




AREE GOLENALI DEL FIUME SEVESO NEI COMUNI DI VERTEMATE CON MINOPRIO, CARIMATE E CANTÙ

PROGETTO DEFINITIVO

00	06/2016	Emissione a seguito di nota AIPO prot. n. 00015532/2016 del 15.06.2016				
INDICE	DATA	MODIFICHE		DISEGN.	CONTR.	APPROV.
<h3>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE</h3>						
I PROGETTISTI: Dott. Ing. Denis Cerlini Dott. Ing. Alessandro Balbo Dott. Ing. Giacomo Galimberti Dott. Ing. Gaetano di Franca GEOLOGIA: Dott. Geol. Pietro Breviglieri Dott. Geol. Efrem Ghezzi		Hanno collaborato: Dott. Ing. Daniele Recalcati Dott. Ing. Roberta Romiti Geom. Enrico Maddalena Consulenza geotecnica: Dott. Geol. Roberto Prevati		SCALA: ELABORATO: <h2 style="text-align: center;">SVS 2.08</h2>		
 STUDIO MAJONE INGEGNERI ASSOCIATI Via Inama, 7 - 20133 Milano - tel. +39.02.70120918 fax +39.02.70120923 Via Cavallotti, 16 - 43121 Parma - tel. +39.0521.508419 fax +39.0521.221022		 MAJONE & PARTNERS ENGINEERING DOTT. ING. GAETANO DI FRANCA		 STUDIO IDROGEOTECNICO		
						Giugno 2016

INDICE

1. NORME GENERALI PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI.....	5
1.1 GENERALITÀ.....	5
1.2 ORDINE DA TENERSI NELL'AVANZAMENTO LAVORI	5
1.3 LAVORI ESEGUITI AD INIZIATIVA DELL'IMPRESA	5
1.4 PREPARAZIONE DELL'AREA DI CANTIERE E DEI LAVORI	6
1. QUALITÀ, PROVENIENZA E PROVA DEI MATERIALI.....	7
1.1 GENERALITÀ.....	7
1.2 ACQUA	7
1.3 LEGANTI IDRAULICI	8
1.4 GHIAIA, GHIAIETTO, PIETRISCHI, SABBIA PER OPERE MURARIE	16
1.5 PIETRISCHI, GRANIGLIE, SABBIE, ADDITIVI PER PAVIMENTAZIONI	19
1.6 PIETRA NATURALE.....	20
1.7 TERRE PER LA FORMAZIONE DEI RILEVATI E PER GLI STRATI DELLA SOVRASTRUTTURA	20
1.8 MATERIALI FERROSI E METALLI VARI	21
1.8.1 Generalità	21
1.8.2 Ghisa.....	22
1.8.3 Metalli vari.....	22
2. SCAVI E REINTERRI.....	23
2.1 GENERALITÀ	23
2.2 PROGRAMMA DI SCAVO	23
2.3 CLASSIFICAZIONI DEGLI SCAVI.....	24
2.4 TIPI DI SCAVI	24
2.5 MATERIALE SCAVATO E DISCARICHE	25
2.6 SMOTTAMENTI	26
2.7 RINTERRI.....	26
2.8 RIPOSIZIONAMENTO TERRENO DI COLTIVO	27
3. FORMAZIONE DI RILEVATI.....	28
3.1 GENERALITÀ	28
3.2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	28
3.3 MODALITÀ ESECUTIVE	28
3.4 PROVE DI ACCETTAZIONE E CONTROLLO.....	29
4. OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO.....	30
4.1 GENERALITÀ	30
4.2 CALCESTRUZZO	30
4.2.1 Caratteristiche dei materiali	30
4.2.2 Classificazione dei calcestruzzi	36
4.2.3 Modalità esecutive	38
4.3 CASSEFORME	45
4.3.1 Caratteristiche dei materiali	45

4.3.2	Modalità esecutive	45
4.4	ACCIAIO D'ARMATURA	46
4.4.1	Caratteristiche dei materiali	46
4.4.2	Modalità esecutive	46
4.4.3	Prove di accettazione e controllo.....	47
4.5	RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI SULLE OPERE IN CALCESTRUZZO	47
4.5.1	Prescrizioni per il calcestruzzo	48
4.5.2	Prescrizioni e metodologie di prova delle materie prime.....	48
4.5.3	Cementi.....	48
4.5.4	Acqua, aggregati e additivi	48
4.5.5	Metodologie di prova per calcestruzzi	49
5.	OPERE IN MASSI NATURALI.....	50
5.1	GENERALITÀ	50
5.2	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	50
5.3	MODALITÀ ESECUTIVE	50
5.4	PROVE DI ACCETTAZIONE E CONTROLLO.....	50
6.	TUBAZIONI	52
6.1	GENERALITÀ	52
6.2	PROVE DI CONTROLLO.....	52
6.2.1	Prove d'accettazione	52
6.3	TRASPORTO, MOVIMENTAZIONE, POSA E RINTERRO DEI TUBI.....	53
6.3.1	Imballaggi	53
6.3.2	Trasporto	53
6.3.3	Posa in opera.....	53
6.3.4	Fondo della trincea e sottoscavo.....	54
6.3.5	Procedura di messa in opera.....	54
6.3.6	Rinfianco e rinterro	54
6.3.7	Norme di compattazione e controlli qualitativi	55
6.4	TUBI CEMENTO ARMATO A GIUNTO SALDATO E RIVESTITI CON LINER DI HDPE.....	56
6.4.1	Processo di fabbricazione.....	57
6.4.2	Dimensioni e movimentazione.....	57
6.4.3	Inerti.....	58
6.4.4	Acqua.....	58
6.4.5	Cemento	58
6.4.6	Armatura metallica.....	58
6.4.7	Calcestruzzo	59
6.4.8	Metodi di prova	59
6.4.9	Motivo di rifiuto.....	60
6.4.10	Normative di riferimento.....	60
7.	MANUFATTI PREFABBRICATI IN CALCESTRUZZO	61
7.1	POZZETTI DI ISPEZIONE	61
7.1.1	Generalità	61
7.1.2	Manufatti prefabbricati	61
7.1.3	Normativa di riferimento.....	61

8. CHIUSINI IN GHISA	63
9. OPERE IN CARPENTERIA METALLICA.....	64
9.1 GENERALITÀ	64
9.2 MATERIALI	66
9.3 LAMIERE E GRIGLIATI ZINCATI.....	66
9.4 COPERTURE DI BOTOLE E POZZETTI	66
9.5 PARAPETTI METALLICI	67
9.6 GRADINI DI ACCESSO AI MANUFATTI.....	67
9.7 VALVOLE DI NON RITORNO A CLAPET	67
9.8 PARATOIA IN ACCIAIO	68
9.8.1 Descrizione del manufatto	68
9.8.2 Trasporto e montaggio.....	69
9.8.3 Collaudo.....	70
10. STRUMENTI DI MISURA	71
10.1 MISURATORI DI LIVELLO.....	71
10.1.1 Misuratore di livello a ultrasuoni	71
10.1.2 Integrazione nella rete esistente.....	71
10.1.3 Stazione base	72
10.1.4 Unità di acquisizione.....	73
10.1.5 Software di gestione	74
10.1.6 Software di allertamento.....	75
11. PAVIMENTAZIONI STRADALI E PISTE DI SERVIZIO	77
11.1 SOTTOFONDAZIONE STRADALE	77
11.2 STRATO DI MATERIALI FILTRANTI (EVENTUALE)	77
11.3 FONDAZIONE STRADALE IN MISTO GRANULARE STABILIZZATO.....	78
11.4 PAVIMENTAZIONE CARRABILE IN GRANIGLIA CALCAREA.....	79
11.5 PROVE DI ACCETTAZIONE E CONTROLLO.....	80
12. GEOSINTETICI.....	81
12.1 GEOTESSILI IN TESSUTO NON TESSUTO	81
12.1.1 Generalità	81
12.1.2 Caratteristiche dei materiali	81
12.1.3 Modalità esecutive	81
12.1.4 Prove di accettazione e controllo.....	81
12.2 GEOSTUOIA ANTIEROSIONE	82
12.2.1 Generalità	82
12.2.2 Modalità esecutive	82
12.2.3 Prove di accettazione e controllo.....	82
13. PASSERELLA CON STRUTTURA PORTANTE IN LEGNO LAMELLARE.....	83
13.1 GENERALITÀ	83
14. OPERE A VERDE	84
14.1 IDROSEMINE	84
14.2 PROTEZIONE DELLE PIANTE ESISTENTI DA CONSERVARE.....	85

14.2.1 Salvaguardia della vegetazione esistente	85
---	----

1. NORME GENERALI PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

1.1 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 di coordinamento di cui all'art. 100 del D.Lgs 81/2008.

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.

1.2 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 rifiutarvisi 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.

1.3 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 consi-

stenza 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.

1.4 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.

1. QUALITÀ, PROVENIENZA E PROVA DEI MATERIALI

1.1 Generalità

I materiali occorrenti per la costruzione delle opere d'arte proverranno da quelle località che l'impresa riterrà di sua convenienza, purché ad insindacabile giudizio della D.L. siano riconosciuti della migliore qualità della specie e rispondano ai requisiti appresso indicati. Se la D.L. rifiuterà qualsiasi provvista, perché ritenuta a suo giudizio insindacabile non idonea ai lavori, l'impresa dovrà sostituirla con altra che risponda ai requisiti voluti ed i materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dalla sede di lavoro o dai cantieri.

Salvo speciali prescrizioni, tutti i materiali occorrenti per i lavori di che trattasi dovranno provenire da cave, fabbriche, stabilimenti, depositi, ecc. scelti ad esclusiva cura dell'impresa la quale non potrà quindi accampare alcuna eccezione qualora, in corso di coltivazione delle cave o di esercizio delle fabbriche, degli stabilimenti, ecc. i materiali non fossero più rispondenti ai requisiti prescritti (ovvero venissero a mancare) ed essa fosse obbligata a ricorrere ad altre cave in località diverse od a diverse provenienze; intendendosi che, anche in tali casi, resteranno invariati i prezzi unitari stabiliti in elenco, come pure tutte le prescrizioni che si riferiscono alla qualità e dimensioni dei singoli materiali.

Il materiale utilizzabile proveniente dalle demolizioni, dai tagli e dagli scavi di ogni specie che residuerà dopo aver provveduto al riempimento degli scavi ed alla formazione dei rilevati, nonché alla formazione e sistemazione o risanamento del piano viabile o del piano di posa del sottotondo o della massicciata di pietrisco in conformità alle prescrizioni che saranno impartite in corso d'opera dalla D.L., potrà essere impiegato dall'impresa, sempre che esso sia riconosciuto idoneo dalla D.L..

Esso verrà perciò ceduto all'impresa nel quantitativo utilizzabile per i lavori stessi, salvo quanto sopra, senza alcun pagamento, essendosi già tenuto conto nei singoli prezzi di tale possibilità d'impiego.

Per la provvista dei materiali in genere si richiamano espressamente le prescrizioni dell'art. 16 del Capitolato Generale (D.M. 145/2000) e per la scelta ed accettazione dei materiali stessi, saranno a seconda dei casi applicabili le norme ufficiali in vigore, all'osservanza delle quali l'Impresa è tenuta ad ogni effetto.

1.2 Acqua

L'acqua dovrà essere dolce, limpida, scevra da materiale terroso ed esente da tracce di cloruri o solfati, sostanze organiche (quali oli minerali) che possano compromettere la presa e l'indurimento del calcestruzzo o diminuire le caratteristiche di resistenza, impermeabilità e durabilità, ovvero la conservazione dell'acciaio di armatura. La torbidità dell'acqua non dovrà superare 2.000 parti per milione e la concentrazione di SO_4 sarà inferiore a 0,5 %.

1.3 Leganti idraulici

Le calce idrauliche si dividono in:

- a) calce idraulica in zolle: prodotto della cottura di calcari argillosi di natura tale che il prodotto cotto risulti di facile spegnimento;
- b) calce idraulica;
- c) calce eminentemente idraulica naturale o artificiale in polvere: b) e c) sono prodotti ottenuti con la cottura di marne naturali oppure di mescolanze intime ed omogenee di calcare e di materie argillose, e successivi spegnimento, macinazione e stagionatura;
- d) calce idraulica artificiale pozzolanica: miscela omogenea ottenuta dalla macinazione di pozzolana e calce aerea idratata;
- e) calce idraulica siderurgica: miscela omogenea ottenuta dalla macinazione di loppa basica di alto forno granulata e di calce aerea idratata.

L'uso della calce idrata dovrà essere preventivamente autorizzato dalla Direzione Lavori.

Per le calce idrauliche devono essere soddisfatte le seguenti limitazioni:

CALCI IDRAULICHE	Perdita al fuoco	Contenuto in MgO	Contenuto in carbonati	Rapporto di costituzione	Contenuto in MnO	Residuo insolubile
Calce idraulica naturale in zolle	10%	5 %	10 %			
Calce idraulica naturale o artificiale in polvere		5 %	10 %			
Calce eminentemente idraulica naturale o artificiale in polvere		5 %	10 %			
Calce idraulica artificiale pozzolanica in polvere		5 %	10 %	1,5 %		
Calce idraulica artificiale siderurgica in polvere	5 %	5 %			5 %	2,5 %

Devono inoltre essere soddisfatti i seguenti requisiti fisico-meccanici:

CALCI IDRAULICHE IN POLVERE	Resistenze meccaniche su malta normale battuta 1:3 tolleranza del 10 %		Prova di stabilità del volume
	Resistenza a trazione dopo 28 giorni di stagionatura	Resistenza a compressione dopo 28 giorni di stagionatura	
Calce idraulica naturale o artificiale in polvere	5 kg/cm ²	10 kg/cm ²	Sì
Calce eminentemente idraulica naturale o artificiale	10 kg/cm ²	100 kg/cm ²	Sì
Calce idraulica artificiale pozzolanica	10 kg/cm ²	100 kg/cm ²	Sì
Calce idraulica artificiale siderurgica	10 kg/cm ²	100 kg/cm ²	Sì

È ammesso un contenuto di MgO superiore ai limiti, purché rispondano alla prova di espansione in autoclave. Tutte le calci idrauliche in polvere devono:

- lasciare sul setaccio da 900 maglie/cm² un residuo percentuale in peso inferiore al 2 % e sul setaccio da 4900 maglie/cm² un residuo inferiore al 20 %;
- iniziare la presa fra le 2 e le 6 ore dal principio dell'impasto e averla già compiuta dalle 8 alle 48 ore del medesimo;
- essere di composizione omogenea, costante, e di buona stagionatura.

Dall'inizio dell'impasto i tempi di presa devono essere i seguenti:

- inizio presa: non prima di un'ora;
- termine presa: non dopo 48 ore.

I cementi da impiegare in qualsiasi lavoro dovranno rispondere, per composizione, finezza di macinazione, qualità, presa, resistenza ed altro, alle norme di accettazione di cui alla Legge 26 maggio 1965 n. 595 ed al D.M. 31 agosto 1972, e successive modifiche ed integrazioni.

Per quanto riguarda composizione, specificazione e criteri di conformità per i cementi comuni, si farà riferimento a quanto previsto dal D.M. 19 settembre 1993 che recepisce le norme unificate europee con le norme UNI ENV 197/1, nonché ai successivi aggiornamenti della norma UNI EN 197-1: 2001 "Cemento – Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni" ed UNI EN 197-2: 2001 "Cemento – Valutazione della conformità".

Ai sensi della legge 26 maggio 1965 n. 595, e successive modifiche, i cementi si dividono in:

A. - Cementi:

a) Cemento portland: prodotto ottenuto per macinazioni di clinker (consistente essenzialmente da silicati di calcio), con aggiunta di gesso o anidrite dosata nella quantità necessaria per regolarizzare il processo di idratazione;

b) Cemento pozzolanico: miscela omogenea ottenuta con la macinazione di clinker portland e di pozzolana o di altro materiale a comportamento pozzolanico, con la quantità di gesso o anidrite necessaria a regolarizzare il processo di idratazione;

c) Cemento d'alto forno: miscela omogenea ottenuta con la macinazione di clinker portland e di loppa basica granulata di alto forno, con la quantità di gesso o anidrite necessaria per regolarizzare il processo di idratazione.

B. - Cemento alluminoso: prodotto ottenuto con la macinazione di clinker costituito essenzialmente da alluminati idraulici di calcio.

C. - Cementi per sbarramenti di ritenuta: cementi normali, di cui alla lettera A, i quali abbiano i particolari valori minimi di resistenza alla compressione fissati con decreto ministeriale e la cui costruzione è soggetta al regolamento approvato con decreto del Presidente della Repubblica 1° novembre 1959, n. 1363.

D. - Agglomeranti cementizi

Per agglomeranti cementizi si intendono i leganti idraulici che presentano resistenze fisiche inferiori o requisiti chimici diversi da quelli che verranno stabiliti per i cementi normali. Essi si dividono in agglomerati cementizi:

- 1) a presa lenta;
- 2) a presa rapida.

Gli agglomerati cementizi in polvere non devono lasciare, sullo staccio formato con tela metallica unificata avente apertura di maglie 0,18 (0,18 UNI 2331), un residuo superiore al 2 %; i cementi normali ed alluminosi non devono lasciare un residuo superiore al 10 % sullo staccio formato con tela metallica unificata avente apertura di maglia 0,09 (0,09 UNI 2331).

In base all'art. 5 del R.D. n. 2229 del 16 novembre 1939 il cemento deve essere esclusivamente a lenta presa e rispondere ai requisiti di accettazione prescritti nelle norme per i leganti idraulici in vigore all'inizio della costruzione. Per lavori speciali il cemento può essere assoggettato a prove supplementari.

Il costruttore ha l'obbligo della buona conservazione del cemento che non debba impiegarsi immediatamente nei lavori, curando tra l'altro che i locali, nei quali esso viene depositato, siano asciutti e ben ventilati. L'impiego di cemento giacente da lungo tempo in cantiere deve essere autorizzato dal Direttore dei Lavori sotto la sua responsabilità.

L'art. 9 dello stesso decreto prescrive che la dosatura di cemento per getti armati deve essere non inferiore a 300 kg per m³ di miscuglio secco di materia inerte (sabbia e ghiaia o pietrisco); per il cemento alluminoso la dosatura minima può essere di 250 kg per m³.

In ogni caso occorre proporzionare la miscela di cemento e materie inerti in modo da ottenere la massima compattezza.

Il preventivo controllo si deve di regola eseguire con analisi granulometrica o con misura diretta dei vuoti mediante acqua o con prove preliminari su travetti o su cubi.

I cementi normali e per sbarramenti di ritenuta, utilizzati per confezionare il conglomerato cementizio normale, armato e precompresso, devono essere previamente controllati e certificati secondo procedure di cui al regolamento C.N.R. – I.C.I.T.E. del “Servizio di controllo e certificazione dei cementi”, allegato al decreto 9 marzo 1988 n. 126 (rapporto n. 720314/265 del 14 marzo 1972).

I cementi indicati nella legge 26 maggio 1965, n. 595, saggiati su malta normale, secondo le prescrizioni e le modalità indicate nel successivo art. 10, debbono avere i seguenti limiti minimi di resistenza meccanica, con tolleranza del 5 %:

CEMENTI NORMALI E AD ALTA RESISTENZA	Resistenza a flessione:				Resistenza a compressione				
	Dopo 24 ore kg/cm ²	Dopo 3 giorni kg/cm ²	Dopo 7 giorni kg/cm ²	Dopo 28 giorni kg/cm ²	Dopo 24 ore kg/cm ²	Dopo 3 giorni kg/cm ²	Dopo 7 giorni kg/cm ²	Dopo 28 giorni kg/cm ²	Dopo 90 giorni kg/cm ²
Normale	-	-	40	60	-	-	175	325	-
Ad alta resistenza	-	40	60	70	-	175	325	425	-
Ad alta resistenza e rapido indurimento	40	60	-	80	175	325	-	525	-
CEMENTO ALLUMINOSO	175	60	-	80	175	325	-	525	-
CEMENTI PER SBARRAMENTI DI RITENUTA	-	-	-	-	-	-	-	225	350

I cementi devono soddisfare i seguenti requisiti nei quali le quantità sono espresse percentualmente in peso:

CEMENTI NORMALI E AD ALTA RESISTENZA E CEMENTI PER SBARRAMENTI DI TENUTA		Perdita al fuoco	Residuo insolubile	SO ₃	MgO	Risultato posi- tivo del saggio di pozzolanici- tà	Contenu- to di zol- fo da sol- furi	Al ₂ O ₃
Portland	Normale	< 5	< 3	< 3,5	< 4	---	---	---
	Ad alta resi- stenza	< 5	< 3	< 4	< 4	---	---	---
	Ad alta resi- stenza e rapido indurimento	< 5	< 3	< 4	< 4	---	---	---
Pozzolanic	Normale	< 7	< 16	< 3,5	< 3 *	Sì	---	---
	Ad alta resi- stenza	< 7	< 16	< 4	< 3 *	Sì	---	---
	Ad alta resi- stenza e rapido indurimento	< 7	< 16	< 4	< 3 *	Sì	---	---
D'altoforno	Normale	< 5	< 3	< 3,5	< 7**	---	< 2	---
	Ad alta resi- stenza	< 5	< 3	< 4	< 7**	---	< 2	---
	Ad alta resi- stenza e rapido indurimento	< 5	< 3	< 4	< 7**	---	< 2	---
CEMENTO ALLUMINOSO	Normale	< 5	< 3	< 3	< 3	---	< 2	< 35

	Ad alta resistenza	< 5	< 3	< 3	< 3	---	< 2	< 35
	Ad alta resistenza e rapido indurimento	< 5	< 3	< 3	< 3	---	< 2	< 35
AGGLOMERATO CEMENTIZIO		---	---	< 3,5	< 4	---	---	---

[*] Solubile in HCl

[**] È ammesso per il cemento d'alto forno anche un contenuto di MgO superiore al 7 %, purché detto cemento risponda alla prova di indeformabilità in autoclave (v. art. 4, comma 2). Il clinker di cemento portland impiegato deve naturalmente corrispondere come composizione a quella definita per il cemento Portland.

I cementi d'altoforno contenenti più del 7 % di MgO non debbono dare alla prova di espansione in autoclave una dilatazione superiore a 0,50 %.

Dall'inizio dell'impasto i tempi di presa debbono essere i seguenti:

TIPO	INIZIO PRESA	TERMINE PRESA
CEMENTI NORMALI E AD ALTA RESISTENZA	non prima di 30 minuti	non dopo 12 ore
CEMENTO ALLUMINOSO	non prima di 30 minuti	non dopo 10 ore
CEMENTI PER SBARRAMENTI DI RITENUTA	non prima di 45 minuti	non dopo 12 ore
AGGLOMERATI CEMENTIZI A LENTA PRESA	non prima di 45 minuti	non dopo 12 ore
AGGLOMERATI CEMENTIZI A RAPIDA PRESA	Almeno un minuto	al più 30 minuti

Il D.M. del 13 settembre 1993 fissa la corrispondenza tra le denominazioni dei cementi di cui alla norma UNI-ENV 197/1 e quelli indicati nelle norme italiane previgenti.

