'alveo, per una fissata larghezza di intervento definita nella relativa voce di elenco prezzi.



### **Sfalcio e decespugliamento di rilevati arginali**

Nel prezzo sono compresi gli oneri per l'allontanamento del materiale estratto e per la sua eliminazione a discarica, nonché per le operazioni di regolarizzazione del terreno a lavori ultimati.

Nel caso il materiale derivato avesse valore commerciale, l'Appaltatore è tenuto alla sua acquisizione previo il pagamento del canone erariale stabilito dagli Uffici competenti.

Se durante i lavori l'Impresa dovesse rinvenire nel terreno dei materiali estranei, dovrà, a sue spese, provvedere al loro allontanamento e al trasporto a rifiuto. Sono a carico dell'Impresa anche gli oneri per il recupero e le indennità di eventuali aree di stoccaggio dei materiali, nonché per la pulizia ed il ripristino di tutte le aree interessate dai lavori, dal passaggio e dalle manovre di mezzi, o dal deposito di materiali. Resta a carico dell'Impresa anche il corrispettivo per le discariche.

I lavori di sfalcio e decespugliamento di rilevati arginali, nel caso di appalto a misura, saranno compensati a metro quadrato di superficie sistemata su piani e scarpate arginali di qualsiasi sviluppo, siano essi effettuati a macchina o a mano.

### **Risagomatura dell'alveo**

Con il prezzo unitario resta compensato, oltre che l'escavo, anche l'onere per la selezionatura degli elementi lapidei che potrebbero essere riutilizzati per la realizzazione di difese spondali e i materiali idonei ai rinterri, che la DL indicherà di portare a rifiuto in depositi o in discariche autorizzate, intendendo compresi nel prezzo la estirpazione di eventuali ceppaie, il trasporto a rifiuto di tutti i materiali di risulta e in alternativa la sistemazione entro l'area di cantiere. Sono compresi altresì tutti gli oneri relativi all'aggettamento delle acque negli scavi, sbatacchiature, ecc.

I lavori di risagomatura dell'alveo saranno compensati al metro quadrato di superficie sistemata, considerando lo sviluppo ortogonale e longitudinale al corso d'acqua.

### **PALIFICAZIONI**

**a) Pali in cemento armato** - Per i pali in cemento armato, ferme restando le suddette norme per la loro valutazione e posa in opera, si precisa che il prezzo di cui all'elenco offerto in sede di gara dalla ditta aggiudicataria comprende la fornitura del palo completo di armatura metallica, di puntazze di ferro robustamente ancorate al calcestruzzo, delle cerchiature di ferro, nonché dei prismi di legno a difesa della testata.

**b) Pali trivellati o battuti formati in opera** - Per i pali trivellati o battuti e formati in opera il prezzo, di cui all'elenco offerto in sede di gara dalla ditta aggiudicataria, a metri lineari comprende pure l'onere della infissione del tubo forma, la fornitura ed il getto del calcestruzzo ed il suo costipamento con mezzi idonei, il ritiro graduale del tubo forma, la posa in opera della armatura metallica. Rimane esclusa la sola fornitura dell'armatura metallica che verrà pagata a parte. L'onere della eventuale foratura a vuoto per l'esecuzione dei pali trivellati è compresa e compensato nel prezzo relativo a detti pali. Per tutti i tipi suindicati di pali nel prezzo, di cui all'elenco offerto in sede di gara dalla ditta aggiudicataria, è altresì compreso l'onere delle prove di carico come indicato negli articoli precedenti del presente capitolato speciale di appalto.

**c) Micropali** - Per i micropali il prezzo, di cui all'elenco offerto in sede di gara dalla ditta aggiudicataria, a metri lineari comprende pure l'onere della fornitura in opera dell'armatura metallica. La misura si intende dal fondo del foro fino all'inserimento nelle strutture in c.a. da sostenere; il tratto destinato a restare all'interno del getto (comprese le piastre o barre di ancoraggio al c.a.) è escluso dalla misura perché si intende compreso nel costo unitario della parte infissa nel terreno. Per tutti i tipi suindicati di pali nel prezzo, di cui all'elenco offerto in sede di gara dalla ditta aggiudicataria, è altresì compreso l'onere delle prove di carico come indicato negli articoli precedenti del presente capitolato speciale di appalto.

**LE MURATURE IN GENERE**, salvo le eccezioni in appresso specificate, saranno misurate geometricamente, a volume od a superficie, secondo la loro categoria, in base a misure prese sul vivo dei muri, esclusi cioè gli intonaci, nonché i materiali di differente natura in esse compenetrati e che devono essere pagati con altri prezzi di tariffa. Nei prezzi offerti in sede di gara dalla ditta aggiudicataria di tutte le opere, tanto in fondazione quanto in elevazione, in muratura, si intenderà sempre compresa ogni qualunque spesa per le impalcature e i ponti di servizio di qualsiasi importanza, per il carico, trasporto, innalzamento o discesa e scarico a piè d'opera dei materiali di ogni peso e volume, e per tutte le manovre diverse, occorrenti per la costruzione delle opere stesse, qualunque sia la loro altezza o profondità di esecuzione, e qualunque sia la grossezza e la forma delle murature, nonché per le murature in elevazione, il paramento di faccia vista, del tipo indicato nel relativo prezzo di elenco offerto in sede di gara dalla ditta aggiudicataria delle murature, sempreché questo non sia previsto con pagamento separato. Nei prezzi della muratura di qualsiasi specie, qualora non debbano essere eseguite con paramento di faccia vista, si intende compreso il rinzafo delle facce visibili dei muri: tale rinzafo sarà sempre eseguito, ed è compreso nel prezzo unitario anche a tergo



