

REGIONE LIGURIA
COMUNE DI AMEGLIA



PROVINCIA della SPEZIA
Servizio Difesa del Suolo

**COMPLETAMENTO ARGINATURA IN
SPONDA DESTRA DEL FIUME MAGRA A
MONTE DEL PONTE DELLA COLOMBIERA IN
COMUNE
DI AMEGLIA LOTTO 1 (2° STRALCIO)**

PROGETTO ESECUTIVO

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

rev:	allegato:	tavola:	scala:	data:
00		23		Maggio 2014
01				Febbraio 2018

I Progettisti:

Dott. Arch. Giorgio GUIDOTTI

Dott. Ing. Fabrizio FOLTRAN
Via San Giacomo della Vittoria n. 64
15121 - Alessandria



Il Responsabile Unico del Procedimento:

Dott. Ing. Angelo FERRARINI



SCHEMA DI CONTRATTO

Capo 1. NATURA E OGGETTO DELL'APPALTO

Art. 1. OGGETTO DELL'APPALTO e CRITERIO DI AGGIUDICAZIONE

1. L'appalto ha per oggetto l'intervento di cui al computo metrico allegato al progetto, allo scopo di realizzare le **opere di difesa idraulica in sponda destra del fiume Magra in Comune di Ameglia – Lotto 1 – 2° Stralcio**, con le caratteristiche tecniche, qualitative e quantitative previste dal progetto esecutivo e relativi allegati, dei quali l'appaltatore dichiara di aver preso completa ed esatta conoscenza.
2. L'esecuzione dei lavori è sempre e comunque effettuata secondo le regole dell'arte e l'appaltatore deve conformarsi alla massima diligenza nell'adempimento dei propri obblighi.
3. L'aggiudicazione dell'appalto di cui al presente schema di contratto e al C.S.A. sarà effettuata, ai sensi dell'art. 95, comma 4, lett. a) del D.Lgs. 50/2016, con il criterio del prezzo più basso, inferiore a quello posto a base di gara, mediante offerta a prezzi unitari.
4. Debbono intendersi incluse nell'appalto tutte le opere e le somministrazioni occorrenti per rendere le opere funzionali, funzionanti e pronte all'uso.

Art. 2. AMMONTARE DELL'APPALTO

1. L'importo complessivo dei lavori compresi nell'appalto, contabilizzati a corpo, ammonta a Euro **830.576,92=** (Euro ottocentotrentamilaquattrocentosettantasei/92), che comprendono Euro **804.253,21=** (Euro ottocentoquattromiladuecentocinquantequattro/21) per lavori soggetti a ribasso d'asta ed Euro **26.323,71=** (Euro ventiseimilatrecentoventitre/71) per costi della sicurezza non soggetti a ribasso d'asta, oltre IVA al 10%, come risulta dal prospetto riportato nel C.S.A. all'art. 1.
2. Il presente contratto è soggetto all'imposta sul valore aggiunto (I.V.A.), in misura ridotta al 10%, in quanto le opere per la messa in sicurezza idraulica costituiscono urbanizzazione primaria ai sensi della L.R. n. 41 del 29.12.2014 che all'art 3, comma 1, definisce "*urbanizzazione primaria l'insieme delle opere e delle infrastrutture che rendono accessibile e fruibile un lotto di terreno nonché le opere per la messa in sicurezza idraulica ed idrogeologica delle aree urbanizzate*".
3. Tutti gli importi citati nel presente atto e nel C.S.A. si intendono I.V.A. esclusa.

Art. 3. CONDIZIONI DI AMMISSIBILITA' ALLA GARA

1. Gli operatori economici vengono a conoscenza del codice identificativo della gara (CIG) a cui intendono prendere parte attraverso l'avviso pubblico, la lettera di invito o qualunque richiesta formale o informale di offerta.
2. Il pagamento della contribuzione avviene con le modalità riportate nelle Istruzioni operative relative alle contribuzioni dovute, ai sensi dell'art. 1, comma 67, della legge 23 dicembre 2005, n. 266, dai soggetti pubblici e privati, in vigore dal 1° gennaio 2018 scaricabili dal sito web www.avcp.it

Art. 4. OPERE COMPRESSE NELL'APPALTO e FORME E PRINCIPALI DIMENSIONI DELLE OPERE PROGETTATE

1. Le opere comprese nell'appalto, salvo eventuali variazioni disposte dall'Amministrazione ai sensi dell'art. 106, D.Lgs. 50/2016, risultano dagli elaborati progettuali di seguito elencati:

1	Relazione tecnico illustrativa	
2	Relazione di calcolo	
3	Corografia	1:5000
4	Planimetria di rilievo	1:500
5	Tabulato coordinate planoaltimetriche di rilievo	
6	Planimetria fotografica	1:1000
7	Planimetria interferenze	1:500
8	Planimetria di progetto	1:500
9	Profilo longitudinale argine	1:500/1:100
10	Sezioni trasversali argine lato Lerici	1:200
11	Sezioni trasversali muro arginale	1:200
12	Sezioni tipo e particolari costruttivi	varie
13	Disegno d'insieme muro arginale. Carpenteria	varie
14	Disegno d'insieme muro arginale. Armatura	1:50
15	Planimetria e profilo fossi	varie
16	Planimetria particellare di esproprio	1:1000
17	Elenco ditte	
18	Computo metrico movimenti di materie e sovrastrutture	
19	Computo metrico estimativo	
20	Quadro economico	
21	Analisi prezzi	
22	Elenco prezzi	
23	Capitolato speciale d'appalto	
24	Quadro dell'incidenza percentuale delle quantità di manodopera per le diverse categorie di lavoro	
25	Piano di sicurezza e coordinamento	
26	Analisi e valutazione dei rischi	
27	Fascicolo di manutenzione delle opere	
28	Stima dei costi della sicurezza	
29	Cronoprogramma dei lavori	
30	Relazione geotecnica e sulle fondazioni	
31	Relazione accettabilità risultati dell'analisi strutturale con elaboratore finale	
32	Piano di manutenzione	
33	Aggiornamento relazione geologica con caratterizzazione sismica dei terreni	

2. L'ubicazione, la forma, il numero e le principali dimensioni delle opere oggetto dell'appalto risultano dagli elaborati tecnici del progetto, nonché dalle specifiche tecniche riportate nel C.S.A..

3. In concreto l'appalto comprende sinteticamente le seguenti opere:

- parziale demolizione del pacchetto stradale di via Armezzone per la realizzazione dell'opera e successivo ripristino del pacchetto stradale esistente;
- realizzazione di un tratto di arginatura lungo via Armezzone in Comune di Ameglia collocato tra il 1° stralcio del lotto 1 già realizzato a monte e il lotto 2 a valle, costituito per circa 113 m da un muro in c.a. gettato in opera con rivestimento del

paramento interno ed esterno in pietrame e fondazione indiretta su 2 file di pali di diametro 600 mm e per circa 16 m da un rilevato arginale in terra rinforzata;

- incamiciamento di tubazioni ACAM , SAT, ENEL mediante realizzazione di apposita canalizzazione in c.a., dotate di pozzetti di ispezione alle estremità;
- realizzazione di un fosso al piede del rilevato arginale e di una tubazione in c.a. autoportante diametro interno 500 mm, alimentata anche da 3 pozzetti caditoia in grado di raccogliere i deflussi della strada, per lo smaltimento delle acque;

relativamente al rilevato arginale in terra rinforzata:

- realizzazione, alla base del rilevato, di un setto di argilla di spessore 60 cm e profondità 250 cm da piano campagna, a garanzia dell'impermeabilità del corpo arginale;
- posa in opera lungo le scarpate di canalette prefabbricate ad embrici rovesci;
- copertura vegetale di 20 cm e successiva idrosemina delle superfici;
- realizzazione di una pista di manutenzione in testa al rilevato costituita da un pacchetto stradale di larghezza 250 cm e profondità 30 cm;

relativamente al muro in c.a.:

- realizzazione di pali di fondazione in c.a. trivellati C25/30 e classe di esposizione XC2, di diametro 60 cm e lunghezza variabile tra 8.00 e 10.00 m, disposti a quinconce passo 180 cm;
- realizzazione di muro in c.a. gettato in opera, C32/40 classe di esposizione XC4, di altezza variabile, avente larghezza in testa di 45 cm, ringrosso sia lato fiume che lato interno con cordolo in c.a. di larghezza 30 cm, paramento lato fiume verticale e paramento lato interno con inclinazione 10:1, cordolo di spessore 30 cm sia lato fiume che lato interno quale base al rivestimento in pietrame, di spessore 30 cm, fondazione di spessore 100 cm e larghezza 300 cm, con estradosso ad una profondità di circa 40 cm dal piano campagna attuale;
- realizzazione di setto di argilla di spessore 60 cm e profondità 250 cm dall'intradosso della fondazione;
- impermeabilizzazione all'interfaccia c.l.s. di fondazione del muro e setto di argilla mediante tappeto a base di bentonite sodica.

4. Le indicazioni di cui sopra, nonché gli elaborati tecnici che fanno parte del contratto debbono ritenersi come atti ad individuare la consistenza qualitativa e quantitativa delle varie specie di opere comprese nell'appalto, riservandosi l'Amministrazione la facoltà di introdurre nelle opere stesse, sia all'atto della consegna dei lavori, sia in sede di esecuzione, quelle varianti che riterrà opportune nell'interesse della buona riuscita e della economia dei lavori.

Capo 2. DISCIPLINA CONTRATTUALE

Art. 5. DOCUMENTI CHE FANNO PARTE DEL CONTRATTO - CESSIONE DEL CONTRATTO E CESSIONE DEI CREDITI

1. Fanno parte integrante e sostanziale del contratto d'appalto:
 - a) Il Capitolato Generale d'appalto approvato con decreto ministeriale 19 aprile 2000, n. 145, parte vigente;
 - b) Il presente schema di contratto e il capitolato speciale di appalto;
 - c) Gli elaborati grafici e le relazioni del progetto esecutivo;
 - d) L'elenco prezzi unitari;
 - e) Il computo metrico e il computo metrico estimativo;
 - f) Il piano di sicurezza e di coordinamento di cui all'articolo 100 del decreto legislativo n. 81 del 2008 e al punto 2 dell'allegato XV allo stesso decreto, nonché le proposte integrative al predetto piano di cui all'articolo 100, comma 5, del decreto legislativo n. 81 del 2008, qualora accolte dal coordinatore per la sicurezza;
 - g) L'eventuale piano sostitutivo del piano di sicurezza e di coordinamento;
 - h) Il piano operativo di sicurezza di cui all'articolo 89, comma 1, lettera h), del decreto legislativo n. 81 del 2008 e al punto 3.2 dell'allegato XV allo stesso decreto;
 - i) Il DVR (documento valutazione rischi);
 - j) Il Cronoprogramma;
 - k) L'offerta presentata dall'Appaltatore in sede di gara, accompagnata dalla dichiarazione con la quale i concorrenti attestano di avere direttamente, o con delega a personale dipendente, esaminato tutti gli elaborati progettuali, compreso il computo metrico estimativo, ove redatto, di essersi recati sul luogo di esecuzione dei lavori, di aver preso conoscenza delle condizioni locali, della viabilità di accesso, di aver verificato le capacità e le disponibilità, compatibili con i tempi di esecuzione previsti, delle cave eventualmente necessarie e delle discariche autorizzate, nonché di tutte le circostanze generali e particolari suscettibili di influire sulla determinazione dei prezzi, sulle condizioni contrattuali e sull'esecuzione dei lavori e di aver giudicato i lavori stessi realizzabili, gli elaborati progettuali adeguati ed i prezzi nel loro complesso remunerativi e tali da consentire il ribasso offerto. La stessa dichiarazione deve contenere altresì l'attestazione di avere effettuato una verifica della disponibilità della manodopera necessaria per l'esecuzione dei lavori nonché della disponibilità di attrezzature adeguate all'entità e alla tipologia e categoria dei lavori in appalto.
 - l) Le polizze di garanzia.
2. E' vietata la cessione del contratto sotto qualsiasi forma; ogni atto contrario è nullo di diritto.
3. E' autorizzata la cessione dei crediti, ai sensi dell'articolo 106, c. 13, D.Lgs. 50/2016 e fatto salvo quanto previsto nella C.M. 29/2009.

Art. 6. OSSERVANZA DELLE LEGGI, DEL REGOLAMENTO E DEL CAPITOLATO GENERALE.

1. Per quanto non sia in contrasto con le condizioni stabilite dal C.S.A. e dal contratto, l'esecuzione dell'appalto è soggetta, nell'ordine, all'osservanza delle seguenti statuizioni:
 - a) Legge 20 marzo 1865, n° 2248, all. F e successive modificazioni ed integrazioni, per quanto applicabile;
 - b) Codice dei contratti pubblici approvato con D.Lgs. n.50/2016 e s.m.i.;
 - c) Regolamento generale approvato con D.P.R. 05/10/10 n. 207, che in prosequo assume la denominazione di "Regolamento Generale", per quanto ancora in vigore ed applicabile;
 - d) Capitolato Generale d'appalto di lavori pubblici (D.M. 19/04/2000 n. 145), per quanto

- ancora in vigore e compatibile con il D.Lgs. 50/2016;
- e) D.M. 123/2004;
 - f) D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.;
 - g) Le norme emanate dal CNR, le norme C.E.I. e le tabelle CEI – UNEL;
 - h) le tabelle UNI per l'accettazione dei materiali ferrosi;
 - i) Legge 26 maggio 1965 n° 595, D.M. 14 gennaio 1966, D.M. 3 giugno 1968 "Caratteristiche e requisiti dei leganti idraulici";
 - j) D.M. 14 gennaio 2008 "Nuove norme tecniche per le costruzioni" e s.m.i.;
 - k) Tutte le leggi statali e regionali, relativi regolamenti, istruzioni ministeriali vigenti, inerenti e conseguenti la materia di appalto e di esecuzione di opere pubbliche, nonché tutte le norme tecniche che l'Appaltatore, con la firma del contratto, dichiara di conoscere integralmente e di impegnarsi ad osservare.
2. In presenza degli impianti di cui all'art. 1 della legge 5 marzo 1990, n° 46 una particolare attenzione dovrà essere riservata, dall'appaltatore, al pieno rispetto delle condizioni previste dalla legge medesima, in ordine alla «sicurezza degli impianti» ed ai conseguenti adempimenti, se ed in quanto dovuti.
3. Egli dovrà quindi:
- affidare l'installazione, la trasformazione e la manutenzione degli impianti previsti da tale legge a soggetti a ciò abilitati ed in possesso dei requisiti tecnico professionali previsti, accertati e riconosciuti a sensi degli artt. 2-3-4 e 5 della legge medesima;
 - pretendere il rispetto delle disposizioni di cui all'art. 6 della legge 46/90 per quanto concerne l'iter previsto per la progettazione degli impianti;
 - garantire la utilizzazione di materiali costruiti a regola d'arte e comunque il rispetto delle previsioni del sopra citato art. 6;
 - pretendere la presentazione della dichiarazione di conformità o di collaudo degli impianti così come prescritto dagli artt. 9 e 13 della legge 46/1990.

Art. 7. INTERPRETAZIONE EL CONTRATTO E DEL C.S.A.

1. In caso di discordanza tra documenti facenti parte del contratto si osserverà il seguente ordine di prevalenza:
- a) Capitolato generale d'appalto D.M. 145 del 19/04/2000, parte vigente;
 - b) Contratto d'appalto;
 - c) Lettera di invito o bando di gara;
 - d) C.S.A.;
 - e) Elaborati del progetto esecutivo posto a base d'appalto come da elenco di cui all'articolo 4.
2. L'interpretazione delle clausole contrattuali, così come delle disposizioni del C.S.A., deve essere fatta tenendo conto delle finalità del contratto e dei risultati ricercati con l'attuazione del progetto approvato.
3. In caso di norme del contratto e capitolato speciale tra loro non compatibili o apparentemente non compatibili, prevarrà quella più vantaggiosa per la Stazione Appaltante.
4. In caso di contrasto tra gli elaborati grafici prevarrà quello di scala grafica superiore.
5. In caso di discordanze rilevate nell'ambito di uno stesso elaborato, prevarrà quella più vantaggiosa per la Stazione Appaltante.

Art. 8. DISPOSIZIONI PARTICOLARI RIGUARDANTI L'APPALTO

1. La sottoscrizione del contratto e dei suoi allegati da parte dell'appaltatore equivale a dichiarazione di perfetta conoscenza e incondizionata accettazione della legge, dei regolamenti e di tutte le norme vigenti in materia di lavori pubblici, nonché alla completa accettazione di tutte le norme che regolano il presente appalto, e del progetto per quanto attiene alla sua perfetta esecuzione.
2. L'appaltatore dà atto, senza riserva alcuna, della piena conoscenza e disponibilità degli atti progettuali e della documentazione, della disponibilità dei siti, dello stato dei luoghi, delle condizioni pattuite in sede di offerta e di ogni altra circostanza che interessi i lavori, che, come da apposito verbale sottoscritto col responsabile del procedimento, consentono l'immediata esecuzione dei lavori.
3. In nessun caso si procede alla stipulazione del contratto o alla consegna dei lavori in via d'urgenza se il responsabile del procedimento e l'esecutore non abbiano concordemente dato atto, con verbale da entrambi sottoscritto, del permanere delle condizioni che consentono l'immediata esecuzione dei lavori.

Art. 9. DOMICILIO DELL'APPALTATORE

1. L'appaltatore deve eleggere domicilio ai sensi e nei modi di cui all'articolo 2 del capitolato generale d'appalto; a tale domicilio si intendono ritualmente effettuate tutte le intimazioni, le assegnazioni di termini e ogni altra notificazione o comunicazione dipendente dal contratto.
2. L'appaltatore deve altresì comunicare, ai sensi e nei modi di cui all'articolo 3 del capitolato generale d'appalto, le generalità delle persone autorizzate a riscuotere.
3. Qualora l'appaltatore non conduca direttamente i lavori, deve depositare presso la stazione appaltante, ai sensi e nei modi di cui all'articolo 4 del capitolato generale d'appalto, il mandato conferito con atto pubblico a persona idonea, sostituibile su richiesta motivata della stazione appaltante. La direzione del cantiere è assunta dal direttore tecnico dell'impresa o da altro tecnico, abilitato secondo le previsioni del capitolato speciale in rapporto alle caratteristiche delle opere da eseguire. L'assunzione della direzione di cantiere da parte del direttore tecnico avviene mediante delega conferita da tutte le imprese operanti nel cantiere, con l'indicazione specifica delle attribuzioni da esercitare dal delegato anche in rapporto a quelle degli altri soggetti operanti nel cantiere. **L'appaltatore ha l'obbligo di inviare al direttore dei lavori ed al coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione copia di apposita dichiarazione di accettazione dell'incarico conferito rilasciata dal direttore tecnico di cantiere.**
4. L'appaltatore, tramite il direttore di cantiere assicura l'organizzazione, la gestione tecnica e la conduzione del cantiere. Il direttore dei lavori ha il diritto di esigere il cambiamento del direttore di cantiere e del personale dell'appaltatore per disciplina, incapacità o grave negligenza. L'appaltatore è in tutti i casi responsabile dei danni causati dall'imperizia o dalla negligenza di detti soggetti, nonché della malafede o della frode nella somministrazione o nell'impiego dei materiali.
5. Ogni variazione del domicilio di cui al comma 1, o delle persona di cui ai commi 2, 3 o 4, deve essere tempestivamente notificata alla Stazione appaltante; ogni variazione delle persone di cui al comma 3 deve essere accompagnata dal deposito presso la stazione appaltante del nuovo atto di mandato.

Capo 3. DURATA DEL CONTRATTO E TERMINI PER L'ESECUZIONE

Art. 10. CONSEGNA E INIZIO DEI LAVORI

1. L'impresa deve procedere con diligenza alla predisposizione e consegna di tutta la documentazione necessaria alla stipula del contratto, entro i termini indicati all'art. 32, D.Lgs. 50/2016; il ritardo o la consegna parziale della documentazione entro detto termine saranno valutabili dalla S.A. quale grave inadempimento, con le conseguenze di legge (decadenza dell'aggiudicazione/facoltà di risolvere il contratto, segnalazione ad ANAC, escussione cauzione provvisoria, facoltà di applicare l'art. 110, D.Lgs. 50/2016, ecc.).
2. L'esecuzione dei lavori ha inizio dopo la stipula del formale contratto, in seguito a consegna, risultante da apposito verbale, da effettuarsi non oltre 45 giorni dalla predetta stipula, previa convocazione dell'esecutore.
3. E' facoltà della Stazione appaltante procedere in via d'urgenza, alla consegna dei lavori, anche nelle more della stipulazione formale del contratto; in tal caso il direttore dei lavori indica espressamente sul verbale le lavorazioni da iniziare immediatamente.
4. Ricevuta la consegna dei lavori l'Appaltatore è tenuto ad iniziarli immediatamente e comunque non oltre 15 (quindici) giorni dalla data del verbale di consegna. In caso di consegna dei lavori in via d'urgenza, l'Appaltatore è tenuto ad iniziarli nel tempo stabilito nel relativo verbale.
5. La stazione appaltante si riserva la facoltà di non procedere alla stipula del contratto qualora l'appaltatore non trasmetta i documenti necessari alla consegna dei lavori in via d'urgenza, di cui al precedente comma 3, nei 20 giorni successivi alla richiesta espressamente inoltrata e di addivenire all'affidamento dei lavori al concorrente risultato secondo miglior offerente. In tal caso si applicano gli artt. 108 e 110, del D.Lgs. 50/2016 e s.m.i..
6. Se nel giorno fissato e comunicato l'appaltatore non si presenta a ricevere la consegna dei lavori, il direttore dei lavori fissa un nuovo termine perentorio, non inferiore a 5 giorni e non superiore a 15; i termini per l'esecuzione decorrono comunque dalla data della prima convocazione. Decorso inutilmente il termine anzidetto è facoltà della Stazione appaltante di risolvere il contratto e incamerare la cauzione, ferma restando la possibilità di avvalersi della garanzia fideiussoria al fine del risarcimento del danno, senza che ciò possa costituire motivo di pretese o eccezioni di sorta. Qualora sia indetta una nuova procedura per l'affidamento del completamento dei lavori, l'aggiudicatario è escluso dalla partecipazione in quanto l'inadempimento è considerato grave negligenza accertata.
7. Non si può dar luogo all'inizio dei lavori neppure in via di urgenza ove l'appaltatore e tutte le imprese esecutrici non provvedano a consegnare – nei casi previsti da legge – una dichiarazione sull'organico medio annuo, distinto per qualifica, corredata dagli estremi delle denunce dei lavoratori effettuate all'Istituto nazionale della previdenza sociale (INPS), all'Istituto nazionale assicurazione infortuni sul lavoro (INAIL) e alle casse edili, nonché una dichiarazione relativa al contratto collettivo stipulato dalle organizzazioni sindacali comparativamente più rappresentative, applicato ai lavoratori dipendenti. In mancanza della presentazione dei documenti suddetti entro il termine stabilito per la consegna dei lavori si applicheranno gli artt. 108, 110, D.Lgs. 50/2016 e 90 c. 9, D.Lgs. 81/2008.
8. Le disposizioni sulla consegna si applicano anche alle singole consegne frazionate, relative alle singole parti di lavoro nelle quali questo sia frazionato, qualora sia previsto dal progetto esecutivo, ovvero in presenza di temporanea indisponibilità di aree ed immobili; in tal caso si provvede ogni volta alla compilazione di un verbale di consegna provvisorio e l'ultimo di questi costituisce verbale di consegna definitivo anche ai fini del computo dei termini per l'esecuzione, se non diversamente determinati. Il comma 3 del presente articolo si applica anche alle singole parti consegnate, qualora l'urgenza sia limitata all'esecuzione di alcune di esse.

**Art. 11. TERMINE UTILE PER IL COMPIMENTO DEI LAVORI
RITARDI - PENALITA' – INDEROGABILITA' DEI TERMINI DI ESECUZIONE**

1. Il tempo utile per dare ultimati tutti i lavori sarà di giorni **180 (centottanta)** naturali, successivi e continui decorrenti dalla data del verbale di consegna ovvero, in caso di consegna parziale, dalla data dell'ultimo dei verbali di consegna. **In caso di violazione di detto termine, l'amministrazione può avvalersi della facoltà prevista dall'art. 1456, c.c.**

2. Entro tale termine si intendono compresi anche i lavori di sgombero di ogni residuo di materiali e di tutte le attrezzature di cantiere.

3. **Nel calcolo del tempo contrattuale si è tenuto conto delle ferie contrattuali e della incidenza statistica delle avverse condizioni meteorologiche.**

4. Nel calcolo del tempo contrattuale si è tenuto conto altresì del rallentamento della produttività dovuto alla necessità, così come indicato al successivo articolo 12, di minimizzare allo stretto indispensabile l'inagibilità delle aree occupate temporaneamente alle attività commerciali e produttive ivi collocate, anche in ragione della stagionalità, secondo le indicazioni che verranno formulate dalla Stazione Appaltante.

5. Non possono essere concesse proroghe per recuperare i rallentamenti o le soste dovuti ad ordinari eventi meteorologici, ovvero dovuti alla sequenzialità delle opere individuata dal crono programma esecutivo formulato dall'Impresa.

6. L'appaltatore si obbliga alla rigorosa ottemperanza del Cronoprogramma dei lavori che potrà fissare scadenze inderogabili per l'approntamento delle opere necessarie all'inizio di forniture e lavori da effettuarsi da altre ditte per conto della Stazione appaltante ovvero necessarie all'utilizzazione, prima della fine dei lavori e previo certificato di collaudo o certificato di regolare esecuzione, riferito alla sola parte funzionale delle opere.

7. L'appaltatore non ha diritto allo scioglimento del contratto ne' ad alcuna indennità qualora i lavori, per qualsiasi causa non imputabile alla stazione appaltante, non siano ultimati nel termine contrattuale e qualunque sia il maggior tempo impiegato.

8. Nel caso di mancato rispetto del termine stabilito per l'esecuzione dei lavori, per ogni giorno naturale consecutivo di ritardo nell'ultimazione dei lavori viene applicata una penale pari all' **1 (uno) per mille** (Euro uno ogni mille Euro) dell'importo netto contrattuale, ai sensi dell'art. 113 bis, c. 2, D.Lgs. 50/2016.

9. La penale, nella stessa misura percentuale di cui al periodo precedente, trova applicazione anche in caso di ritardo:

- a. nell'inizio dei lavori rispetto al termine massimo di quindici giorni dalla data del verbale di consegna, qualora la Stazione appaltante non si avvalga della facoltà di cui all'articolo 10, comma 3;
- b. nella ripresa dei lavori seguente un verbale di sospensione, rispetto alla data fissata dal direttore dei lavori;
- c. nel rispetto dei termini imposti dalla direzione dei lavori per il ripristino di lavori non accettabili o danneggiati.

10. La penale di cui al periodo precedente, lettera b), è applicata all'importo dei lavori ancora da eseguire; la penale di cui al periodo precedente, lettera c), è applicata all'importo dei lavori di ripristino o di nuova esecuzione ordinati per rimediare a quelli non accettabili o danneggiati. Tutte le penali di cui al presente articolo sono contabilizzate in detrazione in occasione del pagamento immediatamente successivo al verificarsi della relativa condizione di ritardo.

11. Qualora i ritardi siano tali da comportare una penale di importo superiore al 10%, trovano applicazione le disposizioni in materia di risoluzione del contratto.

12. L'applicazione delle penali di cui al presente articolo non pregiudica il risarcimento di eventuali danni o ulteriori oneri sostenuti dalla Stazione appaltante a causa dei ritardi.

13. Non costituiscono motivo di proroga dell'inizio dei lavori, della loro mancata regolare o continuativa conduzione secondo il relativo programma o della loro ritardata ultimazione:

- a. il ritardo nell'installazione del cantiere e nell'allacciamento alle reti tecnologiche necessarie al suo funzionamento, per l'approvvigionamento dell'energia elettrica e dell'acqua;
- b. l'adempimento di prescrizioni o il rimedio a inconvenienti o infrazioni riscontrate dal direttore dei lavori o dagli organi di vigilanza in materia sanitaria e di sicurezza, ivi compreso il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione, se nominato;
- c. l'esecuzione di accertamenti integrativi che l'appaltatore ritenesse di dover effettuare per la esecuzione delle opere di fondazione, delle strutture e degli impianti, salvo che siano ordinati dalla direzione dei lavori o espressamente approvati da questa;
- d. il tempo necessario per l'esecuzione di prove sui campioni, di sondaggi, analisi e altre prove assimilabili;
- e. il tempo necessario per l'espletamento degli adempimenti a carico dell'appaltatore comunque previsti dal presente C.S.A. o dal capitolato generale d'appalto;
- f. le eventuali controversie tra l'appaltatore e i fornitori, subappaltatori, affidatari, altri incaricati;
- g. le eventuali vertenze a carattere aziendale tra l'appaltatore e il proprio personale dipendente.

Art. 12. PROGRAMMA DEI LAVORI

1. Prima dell'inizio dei lavori, l'appaltatore predispose e consegna alla direzione lavori un proprio programma esecutivo dei lavori, elaborato in relazione alle proprie tecnologie, alle proprie scelte imprenditoriali e alla propria organizzazione lavorativa. **Tale programma deve riportare per ogni lavorazione le previsioni circa il periodo di esecuzione, nonché l'ammontare presunto, parziale e progressivo, dell'avanzamento dei lavori alle date contrattualmente stabilite per la liquidazione dei certificati di pagamento, deve essere coerente con i tempi contrattuali di ultimazione e deve essere approvato dalla direzione lavori, mediante apposizione di un visto, entro 5 (cinque) giorni dal ricevimento.** Trascorso il predetto termine senza che la direzione lavori si sia pronunciata, il programma esecutivo dei lavori si intende accettato, fatte salve palesi illogicità o indicazioni erronee incompatibili col rispetto dei termini di ultimazione.

2. Il programma esecutivo dei lavori dovrà riportare, per ogni lavorazione, le previsioni in merito al personale ed ai mezzi impiegati in cantiere.