ENV 197/1	Norme italiane (art. 2, legge n. 595/1965 e d.m. attuativi)
Cemento Portland (CEM I)	Cemento Portland
Cementi Portland composti (CEM II/A-S; CEM II/A-D; CEM II/A-P; CEM II/A-Q; CEM II/A-V; CEM II/A-W; CEM II/A-T; CEM II/A-L; CEM II/B-L; CEM II/A-M)	
Cemento d'altoforno (CEM III/A; CEM III/B; CEM III/C)	Cemento d'altoforno
Cemento Portland composito (CEM II/B-S)	
Cemento pozzolanico (CEM IV/A; CEM IV/B)	Cemento pozzolanico
Cemento Portland alla pozzolana (CEM II/B-P; CEM II/B-Q)	
Cemento Portland alle ceneri volanti (CEM II/B-V; CEM II/B-W)	
Cemento Portland allo scisto calcinato (CEM II/B-T)	
Cemento Portland composito (CEM II/B-M)	Cemento d'altoforno [*] Cemento pozzolanico [*] Cemento Portland [*]
Cemento composito (CEM V/A; CEM V/B)	Cemento d'altoforno [*] Cemento pozzolanico [*]

[*] In funzione della composizione del cemento.

Tali cementi devono riportare le indicazioni dei limiti minimi di resistenza a compressione a 28 giorni di cui all'art. 1 del D.M. 3 giugno 1968.

I cementi, gli agglomeranti cementizi e le calci idrauliche in polvere debbono essere forniti in una delle seguenti modalità:

- in sacchi sigillati;
- in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola che non possono essere aperti senza lacerazione;
- alla rinfusa.

Se i leganti idraulici sono forniti in sacchi sigillati essi dovranno essere del peso di 50 chilogrammi chiusi con legame munito di sigillo. Il sigillo deve portare impresso in modo indelebile il nome della Ditta fabbricante e del relativo stabilimento nonché la specie del legante.

Deve essere inoltre fissato al sacco, a mezzo del sigillo, un cartellino resistente sul quale saranno indicati con caratteri a stampa chiari e indelebili:

- la qualità del legante;
- lo stabilimento produttore;
- la quantità d'acqua per la malta normale;
- le resistenze minime a trazione e a compressione dopo 28 giorni di stagionatura dei provini.

Se i leganti sono forniti in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola che non possono essere aperti senza lacerazione, le indicazioni di cui sopra debbono essere stampate a grandi caratteri sugli imballaggi stessi.

I sacchi debbono essere in perfetto stato di conservazione; se l'imballaggio fosse comunque manomesso o il prodotto avariato, la merce può essere rifiutata.

Se i leganti sono forniti alla rinfusa, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce.

Le calci idrauliche naturali, in zolle, quando non possono essere caricate per la spedizione subito dopo l'estrazione dai forni, debbono essere conservate in locali chiusi o in sili al riparo degli agenti atmosferici. Il trasporto in cantiere deve eseguirsi al riparo dalla pioggia o dall'umidità.

Pozzolane

Le pozzolane saranno ricavate da strati depurati da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o di parti inerti: qualunque sia la provenienza dovranno rispondere a tutti i requisiti prescritti dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2230 e successive modifiche ed integrazioni.

Agli effetti del suddetto decreto si intendono per pozzolane tutti quei materiali di origine vulcanica che impastati intimamente con calce danno malte capaci di far presa e di indurire anche sott'acqua e che presentano un residuo non superiore al 40 % ad un attacco acido basico. Si considerano materiali a comportamento pozzolanico tutti quelli che, pur non essendo di origine vulcanica, rispondono alle condizioni della precedente definizione.

Agli effetti delle presenti norme si dividono in pozzolane energiche e pozzolane di debole energia.

Le pozzolane ed i materiali a comportamento pozzolanico devono dar luogo alle seguenti resistenze con la tolleranza del 10 %.

	Resistenza a trazione (su malta normale) dopo 28 gg.:	Resistenza a pressione (su malta normale) dopo 28 gg.:	Composizione della malta normale
POZZOLANE ENERGICHE	5 kg/cm ²	25 kg/cm ²	- tre parti in peso del materiale da provare - una parte in peso di calce normale Dopo 7 giorni di stagionatura in ambiente umido non deve lasciare penetrare più di mm 7 l'ago di Vicat del peso di kg 1 lasciato cadere una sola volta dall'altezza di mm 30.
POZZOLANE DI DEBOLE ENERGIA	3 kg/cm ²	12 kg/cm ²	- tre parti in peso di pozzolana - una parte in peso di calce normale Dopo 7 giorni di stagionatura in ambiente umido non deve lasciare penetrare più di mm 10 l'ago di Vicat del peso di kg 1 lasciato cadere una sola volta dall'altezza di mm 30.

La pozzolana ed i materiali a comportamento pozzolanico devono essere scevri da sostanze eterogenee. La dimensione dei grani della pozzolana e dei materiali a comportamento pozzolanico non deve superare i 5 mm.

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 e ben riparati dall'umidità.

I gessi si dividono in:

TIPO	DUREZZA MASSIMA	RESISTENZA ALLA TRAZIONE (dopo tre giorni)	RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE (dopo tre giorni)
Gesso comune	60 % di acqua in volume	15 kg/cm ²	
Gesso da stucco	60 % di acqua in volume	20 kg/cm ²	40 kg/cm ²
Gesso da forma (scagliola)	70 % di acqua in volume	20 kg/cm ²	40 kg/cm ²

I cementi e gli agglomerati cementizi da usare in qualsiasi lavoro dovranno rispondere alle norme di accettazione di cui al D.M. 3/6/1968, al D.M. 31/8/1972, al D.M. 20/11/1984, al D.M.

14/2/1992, al D.M. 6/1/1996 ed al Decreto del Ministero dell'Industria del Commercio e dell'Artigianato 13/9/1993.

Essi dovranno essere conservati in magazzini coperti, su tavole di legno e riparati dall'umidità.

1.4 Ghiaia, ghiaietto, pietrischi, sabbia per opere murarie

Inerti ed aggregati - In base al D.M. 9 gennaio 1996, Allegato I, gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato od alla conservazione delle armature.

Gli inerti, quando non espressamente stabilito, possono provenire da cava in acqua o da fiume, a seconda della località dove si eseguono i lavori ed in rapporto alle preferenze di approvvigionamento: in ogni caso dovranno essere privi di sostanze organiche, impurità ed elementi eterogenei.

Gli aggregati devono essere disposti lungo una corretta curva granulometrica, per assicurare il massimo riempimento dei vuoti interstiziali.

Tra le caratteristiche chimico-fisiche degli aggregati occorre considerare anche il contenuto percentuale di acqua, per una corretta definizione del rapporto a/c, ed i valori di peso specifico assoluto per il calcolo della miscela d'impasto. La granulometria inoltre dovrà essere studiata scegliendo il diametro massimo in funzione della sezione minima del getto, della distanza minima tra i ferri d'armatura e dello spessore del copriferro.

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature.

Gli inerti normali sono, solitamente, forniti sciolti; quelli speciali possono essere forniti sciolti, in sacchi o in autocisterne. Entrambi vengono misurati a metro cubo di materiale assestato su automezzi per forniture di un certo rilievo, oppure a secchie, di capacità convenzionale pari ad 1/100 di metro cubo nel caso di minimi quantitativi.

Sabbia – In base al R.D. n. 2229 del 16 novembre 1939, capo II, la sabbia naturale o artificiale dovrà risultare bene assortita in grossezza, sarà pulitissima, non avrà tracce di sali, di sostanze terrose, limacciose, fibre organiche, sostanze friabili in genere e sarà costituita di grani resistenti, non provenienti da roccia decomposta o gessosa.

Essa deve essere scricchiolante alla mano, non lasciare traccia di sporco, non contenere materie organiche, melmose o comunque dannose; dev'essere lavata ad una o più riprese con acqua dolce, qualora ciò sia necessario, per eliminare materie nocive e sostanze eterogenee.

Le dimensioni dei grani costituenti la sabbia dovranno essere tali da passare attraverso un vaglio di fori circolari del diametro:

- di 2 mm se si tratta di lavori di murature in genere;
- di 1 mm se si tratta degli strati grezzi di intonaci e di murature di paramento;
- di ½ mm se si tratta di colla per intonaci e per murature di paramento.

L'accettabilità della sabbia dal punto di vista del contenuto in materie organiche verrà definita con i criteri indicati nell'allegato 1 del D.M. 3 giugno 1968 e successive modifiche ed integrazioni, sui requisiti di accettazione dei cementi.

In base a tale decreto, la sabbia normale è una sabbia silicea, composita, a granuli tondeggianti, d'origine naturale, la cui distribuzione granulometrica deve essere contenuta nel fuso granulometrico individuato dalla tabella seguente:

Designazione della tela	Luce netta (in mm.)	Residuo cumulativo (percentuale in peso)
2,00 UNI 2331	2,00	0
1,70 UNI 2331	1,70	5 +- 5
1,00 UNI 2331	1,00	33 +-5
0,50 UNI 2331	0,50	67 +-5
0,15 UNI 2331	0,15	88 +- 5
0,08 UNI 2331	0,08	98 +- 2

Per ogni partita di sabbia normale, il controllo granulometrico deve essere effettuato su un campione di 100 g.

L'operazione di stacciatura va eseguita a secco su materiale essiccato ed ha termine quando la quantità di sabbia che attraversa in un minuto qualsiasi setaccio risulta inferiore a 0,5 g.

La sabbia da impiegarsi nella formazione dei calcestruzzi, dovrà avere le qualità stabilite dal D.M. 27 luglio 1985 e successive modifiche ed integrazioni, che approva le "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche".

Ghiaia e pietrisco - Per la qualità di ghiaie e pietrischi da impiegarsi nella formazione dei calcestruzzi valgono le stesse norme prescritte per le sabbie.

In base al R.D. n. 2229 del 16 novembre 1939, capo II, la ghiaia deve essere ad elementi puliti di materiale calcareo o siliceo, bene assortita, formata da elementi resistenti e non gelivi, scevra da sostanze estranee, da parti friabili, terrose, organiche o comunque dannose.

La ghiaia deve essere lavata con acqua dolce, qualora ciò sia necessario per eliminare le materie nocive.

Qualora invece della ghiaia si adoperi pietrisco questo deve provenire dalla frantumazione di roccia compatta, durissima, silicea o calcarea pura e di alta resistenza alle sollecitazioni meccaniche, esente da materie terrose, sabbiose e, comunque, eterogenee, non gessosa né geliva, non deve contenere impurità né materie pulverulenti, deve essere costituito da elementi, le cui dimensioni soddisfino alle condizioni indicate per la ghiaia.

Il pietrisco deve essere lavato con acqua dolce qualora ciò sia necessario per eliminare materie nocive.

Le dimensioni degli elementi costituenti ghiaie e pietrischi dovranno essere tali da passare attraverso un vaglio di fori circolari del diametro:

di 5 cm se si tratta di lavori di fondazione o di elevazione, muri di sostegno, piedritti, rivestimenti di scarpe e simili;

di 4 cm se si tratta di volti di getto;

di 3 cm se si tratta di cappe di volti o di lavori in cemento armato od a pareti sottili.

Gli elementi più piccoli delle ghiaie e dei pietrischi non devono passare in un vaglio a maglie rotonde in un centimetro di diametro, salvo quando vanno impiegati in cappe di volti od in lavori in cemento armato ed a pareti sottili, nei quali casi sono ammessi anche elementi più piccoli.

Se il cemento adoperato è alluminoso, è consentito anche l'uso di roccia gessosa, quando l'approvvigionamento d'altro tipo risulti particolarmente difficile e si tratti di roccia compatta, non geliva e di resistenza accertata.

Le ghiaie, i pietrischi e la sabbia da impiegarsi nella formazione dei calcestruzzi dovranno avere le stesse qualità prescritte dalle norme per i conglomerati cementizi di cui alla Legge 5 novembre 1971 n. 1086 nonché a quelle per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione contenute nel R.D. 16 novembre 1939 n. 2232 ed infine alle norme emanate successivamente dal Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Per l'accettazione e l'impiego dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali valgono le norme del Consiglio Nazionale delle Ricerche, fascicolo 4, anno 1953 che s'intendono come qui trascritte ed accettate dall'Appaltatore.

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

Di norma gli elementi di ghiaia o di pietrisco per massicciata, se a macadam ordinario dovranno avere le dimensioni comprese fra cm 2 e cm 5; se per macadam da cilindrare all'acqua, le dimensioni dovranno essere da cm 4 a cm 7 in genere per il pietrisco e da cm 5 a cm 7 per la ghiaia.

L'impiego del materiale arido proveniente dagli scavi di sbancamento o di fondazione e del materiale arido sabbioso-ghiaioso di torrente o di frantoio per la formazione, sistemazione o risanamento del piano viabile o del piano di posa del sottofondo o della massicciata di pietrisco sarà predisposto in corso d'opera, non appena riscontrati i requisiti di idoneità dalla Direzione dei Lavori.

Le dimensioni delle materie e dei materiali suddetti, nonché le relative composizioni granulometriche saranno altresì fissate, unitamente alle modalità di esecuzione delle relative opere a giudizio insindacabile della D.L. senza che l'Impresa, qualunque siano le dimensioni predisposte e

le reciproche proporzioni dei vari elementi, possa trarne motivi per avanzare pretese di compensi ed indennizzi di qualsiasi natura e specie non stabiliti nel presente capitolato.

1.5 Pietrischi, graniglie, sabbie, additivi per pavimentazioni

Dovranno soddisfare i requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali" del CNR (Fascicolo n. 4 - Edizione 1953) ed essere rispondenti alle specificazioni riportate nelle rispettive norme di esecuzione dei lavori. In particolare, il materiale lapideo per la confezione del pietrisco dovrà avere un coefficiente di qualità (Deval) non inferiore a 10 (dieci), mentre il materiale lapideo per la confezione delle graniglie dovrà avere un coefficiente di frantumazione non superiore a 120 (centoventi).

A frantumazione avvenuta, rispetto ai crivelli UNI 2334, essi debbono essere:

- per il pietrisco, passanti a quello di 71 mm e trattenuti da quello di 25 mm;
- per il pietrischetto, passanti a quello di 25 e trattenuti da quello da 14 mm;
- per la graniglia normale, ottenuta anche la frantumazione di ghiaia, passanti al crivello da 10 mm e trattenuti da quello di 5 mm;
- per la graniglia minuta passanti a 5 mm e trattenuti da 3 mm.

Di norma, si utilizzano le seguenti pezzature:

- pietrisco 40/71, ovvero 40/60 se ordinato, per costruzione di massicciate;
- pietrisco 25/40 (od eccezionalmente 15/30, granulometria non unificata) per costituzione di ricarichi di massicciate e per materiale di costipamento delle massicciate (mezzanello);
- pietrischetto 15/25 per ricarichi di massicciate e conglomerati bituminosi;
- pietrischetto 10/15 per trattamenti superficiali, penetrazioni, semipenetrazioni e per pietrischetti bitumati;
- graniglia normale 5/10 per trattamenti superficiali tappeti bitumati, strato superiore di conglomerati bituminosi;
- graniglia minuta 3/5 di impiego eccezionale e previo specifico consenso della Direzione Lavori;

per trattamenti superficiali tale pezzatura di graniglia sarà invece usata per i conglomerati bituminosi ove richiesto. Dovrà comunque provenire da rocce durissime ed essere assolutamente esente da polvere. In luogo della graniglia, e con le stesse pezzature, ovvero del pietrischetto 10/15, ove non vi siano rocce idonee di elevata durezza, potranno usarsi ghiaino (3/5 e 5/10) ovvero ghiaietto 40/45. Solo per i conglomerati bituminosi di tipo chiuso si useranno aggregati fini costituiti da sabbie e additivi; le sabbie saranno passanti quasi interamente al setaccio 2 UNI 2334 e trattenute da quello 0,075 UNI 2332 con tolleranza di una percentuale massima del 10 % di rimanente sullo staccio 2 e non più del 5 % di passante allo staccio 0,075 UNI 2332 con

una tolleranza di 15 % di materiale rimanente sopra tale staccio, ma passante allo staccio 0.18 UNI 2332, mentre almeno il 50 % del materiale deve avere dimensioni inferiori a 0,05 mm.

Nelle forniture 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 siano non oltre il 10 % inferiore al limite minimo della pezzatura fissata. In tutti gli aggregati grossi, gli elementi dovranno avere spigoli vivi e presentare una certa uniformità di dimensioni nei vari sensi, non dovranno essere cioè di forma allungata o appiattita (lamellare): per quelli provenienti da frantumazione di ciottoli e ghiaia dovrà ottenersi che non si abbia più una faccia arrotondata. Per ciascuna pezzatura l'indice dei vuoti non deve superare il valore di 0,8.

1.6 Pietra naturale

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

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

Dovranno corrispondere alle norme di cui al R.D. del 16/11/1939 n. 2232 e s.m.i.. Le pietre da taglio, oltre a possedere gli accennati requisiti e caratteri generali, dovranno essere sonore alla percussione, immuni da fenditure e litoclasti e di perfetta lavorabilità.

1.7 Terre per la formazione dei rilevati e per gli strati della sovrastruttura

Le terre debbono identificarsi mediante la loro granulometria, i limiti di Atterberg che determinano la percentuale di acqua in corrispondenza della quale la frazione fine di una terra (passante al setaccio 0,42 mm n. 40 ASTM 0,4 UNI 2332) passa dallo stato solido allo stato plastico (limite di plasticità WP) e dallo stato plastico allo stato liquido (limite di liquidità WL) nonché dall'indice di plasticità (IP, pari alla differenza tra i due limiti anzidetti). Tali limiti si determinano con le modalità di prova descritte nelle norme CNR-UNI 10014. Ai fini della classificazione e dell'impiego nei rilevati o negli strati di sottofondo, si farà riferimento alla classifica AASHO adottata dalle norme CNR UNI 10006.

Per quanto riguarda l'impiego negli strati della sovrastruttura si farà riferimento, salvo più specifiche prescrizioni della Direzione Lavori, alle seguenti caratteristiche:

- strati di fondazione in miscela granulometrica: ghiaia (o pietrisco), sabbia, argilla; la miscela dovrà essere interamente passante al setaccio da 75 mm ed essere passante almeno per il 50 % al setaccio da 10 mm, dal 25 % al 50 % al setaccio n. 4 ASTM, dal 20 % al 40 % al setaccio n. 10 ASTM, dal 10 % al 25 % al setaccio n. 40 ASTM, dal 3 % al 10 % al

setaccio n. 200 ASTM. L'indice di plasticità dovrà essere nullo, il limite di liquidità non deve superare 25 e la frazione passante al setaccio n. 200 ASTM non dovrà superare i due terzi della frazione passante al setaccio n. 40. Inoltre, l'aggregato grosso deve essere costituito da elementi non friabili, aventi un coefficiente Deval non inferiore a 8. Se si tratta di ghiaia le cui dimensioni non consentono di ricavare materiale poliedrico di dimensioni sufficienti per eseguire la prova Deval, si eseguirà la determinazione del coefficiente di frantumazione che non dovrà essere maggiore di 180.

- strati di base in miscela granulometrica: ghiaia (pietrisco), sabbia argilla, la miscela dovrà essere completamente passante al setaccio da 25 mm, essere passante per almeno il 65 % al setaccio da 10 mm, dal 55 % al 85 % al setaccio n. 4 ASTM, dal 40 % al 50 % al setaccio n. 10, dal 25 % al 45 % al setaccio n. 40 ASTM, dal 10 % al 25 % al setaccio n. 200 ASTM. L'indice di plasticità dovrà essere inferiore a 4, il limite di liquidità non deve superare 35 e la frazione passante al setaccio n. 200 ASTM non dovrà superare i due terzi della frazione passante al setaccio n. 40 ASTM. Inoltre l'aggregato grosso deve essere costituito da elementi non friabili, aventi un coefficiente Deval non inferiore a 10. Se si tratta di ghiaia le cui dimensioni non consentono di ricavare materiale poliedrico di dimensioni sufficienti per eseguire la prova Deval, si eseguirà la determinazione del coefficiente di frantumazione che non dovrà essere maggiore di 160.

Le caratteristiche meccaniche delle miscele dovranno essere controllate con la prova CBR (Norme CNR UNI 10009). Il materiale costipato alla densità massima AASHO modificata e saturato con acqua dopo 4 giorni di immersione, dovrà possedere un indice CBR maggiore di 30 per gli strati di fondazione e maggiore di 60 per gli strati di base: dopo l'immersione in acqua, non si dovranno avere rigonfiamenti in volume superiori allo 0,5 %. Per tutte le prove si farà comunque riferimento alle vigenti norme CNR; i controlli saranno eseguiti su richiesta della Direzione Lavori.

1.8 Materiali ferrosi e metalli vari

1.8.1 Generalità

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

Essi dovranno rispondere a tutte le norme di accettazione e di resistenza in vigore; inoltre l'impresa è sempre tenuta a presentare alla Direzione Lavori i certificati di provenienza e delle prove effettuate presso le ferriere o fonderie fornitrici. Ciò a prescindere dagli oneri relativi alle prove sui campioni da prelevare in cantiere in contraddittorio su richiesta della Direzione Lavori, e secondo quanto prescritto dal D.M. 1 aprile 1983.

Sarà peraltro sempre in facoltà della Direzione Lavori compiere le prove tecnologiche, chimiche e meccaniche, le ispezioni in sito ed allo stabilimento di origine del materiale per accertare le

qualità del medesimo. Verificandosi il caso che non si trovi corrispondenza alle caratteristiche previste e che il materiale presente evidenti difetti, la Direzione Lavori potrà rifiutare, a suo insindacabile giudizio, in tutto o in parte la partita fornita.

Il Direttore dei Lavori potrà richiedere per gli acciai inossidabili certificazioni riguardanti ulteriori prove.

Gli elementi finiti dovranno essere esenti da difetti come: soffiature, bolle di fusione; macchie, scalfitture, parti non coperte dalla zincatura.

Laddove previsto, le parti dovranno essere trattate, al termine di tutte le lavorazioni, mediante doppia zincatura a caldo secondo la UNI EN ISO 1461:1999 ("Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio - Specificazioni e metodi di prova").

1.8.2 Ghisa

La ghisa dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione, dolce, tenace, leggermente malleabile, facilmente lavorabile con la lima e lo scalpello; di fattura grigia finemente granosa e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti capaci di menomarne la resistenza.

È assolutamente vietato l'impiego di ghise fosforose.

1.8.3 Metalli vari

Il piombo, lo zinco, lo stagno, il rame e tutti gli altri metalli o 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.

2. SCAVI E REINTERRI

2.1 Generalità

L'impresa eseguirà tutti gli scavi necessari alla realizzazione delle opere, sia a mano sia a macchina, tanto all'asciutto quanto in presenza d'acqua. Gli scavi saranno eseguiti in larghezza 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 della Direzione Lavori, non saranno contabilizzati agli effetti del pagamento.

Gli scavi dovranno essere condotti in modo da non sconnettere e danneggiare il materiale d'imposta.

L'impresa prenderà 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. La stessa dovrà, inoltre, provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti sulla superficie del terreno, anche provenienti da corsi d'acqua, siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi negli scavi.

L'impresa dovrà rimuovere dalle pareti e dal fondo degli scavi tutti i frammenti di roccia che fossero instabili e pulire con acqua ed aria compressa tutte le superfici.

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 sgombrò 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 della Direzione Lavori, e con le modalità da questa eventualmente prescritte in aggiunta od in variante a quanto indicato in queste specifiche.

2.2 Programma di scavo

Un mese prima dell'esecuzione degli scavi, l'impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori una relazione dettagliata in cui indicherà i mezzi e le modalità di esecuzione dei lavori, nonché il programma dettagliato delle opere con gli avanzamenti previsti mese per mese. Nell'esecuzione l'impresa dovrà attenersi a tale programma, previamente approvato dalla Direzione Lavori.