dei muri che debbano essere poi caricati da terrapieni; è pure sempre compresa la formazione di feritoie regolari e regolarmente disposte nei muri per lo scolo delle acque e delle immorsature, e la costruzione di tutti gli incassi per la posa in opera della pietra da taglio. Nei prezzi, di cui all'elenco offerto in sede di gara dalla ditta aggiudicataria, delle murature da eseguire con pietrame di proprietà dell'amministrazione, come in generale per tutti i lavori per i quali s'impiegano materiali di proprietà dell'amministrazione (non ceduti all'impresa), si intende compreso ogni trasporto, ripulitura ed adattamento dei materiali stessi per renderli idonei alla messa in opera, nonché la messa in opera degli stessi. Le murature eseguite con materiali ceduti all'impresa saranno valutate con i prezzi normali suddetti delle murature con pietrame fornito dall'impresa, intendendosi in questi prezzi compreso e compensato ogni trasporto ed ogni onere di lavorazione, messa in opera ecc., come sopra, del pietrame ceduto. Qualunque sia la incurvatura data alla pianta ed alle sezioni trasversali dei muri, anche se si debbano costruire sotto il raggio, le relative murature non potranno essere comprese nella categoria delle volte e saranno valutate coi prezzi delle murature rette senza alcun compenso. Tali prezzi comprendono non solo il compenso per la lavatura delle facce viste, dei piani di posa e di combaciamento, ma anche quello per l'eventuale maggior costo del pietrame di rivestimento. Nella misurazione dei paramenti saranno dedotte le parti occupate da pietra da taglio, da cortine di mattoni e da pietre artificiali.

**I GETTI** secondo il loro effettivo sviluppo e volume, risultante dal rispetto delle quote di progetto; I conglomerati per fondazioni, murature, volti, ecc. ed i cementi armati, costruiti di getto in opera saranno in genere valutati a metro cubo di conglomerato, escluso il ferro da impiegarsi per i cementi armati che verrà pagato a peso ed a chilogrammo, 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 e trascurando soltanto la deduzione delle eventuali smussature previste in progetto agli spigoli che avessero il cateto della loro sezione trasversale inferiore o al più eguale a 5 cm, e, nei tombini, del volume delle gavete dei pozzetti. Nel conglomerato di qualsiasi tipo è sempre compreso l'onere della costipazione a regola d'arte di tutti gli strati del getto, dello spessore fissato dalla DL tipo per tipo, l'onere della rifinitura (varia secondo il tipo di conglomerato, conforme alle disposizioni della DL) delle pareti in vista, delle altre eventualmente indicate dalla DL e degli spigoli, l'eventuale esecuzione fuori opera di pezzi determinati e la posa in opera di questi ultimi, l'esecuzione del getto a settori, eccetera. Il prezzo in elenco dei conglomerati considera e compensa pure gli oneri eccezionali da sostenersi nell'esecuzione delle sottomurazioni, quali il getto a settori, i puntelli, gli aggettamenti anche meccanici o gli sbarramenti necessari per conservare asciutta la sede del getto, eccetera. Il prezzo offerto in sede di gara dalla ditta aggiudicataria compensa inoltre l'eventuale uso di sostanze anticongelanti con cui l'Impresa ha l'obbligo di aggiungere i getti qualora le condizioni meteorologiche lo richiedano, l'uso di qualsiasi additivo approvato dalla DL, il getto con qualsiasi mezzo (anche mediante autopompa), la vibratura secondo le indicazioni della DL. e di ogni altro onere.

**ACCIAIO IN BARRE O IN RETE ELETTROSALDATA** d'armatura dei conglomerati verrà misurato a peso di materiale posto in opera nelle casseforme, dopo aver subito tutte le legature, sagomature e legature ordinate dalla direzione dei lavori, curando che la posizione dei ferri coincida rigorosamente con quella fissata nei disegni esecutivi approvati dalla DL. o, su espressa indicazione della Direzione Lavori, ove questa lo ritenga opportuno, a peso, mediante pesatura diretta sui mezzi di trasporto, da effettuarsi sulla pesa pubblica più prossima al luogo di impiego scelta dalla Direzione dei lavori; La determinazione del peso di acciaio corrispondente ai vari diametri verrà effettuata in base alla tabella UNI n. 707 non verranno compensati il filo di ferro per legature, i distanziatori e le sovrapposizioni di barre non previste o non necessarie. Nel prezzo offerto in sede di gara dalla ditta aggiudicataria oltre al materiale, alla lavorazione, alle sagomature è compresa la posa in opera all'interno delle casseforme, le legature, i distanziatori, lo sfrido ed ogni altro onere. Il peso del ferro tondo di armatura del calcestruzzo, sia che esso sia del tipo omogeneo, semiduro od acciaiolo, verrà determinato mediante il peso teorico corrispondente ai vari diametri effettivamente prescritti, trascurando le quantità superiori alle prescrizioni, le legature e le sovrapposizioni per giunte non ordinate. Il peso del ferro verrà in ogni caso determinato con mezzi analitici ordinari, misurando cioè lo sviluppo lineare effettivo per ogni barra (seguendo le sagomature e uncinature) e moltiplicandolo per il peso unitario dato dalle tabelle ufficiali U.N.I. Il prezzo, offerto in sede di gara dalla ditta aggiudicataria, a chilogrammo dei soli cavi di acciaio armonico impiegato per i calcestruzzi precompressi, compensa anche la fornitura e posa in opera delle guaine, dei fili di legatura delle stesse guaine e le iniezioni con malta di cemento nei vani dei cavi, le teste e le piastre di ancoraggio e la mano d'opera e i mezzi ed i materiali per la messa in tensione dei cavi stessi, nonché per il bloccaggio del dispositivo.