3. Tale programma dovrà essere redatto (salvo diverse indicazioni che verranno insindacabilmente formulate dalla Direzione Lavori e/o dal Committente in ragione di sopravvenute esigenze o disposizioni normative/regolamentari) secondo la stessa sequenzialità riportata nel cronoprogramma di progetto. **Il programma esecutivo dei lavori dovrà essere redatto in modo da minimizzare allo stretto indispensabile l'inagibilità delle aree occupate temporaneamente alle attività commerciali e produttive ivi collocate, secondo le indicazioni che verranno formulate dalla Stazione Appaltante.**

4. Il programma esecutivo dei lavori dell'appaltatore può essere modificato o integrato dalla Stazione appaltante, mediante ordine di servizio, ogni volta che sia necessario alla miglior esecuzione dei lavori e in particolare:

- a) per il coordinamento con le prestazioni o le forniture di imprese o altre ditte estranee al contratto;

- b) per l'intervento o il mancato intervento di società concessionarie di pubblici servizi le cui reti siano coinvolte in qualunque modo con l'andamento dei lavori, purché non imputabile ad inadempimenti o ritardi della Stazione committente;
 - c) per l'intervento o il coordinamento con autorità, enti o altri soggetti, diversi dalla Stazione appaltante, che abbiano giurisdizione, competenze o responsabilità di tutela sugli immobili, i siti e le aree comunque interessate dal cantiere; a tal fine non sono considerati soggetti diversi le società o aziende controllate o partecipate dalla Stazione appaltante o soggetti titolari di diritti reali sui beni in qualunque modo interessati dai lavori, intendendosi, in questi casi, ricondotta la fattispecie alla responsabilità gestionale della Stazione appaltante;
 - d) per la necessità o l'opportunità di eseguire prove sui campioni, prove di carico e di tenuta e funzionamento degli impianti, nonché collaudi parziali o specifici;
 - e) qualora sia richiesto dal coordinatore per la sicurezza e la salute nel cantiere, in ottemperanza al D.Lgs. n. 81 del 09/04/2008. In ogni caso il programma esecutivo dei lavori deve essere coerente con il piano di sicurezza e di coordinamento del cantiere, eventualmente integrato ed aggiornato;
 - f) per garantire per tutta la durata dei lavori l'accesso a tutte le proprietà limitrofe a quelle interessate dai lavori e non occupate o occupate solo parzialmente.
5. I lavori sono comunque eseguiti nel rispetto del Cronoprogramma di predisposto dalla Stazione appaltante e integrante il progetto esecutivo; tale diagramma può essere modificato dalla Stazione appaltante al verificarsi delle condizioni di cui al comma 4.
6. In caso di consegna parziale, il programma di esecuzione dei lavori di cui al comma 1 deve prevedere la realizzazione prioritaria delle lavorazioni sulle aree e sugli immobili disponibili.

Art. 13. SOSPENSIONI E PROROGHE

1. Per sospensioni e proroghe si applica l'art. 107, D.Lgs. 50/2016. Ai sensi di detto articolo in caso di sospensioni totali o parziali dei lavori disposte per cause diverse da quelle di cui ai commi 1, 2 e 4 dell'art. 107 citato, l'esecutore può chiedere il risarcimento dei danni che sarà calcolato, per ogni giorno naturale consecutivo, nell' 1 (uno) per mille (Euro uno ogni mille Euro) dell'importo netto contrattuale. Detto importo soddisfa interamente il danno derivante all'esecutore dalle suindicate sospensioni, senza che lo stesso possa avanzare ulteriori pretese.
2. L'appaltatore, qualora per causa a esso non imputabile, non sia in grado di ultimare i lavori nei termini fissati, può chiedere con domanda motivata proroghe che, se riconosciute giustificate, sono concesse dal responsabile del procedimento, sentito il direttore dei lavori, purché le domande pervengano prima della scadenza del termine anzidetto. La concessione di proroghe non costituisce titolo per l'appaltatore ad ottenere indennizzi o risarcimenti di sorta per il prolungamento dei tempi di esecuzione.
3. A giustificazione del ritardo nell'ultimazione dei lavori o nel rispetto delle scadenze fissate dal programma temporale l'appaltatore non può mai attribuirne la causa, in tutto o in parte, ad altre ditte o imprese o forniture, se esso appaltatore non abbia tempestivamente per iscritto denunciato alla Stazione appaltante il ritardo imputabile a dette ditte, imprese o fornitori.
4. Le visite presso il cantiere in periodo di sospensione lavori devono comunque essere fatte in contraddittorio con l'appaltatore, che ha l'obbligo di partecipare. In assenza, l'accesso si intende autorizzato con la sottoscrizione del contratto o del verbale di consegna sotto riserva nei casi consentiti da legge ed il d.l. redigerà verbali accertativi della situazione alla presenza di due testimoni, anche dipendenti della stazione appaltante.
5. In caso di inosservanza di norme in materia di igiene e sicurezza sul lavoro o in caso di pericolo imminente per i lavoratori, il Responsabile dei Lavori ovvero il Committente, potrà ordinare la sospensione dei lavori, disponendone la ripresa solo quando sia di nuovo assicurato il rispetto della normativa vigente e siano ripristinate le condizioni di sicurezza e

igiene del lavoro.

6. Per sospensioni dovute a pericolo grave ed imminente il Committente non riconoscerà alcun compenso o indennizzo all'Appaltatore; la durata delle eventuali sospensioni dovute ad inosservanza dell'Appaltatore delle norme in materia di sicurezza, non comporterà uno slittamento dei tempi di ultimazione dei lavori previsti dal contratto.

Art. 14. MODIFICHE AI LAVORI IN CORSO D'OPERA

1. Per quanto attiene alle dimensioni, i materiali, le tecniche costruttive previste in progetto, l'Appaltatore, per il fatto di aver partecipato alla gara ed espresso il prezzo, dichiara di aver trovato riscontro alle stesse avendo proceduto a sua cura e spese e con diligenza alla verifica dello stato di fatto e delle opere da realizzare, per cui non vi sono scostamenti o discordanze o elementi tali che costituiscano errore o omissione del progetto esecutivo e che non vi sono elementi che possano dare adito a richiesta di speciali ed ulteriori compensi essendo ogni onere stato previsto e compensato nel prezzo.
2. Premesso quanto sopra, non sono ammesse variazioni in corso d'opera a quanto appaltato se non nei limiti e modalità previste di cui all'art. 106 del D. Lgs. 50/2016 e s.m.i..
3. Le modifiche, nonché le varianti del contratto di appalto devono essere autorizzate dal RUP con le modalità previste dall'ordinamento della stazione appaltante cui il RUP dipende.
4. Sono ammessi, ai sensi dell'art. 106, comma 1, lett. a), del D. Lgs. 50/2016 e s.m.i., gli interventi disposti dal direttore dei lavori - su preventiva autorizzazione del RUP anche nell'ambito dell'autorizzazione alla consegna dei lavori - per risolvere aspetti di dettaglio, che siano contenuti entro un importo non superiore al 10 per cento per i lavori di bonifica e messa in sicurezza di siti contaminati, non superiore al 10 per cento per i lavori di recupero, ristrutturazione, manutenzione e restauro e al 5 per cento per tutti gli altri lavori delle categorie di lavoro dell'appalto e che non comportino un aumento dell'importo del contratto stipulato per la realizzazione dell'opera.
5. Sono ammesse, ai sensi dell'art. 106, comma 1, lett. e), del D. Lgs. 50/2016 e s.m.i., le modifiche, in aumento o in diminuzione, che non comportino modifiche sostanziali. L'importo in aumento relativo a tali modifiche non può superare il 5 per cento dell'importo originario del contratto e deve trovare copertura nella somma stanziata per l'esecuzione dell'opera al netto del 50 per cento dei ribassi d'asta conseguiti.
6. Il contratto di appalto può essere modificato senza nuova procedura di affidamento ai sensi dell'art.106, comma 1, lettera c), del D. Lgs. 50/2016 e s.m.i. se la necessità di modifica è determinata da circostanze imprevedute ed imprevedibili per l'amministrazione aggiudicatrice e la modifica non altera la natura generale del contratto. In tali casi le modifiche all'oggetto del contratto assumono la denominazione di varianti in corso d'opera. Tra le predette circostanze può rientrare anche la sopravvenienza di nuove disposizioni legislative o regolamentari o provvedimenti di autorità od enti preposti alla tutela di interessi rilevanti.
7. Nei casi di cui al comma precedente il contratto può essere modificato se l'eventuale aumento di prezzo non eccede il 50 per cento del valore del contratto iniziale. In caso di più modifiche successive, tale limitazione si applica al valore di ciascuna modifica.
8. Il contratto di appalto può essere altresì modificato, ai sensi dell'articolo 106, comma 2, del D. Lgs. 50/2016 e s.m.i., senza necessità di una nuova procedura se il valore della modifica è al di sotto di entrambi i seguenti valori:
 - a) le soglie fissate all'articolo 35 del D. Lgs. 50/2016 e s.m.i.;
 - b) il 15 per cento del valore iniziale del contratto.

La modifica, tuttavia, non può alterare la natura complessiva del contratto. In caso di più modifiche successive, il valore è accertato sulla base del valore complessivo netto delle

- successive modifiche. Qualora la necessità di modificare il contratto derivi da errori o da omissioni nel progetto esecutivo, che pregiudicano in tutto o in parte la realizzazione dell'opera o la sua utilizzazione, essa è consentita solo nei limiti quantitativi di cui al presente punto, ferma restando la responsabilità dei progettisti esterni.
9. Il Direttore dei Lavori ha facoltà di disporre modifiche di dettaglio che non comportino variazioni di prezzo, ritenendo tale previsione opportuna al fine di non paralizzare o ritardare l'esecuzione dei lavori per la necessità di piccole correzioni.
 10. L'Appaltatore non potrà in alcun modo apportare variazioni di propria iniziativa al progetto, anche se di dettaglio. Delle variazioni apportate senza il prescritto ordine o benestare della Direzione dei Lavori, potrà essere ordinata l'eliminazione a cura e spesa dell'Appaltatore, salvo il risarcimento dell'eventuale danno alla Stazione Appaltante.
 11. La Direzione Lavori potrà ordinare all'Appaltatore di demolire e rifare, a totale sua cura e spese, quelle opere che essa avrà accertato essere state eseguite senza la necessaria diligenza o con materiali diversi da quelli prescritti per qualità, misura, peso, ovvero con una minor lavorazione, oppure potrà a sua scelta, ridurre i prezzi convenuti in proporzione delle diminuite dimensioni della diversa lavorazione.
 12. Se l'Appaltatore non ottempera all'ordine ricevuto, la Direzione Lavori potrà procedere direttamente alla demolizione ed al rifacimento dei lavori riscontrati difettosi.
 13. Qualora successivamente venga riconosciuto che i lavori non erano difettosi, l'Appaltatore avrà diritto al solo rimborso delle spese effettivamente sostenute per i lavori di demolizione e ripristino, se da lui eseguiti, escluso qualsiasi altro indennizzo o compenso.
 14. La stazione appaltante, qualora in corso di esecuzione si renda necessario un aumento o una diminuzione delle prestazioni fino a concorrenza del quinto dell'importo del contratto, può imporre all'appaltatore l'esecuzione alle stesse condizioni previste nel contratto originario, ai sensi dell'art. 106, comma 12, del D. Lgs. 50/2016 e s.m.i. In tal caso l'appaltatore non può far valere il diritto alla risoluzione del contratto e la perizia di variante o suppletiva è accompagnata da un atto di sottomissione che l'impresa affidataria è tenuta a sottoscrivere in segno di accettazione o di motivato dissenso. Nel caso in cui la stazione appaltante disponga varianti in diminuzione nel limite del quinto dell'importo del contratto, deve comunicarlo all'impresa affidataria tempestivamente e comunque prima del raggiungimento del quarto quinto dell'importo contrattuale; in tal caso nulla spetta all'impresa affidataria a titolo di indennizzo. Ai fini della determinazione del quinto, l'importo dell'appalto è formato dalla somma risultante dal contratto originario, aumentato dell'importo degli atti di sottomissione e degli atti aggiuntivi per varianti già intervenute, nonché dell'ammontare degli importi, diversi da quelli a titolo risarcitorio, eventualmente riconosciuti all'impresa affidataria ai sensi degli articoli 205 e 208 del Codice dei contratti. Nei casi di eccedenza rispetto al limite sopra indicato, previsti all'art. 106 del Codice, la perizia di variante è accompagnata da un atto aggiuntivo al contratto principale. Il RUP deve darne comunicazione all'impresa affidataria che, nel termine di dieci giorni dal suo ricevimento, deve dichiarare per iscritto se intende accettare la prosecuzione dei lavori e a quali condizioni; nei quarantacinque giorni successivi al ricevimento della dichiarazione la stazione appaltante deve comunicare all'impresa affidataria le proprie determinazioni. Qualora l'impresa affidataria non dia alcuna risposta alla comunicazione del RUP si intende manifestata la volontà di accettare la variante complessiva agli stessi prezzi, patti e condizioni del contratto originario. Se la stazione appaltante non comunica le proprie determinazioni nel termine fissato, si intendono accettate le condizioni avanzate dall'impresa affidataria.
 15. Le variazioni sono valutate ai prezzi di contratto, ma se comportano categorie di lavorazioni non previste o si debbano impiegare materiali per i quali non risulta fissato il prezzo contrattuale si provvede alla formazione di nuovi prezzi. I nuovi prezzi delle

lavorazioni o materiali sono valutati:

- a) desumendoli ove esistenti, dai prezziari predisposti dalle regioni e dalle province autonome territorialmente competenti, di concerto con le articolazioni territoriali del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti;
 - b) ragguagliandoli a quelli di lavorazioni consimili compresi nel contratto;
 - c) quando sia impossibile l'assimilazione, ricavandoli totalmente o parzialmente da nuove analisi effettuate avendo a riferimento i prezzi elementari di mano d'opera, materiali, noli e trasporti alla data di formulazione dell'offerta, attraverso un contraddittorio tra il Direttore dei Lavori e l'impresa affidataria, e approvati dal RUP.
16. Ove da tali calcoli risultino maggiori spese rispetto alle somme previste nel quadro economico, i prezzi prima di essere ammessi nella contabilità dei lavori sono approvati dalla stazione appaltante, su proposta del RUP.
 17. Se l'impresa affidataria non accetta i nuovi prezzi così determinati e approvati, la stazione appaltante può ingiungergli l'esecuzione delle lavorazioni o la somministrazione dei materiali sulla base di detti prezzi, comunque ammessi nella contabilità; ove l'impresa affidataria non iscriva riserva negli atti contabili, i prezzi si intendono definitivamente accettati.
 18. I titolari di incarichi di progettazione sono responsabili per i danni subiti dalle stazioni appaltanti in conseguenza di errori o di omissioni della progettazione. Nel caso di appalti aventi ad oggetto la progettazione esecutiva e l'esecuzione di lavori, l'appaltatore risponde dei ritardi e degli oneri conseguenti alla necessità di introdurre varianti in corso d'opera a causa di carenze del progetto esecutivo.
 19. Ai fini del presente articolo si considerano errore o omissione di progettazione l'inadeguata valutazione dello stato di fatto, la mancata od erronea identificazione della normativa tecnica vincolante per la progettazione, il mancato rispetto dei requisiti funzionali ed economici prestabiliti e risultanti da prova scritta, la violazione delle regole di diligenza nella predisposizione degli elaborati progettuali.

Capo 4. DISCIPLINA ECONOMICA

Art. 15. ANTICIPAZIONI ALL'APPALTATORE

Ai sensi dell'art. 35, c.18, DLgs 50/2016 è prevista la corresponsione in favore dell'appaltatore di un'anticipazione pari al 20 per cento dell'importo contrattuale con le modalità ivi previste, dopo la stipula del contratto ed entro 15 gg. dalla data dell'effettivo inizio dei lavori accertato dal RUP.

Art. 16. PAGAMENTI IN ACCONTO –VERIFICHE

1. I pagamenti avvengono per stati di avanzamento, mediante emissione di certificato di pagamento ogni volta che i lavori eseguiti, al netto del ribasso d'asta, compresa la quota relativa degli oneri per la sicurezza e al netto della ritenuta di cui al comma 2, raggiungono un importo non inferiore a Euro **250.000,00** (Euro **duecentocinquantamila/00**).

2. A garanzia dell'osservanza delle norme e delle prescrizioni dei contratti collettivi, delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, protezione, assicurazione, assistenza e sicurezza fisica dei lavoratori, sull'importo netto progressivo dei lavori è operata una ritenuta dello 0,50 per cento da liquidarsi, nulla ostando, in sede di conto finale, ai sensi dell'art. 30, comma 5 bis, del D.Lgs. 50/2016 e s.m.i.

3. Entro i 45 giorni successivi all'avvenuto raggiungimento dell'importo dei lavori eseguiti di cui al comma 1, il direttore dei lavori redige la relativa contabilità e il responsabile del procedimento emette, entro 30 giorni dall'adozione di ogni stato di avanzamento, il conseguente certificato di pagamento, il quale deve recare la dicitura: «lavori a tutto il... » con l'indicazione della data.

4. Per quanto attiene ai termini di pagamento, si applica il D.Lgs. 231/2002 e s.m.i., conformemente a quanto emerge dalla nota del Ministero dello sviluppo economico 23/1/2013 - prot. 0001293 in merito alla applicabilità del D.Lgs. 231/2002 anche ai lavori pubblici, orientamento recepito nella legge 161/2014.

5. Qualora i lavori rimangano sospesi per un periodo superiore a 90 giorni, per cause non dipendenti dall'appaltatore, si provvede alla redazione dello stato di avanzamento e all'emissione del certificato di pagamento, prescindendo dall'importo minimo di cui al comma 1.

6. Ai sensi dell'articolo 48-bis del D.P.R. 29 settembre 1973, n. 602, come introdotto dall'articolo 2, comma 9, della legge 24 novembre 2006, n. 286, l'emissione di ogni certificato di pagamento è subordinata:

- a) all'acquisizione del DURC, proprio e degli eventuali subappaltatori;
- b) qualora l'appaltatore abbia stipulato contratti di subappalto e la stazione appaltante non provveda al pagamento diretto dei subappaltatori, che siano state trasmesse le fatture quietanziate del subappaltatore o del cottimista entro il termine di 20 (venti) giorni dal pagamento precedente;
- c) all'accertamento, da parte della stazione appaltante, che il beneficiario non sia inadempiente all'obbligo di versamento derivante dalla notifica di una o più cartelle di pagamento per un ammontare complessivo pari almeno all'importo da corrispondere con le modalità di cui al d.m. 18 gennaio 2008, n. 40. In caso di inadempienza accertata, il pagamento è sospeso e la circostanza è segnalata all'agente della riscossione competente per territorio, ai fini dell'esercizio dell'attività di riscossione delle somme iscritte a ruolo.

7. Nel caso di fornitura/posa di guard rail, per la liquidazione di ogni S.A.L., si applica quanto previsto all'art. 35 del C.S.A.

Art. 17. CONTO FINALE – PAGAMENTO A SALDO

1. Il conto finale dei lavori è redatto entro **90 (novanta) giorni** dalla data della loro ultimazione, accertata con apposito verbale; è sottoscritto dal direttore di lavori e trasmesso al responsabile del procedimento. Col conto finale è accertato e proposto l'importo della rata di saldo, qualunque sia il suo ammontare, la cui liquidazione definitiva ed erogazione è soggetta alle verifiche di collaudo o di regolare esecuzione.

2. Il conto finale dei lavori deve essere sottoscritto dall'appaltatore, su richiesta del responsabile del procedimento, entro il termine perentorio di **15 (quindici) giorni**; se l'appaltatore non firma il conto finale nel termine indicato, o se lo firma senza confermare le domande già formulate nel registro di contabilità, il conto finale si ha come da lui definitivamente accettato. Il responsabile del procedimento formula in ogni caso una sua relazione al conto finale.

3. Per il pagamento della rata di saldo si applica quanto previsto all'art. 113 bis, c. 3, del D.Lgs. 50/2016, fermo restando il rispetto dei tempi massimi di rendicontazione dei lavori imposti dall'ente finanziatore.

4. Il pagamento della rata di saldo, disposto previa garanzia fideiussoria ai sensi dell'articolo 103, comma 6, D.Lgs. 50/2016, non costituisce presunzione di accettazione dell'opera, ai sensi dell'articolo 1666, secondo comma, del codice civile.

5. Salvo quanto disposto dall'articolo 1669 del codice civile, l'appaltatore risponde per la difformità ed i vizi dell'opera, ancorché riconoscibili, purché denunciati dal soggetto appaltante prima che il certificato di collaudo o il certificato di regolare esecuzione assuma carattere definitivo.

6. Al pagamento della rata a saldo si applicano le condizioni di cui all'articolo 16, comma 6.

Art. 18. REVISIONE DEI PREZZI

La revisione prezzi non è ammessa, stante la specificità e durata dell'appalto, né è applicabile il primo comma dell'art. 1664 del codice civile.

Capo 5. GARANZIE

Le garanzie e le polizze assicurative di cui agli articoli seguenti, pena la non accettazione, sono costituite, ex comma 9 art. 103 del D.Lgs 50/2016 s.m.i , con le modalità previste e conformi ai disposti ed agli schemi tipo di cui al D.M. 31/2018 del Ministero dello Sviluppo Economico . Si richiama inoltre l'art. 93 commi 2 e 3 .

Art. 19. GARANZIA PROVVISORIA

Per la cauzione provvisoria si rinvia a quanto stabilito dalla lettera d'invito/bando/disciplinare di gara e, comunque dai disposti normativi di cui all'art. 93 del D.Lgs. 50/2016.

Dovrà espressamente prevedere la rinuncia all'eccezione di cui all'art. 1957, c. 2, c.c. nonché l'operatività della garanzia medesima entro 15 giorni a semplice richiesta scritta della stazione appaltante.,

Art. 20. GARANZIA DEFINITIVA

1. Si applica quanto previsto all'art. 103, D.Lgs. 50/2016.

2. La garanzia fidejussoria, di cui al comma 1 art. 103 D.Lgs 50/2016 dovrà espressamente prevedere:

- la rinuncia all'eccezione di cui all'art. 1957, c. 2, c.c. nonché l'operatività della garanzia medesima entro 15 giorni a semplice richiesta scritta della stazione appaltante.,
- l'esclusione della preventiva escussione dell'assicurato di cui all'art. 1944 c.c.,
- che il mancato pagamento del premio o dei premi di proroga non sono opponibili all'Ente beneficiario,
- che la durata della copertura si estende fino al collaudo dell'opera e comunque fino a 12 mesi dall'ultimazione dei lavori e che essa è resa ai sensi dell'art.103, D.Lgs. 50/2016.

Art. 21. GARANZIA PER ANTICIPAZIONE e GARANZIA PER RATA DI SALDO

Per la garanzia per anticipazione si rinvia a quanto stabilito all'art. 35 comm 18 del D.Lgs. 50/2016 mentre per la garanzia per rata di saldo si rinvia a quanto stabilito all'art. 103 del D.Lgs. 50/2016

Art. 22. COPERTURE ASSICURATIVE

1. L'Appaltatore è obbligato, ai sensi dell'art. 103, comma 7, D.Lgs. 50/2016 a stipulare una polizza assicurativa che tenga indenne la Stazione appaltante da tutti i rischi di esecuzione da qualsiasi causa determinati, salvo quelli legati a errori di progettazione, insufficiente progettazione, azioni di terzi o cause di forza maggiore. In particolare, l'esecutore dei lavori è obbligato a stipulare una polizza di assicurazione che copra i danni subiti dalla Stazione appaltante a causa del danneggiamento o della distruzione totale o parziale di impianti e opere anche preesistenti, verificatisi nel corso dell'esecuzione dei lavori, per una somma assicurata pari a:

a) Sezione A:

- partita 1 (opere): all'importo del contratto dei lavori – scoperto 10% minimo non superiore a 1.000 euro;

- partita 2 (opere preesistenti): € 500.000,00 – scoperto 10% minimo non superiore a 1.000 euro;
 - partita 3 (demolizione e sgombero in caso di sinistro) € 500.000,00 – scoperto minimo non superiore a 1.000;
- b) Sezione B:
- cinque per cento della somma assicurata per le opere con un minimo di 500.000 euro ed un massimo di 5.000.000 di euro per danni causati a terzi nel corso dell'esecuzione dei lavori.

Sia per la Sezione A che per la Sez. B, in caso di franchigie o scoperti superiori a quelli indicati, la polizza dovrà espressamente prevedere che l'assicurato dà mandato al soggetto assicuratore di pagare alla stazione appaltante (beneficiario) in proprio nome e conto anche gli importi rimasti a proprio carico.

2. La polizza dovrà espressamente indicare che essa è resa ai sensi dell'art. 103, D.Lgs. 50/2016.

3. La copertura assicurativa decorre dalla data di consegna dei lavori e cessa alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione o comunque decorsi 12 mesi dalla data di ultimazione dei lavori, risultante dal relativo certificato. L'omesso o il ritardato pagamento delle somme dovute a titolo di premio o di commissione da parte dell'esecutore non comporta l'inefficacia della garanzia nei confronti della stazione appaltante.

4. Le garanzie di cui al presente articolo, prestate dall'appaltatore coprono senza alcuna riserva anche i danni causati dalle imprese subappaltatrici e subfornitrici. Qualora l'appaltatore sia un'associazione temporanea di concorrenti, giusto il regime delle responsabilità disciplinato dall'articolo 92 del regolamento generale e dall'articolo 103 comma 10 del D.Lgs. 50/2016 e s.m.i., le stesse garanzie assicurative prestate dalla mandataria capogruppo coprono senza alcuna riserva anche i danni causati dalle imprese mandanti. In caso di raggruppamenti temporanei le garanzie fideiussorie sono presentate, su mandato irrevocabile, dalla mandataria in nome e per conto di tutti i concorrenti ferma restando la responsabilità solidale tra le imprese.

Capo 6. DISCIPLINA DEL SUBAPPALTO

Art. 23. SUBAPPALTO

1. L'affidamento in subappalto o in cottimo delle opere, purché effettuato nelle modalità, termini e condizioni di cui alla vigente normativa, è autorizzato dall'Ente appaltante per le lavorazioni/categorie indicate all'art. 2 del C.S.A. e alle condizioni e nei limiti previsti nel bando/lettera invito/disciplinare di gara e all'art. 105, D.Lgs. 50/2016.
2. Ai sensi dell'art. 105, c. 13, D.Lgs. 50/2016, la stazione appaltante corrisponde direttamente al subappaltatore, al cottimista, al prestatore di servizi ed al fornitore di beni o lavori, l'importo dovuto per le prestazioni dagli stessi eseguite nei seguenti casi:
 - a) quando il subappaltatore o il cottimista è una microimpresa o piccola impresa;
 - b) in caso di inadempimento da parte dell'appaltatore;
 - c) su richiesta del subappaltatore e se la natura del contratto lo consente.
3. In particolare, con riferimento alle lettere a) e c) del comma 13, l'Appaltatore è tenuto, con formale comunicazione vistata dal medesimo subappaltatore, a specificare alla Stazione Appaltante la parte delle prestazioni eseguite di volta in volta in subappalto, unitamente al relativo importo, al fine della liquidazione delle stesse e con riferimento anche al disposto di cui all'art. 105, comma 22 del D.Lgs. 50/2016.
4. Fuori dalle ipotesi di cui al comma precedente, l'Appaltatore è tenuto a presentare alla Stazione Appaltante, entro 20 (venti) giorni dalla data di ciascun pagamento liquidato nei suoi confronti, copia delle fatture quietanzate relative ai pagamenti corrisposti dal medesimo ai subappaltatori, al fine di dimostrare di non incorrere nella fattispecie di cui alla lettera b) del comma 13 dell'art. 105 del D.Lgs. 50/2016. In difetto, si provvederà a trattenere cautelativamente l'importo corrispondente alla prestazione eseguita dal subappaltatore dall'ammontare risultante dal certificato di pagamento dovuto all'Appaltatore, al fine di poter adempiere a quanto disposto dalla lettera b) sopra citata.
5. L'Amministrazione committente non risponde dei ritardi imputabili all'Appaltatore nella trasmissione della documentazione di cui al precedente comma e, pertanto, si intende fin da ora manlevata dal pagamento di qualsiasi somma a titolo di interesse nei confronti del subappaltatore.
6. L'Appaltatore è responsabile in solido con il subappaltatore dell'osservanza delle norme in materia di trattamento economico e contributivo, previdenziale/assicurativo dei lavoratori dipendenti, ai sensi dell'articolo 105, commi 8 e 9 del D.Lgs. 50/2016. Pertanto, nel caso di DURC non regolare del subappaltatore, riferito al periodo in cui il medesimo ha operato in cantiere, ai sensi dell'art. 105 comma 10 del D.Lgs. 50/2016, si applica quanto previsto all'articolo 30 commi 5 e 6 del D.Lgs. 50/2016.
7. L'appaltatore resta in ogni caso responsabile nei confronti della Stazione appaltante per l'esecuzione delle opere oggetto di subappalto, sollevando la Stazione appaltante medesima da ogni pretesa dei subappaltatori o da richieste di risarcimento danni avanzate da terzi in conseguenza all'esecuzione di lavori subappaltati.
8. Fatto salvo quanto disposto dal D.Lgs. 50/2016, il direttore dei lavori e il responsabile del procedimento, nonché il coordinatore per l'esecuzione in materia di sicurezza di cui all'articolo 90, c. 4 del D.Lgs n. 81/2008, provvedono a verificare, ognuno per la propria competenza, il rispetto di tutte le condizioni di ammissibilità e del subappalto.
9. Il subappalto non autorizzato comporta inadempimento contrattualmente grave ed essenziale anche ai sensi dell'articolo 1456 del codice civile con la conseguente possibilità, per la Stazione appaltante, di risolvere il contratto in danno dell'appaltatore, ferme restando le sanzioni penali previste da legge.
10. Ad ogni Stato di Avanzamento Lavori, attraverso il casellario informatico, la stazione appaltante accerterà che non sia intervenuta, nei confronti dell'esecutore e del subappaltatore,

la decadenza dell'attestazione di qualificazione per aver prodotto falsa documentazione o dichiarazioni mendaci.

Capo 7. DANNI, CONTROVERSIE, MANODOPERA, SCIOGLIMENTO DEL CONTRATTO

Art. 24. DANNI DI FORZA MAGGIORE

In caso di danni da forza maggiore, la denuncia del danno dovrà essere fatta per iscritto al direttore lavori immediatamente e comunque entro un massimo **di cinque giorni** dall'evento, **a pena di decadenza dal diritto al risarcimento**. Resta però contrattualmente convenuto che non saranno considerati come danni di forza maggiore quelli causati da precipitazioni e da geli, anche se di notevole entità, quali: gli smottamenti, le solcature delle scarpate, l'interramento dei cavi o dei manufatti, gli ammaloramenti di pavimentazioni in fase di esecuzione o eseguiti.