Sarà facoltà della Direzione Lavori disporre variazioni a tale programma, prima dell'inizio dei lavori o nel corso di essi.

L'avanzamento degli scavi dovrà essere sviluppato in modo da prevedere la stesa del terreno vegetale e gli inerbimenti per tratti, alla prima stagione utile.

Resta in ogni caso stabilito che il sistema adottato, ed in special modo la successione delle varie fasi di lavoro, dovrà essere rispondente alle migliori norme di esecuzione per i lavori del genere, in relazione alle caratteristiche dei terreni da attraversare e al tempo stabilito per l'ultimazione di tutte le opere connesse.

2.3 **Classificazioni degli scavi**

Gli scavi saranno classificati come più sotto indicato:

- Scavo in roccia: si considera "roccia" un blocco di materiale con volume maggiore di $0,75 \text{ m}^3$ e di resistenze e struttura tale da non poter essere rimosso e demolito senza l'uso di esplosivi o di martelli demolitori e che conserva la sua compattezza ed una elevata resistenza meccanica anche dopo una prolungata esposizione all'azione dell'acqua e di altri agenti atmosferici.
- Scavo di terreno sciolto di qualsiasi natura: si considera terreno sciolto qualsiasi materiale che non sia la roccia sopra indicata. Rientrano in questa categoria di scavi anche i pezzi isolati di roccia inferiori a $0,75 \text{ m}^3$.
- Scavo in acqua: si considera scavo in acqua quello eseguito oltre 20 cm al di sotto del livello di equilibrio delle acque sotterranee (falda) entro lo scavo.

L'esaurimento dell'acqua verrà disposto mediante ordine scritto dalla Direzione Lavori e l'impresa ha l'obbligo di provvedervi adeguatamente, a propria cura e spese, con mezzi meccanici idonei e corrispondenti all'entità richiesta e con il personale e le scorte necessarie anche per il funzionamento continuativo nelle 24 ore, ed a mantenere il prosciugamento per tutto il tempo necessario al completamento del lavoro.

Gli scavi soggetti alle acque dovranno procedere da valle a monte, con il fondo ben livellato e con regolare canaletto sul fondo che conduca le acque al loro esito naturale od ai pozzetti delle pompe.

2.4 **Tipi di scavi**

- Scavi di sbancamento: per scavo di sbancamento s'intende in genere qualsiasi scavo a sezione aperta realizzato in vasta superficie, che permetta l'impiego di normali mezzi meccanici e l'allontanamento delle materie di scavo, sia pure con la formazione di rampe e di gradinature provvisorie, aventi lo scopo di consentire l'accesso ed il corretto funzionamento dei mezzi meccanici, che saranno eseguite a carico dell'impresa. Saranno considerati scavi di sbancamento quelli occorrenti per lo spianamento e la sistemazione del terreno, per la sistemazione dei piazzali, per la formazione dei piani d'appoggio delle platee di fondazione, su cui dovranno sorgere le opere di regimazione idraulica quali briglie, traverse, soglie, pennelli etc., i ponti le costruzioni stradali e le costruzioni civili in genere, dei relativi vespai e delle

opere di drenaggio. Saranno considerati scavi di sbancamento quelli che si trovino al di sotto del piano campagna, quando gli scavi rivestano i caratteri sopra citati, compresi quelli da effettuarsi all'interno degli alvei dei corsi d'acqua.

- Scavi di fondazione: si definisce "scavo di fondazione" lo scavo incassato ed a sezione ristretta effettuato sotto il piano di sbancamento per accogliere gli elementi di fondazione di strutture, ed in generale tutti gli scavi che abbiano una larghezza media inferiore a 3,00 m ed una profondità uguale o superiore a 1/3 della larghezza.
- Scavi per tubazioni e canalizzazioni: si definisce "scavo per tubazioni e canalizzazioni" lo scavo incassato ed a sezione ristretta effettuato sotto il piano di sbancamento per attombarne canalette, fognature, condutture e tombature.

Gli scavi per posa in opera di tubazioni dovranno avere sezione e larghezza tali da rendere agevole ogni manovra necessaria per la posa dei tubi, l'esecuzione delle giunzioni, le prove e le relative ispezioni e, eventualmente, lo smontaggio di condutture preesistenti.

Il fondo degli scavi aperti per il collocamento delle tubazioni dovrà essere ben spianato ed avere le pendenze prescritte. Non saranno permesse sporgenze o infossature superiori ai 5 centimetri dal piano delle livellette di progetto.

Nei punti corrispondenti alle giunzioni dei tubi e all'atto della posa di questi, si dovranno scavare, qualora necessario, nicchie larghe e profonde in modo da permettere di eseguire alla perfezione i giunti fra i tubi e di eseguire le ispezioni durante le prove.

2.5 Materiale scavato e discariche

Il materiale scavato, depurato delle quantità riutilizzate durante i lavori, resterà di proprietà dell'Appaltatore, che, nel rispetto della normativa vigente, potrà portarlo a discarica o riutilizzarlo secondo proprie scelte autonome ai sensi dell'art 41 bis del DL 69/2013, convertito in legge n. 98/2013. Il prezzo compensa tutti gli oneri indicati nella relativa voce di prezzo. La Direzione Lavori giudicherà dell'eventuale impiego del materiale scavato per l'utilizzo dello stesso, se di idonee caratteristiche geomeccaniche, nella formazione di rilevati o rinterri inerenti alla realizzazione delle opere.

Il materiale destinato a futura utilizzazione in cantiere dovrà essere sistemato nelle aree disponibili all'interno del cantiere. Senza compenso supplementare dovrà essere effettuato, inoltre, il distendimento e la sistemazione del terreno di risulta degli scavi nell'ambito del cantiere, se richiesto dalla Direzione Lavori.

Il materiale in esubero dovrà essere allontanato senza indugio. Spese per prove, indagini, caratterizzazioni e certificati a norma di legge sono a completo carico dell'appaltatore.

Il materiale scavato, non oggetto di riutilizzo, dovrà essere allontanato dal cantiere, a norma di legge, quanto prima. L'Appaltatore dovrà tenere apposito registro per garantire la tracciabilità di tutti i materiali di scavo (zona di escavazione, data, analisi e certificati di riferimento, destinazione).

ne, quantità ed eventuali altre informazioni richieste dalla D.L.) e trasmetterli periodicamente e a richiesta al Direttore dei Lavori in formato digitale e cartaceo, insieme ai documenti citati ed ai certificati.

La Direzione Lavori farà asportare, addebitando la relativa spesa all'impresa, le materie che fossero state depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

2.6 Smottamenti

L'impresa prenderà tutte le precauzioni possibili ed userà i metodi di scavo più idonei allo scopo di evitare smottamenti oltre le linee indicate nei disegni di progetto o approvate dalla Direzione Lavori. Qualsiasi smottamento, movimento di massi o terra, che si verifichi nelle aree e che secondo la Direzione Lavori sia dovuto a negligenza o mancanza di misure di precauzione sarà eliminato a carico dell'impresa. Se tali smottamenti oltrepassano le linee fissate per gli scavi e siano richiesti riempimenti per ripristinare le linee di progetto con impiego di materiali come: argilla, calcestruzzo, ghiaia, ecc., l'onere relativo sarà a carico dell'impresa. I materiali di riempimento saranno scelti dalla Direzione Lavori. Se, a giudizio della Direzione Lavori, gli smottamenti fossero derivati da cause non imputabili all'impresa, il costo dei lavori sarà contabilizzato secondo i prezzi indicati nell'Elenco Prezzi o, in mancanza di questi, secondo gli accordi presi fra l'impresa e la Direzione Lavori.

2.7 Rinterri

Per l'esecuzione dei rinterri verranno comunemente impiegati i materiali di risulta degli scavi di cantiere o, se indicato nei disegni e/o richiesto dalla Direzione Lavori, si utilizzeranno materiali provenienti dalle cave di prestito. Tutti i materiali impiegati saranno preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

I materiali per i rinterri dovranno essere disposti in strati dello spessore non superiori a circa 30 cm, quindi bagnati e compattati al 70 % della densità relativa del materiale impiegato o al 90 % dell'optimum Proctor mediante costipatori meccanici od altri mezzi ritenuti idonei dalla Direzione Lavori.

Le modalità e le tipologie di materiali da utilizzarsi nei rinterri in funzione delle diverse sezioni tipo di posa previste lungo il tracciato sono indicate nei disegni di progetto.

Nei rinterri eseguiti nei tratti in cui il tracciato si sviluppa su terreno agricoli verrà utilizzato direttamente il materiale proveniente dagli scavi, avendo cura di accantonare lo strato di terreno di coltivo che sarà riposizionato al termine dei rinterri.

2.8 Riposizionamento terreno di coltivo

Il terreno di coltivo degli strati più superficiali durante le operazioni di scavo verrà rimosso e accatastato e utilizzato come rivestimento delle sponde dell'opera. Questo consentirà l'ottimale rinverdimento delle stesse.

Durante le lavorazioni si provvederà pertanto all'accatastamento controllato del materiale asportato in cumuli di altezza non superiore a 2.0 m, evitando così l'eccessiva compattazione del materiale posto alla base dei cumuli.

3. FORMAZIONE DI RILEVATI

3.1 Generalità

Le indicazioni riportate nel seguito si riferiscono sia a lavori di costruzione di nuovi rilevati arginali, sia a lavori di ringrosso e/o rialzo di argini esistenti.

3.2 Caratteristiche dei materiali

Con riferimento alla classificazione contenuta nelle norme CNR UNI 10006, le terre preferibilmente da utilizzare saranno di tipo argilloso e limoso (classi A-4, A-6, A-7-6), con contenuto minimo di sabbia pari al 15% e con indice di plasticità inferiore a 25.

In casi di accertata impossibilità di ottenere adeguate caratteristiche geotecniche con l'utilizzo di tale materiale, sarà facoltà della Direzione Lavori individuare aree alternative di prelievo e stabilire eventuali percentuali di miscelazione con il materiale di cui sopra, senza nulla pretendere.

In casi di accertata impossibilità di ottenere una classe di rilevato superiore a quella con classifica A-3 È facoltà dell'Ufficio di Direzione Lavori di accettare il materiale posto in opera, prescrivendo uno spessore non inferiore a 20 cm di terreno vegetale ove previsto.

Non si dovranno utilizzare le materie organiche e le sabbie pulite.

Il materiale posto in opera dovrà avere valori del peso in volume allo stato secco pari al 95% del peso di volume secco ottenuto nella prova di compattazione Proctor normale con tolleranza di $\pm 1\%$; la corrispondente umidità dovrà avere i valori compresi fra $\pm 2\%$ dell'umidità ottimale ottenuta nella suddetta prova di compattazione. Definita anche la percentuale di umidità, questa deve essere mantenuta costante con una tolleranza di $\pm 1\%$.

A suo insindacabile giudizio, l'Amministrazione potrà individuare aree di prelievo di materiale di caratteristiche differenti da quanto sopra riportato.

3.3 Modalità esecutive

Prima di procedere alla costruzione dell'argine, sarà necessario preparare il terreno di posa, provvedendo all'asportazione del terreno vegetale e degli apparati radicali e alla predisposizione di uno scavo di cassonetto o, qualora il declivio trasversale del terreno fosse superiore al 15%, di opportuni gradoni di immersione delle dimensioni riportate nei disegni di progetto.

Nella costruzione dell'argine andranno seguite le indicazioni progettuali riportate nei disegni, sia per quanto riguarda le dimensioni del rilevato e la pendenza delle scarpate, sia per quanto riguarda lo spessore degli strati, il tipo di macchina da utilizzare per il costipamento ed il numero di passate.

Sempre ai disegni di progetto si dovrà fare riferimento per le caratteristiche dimensionali e dei materiali da utilizzare per la realizzazione della pista di servizio o della strada sulla testa arginale.

3.4 Prove di accettazione e controllo

Prima dell'esecuzione dei lavori l'Ufficio di Direzione Lavori procederà al prelievo di campioni di terreno da inviare a laboratori ufficiali, in modo da verificare la rispondenza alle prescrizioni di cui al presente Capitolato.

I campioni di terreno prelevati saranno innanzitutto classificati: sarà individuata la curva granulometrica che caratterizza ogni campione, verranno valutati i limiti di Atterberg (in particolare modo il limite liquido e l'indice di plasticità), l'indice di gruppo. Saranno poi eseguite le prove necessarie per la determinazione della resistenza al taglio e dell'optimum Proctor.

Qualora richiesto dall'Ufficio di Direzione Lavori l'Impresa dovrà provvedere alla posa in opera di una opportuna strumentazione geotecnica, tale da permettere la verifica delle corrette condizioni di lavoro in tutte le fasi di realizzazione dell'opera. Mediante la posa di assistimetri superficiali e profondi, di piezometri e di inclinometri sarà inoltre possibile controllare il grado di assestamento, l'esistenza di spostamenti orizzontali, la consolidazione raggiunta da eventuali strati argillosi, l'andamento del moto di filtrazione.

Nel caso di rilevati costruiti ex novo l'Impresa dovrà provvedere alla posa della strumentazione completa per una sezione significativa a scelta dall'Ufficio di Direzione Lavori.

Nel caso di rialzi e ringrossi i controlli saranno limitati alla compattazione fatti salvi comunque i controlli generali sulla qualità delle terre.

Se le prove relative allo stato di compattazione del rilevato non dovessero dare esito soddisfacente, l'Impresa è tenuta a ripetere la compressione dei rilevati sino ad ottenere il risultato prescritto.

Gli oneri per tutte le prove di laboratorio e per la strumentazione per le prove a campo sono a carico dell'Impresa.

L'Impresa è obbligata, senza pretesa di compenso alcuno, a dare ai rilevati, durante la costruzione, le maggiori dimensioni richieste dall'assestamento naturale delle terre. Le scarpate saranno spianate e battute e i lavori di profilatura dovranno avvenire con asporto anziché con riporto di materie.

All'atto del collaudo i rilevati eseguiti dovranno avere la sagoma e le dimensioni prescritte dai disegni progettuali.

Qualora la costruzione del rilevato dovesse venire sospesa, l'Impresa dovrà provvedere a sistemarlo regolarmente in modo da fare defluire facilmente le acque piovane; alla ripresa dei lavori dovranno essere praticati, nel rilevato stesso, appositi tagli a gradini, per il collegamento delle nuove materie con quelle già posate.

4. OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

4.1 Generalità

L'Impresa dovrà attenersi, per l'esecuzione delle opere in calcestruzzo, alle "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" alle quali devono uniformarsi le costruzioni in conglomerato cementizio, normale e precompresso, ed a struttura metallica, emanate dal Ministero dei Lavori Pubblici, con D.M. 09.01.1996.

A seguito del D.L. 28 aprile 2009, n.39 il regime transitorio delle Norme Tecniche 2008 termina il 30.06.2009 e diventano obbligatorie dal 01.07.2009 per tutte le costruzioni, con l'impossibilità di applicare le precedenti norme per le costruzioni non ancora iniziate, ovvero il DM 16.01.1996 e il DM 14.05.2005.

Tuttavia l'art. 20, comma 3 della Legge 31/2008 precisa che: "per le costruzioni e per le opere infrastrutturali iniziate, nonché per quelle per le quali le amministrazioni aggiudicatrici abbiano affidato lavori o avviato progetti definitivi o esecutivi prima dell'entrata in vigore [...] continua ad applicarsi la normativa tecnica utilizzata per la redazione dei progetti fino all'ultimazione dei lavori e all'eventuale collaudo". Tale indicazione risulta confermata anche dalla Circolare del 5 agosto 2009 "Nuove norme tecniche per le costruzioni approvate con decreto del Ministro delle infrastrutture 14 gennaio 2008 – Cessazione del regime transitorio di cui all'articolo 20, comma 1, del decreto – legge 31 dicembre 2007, n. 248" del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

La composizione della miscela del calcestruzzo sarà basata sui risultati di prove di laboratorio eseguite a cura dell'Impresa e sotto la sua responsabilità.

L'Impresa è tenuta a sottoporre preventivamente all'approvazione dall'ufficio di Direzione Lavori la composizione degli impasti e a concordare con essa durante il lavoro le eventuali variazioni necessarie che, comunque, non potranno costituire motivo per l'Impresa di richiesta di sovrapprezzo.

4.2 Calcestruzzo

4.2.1 Caratteristiche dei materiali

4.2.1.1 Inerti

Gli aggregati dovranno essere conformi a quanto specificato dalla norma UNI 8520, la quale differenzia le loro caratteristiche in:

- fondamentali, che devono essere sempre soddisfatte dagli aggregati destinati alla
- confezione di calcestruzzi;

- aggiuntive, che devono essere verificate per particolari o specifici impieghi o a seguito di prescrizioni ulteriori.

Gli aggregati sono suddivisi in tre categorie di diverso livello qualitativo (A, B e C); un aggregato risulta di categoria A, B o C quando soddisfa tutti i requisiti fondamentali relativi a quella specifica categoria. Per un aggregato può essere richiesto di soddisfare per una specifica categoria una o più caratteristiche aggiuntive.

La scelta di un aggregato che soddisfi le categorie A o B è legata alla classe di esposizione della struttura cui è destinato il calcestruzzo:

- categoria A senza limitazioni per classi di esposizione;
- categoria B per classi di esposizione X0 e XC1;
- categoria C per calcestruzzi di classe di resistenza < C12/15.

Gli inerti per i calcestruzzi e le malte dovranno possedere i requisiti fissati nel R.D. 16.11.1939 n. 2229, D.M. 01.11. 1959 n. 1363 ed altresì rispondere alle caratteristiche fissate nelle "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" del D.M. 09 gennaio 1996 e UNI 8520/2.

L'inerte fine dovrà essere costituito da sabbia naturale opportunamente selezionata e libera da particelle scagliose.

L'inerte grosso dovrà essere costituito da ghiaia naturale o pietrisco proveniente dalla frantumazione di adatto materiale roccioso.

In ogni caso, tutti gli inerti forniti dall'impresa saranno soggetti all'approvazione dell'ufficio di Direzione Lavori che potrà sottoporli a spese dell'impresa a tutte le prove che riterrà opportune.

La sabbia dovrà essere graduata secondo i seguenti limiti:

Lato del vaglio a foro quadrato	Percentuale passante
(mm)	(%)
4.760	100
2.380	80 ÷ 100
1.190	50 ÷ 85
0.590	25 ÷ 60
0.297	10 ÷ 30
0.149	2 ÷ 10

Il modulo di finezza della sabbia dovrà aggirarsi attorno a 2,3 con scarti di +/- 20%.

L'inerte grosso dovrà essere graduato in peso secondo la seguente relazione:

$$P = 100^2 d/D$$

ove P è la percentuale in peso che passa attraverso i setacci di maglia quadrata d, mentre D è il diametro massimo dell'inerte.

Il modulo di finezza della miscela sabbia-ghiaia potrà variare tra 5,5 e 7,5.

La raccolta dei materiali lavati e vagliati dovrà avvenire in appositi sili o depositi muniti di drenaggi per scolare l'eccesso di acqua.

Gli inerti saranno misurati normalmente a peso con tolleranze del 2 %, tenendo conto del grado di umidità degli stessi.

Per la sabbia, la somma della percentuale in peso delle sostanze nocive, quali argilla, mica, limo, deve essere minore o uguale al 5 %. Le sostanze organiche devono essere minori o uguali all'1%.

Per la ghiaia la percentuale di argilla e limo dovrà essere minore o uguale al 2 % in peso.

Gli inerti avranno una forma pressoché sferica o cubica e la percentuale delle particelle di forma allungata od appiattita non dovrà eccedere il 15 % in peso.

Gli inerti utilizzati dovranno essere non gelivi.

4.2.1.2 Cemento

Il cemento sarà sottoposto a cura e spese dell'impresa alle prove di accettazione stabilite dalle Norme di Legge sui leganti idraulici che dovranno possedere i requisiti stabiliti dalla Legge 26.05.1965 n. 595 ("Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici"), dal D.M. 14.01.1966, dal D.M. 03.06.1968 ("Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi"), dal D.M. 31.08.1972 ("Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche") e dal Decreto del Ministero dell'Industria n. 126 del 09.03.1988 e s.m.i.

Per quanto riguarda composizione, specificazione e criteri di conformità per i cementi comuni, si farà riferimento a quanto previsto dal D.M. 19 settembre 1993 che recepisce le norme unificate europee con le norme UNI ENV 197/1, nonché ai successivi aggiornamenti della norma UNI EN 197-1: 2001 "Cemento – Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni" ed UNI EN 197-2: 2001 "Cemento – Valutazione della conformità".

Ogni partita di cemento effettivamente utilizzata dovrà essere accompagnata dal certificato di fabbrica attestante le caratteristiche del prodotto.

Il dosaggio di cemento dovrà essere fatto a peso.

Non sarà permesso mescolare fra di loro diversi tipi di cemento e per ciascuna struttura si dovrà impiegare un unico tipo di cemento.

La conservazione del cemento sciolto avverrà in appositi sili. Il cemento in sacchi sarà custodito in luogo coperto, secco e ventilato; in ogni caso il cemento non potrà restare in deposito più di 90 giorni; ogni 4 mesi si effettuerà lo svuotamento e la pulizia dei sili o dei depositi.

4.2.1.3 Acqua

L'acqua di impasto dovrà essere dolce, limpida e non contenere tracce di cloruri o solfati né sostanze organiche od oli minerali che possano compromettere la presa e l'indurimento del calcestruzzo o diminuirne le caratteristiche di resistenza, impermeabilità e durabilità o incrementandone l'aggressività verso i ferri di armatura. La torbidità dell'acqua non dovrà superare 2000 parti per milione e la concentrazione di SO_4 sarà inferiore a 0,05 %. Il dosaggio dell'acqua sarà fatto a volume tenendo conto dello stato igrometrico degli inerti e dovrà rispettare le indicazioni contenute negli elaborati progettuali.

4.2.1.4 Materiali per giunti

Per ottenere la tenuta idraulica fra strutture giunte e fra riprese di getti in calcestruzzo, si possono adottare nastri in PVC del tipo a parete o in gomma o in lamierino di rame, che dovranno essere posti in opera con particolari precauzioni e, ove necessario, con interposizione di adatti materiali isolanti o sigillatura con speciali mastici e collanti.

I nastri ed i lamierini vanno giuntati incollando, vulcanizzando o saldando fra loro i vari elementi. In tutte le strutture in calcestruzzo in cui è previsto l'utilizzo di dispositivi di tenuta (in corrispondenza di giunti, ovvero di riprese di getto) il getto del calcestruzzo non potrà avvenire prima che la Direzione dei Lavori abbia verificato la corretta messa in opera di tutti i dispositivi di tenuta. Se ritenuto necessario, la D.L. potrà richiedere all'impresa appaltatrice (senza alcun onere aggiuntivo) il riposizionamento degli elementi di tenuta, ovvero la loro sostituzione qualora essi dovessero presentarsi degradati, ammalorati, ovvero non conformi alle caratteristiche riportate sugli elaborati di progetto.

Le modalità di esecuzione di tali giunzioni dovrà essere approvata dall'ufficio di Direzione Lavori.

In corrispondenza dei giunti di dilatazione, sia a tenuta o meno, delle strutture in c.a. dove richiesto dall'ufficio di Direzione Lavori si possono posizionare lastre tipo Populit dello spessore di 2 cm, protette sulle facce contro il getto da eseguire con un foglio di cartone bitumato, oppure possono essere impiegati materiali inerti di riempimento quali cartonfeltro bitumato, polistirene espanso od altri materiali plastici di vari spessori.