#### **ACCIAIO DA CARPENTERIA**

Le opere di acciaio da carpenteria saranno valutate secondo le risultanze dello sviluppo delle misure, da moltiplicare per il peso desumibile per ogni elemento delle tabelle o, su espressa indicazione della Direzione



Lavori, ove questa lo ritenga opportuno, a peso e i relativi prezzi applicati al peso effettivo dei materiali stessi a lavorazione ultimata; il peso verrà desunto da bollette rilasciate dalla pesa pubblica più prossima al luogo di impiego e riportato su appositi verbali.

**I CASSERI** per getti in c.a. saranno valutati secondo il loro effettivo sviluppo a metro quadrato di superficie casserata ed al prezzo offerto in sede di gara dalla ditta aggiudicataria. La casseratura ordinaria per getti di conglomerato cementizio, inerte o armato, realizzata a regola d'arte coi criteri e coi materiali scelti dall'Impresa e approvati della DL, sarà valutata a metro quadrato per la superficie corrispondente all'area del manufatto realmente contenute e conformate dalla casseratura. La misura della superficie sarà valutata vuoto per pieno per le aperture fino a 0.5 mq.

**LE TUBAZIONI DRENANTI**, secondo la loro lunghezza, misurate in opera, complete delle fasce di giunzione

**LA GABBIONATA** secondo il suo effettivo sviluppo e volume, indipendentemente dalle misure del gabbione impiegato. Nel prezzo sono compresi cioè tutti gli oneri per la fornitura, il trasporto, la posa ed il montaggio delle scatole metalliche; gli oneri per la fornitura del filo zincato necessario per le cuciture di ogni scatola, per i collegamenti tra le varie scatole e per i tiranti tra le facce opposte o contigue e tutte le operazioni di cucitura, collegamento e tirantaggio. Il prezzo comprende, altresì, la fornitura, il trasporto e la posa del materiale di riempimento, nonché l'eventuale posa in opera del gabbione da realizzarsi successivamente al riempimento dello stesso.

**IL PIETrame SCIOLTO** sarà valutato a **peso** mediante pesatura diretta sui mezzi di trasporto, da effettuarsi sulla pesa pubblica più prossima al luogo d'impiego scelta dalla Direzione dei Lavori. Il peso dovrà risultare da apposita bolletta di pesatura che conterrà la targa del veicolo, il peso lordo del veicolo e la tara nonché il tipo di materiale accertato in contraddittorio fra il rappresentante dell'Amministrazione e quello dell'Impresa.

Oltre a quanto stabilito nel presente Capitolato, l'Ufficio di Direzione Lavori ha la più ampia facoltà di aggiungere tutte quelle condizioni che ritenga più opportune per assicurare la buona riuscita delle operazioni di pesatura nonché l'efficienza dei controlli sui pesi dei carichi, sulla regolarità dei trasporti e sul collocamento in opera dei massi.

Nessuno speciale compenso o indennità può riconoscersi all'Impresa per il tempo necessario alle operazioni di taratura, stazzatura, pesatura dei materiali o per controlli su dette operazioni.

**LA GHIAIA, IL PIETRISCO E LA SABBIA** saranno valutate a volume da misurarsi sul mezzo di trasporto all'arrivo in cantiere. Per una più agevole e precisa misurazione la Direzione dei Lavori potrà chiedere lo spianamento del carico. Il volume del misto granulometrico stabilizzato, impiegato per la sistemazione della viabilità verrà misurato considerando la figura geometrica posta in opera. Nel prezzo di elenco offerto in sede di gara dalla ditta aggiudicataria si intendono compresi e compensati tutti gli oneri per la fornitura del materiale in cantiere, per noleggi di mezzi e per le prestazioni di mano d'opera per la posa e la stesa secondo le prescrizioni delle presenti norme e le disposizioni che verranno impartite dalla DL durante l'esecuzione dei lavori.

**IL DISGAGGIO DEI MASSI** per il volume della massa asportata.

**LE CHIODATURE** secondo la lunghezza effettiva delle barre inserite entro il prerforo;

#### **RILEVATI E RINTERRI**

Il volume dei rilevati sarà determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate, in base a rilevamenti eseguiti come per gli scavi di sbancamento. I rinterri di cavi a sezione ristretta saranno valutati a metro cubo per il loro volume effettivo misurato in opera. Nei prezzi di elenco sono previsti tutti gli oneri per il trasporto dei terreni da qualsiasi distanza e per gli eventuali indennizzi a cave di prestito.