L'indennizzo per i danni è limitato al ripristino delle opere danneggiate valutato ai prezzi e alle condizioni di contratto, oltre quegli oneri, valutati con prezzi di mercato al momento del verificarsi dell'evento dannoso, indispensabili per il predetto ripristino.

I danni prodotti ai lavori di difesa di corsi d'acqua da piene e/o da mareggiate, quando le misurazioni delle opere non siano ancora iscritte a libretto, sono valutati in base alla misurazione provvisoria fatta dagli assistenti di cantiere. Mancando la misurazione l'appaltatore può dare la dimostrazione dei lavori eseguiti con idonei mezzi di prova, ad eccezione di quella testimoniale.

Nessun indennizzo è dovuto quando a determinare il danno abbia concorso la colpa dell'impresa affidataria o delle persone delle quali essa è tenuta a rispondere.

Art. 25. DANNI ALLE OPERE

1. L'impresa affidataria non può pretendere compensi per danni alle opere o provviste se non in casi di forza maggiore di cui al precedente articolo 24.

2. Nessun compenso sarà dovuto per danni o perdita di materiali non ancora posti in opera, opere provvisori, ecc.

3. I danni causati ai materiali ed a tutti i lavori eseguiti in qualunque momento dell'appalto e fino all'approvazione del collaudo provvisorio, dovranno essere riparati a cura e spese dell'Appaltatore cui gli stessi materiali e lavori competono per contratto.

4. Qualora l'Appaltatore nell'eseguire i lavori abbia ad arrecare danni a strutture ed immobili di proprietà della Stazione Appaltante, questi sarà tenuto a ripararli a propria cura e spesa.

Art. 26. DEFINIZIONE DELLE CONTROVERSIE

1. Si applica quanto previsto nella parte VI titolo I, D.Lgs. 50/2016.

2. In caso di controversie in fase di gara potrà essere richiesto parere ad ANAC.

3. Ove non si proceda all'accordo bonario e l'appaltatore confermi le riserve, la definizione delle controversie derivanti dall'esecuzione del contratto è devoluta all'autorità giudiziaria competente presso il Foro di La Spezia. Non si applica la clausola compromissoria.

4. L'organo che decide sulla controversia decide anche in ordine all'entità delle spese di giudizio e alla loro imputazione alle parti, in relazione agli importi accertati, al numero e alla complessità delle questioni.

Art. 27. SCIOGLIMENTO DEL CONTRATTO

La stazione appaltante ha il diritto di risolvere in danno il contratto, ai sensi dell'art.108, DLgs. 50/2016 e di recesso ex art.109, D.Lgs. 50/2016, nonché la facoltà di valersi delle azioni ex artt. 1453, 1463 e segg., 1467 e segg., c.c. . E' causa di risoluzione del contratto la violazione degli obblighi derivanti dal D.P.R. 62/2013 (regolamento recante codice di

comportamento dei dipendenti pubblici), a norma dell'art. 54 del D.Lgs. 30 marzo 2001, n.165.

Art. 28. TRATTAMENTO DEL PERSONALE

1. L'appaltatore è tenuto all'esatta osservanza di tutte le leggi, regolamenti e norme vigenti in materia, nonché eventualmente entrate in vigore nel corso dei lavori, e in particolare a quanto previsto dagli artt. 30, 105, D.Lgs. 50/2016 e dalla legge 12 marzo 1999, n. 68 e s.m.i. relativa alle norme per il diritto al lavoro dei disabili.

2. Ai sensi dell'art. 54, comma 5, D.Lgs. n. 165/2001 e del comma 3 dell'art. 2 del Regolamento recante Codice di comportamento dei dipendenti pubblici, a norma dell'articolo 54 del decreto legislativo 30 marzo 2001, n. 165, approvato con D.P.R. 16 aprile 2013, n. 62, si applica all'esecutore il Codice del comportamento approvato dall'amministrazione con deliberazione del Commissario Straordinario n. 58 del 21/03/2014 e scaricabile dal sito www.provincia.sp.it. Sono tenuti all'osservanza dei Codici suindicati anche i collaboratori delle ditte fornitrici di beni o servizi od opere a favore dell'amministrazione. In caso di violazione degli obblighi derivanti dai Codici, si procederà alla risoluzione del contratto.

Capo 8. DISPOSIZIONI PER L'ULTIMAZIONE

Art. 29. ULTIMAZIONE DEI LAVORI E GRATUITA MANUTENZIONE

1. In esito a formale comunicazione dell'esecutore di intervenuta ultimazione dei lavori, il direttore dei lavori effettua i necessari accertamenti in contraddittorio con l'esecutore e rilascia, senza ritardo alcuno dalla formale comunicazione, il certificato attestante l'avvenuta ultimazione in doppio esemplare, seguendo le stesse disposizioni previste per il verbale di consegna. In ogni caso alla data di scadenza prevista dal contratto il direttore dei lavori redige in contraddittorio con l'esecutore un verbale di constatazione sullo stato dei lavori, anche ai fini dell'applicazione delle penali previste nel contratto per il caso di ritardata esecuzione.
2. Il certificato di ultimazione può prevedere l'assegnazione di un termine perentorio, non superiore a sessanta giorni, per il completamento di lavorazioni di piccola entità, accertate da parte del direttore dei lavori come del tutto marginali e non incidenti sull'uso e sulla funzionalità dei lavori. Il mancato rispetto di questo termine comporta l'inefficacia del certificato di ultimazione e la necessità di redazione di nuovo certificato che accerti l'avvenuto completamente delle lavorazioni sopraindicate.
3. In sede di accertamento sommario di cui al comma 1, senza pregiudizio di successivi accertamenti, sono rilevati e verbalizzati eventuali vizi e difformità di costruzione che l'impresa appaltatrice è tenuta a eliminare a sue spese nel termine fissato e con le modalità prescritte dal direttore dei lavori, fatto salvo il risarcimento del danno dell'ente appaltante. In caso di ritardo nel ripristino, si applica la penale per i ritardi prevista dall'apposito articolo del presente schema di contratto, proporzionale all'importo della parte di lavori che direttamente e indirettamente traggono pregiudizio dal mancato ripristino e comunque all'importo non inferiore a quello dei lavori di ripristino.
4. L'ente appaltante si riserva di prendere in consegna parzialmente o totalmente le opere con apposito verbale immediatamente dopo l'accertamento sommario se questo ha avuto esito positivo, ovvero nel termine assegnato dalla direzione lavori ai sensi dei commi precedenti.
5. Dalla data del verbale di ultimazione dei lavori decorre il periodo di gratuita manutenzione; tale periodo cessa con l'approvazione finale del collaudo da parte dell'ente appaltante, da effettuarsi entro i termini previsti dal presente schema di contratto.

Art. 30. TERMINI PER IL COLLAUDO O PER L'ACCERTAMENTO DELLA REGOLARE ESECUZIONE

1. Il certificato di collaudo è emesso entro il termine perentorio di sei mesi dall'ultimazione dei lavori ed ha carattere provvisorio; esso assume carattere definitivo trascorsi due anni dalla data dell'emissione. Decorso tale termine, il collaudo si intende tacitamente approvato anche se l'atto formale di approvazione non sia intervenuto entro i successivi due mesi. Qualora il certificato di collaudo sia sostituito dal certificato di regolare esecuzione, questo deve essere emesso nei termini previsti dall'art. 237, D.P.R. 207/2010, ancora vigente ai sensi dell'art. 216, c. 16, D.Lgs. 50/2016, fermo restando il rispetto dei tempi massimi di rendicontazione dei lavori eventualmente disposti dall'ente finanziatore.
2. Durante l'esecuzione dei lavori la Stazione appaltante può effettuare operazioni di collaudo o di verifica volte a controllare la piena rispondenza delle caratteristiche dei lavori in corso di realizzazione a quanto richiesto negli elaborati progettuali, nel capitolato speciale o nel contratto.

Art. 31. PRESA IN CONSEGNA DEI LAVORI ULTIMATI

1. E' facoltà della Stazione appaltate richiedere, prima dell'ultimazione dei lavori o del collaudo (o certificato di regolare esecuzione), l'uso anticipato delle opere eseguite senza che l'Appaltatore abbia diritto a speciali compensi. In tal caso, previ i necessari accordi con l'Appaltatore in merito all'incolumità degli occupanti ed alla decadenza delle responsabilità inerenti, si procederà al preventivo collaudo provvisorio delle opere che il Committente intende utilizzare, redigendo apposito verbale circa lo stato delle stesse, a garanzia di eventuali danni che potessero ad esse derivare.
2. Non appena ultimati i lavori, l'Appaltatore deve darne comunicazione scritta alla Direzione Lavori con Pec; subito dopo deve consegnare al Committente l'opera in stato di perfetta efficienza, fermo restando l'obbligo di provvedere a quei ritocchi che si rendessero necessari per i lavori di sua competenza.
3. Constatata l'ultimazione di tutti i lavori e prestazioni dovuti da parte dell'Appaltatore, la Direzione Lavori redigerà il verbale dell'avvenuta ultimazione, e la presa in consegna, per conto del Committente, dei lavori eseguiti.
4. La presa in consegna dei lavori eseguiti, anche se effettuati senza riserva da parte della Direzione Lavori e del Committente, non farà ritenere l'opera favorevolmente accettata, accettazione che si verificherà soltanto dopo che si sia proceduto al collaudo tecnico-amministrativo definitivo (o certificato di regolare esecuzione).
5. Qualora la Stazione appaltante non si trovi nella condizione di prendere in consegna le opere dopo l'ultimazione dei lavori, l'appaltatore non può reclamare la consegna ed è altresì tenuto alla gratuita manutenzione fino ai termini previsti dal presente capitolato speciale.

Capo 9. NORME FINALI

Art. 32. ONERI ED OBBLIGHI DIVERSI A CARICO DELL'APPALTATORE

1. Oltre gli oneri e gli obblighi di cui agli artt. 4, 6, del D.M. 145/2000, del D.Lgs. 50/2016 e gli altri specificati nel presente schema di contratto, nonché nel Capitolato Speciale, saranno a carico dell'Appaltatore gli oneri e gli obblighi sotto specificati:

- 1) comunicare al Committente ovvero al Responsabile dei Lavori il nominativo del Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione;
- 2) predisporre gli impianti, le attrezzature ed i mezzi d'opera per l'esecuzione dei lavori, nonché gli strumenti ed il personale necessari per tracciamenti, rilievi, misurazioni e controlli;
- 3) predisporre le occorrenti opere provvisoriale, quali ponteggi, cesate con relativa illuminazione notturna, recinzioni, baracche per il deposito materiale e per gli altri usi di cantiere, nonché le strade interne occorrenti alla agibilità del cantiere;
- 4) approvvigionare tempestivamente i materiali necessari per l'esecuzione delle opere;
- 5) disporre in cantiere di idonee e qualificate maestranze in funzione delle necessità delle singole fasi dei lavori, segnalando al Direttore dei Lavori l'eventuale personale tecnico ed amministrativo alle sue dipendenze destinato a coadiuvarlo;
- 6) corrispondere ai propri dipendenti le retribuzioni dovute e rilasciare dichiarazione di aver provveduto nei loro confronti alle assistenze, assicurazioni e previdenze secondo le norme di legge e dei contratti collettivi di lavoro;
- 7) provvedere alla fedele esecuzione del progetto esecutivo delle opere date in Appalto, integrato dalle prescrizioni tecniche impartite dal Direttore dei Lavori, in modo che l'esecuzione risulti conforme alle pattuizioni contrattuali ed a perfetta regola d'arte;
- 8) richiedere tempestivamente al Direttore dei Lavori disposizioni per quanto risulti omesso, inesatto o discordante nelle tavole grafiche o nella descrizione dei lavori;
- 9) tenere a disposizione del Direttore dei Lavori i disegni, le tavole ed i casellari di ordinazione per gli opportuni raffronti e controlli, con divieto di darne visione ad estranei e con formale impegno di astenersi dal riprodurre o modificare i disegni ed i modelli avuti in consegna dal Direttore dei Lavori;
- 10) provvedere alla tenuta delle scritture di cantiere, a norma di contratto;
- 11) osservare le prescrizioni delle vigenti leggi in materia di esecuzione di opere in conglomerato cementizio e di accettazione dei materiali da costruzione; provvedere alla confezione ed all'invio di campioni di legante idraulico, ferro tondo e cubetti di prova del calcestruzzo agli Istituti autorizzati dalla legge, per le normali prove di laboratorio;
- 12) provvedere i materiali, i mezzi e la mano d'opera occorrenti per le prove di collaudo;
- 13) prestarsi, qualora nel corso dell'opera si manifestino palesi fenomeni che paiano compromettere i risultati finali, agli accertamenti sperimentali necessari per constatare le condizioni di fatto anche ai fini dell'accertamento delle eventuali responsabilità;
- 14) assumere i necessari accorgimenti diretti alla individuazione, valutazione, riduzione e controllo costante dei rischi per la sicurezza e la salute dei dipendenti e dei terzi operanti nell'ambito dell'impresa.
- 15) promuovere le attività di prevenzione, in coerenza a principi e misure predeterminati;
- 16) assumere le opportune iniziative per la formazione dei lavoratori, individuando i momenti di consultazione dei dipendenti e dei loro rappresentanti;
- 17) mantenere in efficienza i servizi logistici di cantiere (uffici, mensa, spogliatoi, servizi igienici, docce, ecc.); assicurando:
 - a) il mantenimento del cantiere in condizioni ordinate e di soddisfacente salubrità;
 - b) la più idonea ubicazione delle postazioni di lavoro;
 - c) le più idonee condizioni di movimentazione dei materiali;

- 18) il controllo e la manutenzione di ogni impianto che possa determinare situazioni di pericolo per la sicurezza e la salute dei lavoratori;
- 19) la più idonea sistemazione delle aree di stoccaggio e di deposito;
- 20) rilasciare dichiarazione al Committente di aver sottoposto tutti i lavoratori presenti in cantiere a sorveglianza sanitaria secondo quanto previsto dalla normativa vigente e/o qualora le condizioni di lavoro lo richiedano;
- 21) fornire alle imprese subappaltanti e ai lavoratori autonomi presenti in cantiere:
 - a) adeguata documentazione, informazione e supporto tecnico-organizzativo;
 - b) le informazioni relative ai rischi derivanti dalle condizioni ambientali nelle immediate vicinanze del cantiere, dalle condizioni logistiche all'interno del cantiere, dalle lavorazioni da eseguire, dall'interferenza con altre imprese secondo quanto previsto dal Decreto n. 81 del 2008 e s.m.i.;
 - c) le informazioni relative all'utilizzo di attrezzature, apprestamenti, macchinari e dispositivi di protezione collettiva ed individuale;
- 22) organizzare il servizio di pronto soccorso, antincendio ed evacuazione dei lavoratori in funzione delle caratteristiche morfologiche, tecniche e procedurali del cantiere oggetto del presente Appalto;
- 23) affiggere e custodire in cantiere una copia della notifica preliminare;
- 24) fornire al Committente o al Responsabile dei Lavori i nominativi di tutte le imprese e i lavoratori autonomi ai quali intende affidarsi per l'esecuzione di particolari lavorazioni, previa verifica della loro idoneità tecnico-professionale;
- 25) la fedele esecuzione del progetto e degli ordini impartiti per quanto di competenza, dal direttore dei lavori, in conformità alle pattuizioni contrattuali, in modo che le opere eseguite risultino a tutti gli effetti collaudabili, esattamente conformi al progetto e a perfetta regola d'arte, richiedendo al direttore dei lavori tempestive disposizioni scritte per i particolari che eventualmente non risultassero da disegni, dal capitolato o dalla descrizione delle opere. In ogni caso l'appaltatore non deve dare corso all'esecuzione di aggiunte o varianti non ordinate per iscritto ai sensi dell'articolo 1659 del codice civile;
- 26) i movimenti di terra, il taglio degli alberi e ogni altro onere relativo alla formazione del cantiere attrezzato, in relazione alla entità dell'opera, con tutti i più moderni e perfezionati impianti per assicurare una perfetta e rapida esecuzione di tutte le opere prestabilite, ponteggi e palizzate, adeguatamente protetti, in adiacenza di proprietà pubbliche o private, la recinzione con solido steccato, nonché la pulizia, la manutenzione del cantiere stesso, l'inghiaimento e la sistemazione delle sue strade, in modo da rendere sicuri il transito e la circolazione dei veicoli e delle persone addette ai lavori tutti, ivi comprese le eventuali opere scorporate o affidate a terzi dallo stesso ente appaltante;
- 27) le necessarie operazioni di tracciamento delle opere sotto il controllo e secondo le indicazioni che le saranno date dalla Direzione dei Lavori, restando l'appaltatore obbligato alla conservazione degli elementi relativi per tutta la durata dei lavori. Riconstrandosi opere male eseguite per errore nei tracciamenti, l'appaltatore non potrà invocare a scarico della propria responsabilità le verifiche fatte dai funzionari della Stazione Appaltante e sarà obbligato ad eseguire a sue spese tutti i lavori che la Direzione dei Lavori ordinerà a proprio insindacabile giudizio per le necessarie correzioni qualunque ne sia l'estensione, compresa anche la totale demolizione e ricostruzione delle opere;
- 28) l'installazione delle attrezzature ed impianti necessari ed atti, in rapporto all'entità dell'opera, ad assicurare la migliore esecuzione ed il normale ed ininterrotto svolgimento dei lavori;
- 29) l'apprestamento delle opere provvisorie quali ponteggi, impalcature, assiti, steccati,

- armature, centinature, cassetture, ecc. compresi spostamenti, sfridi, mantenimenti e smontaggi a fine lavori. Le incastellature, le impalcature e le costruzioni provvisorie in genere, se prospettanti all'esterno del cantiere o aggettanti su spazi pubblici o privati, dovranno essere idoneamente schermate. Tra le opere in argomento è compresa un'adeguata illuminazione del cantiere;
- 30) la conservazione delle vie e dei passaggi che venissero intersecati o comunque interessati con l'esecuzione dei lavori, provvedendo all'uopo con opere provvisorie e provvedendo altresì alle necessarie segnalazioni diurne e notturne;
 - 31) l'adozione di tutti i provvedimenti e le cautele necessarie a garantire l'incolumità delle persone e cose circolanti sulla viabilità ordinaria in relazione alla segnalazione del cantiere, restando a carico dell'appaltatore l'onere della segnaletica prevista dal vigente codice della strada;
 - 32) la guardia e la sorveglianza sia di giorno che di notte, con il personale necessario, del cantiere e di tutti i materiali in esso esistenti, nonché di tutte le cose della Stazione Appaltante che saranno consegnate all'Appaltatore. Tale vigilanza si intende estesa anche ai periodi di sospensione lavori ed al periodo intercorrente tra l'ultimazione ed il collaudo, salvo non sia avvenuta la consegna delle opere alla Stazione Appaltante;
 - 33) la fornitura di locali uso ufficio, idoneamente rifiniti, forniti dei servizi necessari ed arredati, per la permanenza ed il lavoro di ufficio del personale della Direzione Lavori. I locali saranno realizzati nel cantiere od in luogo prossimo, stabilito od accettato dalla Direzione, la quale disporrà anche il numero degli stessi e le attrezzature in dotazione. Saranno inoltre idoneamente allacciati alle normali utenze (luce, acqua, telefono) facendosi carico all'Appaltatore di tutte le spese di allacciamento, di uso e di manutenzione;
 - 34) la fornitura di locali e strutture di servizio per gli operai quali tettoie, ricoveri, spogliatoi e la fornitura di servizi igienico-sanitari in numero adeguato;
 - 35) le spese, i contributi, i diritti, i lavori, le forniture e le prestazioni occorrenti per gli allacciamenti provvisori di acqua, energia elettrica, gas e fognatura, necessari per il funzionamento del cantiere e per l'esecuzione dei lavori, nonché le spese per le utenze e i consumi dipendenti dai predetti servizi; l'appaltatore si obbliga a concedere, con il solo rimborso delle spese vive, l'uso dei predetti servizi alle altre ditte che eseguono forniture o lavori per conto della Stazione appaltante, sempre nel rispetto delle esigenze e delle misure di sicurezza.
 - 36) le eventuali spese derivanti da oneri di trasporto e smaltimento a discarica per i materiali provenienti dagli scavi e demolizioni di cantiere;
 - 37) la fornitura di tutti i necessari canneggianti, attrezzi e strumenti per rilievi, tracciamenti, misurazioni e saggi relativi alle operazioni di consegna, verifica, contabilità e collaudazione dei lavori;
 - 38) le pratiche presso Amministrazioni ed Enti per permessi, licenze, concessioni ed autorizzazioni per opere di presidio, occupazioni temporanee di aree che non siano nella proprietà o disponibilità della Stazione Appaltante, interruzioni provvisorie di pubblici servizi, attraversamenti, passi carrabili, cautelamenti, trasporti speciali, nonché le spese ad esse relative per tasse, diritti, indennità, canoni, cauzioni, ecc. In difetto rimane ad esclusivo carico dell'Appaltatore ogni eventuale multa o contravvenzione nonché il risarcimento degli eventuali danni;
 - 39) la redazione, a propria cura e spese, da parte di tecnici abilitati, e il deposito, prima dell'esecuzione dei lavori, presso la stazione appaltante ed i competenti uffici, degli elaborati tecnici esecutivi relativi alle strutture isolate o meno realizzate con elementi generalmente prefabbricati necessari all'esecuzione dell'intervento, che in ragione della loro specificità e particolarità legata alla modalità di esecuzione della ditta fornitrice dello specifico modello e tipo non sono stati oggetto di progettazione

- esecutiva e strutturale (a titolo esemplificativo e non esaustivo: scale metalliche di sicurezza, solai, parapetti, opere provvisorie ecc.);
- 40) il risarcimento dei danni che in dipendenza del modo di esecuzione dei lavori venissero arrecati a proprietà pubbliche e private od a persone, restando liberi ad indenni la Stazione Appaltante ed il suo personale;
 - 41) l'esecuzione e le spese per prelievi e campionature di lavori, materiali e forniture che venissero richiesti dalla Direzione Lavori;
 - 42) la preventiva campionatura di componenti, materiali, impianti, arredi e accessori, accompagnata dalla documentazione tecnica, da eventuali grafici illustrativi e, ove richiesto dalla Direzione Lavori, da calcoli giustificativi atti ad individuarne caratteristiche e prestazioni e la loro conformità alle norme di accettazione, ai fini dell'approvazione da parte della Direzione dei Lavori. L'Appaltatore dovrà provvedervi, a propria iniziativa o su richiesta della Direzione Lavori, prima dell'inizio della fornitura, senza che ciò dia titolo a compensi particolari. I campioni e le relative documentazioni accettati dal Direttore dei Lavori dovranno essere conservati fino a collaudo nei locali messi a disposizione della Stazione Appaltante da parte dell'Appaltatore;
 - 43) l'approntamento di un laboratorio di cantiere, fisso o mobile e con le necessarie attrezzature, che l'Amministrazione ritenesse di istituire, nonché le spese per il personale addetto;
 - 44) l'esecuzione di esperienze ed analisi (come anche verifiche, assaggi, ecc.) e relative spese che venissero in ogni tempo ordinate dalla Direzione Lavori, presso il laboratorio di cantiere o presso gli Istituti autorizzati, sui materiali e forniture da impiegare od impiegati o sulle opere, in corrispettivo a quanto prescritto nella normativa di accettazione o di esecuzione;
 - 45) la conservazione dei campioni fino al collaudo, muniti di sigilli controfirmati dalla Direzione e dell'Appaltatore, nei modi più adatti a garantirne l'autenticità, in idonei locali o negli uffici direttivi;
 - 46) il ricevimento dei materiali e forniture escluse dall'appalto nonché il loro scarico, la sistemazione nei luoghi di deposito all'interno del cantiere, la conservazione e la custodia, garantendo a propria cura e spese e con piena responsabilità il perfetto espletamento di tali operazioni;
 - 47) la riparazione dei danni che per cause dipendenti o per negligenza dell'Appaltatore fossero apportati ai materiali forniti ed ai lavori compiuti da altre ditte;
 - 48) l'autorizzazione al libero accesso alla Direzione Lavori ed al personale di assistenza e sorveglianza, in qualsiasi momento, nei cantieri di lavori o di produzione dei materiali per le prove, i controlli, le misure e le verifiche previsti nel presente Capitolato;
 - 49) l'accesso al cantiere ed il libero passaggio nello stesso e nelle opere costruite od in costruzione alle persone addette di qualunque altra impresa alla quale siano stati affidati i lavori non compresi nel presente appalto, alle persone che eseguono dei lavori per conto diretto della Stazione Appaltante, nonché a richiesta della Direzione dei Lavori, l'uso parziale o totale a dette imprese o persone dei ponti di servizio, impalcature, costruzioni provvisorie e degli apparecchi di sollevamento per tutto il tempo occorrente all'esecuzione dei lavori che la Stazione Appaltante intenderà eseguire direttamente ovvero a mezzo di altre ditte dalle quali, come la Stazione Appaltante, l'appaltatore non potrà pretendere compensi di sorta;
 - 50) la pulizia quotidiana del cantiere, col personale necessario, anche se occorre per sgombrare materiali di rifiuto lasciati da altre ditte o maestranze;
 - 51) la forniture di fotografie, e relativi negativi o file jpeg, nel formato, numero e frequenza prescritti dalla Direzione Lavori e comunque non inferiori a quattro per ogni stato d'avanzamento, nel formato 18x24;

- 52) l'assunzione di un Direttore di cantiere, come previsto all'art. 13 ove l'Appaltatore non ne abbia il titolo, nella persona di un tecnico professionalmente abilitato, regolarmente iscritto all'Albo di categoria, e di competenza professionale estesa ai lavori da dirigere. Al tecnico dovrà essere conferito il mandato con atto pubblico. Detto atto dovrà essere depositato presso l'Amministrazione committente che provvede a dare comunicazione alla Direzione Lavori (secondo quanto previsto all'art.4 del D.M. 145 del 19/04/2000);
- 53) le prove di carico e le verifiche delle varie strutture (pali di fondazione, travi, solette, mensole, rampe, parapetti, ecc.) che venissero ordinati dalla Direzione o dal Collaudatore, nonché l'apprestamento di quanto occorrente (materiali, mezzi d'opera, opere provvisoriale, operai e strumenti) per l'esecuzione di tali prove e verifiche;
- 54) l'osservanza delle norme di polizia stradale, di quelle di polizia mineraria (D.P.R. 128/1959), nonché di tutte le prescrizioni, leggi e regolamenti in vigore per l'uso di mine, ove tale uso sia consentito;
- 55) lo sgombero e la pulizia del cantiere, con la rimozione di tutti i materiali residuali, i mezzi d'opera, le attrezzature e gli impianti esistenti nonché con la perfetta pulizia di ogni parte e di ogni particolare delle opere;
- 56) le spese per le operazioni di collaudi tecnici prescritti dall'Amministrazione per le strutture e gli impianti, solo escluso l'onorario per i collaudatori;
- 57) le spese di collaudazione per tutte le indagini, prove e controlli che il Collaudatore o i Collaudatori riterranno opportuno disporre, a loro insindacabile giudizio, e per gli eventuali ripristini. Il Direttore dei Lavori o l'organo di collaudo possono disporre prove o analisi ulteriori rispetto a quelle previste dalla legge o dal capitolato speciale d'appalto finalizzate a stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti e ritenute necessarie dalla stazione appaltante, sulla base di adeguata motivazione, con spese a carico dell'impresa affidataria;
- 58) l'esecuzione, presso gli Istituti autorizzati, di tutte le prove che verranno ordinate dalla direzione lavori, sui materiali e manufatti impiegati o da impiegarsi nella costruzione, compresa la confezione dei campioni e l'esecuzione di prove di carico che siano ordinate dalla stessa direzione lavori su tutte le opere in calcestruzzo semplice o armato e qualsiasi altra struttura portante, nonché prove di tenuta per le tubazioni; in particolare è fatto obbligo di effettuare almeno un prelievo di calcestruzzo per ogni giorno di getto, datato e conservato;
- 59) Il divieto di pubblicare o autorizzare a pubblicare notizie, disegni o fotografie delle opere oggetto dell'appalto, salvo esplicita autorizzazione scritta dalla Direzione Lavori;
- 60) la produzione, ad ultimazione dei lavori, alla Direzione, di una planimetria, in triplice copia, con l'ubicazione e le dimensioni esatte delle opere realizzate, nonché con le indicazioni esatte dei percorsi delle eventuali tubazioni (fognature-elettriche-idriche, ecc.....);
- 61) l'assunzione in proprio, tenendone indenne la Stazione appaltante, di ogni responsabilità risarcitoria e delle obbligazioni relative comunque connesse all'esecuzione delle prestazioni dell'impresa a termini di contratto;
- 62) le responsabilità sulla non rispondenza degli elementi eseguiti rispetto a quelli progettati o previsti dal capitolato;
- 63) la consegna, prima della smobilitazione del cantiere, di un certo quantitativo di materiale usato, per le finalità di eventuali successivi ricambi omogenei, previsto dal capitolato speciale o precisato da parte della direzione lavori con ordine di servizio e che viene liquidato in base al solo costo del materiale;
- 64) l'idonea protezione dei materiali impiegati e messi in opera a prevenzione di danni di qualsiasi natura e causa, nonché la rimozione di dette protezioni a richiesta della