Le superfici di contatto dei materiali devono essere perfettamente asciutte e lisce.

Tutti gli inserti a tenuta dovranno essere opportunamente fissati saldamente in vario modo per evitare, durante le operazioni di getto del calcestruzzo, spostamenti tali da comprometterne la funzionalità.

4.2.1.5 Additivi

Allo scopo di modificare le proprietà del calcestruzzo, in modo tale da migliorare e rendere più facile ed economica la sua posa in opera, rendere le sue prestazioni più adatte all'opera da eseguire, migliorare la sua durabilità, sarà possibile fare uso di additivi.

Gli additivi da impiegarsi nei calcestruzzi potranno essere:

- fluidificanti;
- acceleranti di presa;
- ritardanti di presa;
- impermeabilizzanti.

L'impiego di additivi dovrà essere preventivamente autorizzato dalla Direzione Lavori, seguendo le istruzioni della casa produttrice per quanto riguarda dosature e modalità d'impiego. Potranno essere usati solo additivi di cui sia attestata la conformità, mediante idonea certificazione, alle norme UNI vigenti (UNI EN 934).

Il produttore di additivi dovrà esibire:

- risultati provenienti da un'ampia sperimentazione pratica sul tipo e la dose dell'additivo da usarsi;
- prove di un laboratorio ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle vigenti disposizioni.

Il produttore dovrà garantire la qualità e la costanza di caratteristiche dei prodotti finiti; inoltre, dovrà mettere a disposizione, su richiesta, propri tecnici qualificati e specializzati nell'impiego degli additivi, per la risoluzione dei vari problemi tecnici connessi all'impiego degli stessi, in relazione alla migliore esecuzione delle opere.

Per il dosaggio, gli additivi in polvere saranno dosati in peso; quelli plastici o liquidi potranno essere dosati in peso od in volume con un limite di tolleranza del 3 % sul peso effettivo.

4.2.1.5.1 Fluidificanti

Al fine di migliorare la lavorabilità a pari contenuto d'acqua (o ridurre l'acqua di impasto a parità di lavorabilità), incrementare la resistenza alle brevi e lunghe stagionature, migliorare l'omogeneità degli impasti, al calcestruzzo di qualsiasi tipo e per qualsiasi uso potrà essere aggiunto un additivo fluidificante e incrementatore delle resistenze meccaniche, nella misura di $0,15 \div 0,40 \text{ cm}^3$ per N di cemento ($150 \div 400 \text{ cm}^3$ per quintale di cemento).

Gli additivi fluidificanti verranno aggiunti ad un normale impasto di calcestruzzo per ottenere un calcestruzzo reoplastico caratterizzato da un'elevata lavorabilità, bleeding bassissimo, ottime resistenze meccaniche, elevata durabilità e basso ritiro.

Come additivo fluidificante può essere usato un additivo di tipo aerante a base di sostanze tensioattive che verrà impiegato nella misura di $0,03 \div 0,10 \text{ cm}^3$ per N di cemento ($30 \div 100 \text{ cm}^3$ per quintale di cemento). La prova del contenuto d'aria sarà eseguita con il metodo UNI 12350.

Il dosaggio sarà fatto nella misura di $1,5 \text{ cm}^3$ per N di cemento (1,5 litri per quintale di cemento); dosaggi diversi sono possibili in relazione alle specifiche condizioni di lavoro.

Detto componente dovrà impartire al calcestruzzo le seguenti caratteristiche:

- a parità di rapporto a/c dovrà produrre un aumento di slump di $18 \div 20 \text{ cm}$. Questa caratteristica verrà determinata secondo il metodo UNI 12350, partendo da un calcestruzzo avente slump iniziale di $2 \div 3 \text{ cm}$;
- per valori di slump da 20 a 25 cm dovrà presentare un bleeding (quantità di acqua essudata, UNI 7122-72) inferiore a $0,05 \text{ cm}^3/\text{cm}^2$;
- il valore dello slump dopo un'ora di trasporto in autobetoniera, non dovrà ridursi più del 50 % (a temperatura ambiente di circa $20 \text{ }^\circ\text{C}$).

4.2.1.5.2 Acceleranti di presa

Per l'esecuzione di getti nella stagione fredda, e nella prefabbricazione, o in tutte le situazioni in cui è richiesto uno sviluppo di resistenza molto elevato specialmente alle brevi stagionature, si potranno usare, su approvazione e/o ordine della Direzione Lavori, gli additivi acceleranti di presa per ottenere un calcestruzzo caratterizzato da elevata lavorabilità, bleeding bassissimo, elevata durabilità e basso ritiro.

L'additivo verrà mescolato nel calcestruzzo normale nella misura di $2,5 \text{ cm}^3$ per N di cemento (2,5 litri per quintale di cemento).

Dosaggi diversi sono possibili in relazione alle specifiche condizioni di lavoro.

Detto componente impartirà al calcestruzzo le seguenti caratteristiche:

- a parità di rapporto a/c dovrà produrre un aumento di slump di $18 \div 20 \text{ cm}$. Questa caratteristica verrà determinata secondo il metodo UNI 12350, partendo da un calcestruzzo avente slump iniziale di $2 \div 3 \text{ cm}$;
- per valori di slump da 20 a 25 cm dovrà presentare un bleeding (quantità di acqua essudata, UNI 7122) inferiore a $0,05 \text{ cm}^3/\text{cm}^2$.

4.2.1.5.3 Ritardanti di presa

Per l'esecuzione dei getti di grandi dimensioni, per getti in climi caldi, per lunghi trasporti, per calcestruzzo pompato e in genere nelle situazioni in cui è richiesta una lunga durata della lavorabilità, si userà un calcestruzzo caratterizzato da elevata lavorabilità, bleeding bassissimo, ottime resistenze meccaniche, elevata durabilità e basso ritiro: detto calcestruzzo verrà ottenuto aggiungendo ad un normale impasto di cemento, inerti ed acqua, un componente per calcestruzzo reoplastico, nella misura di $1,5 \text{ cm}^3$ per N di cemento (1,5 litri per quintale di cemento); dosaggi diversi sono possibili in relazione alle specifiche condizioni di lavoro.

Detto componente dovrà impartire al calcestruzzo le seguenti caratteristiche:

- a parità di rapporto a/c dovrà produrre un aumento di slump di 18÷20 cm. Questa caratteristica verrà determinata secondo il metodo UNI 12350, partendo da un calcestruzzo avente slump iniziale di 2÷3 cm;
- per valori di slump da 20 a 25 cm dovrà presentare un bleeding (quantità di acqua essudata, UNI 7122) inferiore a $0,05 \text{ cm}^3/\text{cm}^2$;
- il valore dello slump dopo un'ora di trasporto in autobetoniera a temperatura ambiente non dovrà ridursi di più di 2 cm.

4.2.1.5.4 Impermeabilizzanti

Il calcestruzzo destinato a strutture che in relazione alle condizioni di esercizio debbano risultare impermeabili, dovrà:

- presentare a 7 giorni un coefficiente di permeabilità inferiore a 10^{-9} cm/s ;
- risultare di elevata lavorabilità, così da ottenere getti compatti e privi di porosità microscopica;
- presentare un bleeding estremamente modesto in modo da evitare la presenza di strati di calcestruzzo arricchiti di acqua e pertanto porosi e permeabili.

I requisiti di cui al punto precedente verranno ottenuti impiegando dei calcestruzzi caratterizzati da elevata lavorabilità (slump 20 cm), bleeding bassissimo, ottime resistenze meccaniche, elevata durabilità e basso ritiro, ottenuti aggiungendo ad un normale impasto di cemento un superfluidificante tale da conferire caratteristiche reoplastiche al calcestruzzo, con almeno 20 cm di slump (in termini di cono di Abrams), scorrevole ma al tempo stesso non segregabile ed avente lo stesso rapporto a/c di un calcestruzzo senza slump (2 cm) non additivato inizialmente.

Il rapporto a/c deve essere $0,42 \div 0,44$ in modo tale da conferire una perfetta impermeabilità del getto (in corrispondenza di tale rapporto, parlando in termini di coefficiente di Darcy, questo deve essere dell'ordine di 10^{-12}).

In termini di tempo di lavorabilità, il superfluidificante deve essere in grado di conferire al calcestruzzo una lavorabilità di 1 ora alla temperatura di 20 °C; in termini di slump, dopo un'ora il valore dello slump non dovrà ridursi più del 50 %.

Sempre a riguardo della impermeabilità il calcestruzzo dovrà presentare un bleeding inferiore a $0,05 \text{ cm}^3/\text{cm}^2$, in modo da evitare la presenza di strati di calcestruzzo arricchiti d'acqua e, pertanto, porosi e permeabili.

4.2.2 Classificazione dei calcestruzzi

Il calcestruzzo è classificato in base alla resistenza caratteristica cubica a compressione (R_{ck}) dopo 28 giorni di stagionatura; i dosaggi di cemento indicati negli elaborati progettuali hanno valore di contenuto minimo accettabile e, pertanto, l'impresa non potrà in nessun caso dosare i calcestruzzi con quantità di cemento inferiore a quelli indicati.

Se non diversamente specificato, il progetto prevede l'utilizzo delle seguenti classi di conglomerato cementizio:

- $R_{ck} \geq 15 \text{ N/mm}^2$: posa in opera di calcestruzzo di sottofondazione e opere di fondazioni non armate, per rinfilanco di tubazioni e/o condotti o per intasamento, in corrispondenza di attraversamenti o punti singolari, confezionato con due o più pezzature di inerte in modo da ottenere una distribuzione granulometrica adeguata all'opera da eseguire;
- $R_{ck} \geq 35 \text{ N/mm}^2$: posa in opera di calcestruzzo strutturale armato di qualsiasi forma e dimensione a qualsiasi altezza e profondità, con ogni onere per opere provvisorie, incluso l'onere di eventuali riprese sulle parti in vista con malta di cemento con granulometria di inerti approvata dalla D.L.

La granulometria dell'impasto di calcestruzzo dovrà essere preventivamente sottoposta all'approvazione della Direzione dei lavori e studiata in modo tale da ottenere la resistenza di cui alla tabella sopra riportata.

Il rapporto acqua-cemento sarà specificatamente indicato negli elaborati progettuali, oppure sarà oggetto di una serie di prove preventive che l'Appaltatore svolgerà sotto il controllo dell'ufficio di Direzione Lavori.

I rapporti fissati dovranno essere strettamente rispettati durante tutti i lavori.

La classe di consistenza (o lavorabilità) approvata dall'ufficio di Direzione Lavori sarà costantemente controllata durante il corso dei lavori e potrà variare a discrezione dell'ufficio di Direzione Lavori per migliorare la qualità dei calcestruzzi.

La classe di esposizione da rispettare è riportata nei relativi elaborati grafici.

Il mix design del calcestruzzo, sia come curva granulometrica degli aggregati sia come tipo e quantitativi di additivi in relazione al legante utilizzato, dovrà necessariamente tenere conto delle esigenze di trasporto, ovvero dei tempi intercorrenti tra la composizione e miscelazione all'impianto di betonaggio e la messa in opera dello stesso. Il mix design di progetto dovrà garantire, inoltre, la corretta classe di lavorabilità in funzione delle modalità di messa in opera, della densità di armatura, della temperatura esterna all'atto del getto.

Prima di procedere all'esecuzione di opere in conglomerato cementizio dovrà essere effettuato a cura e spese dell'Appaltatore uno studio per definire in dettaglio tutte le caratteristiche dei materiali da impiegare, nonché la composizione e le modalità di confezionamento del calcestruzzo atte a realizzare, negli impianti di betonaggio di effettivo utilizzo, i tipi di conglomerato previsti in progetto.

Si dovrà procedere alla determinazione della resistenza a compressione ed a trazione (mediante prova indiretta o brasiliana) del conglomerato cementizio dopo 7 e 28 giorni di maturazione.

Lo studio per la definizione del mix-design delle miscele dovrà essere consegnato al Direttore dei Lavori almeno 30 giorni prima dell'inizio effettivo dei getti. Alla relazione dovranno essere allegati:

- certificati delle prove sugli inerti (analisi petrografica o litomineralogica, con ricerca delle impurità e delle parti friabili; misura del peso specifico; resistenze meccaniche-compressione e frantumazione; resistenza al gelo; analisi chimica con ricerca delle sostanze che possono reagire negativamente con il cemento; curve granulometriche);
- certificato di analisi delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque di impasto e dell'acqua dell'invaso, con indicazione, tra l'altro, del residuo secco a 110 °C, del pH a 25 °C, della durezza, del tenore di solfati e cloruri;
- certificati delle prove di resistenza dopo 7 e 28 giorni di maturazione sui diversi tipi di conglomerato;
- certificati delle prove di permeabilità, ritiro e resistenza al gelo dei diversi tipi di conglomerato;
- certificati di fabbrica dei cementi con indicazione del calore di idratazione, finezza di macinazione, peso specifico reale, tempi di presa, resistenza della malta normale di cemento a 3, 7, 28 e 90 giorni;
- ulteriori certificati ritenuti necessari dal Direttore dei Lavori.

La relazione dovrà specificare, inoltre, il grado di consistenza di accettazione del calcestruzzo fresco, che dovrà essere verificata sul luogo del getto mediante la prova di abbassamento al cono – slump test (UNI EN 12350-2:2001, ex UNI 9418:1998).

Le caratteristiche dei materiali da impiegare, la composizione e le modalità di confezionamento dei vari tipi conglomerati, approvate dalla Direzione dei Lavori, non potranno essere in alcun modo variate dall'Appaltatore in corso d'opera, salvo aggiornamento dello studio preliminare.

La citata relazione sulla definizione del mix-design delle miscele di calcestruzzo dovrà essere trasmessa in duplice copia, completa dei certificati sopra citati.

4.2.3 Modalità esecutive

4.2.3.1 Impianto di betonaggio

L'impianto di betonaggio, salvo casi particolari e ad insindacabile giudizio dall'ufficio di Direzione Lavori, deve essere fatto con mezzi meccanici idonei e con l'impiego di impianti di betonaggio che abbiano in dotazione dispositivi di dosaggio e contatori, tali da garantire un accurato controllo della quantità dei componenti per come già specificato.

I componenti dell'impasto (cemento, inerti, acqua e additivi) debbono poter essere misurati a peso, o a volume per acqua ed additivi.

I dispositivi di misura del cemento, dell'acqua, degli additivi e delle varie classi degli inerti (sabbia fine, sabbia grossa, ghiaietto, ghiaia e ciottoli) debbono essere di tipo individuale. Solo

quando approvato dall'ufficio di Direzione Lavori, i dispositivi di misura possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie classi con successione addizionale).

I depositi degli inerti per gli impianti di betonaggio devono essere separati per ogni tipo di inerte. Si precisa che la centrale di betonaggio deve essere concepita in modo tale da garantire elevati standard qualitativi nel mantenimento delle caratteristiche di progetto degli impasti; una volta introdotto in centrale di betonaggio il quantitativo di acqua previsto dal mix design di progetto, l'impasto deve essere considerato "chiuso". Ovvero, oltre tale momento non sarà possibile per nessun motivo effettuare aggiunte di acqua, in quanto tali aggiunte si traducono in un deleterio scadimento incontrollato delle caratteristiche di resistenza meccanica di progetto del calcestruzzo.

4.2.3.2 Confezionamento del calcestruzzo

Il confezionamento dovrà essere eseguito con idonee modalità, in modo da ottenere un impasto di consistenza omogenea e di buona lavorabilità.

Gli aggregati saranno introdotti nelle betoniere tutti contemporaneamente, l'acqua sarà introdotta in modo che il suo tempo di scarico sia completato entro il 25 % del tempo di mescolamento.

Il tempo di mescolamento non sarà mai inferiore a 60" dal momento in cui tutti i materiali sono stati introdotti, per betoniere fino a 1 m³.

Per betoniere superiori, si prolungherà il tempo di mescolamento di 15" per ogni mezzo m³ addizionale.

La betoniera non dovrà essere caricata oltre la sua capacità nominale: in particolare, le betoniere dovranno essere accuratamente vuotate dopo ogni impasto, ed il calcestruzzo dovrà essere trasportato direttamente al luogo di impiego e ivi posto in opera.

L'impasto con autobetoniere dovrà essere portato a termine alla velocità di rotazione ottimale per l'impasto.

4.2.3.3 Trasporto del calcestruzzo

Il trasporto del calcestruzzo fresco dall'impianto di betonaggio alla zona del getto deve avvenire mediante sistemi che evitino separazione e perdita di materiali e che assicurino un approvvigionamento continuo del calcestruzzo.

Detti sistemi devono essere approvati dall'ufficio di Direzione Lavori.

Il trasporto del calcestruzzo mediante veicoli non provvisti di dispositivo di agitazione sarà permesso solo se il tempo tra l'impasto e la messa in opera non superi 25 minuti.

Per periodi di tempo più lunghi, si dovrà provvedere al mescolamento continuo durante il trasporto.

La capacità dei veicoli dovrà essere uguale o un multiplo intero di quella della betoniera per evitare il frazionamento di impasti nella distribuzione.

Gli organi di scarico saranno tali da poter controllare la velocità e la quantità del getto; inoltre, nelle fasi di scarico la massima altezza di caduta libera del getto ammessa sarà inferiore a 1,50 m.

Particolare cura sarà rivolta al controllo delle perdite di acqua per evaporazione durante il trasporto a mezzo di autobetoniere; a questo scopo si controllerà la consistenza o la plasticità del calcestruzzo, con prelievi periodici a giudizio dall'ufficio di Direzione Lavori.

Il calcestruzzo potrà essere trasportato anche mediante un impianto di pompaggio, il quale però deve essere sistemato in modo tale da assicurare un flusso regolare ed evitare l'intasamento dei tubi e la segregazione degli inerti.

La tubazione di adduzione dovrà essere piazzata in modo da evitare il più possibile l'ulteriore movimento del calcestruzzo.

Gli inconvenienti ed i ritardi che si verificassero nella messa a punto dell'impianto di pompaggio, anche dopo l'approvazione dall'ufficio di Direzione Lavori, sono a carico dell'impresa che ne resta responsabile a tutti gli effetti.

4.2.3.4 *Getto del calcestruzzo*

L'impresa è tenuta ad informare l'ufficio di Direzione Lavori dell'esecuzione dei getti e potrà procedere nell'operazione solo previa ispezione ed autorizzazione dell'ufficio di Direzione Lavori ed in presenza di un rappresentante della stessa.

Inoltre, dovrà provvedere a che tutta l'attrezzatura sia sufficiente ad assicurare un'esecuzione di getto continua e senza interruzioni imputabili a ritardi di trasporto del calcestruzzo, ad insufficienza dei vibratori, a mano d'opera scarsa e male addestrata. In caso di lavoro notturno, sarà particolarmente curata l'illuminazione, specie per il controllo del getto in casseforme strette e profonde; l'impianto di illuminazione necessario sarà a carico dell'impresa.

Tutte le superfici dentro cui dovrà essere versato il calcestruzzo dovranno essere asciutte, esenti da detriti, terra od altro materiale nocivo e saranno approvate previamente dall'ufficio di Direzione Lavori.

4.2.3.5 *Temperatura di getto*

Nel caso di getti in clima freddo (ovvero con temperatura dell'aria minore di + 5 °C) valgono le disposizioni e le prescrizioni della norma UNI 8981-4.

La posa in opera del calcestruzzo dovrà essere sospesa nel caso in cui la temperatura dell'impasto scenda al di sotto di + 5 °C.

Prima del getto ci si dovrà assicurare che tutte le superfici a contatto del calcestruzzo siano a temperatura di alcuni gradi sopra lo zero.

La neve ed il ghiaccio, se presenti, dovranno essere rimossi dai casseri, dalle armature, e dal sottofondo: per evitare il congelamento tale operazione dovrebbe essere eseguita immediatamente prima del getto.

I getti all'esterno dovranno essere sospesi nel caso in cui la temperatura dell'aria sia minore di - 5 °C. Tale limitazione non si applica nel caso di getti in ambienti protetti o nel caso in cui vengano predisposti opportuni accorgimenti approvati dal Direttore dei lavori.

Nel caso, invece, di getti in clima caldo la temperatura dell'impasto non potrà superare i 35 °C.

Al fine di abbassare la temperatura dell'impasto potrà essere utilizzato ghiaccio, in sostituzione di parte dell'acqua di impasto, o gas refrigerante di cui sia garantita la neutralità nei riguardi delle caratteristiche del calcestruzzo e dell'ambiente.

Per ritardare la presa del cemento e facilitare la posa e la finitura del calcestruzzo, potranno essere impiegati additivi ritardanti, o fluidificanti ritardanti di presa, conformi alle norme UNI, preventivamente autorizzati dal Direttore dei lavori.

4.2.3.6 Esecuzione del getto

L'impresa dovrà assicurarsi e provvedere affinché tutta l'attrezzatura sia sufficiente ad assicurare un'esecuzione di getto continua e senza interruzioni imputabili a ritardi di trasporto od ad insufficienze di vibrazione e/o a mano d'opera scarsa o male addestrata.

Il calcestruzzo sarà gettato in strati di altezza non superiore a 50 cm; ogni strato sarà opportunamente vibrato, specialmente per strutture sottili.

L'impresa non potrà eseguire getti in presenza di acqua, salvo esplicita autorizzazione dall'ufficio di Direzione Lavori.

Qualora i getti debbano eseguirsi in presenza d'acqua, l'impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, ad attuare adeguati sistemi di captazione delle acque e di drenaggio delle stesse, in modo da evitare il dilavamento dei calcestruzzi od il formarsi di pressioni dannose a tergo dei rivestimenti durante la presa.

Qualora si verificino interruzioni per cause impreviste, il getto sarà interrotto in zone in cui meglio convenga la formazione di un giunto di costruzione, d'accordo con l'ufficio di Direzione Lavori. In nessun caso saranno ammessi ferri d'armatura in vista e rappezzi con intonaci, indice di deficiente esecuzione dei getti e di vibrazione.

Non è ammesso per alcun motivo lasciare cadere il calcestruzzo all'interno delle casseforme da altezze tali da provocare la segregazione degli inerti; l'avvicinamento dell'impasto alla zona di getto dovrà essere effettuata con mezzi idonei quali scivoli, canali, tramogge sospese mediante gru, pompe.

4.2.3.7 Vibratura dei getti

Il calcestruzzo sarà steso nelle casseforme e costipato con adatti vibratorii ad immersione. Il tempo e gli intervalli di immersione dei vibratorii nel getto saranno approvati dall'ufficio di Direzione Lavori, in relazione al tipo di struttura e di calcestruzzo.

La vibrazione dovrà essere effettuata immergendo verticalmente il vibratore che dovrà penetrare in ogni punto per almeno 10 cm nella parte superiore dello strato gettato precedentemente, vibrandolo.

In linea di massima, la durata di vibrazione per m³ di calcestruzzo non sarà minore di 3 minuti in ogni caso, la vibrazione dovrà essere interrotta prima di provocare la segregazione degli inerti e del cemento.

L'impresa è tenuta a fornire in numero adeguato i vibratori adatti (7000 giri al minuto per tipi ad immersione; 8000 giri minuto per tipi da applicare alla casseforme).

In particolare, anche i getti in pareti sottili dovranno essere vibrati salvo disposizioni contrarie dell'ufficio di Direzione Lavori; le difficoltà di queste vibrazioni non potranno dar luogo, da parte dell'impresa, a richieste di sovrapprezzi o giustificazioni per eventuali ritardi.