**DEMOLIZIONI** Il prezzo deve intendersi applicabile per qualunque quantitativo di materiale da demolire, anche di dimensioni minime.

Nel prezzo sono compresi tutti gli oneri relativi a tale categoria di lavori, sia che venga eseguita in elevazione, fuori terra, in fondazione, entro terra, in breccia e in qualunque forma, comunque senza l'uso di mine.

In particolare sono compresi i ponti di servizio, le impalcature, le armature e sbadacchiature eventualmente occorrenti, nonché l'immediato allontanamento dei materiali di risulta.



L'Impresa è obbligata a recuperare i materiali dichiarati utilizzabili dall'Ufficio di Direzione Lavori, che rimangono proprietà dell'Amministrazione, e a caricare, trasportare a scaricare a rifiuto quelli non utilizzabili. Il prezzo è comprensivo anche del corrispettivo per le discariche.

Negli appalti a misura, le demolizioni sono valutate a m<sup>3</sup> misurate in sito prima dell'esecuzione del lavoro.

#### **Demolizione di strutture in pietrame a secco o in gabbioni**

La demolizione di strutture in pietrame a secco o gabbioni sarà compensata, nei lavori a misura, con valutazione a metro cubo di materiale demolito, misurato in sito prima dell'esecuzione del lavoro.

#### **Demolizione di strutture in mattoni**

La demolizione di strutture in mattoni sarà compensata, negli appalti a misura, con valutazione a metro cubo di materiale demolito, misurato in sito prima dell'esecuzione del lavoro.

#### **Demolizione di strutture in calcestruzzo**

La demolizione di strutture in calcestruzzo sarà compensata, negli appalti a misura, con valutazione a metro cubo di materiale demolito, misurato in sito prima dell'esecuzione del lavoro.

#### **Demolizione di strutture in cemento armato**

La demolizione di strutture in cemento armato sarà compensata, negli appalti a misura, con valutazione a metro cubo di materiale demolito, misurato in sito prima dell'esecuzione del lavoro. Saranno da considerarsi demolizioni di strutture in cemento armato quelle relative a conglomerati cementizi con armatura superiore a 30 kg/m<sup>3</sup>.

**I DRENAGGI** in ghiaia naturale o a granulometria assortita secondo il loro effettivo sviluppo e volume, risultante dal rispetto delle quote di progetto.

**I MANUFATTI PREFABBRICATI**, tipo pozzetti, canalette e tubi di PVC, di acciaio, c.av. e in cemento, secondo il loro effettivo sviluppo a metro lineare o a numero; nel prezzo di elenco offerto in sede di gara dalla ditta aggiudicataria sarà incluso il massetto di fondazione ove previsto, la fornitura e posa in opera dei tubi, la sigillatura dei giunti, il rinfiacco se prescritto. I manufatti scatolari prefabbricati in c.a.v. preformati saranno valutati a metro lineare di effettiva lunghezza longitudinale determinata sull'asse longitudinale senza tener conto delle parti che si sovrappongono.

**PAVIMENTAZIONE STRADALE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO.** Lo strato di conglomerato bituminoso semichiuso (Binder), dello spessore costipato come da voce di elenco, verrà pagato a metro cubo realizzato, sempreché dopo la messa in opera, in ogni punto esso presenti la composizione, la consistenza, lo spessore, la sagoma, l'uniformità superficiale e le altre caratteristiche che saranno richieste dalla D.L. Nel prezzo, di cui all'elenco offerto in sede di gara dalla ditta aggiudicataria, si intendono compensati tutti gli oneri descritti qui sopra a proposito del fondo stradale che possono essere richiesti dalla struttura qui trattata, e tutti quelli propri della struttura medesima che qui o nelle descrizioni dell'Elenco non siano stati citati, in particolare quello dell'uso di attrezzature speciali. Per il **manto d'usura**, dello spessore costipato come da voce di elenco, verrà pagato a metro quadrato di superficie realizzata. Per il resto valgono le disposizioni soprariportate.

**RIVESTIMENTI** bituminosi, rivestimenti con geotessili e impermeabili, muretti di recinzione, copertine per coronamento di muri, briglie o di altri manufatti anche aggettanti, rete metallica - compresi i sostegni metallici - secondo l'effettiva superficie (per i geotessuti escludendo le sovrapposizioni fra i teli in quanto tale onere è da ritenersi incluso nel prezzo unitario del geotessuto), nel rispetto delle quote di progetto.

**RIVESTIMENTI DI FONDO E SPONDE** di canali, marciapiedi e pavimentazioni di calcestruzzo di qualsiasi spessore verranno di norma misurati in ragione di superficie intendendosi tassativi gli spessori prescritti esclusa quindi ogni eccedenza, ancorché inevitabile, dipendente dalla forma e profondità degli scavi aperti e dal modo di esecuzione dei lavori. Ove la voce di capitolato, relativa al prezzo offerto in sede di gara dalla ditta aggiudicataria, lo prescriva, la valutazione potrà essere fatta a volume. Nei prezzi relativi offerti in sede di gara dalla ditta aggiudicataria è compreso ogni onere lo scavo, per la casserratura, la realizzazione dei giunti, il ferro di armatura, lo spolvero fresco su fresco delle superfici in vista con cemento e la loro rifinitura a frattazzo.