- direzione lavori; nel caso di sospensione dei lavori deve essere adottato ogni provvedimento necessario ad evitare deterioramenti di qualsiasi genere e per qualsiasi causa alle opere eseguite, restando a carico dell'appaltatore l'obbligo di risarcimento degli eventuali danni conseguenti al mancato od insufficiente rispetto della presente norma; l'appaltatore ha l'onere della messa in sicurezza e riapprestamento del cantiere causati da sospensioni lavori legittime nonché ogni eventuale altra ipotesi di sospensione lavori individuata dal presente capitolato;
- 65) il mantenimento, fino all'emissione del certificato di collaudo, della continuità degli scoli delle acque e del transito sugli spazi, pubblici e privati, adiacenti le opere da eseguire;
 - 66) il ricevimento, lo scarico e il trasporto nei luoghi di deposito o nei punti di impiego secondo le disposizioni della direzione lavori, comunque all'interno del cantiere, dei materiali e dei manufatti esclusi dal presente appalto e approvvigionati o eseguiti da altre ditte per conto dell'ente appaltante e per i quali competono a termini di contratto all'appaltatore le assistenze alla posa in opera; i danni che per cause dipendenti dall'appaltatore fossero apportati ai materiali e manufatti suddetti devono essere ripristinati a carico dello stesso appaltatore;
 - 67) la concessione, su richiesta della direzione lavori, a qualunque altra impresa alla quale siano affidati lavori non compresi nel presente appalto, l'uso parziale o totale dei ponteggi di servizio, delle impalcature, delle costruzioni provvisorie e degli apparecchi di sollevamento per tutto il tempo necessario all'esecuzione dei lavori che l'ente appaltante intenderà eseguire direttamente ovvero a mezzo di altre ditte dalle quali, come dall'ente appaltante, l'impresa non potrà pretendere compensi di sorta, tranne che per l'impiego di personale addetto ad impianti di sollevamento; il tutto compatibilmente con le esigenze e le misure di sicurezza;
 - 68) l'esecuzione di un'opera campione delle singole categorie di lavoro ogni volta che questo sia previsto specificatamente dal capitolato speciale o sia richiesto dalla direzione dei lavori, per ottenere il relativo nullaosta alla realizzazione delle opere simili;
 - 69) la fornitura e manutenzione dei cartelli di avviso, di fanali di segnalazione notturna nei punti prescritti e di quanto altro indicato dalle disposizioni vigenti a scopo di sicurezza;
 - 70) l'adozione, nel compimento di tutti i lavori, dei procedimenti e delle cautele necessarie a garantire l'incolumità degli operai, delle persone addette ai lavori stessi e dei terzi, nonché ad evitare danni ai beni pubblici e privati, osservando le disposizioni contenute nelle vigenti norme in materia di prevenzione infortuni; con ogni più ampia responsabilità in caso di infortuni a carico dell'appaltatore, restandone sollevati la Stazione appaltante, nonché il personale preposto alla direzione e sorveglianza dei lavori;
 - 71) l'obbligo di munire il proprio personale di apposita tessera di riconoscimento, come prescritto dall'art. 26, comma 8, D.Lgs. n. 81 del 09/04/2008 e dalla legge 136/2010;
 - 72) l'onere dello smaltimento dei rifiuti prodotti a seguito dell'esecuzione dei lavori in contratto, in quanto gli stessi si intendono di proprietà della ditta esecutrice;
 - 73) l'assicurazione contro gli incendi di tutte le opere e del cantiere dall'inizio dei lavori fino al collaudo finale, comprendendo nel valore assicurato anche le opere eseguite da altre ditte; l'assicurazione contro tali rischi dovrà farsi con polizza intestata alla Stazione Appaltante, di cui all'art. 47;
 - 74) l'esecuzione di eventuali carotaggi – nel numero richiesto – per la verifica dello spessore degli strati posti in opera, previa semplice richiesta da parte del Direttore dei lavori;

- 75) la fornitura di cartelli indicatori e la relativa installazione, entro cinque giorni dalla consegna dei lavori, secondo le modalità e con le caratteristiche di cui al Capitolato speciale d'appalto;
- 76) i frazionamenti delle aree oggetto di esproprio secondo le modalità e tempistiche di cui al Capitolato speciale d'appalto;
2. Sono inoltre a carico dell'appaltatore senza diritto di rivalsa:
- a) le spese contrattuali;
 - b) le tasse e gli altri oneri per l'ottenimento di tutte le licenze tecniche occorrenti per l'esecuzione dei lavori e la messa in funzione degli impianti;
 - c) le tasse e gli altri oneri dovuti ad enti territoriali (occupazione temporanea di suolo pubblico, passi carrabili, permessi di scarico, canoni di conferimento a discarica ecc.) direttamente o indirettamente connessi alla gestione del cantiere e all'esecuzione dei lavori;
 - d) le spese, le imposte, i diritti di segreteria e le tasse relativi al perfezionamento e alla registrazione del contratto.
 - e) le spese di bollo per gli atti occorrenti per la gestione del lavoro, dalla consegna alla data di emissione del certificato di collaudo o del certificato di regolare esecuzione.
 - f) le maggiori somme dovute per atti aggiuntivi o risultanze contabili finali determinanti aggiornamenti o conguagli delle somme per spese contrattuali, imposte e tasse, trovando applicazione l'articolo 8 del capitolato generale;
 - g) le imposte e gli altri oneri, che, direttamente o indirettamente, gravano sui lavori e sulle forniture oggetto dell'appalto.
3. L'appaltatore è tenuto a richiedere, prima della realizzazione dei lavori, presso tutti i soggetti diversi dalla Stazione appaltante (ConSORZI, privati, Enti territoriali, ANAS, ENEL, ACAM, Telecom e altri eventuali) interessati direttamente o indirettamente ai lavori, tutti i permessi necessari e a seguire tutte le disposizioni emanate dai suddetti per quanto di competenza, in relazione all'esecuzione delle opere e alla conduzione del cantiere, con esclusione dei permessi e degli altri atti di assenso aventi natura definitiva e afferenti il lavoro pubblico in quanto tale.
4. L'appaltatore ha l'onere di provvedere tempestivamente a comunicare agli Enti erogatori dei servizi interessanti il cantiere e l'unità produttiva che lo ospita ogni notizia che possa influire sul servizio erogato dagli stessi o comportare danno o nocumento all'Ente erogatore, alla stazione appaltante od all'unità produttiva che ospita il cantiere stesso, in relazione alle attività di cantiere od in previsione ovvero conseguenza di queste. L'appaltatore ha l'onere di provvedere agli obblighi propri della stazione appaltante nei confronti degli Enti erogatori dei servizi interessanti il cantiere e l'unità produttiva che lo ospita, in relazione alle attività di cantiere od in previsione ovvero conseguenza di queste; in ciò comprendendo (a titolo esemplificativo e non esaustivo) le necessarie richieste, ricerche, comunicazioni, liquidazione di oneri. L'appaltatore dovrà farsi carico di provvedere tempestivamente a propria cura e spese a quanto necessario per l'installazione del cantiere nonché per l'esercizio delle attività di cantiere od in previsione ovvero conseguenza di queste.
5. Per quanto riguarda i sottoservizi interessanti il cantiere, le aree occupate e l'unità produttiva che lo ospita, l'appaltatore dovrà farsi carico di provvedere tempestivamente a propria cura e spese, in relazione alle attività di cantiere od in previsione ovvero conseguenza di queste:
- a) all'acquisizione delle informazioni relative
 - b) alle richieste formalmente necessarie
 - c) alla preventiva ricerca e restituzione grafica
 - d) alla comunicazione preventiva e successiva agli Enti proprietari/gestori
 - e) alla liquidazione degli eventuali importi dovuti agli Enti proprietari/gestori.

6. Ogni e qualsiasi danno o responsabilità che dovesse derivare dal mancato rispetto delle disposizioni di cui al presente articolo, sarà a carico esclusivamente dell'Appaltatore con esonero totale della stazione Appaltante.

7. L'Appaltatore è l'unico responsabile dell'esecuzione delle opere appaltate in conformità a quanto prescritto dalla normativa vigente in materia, della rispondenza di dette opere e parti di esse alle condizioni contrattuali, dei danni direttamente o indirettamente causati durante lo svolgimento dell'appalto.

8. Nel caso di inosservanza da parte dell'Appaltatore delle disposizioni di cui sopra, la Direzione dei Lavori, a suo insindacabile giudizio, potrà, previa diffida a mettersi in regola, sospendere i lavori restando l'Appaltatore tenuto a risarcire i danni direttamente o indirettamente derivati al Committente in conseguenza della sospensione.

9. L'Appaltatore ha diritto di muovere obiezioni agli ordini del Direttore dei Lavori, qualora possa dimostrarli contrastanti col buon esito tecnico e con l'economia della costruzione e di subordinare l'obbedienza alla espressa liberazione dalle conseguenti responsabilità, a meno che non sia presumibile un pericolo, nel qual caso ha diritto a rifiutare.

10. Qualora nella costruzione si verificano assestamenti, lesioni, difetti od altri inconvenienti, l'Appaltatore deve segnalarli immediatamente al Direttore dei Lavori e prestarsi agli accertamenti sperimentali necessari per riconoscere se egli abbia in qualche modo trasgredito le abituali buone regole di lavoro.

11. Per le opere escluse dall'Appalto, l'Appaltatore sarà tenuto ad eseguire:

- a) lo scarico in cantiere ed il trasporto a deposito, l'accatastamento, l'immagazzinamento e la custodia nell'ambito del cantiere dei materiali e manufatti siano essi approvvigionati dal Committente che dai fornitori da lui prescelti;
- b) il sollevamento ed il trasporto al luogo di impiego dei materiali e dei manufatti;
- c) in generale la fornitura di materiali e di mano d'opera edili ed il noleggio di attrezzature e macchine occorrenti per la posa in opera e per le assistenze murarie alle Ditte fornitrici.

12. Per le prestazioni di cui al comma precedente l'Appaltatore verrà compensato in economia.

13. Rimane espressamente convenuto che di tutti gli obblighi ed oneri sopra specificati, si è tenuto conto nello stabilire i prezzi offerti dei lavori e che quindi non spetterà altro compenso all'Appaltatore qualora il prezzo di appalto subisca aumenti o diminuzioni nei limiti stabiliti dal D. Lgs. 50/2016 e s.m.i. ed anche quando l'Amministrazione ordinasse modifiche le quali rendessero indispensabile una proroga del termine contrattuale.

Art. 33. OBBLIGHI SPECIALI A CARICO DELL'APPALTATORE

1. L'appaltatore è obbligato:

- a) ad intervenire alle misure, le quali possono comunque essere eseguite alla presenza di due testimoni qualora egli, invitato, non si presenti;
- b) a firmare i libretti delle misure, i brogliacci e gli eventuali disegni integrativi, sottopostigli dal direttore dei lavori, subito dopo la firma di questi;
- c) a consegnare al direttore lavori, con tempestività, le fatture relative alle lavorazioni e somministrazioni previste dal C.S.A. e ordinate dal direttore dei lavori che per la loro natura si giustificano mediante fattura;
- d) a consegnare al direttore dei lavori le note relative alle giornate di operai, di noli e di mezzi d'opera, nonché le altre provviste somministrate, nonché a firmare le relative liste settimanali sottopostegli dal direttore dei lavori.

2. L'appaltatore è obbligato ai tracciamenti e ai riconfinamenti, nonché alla conservazione dei termini di confine, così come consegnati dalla direzione lavori su supporto cartografico o magnetico informatico. L'appaltatore deve rimuovere gli eventuali picchetti e confini

esistenti nel minor numero possibile e limitatamente alle necessità di esecuzione dei lavori. Prima dell'ultimazione dei lavori stessi e comunque a semplice richiesta della direzione lavori, l'appaltatore deve ripristinare tutti i confini e i picchetti di segnalazione, nelle posizioni inizialmente consegnate dalla stessa direzione lavori.

3. L'appaltatore deve produrre alla direzione dei lavori un'adeguata documentazione fotografica relativa alle lavorazioni di particolare complessità, o non più ispezionabili o non più verificabili dopo la loro esecuzione ovvero a richiesta della direzione dei lavori. La documentazione fotografica, a colori e in formati riproducibili agevolmente, reca in modo automatico e non modificabile la data e l'ora nelle quali sono state fatte le relative riprese.

4. L'appaltatore dovrà inviare ogni comunicazione alla stazione appaltante a qualsiasi titolo denominata negli elaborati progettuali od atti amministrativi o norme di legge e regolamenti presso Provincia della Spezia, via V. Veneto 2 – Servizio Difesa del Suolo sito in via XXIV maggio 3, salvo che non sia specificatamente e diversamente detto nel bando di gara per quanto attiene agli atti di gara. Sempre in La Spezia, via V. Veneto 2 sono domiciliati tutti gli organi del procedimento della stazione appaltante, a titolo indicativo e non esaustivo: responsabile del procedimento, direttore dei lavori, responsabile dei lavori, direttore operativo, coordinatori della sicurezza, progettisti di ogni livello e specialità, assistenti ai suddetti ed ogni altro soggetto individuato da atti, elaborati, leggi e regolamenti.

5. L'appaltatore è reso edotto del fatto che può effettuare i lavori con la presenza contemporanea in cantiere di altre ditte e questo fatto non può essere oggetto di riserva, né essere motivo di richieste di maggiori compensi, né giustificare maggiori oneri a carico dell'appaltatore, intendendosi compreso nel prezzo d'appalto ogni onere relativo.

6. Ai sensi dell'art. 27, c. 1, D.M. 145/2000, l'appaltatore può ordinare ai propri dipendenti di lavorare oltre il normale orario giornaliero, o di notte, ove consentito dagli accordi sindacali di lavoro, dandone preventiva comunicazione al direttore dei lavori. Il direttore dei lavori può vietare l'esercizio di tale facoltà qualora ricorrano motivati impedimenti di ordine tecnico o organizzativo. In ogni caso l'appaltatore non ha diritto ad alcun compenso oltre i prezzi contrattuali.

Art. 34. PROPRIETÀ DEI MATERIALI

1. I materiali provenienti dalle escavazioni e dalle demolizioni sono di proprietà della Stazione appaltante.

2. In attuazione dell'articolo 36 del capitolato generale d'appalto i materiali suddetti devono essere trasportati e regolarmente accatastati, secondo le indicazioni del presente atto, del capitolato speciale o le disposizioni del direttore dei lavori, a cura e spese dell'appaltatore, intendendosi quest'ultimo compensato degli oneri di trasporto e di accatastamento con i corrispettivi contrattuali previsti.

3. Al rinvenimento di oggetti di valore, beni o frammenti o ogni altro elemento diverso dai materiali di scavo e di demolizione, o per i beni provenienti da demolizione ma aventi valore scientifico, storico, artistico, archeologico o simili, si applica l'articolo 35 del capitolato generale d'appalto.

Art. 35. RESPONSABILITÀ VERSO TERZI

1. L'Appaltatore è responsabile dei danni, manomissioni, guasti che possono derivare dai suoi lavori e dal suo personale ad opere e persone anche non di sua pertinenza nei confronti del cliente e di terzi.

2. L'Appaltatore deve adottare tutti gli accorgimenti necessari per garantire l'incolumità delle persone addette ai lavori e di terzi e per evitare danni ai beni pubblici e privati.

3. In caso di infortuni/danni ogni responsabilità civile e penale ricadrà sullo stesso e non sul Committente o sul responsabile dei lavori o sul personale addetto alla Direzione Lavori e sorveglianza.

Art. 36. ESSENZIALITÀ DI TERMINI E COMMINATORIE

1. I termini e le comminatorie contenuti nello schema di contratto, nel C.S.A. e nel Capitolato generale operano in pieno diritto, senza obbligo per l'Ente appaltante della costituzione in mora dell'Appaltatore.

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

PARTE 1. DESCRIZIONE DELLE LAVORAZIONI

Capo 1. DISPOSIZIONI GENERALI

Art. 1. AMMONTARE DELL'APPALTO

1. L'importo complessivo dei lavori a base di appalto, contabilizzati a corpo, ammonta a Euro 830.576,92= (Euro ottocottrentamilaquattrocentosettantasei/92), che comprendono Euro 804.253,21= (Euro ottocottromiladuecentocinquantequattro/21) per lavori soggetti a ribasso d'asta ed Euro 26.323,71= (Euro ventiseimilatrecentoventitre/71) per costi della sicurezza non soggetti a ribasso d'asta, come definito nella tabella che segue, nella quale sono altresì indicati i gruppi di lavorazioni omogenee di cui al D.Lgs 50/2016 e s.m.i. e all'articolo 184 del regolamento generale:

N° ord	N° art	Designazione dei gruppi delle lavorazioni omogenee complessive dell'opera	parziali		totali	
			Importo	%	Importo	%
		A) <u>Movimenti di materie e demolizioni</u>	-	-	-	-
1	1	Asportazione di massiciata stradale, con o senza pavimentazione sovrastante	€ 14.899,50	1,85%		
2	2	Scavo di spianamento e livellamento o scortico per h media=20 cm	€ 383,46	0,05%		
3	3	Scavo di sbancamento eseguito in terreno di qualsiasi natura e consistenza	€ 415,52	0,05%		
4	4	Scavo di fondazione a sezione ristretta sino ad una profondità di m 4,00	€ 34.500,30	4,29%		
5	5	Trasporto alla pubblica discarica di materiali di risulta, fino a 5 km di distanza	€ 1.305,15	0,16%		
6	6	Trasporto alla pubblica discarica di materiali di risulta, sovrapp. fino a 10 km	€ 912,45	0,11%		
7	7	Trasporto alla pubblica discarica di materiali di risulta, sovrapp. da 10,01 km a 30 km	€ 2.356,20	0,29%		
8	8	Trasporto alla pubblica discarica di materiali di risulta, sovrapp. da 30,01 km a 50 km	€ 877,80	0,11%		
9	9	Oneri per conferimento in impianto autorizzato di terre e/o rocce da scavo	€ 5.982,90	0,74%		
10	10	Formazione di rilevato o riempimento su terreno già predisposto e drenato	€ 4.802,32	0,60%		
11	11	Formazione di rilevato o riempimento su terreno già predisposto e drenato	€ 7.894,09	0,98%		
12	12	Fornitura di geogriglia tessuta in poliestere alta tenacità con rivestimento PVC Res. a traz. longitudinale 50/60 kN/m	€ 4.647,38	0,58%		
13	13	Solo posa in opera di geogriglia per rinforzo terreni	€ 11.429,10	1,42%		
14	14	Provista e posa cassero di rete elettrosaldata per terra rinforzata, maglia	€ 5.166,30	0,64%		

		15x15cm				
15	15	Fornitura di stuoia antierosione biodegradabile	€ 3.476,16	0,43%		
16	16	Rivestimento di scarpate mediante stuoie antierosione e biodegradabili	€ 3.797,12	0,47%		
17	17	Fornitura franco cantiere di materiale avente caratteristiche meccaniche idonee	€ 4.939,90	0,61%		
18	18	Provvista e posa in opera di argilla per setto impermeabile	€ 9.399,74	1,17 %		
		Sommano i Movimenti di materie e demolizioni	€ 117.185,39	14,55%	€ 117.185,39	14,55%
		<u>B) Sovrastrutture stradali</u>	-	-	-	-
19	19	Formazione di sottofondo stradale con materiale di cava (tout-venant stabilizzato)	€ 5.364,55	0,67%		
20	20	Provvista e posa in opera di misto granulometrico prebitumato	€ 18.877,32	2,35%		
21	21	Provvista e posa in opera di tappeto in conglomerato bituminoso chiuso	€ 8.701,00	1,08%		
		Sommano le Sovrastrutture stradali	€ 32.942,87	4,10%	€ 32.942,87	4,10%
		<u>C) Opere a verde</u>	-	-	-	-
22	22	Rivestimento di scarpata arginale con strato spessore 20 e 40 cm di terra vegetale	€ 179,43	0,02%		
23	23	Realizzazione di idrosemina con sementi erbacee	€ 486,10	0,06%		
		Sommano le Opere a verde	€ 665,53	0,08%	€ 665,53	0,08%
		<u>D) Opere d'arte</u>	-	-	-	-
24	24	Calcestruzzo per usi non strutturali, classe di resistenza C8/10	€ 437,49	0,05%		
25	25	Calcestruzzo a prestazione garantita con classe di resistenza C32/40 classe di esposizione X C4	€ 117.895,15	14,66%		
26	26	Solo getto in opera di calcestruzzo semplice o armato per strutture di fondazione	€ 9.659,96	1,20%		
27	27	Solo getto in opera di calcestruzzo semplice o armato per strutture di elevazione	€ 16.796,13	2,09%		
28	28	Formazione di pozzetti d'ispezione gettato in opera da 2,41 m³ a 2,80 m³	€ 1.296,21	0,16%		
29	29	Formazione di pozzetti d'ispezione gettato in opera da 2,81 m³ a 3,20 m³	€ 2.953,13	0,37%		
30	30	Formazione di pozzetti d'ispezione gettato in opera da 4,41 m³ a 4,80 m³	€ 2.006,20	0,25%		
31	31	Formazione di pozzetti d'ispezione gettato in opera da 6,00 m³ a 6,40 m³	€ 15.179,53	1,89%		
32	34	Armature in acciaio per calcestruzzo armato ordinario B450, in barre ad aderenza migliorata	€ 57.071,32	7,10%		
33	35	Casseforme in legname per opere di fondazione e in elevazione	€ 61.124,35	7,60%		
34	36	Fornitura e posa di giunto di tenuta per getti in c.a. in opera, water stop in pvc	€ 2.784,41	0,35%		

35	37	Formazione di canalizzazione/galleria di servizio in c.a. con sezione tubolare quadrata gettata in opera	€ 47.132,19	5,86%		
		Sommano le Opere d'arte	€ 334.336,07	41,58%	€. 334.336,07	41,58%
		<u>E) Opere d'arte specialistiche</u>	-	-	-	-
36	32	Formazione di pali trivellati diam. 600 mm – classe resist C25/30, esposiz. XC2	€ 130.895,65	16,28%		
37	33	Armature in acciaio per calcestruzzo armato ordinario B450, in barre ad aderenza migliorata	€ 73.915,63	9,19%		
		Sommano le Opere d'arte specialistiche	€ 204.811,28	25,47%	€. 204.811,28	25,47%
		<u>F) Lavori diversi di finitura</u>	-	-	-	-
38	38	Fornitura posa in opera di tappeto sandwich flessibile per l'impermeabilizzazione contenente bentonite	€ 9.049,06	1,13%		
39	39	Rivestimento di murature in cls con pietrame proveniente da cava	€ 65.538,97	8,15%		
40	40	Fornitura di chiusino di ispezione per carreggiata stradale in ghisa lamellare	€ 3.304,00	0,41%		
41	41	Provvista e posa in opera di tubi circolari in c.a. turbo centrifugato con giunto a bicchiere armati con gabbia elettrosaldata	€ 13.820,04	1,72%		
42	42	Fornitura e posa di valvola a clapet in acciaio inox AISI 316 Ti a sezione rettangolare. Dimensioni sezione libera di deflusso 1200x1200 mm	€ 17.000,00	2,11%		
43	43	Fornitura e posa di valvola a clapet in acciaio inox AISI 316 Ti a sezione circolare. Diametro esterno tubazione di innesto 400 mm	€ 5.600,00	0,70%		
		Sommano i Lavori diversi di finitura	€ 114.312,07	14,22%	€. 114.312,07	14,22%
		IMPORTO TOTALE LAVORI SOGGETTI A RIBASSO D'ASTA			€. 804.253,21	100,00 %
					€. 26.323,71	
		IMPORTO TOTALE LAVORI A BASE DI APPALTO			€. 830.576,92	

2. L'importo contrattuale corrisponderà pertanto all'importo dei lavori come risultante dal ribasso offerto dall'aggiudicatario in sede di gara applicato all'importo dei lavori soggetto a ribasso d'asta indicato nella tabella di cui sopra, aumentato dell'importo relativo agli oneri per la sicurezza.

3. L'appaltatore dovrà formulare l'offerta esponendo i prezzi al netto dei costi relativi alla sicurezza, tenendo conto che il costo relativo all'attuazione delle misure di sicurezza non è soggetto al ribasso d'asta.

4. L'appaltatore dà atto che il corrispettivo è stato determinato sulla base degli elementi progettuali da lui a tal fine approfonditamente verificati e ritenuti validi.

5. I prezzi comprendono tutto quanto necessario a dare l'opera prevista completa e funzionante.

Art. 2. DEFINIZIONE CATEGORIE

1. I lavori del presente appalto sono classificati nella categoria prevalente riportata, con il relativo importo, nella tabella che segue, nella quale sono altresì riportate, con i relativi importi, le parti di lavoro appartenenti a categorie diverse da quella prevalente:

	<i>Lavori di</i>	<i>Categoria ex allegato A d.P.R. n. 34 del 2000</i>		<i>Euro</i>	<i>Incidenza % mano dopera</i>
1	Opere fluviali, di difesa, di sistemazione idraulica e di bonifica	Prevalente	OG8	€ 599.441,93	46,30%
2	Opere strutturali speciali	Scorporabile	OS21	€ 204.811,28	47,57%

	TOTALE COMPLESSIVO DEI LAVORI			€ 804.253,21	
--	--------------------------------------	--	--	---------------------	--

2. Considerato che i lavori di cui alla categoria OS21 (individuati al punto 2 della tabella sopra riportata) rientrano tra le opere per le quali sono necessari lavori o componenti di notevole contenuto tecnologico o di rilevante complessità tecnica di cui al Decreto 10.11.2016, n. 248, e che il relativo valore è superiore al dieci per cento dell'importo totale dei lavori, ai sensi dell'art. 89, comma 11, del D.Lgs. 50/2016 e s.m.i., non è ammesso l'avvalimento.

3. Per le opere di cui al comma precedente, ai sensi dell'art. 105, comma 5, del D.Lgs. 50/2016 e s.m.i., l'eventuale subappalto non può superare il trenta per cento dell'importo delle opere stesse e non può essere, senza ragioni obiettive, suddiviso.

4. Tale quota di subappalto non rientra nel computo del 30 per cento massimo consentito dall'art. 105, comma 2, terzo periodo, del D.Lgs. 50/2016 e s.m.i.

5. I lavori individuati al punto 2 della tabella sopra riportata possono essere realizzati dall'appaltatore solo se in possesso degli specifici requisiti di qualificazione per la relativa categoria; in caso contrario dovrà essere costituito un raggruppamento temporaneo di tipo verticale e detti lavori scorporabili dovranno essere assunti da uno dei mandanti.

Art. 3. CONDIZIONI DI APPALTO E PRESCRIZIONI AMBIENTALI

1. Nell'accettare i lavori sopra designati l'Appaltatore dichiara:

- a) di avere, direttamente o con delega a personale dipendente, esaminato tutti gli elaborati progettuali, compreso, in particolare, il computo metrico-estimativo;
- b) di essersi recati sul luogo di esecuzione dei lavori ed avere preso conoscenza delle condizioni locali, della viabilità di accesso, nonché degli impianti relativi;
- c) di aver verificato le capacità e le disponibilità, compatibili con i tempi di esecuzione previsti, delle cave eventualmente necessarie e le condizioni di operabilità delle stesse per la durata e l'entità dei lavori, delle discariche autorizzate e le condizioni imposte dagli organi competenti, nonché di tutte le circostanze generali e particolari suscettibili di influire sulla determinazione dei prezzi, sulle condizioni contrattuali e sull'esecuzione dei lavori;
- d) di aver giudicato i lavori stessi realizzabili, gli elaborati progettuali adeguati ed i prezzi nel loro complesso remunerativi e tali da consentire il ribasso offerto;

- e) di avere effettuato una verifica della disponibilità della mano d'opera necessaria per l'esecuzione dei lavori nonché della disponibilità di attrezzature adeguate all'entità e alla tipologia e categoria dei lavori in appalto e in correlazione anche ai tempi previsti per la durata dei lavori che sono quindi ritenuti congrui;
 - f) di aver letto lo schema di contratto, nonché il C.S.A., di aver preso visione degli elaborati di progetto e di accettare tutte le condizioni in tali atti contenute, giudicando che in base agli elaborati ed i controlli in loco, l'opera è immediatamente realizzabile senza necessità di integrazioni o varianti;
 - g) di aver valutato, nel formulare l'offerta, tutte le circostanze ed elementi che influiscono tanto sul costo dei materiali, quanto sul costo della mano d'opera, dei noli e dei trasporti;
 - h) di conoscere tutte le spese e gli obblighi generali a carico dell'appaltatore previste da legge e dal presente atto;
 - i) di aver giudicato equo e remunerativo l'onere per la sicurezza determinato in progetto ai sensi del D.Lgs. 81/2008.
2. L'appaltatore non potrà quindi eccepire durante l'esecuzione dei lavori, la mancata conoscenza di condizioni o la sopravvenienza di elementi non valutati o non considerati, tranne che tali nuovi elementi si configurino come cause di forza maggiore contemplate dal Codice Civile (e non escluse da altre norme dello schema di contratto o del Capitolato) o che si riferiscano a condizioni soggette a revisioni.
3. Con l'accettazione dei lavori l'Appaltatore dichiara implicitamente di avere mezzi tecnici e finanziari per procedere all'esecuzione degli stessi secondo i migliori precetti dell'arte e con i più aggiornati sistemi costruttivi.
4. Nell'esecuzione di tutte le lavorazioni, le opere, le forniture, i componenti, anche relativamente a sistemi e subsistemi di impianti tecnologici oggetto dell'appalto, devono essere rispettate tutte le prescrizioni di legge e di regolamento in materia di qualità, provenienza e accettazione dei materiali e componenti nonché, per quanto concerne la descrizione, i requisiti di prestazione e le modalità di esecuzione di ogni categoria di lavoro, tutte le indicazioni contenute o richiamate contrattualmente nel presente capitolato speciale di appalto, negli elaborati grafici del progetto esecutivo e nella descrizione delle singole voci allegata allo stesso capitolato.
5. L'appaltatore è tenuto al rispetto dell'ambiente.

Art. 4. PERSONALE DELL'APPALTATORE

1. Il personale destinato ai lavori dovrà essere, per numero e qualità, adeguato all'importanza dei lavori da eseguire ed ai termini di consegna stabiliti o concordati con la Direzione dei Lavori anche in relazione a quanto indicato dal programma dei lavori integrato. Dovrà pertanto essere formato e informato in materia di approntamento di opere, di presidi di prevenzione e protezione e in materia di salute e igiene del lavoro.
2. L'inosservanza delle predette condizioni costituisce per l'Appaltatore responsabilità, sia in via penale che civile, dei danni che per effetto dell'inosservanza stessa dovessero derivare al personale, a terzi ed agli impianti di cantiere.
3. L'Appaltatore dovrà inoltre osservare le norme e le prescrizioni delle leggi e dei regolamenti vigenti sull'assunzione, tutela, protezione ed assistenza dei lavoratori impegnati sul cantiere, comunicando, non oltre 15 giorni dall'inizio dei lavori, gli estremi della propria iscrizione agli Istituti previdenziali ed assicurativi.
4. Tutti i dipendenti dell'Appaltatore sono tenuti ad osservare:
- a) i regolamenti in vigore in cantiere;
 - b) le norme antinfortunistiche proprie del lavoro in esecuzione e quelle particolari vigenti in cantiere.
5. Tutti i dipendenti e/o collaboratori dell'Appaltatore saranno formati, addestrati e informati

alle mansioni disposte, in funzione della figura, e con riferimento alle attrezzature ed alle macchine di cui sono operatori, a cura ed onere dell'Appaltatore medesimo.