L'impresa dovrà adottare cure particolari per i getti e la vibrazione dei calcestruzzi di strutture a contatto con i liquidi (come serbatoi, vasche, canalette, pozzetti, ecc.), in modo da garantire la impermeabilità degli stessi.

4.2.3.8 Giunti di costruzione nei getti

Le posizioni dei giunti di costruzione e delle riprese di getto delle strutture in calcestruzzo semplice e armato, dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione dall'ufficio di Direzione Lavori.

Qualora l'interruzione del getto superi le 8 ore, occorrerà, prima di versare lo strato successivo, scalpellare, sabbiare e lavare la superficie di ripresa e stendervi uno strato di 1÷2 cm di malta formata dal medesimo impasto della classe di calcestruzzo del getto al quale saranno tolti gli inerti grossi.

4.2.3.9 Giunti di dilatazione

La superficie del calcestruzzo in corrispondenza dei giunti dovrà essere resa regolare in modo da mantenere un interspazio costante, uniforme e pulito per tutta l'estensione del giunto.

Il materiale inerte di riempimento sarà costituito da cartonfeltro bitumato e mastice di bitume o da altro materiale (polistirene espanso) di spessore adeguato approvato dall'ufficio di Direzione Lavori.

L'impermeabilità o tenuta dei giunti verrà ottenuta mediante nastri in PVC o gomma o lamierini di rame.

4.2.3.10 Inghisaggi

Gli inghisaggi si effettueranno mediante malte cementizie, premiscelate, reoplastiche e a ritiro compensato (tipo EMACO). In quest'ultimo caso, in particolare, le miscele devono rispettare le norme UNI 8993 e UNI 8994

Su richiesta della Direzione Lavori, l'impresa dovrà fornire tutti i certificati che attestino la rispondenza dei materiali alle prescrizioni di progetto, rilasciati da un istituto di ricerca autorizzato a tale scopo. I sacchi in cui è confezionato il prodotto devono essere conservati in un luogo coperto e asciutto.

Prima della sua applicazione, il prodotto deve essere miscelato con cura all'interno della betoniera, insieme alla quantità d'acqua stabilita; per quanto concerne i tempi di lavorazione, bisogna prestare attenzione alle condizioni climatiche, dal momento che i tempi si riducono a temperature più elevate e si allungano a temperature più basse.

Una volta conclusosi il getto, tutte le parti esposte all'aria devono essere immediatamente protette dall'evaporazione e stagionate per almeno 24 ore mediante bagnatura e/o teli umidi.

4.2.3.11 *Protezione del getto*

Dopo il getto, è necessario che il calcestruzzo sia mantenuto umido per almeno 8 giorni e protetto dall'azione del sole, del vento secco, dell'acqua e delle scosse meccaniche.

I metodi di protezione del getto che assicurino il mantenimento delle condizioni richieste per la stagionatura saranno di responsabilità dell'impresa, ma soggetti all'approvazione dell'ufficio di Direzione Lavori.

Per i getti di calcestruzzo da eseguirsi durante la stagione invernale, dovranno essere prese particolari precauzioni e disposizioni al fine di evitare gli effetti deleteri del gelo.

È escluso di norma l'impiego di prodotti antigelo da aggiungere agli impasti, mentre dovranno essere invece adottate le seguenti disposizioni:

- l'acqua di impasto dovrà essere riscaldata a + 60 °C con i mezzi ritenuti più idonei allo scopo;
- l'introduzione d'acqua a + 60 °C nelle betoniere, assicurandosi che il cemento e gli inerti siano ad una temperatura superiore a 0 °C e tenuto conto dei dosaggi, dovrà permettere di avere all'uscita un impasto ad una temperatura compresa fra + 10 °C ÷ + 15 °C;
- nel caso di riscaldamento dell'acqua e degli inerti, questi non dovranno superare i + 40 °C sia per l'acqua sia per gli inerti;
- le temperature degli impasti dovranno essere misurate all'uscita delle betoniere, a mezzo di termometri.
- si potranno proteggere i getti, quando la temperatura scende al di sotto di – 5 °C, con coperture in teli impermeabili e riscaldatori a vapore o ad aria calda umidificata.

4.2.3.12 *Finitura delle superfici del calcestruzzo*

Per quelle strutture in calcestruzzo che dovranno restare in vista o avranno funzioni idrauliche, dovranno essere particolarmente curate le proporzioni degli impasti e le modalità del getto.

Dovrà essere escluso un aumento del rapporto effettivo acqua-cemento oltre il valore di 0,5 e la lavorabilità necessaria deve raggiungersi con l'aggiunta di fluidificanti.

La posa in opera dovrà essere molto curata ed il getto dell'impasto nel cassero effettuato a piccoli quantitativi; in particolare, dovrà essere garantito il copriferro netto minimo.

In relazione alla finitura superficiale dei getti si adotteranno 4 classi caratteristiche di valutazione realizzate sulla base delle indicazioni dei disegni.

Gli eventuali lavori da eseguire al fine di ottenere la rispondenza delle finiture superficiali al grado richiesto dai disegni saranno realizzati per mezzo di mano d'opera specializzata.

Tutti i difetti riscontrati verranno eliminati non appena disarmate le casseforme, dopo l'ispezione dell'ufficio di Direzione Lavori.

La definizione di ciascuna classe di finitura è la seguente:

- F1, si applica alle superfici che saranno ricoperte con terra o materiale di riempimento ed avrà le seguenti caratteristiche: irregolarità superficiali 2,5 cm;
- F2, si applica alle superfici non sempre esposte alla vista e che non richiedano una finitura maggiore, ed alle superfici che sono destinate ad essere intonacate: irregolarità superficiali brusche 1 cm; irregolarità superficiali continue 1,5 cm;
- F3, si applica alle superfici destinate a rimanere esposte alla vista o a contatto con liquidi in movimento: irregolarità superficiali brusche 0,5 cm; irregolarità superficiali continue 1,0 cm;
- F4, si applica alle superfici che richiedono particolare precisione, alle facce degli elementi prefabbricati, piattaforme di supporto di macchinari ed opere idrauliche: irregolarità superficiali brusche e continue 0,2 cm.

È facoltà dell'ufficio di Direzione Lavori esigere, soprattutto per le finiture F3 ed F4, campionature sul posto onde poter definire le caratteristiche più opportune delle casseforme, il sistema di disarmo, la troncatura e sfilaggio dei tiranti metallici d'ancoraggio ecc. per realizzare il grado di finitura richiesto.

Salvo riserva di accettazione da parte dell'ufficio di Direzione Lavori, l'impresa eseguirà a sue spese quei lavori di sistemazione delle superfici che si rendessero necessari per difetti od irregolarità maggiori di quelli ammessi per ogni grado di finitura.

In particolare, per quelle strutture che richiedano gradi di finitura F3 ed F4, si dovrà ricorrere a sgrossatura con mola elettrica, stuccatura e successiva smerigliatura con mola delle superfici.

Particolare cura andrà posta nella finitura superficiale della sagoma delle nuove soglie.

4.3 Casseforme

4.3.1 Caratteristiche dei materiali

Le casseforme per i getti di calcestruzzo dovranno essere costruite con pannelli metallici o tavole in legno sufficientemente robuste (ovvero con sistema telaio metallico e pannello in legno), ben collegate fra loro e controventate per evitare spancamenti e distacchi delle stesce durante le vibrazioni del getto.

Sono previsti due tipi:

- casseforme per getti da intonacare o contro terra e comunque non soggetti a particolari esigenze estetiche. Potranno essere in tavolame comune, purché ben diritto ed accuratamente connesso, o metalliche;
- casseforme per getti da lasciare in vista o a contatto con le acque. Dovranno essere metalliche od in tavolame accuratamente piallato o stuccato a gesso o in compensato, così da dare luogo a superfici particolarmente lisce ed uniformi.

Le tavole dovranno avere di regola dimensioni uguali fra loro e saranno poste in opera a giunti sfalsati.

In particolare, dovrà essere curata la tenuta d'acqua dei casseri al fine di evitare fuoriuscita della boiacca di cemento e conseguente dilavamento dell'impasto, in corrispondenza delle fessure, soprattutto negli spigoli orizzontali e verticali.

Tale tenuta sarà realizzata, oltre che con l'adozione dei listelli triangolari di smusso, mediante accurata stuccatura e con rabboccamento esterno perimetrale di malta povera, specie nei punti di ripresa a spicco dei pilastri da solette o strutture già eseguite.

L'impresa, inoltre, dovrà utilizzare casseforme in grado di descrivere superfici perfettamente aderente alle sagome di progetto di tutte le opere in calcestruzzo armato, sia per le opere di fondazione, sia per le opere in elevazione e tutte le altre opere in conglomerato cementizio.

4.3.2 Modalità esecutive

Al momento del getto del calcestruzzo, la superficie interna delle casseforme dovrà essere esente da qualsiasi incrostazione di malta, boiacca od altra sostanza estranea.

Prima della posa delle casseforme, le superfici delle casseforme stesse che verranno in contatto con il calcestruzzo dovranno essere cosparse con prodotti disarmanti conformi alle norme UNI, in modo da migliorare il distacco delle casseforme dalle strutture durante il disarmo.

Su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere utilizzato lo stesso prodotto; inoltre, è vietato usare, come disarmanti, lubrificanti di varia natura oppure oli esausti.

Non sarà permesso l'uso di tali prodotti disarmanti quando le casseforme siano già montate per il getto.

Il disarmo delle casseforme sarà effettuato solo quando il calcestruzzo avrà raggiunto una resistenza sufficiente a sopportare le tensioni cui sarà sottoposto durante e dopo il disarmo stesso. In ogni caso non si potrà procedere al disarmo senza preventiva autorizzazione dell'ufficio di Direzione Lavori.

Potrà inoltre essere necessario che, in casi particolari, le casseforme, con relativi puntelli e sbadacchiature, vengano mantenute in opera oltre il necessario, su specifica richiesta dell'ufficio di Direzione Lavori.

4.4 Acciaio d'armatura

4.4.1 Caratteristiche dei materiali

L'acciaio tondo da armatura sarà fornito dall'impresa e verrà posto in opera in base ai disegni di dettaglio e approvati dall'ufficio di Direzione Lavori.

Si userà solo ed esclusivamente acciaio da calcestruzzo (tipo B450C, ex tipo FeB44 k, controllato in stabilimento) in barre ad aderenza migliorata; è previsto anche l'utilizzo di rete elettrosaldata, realizzata con barre di acciaio aventi le stesse caratteristiche sopra citate, e con maglie di dimensioni variabili secondo le indicazioni riportate sui disegni di progetto in funzione delle opere da realizzare.

Eventuali riferimenti nelle tavole ed elaborati progettuali all'acciaio FeB44 k sono da intendersi riferiti al tipo B450C.

Gli acciai per calcestruzzi armati dovranno corrispondere alle "Nuove norme tecniche per le costruzioni del D.M. 14 gennaio 2008.

4.4.2 Modalità esecutive

L'impresa provvederà all'esecuzione dei piani di dettaglio delle armature (contenenti le liste dei ferri con le quantità di peso corrispondenti alle diverse posizioni) in base ai piani di progetto.

L'ufficio di Direzione Lavori potrà apportare modifiche alle armature di progetto. In quest'eventualità, l'impresa non potrà richiedere alcun compenso speciale, oltre a quanto spettante in base all'applicazione del prezzo di contratto per le quantità di ferri impiegati.

Le barre dovranno essere esenti da ruggine e dai residui di tinta o di oli che ne possano pregiudicare l'aderenza al conglomerato cementizio.

Le saldature saranno ammesse solo se consentite, caso per caso, dall'ufficio di Direzione Lavori e saranno realizzate in tal caso per sovrapposizione. Delle unioni per saldatura verranno eseguite verifiche periodiche da parte dell'ufficio di Direzione Lavori, tutte a spese dell'impresa.

In ogni caso dovrà prevedersi l'utilizzo del necessario quantitativo di distanziatori in materiale plastico, opportunamente distribuiti lungo i piani perimetrali delle gabbie di armatura, al fine di garantire ovunque il mantenimento del copriferro previsto in progetto.

Una volta completata la realizzazione delle gabbie di armatura, prima dell'inizio dei getti la Direzione dei Lavori procederà al controllo delle stesse e della presenza dei distanziatori; se ritenuto

to necessario, potrà essere richiesto all'impresa l'integrazione dei distanziatori stessi senza alcun onere aggiuntivo. In mancanza del controllo della D.L. non si potrà procedere all'inizio delle operazioni di getto.

4.4.3 Prove di accettazione e controllo

L'ufficio di Direzione Lavori si riserva il diritto di interrompere i getti e di far demolire, a cura e spese dell'impresa, le parti eseguite qualora non fossero verificate le condizioni di cui sopra.

L'impresa, per ogni carico di ferro di armatura che dovrà essere utilizzato nell'opera o nell'impianto, dovrà fornire anche un certificato del fabbricante del ferro, che attesti la qualità e l'idoneità del ferro secondo la normativa sopra richiamata.

In ogni caso, l'ufficio di Direzione Lavori richiederà prove sui ferri; resta stabilito che il ferro che non raggiunga le caratteristiche richieste non verrà impiegato nelle opere e dovrà essere allontanato dal cantiere. Tutti gli oneri derivanti all'impresa, per certificati e prove di cui sopra, sono a suo carico.

4.5 Riferimenti legislativi e normativi sulle opere in calcestruzzo

Segue un elenco non esaustivo dei principali riferimenti legislativi e normativi, che l'impresa deve seguire nel corso delle lavorazioni. Resta comunque beninteso che sarà compito dell'impresa stessa osservare tutta la normativa vigente e non richiamata esplicitamente nel presente elaborato, prestando la massima attenzione all'uscita di aggiornamenti, integrazioni e abolizione delle leggi promulgate dalle autorità competenti.

- Legge 5 novembre 1971, n. 1086 Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato normale, precompresso ed a struttura metallica.
- Legge 2 febbraio 1974, n. 64 Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- Circolare Min. LL.PP. 31 luglio 1979, n. 19581 Legge 1086, art. 7 – Collaudo statico.
- Circolare Min. LL.PP. 19 luglio 1986 n° 27690 Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche sulle costruzioni sismiche.
- Circolare Min. LL.PP. 1 settembre 1987, n. 29010 Legge 1086 – D.M. 27 luglio 1985, - Controllo dei materiali in genere e degli acciai per cemento armato in particolare.
- Circolare Min. LL.PP. 29 ottobre 1987, n° 29233 Legge 1086, art. 20 – Autorizzazioni laboratori per prove sui materiali.
- D.M. 9 gennaio 1996 Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- Circolare Min. LL.PP. 15 ottobre 1996, n. 252 Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al D.M. 9 gennaio 1996.
- D.M. 16 gennaio 1996 – Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.

- Servizio Tecnico Centrale del Ministero dei Lavori Pubblici – Linee Guida sul calcestruzzo strutturale – Dicembre 1996.

- D.M. 14/09/2005: "Norme tecniche per le costruzioni".

- D.M. 14/01/2008: "Norme tecniche per le costruzioni".

4.5.1 Prescrizioni per il calcestruzzo

- UNI 11104 Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità.
- UNI 8866 Prodotti disarmanti per calcestruzzi – Parte 1^a – Definizione e classificazione
Parte 2^a – prova dell'effetto disarmante alla temperatura di 20° e 80° C. su superfici di acciaio o di legno trattato.

4.5.2 Prescrizioni e metodologie di prova delle materie prime

4.5.3 Cementi

- UNI 8981-3 Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo - Istruzioni per ottenere la resistenza alle acque dilavanti
- UNI 9156 Cementi resistenti ai solfati – Classificazione e composizione e f.a. 262 dell'11/88.
- UNI EN 197-1:2001 Cemento – Composizione, specifiche e criteri di conformità per cementi comuni.
- UNI EN 197-2:2001 Cemento – Valutazione della conformità.
- Legge 26 maggio 1965 n. 595 e s.m.i. – Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idrici.
- D.M. 9 marzo 1988, n. 126 e s.m.i. – Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi.
- D.M. 13 settembre 1993 e s.m.i. – G.U. 22/9/93 – Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi.
- D.M. 31 agosto 1972 – Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calce idrauliche.

4.5.4 Acqua, aggregati e additivi

- UNI EN 1008 Acqua per calcestruzzo.
- UNI 8520 Aggregati per confezionamento di calcestruzzi.
- UNI EN 934 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Additivi per calcestruzzo - Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura
- UNI EN 450 Ceneri volanti per calcestruzzo – Definizioni, requisiti e controllo di qualità.

- UNI EN 451/1 Metodo di prova delle ceneri volanti – Determinazione del contenuto di ossido di calcio libero.
- UNI EN 451/2 Metodo di prova delle ceneri volanti – Determinazione della finezza con stacciatura umida.

4.5.5 Metodologie di prova per calcestruzzi

- UNI 12350-1 Prova sul calcestruzzo fresco - Campionamento.
- UNI 12350-2 Prova sul calcestruzzo fresco - Prova di abbassamento al cono.
- UNI 6128 Confezione in laboratorio di calcestruzzi sperimentali.
- UNI 9417 Calcestruzzo fresco. Classificazione della consistenza.
- UNI 12350-5 Prova sul calcestruzzo fresco - Prova di spandimento alla tavola a scosse.
- UNI 12350-6 Prova sul calcestruzzo fresco – massa volumica.
- UNI 12350-7 Prova sul calcestruzzo fresco - Contenuto d'aria - Metodo per pressione
- UNI 7122 Calcestruzzo fresco. Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata.
- UNI 7123 Calcestruzzo. Determinazione dei tempi di inizio e fine presa mediante la misura della resistenza alla penetrazione.

5. OPERE IN MASSI NATURALI

5.1 Generalità

Tutte le opere in massi naturali, intasati con cls o non, saranno realizzate con massi di pietra granitica di dimensione minima 0.80x0.80x0.80 m. Il calcestruzzo utilizzato dovrà avere un coefficiente di resistenza caratteristica cubica (R_{ck}) maggiore di 25 N/mm².

5.2 Caratteristiche dei materiali

I massi naturali utilizzati per la costruzione dell'opera dovranno corrispondere ai requisiti essenziali di compattezza, omogeneità e durabilità; dovranno inoltre essere esenti da giunti, fratture e piani di sfalsamento e rispettare i seguenti limiti:

- peso volumico: > 24 kN/m³ (2400 kgf/m³)
- resistenza alla compressione: > 50 N/mm² (500 kgf/cm²)
- coefficiente di usura: < 1.5 mm
- coefficiente di imbibizione: < 5%
- gelività: il materiale deve risultare non gelivo

I massi naturali saranno di peso non inferiore a quanto prescritto dalla Direzione Lavori, non dovranno presentare notevoli differenze nelle tre dimensioni e dovranno risultare a spigolo vivo e squadriati.

5.3 Modalità esecutive

I massi da impiegare 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 opere. Il materiale dovrà essere accostato con l'utilizzo di tavoloni o scivoloni, in grado di proteggere le opere idrauliche: è tassativamente vietato il rotolamento dei massi lungo le 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.

Se i lavori andranno eseguiti sotto il pelo dell'acqua, i massi saranno collocati alla rinfusa in uno scavo di fondazione delle dimensioni prescritte, verificando comunque la stabilità dell'opera.

5.4 Prove di accettazione e controllo

Prima di essere posto in opera, il materiale costituente la difesa dovrà essere accettato dalla Direzione Lavori che provvederà per ogni controllo a redigere un apposito verbale.

Dovranno essere eseguiti almeno cinque controlli di accettazione : l'esito di tale controllo sarà vincolante per l'accettazione della partita relativa al suddetto tratto di opera.

Il controllo consisterà nella individuazione da parte della Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, di almeno trenta massi che dovranno essere singolarmente pesati.

La partita non verrà accettata se il peso di un solo masso verificato risulterà inferiore al peso minimo previsto in progetto.

Se la verifica avrà invece esito positivo, si procederà al prelievo di campioni da inviare ad un laboratorio ufficiale per l'esecuzione delle prove relative alla determinazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche del materiale da porre in opera.

Le prove relative alla determinazione delle caratteristiche fisiche dei massi naturali (determinazione del peso specifico, del coefficiente di imbibizione e della gelività) saranno effettuate, a carico dell'Impresa, seguendo quanto riportato al Capo II delle "Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione" di cui al R.D. 16 novembre 1939, n°2232; per le prove di resistenza meccanica (resistenza alla compressione e all'usura per attrito radente), si farà riferimento al Capo III della stessa normativa.

L'Impresa dovrà consegnare alla Direzione Lavori i certificati del laboratorio ufficiale relativi alle prove sopra indicate, che dovranno dimostrare il rispetto dei limiti imposti dal Capitolato. Se i risultati delle misure o delle prove di laboratorio non rispetteranno i limiti prescritti, il materiale, per la tratta sotto controllo, verrà scartato con totale onere a carico dell'Impresa.

Tutti gli oneri derivanti dalla necessità di eseguire le prove di accettazione saranno a carico dell'Impresa.

6. TUBAZIONI

6.1 Generalità

Per quanto riguarda i criteri da osservare nella progettazione, nella costruzione, nel collaudo delle tubazioni e degli elementi che le costituiscono, si farà riferimento alle norme tecniche emanate con Decreto del Ministero dei LL.PP del 12 dicembre 1985 ("Norme tecniche relative alle tubazioni", G.U. n. 61 del 14 marzo 1986) e relativa circolare n. 27291 del 20 marzo 1986 ("Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni").

6.2 Prove di controllo

6.2.1 Prove d'accettazione

Dovrà essere attestato che le modalità di fabbricazione dei tubi siano conformi alle procedure del sistema qualità, di cui alle norme UNI EN ISO 9002:1994; in ogni caso, il manufatto dovrà essere fabbricato in officina o cantiere debitamente attrezzato, con procedimento atto a garantire il costante raggiungimento dei requisiti di tutti manufatti prodotti.

Tutte le operazioni che compongono il processo di lavorazione, dovranno essere ripetute secondo uno schema prestabilito e ben precisato, in conformità a quanto specificato nelle normative vigenti.

Su richiesta della Direzione Lavori, l'Impresa dovrà fornire tutti i certificati che attestino la rispondenza dei materiali alle prescrizioni di progetto, rilasciati da un istituto di ricerca autorizzato a tale scopo.

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

- nome del fabbricante o marchio di fabbrica;

- sigla dell'Ente Appaltante;

- data di produzione del tubo;

- diametro nominale.

In caso di esito negativo delle prove, l'Impresa sarà tenuta a sostituire, a sue spese, i materiali rifiutati con altri corrispondenti alle norme contrattuali.

Innanzitutto, si procederà ad un controllo dimensionale: diametro, spessore, lunghezza, angolo di curvatura e deviazioni delle superfici frontali, in modo da verificare se le misure del manufatto siano entro i limiti di tolleranza.

Le altre prove saranno eseguite da un istituto specializzato scelto dalla Direzione Lavori, il quale emetterà un certificato dei risultati ottenuti sui campioni.

6.3 Trasporto, movimentazione, posa e rinterro dei tubi

6.3.1 Imballaggi

Gli imballaggi possono essere di legno o altri materiali e generalmente saranno considerati a perdere. Il tipo di imballaggio è a scelta dell'Impresa ma deve garantire che i manufatti oggetto della fornitura non vengano danneggiati durante il trasporto e che i tubi mantengano la forma circolare.

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.

6.3.2 Trasporto

Nel trasporto dovranno essere prese tutte le precauzioni necessarie, onde evitare possibili danneggiamenti. Le impalcature 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.