**LA BONIFICA DI SUPERFICI IN C.A.** o in pietrame e le stuccature verranno computate a metro quadrato di superficie di intervento. Per le riprese in breccia delle murature si valuteranno al metro cubo.

**LEGNAMI.** Palina di castagno, legname di abete, assicelle, assito, tavole e legname in genere. La palina di castagno e il legname in genere saranno computati a volume, a peso o a superficie secondo quanto indicato nella corrispondente voce di elenco, in base alle lunghezze e sezioni ordinate esclusa qualsiasi eccedenza



essendo nei prezzi, di cui all'elenco offerto in sede di gara dalla ditta aggiudicataria, compreso qualunque compenso per lo sfrido, e per la sua riduzione alle esatte dimensioni prescritte. Per i legnami rotondi e grossamente squadri, il volume risulterà dal prodotto della lunghezza minima per la sezione trasversale in corrispondenza della mezzeria. La superficie delle assicelle, tavole, tavoloni, panconi verrà misurata moltiplicando la larghezza presa in mezzeria per la lunghezza massima, cioè come se le teste fossero tagliate a squadra.

**ACCIOTTOLATI, SELCIATI, LASTRICATI, PAVIMENTAZIONI IN CEMENTO, DI PORFIDO.** Gli acciottolati, i selciati, i lastricati e le pavimentazioni in cubetti saranno pagati a metro quadrato di superficie vista, limitata cioè dal vivo dei muri o dai contorni, esclusa quindi ogni incassatura anche se necessaria e prescritta dalla direzione. Nei prezzi, di cui all'elenco offerto in sede di gara dalla ditta aggiudicataria, è sempre compreso il letto e l'intasamento di sabbia o di malta, ogni compenso per riduzione, tagli e sfridi di lastre, pietre o ciottoli, per maggiori difficoltà di costruzione dovuta ad angoli rientranti e sporgenti, per la preparazione, battitura e regolarizzazione del suolo; per la stuccatura o profilatura dei giunti con malta di cemento o bitumatura secondo le prescrizioni della direzione dei lavori e per qualunque altra opera o spesa per dare i lavori ultimati ed in perfetto stato. I prezzi, di cui all'elenco offerto in sede di gara dalla ditta aggiudicataria, sono applicabili invariabilmente qualunque sia, o piana o curva, la superficie vista, e qualunque sia il fondo su cui sono posti in opera. Se l'acciottolato, selciato lastricato o pavimentazione in cubetti dovessero posare sopra sottofondo di sabbia, malta, macadam, cilindrato o calcestruzzo, questo (salvo quando non sia diversamente disposto in tariffa) verrà valutato a parte ai prezzi di elenco relativi a questi vari sottofondi e sostegni in muratura di calcestru

**TUBAZIONI** I prezzi, di cui all'elenco offerto in sede di gara dalla ditta aggiudicataria, delle tubazioni descritte in Elenco comprendono anche: la fornitura e l'esecuzione dei giunti (bigiunti meccanici o giunti elettrosaldabili) e dei pezzi speciali (curve, raccordi, tappi d'ispezione, ecc.), la posa nei tratti terminali a cielo aperto di curve e griglie onde impedire l'ingresso nelle tubazioni di roditori, ove i tubi siano utilizzati come pozzetti di ispezione saranno dotati nell'estremo di adeguati sistemi di chiusura. Sono inoltre compresi gli oneri relativi all'attraversamento di manufatti da parte delle condotte (Apertura di fori e loro sigillatura a regola d'arte mediante passamuri e manicotti termorestringenti. E' pure compreso l'onere degli ancoraggi con blocchi di calcestruzzo Rck 150 da eseguirsi in opera entro la trincea nei punti indicati dalla DL. Per i tubi d'acciaio, oltre la giunzione per saldatura, il prezzo compensa anche il ripristino del rivestimento bituminoso esterno, come descritto nell'articolo relativo alle tubazioni in acciaio.

**TUBI DI CEMENTO** I tubi di cemento saranno pagati a metri lineari e nel prezzo di cui all'elenco offerto in sede di gara dalla ditta aggiudicataria sarà incluso il massetto di fondazione, la fornitura e posa in opera dei tubi, la sigillatura dei giunti, il rinfilanco quale sarà prescritto.

#### **INERBIMENTO DI SUPERFICI: SEMPLICE O POTENZIATO**

I prezzi compensano l'inerbimento di superfici piane o inclinate con un miscuglio di sementi di specie erbacee selezionate mediante tecnica a spaglio o meccanica, realizzato con le modalità riportate nello specifico paragrafo del Capitolato Speciale d'Appalto.

I prezzi comprendono anche tutte le operazioni necessarie per la preparazione alla semina del terreno agrario, compresa quindi la stesa del terreno stesso lungo le superfici da inerbire per lo spessore previsto in progetto. I prezzi comprendono anche i lavori di vangatura, fresatura ed epicatura del terreno agrario da eseguirsi prima delle operazioni di semina o di piantamento, realizzati secondo le modalità riportate nello specifico paragrafo del Capitolato Speciale d'Appalto.