6. L'inosservanza delle predette condizioni costituisce per l'Appaltatore responsabilità, sia in via penale che civile, dei danni che per effetto dell'inosservanza stessa dovessero derivare al personale, a terzi ed agli impianti di cantiere.

Art. 5. ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI

1. L'appaltatore si impegna a sviluppare lavori secondo il programma definito all'articolo 12 dello schema di contratto.

2. I tempi di esecuzione o di compimento dei lavori previsti nel programma saranno verificati dal Direttore dei Lavori.

3. Al riguardo l'appaltatore si impegna, altresì, a rispettare le variazioni che la D.L. si riserva di apportare successivamente, al fine di assicurare un processo esecutivo compatibile con i tempi a disposizione, in particolare potranno essere imposti più turni giornalieri di lavori, al fine di rispettare la progressione prevista dall'appaltatore nel programma citato, ovvero per garantire il completamento dell'opera negli inderogabili tempi previsti.

4. La Direzione lavori si riserva il diritto di stabilire l'esecuzione di un determinato lavoro entro congruo termine perentorio e/o di disporre l'ordine di esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più conveniente, specialmente in relazione alle esigenze dipendenti dall'esecuzione di opere e dalla consegna di forniture escluse dall'appalto, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi.

5. Sarà compito della Direzione Lavori pretendere la massima continuità nell'esecuzione dei lavori compatibilmente con il programma contrattuale. In ogni caso dovranno essere rispettate le disposizioni che verranno date al riguardo dalla Direzione Lavori.

6. Sarà cura dell'Appaltatore di condurre i lavori in modo non solo da non interrompere, ma anche solamente da non ostacolare o rendere meno sicura l'accessibilità alle proprietà circostanti, con o senza carico, con o senza veicoli od animali, provvedendo se del caso, con rampe, ponticelli o gradinate provvisorie di sicura praticabilità ed a tutte cure e spese dell'Appaltatore.

Art. 6. PRESCRIZIONI RELATIVE AI LAVORI IN GENERE

1. Tutti i lavori in genere dovranno essere eseguiti secondo le norme di buona tecnica e saranno uniformati alle prescrizioni che, per ciascuna categoria, stabiliscono gli articoli del presente Capitolato ed i relativi prezzi di elenco, salvo quelle maggiori istruzioni che saranno fornite dalla Direzione Lavori in corso di esecuzione.

Art. 7. DISPOSIZIONI PER ASSICURARE LA VIABILITÀ

1. E' vietato all'Impresa di chiudere, per l'esecuzione dei lavori, il transito nelle vie e strade senza la preventiva autorizzazione scritta dell'Ufficio Tecnico dell'Ente proprietario. La suddetta autorizzazione, che verrà concessa in tutti i casi in cui sia impossibile eseguire una lavorazione continua e si debba quindi ricorrere a transito a senso alternato, dovrà indicare la durata della chiusura del transito nonché quelle modalità che per esse fossero necessarie.

2. In ogni altro caso dovrà la Ditta provvedere a sua cura e spese affinché sia sempre possibile il transito dei pedoni e l'accesso alle proprietà private prospicienti ed attigue al cantiere di lavoro.

3. Nell'esecuzione dei lavori dovrà l'Imprenditore lasciare liberi i passaggi e procurarne di nuovi a sue spese, con passerelle sicure e munite di barriere, dovrà provvedere a sue spese agli occorrenti ripari sia frontalmente che lateralmente agli scavi, collocandovi per la segnalazione dei lavori, un numero sufficiente di targhe regolamentari e di lanterne che

staranno accese durante l'intera notte. Le chiusure temporanee dei pozzi di servizio dovranno essere fatte robustamente in modo da dare le più ampie garanzie di sicurezza ed in particolare non dovranno essere apribili da estranei.

4. Analogamente dovrà provvedersi alla segnalazione e vigilanza dei chiusini aperti temporaneamente. I segnali di preavviso dei lavori in corso dovranno essere, di regola, installati ai margini della strada, 100 metri prima dell'inizio della zona manomessa, saranno del tipo internazionale per segnale di pericolo generico.

5. I cavalletti di sbarramento della zona di suolo pubblico manomesso dovranno essere di due tipi:

- a) 1° tipo - altezza m 1,20; lunghezza m 1,50; coloritura a fasce inclinate bianche e rosse di cm 21 di larghezza con catarifrangenti.
- b) 2° tipo - altezza m 1,20; lunghezza m 3,00; coloritura a fasce inclinate bianche e rosse della larghezza di cm 21 con catarifrangenti.

Sono assolutamente esclusi i cavalletti colorati in maniera diversa da quella sopra indicata.

6. L'Assuntore dovrà inoltre disporre un servizio di guardia nelle ore notturne e nei giorni festivi per assicurarsi che i segnali siano mantenuti in posto e le lanterne rimangano accese durante la notte.

7. Le prescrizioni suesposte non dispensano l'Appaltatore dall'adottare quelle maggiori misure di sicurezza che siano richieste dalla particolare posizione e natura dei lavori, o che siano prescritte nei Piani di Sicurezza, restando l'Appaltatore stesso responsabile verso i terzi dei danni eventualmente derivanti da segnalazioni carenti od inefficienti per qualsiasi motivo.

Art. 8. DISPOSIZIONE PER LIMITARE I DANNI AI FRUTTI PENDENTI

1. L'Appaltatore dovrà adottare tutte le misure necessarie per ridurre al minimo i danni ai frutti pendenti nelle aree occupate temporaneamente per l'esecuzione dei lavori, quali ad esempio l'adozione di mezzi di cantiere di dimensioni adeguate.

Art. 9. ESPROPRI E SERVITÙ

1. Risultano a carico dell'Appaltatore gli oneri derivanti dal perfezionamento dei procedimenti di occupazione e di espropriazione, consistenti nella fornitura di strumenti topografici, personale, mezzi d'opera per tracciamenti, rilievi, misurazioni e verifiche di ogni genere, nonché produzione di grafici, disegni da allegare alla relativa documentazione.

2. Ottenuto il possesso delle aree, l'Impresa provvederà alla picchettazione delle aree nonché alla verifica, prima di dare inizio ai lavori, dell'elenco delle zone da espropriare e della superficie di esproprio presunta per ogni Ditta esproprianda, mediante il rilievo planimetrico dell'area scorporanda, riferita ai caposaldi.

3. L'Impresa provvederà poi all'esecuzione dei frazionamenti corredati del computo delle superfici occupate, con la scomposizione in figure geometriche delle aree secondo i tipi prescritti dall'Agenzia del Territorio alla quale i frazionamenti stessi saranno presentati per l'approvazione e si farà carico delle spese relative.

4. I frazionamenti dovranno essere presentati dall'impresa all'Agenzia del Territorio entro 60 giorni dal Certificato di Ultimazione dei Lavori.

5. Il pagamento della rata di saldo è comunque subordinato all'avvenuta approvazione da parte dell'Agenzia del Territorio dei frazionamenti catastali presentati ai sensi del comma 4.

6. Nella definizione dei prezzi di elenco si è tenuto adeguatamente conto degli oneri derivanti dal rispetto delle prescrizioni di cui al presente articolo, per le quali l'Appaltatore non potrà pertanto richiedere maggiori compensi.

Art. 10. CARTELLO DI CANTIERE

1. L'appaltatore deve predisporre ed esporre, entro 5 (cinque) giorni dalla consegna dei lavori, in sito ben visibile indicato dalla Direzione Lavori, un numero adeguato all'estensione del cantiere di esemplari del cartello indicatore avente le caratteristiche stabilite con Delibera di Giunta Regionale n. 1148 del 11.10.2002 "Approvazione del cartello tipo di cantiere", curandone i necessari aggiornamenti periodici. 2. Per le eventuali caratteristiche non definite nella suddetta deliberazione, l'appaltatore dovrà attenersi alle disposizioni vigenti in materia. 3. Tanto i cartelli che le armature di sostegno dovranno essere eseguiti con materiali di adeguata resistenza e di decoroso aspetto e mantenuti in ottimo stato fino al collaudo dei lavori.

Art. 11. OPERE PROVVISORIALI

1. Le opere provvisorie occorrenti per dare finito a regola d'arte il lavoro nei tempi e secondo le modalità contrattuali saranno eseguite a cura e spese e su iniziativa dell'Impresa, intendendosi i relativi oneri compresi e compensati nei prezzi di elenco. 2. Fanno esplicitamente parte delle opere provvisorie le piste di cantiere. 3. Saranno pure a cura e spese dell'Impresa i lavori di smontaggio o demolizione delle opere provvisorie. 4. Nel caso si abbiano a verificare danni o molestie a terzi ed alle proprietà adiacenti alla zona dei lavori, l'Impresa è tenuta al ripristino delle opere danneggiate ed all'eventuale risarcimento dei danni, sollevando l'Amministrazione da ogni e qualsiasi responsabilità ed onere in merito.

Art. 12. NOLEGGI

Gli oneri di noleggio in genere dei macchinari utili per l'esecuzione dei lavori in appalto si intendono compresi nei prezzi unitari.

Art. 13. MEZZI D'OPERA

1. L'Impresa può utilizzare i mezzi d'opera che ritiene più idonei all'esecuzione del lavoro in ottemperanza a tutte le norme e condizioni stabilite nel presente Capitolato speciale.

Art. 14. AREE DA ADIBIRE A CANTIERE

1. Sono ad esclusivo carico dell'Amministrazione appaltante la richiesta e le conseguenziali pratiche per ottenere in concessione le aree che dovranno essere adibite a cantiere; spetta invece all'Impresa ottemperare scrupolosamente a tutte le prescrizioni, gli obblighi e gli oneri anche economici derivanti dalla concessione suddetta ed a quelle eventuali imposte stabilite dalle Autorità militari e dalle Amministrazioni statali, comunali, provinciali e regionali. Le aree medesime dovranno esclusivamente servire ad uso cantiere per i lavori appaltati e quindi non potranno, per nessuna circostanza, essere destinate, sia pure temporaneamente, ad altro uso. A lavori ultimati le aree avute in concessione dovranno essere consegnate dall'Impresa all'Autorità che le ha concesse in uso nelle stesse condizioni originarie. 2. L'Amministrazione Appaltante dei lavori potrà certificare, ove necessario, presso le competenti autorità che le aree di cantiere chieste dall'Impresa in concessione interessano l'esecuzione di opere pubbliche.

Art. 15. LIVELLO DI RIFERIMENTO DELLE OPERE ED INQUADRAMENTO PLANIMETRICO

1. Le quote indicate nel presente Capitolato Speciale e nei disegni di progetto si intendono riferite al livello del medio mare, determinabile sulla base delle quote dei capisaldi locali, ovvero ad altri caposaldi le cui monografie verranno verificate e fornite dalla Direzione Lavori all'atto della consegna dei lavori.
2. All'atto della consegna dei lavori, la Direzione Lavori indicherà all'Impresa i locali capisaldi da prendere come riferimento per le opere da eseguire.

Art. 16. TRACCIAMENTO DELLE OPERE

1. Ai sensi di quanto disposto dall'art. 32 dello Schema di contratto, resta a maggior chiarimento stabilito che il tracciamento delle opere sarà fatto dall'Impresa a suo totale onere e verificato dalla Direzione Lavori.
2. Prima di porre mano ai lavori di sterro e riporto, l'Impresa è obbligata ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti, in base alla larghezza dei rilevati, all'inclinazione delle scarpate, alla formazione delle cunette.
3. A suo tempo dovrà pure installare, nei tratti che indicherà la Direzione Lavori, le modine o garbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate, tanto degli sterri che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelle manomesse durante l'esecuzione dei lavori.
4. Qualora ai lavori in terra siano connesse opere murarie, l'Impresa dovrà procedere al tracciamento di esse, con l'obbligo della conservazione dei picchetti, ed eventualmente delle modine, come per i lavori in terra.
5. La Direzione Lavori potrà disporre integrazioni ai segnalamenti fissi predisposti dall'Impresa qualora, a suo insindacabile giudizio, le ritenga indispensabili alla corretta realizzazione dell'opera.
6. Per tali verifiche (come per ogni altro segnalamento, rilievo e scandaglio che la Direzione giudicasse utile nell'interesse del lavoro) l'Impresa sarà tenuta a somministrare, ad ogni richiesta ed a tutte sue spese, il materiale e la strumentazione necessari all'esecuzione.
7. L'Impresa dovrà altresì attenersi alle precise prescrizioni che saranno impartite dalla direzione lavori riguardo alla forma, dimensione e numero e qualità dei segnali.

Capo 2. DISPOSIZIONI IN MATERIA DI SICUREZZA - NORME DI SICUREZZA GENERALI

1. I lavori appaltati devono svolgersi nel pieno rispetto di tutte le norme vigenti in materia di prevenzione degli infortuni e igiene del lavoro e in ogni caso in condizione di permanente sicurezza e igiene.
2. L'appaltatore è altresì obbligato ad osservare scrupolosamente le disposizioni del vigente Regolamento Locale di Igiene, per quanto attiene la gestione del cantiere.
3. L'appaltatore predispone, per tempo e secondo quanto previsto dalle vigenti disposizioni, gli appositi piani per la riduzione del rumore, in relazione al personale e alle attrezzature utilizzate.
4. L'appaltatore non può iniziare o continuare i lavori qualora sia in difetto nell'applicazione di quanto stabilito nel presente articolo.

Art. 17. SICUREZZA SUL LUOGO DI LAVORO

1. L'appaltatore è obbligato a fornire alla Stazione appaltante, entro 30 giorni dall'aggiudicazione, l'indicazione dei contratti collettivi applicati ai lavoratori dipendenti e una dichiarazione in merito al rispetto degli obblighi assicurativi e previdenziali previsti dalle leggi e dai contratti in vigore.
2. L'appaltatore è obbligato ad osservare le misure generali di tutela di cui all'articolo 26 del D.Lgs n. 81 del 09/04/2008, nonché le disposizioni dello stesso decreto applicabili alle lavorazioni previste nel cantiere.

Art. 18. PIANO DI SICUREZZA E DI COORDINAMENTO

1. L'appaltatore è obbligato ad osservare scrupolosamente e senza riserve o eccezioni il piano di sicurezza e di coordinamento predisposto dal coordinatore per la sicurezza e messo a disposizione da parte della Stazione appaltante, ai sensi dell'articolo 10 del Decreto n. 81 del 2008.
2. L'obbligo di cui al comma 1 è esteso altresì alle eventuali modifiche e integrazioni approvate o accettate dal coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione.
3. L'appaltatore può presentare al coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione una o più proposte motivate di modificazione o di integrazione al piano di sicurezza e di coordinamento, nei seguenti casi:
 - a. per adeguarne i contenuti alle proprie tecnologie oppure quando ritenga di poter meglio garantire la sicurezza nel cantiere sulla base della propria esperienza, anche in seguito alla consultazione obbligatoria e preventiva dei rappresentanti per la sicurezza dei propri lavoratori o a rilievi da parte degli organi di vigilanza;
 - b. per garantire il rispetto delle norme per la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute dei lavoratori eventualmente disattese nel piano di sicurezza, anche in seguito a rilievi o prescrizioni degli organi di vigilanza.
4. L'appaltatore ha il diritto che il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione si pronunci tempestivamente, con atto motivato da annotare sulla documentazione di cantiere, sull'accoglimento o il rigetto delle proposte presentate; le decisioni del coordinatore sono vincolanti per l'appaltatore.
5. Qualora entro il termine di tre giorni lavorativi dalla presentazione delle proposte dell'appaltatore, prorogabile una sola volta di altri tre giorni lavorativi, il coordinatore per la sicurezza non si pronunci:
 - a. nei casi di cui al comma 3, lettera a), le proposte si intendono accolte;
 - b. nei casi di cui al comma 3, lettera b), le proposte si intendono rigettate.
6. Nei casi di cui al comma 3, lettera a), l'eventuale accoglimento delle modificazioni e

integrazioni non può in alcun modo giustificare variazioni o adeguamenti dei prezzi pattuiti, né maggiorazioni di alcun genere del corrispettivo.

7. Nei casi di cui al comma 3, lettera b), qualora l'eventuale accoglimento delle modificazioni e integrazioni comporti maggiori oneri a carico dell'impresa, e tale circostanza sia debitamente provata e documentata, trova applicazione la disciplina delle varianti.

Art. 19. PIANO OPERATIVO DI SICUREZZA

1. L'appaltatore, entro 30 giorni dall'aggiudicazione e comunque prima dell'inizio dei lavori, deve predisporre e consegnare al direttore dei lavori o, se nominato, al coordinatore per la sicurezza nella fase di esecuzione, un piano operativo di sicurezza per quanto attiene alle proprie scelte autonome e relative responsabilità nell'organizzazione del cantiere e nell'esecuzione dei lavori. Il piano operativo di sicurezza (art. 89, comma 1, lettera h, D.Lgs. 81/2008) comprende il documento di valutazione dei rischi di cui all'articolo 26, comma 3, e gli adempimenti di cui agli articoli 18 e 96 del D.Lgs. 09 Aprile 2008, n. 81, alle condizioni ivi disposte, con riferimento allo specifico cantiere e deve essere aggiornato ad ogni mutamento delle lavorazioni rispetto alle previsioni.

2. Il piano operativo di sicurezza costituisce piano complementare di dettaglio del piano di sicurezza e di coordinamento previsto dall'articolo 91, comma 1, lettera a) e dall'articolo 100, D.Lgs. n. 81 del 2008.

Art. 20. OSSERVANZA E ATTUAZIONE DEI PIANI DI SICUREZZA

1. L'appaltatore è obbligato ad osservare le misure generali di tutela di cui all'articolo 15, D.Lgs. n. 81 del 2008, con particolare riguardo alle circostanze e agli adempimenti descritti agli articoli 15, 17 e 18 del D.Lgs. n. 81 del 2008.

2. I piani di sicurezza devono essere redatti in conformità al D.Lgs. 81/2008 e s.m.i. e alla migliore letteratura tecnica in materia.

3. L'impresa esecutrice è obbligata a comunicare tempestivamente prima dell'inizio dei lavori e quindi periodicamente, a richiesta del committente o del coordinatore, l'iscrizione alla camera di commercio, industria, artigianato e agricoltura, l'indicazione dei contratti collettivi applicati ai lavoratori dipendenti e la dichiarazione circa l'assolvimento degli obblighi assicurativi e previdenziali. L'affidatario è tenuto a curare il coordinamento di tutte le imprese operanti nel cantiere, al fine di rendere gli specifici piani redatti dalle imprese subappaltatrici compatibili tra loro e coerenti con il piano presentato dall'appaltatore. In caso di associazione temporanea o di consorzio di imprese detto obbligo incombe all'impresa mandataria capogruppo. Il direttore tecnico di cantiere è responsabile del rispetto del piano da parte di tutte le imprese impegnate nell'esecuzione dei lavori.

4. Il piano di sicurezza e di coordinamento, ovvero il piano di sicurezza ai sensi del punto 3) dell'allegato XV al D.Lgs. 81/2008 e s.m.i. formano parte integrante del contratto di appalto. Le gravi o ripetute violazioni dei piani stessi da parte dell'appaltatore, comunque accertate, previa formale costituzione in mora dell'interessato, costituiscono causa di risoluzione del contratto.

Capo 3. MISURE ANTIMAFIA

Art. 21. TRACCIABILITA' DEI FLUSSI FINANZIARI

1. Per assicurare la tracciabilità dei flussi finanziari finalizzata a prevenire infiltrazioni criminali, gli appaltatori, i subappaltatori e i subcontraenti della filiera delle imprese nonché i concessionari di finanziamenti pubblici anche europei a qualsiasi titolo interessati ai lavori, ai servizi e alle forniture pubblici devono utilizzare uno o più conti correnti bancari o postali, accesi presso banche o presso la società Poste italiane Spa, dedicati, anche non in via esclusiva, fermo restando quanto previsto dal comma 5, alle commesse pubbliche. Tutti i movimenti finanziari relativi ai lavori, ai servizi e alle forniture pubblici nonché alla gestione dei finanziamenti di cui al primo periodo devono essere registrati sui conti correnti dedicati e, salvo quanto previsto al comma 3, devono essere effettuati esclusivamente tramite lo strumento del bonifico bancario o postale, ovvero con altri strumenti di pagamento idonei a consentire la piena tracciabilità delle operazioni.

2. I pagamenti destinati a dipendenti, consulenti e fornitori di beni e servizi rientranti tra le spese generali nonché quelli destinati alla provvista di immobilizzazioni tecniche sono eseguiti tramite conto corrente dedicato di cui al comma 1, anche con strumenti diversi dal bonifico bancario o postale purché idonei a garantire la piena tracciabilità delle operazioni per l'intero importo dovuto, anche se questo non è riferibile in via esclusiva alla realizzazione degli interventi di cui al medesimo comma 1.

3. I pagamenti in favore di enti previdenziali, assicurativi e istituzionali, nonché quelli in favore di gestori e fornitori di pubblici servizi, ovvero quelli riguardanti tributi, possono essere eseguiti anche con strumenti diversi dal bonifico bancario o postale, fermo restando l'obbligo di documentazione della spesa. Per le spese giornaliere, di importo inferiore o uguale a 1.500 euro, relative agli interventi di cui al comma 1, possono essere utilizzati sistemi diversi dal bonifico bancario o postale, fermi restando il divieto di impiego del contante e l'obbligo di documentazione della spesa. L'eventuale costituzione di un fondo cassa cui attingere per spese giornaliere, salvo l'obbligo di rendicontazione, deve essere effettuata tramite bonifico bancario o postale o altro strumento di pagamento idoneo a consentire la tracciabilità delle operazioni, in favore di uno o più dipendenti.

4. Ove per il pagamento di spese estranee ai lavori, ai servizi e alle forniture di cui al comma 1 sia necessario il ricorso a somme provenienti da conti correnti dedicati di cui al medesimo comma 1, questi ultimi possono essere successivamente reintegrati mediante bonifico bancario o postale, ovvero con altri strumenti di pagamento idonei a consentire la piena tracciabilità delle operazioni.

5. Ai fini della tracciabilità dei flussi finanziari, gli strumenti di pagamento devono riportare, in relazione a ciascuna transazione posta in essere dalla stazione appaltante e dagli altri soggetti di cui al comma 1, il codice identificativo di gara (CIG), attribuito dall'Autorità di vigilanza sui contratti pubblici di lavori, servizi e forniture su richiesta della stazione appaltante e, ove obbligatorio ai sensi dell'articolo 11 della legge 16 gennaio 2003, n. 3, il codice unico di progetto (CUP). In regime transitorio, sino all'adeguamento dei sistemi telematici delle banche e della società Poste italiane Spa, il CUP può essere inserito nello spazio destinato alla trascrizione della motivazione del pagamento.

6. I soggetti di cui al comma 1 comunicano alla stazione appaltante o all'amministrazione concedente gli estremi identificativi dei conti correnti dedicati di cui al medesimo comma 1 entro sette giorni dalla loro accensione o, nel caso di conti correnti già esistenti, dalla loro prima utilizzazione in operazioni finanziarie relative ad una commessa pubblica, nonché, nello stesso termine, le generalità e il codice fiscale delle persone delegate ad operare su di essi. Gli stessi soggetti provvedono, altresì, a comunicare ogni modifica relativa ai dati trasmessi.

7. La stazione appaltante, nei contratti sottoscritti con gli appaltatori relativi ai lavori, ai

servizi e alle forniture di cui al comma 1, inserisce, a pena di nullità assoluta, un'apposita clausola con la quale essi assumono gli obblighi di tracciabilità dei flussi finanziari di cui alla presente legge. L'appaltatore, il subappaltatore o il subcontraente che ha notizia dell'inadempimento della propria controparte agli obblighi di tracciabilità finanziaria di cui al presente articolo ne dà immediata comunicazione alla stazione appaltante e alla prefettura-ufficio territoriale del Governo della provincia ove ha sede la stazione appaltante o l'amministrazione concedente.

8. La stazione appaltante verifica che nei contratti sottoscritti con i subappaltatori e i subcontraenti della filiera delle imprese a qualsiasi titolo interessate ai lavori, ai servizi e alle forniture di cui al comma 1 sia inserita, a pena di nullità assoluta, un'apposita clausola con la quale ciascuno di essi assume gli obblighi di tracciabilità dei flussi finanziari di cui alla presente legge.

9. Il mancato utilizzo del bonifico bancario o postale ovvero degli altri strumenti idonei a consentire la piena tracciabilità delle operazioni costituisce causa di risoluzione del contratto.

Art. 22. CONTROLLO AUTOMEZZI ADIBITI A TRASPORTO DEI MATERIALI

Al fine di rendere facilmente individuabile la proprietà degli automezzi adibiti al trasporto dei materiali per l'attività dei cantieri, la bolla di consegna del materiale indica il numero di targa e il nominativo del proprietario degli automezzi medesimi.

Art. 23. IDENTIFICAZIONE DEGLI ADDETTI NEI CANTIERI

1. La tessera di riconoscimento di cui all'articolo 18, comma 1, lettera u), del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, deve contenere, oltre agli elementi ivi specificati, anche la data di assunzione e, in caso di subappalto, la relativa autorizzazione. Nel caso di lavoratori autonomi, la tessera di riconoscimento di cui all'articolo 21, comma 1, lettera c), del citato decreto legislativo n. 81 del 2008 deve contenere anche l'indicazione del committente.

PARTE 2. SPECIFICAZIONE DELLE PRESCRIZIONI TECNICHE

Capo 1. REQUISITI ACCETTAZIONE E COMPONENTI

Art. 24. QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI

Tutti i materiali dovranno corrispondere alle prescrizioni delle specifiche tecniche, essere della migliore qualità, ben lavorati e rispondenti perfettamente al servizio cui sono destinati e potranno essere messi in opera solamente dopo l'accettazione della Direzione lavori, previa campionatura.

I campioni dei materiali prescelti restano depositati presso gli uffici di cantiere in luogo indicato dalla D.L..

Tutti i materiali dovranno essere idonei all'ambiente in cui saranno installati e dovranno essere tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità, alle quali potranno essere esposti durante l'esercizio.

In mancanza di riferimenti si richiamano, per l'accettazione, le norme contenute nel "Capitolato generale d'Appalto per le opere di competenza del Ministero dei lavori pubblici" di cui al D.P.R. 19 aprile 2000, n. 145, purché le medesime non siano in contrasto con quelle riportate nel presente capitolato speciale, e si richiama altresì la normativa specifica vigente (leggi speciali, norme UNI, CEI, CNR, ICITE, DIN, ISO).

L'Impresa appaltatrice è obbligata a notificare in tempo utile alla Direzione dei lavori, ed in ogni caso 15 giorni prima dell'impiego, la provenienza dei materiali per il regolare prelevamento dei relativi campioni da sottoporsi, a spese dell'Impresa appaltatrice, alle prove e verifiche che la Direzione lavori ritenesse necessarie prima di accettarli. L'Appaltatore ha facoltà di assistere alle prove o di farsi rappresentare.

Per quanto riguarda la posa in opera di qualsiasi materiale, apparecchio o manufatto, essa consisterà in genere nel suo prelevamento dal luogo e deposito, nel suo trasporto in sito (intendendosi con ciò tanto il trasporto in piano o in pendenza, che il sollevamento in alto o la discesa in basso, il tutto eseguito con qualsiasi sussidio o mezzo meccanico, opera provvisoria, ecc.), nonché nel collocamento nel luogo esatto di destinazione, a qualunque altezza o profondità ed in qualsiasi posizione, ed in tutte le opere conseguenti.

In genere, se non indicato, il materiale occorrente proverrà da cave site in località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza purché le stesse siano rispondenti ai requisiti di cui ai seguenti Articoli.

La formazione del nuovo corpo arginale avverrà utilizzando materiale fornito dall'impresa, proveniente da cava, e/o da altri cantieri attraverso la procedura di recupero delle terre e rocce da scavo; diversamente, su insindacabile disposizione della Direzione lavori, utilizzando il materiale già depositato temporaneamente dall'Amministrazione in un'area demaniale individuata al Fg. 33 Mappali 134 – 135 – 386 del N.C.T. del Comune di Sarzana.

Resta sempre all'Impresa la piena responsabilità circa i materiali adoperati o forniti durante l'esecuzione dei lavori, essendo essa tenuta a controllare che tutti i materiali corrispondano alle caratteristiche prescritte e a quelle dei campioni esaminati, o fatti esaminare, dalla Direzione Lavori.

Inoltre, i materiali scelti, anche non univocamente specificati negli elaborati di gara, dovranno essere esenti da qualsiasi difetto qualitativo e di lavorazione.

Qualora la Direzione lavori denunci una qualsiasi provvista come non idonea all'impiego, l'Appaltatore dovrà sostituirla a proprie spese con altra che corrisponda alle qualità dovute.

La Direzione dei lavori potrà rifiutare in qualunque tempo anche i materiali che fossero deperiti dopo l'introduzione nel cantiere o che, per qualsiasi causa, non fossero conformi alle condizioni del contratto e l'Appaltatore dovrà tempestivamente rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese. Ove l'Appaltatore non effettuasse tale rimozione la Stazione

appaltante potrà provvedervi direttamente a spese dell'Appaltatore medesimo, a carico del quale resta anche qualsiasi danno che potrebbe derivare per effetto della rimozione eseguita d'autorità.

Qualora si accerti che i materiali accettati e posti in opera siano di cattiva qualità, si provvederà a norma dell'art. 18 del Capitolato generale.

L'accettazione in cantiere dei materiali e delle provviste in genere da parte della Direzione dei Lavori non pregiudica il diritto della Direzione stessa, in qualsiasi momento, anche dopo la posa in opera e fino ad avvenuto collaudo, di rifiutare i materiali e gli eventuali lavori eseguiti con essi, ove non venga riscontrata la piena rispondenza alle condizioni contrattuali o ai campioni; inoltre, nonostante l'accettazione del materiale e il superamento delle prove prescritte e/o richieste, l'Appaltatore rimane sempre unico garante e responsabile della riuscita dei lavori anche per quanto può dipendere dai materiali impiegati nella esecuzione dei lavori stessi.

Su richiesta della Direzione lavori, l'Appaltatore è inoltre obbligato, in ogni tempo, a prestarsi per sottoporre i materiali, da impiegare o già impiegati, alle prove regolamentari ed agli esperimenti speciali, per l'accertamento delle loro qualità, resistenza e caratteristiche, presso laboratori ufficiali, la fabbrica di origine o in cantiere.