Le operazioni di carico e scarico dovranno essere effettuate con cura. I tubi non devono essere trascinati o fatti rotolare su terreni accidentati, non devono essere lanciati da un'altezza superiore a 30 cm e non devono essere accatastati più di quattro tubi in altezza.

6.3.3 Posa in opera

La posa in opera avverrà direttamente dal mezzo di trasporto della ditta produttrice delle tubazioni, senza ricorrere a depositi intermedi su piazzale a piè d'opera.

Pertanto, l'invio delle tubazioni dalla fabbrica dovrà essere eseguito di volta in volta, man mano che procederanno i lavori di scavo della sede della condotta.

La Direzione Lavori si riserva tuttavia la facoltà di ordinare il deposito delle tubazioni in apposite zone di stoccaggio a spese e cura dell'Appaltatore.

Prima dell'allineamento, il tubo dovrà essere pulito internamente con scovoli atti a rimuovere tutto lo sporco ed ogni frammento che possa disturbare o danneggiare l'installazione; la medesima operazione di pulizia dovrà essere fatta alle valvole ed agli altri pezzi speciali.

Alla fine di ogni giorno di lavoro le estremità della linea in costruzione dovranno essere chiuse con un fondello di tipo approvato dalla Direzione Lavori, tale da impedire l'entrata di acqua e di corpi estranei nella tubazione sino alla ripresa del lavoro: tale fondello dovrà essere applicato tutte le volte che l'estremità libera di una qualsiasi tubazione verrà lasciata incustodita.

Le testate dei tubi dovranno essere perfettamente ripulite da vernici, grassi, bave, terra, ecc. con un metodo approvato dalla Direzione Lavori, in modo da evitare difetti nell'esecuzione delle saldature.

6.3.4 Fondo della trincea e sottoscavo

La superficie del terreno in corrispondenza dell'appoggio del tubo sarà continua, e priva di sassi o zolle di argilla.

Dove il fondo dello scavo risultasse di terreno inconsistente, questo dovrà essere rimosso e sostituito con materiale di appoggio adatto. Se si incontrassero zone più estese di questo genere, con scarsa capacità portante per sopportare i materiali di appoggio del tubo, si dovranno rifare i calcoli di resistenza meccanica e ricorrere ad appoggi speciali (leganti idraulici, ispessimento del sottofondo in calcestruzzo, ecc.).

L'eventuale acqua d'infiltrazione deve essere rimossa durante le operazioni di posa fino al completamento delle operazioni di rinfianco.

6.3.5 Procedura di messa in opera

Ultimato lo scavo, si procederà alla formazione di uno strato di conglomerato cementizio a 2 q/m³.

La continuità del supporto sarà ripristinata dopo il completamento della giunzione; l'allineamento ed il livellamento dei tubi deve essere curato, in modo che il disassamento di due barre contigue non sia maggiore a mezzo grado.

Prima di procedere alla posa, le tubazioni devono essere controllate per verificare la loro integrità.

Verranno calate nello scavo con il segno di riferimento bianco rivolto verso l'alto. L'estremità delle tubazioni da unire verranno pulite e lubrificate con gli appositi lubrificanti forniti dai produttori o con sapone liquido (mai con oli minerali), prestando attenzione affinché la punta non si sporchi prima di penetrare nel bicchiere o nel manicotto della tubazione già posata.

Salvo diverso ordine impartito caso per caso dalla Direzione dei Lavori, si dovranno adottare per il letto di posa e il rinfianco le dimensioni che figurano dai disegni di progetto e che saranno prescritte all'atto esecutivo dalla Direzione dei Lavori.

Ad ogni sospensione del lavoro l'impresa dovrà chiudere provvisoriamente l'ultimo tubo con un tappo in gres o plastica e mai con stracci, sacchi, carta od altro materiale facilmente deformabile.

L'impresa dovrà provvedere, senza alcun onere aggiuntivo, alla realizzazione di tutti i dispositivi di sicurezza che si rendessero necessari, oltre che a qualsiasi altro strumento per consegnare l'opera finita a regola d'arte (impianti di illuminazione, ponteggi, staffaggi, opere provvisorie, ecc.).

6.3.6 Rinfianco e rinterro

Queste operazioni saranno eseguite immediatamente dopo la posa; in caso ciò fosse impossibile si procederà ad un controllo accurato dell'allineamento prima di rinfiancare.

Il materiale usato per il rinfiacco ed il ricoprimento del tubo sarà uno strato di sabbia fine di cava o, dove indicato nei disegni di progetto, uno strato di conglomerato cementizio a 2 ql/m³ (come da sezioni tipo di posa). La compattazione del rinfiacco di sabbia e del rinfiacco e del rinterro in materiale drenante sarà spinta ad almeno il 90 % della Proctor Standard mediante pestelli pneumatici o altro macchinario equivalente e verrà effettuata per strati non superiori a 25 cm circa. Si procederà quindi al ricoprimento fino al piano campagna di progetto, usando il materiale di scavo ove esso sia ritenuto idoneo dalla D.L. I giunti saranno lasciati scoperti fino al collaudo idraulico avvenuto.

6.3.7 Norme di compattazione e controlli qualitativi

Dovranno essere utilizzate attrezzature idonee a garantire la densità richiesta. Si potranno utilizzare vibratori a piastra battente o, per il letto di posa, rulli.

Per assicurare la rispondenza alle prescrizioni del progetto, si eseguiranno periodicamente misurazioni dell'ovalizzazione della tubazione installata. Se la riduzione del diametro verticale risultasse maggiore del 3 %, la compattazione dovrà essere incrementata.

Durante la fase di rinterro dovrà esser posta molta cura nel proteggere le tubazioni dalla caduta di sassi, da colpi provenienti dal macchinario utilizzato per la compattazione o per la distribuzione del materiale. Nel caso un tubo risultasse danneggiato, si procederà alla sua sostituzione.

Per il fatto dell'esecuzione e superamento delle prove preliminari di collaudo, non resteranno menomate in alcun modo le facoltà del Collaudatore, al cui giudizio esclusivo è riservato di effettuare controlli e prove sulla condotta in opera, essendo stabilito che tutte le garanzie contrattuali vanno riferite a condotta posta in opera.

Dopo aver eseguito le prove, le riparazioni e le controprove e quelle di tenuta delle condotte, se tutto è in perfetta regola, sarà impartito all'impresa l'ordine di coprire le condutture e riempire le trincee.

La superficie dei riempimenti delle trincee dovrà essere sistemata in modo che le acque pluviali possano liberamente passarvi sopra, senza formazione di ristagni. Ove l'impresa avesse coperto qualche tratto di condotta o riempito qualche trincea senza l'autorizzazione della Direzione Lavori, questa provvederà a farla riscavare e scoprire nuovamente a spese dell'impresa medesima.

Le tubazioni saranno montate da personale specializzato previa preparazione del piano di posa, conformemente ai profili prescritti. Eseguite le giunzioni si procederà al controllo della posizione altimetrica e planimetrica della condotta ed alle conseguenti eventuali rettifiche che saranno a totale carico dell'impresa.

Nell'interno ed in corrispondenza dei giunti i tubi dovranno essere perfettamente puliti; sarà evitata la loro posa in opera in presenza d'acqua o di fango e nel tubo non dovranno rimanere corpi estranei, terra, sassi, sabbia od impurità di sorta.

Ogni tratta compresa fra un pozzetto e l'altro dovrà essere perfettamente rettilinea e di pendenza costante in accordo ai profili approvati dalla Direzione Lavori.

Tutti i cambiamenti di direzione e di pendenza della condotta dovranno essere eseguiti tramite un pozzetto di ispezione.

La pendenza di ogni tubo dovrà essere costantemente controllata in modo da mantenere una livelletta regolare e costante e secondo i profili di posa esecutivi.

Tutte le tubazioni dovranno soddisfare i requisiti richiesti dal decreto 12.12.1985 "Norme tecniche relative alle tubazioni".

6.4 Tubi cemento armato a giunto saldato e rivestiti con liner di HDPE

Tubazione prefabbricata in c.a. senza base piana di appoggio, giunto a bicchiere del tipo a campana, guarnizione incorporata nel getto, rivestimento interno su tutta la superficie della tubazione in Liner di Polietilene ad Alta Densità HDPE T-Grip perfettamente integrato nel getto, comprensivo di successiva saldatura in opera eseguita da personale specializzato

Una volta posata la tubazione si procederà ad eseguire la saldatura dei giunti con tecnica ad estrusione (per apporto di materiale) e non ad aria calda, al fine di garantire l'assoluta tenuta stagna sia dall'interno che dall'esterno. A totale garanzia dell'opera tutte le saldature dovranno essere verificate con la tecnica dello scintillografo e dovrà essere rilasciato un verbale che attesti la positività di ogni saldatura.

La posa sarà preceduta dall'applicazione sul maschio di apposito lubrificante compatibile con la gomma stessa. Le tubazioni avranno sezione interna circolare e dovranno rispondere alla legge UNI EN 1916 del maggio 1997, alla Legge UNI 9858 del maggio 1991, la legge UNI 8981/1 a 7, la legge DIN 4035, il DM 12 dicembre 1985 e circolare Ministero LL.PP. n° 27291 del 2 marzo 1986 e D.M. 14 febbraio 1992, esenti da fori passanti, poste in opera su sella d'appoggio continua in cls o materiale autocostipante, in grado di garantire una superficie d'appoggio che si adatti il più possibile alla superficie esterna del tubo, su tutta la lunghezza dell'elemento, e per la larghezza definita dall'angolo di sella previsto dal progetto statico, compresi gli eventuali rinfilanti e l'onere del controllo della livelletta con l'ausilio di apparecchiature laser. Non saranno ammesse pertanto zone vuote, o cavità, o grandi bolle affioranti sulla superficie di contatto. La tubazione e il relativo giunto dovranno garantire inoltre la resistenza alla corrosione derivante da eventuali correnti vaganti. La giunzione tra le tubazioni dovrà essere realizzata mediante apparecchiature idrauliche o manuali di tiro, previo controllo in stabilimento delle tolleranze dimensionali che non dovranno superare in termini di deformazione quelle stabilite dal progetto del giunto e dichiarate dal produttore negli appositi documenti di produzione.

Le tubazioni dovranno avere una classe di resistenza allo schiacciamento, provato secondo quanto previsto dal progetto di norma U73.04.096.0. (APPENDICE C), non inferiore a:

da DN 300 mm a 700 mm	135 kN/m ²
da DN 800 mm a 1200 mm	110 kN/m ²
da DN 1300 mm a 1600 mm	100 kN/m ²
oltre DN 1600 mm	190 kN/m ²

Il carico minimo di schiacciamento per unità di lunghezza sarà ricavato moltiplicando la classe di resistenza per un millesimo del diametro nominale interno.

Il reinterro della tubazione dovrà essere realizzato con materiale granulare omogeneo, anche proveniente dagli scavi, purché liberato dalle pietre di dimensioni superiori a 50 mm, dalle zolle, dai materiali organici e da elementi estranei alla natura del terreno. Il reinterro dovrà sempre avvenire mediante compattazione a strati orizzontali di spessore compreso fra 250 e 300 mm. La compattazione dovrà essere eseguita mediante piastre vibranti regolabili, di potenza media. Al fine di assicurare il contributo delle spinte laterali del terreno alla capacità portante del tubo, la compattazione dovrà al minimo oltrepassare l'estradosso superiore del tubo di 500 mm. L'Impresa è tenuta a fornire tutti i calcoli di verifica alla stabilità, firmati da un ingegnere iscritto all'albo, e ad assumersi con lui ogni responsabilità conseguente. Le tubazioni andranno calcolate in modo da sopportare il riempimento di prima fase ed i carichi stradali propri della strada, in funzione della larghezza dello scavo e delle modalità di reinterro dello stesso; le norme di riferimento saranno le UNI 7517, le DIN 4033 e le ATV A127. La fornitura delle tubazioni dovrà essere corredata dai documenti di produzione e dalle registrazioni di controllo e collaudo.

6.4.1 Processo di fabbricazione

Sono manufatti in c.a. da utilizzarsi per il convogliamento delle acque meteoriche e/o reflui urbani o industriali. Sono costruiti in officine o cantieri debitamente attrezzati, con procedimento atto a garantire il costante raggiungimento dei requisiti di tutti i manufatti prodotti; a tal fine tutte le operazioni che compongono il processo di fabbricazione dovranno essere ripetute secondo uno schema prestabilito e ben precisato.

La stagionatura potrà avvenire posizionando i tubi in verticale con continua aspersione di acqua oppure con trattamento a vapore purché l'impianto sia attrezzato in modo tale da consentire la ripetizione di ciascun ciclo di maturazione accelerata secondo una curva predeterminata.

6.4.2 Dimensioni e movimentazione

Il diametro interno deve corrispondere al DN e nessun valore rilevato deve scostarsi dal valore nominale di oltre $3+(0.004 \times \text{DN})$ mm

I tubi devono essere dotati di idonei, ed in numero adeguato, ganci di sollevamento che garantiscano la movimentazione e la posa in opera salvaguardando le condizioni di sicurezza

secondo le vigenti normative . Il carico di rottura del gancio sarà pari ad almeno 2.5 volte il valore della portata nominale ed il carico di rottura del cls all'atto del sollevamento maggiore di 300 kg/cm² con coeff. di sicurezza uguale a 2 .

6.4.3 Inerti

Gli inerti devono essere tali da assicurare la migliore resistenza contro possibili corrosioni chimiche e meccaniche da parte delle acque convogliate .

Gli inerti dovranno essere perfettamente lavati, di granulometria assortita, ottenuta tramite miscela di almeno 3 inerti con granulometrie complementari, con l'avvertenza che la dimensione massima non sarà mai superiore a ¼ dello spessore del manufatto e comunque mai maggiore di 25 mm .

La composizione granulometrica, oltrechè legata al processo di fabbricazione, dovrà essere tale da consentire la massima compattezza del getto .

6.4.4 Acqua

L'acqua dovrà essere limpida, preferibilmente potabile e non contenere acidi o basi, deve essere priva di sostanze nocive sia in soluzione che in sospensione e rispondere ai requisiti fissati dalla UNI EN 1008

6.4.5 Cemento

Il cemento utilizzato potrà essere di tipo pozzolanico, d'alto forno o Portland 42.5 per ottenere un calcestruzzo con caratteristiche come sotto specificato .

6.4.6 Armatura metallica

Sarà costituita da tondino d'acciaio del tipo B450A, stirato a freddo o laminato a caldo (acciaio ad alta duttilità) e comunque conforme alle norme vigenti per l'esecuzione delle opere in cemento armato, avvolto in semplice o doppia spirale, saldando elettricamente (senza apporto di materiale) la spirale continua ai longitudinali, in numero e diametro sufficienti a costruire una gabbia robusta, non soggetta a deformarsi durante la fabbricazione del tubo . Il numero, il diametro e la disposizione delle spire e delle generatrici sono lasciate alla scelta del costruttore e saranno tali da garantire le caratteristiche prestazionali . In ogni caso il passo della spirale non sarà superiore a 120 mm, la distanza tra le generatrici non dovrà superare 2 volte lo spessore del tubo.

La percentuale minima della sezione dell'armatura, relativa all'area della sezione longitudinale del corpo del tubo, deve essere 0.4 % per tondo liscio e 0.25 % per tondo ad aderenza migliorata .

La protezione delle armature sarà garantita oltre che dallo spessore del copriferro (min. 25 mm) anche dalla resistenza alla permeabilità del calcestruzzo ai fluidi aggressivi . Occorre quindi che il cls sia compatto, poco permeabile e privo di fessure e microfessure .

L'assorbimento d'acqua del calcestruzzo non dovrà superare il 6 % in massa .

6.4.7 Calcestruzzo

Gli ingredienti dell'impasto devono essere misurati con precisione , il cemento a peso, gli inerti preferibilmente in peso, l'acqua in peso o in volume . Il rapporto acqua/cemento dovrà essere oggetto di controllo accurato per essere mantenuto costante tenendo conto anche dell'umidità propria degli inerti .

Il dosaggio della miscela sarà tale da ottenere un calcestruzzo con le seguenti caratteristiche :

resistenza a compressione	7 gg	250 kg/cm ²
	28 gg	370 kg/cm ²
resistenza a flessione	7 gg	20 kg/cm ²
	28 gg	45 kg/cm ²

I provini cubici saranno secondo UNI EN 12390

6.4.8 Metodi di prova

A giudizio insindacabile della D.L. i tubi potranno essere sottoposti ad una serie di prove di stabilimento da definire con il produttore . I campioni dovranno essere dati gratuitamente dal fornitore in ragione dello 0.33 % del quantitativo ordinato per ogni diametro e comunque mai in numero di tubi inferiore a 3 . Se durante il collaudo un tubo non rispondesse alle prescrizioni contrattuali si ripeterà la prova su un numero doppio di tubi .

Le prove di collaudo, su tubi asciutti, consisteranno, oltre che nella verifica delle dimensioni e delle tolleranze, nelle seguenti altre :

Prova di rottura per schiacciamento (su tubazione senza rivestimento protettivo interno – Norma UNI EN 1916 Allegato C)

La prova può essere eseguita su un tubo intero oppure su un tronco cilindrico dello stesso lungo non meno di 1 metro .

Prova di tenuta dei giunti e dei tubi – Norma UNI EN 1916 Allegato E

Le prove di tenuta dovranno essere eseguite su tubi posti su una macchina/attrezzatura idonea all'allineamento di due tubi con relativo giunto . Detta attrezzatura deve assicurare in modo idoneo la tenuta alle estremità, il riempimento graduale con acqua e l'eliminazione dell'aria . A riempimento avvenuto verrà gradualmente elevata la pressione sino ad un valore pari a 5 metri di colonna d'acqua misurata all'asse dei tubi e mantenuta per 15' . Non ci devono essere perdite né gocciolamenti evidenti . Non è considerata perdita l'apparizione di macchie d'umidità sulla superficie esterna.

6.4.9 Motivo di rifiuto

I tubi potranno essere rifiutati nei seguenti casi :

- perché non rispondenti alle prescrizioni di dimensionamento e relative tolleranze ed alle prescrizioni di fabbricazione
- per esito negativo delle prove di accettazione, a giudizio della D.L.
- per manifesti difetti di proporzionamento dei componenti del cls o mancanza di compattezza dei getti
- per danneggiamento delle testate che non consentono di effettuare una giunzione a regola d'arte
- per palesi gravi difetti nei getti (cavità, rotture), che non consentono l'esecuzione di riparazioni di sicura durata
- per fessure che attraversano la parete del tubo, qualunque ne sia la lunghezza e la larghezza
- per armatura visibile o tracce di ossido ed altri riscontri indicanti che la stessa non ha il ricoprimento minimo in ogni sua parte

In tal caso la ditta appaltatrice sarà tenuta a sostituire prontamente il materiale rifiutato con altro rispondente alle norme contrattuali, con l'avvertenza che nel caso non si provvedesse tempestivamente l'Amministrazione potrà provvedere d'ufficio avvalendosi del deposito cauzionale, salva ed impregiudicata ogni altra azione legale per qualsiasi danno dovesse derivare dalla inadempienza del contratto .

L'accettazione dei tubi da parte della D.L. non solleva l'appaltatore dall'obbligo di consegnare il condotto finito a regola d'arte, secondo le prescrizioni del presente capitolato .

6.4.10 Normative di riferimento

D.M.LL.PP. 12/12/85 Norme tecniche relative alle tubazioni

Circ.M.LL.PP.n 27291 Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni . Decreto

M.LL.PP. 12/12/85

D.Ministeriale 23/02/71 Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto

UNI EN 1916 Tubi e raccordi di calcestruzzo non armato, rinforzato con fibre di acciaio e con armature tradizionali

UNI EN 1917 Pozzetti e camere di ispezione di calcestruzzo non armato, rinforzato con fibre di acciaio e con armature tradizionali

UNI EN 681-1 Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate e per adduzione e scarico acqua - Parte 1:gomma vulcanizzata

7. MANUFATTI PREFABBRICATI IN CALCESTRUZZO

7.1 Pozzetti di ispezione

7.1.1 Generalità

La produzione dei pozzetti dovrà essere controllata nelle varie fasi, in analogia a quanto previsto nelle tabelle della guida applicativa I.C.M.Q. (Istituto Certificazione e Marchio Qualità) per la certificazione del sistema di qualità per le tubazioni prefabbricate in calcestruzzo. I pozzetti, le loro giunzioni e gli innesti dovranno essere tali da garantire il rispetto delle prescrizioni contenute nelle vigenti norme per la tutela delle acque dall'inquinamento, compresi gli oneri per il trasporto, il carico, lo scarico, la movimentazione, il collegamento delle tubazioni, i controlli idraulici di tenuta senza l'impiego di sigillanti o di stuccature.

Eventuali realizzazioni di allacciamenti in opera verranno realizzati forando la parete del manufatto con idonea carotatrice, eseguendo un foro di diametro adeguato all'alloggiamento della tubazione entrante e la relativa guarnizione, rispondente alle norme UNI EN 681:2002-2004, DIN 4060, ISO 4633:2002.

7.1.2 Manufatti prefabbricati

L'ispezione della rete sarà consentita da pozzetti d'accesso prefabbricati in calcestruzzo armato Rck 40 MPa, aventi dimensioni interne 1.5X1.5 e spessore adeguato alle diverse profondità di posa, munito di forometrie per entrata/uscita tubazione DN1000

Ognuno di essi è costituito dai seguenti elementi:

- elemento di fondo;
- elementi raggiungi quota intermedi;
- soletta di copertura finalizzata a supportare carichi stradali di I categoria;
- torrino di accesso per la messa in quota del passo d'uomo.

Il pozzetto sarà dotato di rivestimento interno delle pareti e del fondo con Liner di Polietilene ad Alta Densità HDPE perfettamente integrato nel getto e saldato in opera ad estrusione (tra il fondo e le pareti, tra elemento di base e prolunga e dei tubi entrata/uscita), per una garanzia assoluta di tenuta idraulica

7.1.3 Normativa di riferimento

Legge 1086 del 05/11/1971. Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.

Legge 64 del 02/02/1974. Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

D.M. LLPP del 11/03/1988. 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.

D.M. LLPP del 14/02/1992. Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

D.M. 9 Gennaio 1996. Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

D.M. 16 Gennaio 1996. Norme Tecniche relative ai Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi.

D.M. 16 Gennaio 1996. Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche.

Circolare Ministero LLPP 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996

Circolare Ministero LLPP 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996.

8. CHIUSINI IN GHISA

Fornitura e posa di chiusino in ghisa sferoidale, a tenuta stagna, tenuta ermetica fino alla pressione di 1 bar, classe di carrabilità e luce netta di accesso secondo quanto indicato nei disegni di progetto, conforme alla norma UNI EN 124 e s.m.i. ("*Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione utilizzate da pedoni e da veicoli*"), costituito da:

- telaio di forma quadrata sia alla base che alla sommità munito di adeguata aletta perimetrale esterna continua sui quattro lati, arrotondato agli angoli, di larghezza non inferiore a 35 mm per ottenere una miglior base di appoggio e consentire un miglior ancoraggio alla fondazione;
- battuta interna sagomata ad U;
- vani cerniera a fondo chiuso con sistema di bloccaggio dei coperchi in posizione di apertura a 110°;
- sedi per l'alloggiamento dei sistemi di chiusura;
- coperchio di forma circolare munito di rilievi antisdrucchiolo, asole a fondo chiuso idonee per le chiavi di sollevamento, sistema di chiusura realizzato mediante chiavistello rotante bullonato, appendici idonee all'articolazione del coperchio al telaio nei vani cerniera senza impedirne l'estraibilità.