Per quanto concerne l'inerbimento potenziato e' previsto altresì la spruzzatura di una emulsione bituminosa non inferiore a 2 kg/m<sup>2</sup>., lo spargimento di fertilizzanti e concimi con l'innaffiamento sistematico per il tempo occorrente.

Nei contratti a misura, la valutazione sarà effettuata a metro quadrato.

#### **Fornitura e posa di talee**

Il prezzo compensa la fornitura e la posa di talee di specie arbustive, con diametro minimo 3 cm e lunghezza minima 80 cm, ad elevata capacità vegetativa, infisse per almeno 60 cm nel terreno oppure negli interstizi delle difese spondali. Sono compresi tutti gli oneri per dare il lavoro ultimato a regola d'arte secondo le modalità riportate nello specifico paragrafo del Capitolato Speciale d'Appalto.

Nei contratti a misura, la valutazione sarà effettuata a numero.



### **Fornitura e posa di specie arbustive**

Il prezzo compensa la fornitura e la posa in opera di specie arbustive autoctone di piccole dimensioni (altezza inferiore a 80 cm) a radice nuda e/o con pane di terra. Il prezzo comprende la fornitura delle specie arbustive, l'esecuzione della buca, l'impianto, il rinterro, la concimazione e la bagnatura dell'impianto, le potature di formazione e tutto quanto necessario per eseguire il lavoro a regola d'arte con le modalità riportate nello specifico paragrafo del Capitolato Speciale d'Appalto.

Nei contratti a misura, la valutazione sarà effettuata a numero.

### **PALIZZATA VIVA IN LEGNAME**

Le palizzate vive saranno compensate a metro lineare di struttura e nel prezzo risulta compreso il rinterro a monte nonché la messa a dimora di specie rampicanti autoctone in ragione di una ogni 10-15 cm di fronte per ogni ordine di tondame longitudinale ovvero circa 15-20 piantine per ogni metro lineare di palizzata.

### **PALIFICATA VIVA DI SOSTEGNO IN LEGNAME**

Le palificate vive saranno compensate a metro cubo di struttura cellulare e nel prezzo risulta compreso il rinterro a monte ed il riempimento con inerti e terreno di scavo nonché la messa a dimora di specie rampicanti autoctone in ragione di una ogni 10-15 cm di fronte per ogni ordine di tondame longitudinale ovvero circa 20-30 piantine per ogni m2 di paramento esterno della palificata.

### **GRADONATA VIVA CON TALEE E PIANTINE**

Il prezzo compensa, con le dimensioni riportate nei disegni di progetto, la realizzazione di gradonate viva con talee e piantine radicate. Il prezzo comprende lo scavo delle banchine, sia esso eseguito a macchina o a mano, la fornitura e la messa a dimora delle talee e/o delle piantine, il successivo riempimento ed ogni altro onere per dare l'opera ultimata a regola d'arte secondo le modalità riportate nello specifico paragrafo del Capitolato Speciale d'Appalto.

Nei lavori a misura la valutazione sarà fatta a metro lineare.

### **GRATA VIVA IN LEGNAME CON TALEE E PIANTINE**

Il prezzo compensa la realizzazione di grate vive in legname con talee e piantine.

Il prezzo comprende la fornitura del legname, del materiale per le chiodature e le legature, dei piloti in acciaio, della rete elettrosaldata, del terreno di copertura, della carta catramata e del materiale vegetale; il prezzo comprende altresì ogni lavorazione necessaria per la regolarizzazione della superficie, per la costruzione della struttura compreso il contrafforte alla base con o senza tondoni di appoggio, per il suo ancoraggio al terreno, per la posa ed il fissaggio della rete elettrosaldata, per la posa del terreno di copertura e delle talee, per la profilatura superficiale della scarpata ed ogni altro onere per dare l'opera ultimata a regola d'arte secondo le modalità riportate nello specifico paragrafo del Capitolato Speciale d'Appalto.

Nei lavori a misura, la valutazione sarà fatta a metro lineare, con le dimensioni riportate nei disegni di progetto.

### **GEOSINTETICI E GEOCOMPOSITI**

#### ***a) Fornitura e posa in opera di tessuto non tessuto***

Il prezzo compensa la fornitura e la posa in opera di tessuto non tessuto e comprende tutti gli oneri per gli sfridi, le sovrapposizioni, le cuciture, le prove di laboratorio richieste dalla Direzione Lavori e quant'altro necessario per eseguire l'opera con le modalità previste nello specifico paragrafo del Capitolato Speciale d'Appalto – Capo 6 e nei disegni di progetto.

Negli appalti a misura i geotessili in tessuto non tessuto saranno compensati a metro quadrato, in ragione della grammatura e in base alla superficie effettivamente coperta dal telo, senza tenere conto delle sovrapposizioni.

#### ***b) Fornitura e posa in opera di georete tridimensionale antierosione, rinforzata con griglia in poliestere***

Il prezzo compensa la fornitura e la posa in opera di georete tridimensionale in nylon rinforzata con griglia in poliestere e comprende tutti gli oneri per gli sfridi, i sormonti, le cuciture, gli ancoraggi, le prove di laboratorio richieste dall'Ufficio di Direzione Lavori e quant'altro necessario per eseguire l'opera con le modalità previste nel Capitolato e nei disegni di progetto.