In mancanza di una speciale normativa di legge o di Capitolato, oppure di una idonea organizzazione per l'esecuzione delle prove previste, è riservato alla Direzione lavori il diritto di dettare norme di prova alternative o complementari, e/o di chiedere l'intervento di Istituti autorizzati.

La Direzione dei lavori potrà disporre tutte le prove che riterrà necessarie per stabilire la idoneità dei materiali: le spese relative saranno a carico dell'Appaltatore. Come regola generale l'Appaltatore deve sempre attenersi nella esecuzione dei lavori alle migliori e più moderne regole d'arte, nonché alle prescrizioni particolari stabilite e/ o richiamate nel presente Capitolato e suoi allegati, nei disegni, nelle relazioni di progetto e nell'elenco prezzi unitari, intendendosi tutti gli oneri conseguenti compresi nei prezzi offerti.

Per tutte le opere, per le quali non siano prescritte speciali norme del presente Capitolato, l'Impresa dovrà seguire i migliori procedimenti indicati dalla tecnica più aggiornata, affinché le opere tutte vengano eseguite a perfetta regola d'arte con modalità esecutive pienamente rispondenti alle esigenze delle opere stesse ed alla loro destinazione.

Inoltre, nella loro esecuzione, in mancanza di particolari disposizioni, l'Appaltatore dovrà attenersi scrupolosamente alle disposizioni che verranno impartite all'atto esecutivo dalla Direzione dei lavori.

Tutte le spese per il prelevamento, la conservazione e l'inoltro dei campioni ai laboratori ufficiali, nonché le spese per il ripristino dei manufatti o impianti che si siano eventualmente dovuti manomettere, gli esami e le prove effettuate dai laboratori stessi, o in cantiere, sono a completo carico dell'Appaltatore, che dovrà assolverle direttamente.

Le prescrizioni dei commi precedenti non pregiudicano i diritti della Stazione appaltante in sede di collaudo.

Qualora, senza opposizione della Stazione appaltante o della Direzione dei lavori, l'Appaltatore, nel proprio interesse o di sua iniziativa, impiegasse materiali di dimensioni, consistenza e qualità superiori a quelle prescritte o una lavorazione più accurata, ciò non gli dà diritto ad aumento di prezzi, qualunque siano i vantaggi che possano derivare alla Stazione appaltante, ed il corrispettivo verrà accreditato come se i materiali avessero le dimensioni, le qualità ed il magistero stabiliti dal Contratto. Se invece sia ammessa dalla Stazione appaltante qualche scarsezza nelle dimensioni dei materiali, nella loro consistenza o qualità ovvero una minore lavorazione, la Direzione dei lavori, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio, può applicare una adeguata riduzione di prezzo in sede di contabilizzazione, salvo l'esame e giudizio definitivo in sede di collaudo.

Per quanto riguarda la posa in opera di qualsiasi materiale, apparecchio o manufatto, essa consisterà in genere nel suo prelevamento dal luogo e deposito, nel suo trasporto in sito (intendendosi con ciò tanto il trasporto in piano o in pendenza, che il sollevamento in alto o la discesa in basso, il tutto eseguito con qualsiasi sussidio o mezzo meccanico, opera provvisoria, ecc.), nonché nel collocamento nel luogo esatto di destinazione, a qualunque altezza o profondità ed in qualsiasi posizione, ed in tutte le opere conseguenti (tagli di strutture, fissaggio, adattamento, ecc.).

L'Appaltatore ha l'obbligo di eseguire il collocamento di qualsiasi opera o apparecchio che gli venga ordinato dalla Direzione lavori, anche se forniti da altre Ditte.

Il collocamento in opera dovrà eseguirsi con tutte le cure e cautele del caso; il materiale o manufatto dovrà essere convenientemente protetto, se necessario, anche dopo collocato, essendo l'Appaltatore unico responsabile dei danni di qualsiasi genere che potessero essere arrecati alle cose poste in opera, anche dal solo traffico degli operai durante e dopo l'esecuzione dei lavori, sino al loro termine e consegna, anche se il particolare collocamento in opera si svolge sotto la sorveglianza o assistenza del personale di altre Ditte, fornitrici del materiale o del manufatto.

Per le opere di carattere più comune vengono specificate negli articoli che seguono le principali prescrizioni e modalità di esecuzione a cui l'Appaltatore deve attenersi, fermo restando in ogni caso l'obbligo dell'osservanza delle norme di legge vigenti, nonché delle norme UNI, UNI ISO, UNI EN, UNI CEI, CNR UNI, CEI, CNR, ICITE, DIN, ISO, ecc.

Per quanto concerne la qualità e la provenienza dei materiali, valgono altresì:

- a) per lavori edilizi tutte le norme contenute negli articoli dal n° 6 al n° 23 del Capitolato Speciale Tipo per appalti di lavori edili approvato dall'Assemblea Generale del Consiglio Superiore dei LL.PP. con atto n° 170 del 14/12/90;
- b) per lavori stradali tutte le norme contenute nell'art. 14 del Capitolato Speciale Tipo per gli appalti di lavori stradali (ultima edizione) redatto a cura del Ministero dei LL.PP.

Per quanto riguarda i requisiti di accettazione e le modalità di prova dei materiali valgono le norme stabilite nel D.M. 9.1.1996, Allegati da 1 a 8.

a) TERRENO PER REALIZZAZIONE CORPO ARGINALE

Il terreno utilizzato per la costruzione del rilevato arginale, dovendo soddisfare a requisiti funzionali di carattere idraulico e meccanico, dovrà essere di natura prevalentemente sabbioso-limosa (classe A-2) con passante minimo al vaglio ASTM 200 superiore al 20% e con indice di plasticità inferiore a 25 ed internamente stabile (Kenney & Lau, 1985), con le seguenti caratteristiche (minime in termini di resistenza al taglio):

- angolo di attrito $\phi = 35^\circ$;
- coesione drenata $c' \geq 10$ kPa;
- peso di volume umido $\gamma_{wet} = 18$ kN/m³;
- peso di volume saturo $\gamma_{sat} = 21$ kN/m³;
- permeabilità $k \leq 10^{-7}$ m/s.

Tale materiale dovrà essere opportunamente compattato (con contenuto d'acqua pari a $\omega_{OPT} \pm 5\%$) fino a raggiungere un'adeguata densità, resistenza meccanica e permeabilità (previsti da capitolato).

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 almeno al 95% del peso di volume secco ottenuto nella prova di compattazione Proctor standard; la

corrispondente umidità dovrà avere i valori compresi fra +/- 2% dell'umidità ottimale ottenuta nella suddetta prova di compattazione.

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. Lo spessore dei singoli strati compattati non potrà essere superiore a cm 30.

b) TERRENO SETTO IMPERMEABILE

Il setto impermeabile dovrà essere realizzato con terreno esente da ciottoli (classificazione AGI 1977) e ghiaia con diametro superiore a 20 mm ed avente le seguenti caratteristiche:

- classificazione AASHTO: A6 e A7.

Il materiale dovrà essere compattato con un contenuto d'acqua compreso tra quello ottimale (risultante da prova di compattazione tipo Proctor - ASTM D698) ed una percentuale superiore del 2%; il materiale compattato dovrà raggiungere un peso di volume secco non inferiore a 16 kN/m^3 (da verificare in opera con il metodo della sabbia tarata - ASTM D1556). Le prestazioni idrauliche del materiale dovranno essere preventivamente verificate mediante prove di laboratorio; in particolare dovranno essere raggiunti i seguenti requisiti prestazionali:

- permeabilità in cella edometrica, con provino da 1 punto Proctor AASHTO standard: $k < 1 \times 10^{-8} \text{ m/s}$ (ASTM D2434).

Il materiale per la formazione del setto impermeabile, qualora non si presenti idoneo alla compattazione per la presenza di inerti di dimensione superiore ai 20 mm, potrà essere sottoposto a vagliatura meccanica. Esso avrà le seguenti caratteristiche meccaniche:

- angolo di attrito $\phi = 20^\circ$;
- coesione drenata $c' = 0 \text{ kPa}$;
- peso di volume umido $\gamma_{\text{wet}} = 18 \text{ kN/m}^3$;
- peso di volume saturo $\gamma_{\text{sat}} = 18 \text{ kN/m}^3$;
- permeabilità $k \leq 10^{-8} \text{ m/s}$.

Il suddetto setto dovrà essere realizzato con l'utilizzo di materiale argilloso (CNR UNI 10006) che dovrà essere posto in opera per strati successivi di spessore non superiore a 20 cm. Ciascuno strato dovrà essere opportunamente compattato e bagnato per garantirne l'uniformità e quindi la capacità impermeabile.

c) SABBIA, GHIAIA VAGLIATA E SPACCATA – GHIAIETTO

La sabbia dovrà essere viva di fiume purgata e lavata. Essa sarà costituita da grani di media grossezza, pura, angolosa e rude al tatto, senza mescolanza con terra e argilla e di altre materie estranee e non dovrà contenere ciottolini di grossezza maggiori di m 0,006.

Per la formazione della malta occorrente nelle murature di mattoni e negli intonaci detta sabbia sarà sempre passata al setaccio.

La sabbia si misurerà sempre al volume, con il leggero cedimento che produce il paleggio con il badile senza esercitare pressione alcuna.

I ciottolini della ghiaia vagliata e di quella spaccata dovranno passare in tutti i sensi in un anello di m 0,012; essi saranno duri, compatti, omogenei, senza parti argillose calcaree e porose, saranno con ogni cura lavati e purgati da ogni specie di materie terrose estranee.

d) PIETRISCO

Il pietrisco, per il ripristino del suolo pubblico sistemato a macadam, dovrà ricavarsi esclusivamente dalla rottura meccanica di ciottoli scelti di cava di fiume, esclusi però quelli leggeri di aggregazione stratificata e comunque di cattiva qualità, cioè porosi, spugnosi, teneri, sfaldabili, scistosi.

Detto pietrisco prenderà la denominazione di pietrisco grosso, di pietrisco medio e di pietrisco piccolo, secondo che i diversi pezzi che lo compongono passino rispettivamente in tutte le direzioni attraverso un anello di mm 70 e di mm 50 di diametro e di mm 30 quello piccolo.

Per il pietrisco grosso ogni pezzo dovrà presentare almeno tre facce di rottura ed avere dimensioni di cm 4 e cm 7, per quello medio le facce di rottura dovranno stendersi completamente a tutte le facce di ogni singolo pezzo ed avere dimensioni da cm 3 a cm 5, quello piccolo dovrà avere dimensioni da cm 5 a cm 3.

La misura del materiale verrà fatta con apposito cassone parallelepipedo e saranno rigorosamente rifiutati quei cumuli di pietrisco contenenti più del 5% complessivamente di materiale di qualità o pezzatura diversa da quella stabilita.

e) GEOGRIGLIE

Geogriglia tessuta in poliestere alta tenacità con rivestimento PVC, caratterizzata da :
apertura maglie compresa od uguale tra 20x20 mm e 25x25 mm,
resistenza trazione longitudinale compresa tra 50 kN/m e 60 kN/m,
resistenza trazione trasversale non inferiore a 20 kN/m,
allungamento a carico max longitudinale non inferiore al 10%
(ogni caratteristica in riferimento alla NORMA EN ISO 10319) .

f) STUOIE ANTIEROSIONE

Stuoia antierosione biodegradabile costituita da fibra di legno e rete in polipropilene fotodegradabile del peso non inferiore a 530 g/mq .

g) GIUNTI WATERSTOP PROFILATI

Profilati in PVC per giunti strutturali o dilatazione interni ed esterni (con bulbo centrale) , verticali ed orizzontali, nei getti di c.a. ; per una perfetta tenuta idraulica e dimensionato per resistere alle sollecitazioni di assestamento/dilatazione/contrazione della struttura in cui verrà inserito. Dotati delle seguenti principali caratteristiche fisico-meccaniche :

Peso Specifico	1,40 +/- 0.05	g/cc
Durezza shore A	73 +/- 5	
Carico di Rottura	>12	N/mm2
Allungamento a Rottura	350 +/- 20	%
Temperatura d'esercizio	-30° / +70°	°C
Temperatura di flessibilità a freddo	-30°	°C

h) NASTRI WATERSTOP IDROESPANSIVI

Waterstop di tenuta idraulica per giunti di ripresa di getti reagenti con l'acqua, con pressione d'espansione inferiore alla tensione di trazione del calcestruzzo;

A base di gomma e bentonite / caucciù sintetico; se altro materiale previo parere preventivo della Direzione Lavori.

Fissaggio con colla o autoadesivo.

Capacità di tenuta idraulica sino a 5 bar.

Peso specifico a 20°C >= 1.30 g/ml

Temperatura di applicazione: conforme alle prescrizioni tecniche del prodotto, in relazione al periodo di posa in opera ed allo scopo dell' utilizzo.

i) CHIUSINI DI ISPEZIONE E CADITOIE

I chiusini avranno chiusura battentata e saranno posti su pozzetti e/o canalette, ancorati agli stessi.

I chiusini dovranno, inoltre, essere conformi alla norma UNI EN 124.

Sui pozzetti per i quali sia previsto l'eventuale accesso di persone per lavori di manutenzione o similari, il passo d'uomo non dovrà essere inferiore a 600 mm.

Tutti i coperchi, le griglie e i telai devono portare una marcatura leggibile e durevole, indicante:

- la norma di riferimento;
- la classe corrispondente;
- la sigla e/o nome del fabbricante.

La tipologia e le dimensioni sono quelle indicate negli elaborati di progetto esecutivo.

I chiusini potranno essere disposti secondo le prescrizioni del punto 5 della norma UNI EN 124 – Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione. Principi di costruzione, prove di tipo, marcatura e controllo qualità, che classifica i dispositivi di chiusura e di coronamento nei seguenti gruppi in base al luogo di impiego:

- gruppo 1 (classe A 15), per zone usate esclusivamente da ciclisti e pedoni;
- gruppo 2 (classe B 125), per marciapiedi, zone pedonali, aree di sosta e parcheggi multipiano;
- gruppo 3 (classe C 250), per banchine carrabili, cunette e parcheggi per automezzi pesanti, che si estendono al massimo per 50 cm nella corsia di circolazione e fino a 20 cm sul marciapiede, a partire dal bordo;
- gruppo 4 (classe D 400), per strade provinciali e statali e aree di parcheggio per tutti i tipi di veicoli;
- gruppo 5 (classe E 600), per aree soggette a transito di veicoli pesanti;
- gruppo 6 (classe F 900), per aree soggette a transito di veicoli particolarmente pesanti.

Materiali

Il punto 6.1.1 della norma UNI EN 124 prevede per la fabbricazione dei dispositivi di chiusura e di coronamento, escluso le griglie, l'impiego dei seguenti materiali:

- ghisa a grafite lamellare;
- ghisa a grafite sferoidale;
- getti in acciaio;
- acciaio laminato;
- uno dei materiali ai punti precedenti abbinati con calcestruzzo;
- calcestruzzo armato.

Nello specifico i chiusini e le caditoie da utilizzare, per entrambi compreso di tutti gli elementi necessari alla posa in opera, dovranno essere in ghisa a grafite sferoidale.

Non sarà ammesso l'uso di acciaio laminato, neppure previa adeguata protezione contro la corrosione.

Marcatura

Secondo il punto 9 della norma UNI EN 124, tutti i coperchi, griglie e telai devono portare una marcatura leggibile, durevole e visibile dopo la posa in opera, indicante:

- la norma UNI;
- la classe o le classi corrispondenti;

- il nome e/o la sigla del produttore;
- il marchio dell'eventuale ente di certificazione;
- eventuali indicazioni previste dalla lettera e) del citato punto 9 della norma UNI EN 124;
- eventuali indicazioni previste dalla lettera f) del citato punto 9 della norma UNI EN 124.

j) TUBI TURBOCENTRIFUGATI IN CEMENTO ARMATO

L'Impresa dovrà notificare tempestivamente alla D.L. i nominativi della casa costruttrice alla quale commissionerà il materiale delle condotte (tubi, pezzi speciali, saracinesche, ecc.), nonché trasmettere l'elenco completo dei materiali ordinati con una distinta particolareggiata dei pezzi speciali, e ciò per il necessario controllo e benessere della D.L..

I tubi dovranno provenire dalle migliori case costruttrici, essere conformi alle norme vigenti in materia ed essere muniti dei raccordi adatti, a seconda dei casi; essi dovranno inoltre corrispondere per forma, dimensioni e lavorazioni, ai tipi ed alle prescrizioni di progetto.

I tubi di cemento armato turbocentrifugato circolare con giunto a bicchiere, saranno confezionati con calcestruzzo $R_{ck} > 50\text{N/mm}^2$ (classe C40/50) armati con gabbia elettrosaldata costituita da spirale continua in acciaio B450A e barre longitudinali, dimensionati per carichi stradali di 1° categoria conformi alle norme DIN 4035 - UNI EN 1916:04 (CE) ; diam. int. mm 500 . Compreso di guarnizioni in gomma con sezione a cuspidata o lamellare, applicata in stabilimento, conformi alle norme UNI EN 681/1

L'armatura sarà costituita da tondini d'acciaio disposti a spirale continua, e saldati senza apporto di materiale, ai ferri longitudinali, anch'essi di tondino per c.a.. Il passo della spirale ed il diametro del tondino devono essere determinati da calcoli statici forniti dal costruttore.

I giunti delle tubazioni saranno:

- a bicchiere, di spessore e lunghezza sufficienti a garantire la tenuta del giunto anche in caso di angolazione tra gli assi di tubi adiacenti, entro i seguenti limiti:
DN 500 - 1000 mm: 2°
DN maggiore 1000 mm: 1°,30
- a mezzo spessore, con anelli d'acciaio saldati alle armature protetti contro la corrosione chimica ed elettrostatica con resine epossidiche dello spessore di 300 microns.

Le guarnizioni saranno di gomma della durezza di 45/50 Shore, e dovranno garantire la perfetta tenuta, nonché la funzionalità d'esercizio delle condotte.

Le tubazioni di sezione circolare, con il piano di posa previsto nei disegni di progetto, dovranno essere ben stagionate, levigate e perfettamente rettilinee, a sezione interna ed esterna perfettamente circolare, di spessore uniforme e scevre da screpolature, e dovranno essere conformi alle norme DIN 4032, DIN 4035, ed al D.M. 12.12 1985.

Il materiale fornito dovrà essere accompagnato da una dichiarazione di prestazione e di conformità alla specifiche richieste dal presente capitolato e quant'altro previsto dalla normativa vigente.

k) VALVOLE CLAPET

Valvola a clapet in acciaio inox AISI 316 Ti (per fissaggio a muro) :

- a sezione rettangolare,
- in esecuzione compatta sui quattro lati,
- tenute/guarnizioni di tenuta in EPDM,

- telaio con struttura autoportante con zanche in acciaio per inghisaggio a muro. Dimensioni sezione libera deflusso 1200 mm. x1200 mm,
- carico idraulico max 5 m ;

Valvola a clapet in acciaio inox AISI 316 Ti (per fissaggio a flangia) :

- a sezione circolare,
- in esecuzione compatta con tenuta su tutta la circonferenza,
- tenute in EPDM, telaio con struttura autoportante,
- per fissaggio a flangia PN10 su Diametro esterno tubazione di innesto 400 mm,
- carico idraulico max 5 m ;

l) ACQUA

L'acqua dovrà essere limpida, priva di sali (particolarmente solfati e cloruri), esente da materie terrose, non aggressiva o inquinata da materie organiche e comunque dannose all'uso cui l'acqua medesima è destinata.

m) LEGANTI IDRAULICI

Le calci idrauliche, i cementi e gli agglomeranti cementizi a rapida o lenta presa da impiegare per qualsiasi lavoro, dovranno corrispondere a tutte le particolari prescrizioni e requisiti di accettazione di cui alla L. 26/5/1965, n. 595 e succ. modifiche, nonché al D.M. 31/8/1972. Essi dovranno essere conservati in depositi coperti e riparati dall'umidità.

n) GHIAIA, PIETRISCO E SABBIA (AGGREGATI LAPIDEI – INERTI)

I pietrischi, i pietrischetti, le graniglie, le sabbie e gli additivi da impiegarsi per le costruzioni stradali dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui alle norme tecniche del C.N.R., fascicolo n. 4/1953.

Si definisce:

- pietrisco: materiale litoide ad elementi approssimativamente poliedrici con spigoli vivi, ottenuto per frantumazione di pietrame o di ciottoli, passante al crivello 71 U.N.I. 2334 e trattenuto dal crivello 25 U.N.I. 2334;
- pietrischetto: materiale litoide ad elementi approssimativamente poliedrici con spigoli vivi, ottenuto per frantumazione di pietrame o di ciottoli o di ghiaie, passante al crivello 25 U.N.I. 2334 e trattenuto dal crivello 10 U.N.I. 2334;
- graniglia: materiale litoide ad elementi approssimativamente poliedrici con spigoli vivi, ottenuto per frantumazione di pietrame o di ciottoli o di ghiaie, passante al crivello 10 U.N.I. 2334 e trattenuto dal setaccio 2 U.N.I. 2332;
- sabbia: materiale litoide fine, di formazione naturale od ottenuto per frantumazione di pietrame o di ghiaie, passante al setaccio 2 U.N.I. 2332 e trattenuto dal setaccio 0,075 U.N.I. 2332;
- additivo (filler): materiale pulverulento passante al setaccio 0,075 U.N.I. 2332.

Per la caratterizzazione del materiale rispetto all'impiego valgono i criteri di massima riportati all'art. 7 delle norme tecniche del C.N.R., fascicolo n. 4/1953. I metodi da seguire per il prelevamento di aggregati, per ottenere dei campioni rappresentativi del materiale in esame occorre fare riferimento alle norme tecniche del C.N.R. – B.U. n. 93/82.

Gli aggregati lapidei impiegati nelle sovrastutture stradali dovranno essere costituiti da elementi sani, tenaci, non gelivi, privi di elementi alterati, essere puliti, praticamente esenti da

materie eterogenee e soddisfare i requisiti riportati nelle norme tecniche C.N.R. – B.U. n. 139/92.

Devono essere costituiti da materiale frantumato spigoloso e poliedrico. Per l’additivo (filler) che deve essere costituito da polvere proveniente da rocce calcaree di frantumazione, all’occorrenza si può usare anche cemento portland e calce idrata con l’esclusione di qualsiasi altro tipo di polvere minerale.

o) MATERIALI FERROSI

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, saldature o da qualsiasi altro difetto.

In particolare per gli acciai per opere in cemento armato, cemento armato precompresso e per carpenteria metallica dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dal D.M. 9/1/1996. La Direzione lavori, a suo insindacabile giudizio, effettuerà i controlli in cantiere in base alla suddetta disposizione di legge.

p) BITUMI

Le caratteristiche per l’accettazione dei bitumi per usi stradali secondo le norme C.N.R. - B.U. n. 68 del 23/5/1978 sono riportate nella seguente tabella:

La Direzione dei lavori, a suo insindacabile giudizio, effettuerà le campionature di bitume, operazione necessaria per fornire un campione rappresentativo del bitume in esame, secondo le norme C.N.R. - B.U. n. 81 del 31/12/1980 “Norme per l’accettazione dei bitumi per usi stradali - Campionatura bitume”.

q) BITUMI MODIFICATI

I bitumi modificati, costituiti da bitumi semisolidi contenenti polimeri elastomerici e/o plastici che, quando non diversamente prescritto, devono rispondere alle indicazioni riportate nella seguente tabella:

Bitumi modificati - specifiche suggerite dal CEN

								GRADAZIONE (*)	
	Norma EN	Norma corrisp .	Unità di misura	10/30 -70	30/50 -65	50/70 -65	50/70 -60	70/100 -60	100/150 -60
<i>CARATTERISTICHE OBBLIGATORIE</i>									
Penetrazione a 25°C	EN 1426	CNR 24/71	D.M.m	10/30	30/50	50/70	50/70	70/100	100/150
Punto di rammollimento	EN 1427	CNR 35/73	°C min	70	65	65	60	60	60
Coesione a +5°C	Pr EN		J/cm ² min	5	5	5	5	5	5
Punto di infiammabilità	EN 22592	CNR 72/79	°C min	235	235	235	235	220	220
<i>CARATTERISTICHE FACOLTATIVE</i>									

Ritorno elastico 25°C (**)	PrEN	DIN 52013	% min	50	50	75	50	65	65
Punto di rottura Frass	EN 12593	CNR 43/74	°C min	-4	-8	-15	-12	-15	-17
<i>Stabilità allo</i>									
Differenza del punto di rammollimento	EN 1427	CNR 35/73	°C max	5	5	5	5	5	5
Differenza di penetrazione	EN 1426	CNR 24/71	D.M.m max	5	5	5	5	7	12
Penetrazione residua	EN 1426	CNR 24/71	% min	60	60	60	60	55	50
Incremento del punto di rammollimento	EN 1427	CNR 35/73	°C max	8	8	10	10	12	14
Riduzione del punto di rammollimento	EN 1427	CNR 35/73	°C max	4	4	5	5	6	6
Ritorno elastico a 25°C sul residuo (**)	PrEN	DIN 52013	% min	50	50	50	50	50	50

(*) La denominazione dei vari gradi di bitume modificato indica l'intervallo di penetrazione e il punto di rammollimento.

(**) Applicabile solo a bitumi modificati con ritorno elastico > 50 %.

r) POZZETTI PREFABBRICATI IN C.A.V.

Il calcestruzzo, così come i diversi materiali componenti (aggregati, acqua d'impasto, additivi, aggiunte, nonché acciaio di armatura e fibre di acciaio) dovranno essere conformi a quanto stabilito nella norma UNI EN 1917.

Il calcestruzzo, realizzato con cemento ad alta resistenza ai solfati, avrà Rck non inferiore a 40 MPa.

Le guarnizioni di tenuta tra i diversi elementi del prefabbricato, incorporate nel giunto in fase di prefabbricazione ovvero fornite unitamente al manufatto da parte del fabbricante, saranno conformi alla UNI EN 681-1.

I pozzetti dovranno essere atti a sopportare le spinte del terreno e del sovraccarico stradale in ogni loro componente (elemento di base, elementi di prolunga, elemento terminale).

Essi dovranno inoltre essere tali da garantire il rispetto delle prescrizioni contenute nell'all. 4 dei "Criteri, metodologie e norme tecniche generali" di cui all'art. 2, lett. B), D), E), della L. 10.5.1976, n. 319, recante le norme per la tutela delle acque.

In caso di presenza di scale per l'accesso al fondo, i gradini saranno in tondino di acciaio rivestito in polipropilene antisdrucchiolo o verniciato antiruggine, opportunamente bloccati nella parete con malta espansiva.

I materiali da impiegare dovranno essere prodotti secondo un sistema di gestione della qualità aderente alle norme UNI EN 9001.2000, certificato da un organismo certificatore operante in conformità con le norme UNI EN 45012. L'accettazione dei materiali sarà subordinata alla verifica della marcatura e della documentazione di cui al successivo paragrafo

Ogni elemento di pozzetto o, ove ciò non fosse possibile, ogni unità di imballaggio, dovrà recare la marcatura CE, conforme alle disposizioni delle norme UNI EN 1917 per i pozzetti in c.a.v. e UNI EN 13598-1 e prEN 13598-2, rispettivamente per quelli in PE strutturato.

Per ogni partita l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori la dichiarazione di conformità ed i relativi allegati ai sensi delle norme citate.

Su richiesta della Direzione Lavori l'Appaltatore dovrà altresì prestarsi all'esecuzione di prove supplementari del tipo stabilito dalla norma, nel numero massimo di quelle da effettuarsi come controllo periodico della produzione.

s) TAPPETO IMPERMEABILIZZANTE A BASE DI BENTONITE SODICA

Le strutture interrato (solette e muri di elevazione, bacini, discariche, ecc..) verranno impermeabilizzate attraverso l'impiego di tappeti impermeabilizzanti flessibili contenenti bentonite sodica granulare, costituiti da due strati di tessuto, uno dei quali rivestito di polipropilene di colore scuro, assemblati mediante processo di agugliatura meccanica, contenenti 5 kg/m² di bentonite sodica con un contenuto di Montmorillonite non inferiore al 90%, formanti un tappeto dello spessore di 6 mm.

Descrizione

Tappeto impermeabilizzante flessibile a base di bentonite sodica granulare, costituito da due geotessili permeabili, uno dei quali rivestito con un film polipropilenico di colore scuro assemblati, mediante processo di rinforzo di agugliatura meccanica, per contenere uno strato di bentonite sodica granulare, con un tenore di montmorillonite superiore al 90%.

Campi d'impiego

Impermeabilizzazione di strutture interrato in genere in presenza di falda freatica; impermeabilizzazioni di bacini di contenimento acque e discariche.

Geotessili del tappeto

Geotessile superiore PP non-tessuto
Peso del geotessile superiore 220 gr/m²
Geotessile inferiore PP tessuto
Peso del geotessile inferiore 115 gr/m²

Bentonite contenuta

Bentonite sodica naturale-polvere
Contenuto di Montmorillonite (analisi XRD) > 90%
Fluid Loss (ASTM D5891) < 18 ml

Caratteristiche della barriera geosintetica

- Massa areica bentonite per unità di area (EN 14196):
5.000 gr/m² (-100 gr/m²) al 12% di umidità
- Spessore a secco (EN ISO 9863-1): 6 mm
- Coefficiente di permeabilità (ASTM D5887): < 1E-11 m/s
- Flusso (ASTM D5887): < 5E-9 m³/m²
- Resistenza a trazione - MD (EN ISO 10319):
12,5 kN/m (-0,6 kN/m)
- Allungamento a rottura - MD (EN ISO 10319): < 30%
- Resistenza a punzonamento statico (EN ISO 12236):
2.000 N (-100 N)
- Adesione al calcestruzzo (ASTM D903):

3,0 N/mm² (-0,2 N/mm²)

- Peeling (ASTM D6496): 200 N/m (-10 N/m)

Caratteristiche del sistema

- sigillante naturale attivato dall'acqua, con spiccate proprietà autosigillanti;
- strato bentonitico continuo ed uniforme;
- la porosità dei teli di protezione e contenimento è finalizzata a consentire una più veloce idratazione.