Inoltre tutti i coperchi ed i telai dovranno riportare:

- la sigla EN 124;
- la classe di resistenza;
- il marchio del produttore ed il luogo di fabbricazione in codice;
- il marchio di un ente di certificazione terzo.

Il chiusino dovrà essere solidamente appoggiato ed ancorato alle strutture in calcestruzzo, posizionato in quota e perfettamente complanare rispetto al piano stradale; la posa dei chiusini dovrà precedere le attività di ripristino dei manti bituminosi.

L'Impresa dovrà produrre alla Direzione dei lavori i certificati forniti dal produttore attestanti la conformità del materiale posato alle normative vigenti, nonché la rispondenza alla classe di carico prevista in progetto. Eventuali chiusini non conformi alle normative vigenti, anche se già posti in opera, dovranno essere rimossi ed allontanati dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

9. OPERE IN CARPENTERIA METALLICA

9.1 Generalità

Sono incluse in questa categoria quelle opere metalliche di qualsiasi natura che non fanno esplicitamente parte delle opere elettromeccaniche o di altri dispositivi forniti compiuti in opera.

Per tutti i lavori od opere in acciaio od altro metallo (compresi piastre e profilati a C, L, I, T, doppio T, tipo IPE e HE) dovranno anzitutto osservarsi scrupolosamente, per quanto riguarda i materiali da impiegare, le norme precedentemente descritte (*"Caratteristiche dei vari materiali – Materiali ferrosi e metalli vari"*).

Le opere di carpenteria metallica vengono distinte in due categorie: grossa carpenteria e piccola carpenteria.

La prima categoria include impalcati, strutture portanti, capriate. Per tali opere l'impresa dovrà informare gli organi tecnici dell'Amministrazione allorché i materiali approvvigionati giungano all'officina affinché, prima che venga iniziata la lavorazione, gli organi tecnici suddetti possano disporre per un primo esame e verifica di detti materiali e per i prelievi di campioni per le prescritte prove di resistenza.

Gli organi tecnici dell'Amministrazione hanno la facoltà di far eseguire dette prove nel numero che riterranno opportuno e di rifiutare, in tutto o in parte, i materiali approvvigionati a seconda dell'esito di dette verifiche, senza che l'Impresa possa pretendere indennizzo alcuno o proroga ai termini di consegna.

Accettati regolarmente i materiali, si potrà procedere alla loro lavorazione e quindi, se gli organi tecnici dell'Amministrazione lo richiederanno, al montaggio provvisorio delle parti in officina. L'impresa dovrà successivamente informare gli organi tecnici dell'Amministrazione per le opportune verifiche dei materiali lavorati e per la loro pesatura, che saranno eseguite anch'esse in officina, il tutto a spese dell'impresa stessa.

Tutte le prove ed accettazioni provvisorie da parte degli organi tecnici dell'Amministrazione non esonerano l'impresa dalle sue responsabilità circa la perfetta riuscita delle opere, né dall'obbligo di sostituire o riparare tutti i materiali che manifestino difetti o guasti di qualsiasi genere e ciò anche dopo il montaggio e sino al collaudo favorevole.

La seconda categoria comprende le opere di minore importanza e di maggiore lavorazione come scale in ferro esterne ed interne, inferriate, parapetti, impalcati e sopralzi con sovraccarichi inferiori a 500 kg/mq e con altezze dal piano di appoggio non superiore ai 3 metri; anche tutte le opere di sostegno di scale e pianerottoli, nonché spezzoni di profilati e di tubo di ferro annegati nei getti di calcestruzzo sono inclusi in questa categoria.

Tutti i metalli dovranno essere lavorati, utilizzando utensili e tecnologie compatibili con le caratteristiche dei metalli stessi (compresi gli acciai inossidabili), con regolarità di forme e precisione di dimensioni; i fori dovranno essere sempre eseguiti interamente al trapano; sarà tollerato

l'impiego del punzone per fori eseguiti con un diametro di almeno 4 mm inferiore al definitivo ed allargati poi mediante trapano o alesatore.

Le saldature autogene, eseguite in preferenza elettricamente, dovranno corrispondere alle prescrizioni del Registro Navale Italiano ed essere accuratamente ripulite e spianate a superficie piana se in vista, specie nelle opere rifinite; saranno ammesse con cordolo grezzo negli altri casi. Gli acciai inossidabili dovranno essere saldati utilizzando solo attrezzature idonee al fine di garantire l'inossidabilità dell'elemento ottenuto dall'unione saldata.

I tagli potranno eseguirsi normalmente con la cesoia; ma, se in vista, dovranno essere rifiniti nelle opere che lo richiedono, con una ripassata alla mola.

Fanno carico all'impresa per la posa in opera, gli oneri del trasporto, scarico, tiro in alto e qualsiasi opera provvisoria occorrente, ed inoltre gli scalpellamenti, la muratura di tasselli e grappe e di tutte le ferramenta accessorie a mura quali nottole, ganci, catenelle, braccialetti, piastrine, la rincoccatura, la ripresa dell'intonaco, la stuccatura e quanto altro occorre per dare l'opera pronta per l'opera del pittore.

La posa in opera suddetta è compresa e compensata con i prezzi previsti in elenco per le opere in acciaio od altro metallo.

Le varie parti dovranno essere progettate ed eseguite in base alle norme tecniche vigenti:

D.M. 09.01.96 - Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture di cemento armato, normale e precompresso, e per le strutture metalliche;

D.M. 16.01.96 - Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi";

Circ. Min.LL.PP. del 15.10.96 (n. 252 AA.GG/STC) - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato, normale e precompresso, e per le strutture metalliche";

Circ. Min. LL.PP. del 04.07.96 (n. 156AA.GG/STC) - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi di cui al D.M. 16.01.96";

D.M. 04.05.90 - Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali;

Circ.LL.PP.-Pres.Cons.Sup.Serv.Tecn.Centr. 25.02.91 (n. 34223) - Legge 02.02.74, n. 64 – Art. 1 D.M. 04.05.90 – Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali;

C.N.R. 10011/85 - Costruzioni in acciaio: istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.

Tutta la carpenteria metallica sarà fornita con trattamento anticorrosivo realizzato in officina mediante zincatura a caldo secondo norma UNI EN ISO 1461, ad eccezione di quella prevista in progetto in acciaio inox.

Lo zinco da usare nei bagni di zincatura avrà qualità compresa tra quelle dello zinco di prima fusione, con purezza non meno dello zinco.

La determinazione del peso del rivestimento sarà effettuata con le modalità riportate dalla UNI EN ISO 1460/97.

Il peso dello strato di zinco per mq di superficie zincata non dovrà essere inferiore a circa 550 g/cm².

Sono vietate in cantiere tutte quelle lavorazioni sulle strutture metalliche pronte per il montaggio che possano arrecare danni ai rivestimenti protettivi eseguiti in stabilimento.

9.2 Materiali

Nella costruzione dovranno essere impiegati profilati, tondi e larghi, piatti in Fe 37 B ed Fe 52 B UNI 5334/64, lamiere in Fe 37 C ed Fe 52 C UNI 5335/64 rispettivamente per i tipi 1 e 2 degli acciai al carbonio previsti dalle Norme CNR - UNI 10011 per spessori minori o uguali a 30 mm, laminati o scatolati in acciaio inox per piccola carpenteria del tipo adatto per immersione in acqua potabile.

Per spessori maggiori di 30 mm le classi degli acciai dovranno essere di tipo C per i profilati e di tipo D per le lamiere.

La bulloneria ed i tirafondi di fondazione come indicato nelle norme CNR - 10011; ma in ogni caso mai inferiori a Fe 42 B.

Nel caso di unioni ad attrito le caratteristiche meccaniche e dimensionati dei bulloni ad alta resistenza dovranno essere corrispondenti a quelle del progetto 2-11 delle norme CNR-UNI 5744/66.

9.3 Lamiere e grigliati zincati

Le lamiere e i grigliati zincati, il cui tipo dovrà essere sottoposto alla approvazione della Direzione Lavori, dovrà essere previsto per sovraccarico di 500 kg/m², salvo diversa indicazione negli elaborati progettuali.

L'Impresa è pienamente responsabile della stabilità e resistenza sia della struttura portante che dei grigliati, con particolare riferimento al loro collegamento alle strutture portanti.

Le lamiere ed i grigliati saranno sottoposti a trattamento di protezione mediante zincatura a caldo secondo la norma UNI EN 1461 solo al termine delle lavorazioni meccaniche necessarie per la realizzazione dei pezzi finiti.

9.4 Coperture di botole e pozzetti

Le lamiere striate per la copertura di pozzetti, botole, specchiature attraversate da tubazioni, ecc. avranno spessore minimo di 6 mm, sotto stria. Ove la luce degli appoggi lo richieda, la lamiera sarà opportunamente rinforzata con intelaiatura di angolari e piatti in modo da resistere al carico di 500 kg/m².

Gli appoggi delle lamiere saranno realizzati con telai composti da profilati a Z opportunamente zancati ai bordi delle aperture.

Le lamiere ed i telai saranno sottoposti a trattamento di protezione mediante zincatura a caldo secondo la norma UNI EN 1461 solo al termine delle lavorazioni meccaniche necessarie per la realizzazione dei pezzi finiti.

9.5 Parapetti metallici

I parapetti, interamente in acciaio, sono costituiti da barriere a telai prefabbricati con montanti saldati ad una piastra da fissare alle strutture civili mediante tirafondi costituiti da profilati tipo IPE 100 h=1000 mm, a testa arrotondata e posti ad interasse di 2 metri, telaio con profili orizzontali ad U da 50x30x4 con interposti piatti verticali saldati da 40x5 mm (luce netta tra gli stessi piatti non superiore a 100 (cento) millimetri, UNI 10809) e corrimano superiore in tubolare ϕ 48 mm completo di spinotti.

Ogni parapetto sarà dato in opera completo delle necessarie zanche e piatti per il fissaggio al calcestruzzo o alle opere metalliche, in modo che non abbiano a verificarsi vibrazioni di sorta e saranno conformi alle norme vigenti; il campione dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori. Il materiale di fornitura è in acciaio S235JR(Fe360) conforme alle norme UNI EN 10025 con trattamento protettivo mediante verniciatura [sabbatura SA 2,5; applicazione di fondo con stesa di una mano di zincante inorganico (spess. 70 micron); applicazione di due mani (spess. 125 micron per ogni mano) di vernice epossipoliammidica], la bulloneria alle norme UNI 3740.

Il parapetto dovrà essere verniciato con tonalità di colore tale da renderlo cromaticamente integrato nel contesto della zona di installazione (colore verde, RAL 6002)

Il parapetto sarà fornito completo di pezzi speciali quali gruppi terminali e sagome particolari.

9.6 Gradini di accesso ai manufatti

All'interno dei pozzetti di ispezione il progetto prevede una scala d'accesso costituita da gradini in acciaio rivestito in polipropilene.

Il gradino è costituito da una barra d'acciaio ϕ 12 mm rivestita in polipropilene (in conformità alle specifiche UNI EN 13101), con fermapiEDE laterale. La larghezza minima del gradino dovrà essere pari a 32 cm, mentre la distanza utile rispetto al filo delle murature dovrà essere non inferiore a 16 cm.

Se i fori di posizionamento sono eseguiti con precisione con diam 25 mm, i gradini non necessitano di collante; in caso contrario il foro dovrà essere riempito con idonea malta.

Tutte le scale "saranno dotate di gabbia di protezione se previsto dalla vigente normativa in materia di prevenzione degli infortuni nei cantieri e sui luoghi di lavoro.

9.7 Valvole di non ritorno a clapet

Si utilizzeranno valvole di non ritorno a clapet, per fissaggio a parete, destinate ad impedire il rigurgito da valle delle acque.

La valvola di ritegno a clapet antiriflusso è costruita in acciaio inox AISI 304 a sezione quadrata 1.0x1.0 m in esecuzione compatta con tenuta su tutta la circonferenza ; giunti di tenuta tra battente e telaio in EPDM.

Le valvole di ritegno clapet dovranno avere carico idraulico max 4 m

Le valvole di non ritorno devono essere fornite complete di tasselli in acciaio inox AISI 304 per il fissaggio a parete compresi, se necessari, bulloni a testa svasata.

9.8 Paratoia in acciaio

9.8.1 Descrizione del manufatto

Il progetto prevede una paratoia piana a scorrimento verticale, con comando manuale mediante riduttore di sforzo e volantino rimovibile, con tenuta su 4 lati nel senso del flusso, azionamento con vite non saliente.

Nella tabella seguente si riportano le caratteristiche fondamentali della paratoia:

Q.tà paratoie	n.	8
Luce netta	m	1.0
Altezza lente	m	1.0
Max carico idraulico	m	4
n. tenute su ciascuna lente	n.	4

Il telaio del manufatto sarà costituito da una soglia inferiore e doppi gargami di acciaio inox AISI304. La parte superiore dei gargami sarà munita di traverse di acciaio S275JR, protette mediante verniciatura secondo quanto riportato sulle tavole di progetto, opportunamente dimensionati e calcolati per sopportare il peso della lente e lo sforzo dei meccanismi per la manovra della stessa.

Le parti in acciaio inox verranno accuratamente trattate dopo i vari procedimenti di saldatura, necessari per la loro costruzione, attraverso un procedimento chimico di decapaggio e passivazione.

La costruzione avverrà mediante bullonatura in opera; **nessuna saldatura o foratura è ammessa in opera a valle del ciclo di applicazione della protezione superficiale.**

Saranno utilizzati lenti o diaframmi a forte struttura portante realizzati con lamiera (sp. Min.=8mm) e profili di rinforzo opportunamente dimensionati e calcolati per resistere alla massima spinta di esercizio. Il materiale da utilizzarsi sarà l'acciaio S275JR con trattamento protettivo mediante verniciatura [sabbiatura SA 2,5; applicazione di fondo con stesa di una mano di zincante inorganico (spess. 70 micron); applicazione di due mani (spess. 125 micron per ogni mano) di vernice epossipoliammidica].

Le lenti saranno munite di pattini di scorrimento in PTFE e le guarnizioni di tenuta verranno realizzate con profilo a “*nota musicale*” in gomma neoprenica antinvecchiante (25% gomma naturale e 75% neoprene) di adeguata durezza (60 ± 70 Shore). Le guarnizioni, facilmente registrabili e sostituibili, saranno riportate sullo scudo tramite liste di ripartizione e viti in acciaio inox AISI304.

Asta filettata di manovra, prolunga e perno di collegamento in acciaio inox 304, chiocciola in bronzo.

Le parti in acciaio inox verranno accuratamente trattate dopo i vari procedimenti di saldatura, necessari per la loro costruzione, attraverso un procedimento chimico di decapaggio e passivazione.

Nessuna saldatura o foratura è ammessa in opera a valle del ciclo di applicazione della protezione superficiale.

Sono da sottoporre a verniciatura tutte le superfici esterne ed interne delle paratoie, inclusi gli allestimenti di carpenteria metallica. Non sono invece da verniciare le superfici delle parti in movimento, salvo ove espressamente indicato.

Il fornitore dovrà fornire tutta la certificazione attestante la qualità dei prodotti forniti e la loro corretta applicazione.

Per quanto attiene alla verniciatura, la garanzia alla corrosione è richiesta pari a 5 anni dal momento del montaggio, con grado di arrugginimento pari a zero.

La fornitura dovrà essere completa di documentazione di progetto e di manuale d'uso e manutenzione

9.8.2 Trasporto e montaggio

Durante il carico, il trasporto e lo scarico a piè d' opera dei componenti assemblati o no della fornitura, dovrà essere portata la massima cura per evitare che le membrature vengano deformate e sovraccaricate.

Le parti costituenti le strutture delle paratoie potranno essere, a richiesta della D.L., precedute prima della spedizione da un montaggio preventivo in officina con la massima estensione possibile e prima delle operazioni di trattamento superficiale.

Le parti a contatto con funi ed altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette mediante elementi di legno o idonei materiali plastici.

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione di progetto.

La posizione esatta delle membrature sarà controllata ripetutamente in corso di montaggio e la stabilità delle strutture sarà assicurata durante tutte le operazioni di maneggio ed erezione.

La scelta della procedura di montaggio sarà oggetto d' accurata analisi da parte del fornitore. Per la posa in opera delle carpenterie che andranno inghisate nella fase di primo getto, provvederà l'impresa esecutrice delle opere civili sotto il controllo e la piena responsabilità della ditta costruttrice delle carpenterie.

L'impresa dovrà evitare, mediante gli opportuni accorgimenti da attuare in fase di armo, getto, disarmo, che il posizionamento delle strutture (guide e gargamature) che sono state posate subiscano spostamenti o deformazioni.

L'impresa si adopererà, inoltre, che nella fase di secondo getto le strutture in carpenteria non subiscano spostamenti delle sedi impostate.

Non sono ammessi in alcun modo spostamenti o deformazioni di alcun genere delle gargamature, tenendo conto che tali spostamenti possono risultare non compatibili con la piena funzionalità della paratoia. Se necessario, le gargamature deformate o spostate (anche se già inghisate dal getto di seconda fase) dovranno essere rimosse e trasportate a scarica a cura e spesa dell'Impresa Appaltatrice che dovrà pure fornire le nuove gargamature necessarie.

9.8.3 Collaudo

A montaggio ultimato si procederà ad un collaudo idraulico di tenuta della paratoia e ad un collaudo statico della stessa al fine di verificare quanto segue:

- deformazione elastica della paratoia sotto il carico idrostatico di progetto. La deformazione verrà confrontata con quella teorica prevista sotto il carico suddetto. La deformazione non dovrà essere superiore del 10% della teorica prevista;
- controllo delle tenute delle guarnizioni di fondo, laterali e superiore. Le perdite ammesse non dovranno superare in linea di massima i 10 l/sec. complessivi.

A carico idraulico equilibrato, la paratoia sarà sottoposta a manovre di sollevamento e abbassamento per l'intera corsa. Saranno controllati in questa fase:

- tempi di salita e discesa;
- deformazioni della traversa di sostegno della paratoia;

Si riterrà positivo il collaudo se in seguito a cinque manovre consecutive non si evidenzieranno inconvenienti di sorta.

10. STRUMENTI DI MISURA

Il progetto prevede un sistema di controllo e mantenimento in sicurezza dell'opera composto da:

- 3 misuratori di livello, alimentati da cella fotovoltaica;
- 4 piezometri per il monitoraggio della falda.

10.1 Misuratori di livello

10.1.1 Misuratore di livello a ultrasuoni

Il misuratore di livello a ultrasuoni dovrà essere del tipo perfettamente conforme alle normative. Poiché la velocità del suono nei gas dipende dalla temperatura, il sensore dovrà misurare anche la temperatura dell'aria mediante un sensore incorporato. Il sensore deve essere inoltre dotato di un real time clock, e di una memoria di registrazione permanente. Il software del sensore deve essere riprogrammabile, anche remotamente, senza nessuna sostituzione di componenti. Le caratteristiche tecnico funzionali minime richieste sono:

- cpu 16 bit / 16 Mhz;
- memoria Ram 128 KB;
- memoria Flash-Eprom di programma 384 KB;
- memoria Flash-Eprom dati 128 KB;
- memoria Eeprom di configurazione 4 KB;
- real Time Clock Precisione 5 ppm/anno, risoluzione 0.1 sec.;
- termometro di compensazione PT100 * -40 / +60 °C;
- range di misura 0 – 15 m;
- offset sulla misura per consentire di avere la misura assoluta in m s.l.m. -400 / +8000 m;
- precisione 1 cm da 0 a 10mt, 0,2 % della misura su tutta la scala;
- risoluzione 1 cm;
- interfaccia RS485 con alimentazione;
- contenitore elettronica in policarbonato;
- schermo esterno in alluminio verniciato;
- campo di temperatura operativo -40 / +60 °C.

10.1.2 Integrazione nella rete esistente

Le stazioni dovranno essere inserite nella rete esistente di acquisizione e trasmissione di AIPO Milano e pertanto dovranno trasmettere ogni 10 minuti i dati acquisiti alla centrale di AIPO Milano con un sistema primario via UMTS/GPRS e secondario via radio in banda UHF. Come previsto per le stazioni che già compongono la rete, la centrale di AIPO Parma dovrà inoltre poter

svolgere il ruolo di back-up in caso di problemi alla centrale di Milano, potendo pertanto collegarsi con le medesime modalità (GPRS/UMTS e radio) alle nuove stazioni. I dati acquisiti dalla centrale dovranno poi essere distribuiti a tutti i centri secondari di AIPO.

A.3 TERMINALE RADIO DMR

Le stazioni dovranno essere integrate nella rete radio esistente ad oggi in uso da parte di AIPO Milano. I terminali radio operano in banda UHF con canalizzazione di 12,5 kHz e dovranno essere dotati di dichiarazione di conformità rilasciata dal Ministero delle Comunicazioni ai sensi del Dlgs n. 26 del 9 maggio 2001 e s.m.i.

Devono consentire il trasferimento dati dalla stazione via radio basato su protocollo TCP/IP e garantire il trasferimento dei dati acquisiti dalle singole stazioni almeno ogni 10 minuti.

I terminali dovranno essere corredati di punti di misura e di circuiti di allarme tali da consentire una verifica accurata del loro funzionamento. I dati e gli allarmi fondamentali dovranno essere convogliati su un flusso di servizio a bassa velocità per l'inserimento dell'apparecchiatura in esame all'interno di un sistema di teleassistenza centralizzato. Il citato flusso dovrà inoltre essere in grado di supportare le informazioni per la programmazione del terminale da un centro remoto, tramite comandi inviati sugli stessi canali UHF utilizzati per la normale operatività. Tale funzione dovrà essere realizzata anche da locale, con apposito programmatore.

10.1.3 Stazione base

La stazione base dovrà consentire la registrazione dei dati acquisiti dai sensori piezometrici installati a campo e la loro trasmissione, tramite tecnologia UMTS/GPRS, al centro di controllo AIPO dove saranno integrati all'interno dei database dell'Agenzia utilizzando le strutture hardware e software già presenti.

La stazione dovrà essere costituita dai seguenti elementi:

- unità di acquisizione e registrazione locale dei dati dai sensori collegati (via cavo);
- sistema di alimentazione a celle solari o da rete elettrica;
- eventuale modulo di acquisizione wireless dei dati a campo operante in frequenza libera;
- modulo di comunicazione UMTS/GPRS;
- struttura di supporto e contenitore

La stazione dovrà svolgere il ruolo principale di raccolta, aggregazione e generazione dell'archivio locale dei dati da tutti i sensori collegati, siano essi connessi in modalità wireless che via cavo. Ad ogni scadenza di acquisizione la stazione dovrà poi provvedere alla trasmissione e trasferimento dei dati raccolti ed archiviati verso la centrale attraverso il modulo di comunicazione UMTS/GPRS.

10.1.4 Unità di acquisizione

L'unità di acquisizione e gestione è il terminale di rilevamento delle misure dai sensori della rete piezometrica collegati con sistemi wireless e/o via cavo, in grado di provvedere alla loro memorizzazione locale.

L'unità, in funzionamento continuo (h24), dovrà consentire di acquisire i segnali dai sensori collegati ai propri ingressi analogici/digitali e dai sensori collegati in modalità wireless, effettuare su questi le opportune elaborazioni, memorizzarli in un proprio buffer interno e rispondere attraverso i sistemi di comunicazione GPRS/UMTS, alle richieste del centro di controllo, inviando sia i dati in tempo reale che quelli storici.