Negli appalti a misura, le georeti tridimensionali antierosione saranno compensate a metro quadrato, in base alla superficie effettivamente coperta dalla georete, senza tenere conto dei sormonti.

### **PAVIMENTAZIONI STRADALI**



### **Costruzione di cassonetto stradale con regolarizzazione e rullatura del fondo**

Il prezzo compensa la realizzazione di cassonetto stradale, comprendente la regolarizzazione e la rullatura con rullo di adatto peso, statico o vibrante, o con piastra vibrante idonea, del piano di fondo dello scavo di cassonetto, compresi gli oneri per il funzionamento del rullo o della piastra e per ogni altra operazione necessaria per completare l'opera a regola d'arte. Negli appalti a misura, la valutazione verrà effettuata a metro quadrato per lo spessore riportato nei disegni di progetto.

### **Fondazioni stradali in misto granulare**

Il prezzo compensa la formazione di fondazioni stradali e di strade sterrate realizzate secondo le modalità riportate nello specifico paragrafo del Capitolato Speciale d'Appalto. La valutazione, negli appalti a misura, avverrà a metro cubo a compattazione avvenuta.

### **Conglomerato bituminoso per strati di base**

Il prezzo compensa l'esecuzione di strati di base dello spessore compreso di 6 cm, realizzati secondo le modalità riportate nello specifico paragrafo del Capitolato Speciale d'Appalto. La valutazione, negli appalti a misura, avverrà a metro quadro a compattazione avvenuta.

### **Conglomerato bituminoso per strati di collegamento (binder)**

Lo strato di conglomerato bituminoso semichiuso (Binder), dello spessore costipato come da voce di elenco, verrà pagato a metro cubo realizzato, sempreché dopo la messa in opera, in ogni punto esso presenti la composizione, la consistenza, lo spessore, la sagoma, l'uniformità superficiale e le altre caratteristiche che saranno richieste dalla D.L. Nel prezzo, di cui all'elenco offerto in sede di gara dalla ditta aggiudicataria, si intendono compensati tutti gli oneri descritti qui sopra a proposito del fondo stradale che possono essere richiesti dalla struttura qui trattata, e tutti quelli propri della struttura medesima che qui o nelle descrizioni dell'Elenco non siano stati citati, in particolare quello dell'uso di attrezzature speciali.

### **Conglomerato bituminoso per strati di usura**

Il prezzo compensa l'esecuzione di strati di usura dello spessore compreso di 3 cm, realizzati secondo le modalità riportate nello specifico paragrafo del Capitolato Speciale d'Appalto. Il prezzo comprende anche la provvista e la stesa di una mano di ancoraggio costituita da bitume di penetrazione 80/100 modificato con polimeri sintetici e stesa con apposita attrezzatura a pressione alla temperatura di almeno 160 °C, in ragione di 1 kg/m<sup>2</sup>. La valutazione, negli appalti a misura, avverrà a metro quadro a compattazione avvenuta.

### **Microtappeto "slurry seal"**

Il prezzo compensa l'esecuzione del microtappeto dello spessore massimo di 10 mm realizzato secondo le modalità riportate nello specifico paragrafo del Capitolato Speciale d'Appalto. La valutazione, negli appalti a misura, avverrà a metro quadro di superficie trattata.

## **MANODOPERA**

Gli operai per i lavori in economia dovranno essere idonei al lavoro per il quale sono richiesti e dovranno essere provvisti dei necessari attrezzi.

L'Appaltatore è obbligato, senza compenso alcuno, a sostituire tutti quegli operai che non soddisfino alla Direzione dei Lavori.

Circa le prestazioni di mano d'opera saranno osservate le disposizioni e convenzioni stabilite dalle leggi e dai contratti collettivi di lavoro, stipulati e convalidati a norma delle leggi sulla disciplina giuridica dei rapporti collettivi.

Nell'esecuzione dei lavori che formano oggetto del presente appalto, l'Appaltatore si obbliga ad applicare integralmente tutte le norme contenute nel contratto collettivo nazionale di lavoro per gli operai dipendenti dalle aziende industriali edili ed affini e negli accordi locali integrativi dello stesso, in vigore per il tempo e nella località in cui si svolgono i lavori anzidetti.

L'Appaltatore si obbliga altresì ad applicare il contratto e gli accordi medesimi anche dopo la scadenza e fino alla sostituzione e, se cooperative, anche nei rapporti con i soci.

I suddetti obblighi vincolano l'Appaltatore anche se non sia aderente alle associazioni stipulanti o receda da esse e indipendentemente dalla natura industriale della stessa e da ogni altra sua qualificazione giuridica, economica o sindacale.

L'Appaltatore è responsabile in rapporto alla Stazione appaltante dell'osservanza delle norme anzidette da parte degli eventuali subappaltatori nei confronti dei rispettivi loro dipendenti, anche nei casi in cui il contratto collettivo non disciplini l'ipotesi del subappalto.