Confezioni

- Rotolo piccolo: mt. 1,10 x 5,00 = m² 5,5 - peso kg 32 (-2 kg)
- Rotoli medio: mt. 2,50 x 25 = m² 62,5 - peso kg 350 (-17 kg)
- Rotoli grande: mt. 5 x 45 = m² 225 - peso kg 1225 (-55 kg)

Capo 2. MODALITA' DI ESECUZIONE – PROVE - CONTROLLI

Per tutto quanto concerne le modalità di esecuzione delle varie categorie di lavori valgono le norme di seguito riportate:

Art. 25. SCAVI

Gli scavi in genere dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla Direzione dei Lavori. Comunque prima di dare inizio alle operazioni di scavo, l'Appaltatore dovrà procedere alla picchettazione completa del lavoro ed ai tracciamenti d'asse e modinature delle scarpate del nuovo rilevato arginale, con conseguente rilievo altimetrico del profilo del terreno e delle sezioni trasversali. Gli elaborati di cantiere così ricavati ed in cui compariranno sia la linea nera relativa alla situazione rilevata che la rossa relativa al progetto, dovranno essere consegnati con congruo anticipo alla Direzione Lavori per il necessario benessere. Il tutto senza pretesa di indennità alcuna in quanto se ne è già tenuto debito conto nei prezzi.

Nella esecuzione degli scavi, l'Appaltatore dovrà procedere con opportune armature, puntelli ed eventualmente anche infissione temporanea di palancole metalliche, in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, anche se fossero provocati da cause cosiddette di forza maggiore, restando esso oltretutto responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligato a provvedere a sue cure e spese alla rimozione delle materie franate.

Sono a carico dell'Appaltatore le eventuali perdite di legname e tutti i necessari aggettamenti e prosciugamenti d'acqua a qualsiasi quota di scavo e di qualsiasi entità, dovuti a qualsivoglia causa, anche se di forza maggiore, in quanto anche di ciò è stato tenuto debito conto nei prezzi. Le materie provenienti dagli scavi, ove non potessero essere utilizzate, a giudizio della Direzione Lavori, in rinterri, tombamenti e rinfianchi, dovranno essere trasportate a rifiuto nelle pubbliche discariche regolarmente autorizzate, che l'Impresa dovrà avere già individuato a sua cura e spese in sede di gara d'appalto prima di formulare l'offerta. Restano a carico dell'Impresa tutti gli oneri e le spese occorrenti per ottenere la disponibilità delle aree di discarica o di deposito, comprese le relative indennità ed accessi, nonché quelle per la sistemazione e la regolarizzazione superficiale dei materiali nelle prime e della sistemazione e regolarizzazione superficiale prima e dopo l'utilizzazione nelle seconde. Nel prezzo dello scavo sono compresi pure i seguenti oneri: la demolizione di massicciate stradali e pavimentazioni bituminose, con il trasporto in pubbliche discariche regolarmente autorizzate, a qualsiasi distanza esse siano, di tutti i materiali di risulta, la cura, la diligenza e il maggior tempo necessari nel caso si debba operare in vicinanza o in presenza di attraversamenti di gasdotti, acquedotti, linee elettriche, telefoniche, ecc., la profilatura a regola d'arte del fondo

dei canali e delle scarpate delle sezioni di scavo, secondo le quote di progetto, il trasporto longitudinale ed il reimpiego del terreno già scavato per il riempimento di cavi, da eseguirsi naturalmente con terreno adatto e accettato dalla Direzione Lavori, privo quindi di radici, ciottoli, zocche e di qualsiasi altro materiale grossolano e putrescibile, tutti i ripristini del luogo e dei suoi fossi, il tombamento in adiacenza di manufatti e la ricostruzione degli argini e delle scarpate nell'attraversamento di cavi ed inoltre tutte le opere provvisorie che saranno necessarie durante le varie fasi di esecuzione dei lavori.

Il terreno proveniente dagli scavi, debitamente mondato da radici, sassi e corpi estranei, se sarà ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori, eventualmente anche in seguito a prove di laboratorio che la Direzione Lavori stessa si riserva di richiedere a suo insindacabile giudizio ed a spese dell'Impresa, in quanto anche di questo si è tenuto debito conto nei prezzi, verrà impiegato per il rivestimento dei paramenti lato monte e fiume del rilevato arginale in progetto. Tali materie dovranno essere trasportate e depositate provvisoriamente in luoghi adatti, designati dalla Direzione Lavori e comunque compresi nel raggio d'azione di non oltre 1 chilometro dal cantiere, per essere poi riprese a tempo opportuno. Nel prezzo previsto in elenco per lo scavo è compreso anche il trasporto lungo i canali e il suo reimpiego per il rinterro a fianco dei manufatti, mentre il suo reimpiego per la realizzazione del rinverdimento del paramento lato fiume del rilevato arginale in progetto è compensato con prezzo a parte.

Si sottolinea che tutto il terreno scavato resterà di proprietà della Stazione Appaltante, pertanto nel caso in cui esso non dovesse essere riutilizzato per l'esecuzione dei lavori già sopra descritti, dovrà essere cura dell'Impresa trasportarlo in luoghi adatti, designati dalla Direzione Lavori e comunque compresi nel raggio d'azione di non oltre cinque chilometri dal cantiere, ed accumularlo in rilevati di altezza non inferiore a tre metri, al prezzo previsto in elenco per lo scavo che è comprensivo anche di questo onere.

L'occupazione temporanea di terreno durante l'esecuzione dei lavori dovrà avvenire nelle estensioni e nelle modalità indicate dalla Direzione dei Lavori. Tutte le occupazioni eccedenti, dovute all'incuria dell'Appaltatore, e quelle previste dall'art.5 del Capitolato Generale di Appalto e gli eventuali danni saranno a carico dell'Appaltatore stesso.

Art. 26. DISBOSCAMENTO E DECESPUGLIAMENTO

I lavori descritti in questo articolo riguardano le operazioni di decespugliamento, disboscamento e taglio delle piante presenti nelle aree interessate dai lavori che saranno compensate nel prezzo dello scavo di sbancamento.

I lavori andranno eseguiti anche con modalità che comprendono il taglio selettivo o il recupero per il mantenimento delle specie vegetali di pregio, con successiva messa a dimora in aree di rinaturazione, secondo le indicazioni date di volta in volta dalla Direzione Lavori.

L'Impresa dovrà mettere a disposizione della Direzione Lavori personale specializzato in agronomia o in scienze forestali per l'individuazione e la marcatura delle specie da recuperare, da mantenere e da tagliare, altresì usare ogni precauzione per la salvaguardia delle specie vegetali di pregio recuperate e il loro mantenimento fino alla messa a dimora.

Le sterpaglie, i rami, e le radici andranno poi ripulite dal terriccio, allontanate dall'area di lavoro e portate a rifiuto.

Terminate le operazioni di decespugliamento, il terreno andrà opportunamente regolarizzato. Per quanto riguarda la rimozione delle piante, gli alberi abbattuti dovranno essere raccolti, accatastati, sramati, ridotti in tronchi di lunghezza commerciale e trasportati dove indicato dalla Direzione Lavori. I materiali non utilizzabili dovranno essere portati a rifiuto.

Durante i lavori di rimozione delle piante l'Impresa dovrà altresì usare ogni precauzione per la salvaguardia delle piante di pregio esistenti, come di seguito specificato.

Le operazioni di taglio e rimozione delle essenze arboree di diametro fino a 20 cm, rovi, arbusti e vegetazione infestante dovranno essere eseguite lungi tutto il tracciato dell'argine e nei tratti indicati dalla direzione Lavori.

I lavori andranno prevalentemente eseguiti con mezzo meccanico, cingolato o gommato, fornito di disco con coltelli rotanti; dove necessario l'intervento verrà completato a mano.

La sterpaglia rimossa andrà poi ripulita dal terriccio, allontanata dall'area di lavoro e portata a rifiuto.

L'Impresa dovrà anche raccogliere e trasportare a discarica eventuali rifiuti solidi rinvenuti nell'area di intervento.

I lavori per il recupero delle specie vegetali di pregio andranno eseguiti sia a mano che mediante l'utilizzo di mezzi meccanici, dotati di accessori speciali in funzione del tipo di pianta e del terreno.

L'estrazione deve essere effettuata con tutte le precauzioni necessarie per non danneggiare la chioma e le radici principali secondo le tecniche appropriate per il mantenimento del necessario apparato radicale capillare, evitando di ferire il tronco della pianta.

Le zolle delle piante recuperate dovranno essere imballate con involucro di paglia o di juta, materiale biodegradabile nell'arco temporale di due anni, e mantenute in luoghi ombrosi e riparati dal vento per evitare il disseccamento delle zolle o danni dovuti al gelo.

Le piante provenienti dalle aree di lavoro o dai vivai devono essere trasportate in cantiere a cura dell'Impresa ed evitando il surriscaldamento o l'essiccamento durante il trasporto e prima della messa a dimora, eventuali perdite di umidità dovranno essere subito integrate mediante bagnatura delle zolle.

In caso di precoce germogliazione o di eventuali problemi di mantenimento, per salvaguardare le piante la Direzione Lavori può ordinare il trapianto provvisorio in un'adeguata zona all'interno del cantiere.

La messa a dimora deve essere effettuata nel periodo compreso tra ottobre e marzo escludendo il trapianto in periodi di gelate o forti piogge.

Prima della messa a dimora delle piante il terreno dovrà essere preparato posizionando e scavando le buche con dimensioni (diametro di 20 cm e profondità di 10 cm) superiori alle dimensioni della zolla o della fitocella; sul fondo della buca si metterà uno strato drenante, spessore 10 cm, di terreno di risulta sminuzzato o altro materiale drenante.

Preventivamente occorrerà liberare le radici della pianta dal materiale di imballaggio o slegare l'involucro di contenimento della zolla.

La pianta verrà sistemata nella buca secondo la sua struttura naturale, facendo attenzione a posizionare il "colletto" alla stessa quota del piano di campagna. Il riempimento della buca verrà fatto con terreno di risulta, liberato dal materiale estraneo, allettando il piede della pianta e formando intorno al "colletto" una piccola conca.

Dopo queste operazioni verrà tolta la rete di imballo della chioma e fatta l'innaffiatura abbondante del terreno.

Art. 27. MOVIMENTI TERRA

Gli scavi saranno eseguiti a mano o con mezzi meccanici, per qualunque tipo di terreno e anche in presenza di acqua, secondo quanto stabilito dai disegni di progetto e/o da particolari prescrizioni del Direttore Lavori, sono esclusi gli scavi in roccia da mina.

L'Impresa prenderà tutte le precauzioni necessarie ad 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 provvederà a suo carico alla rimozione delle eventuali materie franate. In ogni caso l'Impresa sarà l'unica responsabile per danni che possono derivare da scoscendimenti o franamenti delle sezioni di scavo.

L'impresa dovrà inoltre provvedere, a sue spese, alla deviazione e canalizzazione delle acque meteoriche superficiali, di falda o irrigue ed a mantenere asciutti gli scavi.

Il materiale di scavo ritenuto inutilizzabile dalla Direzione Lavori, dovrà essere conferito a discarica; in caso di accumulo di materiale da reimpiegare per la nuova arginatura o di depositi provvisori in aree adiacenti alle zone di lavoro (autorizzate dalla Direzione Lavori), questi non dovranno arrecare danno ai lavori stessi, alle proprietà pubbliche o private ed al deflusso naturale delle acque.

Contravvenendo a queste disposizioni l'Impresa dovrà rimuovere ed asportare i materiali accumulati a suo carico.

Scavi di sbancamento

Per scavi di sbancamento o tagli a sezione aperta si intendono quelli praticati al di sopra del piano orizzontale, passante per il punto più depresso del terreno naturale o per il punto più depresso delle trincee o splateamenti, precedentemente eseguiti ed aperti almeno da un lato. Quando l'intero scavo debba risultare aperto su di un lato (caso di un canale fagatore) e non venga ordinato lo scavo a tratti, il punto più depresso è quello terminale.

Appartengono alla categoria degli scavi di sbancamento così generalmente definiti tutti i cosiddetti scavi di splateamento e quelli per allargamento di trincee, tagli di scarpate di rilevati per costituirvi opere di sostegno, scavi per incassatura di opere d'arte (spalle di ponti, spallette di briglie, ecc.) eseguiti superiormente al piano orizzontale determinato come sopra, considerandosi come piano naturale anche l'alveo dei torrenti e dei fiumi.

Nel prezzo dello scavo di sbancamento riportato nell'elenco prezzi è compreso l'eventuale trasporto e stoccaggio dei materiali di risulta/scavati che si dovessero rendere necessari all'interno del cantiere, il taglio di radici, di vegetazione e di piante di ogni genere e specie, nonché ogni altro onere non espressamente compensato con apposite voci del computo metrico estimativo.

Tali oneri sono perciò a totale carico dell'appaltatore.

Scavi di fondazione

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli ricadenti al disotto del piano orizzontale di cui all'articolo precedente, chiusi fra le pareti verticali riproducenti il perimetro delle fondazioni delle opere d'arte.

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla Direzione dei Lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione. Le profondità, che si trovino indicate nei disegni di consegna sono perciò di semplice avviso e l'Amministrazione Appaltante si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Appaltatore motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere.

Gli scavi di fondazione dovranno di norma essere eseguiti a pareti verticali e l'Impresa dovrà, occorrendo, sostenerle con conveniente armatura e sbadacchiature, restando a suo carico ogni danno alle cose ed alle persone che potesse verificarsi per smottamenti o franamenti degli scavi. Questi potranno però ove ragioni speciali non lo vietino, essere eseguiti con pareti a scarpata. In questo caso non sarà compensato il maggiore scavo eseguito, oltre quello strettamente occorrente per la fondazione dell'opera, e l'Impresa dovrà provvedere a sue cure e spese al successivo riempimento del vuoto rimasto interno alle murature di fondazione dell'opera, con materiale adatto, ed al necessario costipamento di quest'ultimo.

Qualora gli scavi si debbano eseguire in presenza di acqua e questa si elevi negli scavi, non oltre però il limite massimo di cm 20 previsto nel titolo seguente, l'Appaltatore dovrà provvedere all'esaurimento dell'acqua coi mezzi che saranno ritenuti più opportuni. L'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura, spesa ed iniziativa, alle suddette assicurazioni, armature, puntellature e sbadacchiature, nelle quantità e robustezza che per la qualità delle materie da escavare siano richieste, adottando anche tutte le altre precauzioni che fossero

ulteriormente riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo, e per garantire la sicurezza delle cose e delle persone, gli venissero impartite dalla Direzione dei Lavori.

Il legname impiegato a tale scopo, sempreché non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da restare quindi in posto in proprietà dell'Amministrazione, resteranno di proprietà dell'Impresa, che potrà perciò ricuperarle ad opera compiuta. Nessun compenso spetta all'Impresa se, per qualsiasi ragione, tale ricupero possa risultare soltanto parziale, od anche totalmente negativo.

Gli scavi di fondazione che si devono eseguire a profondità maggiore di cm 20 (centimetri venti) sotto il livello costante a cui si stabiliscono le acque eventualmente esistenti nel terreno, sono considerati come scavi subacquei per tutto il volume ricadente al disotto del piano di livello situato alle accennate profondità d'acqua di cm 20.

Quindi il volume ricadente nella zona dei 20 centimetri suddetti verrà considerato, e perciò pagato, come gli scavi di fondazione in presenza di acqua, precedentemente indicati, ma non come scavo subacqueo.

Nel prezzo dello scavo di fondazione riportato nell'elenco prezzi è compreso l'eventuale trasporto e stoccaggio dei materiali di risulta/scavati che si dovessero rendere necessari all'interno del cantiere, il taglio di radici, di vegetazione e di piante di ogni genere e specie, nonché ogni altro onere non espressamente compensato con apposite voci del computo metrico estimativo.

Scavo per la preparazione della sede dei nuovi rilevati

Si intende lo scavo di cassonetto da realizzarsi sotto il rilevato di progetto per una profondità complessiva di almeno 50 cm per le superfici in piano e per una profondità media di almeno 100 cm per le gradonature lungo le scarpate, necessario per rimuovere il terreno di coltivo esistente e per garantire il corretto immorsamento del piano di imposta del nuovo argine.

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

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

L'impresa prenderà tutte le precauzioni necessarie ad evitare gli smottamenti delle pareti di scavo.

L'Impresa prenderà tutte le precauzioni necessarie ad 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 provvederà a suo carico alla rimozione delle eventuali materie franate. In ogni caso l'Impresa sarà l'unica responsabile per danni che possono derivare da scoscendimenti o franamenti delle sezioni di scavo.

Ripristino di scavi eseguiti in terreni coltivati e non

Nel caso di scavo eseguito in campagna in terreni coltivati i reinterri dovranno essere effettuati in modo da ricostruire, a lavori ultimati, lo stato del terreno coltivato preesistente. L'appaltatore dovrà avere cura di sistemare in superficie per uno spessore all'incirca uguale a quello dello strato coltivato il materiale migliore, tenuto separato dalla restante terra inerte fin dall'inizio delle operazioni di scavo; verrà effettuato il ripristino e costipamento del terreno sopra le condotte, fino a 30 cm sotto il piano definitivo della massicciata.

Si dovrà avere molta cura di portare il reinterro ad un livello superiore alla quota primitiva del terreno in modo che, ad assestamento avvenuto, la quota definitiva non sia inferiore a quella preesistente. In difetto di osservanza di queste prescrizioni, le diminuzioni pervenute di valore dei beni rustici ed i danni ai futuri frutti verranno addossati all'Impresa inadempiente.

Art. 28. RIPRISTINO DI MASSICCIATA A SUPERFICIE ASFALTATA

Le massicciate a superficie asfaltata verranno rifatte in macadam ordinario, indi si eseguiranno i lavori di asfaltatura previsti come segue:

- Il sottofondo sarà costituito da uno strato dello spessore di circa cm 30 (dopo la cilindatura) di idoneo materiale misto granulare (tout-venant) di frantoio, di cava e torrente eventualmente corretto con legante terro-argilloso; la granulometria sarà fissata dalla Direzione dei Lavori e sarà tale da lasciare, secondo adatta curva, il minor numero di vuoti, con ammissione di elementi massimi di cm 7 e percentuale di fino (minore cioè di mm 0,075) in pesa dal 10 al 20%.

Nel prezzo è compresa la cilindatura da eseguirsi con rullo medio, con abbondante innaffiamento, e spinta sino a che i più pesanti autocarri non lascino apprezzabili orme.

- Trattamento a semipenetrazione con bitume a caldo dello spessore di cm 15 (dopo la cilindatura) eseguito solo su pietrisco cilindrato col grado di sigillatura prescritto e perfettamente pulito e con lavaggio a pressione o con macchine soffianti; saranno applicati a caldo con bitumatrice kg 2,5 di bitume a mq con gradi di penetrazione da 160 a 200 e successivamente si spanderà il pietrischetto di saturazione da mm 8 a mm 15 in ragione di mc 1,50 per 10 mq; si procederà quindi alla cilindatura con rullo compressore da 12 a 16 tonnellate:

- Manto bituminoso in conglomerato chiuso per tappeto di usura, sarà eseguito su nuova massicciata con pietrisco, a trattamento superficiale; spessore finito cm 3.

Inerti: miscela così composta:

- Pietrischetto mm 15/25 dal 4 al 14% in peso
- Pietrischetto mm 10/15 dal 20 al 40% in peso
- Pietrischetto mm 3/10 da 0 al 40% in peso
- Aggregato fino (sabbia silicea) dal 17 al 24% in peso
- Filler dal 3 al 5% in peso

Bitumatura della miscela - kg 80 a mc di bitume al 220/160.

Posa in opera con vibro finitrice previa spalmatura di ancoraggio con kg 0,60 a mq di emulsione, cilindatura con rullo da 12 tonnellate e sigillatura con spargimento di kg 1,00 di polvere asfaltata a mq.

Le irregolarità del manto a lavoro ultimato non dovranno superare i mm 5 lungo un'asta di ml 3 compresa l'emulsione bituminosa tenore 55% in ragione di kg 0,600/mq.

Art. 29. RIPRISTINI STRADALI

In linea generale, salvo diversa disposizione della DL, la sagoma stradale per tratti in rettilineo sarà costituita da due falde inclinate in senso opposto aventi pendenza trasversale del 2%, raccordate in asse da un arco di cerchio avente tangente di m 0.50.

Alle banchine sarà invece assegnata la pendenza trasversale del 2.5 %.

Le curve saranno convenientemente rialzate sul lato esterno con la pendenza prevista da progetto in accordo con la DL, in funzione del raggio di curvatura e con gli opportuni tronchi di transizione per il raccordo della sagoma in curva con quella dei rettilinei o altre curve precedenti e seguenti.

Il tipo e lo spessore dei vari strati, costituenti la sovrastruttura, saranno quelli stabiliti, per ciascun tratto, dal progetto in accordo con la DL, in base ai risultati delle indagini geotecniche e di laboratorio eseguite.

I materiali, le terre, impiegati nella realizzazione della sovrastruttura, nonché la loro provenienza dovranno soddisfare le prescrizioni riportate in questa sezione.

La D.L. potrà ordinare ulteriori prove su detti materiali, presso Laboratori Ufficiali.

L'approvazione della DL circa i materiali, le attrezzature, i metodi di lavorazione, non solleva l'Impresa dalla responsabilità circa la riuscita del lavoro.

L'Impresa dovrà curare di garantire la costanza della massa, nel tempo, delle caratteristiche delle miscele, degli impasti e della sovrastruttura resa in opera.

Salvo che non sia diversamente imposto dai punti seguenti, la superficie finita della pavimentazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto più di 1 cm, controllata a mezzo di un regolo disposto secondo due direzioni ortogonali, è ammessa una tolleranza in più o in meno del 3%, rispetto agli spessori di progetto, perché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

Art. 30. ESECUZIONE DI NUOVO RILEVATO ARGINALE

La formazione del nuovo corpo arginale avverrà utilizzando materiale fornito dall'impresa, proveniente da cava, e/o da altri cantieri attraverso la procedura di recupero delle terre e rocce da scavo; diversamente, su insindacabile disposizione della Direzione lavori, utilizzando il materiale già depositato temporaneamente dall'Amministrazione in un'area demaniale individuata al Fg. 33 Mappali 134 – 135 – 386 del N.C.T. del Comune di Sarzana.

L'Impresa avrà cura del carico su autocarro, del trasporto in loco, della compattazione e sagomatura del rilevato arginale secondo le indicazioni progettuali, la semina con loietto e gramigna lungo il paramento lato fiume, la stesa del terreno, gli adacquamenti necessari sino all'attecchimento ed alla formazione di una nuova cotica erbosa, essendo tali oneri previsti e compensati con la relativa voce di elenco.

La superficie del terreno sulla quale sarà da impostare il nuovo rilevato arginale dovrà essere preventivamente sgomberata da ogni corpo estraneo (piante, cespugli, ghiaia, ecc.) e scoticata per uno strato di almeno 50 cm in piano e per almeno 100 cm lungo le scarpate, per l'asportazione del terreno vegetale ricco di sostanze organiche.

Tale materiale verrà temporaneamente accantonato in prossimità dell'area di intervento, in quanto se ne prevede il riutilizzo, se giudicato idoneo dalla D.L., per il rivestimento delle scarpate del nuovo rilevato arginale.

Gli oneri per le operazioni di scoticamento, accatastamento temporaneo, gradonatura, nonché riporto in rilevato del terreno vegetale così ottenuto, verranno compensate mediante il riconoscimento dell'apposito prezzo di elenco.

Allo stesso modo l'Impresa dovrà altresì mantenere le piste di accesso ed adeguare le rampe esistenti, anche costruendo provvisori passaggi alternativi. La formazione dei rilevati in genere dovrà essere eseguita a strati orizzontali per tutta la loro larghezza e dell'altezza massima resa (compattata) di cm 30; ogni strato dovrà essere ben battuto in modo che il rialzo risulti della massima compattezza.

Qualora si rilevassero zone con terreni a scarsa consistenza, si dovrà operare una adeguata bonifica con riporti in sottili strati di idoneo materiale, senza che l'Impresa abbia a pretendere indennità supplementari poiché di ciò si è tenuto debito conto nella definizione dei prezzi. Il piano di appoggio dell'argine dovrà essere adeguatamente livellato e compattato con rullo a piede di montone. Il controllo dell'avvenuta compattazione sarà eseguita, a spese dell'Impresa, con prove su piastra del diametro di 30 cm, determinando al primo ciclo di carico nell'intervallo 0,5-1,5 kg/cm² il modulo di compressibilità Md che dovrà risultare non inferiore a 150 kg/cm². Dopo la stesa di ciascun strato di terreno si dovrà procedere al suo costipamento con mezzi idonei (vibratori, rulli costipatori a piede di montone, ecc.) con un numero di passaggi (da definirsi in sito) tali da raggiungere la densità secca di seguito indicata. Alla ripresa delle operazioni di stesa delle terre dopo una interruzione, qualora le superfici di appoggio si presentassero, per azione degli agenti atmosferici, non idonee a garantire un buon immorsamento degli strati successivi, dovrà essere eseguita una opportuna erpicatura delle superfici stesse.

La Direzione Lavori farà pertanto eseguire, a spese dell'Impresa, sul terreno da impiegare per la formazione dei rilevati arginali, un adeguato numero di campionamenti e verifiche di laboratorio per la classifica dei materiali e per la determinazione, con prove AASHO, della massima densità ed umidità ottimale di costipamento, nonché la rispondenza con le specifiche riportate nel presente Capitolato. La terra per i riporti arginali dovrà avere una umidità prossima all'umidità ottimale preventivamente determinata in laboratorio con le prove di compattazione indicate e potrà essere messa in opera solo se rispetterà tale valore con una tolleranza in più e in meno di circa il 5% (da verificare attraverso la lettura del diagramma AASHO). Il controllo dell'umidità del terreno andrà regolarmente eseguita prima della posa in opera.

Nel caso in cui il grado di umidità del terreno da adibire a rilevato sia tale da non consentire la perfetta compattazione del rilevato stesso, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di sospendere provvisoriamente i lavori, senza che l'Impresa possa farne oggetto di richiesta di particolari compensi non previsti nel presente capitolato.

Il materiale posto in opera dovrà presentare valori di peso di volume allo stato secco del 95% del volume di peso secco ottenuto nella prova di compattazione con tolleranza dell'1%. Il controllo della compattazione dei diversi strati che andranno a costituire il corpo arginale dovrà essere eseguito con prove di densità in sito, prove su piastra ($M_d > 200 \text{ kg/cm}^2$ intervallo di carico compreso fra 1,5 e 2,5), al termine del riporto di ogni strato e prima di dare inizio allo strato successivo. Pertanto il cantiere dovrà essere dotato di idonee apparecchiature per l'esecuzione di dette prove.

Ai rilevati e agli argini sarà data una larghezza ed una altezza maggiori di quelle che dovranno avere ad opera finita, onde poter ritagliare le scarpate e profilare i cigli dopo che la terra sia completamente compattata. Gli argini finiti e del tutto assestati, dovranno corrispondere per quote e dimensioni ai relativi disegni ed alle eventuali ulteriori indicazioni e modifiche, che in corso d'opera la Direzione dei Lavori ritenesse di introdurre.

L'occupazione temporanea di terreno durante l'esecuzione dei lavori dovrà avvenire nelle estensioni e nelle modalità indicate dalla Direzione dei Lavori. Tutte le occupazioni eccedenti, dovute all'incuria dell'Appaltatore, e quelle previste dall'art.5 del Capitolato Generale di Appalto nonché gli eventuali danni saranno a carico dell'Appaltatore stesso.

L'impresa dovrà aver cura di non transitare sulle sommità arginali con mezzi operativi pesanti e che comunque possano deformare il corpo arginale stesso. Tale disposizione dovrà essere scrupolosamente rispettata durante i periodi di pioggia, nei giorni immediatamente seguenti a questi ed in genere quando il terreno è fradicio. Al ripristino di eventuali danni dovrà provvedervi l'impresa secondo le disposizioni della Direzione Lavori.

La realizzazione del rilevato arginale avverrà comunque per gradini successivi di altezza massima cm 30; verrà realizzata una prima fase di precarico ottenuta con la formazione del rilevato fino ad una quota poco superiore del piano campagna .

Si procederà quindi al monitoraggio dei cedimenti che permetterà di evidenziare la presenza locale di eventuali anomalie nel comportamento dei terreni di fondazione, i quali beneficeranno, per azione del precarico, di un miglioramento delle caratteristiche meccaniche che avverrà per mezzo della consolidazione degli strati sottostanti il rilevato.

Il completamento del rilevato arginale fino alla quota di progetto potrà essere effettuato come ultima fase costruttiva, prima della realizzazione delle finiture superficiali dell'opera correggendo con nuovi apporti di materiale gli eventuali cedimenti differenziali dell'opera e completando il tutto realizzando la pista in sommità, prevista in progetto, con un sottofondo stradale in materiale di fiume o di cava, cilindrato e rullato fino a completo assestamento, della larghezza di 250 cm e spessore di 30 cm.

Art. 31. MOVIMENTI E TRASPORTI DI MATERIALI

Ogni qualvolta si debba procedere allo sgombero di macerie e alla rimozione di materie accumulate nel cantiere di lavoro, l'impresa avrà cura di recuperare il materiale riutilizzabile e di accantonarlo regolarmente nelle posizioni che verranno fissate dalla direzione lavori, evitando in ogni caso che il materiale venga asportato per negligenza o per qualsiasi altro motivo.

Qualora l'impresa non provvedesse in conformità a tale prescrizione la direzione lavori avrà facoltà di addebitare all'impresa stessa l'importo dei materiali perduti, detraendo direttamente dalla contabilità dei lavori.

I rinterri dovranno eseguirsi impiegando anzitutto le materie provenienti dagli scavi giudicate idonee dalla direzione lavori ed all'uopo accatastate in precedenza.

In ogni caso i rinterri dovranno effettuarsi per strati di spessore non superiore ai cm 30 accuratamente pilonati con pestelli del peso di Kg 15 a completo rifiuto, completato mediante abbondante aspersione di acqua.

Tale prescrizione vale anche per i rinterri degli spazi prodotti dagli eventuali smottamenti e per gli scavi eseguiti in eccedenza alle misure prescritte sebbene questi rinterri non vengano contabilizzati.

I trasporti a rifiuto dei materiali di scarto dovranno effettuarsi fino alla località e posizione caso per caso approvata dalla direzione lavori. Qualora per qualsiasi motivo l'impresa o chi per essa non ottemperasse a tale specifica prescrizione la direzione lavori non solo non farà luogo al pagamento del corrispondente importo, ma applicherà una penale pari all'importo medesimo, da detrarsi direttamente dal conto finale dei lavori.