L'unità dovrà consentire, attraverso una regolazione parametrica, di transcodificare, verificare e modificare la metodologia e l'intervallo di lettura dei dati rilevati dai sensori e le modalità di registrazione degli stessi.

In qualsiasi istante, anche durante l'acquisizione di un dato, la stazione dovrà rendersi disponibile per essere interrogata dal centro di controllo, tramite chiamate estemporanee realizzate per mezzo del collegamento seriale e/o del sistema GPRS/UMTS di cui la stazione sarà dotata.

La struttura dell'unità dovrà essere di tipo modulare, dovendo consentire la massima flessibilità di espansione futura rispetto alla configurazione iniziale prevista, garantendo al contempo una elevata capacità di calcolo ed elaborazione, scalabile di pari passo con l'espansione dell'unità stessa.

L'unità di acquisizione e gestione dei dati deve essere ad architettura basata su microprocessore multitasking e componentistica moderna a basso consumo di corrente. Essa deve possedere i seguenti requisiti tecnici e funzionali minimi:

- struttura modulare al fine di consentire l'ampliamento della stazione in qualunque momento successivo alla prima installazione senza necessità di sostituire componenti, ma semplicemente aggiungendo i nuovi moduli necessari all'espansione basata su moduli dotati di proprio microprocessore e propria capacità di elaborazione, sistemati in contenitori standard fissabili su guida DIN;
- sistema operativo open source (es. Linux, Android, etc..) fornito con adeguata licenza d'uso gratuita che ne permetta modifiche utilizzando ambienti di sviluppo gratuiti disponibili sul mercato, documentati e distribuiti a livello internazionale (es. Java, C++, ecc.) e che ne consenta inoltre l'aggiornamento senza costi aggiuntivi mediante rilasci gratuiti disponibili sul mercato;
- disponibilità di processore interno con adeguante memoria RAM, in grado garantire elevate prestazioni di calcolo;
- convertitore AD da 24 bit o migliore in grado di consentire l'esecuzione dei calcoli in modalità floating point alla massima precisione possibile, usando conversioni anche di tipo cubico;
- permettere l'esecuzione di uno o più programmi contemporaneamente, anche creati da terze parti, e consentire ai programmi in esecuzione, l'accesso alle risorse hardware e software

disponibili sul datalogger come ad esempio le seriali (RS232, RS485, ecc.), la memoria SD ed i protocolli di comunicazione standard (es. TCP/IP, FTP, HTTP, ecc.);

- memoria di archiviazione non volatile a bordo deve essere di tipo removibile in formato SD o USB e deve consentire la memorizzazione di tutti i dati provenienti dalla sensoristica per almeno 12 mesi naturali e consecutivi, con frequenza di acquisizione almeno oraria;
- interfaccia utente locale per la gestione e la configurazione della stazione in loco;
- porte in ingresso ed uscita di tipo standard (RS232, RS485, USB, Ethernet, ecc.);
- disponibilità di software per l'attuazione di allertamenti locali, configurabili sulla base dei dati rilevati direttamente dalla stazione e/o acquisiti da altre stazioni e/o centrali di controllo;
- predisposizione all'accesso diretto via WEB ai dati della stazione.

Configurazione dell'unità

La stazione dovrà essere configurabile con le seguenti modalità:

- sul posto sia tramite interfaccia utente integrata nell'unità che tramite personal computer portatile o tablet;
- dal centro di controllo tramite il server di gestione della rete, in collegamento remoto.

Ogni procedura di configurazione dovrà essere protetta da adeguati livelli di password sia a livello di stazione che di centro di controllo remoto.

Mediante un menu in chiaro dall'unità di acquisizione devono essere possibili le seguenti operazioni, comunque realizzabili in maniera remota attraverso l'ausilio della connettività di cui la stazione è dotata:

- verifica, controllo e cambiamento dei parametri di acquisizione e registrazione dati;
- lettura dei dati registrati su modulo SD;
- visualizzazione istantanea della misura effettuata da ciascun sensore.

I dati devono poter essere acquisiti secondo almeno le seguenti due modalità:

- acquisizione del dato in modo puntuale (alla scadenza di un prefissato tempo di scansione);
- acquisizione di dati mediati, utilizzando il valore derivato dalla media aritmetica delle letture ad intervalli prefissati in un tempo di scansione predefinito.

L'unità di acquisizione deve poter consentire di gestire sia tempi analoghi di scansione per tutti i sensori sia tempi differenti di scansione per ogni singolo sensore.

10.1.5 Software di gestione

Le unità dovranno essere dotate di software di gestione e configurazione delle stazioni, in particolare dovranno essere provviste di:

- software di configurazione, in grado di configurare almeno: tempi di campionamento dei sensori, tempi di registrazione dei sensori, numero e identificativi sensori installati, codici delle elaborazioni da effettuare, coefficienti di rescaling delle misure e coefficiente di offset, parametri di elaborazione delle misure;

- sistema di autodiagnostica in real-time, in grado rilevare le anomalie di funzionamento a livello fisico, funzionale ed ambientale, relativamente ai sensori, al sistema di registrazione, di alimentazione, di trasmissione, ecc.;
- software di gestione in grado di consentire la configurazione guidata e/o automatica dei sensori collegati via cavo all'unità con modalità Plug & Play o tramite preconfigurazione selettiva da menu;
- software di elaborazione, gestione e prima validazione del dato, in grado di associare un indice di qualità strumentale a ciascun elemento di misura registrato, e di svolgere tutte le funzioni necessarie alla restituzione del dato in centrale;
- software di gestione di una o più apparecchiature di trasmissione (ad es., gruppo radio UHF terrestre, modem GPRS/UMTS, satellitare, ecc...) anche contemporanee.

10.1.6 Software di allertamento

La stazione base dovrà essere dotata di software di allertamento specializzato, in grado di gestire l'attuazione di determinate azioni e notifiche al verificarsi di preconfigurate condizioni di allarme. In particolare il software dovrà possedere almeno le seguenti caratteristiche.

- condizioni di allarme:
- definizione delle condizioni di allarme tramite impostazione di soglie sui valori e sui trend dei singoli elementi di misura, con possibilità di gestire intervalli di isteresi differenziati per le transizioni in salita e in discesa, la persistenza in secondi della condizione affinché si attivi l'allerta e la percentuale minima di campioni della misura necessaria affinché l'allerta si attivi;
- possibilità di definire condizioni multiple di allerta basate su combinazioni logiche (AND, OR, NOT, ...) di condizione di allarme semplici basate sui singoli elementi di misura;
- possibilità di definire le condizioni di allerta sia sulle misure registrate dal datalogger che sui singoli campionamento grezzi relativi alle misure;
- possibilità di attuazione delle allerte sia in modalità sincrona, ovvero alle scadenze programmate di acquisizione dati, sia in modalità asincrona rispetto alle sopracitate scadenze;
- attuazione delle allerta:
- possibilità da parte della stazione di cambiare automaticamente la propria configurazione di funzionamento a seguito del verificarsi di una o più condizioni di allerta, consentendo ad esempio l'incremento della frequenza di campionamento e di registrazione di tutti parametri rilevati o di parte di essi;
- inoltro automatico di messaggi tramite i sistemi di comunicazione di cui la stazione è dotata (es. esecuzione ed inoltro di una foto, inoltro di SMS/MMS, inoltro messaggio FTP, inoltro messaggio radio UHF, attivazione dispositivi remoti di allerta in modalità wireless, ecc...)
- attivazione automatica di digital-output della stazione e di eventuali sistemi di allerta collegati via cavo;

-
- possibilità di notifica di allarme su più canali, in modalità ridondata, con gestione dei messaggi di acknowledge;
 - possibilità registrazione locale di tutti gli allarmi scatenati, dello stato e delle misure precedenti e successive a ciascun evento di allarme, con periodo configurabile;
 - tempi di reazione ad un evento di allerta inferiore al secondo.

11. PAVIMENTAZIONI STRADALI E PISTE DI SERVIZIO

11.1 Sottofondazione stradale

La fondazione stradale dovrà essere posta su piani di posa che assicurino la protezione della sovrastruttura stessa da infiltrazioni e da contaminazioni di materiali fini, quali limi ed argille e che interrompa le risalite capillari, specie in zone soggette a gelo.

Pertanto, la sottofondazione sarà costituita da materiale proveniente dagli scavi o da cava di prestito ed appartenente esclusivamente ai gruppi A₁ e A₃ e ai sottogruppi A₂₋₄ e A₂₋₅ della classificazione CNR UNI 10006 (AASHTO M 145-49).

11.2 Strato di materiali filtranti (eventuale)

Sotto la fondazione e su richiesta scritta della D.L., si potrà provvedere all'eventuale stesa di uno strato di sabbia filtrante a granulometria uniforme, avente il passante totale in peso così stabilito:

Crivelli e setacci UNI	mm	Miscela passante totale in peso
Crivello	5	100 %
Setaccio	2	75 ÷ 100 %
Setaccio	0,4	20 ÷ 45 %
Setaccio	0,075	0 ÷ 5 %

L'onere per la posa di tale materasso nonché la profilatura, l'assetto e la rullatura del piano di posa secondo le pendenze della pavimentazione viene compreso nel prezzo dello strato filtro relativo.

Nel caso in cui la D.L. ritenga invece di appoggiare la fondazione stradale su filtri artificiali, questi potranno essere acquistati direttamente dall'Amministrazione e l'impresa potrà essere chiamata a pagarli su anticipazione anche oltre il 5 % dell'importo di contratto.

Il trasporto e la posa in opera di tali filtri artificiali verrà eseguito dall'impresa stessa restando esplicitamente l'onere relativo compreso tra quelli generali del contratto ed entro quelli particolari del prezzo della fondazione stradale.

La posa del materiale artificiale costituito da rotoli di qualunque dimensione verrà effettuata in conformità alle disposizioni della D.L.. Nel caso in cui la Direzione Lavori ritenga opportuno riutilizzare per l'esecuzione delle fondazioni stradali il materiale di demolizione della pavimentazione già esistente, tale materiale demolito e triturato verrà ridisteso o direttamente sul fondo dello scavo o sullo strato-filtro precedentemente creato e ciò a mezzo di macchine livellatrici che consentano la profilatura del materiale stesso.

Il materiale verrà quindi rullato a fondo con rulli lisci o gommati di peso non inferiore a 8 t, fino a completa compattazione ed assicurando eventualmente a mezzo scarifiche la profilatura della superficie dello strato di fondazione così realizzato.

11.3 Fondazione stradale in misto granulare stabilizzato

È una miscela di materiali granulari (misto granulare) stabilizzati per granulometria con legante naturale, il quale è costituito da terra passante al setaccio 0,4 UNI; lo spessore da assegnare alla fondazione è fissato dalla Direzione Lavori.

Le caratteristiche del materiale da impiegare sono le seguenti:

- sarà privo di elementi aventi dimensioni superiori a 71 mm oppure a forma appiattita, allungata o lenticolare;
- curva granulometrica compresa nel seguente fuso, avente andamento continuo ed uniforme, concorde a quello delle curve limiti:

Crivelli e setacci UNI	mm	Miscela (passante totale in peso)
crivello	71	100
crivello	40	75 ÷ 100
crivello	25	60 ÷ 87
crivello	10	35 ÷ 67
crivello	5	25 ÷ 55
setaccio	2	15 ÷ 40
setaccio	0,4	7 ÷ 22
setaccio	0,075	2 ÷ 10

- rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore od uguale a 2/3;
- percentuale di usura, determinata con la prova di Los Angeles, non superiore al 50 % (prova CNR B.U. 34-1973);
- coefficiente di frantumazione dell'aggregato (secondo CNR fascicolo IV/1953) non superiore a 200;
- equivalente in sabbia (prova AASHO T 176/56, eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento) misurato sulla frazione passante al crivello 5, compreso fra 25 e 65. Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia (65) potrà essere variato dalla Direzione Lavori in funzione della provenienza e delle caratteristiche del materiale.

Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25 e 35, la Direzione Lavori potrà richiedere la verifica dell'indice di plasticità; se i materiali sono da impiegare in corrispondenza di una trincea, essi dovranno risultare non plastici; se sono da impiegare su rilevati, essi dovranno avere un IP inferiore a 3 con limite di liquidità non superiore al 25 %;

- indice di portanza CBR (norma ASTM D 1883-61 T oppure CNR-UNI 10009), dopo 4 giorni di imbibizione in acqua (eseguita sulla frazione passante al setaccio da 3/4) non minore di 50. È inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di umidità di costipamento non inferiore al 4 %.

Per quanto attiene le modalità esecutive, l'impresa dovrà attenersi a quanto segue.

La superficie di posa della fondazione dovrà avere le quote, la sagoma e la compattazione prescritta ed essere ripulita da materiali estranei; il materiale, già miscelato o no, secondo il procedimento di lavorazione, sarà steso in uno o più strati di spessore uniforme finito compreso tra 10 e 30 cm, il cui numero sarà fissato dalla Direzione Lavori in relazione al tipo di attrezzatura miscelante e costipante impiegata.

L'aggiunta di acqua è da effettuarsi a mezzo di dispositivi spruzzatori, sino a raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità.

La Direzione Lavori ha la facoltà di sospendere le operazioni, quando a suo esclusivo giudizio, le condizioni ambientali (pioggia, neve, ecc.) possono in qualche modo danneggiare la buona riuscita del lavoro.

Qualora per eccesso di umidità, danni dovuti al gelo o per qualsiasi altro motivo il materiale messo in opera non risultasse conforme alle prescrizioni, lo strato o gli strati compromessi dovranno essere rimossi, corretti od eventualmente sostituiti a totale cura e spese dell'Appaltatore.

Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria; il costipamento sarà effettuato con l'attrezzatura più idonea al tipo di materiale impiegato, che dovrà comunque essere preventivamente approvata dalla Direzione Lavori.

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95 % della densità massima fornita dalla prova AASHO modificata. Il valore del modulo di deformazione M_d (da eseguire in sito), non dovrà essere inferiore a 700 kg/cm^2 nell'intervallo compreso fra 2,5 e $3,5 \text{ kg/cm}^2$.

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.

11.4 Pavimentazione carrabile in graniglia calcarea

Lo strato di pavimentazione carrabile avrà uno spessore di 10 cm, salvo ove diversamente specificato dalla D.L., posato secondo una delle seguenti modalità esecutive:

- posa in 3 strati: il primo di 4 cm pezzatura 6/12 mm adeguatamente bagnato e costipato con almeno 2 rullature, il secondo strato di 4 cm pezzatura 3/6 mm adeguatamente bagnato e costipato con almeno 4 rullature, lo strato finale di 2 cm pezzatura 1/3 mm realizzato come i precedenti con almeno 8 rullature;
- posa in 2 strati: lo strato inferiore di 8 cm con le tre pezzature (6/12 mm, 3/6 mm e 1/3 mm) adeguatamente miscelate, bagnato e costipato con almeno 6 rullature, lo strato finale di 2 cm pezzatura 1/3 mm realizzato come i precedenti con almeno 8 rullature.

La quantità di calcare presente dovrà essere superiore all' 85%.

11.5 Prove di accettazione e controllo

Prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa dovrà presentare all'Ufficio di Direzione Lavori certificati di laboratorio effettuate su campioni di materiale che dimostrino la rispondenza alle caratteristiche sopra descritte. Contemporaneamente l'Impresa dovrà indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.

I requisiti di accettazione verranno poi accertati con controlli dall'Ufficio di Direzione Lavori in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo effettuato il costipamento.

12. GEOSINTETICI

12.1 Geotessili in tessuto non tessuto

12.1.1 Generalità

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.

I geotessili andranno posati dove espressamente indicato dai disegni di progetto o dalla Direzione Lavori.

12.1.2 Caratteristiche dei materiali

Il geotessile sarà composto da fibre sintetiche in poliestere o in polipropilene, in filamenti continui, coesionate mediante sbugliatura meccanica senza impiego di collanti o trattamenti termici, o aggiunta di componenti chimici.

I teli saranno forniti in rotoli di altezza non inferiore a 5.30 metri. In relazione alle esigenze esecutive ed alle caratteristiche del lavoro, verranno posti in opera geotessili di peso non inferiore a 2.0 N/m^2 (200 g/m^2). In funzione del peso unitario, i geotessili dovranno presentare le seguenti caratteristiche:

spessore a secco	$\geq 15 \text{ mm}$
resistenza a trazione	$\geq 12 \text{ kN/m}$
allungamento al carico massimo	$\geq 80 \%$

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.

12.1.3 Modalità esecutive

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.

12.1.4 Prove di accettazione e controllo

L'Impresa, prima dell'inizio dei lavori, dovrà presentare alla D.L. 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.

12.2 Geostuoia antierosione**12.2.1 Generalità**

Geostuoia antierosione tridimensionale ad elevato indice di vuoti ottenuta per estrusione di monofilamenti sintetici aggrovigliati e saldati nei punti di contatto

PROPRIETA' DELLA MATERIA PRIMA

Tipologia di prodotto

Materia prima (+ st. UV)

Indice di vuoti

%

Geostuoia

PP

>95

CARATTERISTICHE FISICHE / MECCANICHE

Spessore a 2 kPa

EN 9863-1

mm

20

Resistenza a trazione a carico max MD

EN ISO 10319

kN/m

>1,8

Resistenza a trazione a carico max CMD

EN ISO 10319

kN/m

>0,5

Allungamento a carico max MD

EN ISO 10319

%

>50

Allungamento a carico max CMD

EN ISO 10319

%

>50

12.2.2 Modalità esecutive

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 10 cm, ancorata con picchetti metallici (2 elementi/mq).

12.2.3 Prove di accettazione e controllo

L'Impresa, prima dell'inizio dei lavori, dovrà presentare alla D.L. 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.

13. PASSERELLA CON STRUTTURA PORTANTE IN LEGNO LAMELLARE

13.1 Generalità

Passerella pedonale di seconda categoria categoria, in accordo con le vigenti NTC08, di larghezza pari a 3.50 m e lunghezza della luce pari a 12 m

La passerella, oggetto di specifica fornitura, si compone di:

- n. 2 travi principali di riva di sezione 240x1600mm classe GL 24h (BS11) in legno lamellare di larice, piallate ed impregnate con qualità "a vista" secondo la norma EN 1194, giunzioni a pettine secondo la norma UNI EN 387, taglio delle teste ed eventuale sagomatura delle testate. Le travi dovranno essere prodotte da uno stabilimento in possesso delle certificazioni di idoneità alla produzione secondo la UNI EN 14080 e al controllo di produzione secondo la norma UNI EN 386;
- trasversi di sezione 220x560mm classe GL 24h (BS 11) in legno lamellare di abete, piallati ed impregnati con sagomatura delle coste ed eventuale sagoma di testata;
- sovrastante lamiera grecata tipo HI-BOND A 55mm ancorata ai trasversi mediante connettori in acciaio \varnothing 22mm l= 150mm;
- getto di soletta in calcestruzzo alleggerito tipo LECA CLS 1600 di spessore 5,5 + 14,5mm , armata con doppia rete elettrosaldata \varnothing 10/15x15cm avente superficie di estradosso lisciata mediante fratazzatrice meccanica (elicottero);
- finitura superficiale con sistema continuo poliuretanico multistrato tipo Mapefloor Parking System HE.

I calcoli strutturali delle sezioni della passerella, la verifica delle relative spalle nonché i relativi disegni costruttivi dovranno essere forniti alla Direzione dei Lavori per approvazione, prima dell'esecuzione delle opere

14. OPERE A VERDE

14.1 Idrosemine

Il progetto prevede, sulle superfici lungo tutti i tratti spondali delle aree golenali, la formazione di una superficie a prato. Per la realizzazione del cotico si utilizzeranno miscugli idonei alla situazione pedo-climatica del sito e ci si avvarrà, in virtù delle pendenze, della tecnica dell'idrosemina. Verrà quindi distribuito, tramite irroratrici, un miscuglio di sementi di specie erbacee selezionate e miscelate con fieno (o paglia) e concime. Le operazioni colturali richieste per la formazione di queste superfici prative ricalcano fedelmente quanto dichiarato a proposito delle altre aree di progetto.

L'idrosemina verrà eseguita a mezzo di idroseminatrice a pressione atta a garantire l'irrorazione a distanza e con diametro degli ugelli e tipo di pompa tali da non lesionare i semi e consentire lo spargimento omogeneo dei materiali.

L'idrosemina a spessore contiene:

- miscela di sementi idonea alle condizioni locali in quantità minima di 30 g/m²;
- collante in qualità e quantità idonea al fissaggio dei semi senza inibire la crescita e favorendo il trattamento dell'acqua nelle fasi iniziali di sviluppo;
- concime organico e/o inorganico;
- acqua in quantità idonea alle diluizioni richieste;
- altri ammendanti ed inoculi.

La composizione della miscela e la quantità per metro quadrato sono stabilite dal D.L. in fase esecutiva in funzione del contesto ambientale ovvero delle condizioni edafiche, microclimatiche e dello stadio vegetazionale di riferimento.

Tale intervento andrà effettuato preferibilmente in primavera od in autunno.

Tutte le opere a verde hanno garanzia di attecchimento e pertanto eventuali morie di piantine o talee dovranno essere oggetto di interventi di sostituzione secondo le modalità indicate dalla D.L.

Prima dell'esecuzione dei lavori l'Ufficio di Direzione Lavori controllerà la corrispondenza dei materiali a quanto prescritto in precedenza mediante prelievo di campioni. Durante l'esecuzione dei lavori controllerà altresì la correttezza dei metodi di lavoro.

L'Impresa, peraltro, deve garantire, indipendentemente dai materiali forniti e dal periodo delle lavorazioni, il completo attecchimento delle coltri erbose, che dovranno risultare prive di alcun tipo di vegetazione infestante o comunque diverso da quanto seminato. Qualora, in sede di collaudo, tali condizioni non dovesse verificarsi, l'Impresa, a sua cura e spese, è obbligata a ripetere tutte le operazioni necessarie per ottenere le prescrizioni di cui sopra.

14.2 Protezione delle piante esistenti da conservare

Nelle aree non interessate dai lavori di pulizia del terreno le piante da conservare dovranno essere protetti con i dispositivi predisposti a cura dell'impresa prima dell'inizio di altri lavori. Questi dispositivi consisteranno in recinzioni e in corsetti di protezione. Salvo diverse motivate prescrizioni ed approvate dalla direzione dei lavori, le recinzioni dovranno seguire la proiezione al suolo dei rami esterni, ed essere alte almeno 1,30 m. I corsetti dovranno essere pieni, distaccati dal tronco ed alti almeno 2,00 m.

Le piante da conservare dovranno essere indicate in specifica planimetria o dovranno essere marcate preventivamente sul posto.

Le protezioni dovranno essere mantenute in buono stato durante tutta la durata dei lavori, come indicato nella seguente tabella.

14.2.1 Salvaguardia della vegetazione esistente

L'impresa appaltatrice è tenuta alla salvaguardia (protezione apparato radicale, fusto, chioma, ecc.) della vegetazione esistente, non interessata da lavori in appalto, da eventuali danneggiamenti (urti da parte dei mezzi meccanici e/o attrezzi pesanti, ecc.), anche se le piante non sono state indicate nei disegni progettuali o opportunamente contrassegnate prima dell'esecuzione dei lavori.

La direzione dei lavori potrà fornire all'appaltatore ulteriori comunicazioni in merito alle piante da salvaguardare.

Nel caso di danneggiamento di piante, l'appaltatore è tenuto a darne immediata comunicazione alla direzione dei lavori perché siano adottati i provvedimenti adeguati.