Il fatto che il subappalto sia o non sia stato autorizzato, non esime l'Impresa dalla responsabilità di cui al comma precedente e ciò senza pregiudizio degli altri diritti della Stazione Appaltante.

## **NOLEGGI**

Le macchine e gli attrezzi dati a noleggio debbono essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento. Sono a carico esclusivo dell'Appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine.



Il prezzo comprende gli oneri relativi alla mano d'opera, al combustibile, ai lubrificanti, ai materiali di consumo, all'energia elettrica ed a tutto quanto occorre per il funzionamento delle macchine.

Con i prezzi di noleggio delle motopompe oltre la pompa sono compensati il motore, o la motrice, il gassogeno, e la caldaia, la linea per il trasporto dell'energia elettrica ed, ove occorra, anche il trasformatore.

I prezzi di noleggio di meccanismi in genere si intendono corrisposti per tutto il tempo durante il quale i meccanismi rimangono a piè d'opera a disposizione della Stazione Appaltante e cioè anche per le ore in cui i meccanismi stessi non funzionano, applicandosi il prezzo stabilito per meccanismi in funzione soltanto alle ore in cui essi sono in attività di lavoro; quello relativo a meccanismi in riposo in ogni altra condizione di cose anche per tutto il tempo impiegato per riscaldare la caldaia e per portare a regime i meccanismi.

Nel prezzo del noleggio sono compresi e compensati gli oneri e tutte le spese per il trasporto a piè d'opera, montaggio, smontaggio ed allontanamento dei detti meccanismi.

Per il noleggio dei carri e degli autocarri il prezzo verrà corrisposto soltanto per le ore di effettivo lavoro rimanendo escluso ogni compenso per qualsiasi altra causa o perditempo.

## **TRASPORTI**

Con i prezzi dei trasporti si intende compensata anche la spesa per i materiali di consumo, la mano d'opera del conducente, e ogni altra spesa occorrente.

I mezzi di trasporto per i lavori in economia debbono essere forniti in pieno stato di efficienza e corrispondere alle prescritte caratteristiche.

La valutazione delle materie da trasportare è fatta a seconda dei casi, a volume od a peso con riferimento alla distanza.

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

I prezzi contrattuali, offerti in sede di gara dalla ditta aggiudicataria, sotto le condizioni tutte del contratto e del presente Capitolato speciale, si intendono accettati dall'Impresa in base a calcoli di sua convenienza, a tutto suo rischio e quindi sono fissi ed invariabili ed indipendenti da qualsiasi eventualità, salvo l'applicazione delle leggi e regolamenti vigenti che dettano norme per la revisione dei prezzi nei contratti per l'esecuzione di opere pubbliche.

Resta inteso che l'Impresa ha tenuto conto, nel formulare l'offerta dei prezzi unitari di cui al richiamato elenco, di tutti gli oneri ed obblighi specificati nel presente Capitolato Speciale ed in ogni caso, delle seguenti prestazioni:

**a) per la manodopera:** il reperimento, anche da altre regioni, per eventuale carenza di mano d'opera locale, le tariffe orarie sindacali di categoria secondo le singole qualifiche; le quote per assicurazioni sociali di ogni genere e specie fissate nelle tabelle ufficiali diffuse dall'Organo pubblico competente; le spese generali (spese per avere gli operai sul luogo del lavoro e per fornirli con continuità di tutti gli attrezzi ed utensili del mestiere; spese per impianto e manutenzione del cantiere, per alloggi, baracche, mense, per lavoro disagiato o notturno, ecc.) e l'utile dell'impresa;

**b) per i materiali:** ogni spesa, nessuna eccettuata, per forniture, trasporti, cali, ammanchi, perdite, sprechi, dazi, sfridi, ecc. e ogni prestazione occorrente per darli pronti per l'impiego a piè d'opera, in qualsiasi punto del lavoro;

**c) per i noli:** ogni spesa di noleggio delle macchine di ciascun tipo descritto, per il loro trasporto a piè d'opera e per la manutenzione necessaria a conservarle continuamente in piena efficienza; le eventuali quote di ammortamento e di assicurazioni, i pezzi di ricambio, i periodi di inoperosità, l'onere del conduttore e del manovratore o del meccanico specializzato, retribuiti, assicurati e soggetti di tutti gli oneri di cui al punto a) precedente, le spese generali e gli oneri di ogni genere e l'utile d'impresa;

**d) per i lavori a misura:** ogni spesa ed ogni onere, citati o meno, richiesti dalla manodopera, dai mezzi d'opera, dalle macchine e dal materiale necessari alla confezione della struttura o all'esecuzione del lavoro in genere a qualsiasi altezza o profondità e in tutte le condizioni ambientali, le indennità di cava, di passaggio, di deposito, di occupazione temporanea, gli oneri per impianto di cantieri, per apertura di passaggi, per opere provvisorie di ogni genere, per allacciamenti temporanei idrici od elettrici, il trasporto, il carico, lo scarico, le pesature, gli sfridi, gli sprechi, tutti gli oneri citati o meno nelle singole voci dell'Elenco, che sia necessario accollarsi per dare i lavori completi e rifiniti a perfetta regola d'arte e secondo le prescrizioni della DL, le spese generali, le assicurazioni e l'utile dell'impresa.