Art. 32. MALTE E CONGLOMERATI IN GENERE

Dovranno confezionarsi con gli ingredienti e nella dosatura fissata dalle singole voci dei prezzi unitari annessi al presente Capitolato.

La mescolanza degli ingredienti verrà realizzata con mezzi meccanici e dovrà venire prolungata fino ad ottenere un miscuglio perfetto ed omogeneo dei medesimi per la massa della malta e del conglomerato. È fatto obbligo tassativo all'impresa di eseguire tutte le operazioni connesse con la confezione, il trasporto, il deposito provvisorio, etc., delle malte e conglomerati sopra appositi tavolati.

Art. 33. FERRO TONDINO

Dovrà essere posto in opera ripulito da incrostazioni di ruggine ed altri materiali terrosi od untuosi e lavorato secondo le indicazioni riportate sui disegni esecutivi.

Dovrà essere curata la scelta delle barre in modo da evitare, per quanto possibile, sovrapposizioni.

L'armatura metallica dovrà risultare ben legata e perfettamente centrata entro le casseforme in modo che, a disarmo avvenuto, essa risulti regolarmente annegata nel calcestruzzo.

Art. 34. PAVIMENTAZIONI BITUMINOSE

STRATI DI FONDAZIONE, DI BASE, DI COLLEGAMENTO E DI USURA.

Per le terminologie e definizioni relative alle pavimentazioni ed ai materiali stradali si fa riferimento alle norme tecniche del C.N.R. - B.U. n. 169 del 1994. Le parti del corpo stradale sono così suddivise:

- 1) sottofondo (terreno naturale in sito o sull'ultimo strato del rilevato);

sovrastuttura, così composta:

- 2) fondazione,
- 3) base,
- 4) strato superficiale (collegamento e usura).

In linea generale, salvo diversa disposizione della Direzione dei lavori, la sagoma stradale per tratti in rettilineo sarà costituita da due falde inclinate in senso opposto aventi pendenza trasversale del 1,5%□2,0%, raccordate in asse da un arco di cerchio avente tangente di m 0,50. Alle banchine sarà invece assegnata la pendenza trasversale del 2,0%□5,0%.

Le curve saranno convenientemente rialzate sul lato esterno con pendenza che la Direzione dei lavori stabilirà in relazione al raggio della curva e con gli opportuni tronchi di transizione per il raccordo della sagoma in curva con quella dei rettilinei o altre curve precedenti e seguenti.

Il tipo e lo spessore dei vari strati, costituenti la sovrastuttura, saranno quelli stabiliti, per ciascun tratto, dalla Direzione dei lavori, in base ai risultati delle indagini geotecniche e di laboratorio.

L'Impresa indicherà alla Direzione dei lavori i materiali, le terre e la loro provenienza, e le granulometrie che intende impiegare strato per strato, in conformità degli articoli che seguono.

La Direzione dei lavori ordinerà prove su detti materiali, o su altri di sua scelta, presso Laboratori ufficiali di fiducia dell'Amministrazione appaltante. Per il controllo delle caratteristiche tali prove verranno, di norma, ripetute sistematicamente, durante l'esecuzione dei lavori, nei laboratori di cantiere o presso gli stessi laboratori ufficiali.

L'approvazione della Direzione dei lavori circa i materiali, le attrezzature, i metodi di lavorazione, non solleva l'Impresa dalla responsabilità circa la buona riuscita del lavoro.

L'Impresa avrà cura di garantire la costanza nella massa, nel tempo, delle caratteristiche delle miscele, degli impasti e della sovrastuttura resa in opera.

Salvo che non sia diversamente disposto dagli articoli che seguono, la superficie finita della pavimentazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 0,3 mm, controllata a mezzo di un regolo lungo m 4,00 disposto secondo due direzioni ortogonali.

La pavimentazione stradale sui ponti deve sottrarre alla usura ed alla diretta azione del traffico l'estradosso del ponte e gli strati di impermeabilizzazione su di esso disposti. Allo scopo di evitare frequenti rifacimenti, particolarmente onerosi sul ponte, tutta la pavimentazione, compresi i giunti e le altre opere accessorie, deve essere eseguita con materiali della migliore qualità e con la massima cura esecutiva.

2) Strati di fondazione

Lo strato di fondazione sarà costituita dalla miscela conforme alle prescrizioni del presente Capitolato e comunque dovrà essere preventivamente approvata dalla Direzione dei lavori e dovrà essere stesa in strati successivi dello spessore stabilito dalla Direzione dei lavori in relazione alla capacità costipante delle attrezzature di costipamento usate.

Gli strati dovranno essere costipati con attrezzature idonee al tipo di materiale impiegato ed approvato dalla Direzione dei lavori, tali da arrivare ai gradi di costipamento prescritti dalle indicazioni successive.

Il costipamento dovrà interessare la totale altezza dello strato che dovrà essere portato alla densità stabilita di volta in volta dalla Direzione dei lavori in relazione al sistema ed al tipo di attrezzatura da laboratorio usata ed in relazione al sistema ed al tipo di attrezzatura di cantiere impiegato. Durante la fase di costipamento la quantità di acqua aggiunta, per arrivare ai valori ottimali di umidità della miscela, dovranno tenere conto delle perdite per evaporazione causa vento, sole, calore ed altro. L'acqua da impiegare dovrà essere esente da materie organiche e da sostanze nocive.

Si darà inizio ai lavori soltanto quando le condizioni di umidità siano tali da non produrre danni alla qualità dello strato stabilizzante. La costruzione sarà sospesa quando la temperatura sia inferiore a 3 °C.

Qualsiasi zona o parte della fondazione, che sia stata danneggiata per effetto del gelo, della temperatura o di altre condizioni di umidità durante qualsiasi fase della costruzione, dovrà essere completamente scarificata, rimiscelata e costipata in conformità delle prescrizioni della Direzione dei lavori, senza che questa abbia a riconoscere alcun compenso aggiuntivo.

La superficie di ciascuno strato dovrà essere rifinita secondo le inclinazioni, le livellette e le curvature previste dal progetto e dovrà risultare liscia e libera da buche e irregolarità.

3) Strato di base in misto bitumato

a) Descrizione

Lo strato di base è costituito da un misto granulare di frantumato, ghiaia, sabbia ed eventuale additivo (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle Norme C.N.R. sui materiali stradali - fascicolo IV/1953), normalmente dello spessore di 10-15 cm, impastato con bitume a caldo, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati o metallici a rapida inversione.

Lo spessore della base è prescritto nei tipi di progetto, salvo diverse indicazioni della Direzione dei lavori.

Nella composizione dell'aggregato grosso (frazione > 4 mm), il materiale frantumato dovrà essere presente almeno per il 90% in peso. A giudizio della Direzione lavori potrà essere richiesto che tutto l'aggregato grosso sia costituito da elementi provenienti da frantumazione di rocce lapidee.

b) Materiali inerti

I requisiti di accettazione degli inerti impiegati nei conglomerati bituminosi per lo strato di base dovranno essere conformi alle prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle norme C.N.R. - 1953.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle norme C.N.R. - 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le norme del B.U. C.N.R. n. 34 (28/3/1973) anziché col metodo DEVAL.

Aggregato grosso (frazione > 4 mm):

L'aggregato grosso sarà costituito da una miscela di ghiaie e/o breccie e/o pietrisco/pietrischetto/graniglia che dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

– contenuto di rocce tenere, alterate o scistose secondo la norma C.N.R. B.U. n. 104/84, non superiore all'1%;

- contenuto di rocce degradabili, secondo la norma C.N.R. B.U. n. 104/84, non superiore all'1%;
- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita secondo la norma C.N.R. B.U. n. 34/7, inferiore al 25%;
- quantità di materiale proveniente dalla frantumazione di rocce lapidee non inferiore al 90% in peso;
- dimensione massima dei granuli 40 mm (valida per uno spessore finito dello strato di base di almeno 7 cm);
- sensibilità al gelo (G), secondo la norma C.N.R. B.U. n. 80/80, non superiore al 30% (in zone considerate soggette a gelo);
- passante al setaccio 0,075, secondo la norma C.N.R. B.U. n. 75/80, non superiore all'1%;
- forma approssimativamente sferica (ghiaie) o poliedrica (brecce e pietrischi), comunque non appiattita, allungata o lenticolare, in ogni caso gli elementi dell'aggregato dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei.

Aggregato fino (frazione o 4 mm):

L'aggregato fino sarà costituito da una miscela di graniglie e/o ghiaie e/o brecciolini e sabbia naturale e/o di frantumazione e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- contenuto di rocce tenere, alterate o scistose secondo la norma C.N.R. B.U. n. 104/84, non superiore all'1%;
- contenuto di rocce degradabili, secondo la norma C.N.R. B.U. n. 104/84, non superiore all'1%;
- equivalente in sabbia determinato secondo la norma B.U. C.N.R. n. 27 (30/3/1972) superiore a 50%;
- materiale non plastico, secondo la norma C.N.R.-U.N.I. 10014;
- limite liquido (WL), secondo la norma C.N.R.-U.N.I. 10014, non superiore al 25%.

c) Additivi:

Gli eventuali additivi, provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri d'asfalto, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

- setaccio UNI 0,18 (ASTM n. 80): % passante in peso: 100;
- setaccio UNI 0,075 (ASTM n. 200): % passante in peso: 90.

La granulometria dovrà essere eseguita per via umida.

d) Legante bituminoso

Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalle "Norme per l'accettazione dei bitumi" del C.N.R. – B.U. n. 68 del 23/5/1978.

Il bitume dovrà essere del tipo di penetrazione 60 □ 70, ovvero avere una penetrazione a 25°C di 60 □ 70 D.M.m e le altre caratteristiche rispondenti a quelle indicate per la gradazione B 50/70 nella norma C.N.R.

Per la valutazione delle caratteristiche di: penetrazione, punto di rammollimento P.A., punto di rottura Fraas, duttilità e volatilità, si useranno rispettivamente le seguenti normative: B.U. C.N.R. n. 24 (29/12/1971); B.U. C.N.R. n. 35 (22/11/1973); B.U. C.N.R. n. 43 (6/6/1974); B.U. C.N.R. n. 44 (29/10/1974); B.U. C.N.R. n. 50 (17/3/1976).

Il bitume dovrà avere inoltre un indice di penetrazione, secondo la tabella UNI 4163 – ed. febbraio 1959, calcolato con la formula appresso riportata, compreso fra - 1,0 e \square 1,0:

$$IP : \text{indice di penetrazione} = (20 T U - 500 T V) / (U + 50 T V)$$

dove:

U = temperatura di rammollimento alla prova “palla-anello” in °C (a 25 °C);

V = $\log(800)$ - \log (penetrazione bitume in D.M.m a 25 °C)

Il prelevamento dei campioni di bitume dovrà avvenire in conformità a quanto prescritto dalla norma C.N.R. B.U. n. 81/1980.

d) Miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci U.N.I.	Miscela passante: % totale in peso
Crivello 40	100
Crivello 30	80 ÷ 100
Crivello 25	70 ÷ 95
Crivello 15	45 ÷ 70
Crivello 10	35 ÷ 60
Crivello 5	25 ÷ 50
Setaccio 2	20 ÷ 40
Setaccio 0,4	6 ÷ 20
Setaccio 0,18	4 ÷ 14
Setaccio 0,075	4 ÷ 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 3,5% e il 4,5% riferito al peso secco totale degli aggregati. Esso dovrà comunque essere determinato come quello necessario e sufficiente per ottimizzare – secondo il metodo Marshall di progettazione degli impasti bituminosi per pavimentazioni stradali – le caratteristiche di impasto di seguito precisate:

– il valore della stabilità Marshall – Prova B.U. C.N.R. n. 30 (15/3/1973) eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 700 Kg; inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere superiore a 250;

– gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresi fra 3% e 7%;

– sufficiente insensibilità al contatto prolungato con l’acqua; la stabilità Marshall, secondo la norma C.N.R. B.U. n. 149/92, dovrà risultare pari almeno al 75% del valore originale; in difetto, a discrezione della Direzione lavori, l’impasto potrà essere ugualmente accettato purché il legante venga additivato con il dope di adesione e, in tal modo, l’impasto superi la prova.

I provini per le misure di stabilità e rigidità anzidette dovranno essere confezionati presso l’impianto di produzione e/o presso la stesa e la stessa Impresa dovrà a sue spese provvedere a dotarsi delle attrezzature necessarie per confezionare i provini Marshall.

La temperatura di compattazione dovrà essere uguale o superiore a quella di stesa; non dovrà però superare quest'ultima di oltre 10 °C.

Le carote o i tasselli indisturbati di impasto bituminoso prelevati dallo strato steso in opera, a rullatura ultimata, dovranno infine presentare in particolare le seguenti caratteristiche:

– la densità (peso in volume) – determinata secondo la norma C.N.R. B.U. n. 40/73 – non dovrà essere inferiore al 97% della densità dei provini Marshall.

e) Controllo dei requisiti di accettazione

L'Impresa ha l'obbligo di fare eseguire prove sperimentali sui campioni di aggregato e di legante, per la relativa accettazione.

L'Impresa è poi tenuta a presentare con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'impresa ha ricavato la ricetta ottimale.

La Direzione lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Una volta accettata dalla Direzione lavori la composizione proposta, l'Impresa dovrà ad essa attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri. Non sarà ammessa una variazione del contenuto di aggregato grosso superiore a $\pm 5\%$ e di sabbia superiore a $\pm 3\%$ sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta, e di $\pm 1,5\%$ sulla percentuale di additivo.

Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilita di $\pm 0,3\%$.

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito.

Su richiesta della Direzione lavori sul cantiere di lavoro dovrà essere installato a cura e spese dell'Impresa un laboratorio idoneamente attrezzato per le prove ed i controlli in corso di produzione, condotto da personale appositamente addestrato.

In quest'ultimo laboratorio dovranno essere effettuate, quando necessarie, ed almeno con frequenza giornaliera:

– la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;

– la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;

– la verifica delle caratteristiche Marshall del conglomerato e precisamente: peso di volume (B.U. C.N.R. n. 40 del 30/3/1973), media di due prove; percentuale di vuoti (B.U. C.N.R. n. 39 del 23/3/1973), media di due prove; stabilità e rigidità Marshall.

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dall'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla Direzione lavori sul quale l'impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la Direzione lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

La stazione appaltante si riserva la espressa facoltà di verificare, tramite la Direzione lavori, le varie fasi di preparazione dei conglomerati. A tal uopo l'Impresa è tassativamente obbligata a fornire all'Amministrazione appaltante gli estremi (nome commerciale ed indirizzo) della ditta di produzione dei conglomerati unitamente al formale impegno di questa a consentire alla Direzione lavori sopralluoghi in fabbrica in qualsiasi numero ed in ogni momento con la facoltà di operare dei prelievi di materiali, assistere e verificare le fasi di manipolazione e confezione.

f) Formazione e confezione delle miscele

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi autorizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati; resta pertanto escluso l'uso dell'impianto a scarico diretto.

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati.

Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 20 secondi.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 150 °C e 170 °C, e quella del legante tra 150 °C e 180 °C, salvo diverse disposizioni della Direzione lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,5%.

L'ubicazione dell'impianto di mescolamento dovrà essere tale da consentire, in relazione alle distanze massime della posa in opera, il rispetto delle temperature prescritte per l'impasto e per la stesa.

g) Posa in opera delle miscele

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla Direzione lavori la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati nei precedenti articoli relativi alle fondazioni stradali in misto granulare ed in misto cementato.

Prima della stesa del conglomerato su strati di fondazione in misto cementato, per garantire l'ancoraggio, si dovrà provvedere alla rimozione della sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Procedendo alla stesa in doppio strato, i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di $0,5 \pm 1 \text{ Kg/m}^2$, secondo le indicazioni della Direzione lavori.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismo di autolivellamento.

Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazioni degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di 2 o più finitrici.

Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali, derivanti dalle interruzioni giornaliere, dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed esportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno cm 20 e non cadano mai in corrispondenza delle 2 fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto degli impasti dovrà essere effettuato con autocarri a cassone metallico a perfetta tenuta, pulito e, nella stagione o in climi freddi, coperto con idonei sistemi per ridurre al massimo il raffreddamento dell'impasto.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a $130 \text{ }^\circ\text{C}$.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; gli strati eventualmente compromessi (con densità inferiori a quelle richieste) dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a cura e spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità.

La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli metallici a rapida inversione di marcia, possibilmente integrati da un rullo semovente a ruote gommate e/o rulli misti (metallici e gommati).

Il tipo, il peso ed il numero di rulli, proposti dall'Appaltatore in relazione al sistema ed alla capacità di stesa ed allo spessore dello strato da costipare, dovranno essere approvati dalla Direzione lavori.

In ogni caso al termine della compattazione, lo strato di base dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al prescritto addensamento in riferimento alla densità di quella Marshall delle prove a disposizione per lo stesso periodo, rilevata all'impianto o alla stesa. Tale valutazione sarà eseguita sulla produzione di stesa secondo la norma B.U. C.N.R. n. 40 (30 marzo 1973), su carote di 15 cm di diametro; il valore risulterà dalla media di due prove.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso. Nelle curve sopraelevate il costipamento andrà sempre eseguito iniziando sulla parte bassa e terminando su quella alta.

Allo scopo di impedire la formazione di impronte permanenti, si dovrà assolutamente evitare e che i rulli vengano arrestati sullo strato caldo.

La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga m. 4, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente.

Saranno tollerati scostamenti dalle quote di progetto contenuti nel limite di ± 10 mm.

Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

4) Strati di collegamento (binder) e di usura

a) Descrizione

La parte superiore della sovrastruttura stradale sarà, in generale, costituita da un doppio strato di conglomerato bituminoso steso a caldo, e precisamente: da uno strato inferiore di collegamento (binder) e da uno strato superiore di usura, secondo quanto stabilito dalla Direzione lavori.

Il conglomerato per ambedue gli strati sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, della sabbia, degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R., fascicolo IV/1953), mescolati con bitume a caldo del tipo richiesto per ogni particolare lavorazione, e verrà steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattato con rulli gommati e lisci.

I conglomerati durante la loro stesa non devono presentare nella loro miscela alcun tipo di elementi litoidi, anche isolati, di caratteristiche fragili o non conformi alle prescrizioni del presente capitolato, in caso contrario a sua discrezione la Direzione lavori accetterà il materiale o provvederà ad ordinare all'Impresa il rifacimento degli strati non ritenuti idonei.

Tutto l'aggregato grosso (frazione > 4 mm), dovrà essere costituito da materiale frantumato.

Per le sabbie si può tollerare l'impiego di un 10% di sabbia tondeggiate.

b) Materiali inerti

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo le norme C.N.R., Capitolo II del fascicolo IV/1953.

Per il prelievamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione, così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le

prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle Norme C.N.R. 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le Norme B.U. C.N.R. n. 34 (28 marzo 1973) anziché col metodo DEVAL.

Aggregato grosso (frazione > 4 mm):

L'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei.

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetti e graniglie che potranno anche essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove appresso elencate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti.

Miscela inerti per strati di collegamento:

- contenuto di rocce tenere, alterate o scistose secondo la norma C.N.R. B.U. n. 104/84, non superiore all'1%;
- contenuto di rocce degradabili, secondo la norma C.N.R. B.U. n. 104/84, non superiore all'1%;
- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHO T 96 ovvero
inerte IV cat. : Los Angeles <25% - coeff. di frantumazione <140;
- tutto il materiale proveniente dalla frantumazione di rocce lapidee;
- dimensione massima dei granuli non superiore a 2/3 dello spessore dello strato e in ogni caso non superiore a 30 mm;
- sensibilità al gelo (G), secondo la norma C.N.R. B.U. n. 80/80, non superiore al 30% (in zone considerate soggette a gelo);
- passante al setaccio 0,075, secondo la norma C.N.R. B.U. n. 75/80, non superiore all'1%;
- indice di appiattimento (Ia), secondo la norma C.N.R. B.U. n. 95/84, non superiore al 20%;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,80;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,015;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953.

Nel caso che si preveda di assoggettare al traffico lo strato di collegamento in periodi umidi od invernali, la perdita in peso per scuotimento sarà limitata allo 0,5%.

Miscela inerti per strati di usura:

- contenuto di rocce tenere, alterate o scistose secondo la norma C.N.R. B.U. n. 104/84, non superiore all'1%;
- contenuto di rocce degradabili, secondo la norma C.N.R. B.U. n. 104/84, non superiore all'1%;
- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHO T 96 ovvero
inerte I cat.: Los Angeles <20% - coeff. di frantumazione <120;
- se indicato nell'elenco voci della lavorazione che si vuole almeno un 30% in peso del materiale della intera miscela, questo deve provenire da frantumazione di rocce di origine vulcanica magmatica eruttiva (ovvero del tipo basaltici o porfidi) che presentino un coefficiente di frantumazione minore di 100 e resistenza a compressione, secondo tutte le

giaciture, non inferiore a 140 N/mm^2 , nonché resistenza alla usura minima 0,6. Nel caso in cui tale percentuale risultasse superiore al valore del 30%, la parte eccedente non verrà ricompensata all'Impresa, ma si intenderà come necessaria affinché la miscela totale raggiunga i valori minimi prescritti dalla perdita in peso alla prova Los Angeles;

- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,85;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,015;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, con limitazione per la perdita in peso allo 0,5%.

Per le banchine di sosta saranno impiegati gli inerti prescritti per gli strati di collegamento e di usura di cui sopra.

In ogni caso i pietrischi e le graniglie dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei.

Aggregato fino (frazione compresa tra 0,075 e 4 mm):

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell'art. 5 delle Norme del C.N.R. fascicolo IV/1953 ed in particolare:

Miscela inerti per strati di collegamento:

- quantità di materiale proveniente dalla frantumazione di rocce lapidee non inferiore al 40%;
- equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHO T 176, non inferiore al 50%;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953 con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso.

Miscela inerti per strati di usura:

- quantità di materiale proveniente dalla frantumazione di rocce lapidee non inferiore al 50%;
- equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHO T 176, non inferiore al 60%;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953 con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso. Nel caso non fosse possibile reperire il materiale della pezzatura 2, 5 mm necessario per la prova, la stessa dovrà essere eseguita secondo le modalità della prova Riedel-Weber con concentrazione non inferiore a 6.

Additivo minerale (filler):

Gli additivi minerali (fillers) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto e dovranno risultare alla setacciatura per via secca interamente passanti al setaccio n. 30 ASTM e per almeno il 65% al setaccio n. 200 ASTM.

Per lo strato di usura, a richiesta della Direzione dei lavori, il filler potrà essere costituito da polvere di roccia asfaltica contenente il 6 □ 8% di bitume ed alta percentuale di asfalti con penetrazione Dow a 25 °C inferiore a 150 D.M.m.

Per fillers diversi da quelli sopra indicati è richiesta la preventiva approvazione della Direzione dei lavori in base a prove e ricerche di laboratorio.

c) Legante bituminoso

Il bitume per gli strati di collegamento dovrà essere di penetrazione 60 □ 70, mentre per quanto concerne il tappeto di usura dovrà essere del tipo modificato, come in precedenza descritto nelle norme per l'accettazione dei materiali, salvo diverso avviso, dato per iscritto, dalla Direzione dei lavori in relazione alle condizioni locali e stagionali e dovrà rispondere agli stessi requisiti indicati per il conglomerato bituminoso di base.

d) Miscela

Strato di collegamento (binder)

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci U.N.I.	Miscela passante: % totale in peso
Crivello 25	100
Crivello 15	65 ÷ 100
Crivello 10	50 ÷ 80
Crivello 5	30 ÷ 60
Setaccio 2	20 ÷ 45
Setaccio 0,42	7 ÷ 25
Setaccio 0,18	5 ÷ 15
Setaccio 0,075	4 ÷ 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4% ed il 5,5% riferito al peso degli aggregati. Esso dovrà comunque essere determinato come quello necessario e sufficiente per ottimizzare – secondo il metodo Marshall di progettazione degli impasti bituminosi per pavimentazioni stradali – le caratteristiche di impasto di seguito precisate:

– la stabilità Marshall eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a 900 Kg. Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 250;

– gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra 3 □ 7%;

– la prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato.

Riguardo i provini per le misure di stabilità e rigidità, sia per i conglomerati bituminosi tipo usura che per quelli tipo binder, valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato di base.

Le carote o i tasselli indisturbati di impasto bituminoso prelevati dallo strato steso in opera, a rullatura ultimata, dovranno infine presentare in particolare le seguenti caratteristiche:

– la densità (peso in volume) – determinata secondo la norma C.N.R. B.U. n. 40/73 – non dovrà essere inferiore al 97% della densità dei provini Marshall.

La superficie finita dell'impasto bituminoso messo in opera nello strato di collegamento, nel caso questo debba restare sottoposto direttamente al traffico per un certo periodo prima che venga steso il manto di usura, dovrà presentare:

– resistenza di attrito radente, misurata con l'apparecchio portatile a pendolo "Skid Resistance Tester" (secondo la norma C.N.R. B.U. n. 105/1985) su superficie pulita e bagnata, riportata alla temperatura di riferimento di 15 °C, non inferiore a 55 BPN "British Portable Tester Number"; qualora lo strato di collegamento non sia stato ancora ricoperto con il manto di usura, dopo un anno dall'apertura al traffico la resistenza di attrito radente dovrà risultare non inferiore a 45 BPN;

– macrorugosità superficiale misurata con il sistema della altezza in sabbia (HS), secondo la norma C.N.R. B.U. n. 94/83, non inferiore a 0,45 mm;

– coefficiente di aderenza trasversale (CAT) misurato con l'apparecchio S.C.R.I.M. (siderway Force Coefficient Investigation Machine), secondo la norma C.N.R. B.U. n. 147/92, non inferiore a 0,55.

Le misure di BPN, HS e CAT dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 90° giorno dall'apertura al traffico.

Strato di usura

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura antiskid dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Tipo di materiale	: % totale in peso
Sabbia 0/4	41,5
Inerte 6/10	15
Inerte 10/14	36
Filler	7,5

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 6% riferito al peso totale degli aggregati.

Il coefficiente di riempimento con bitume dei vuoti intergranulari della miscela addensata non dovrà superare l'80%; il contenuto di bitume della miscela dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportata.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

– resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza; il valore della stabilità Marshall (prova B.U. C.N.R. n. 30 del 15 marzo 1973) eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 100 N [1000 Kg]. Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300;

– la percentuale dei vuoti dei provini Marshall, sempre nelle condizioni di impiego prescelte, deve essere compresa fra 3% e 6%;

– la prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato.

Le carote o i tasselli indisturbati di impasto bituminoso prelevati dallo strato steso in opera, a rullatura ultimata, dovranno infine presentare in particolare le seguenti caratteristiche:

– la densità (peso in volume) – determinata secondo la norma C.N.R. B.U. n. 40/73 – non dovrà essere inferiore al 97% della densità dei provini Marshall;

– il contenuto di vuoti residui – determinato secondo la norma C.N.R. B.U. n. 39/73 – dovrà comunque risultare compreso fra il 4% e il 8% in volume. Ad un anno dall'apertura al traffico, il volume dei vuoti residui dovrà invece essere compreso fra 3% e 6% e impermeabilità praticamente totale; il coefficiente di permeabilità misurato su uno dei provini Marshall, riferentesi alle condizioni di impiego prescelte, in permeamometro a carico costante di 50 cm d'acqua, non dovrà risultare inferiore a 10^{-6} cm/sec.

La superficie finita dell'impasto bituminoso messo in opera nel manto di usura, dovrà presentare:

– resistenza di attrito radente, misurata con l'apparecchio portatile a pendolo "Skid Resistance Tester" (secondo la norma C.N.R. B.U. n. 105/1985) su superficie pulita e bagnata, riportata alla temperatura di riferimento di 15 °C:

– inizialmente, ma dopo almeno 15 giorni dall'apertura al traffico non inferiore a 65 BPN;

– dopo un anno dall'apertura al traffico, non inferiore a 55 BPN;

– macrorugosità superficiale misurata con il sistema della altezza in sabbia (HS), secondo la norma C.N.R. B.U. n. 94/83, non inferiore a 0,55 mm;

– coefficiente di aderenza trasversale (CAT) misurato con l'apparecchio S.C.R.I.M. (siderway Force Coefficient Investigation Machine), secondo la norma C.N.R. B.U. n. 147/92, non inferiore a 0,60.

Le misure di BPN, e CAT dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 90° giorno dall'apertura al traffico.

Sia per i conglomerati bituminosi per strato di collegamento che per strato di usura, nel caso in cui la prova Marshall venga effettuata a titolo di controllo della stabilità del conglomerato prodotto, i relativi provini dovranno essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione o nella stesa ed immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento. La stessa Impresa dovrà a sue spese provvedere a dotarsi delle attrezzature necessarie per confezionare i provini Marshall. In tal modo la temperatura di costipamento consentirà anche il controllo delle temperature operative. Inoltre, poiché la prova va effettuata sul materiale passante al crivello da 25 mm, lo stesso dovrà essere vagliato se necessario.

e) Controllo dei requisiti di accettazione

Strato di collegamento (binder)

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

Strato di usura

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

Inoltre indicati con :

M: il valore della stabilità Marshall, espressa in Kg;

Iv: il volume dei vuoti residui a rullatura terminata, espresso in percentuale;

LA: perdita in peso alla prova Los Angeles relativa all'aggregato grosso, espresso in percentuale;

i lavori eseguiti non saranno ritenuti accettabili qualora si verifici anche una sola delle disuguaglianze sotto indicate:

M < 800 Kg	Iv > 14 %	LA > 23 %
----------------------	---------------------	---------------------

Nel caso in cui i risultati delle prove fatte eseguire dalla Direzione lavori presso laboratori ufficiali di fiducia dell'Amministrazione appaltante, sui campioni prelevati in contraddittorio, fornissero dei valori intermedi tra quelli prescritti dal presente Capitolato e quelli rappresentanti i limiti di accettabilità sopra indicati, si procederà ad una detrazione percentuale sull'importo dei lavori, che risulti dai registri contabili o in sede di emissione del conto finale, calcolata secondo la seguente formula, che fornisce il fattore di moltiplicazione da applicare a detto importo per ottenere il corrispondente valore rettificato, a seguito di riscontrata carenza dei materiali:

$$C = 1 - 0,3 \square (1000 - M) / 200 - 0,2 \square (Iv - 8) / 6 - 0,1 (LA - 20) / 3$$

con

M \square 1000 Kg	Iv \square 8 %	LA \square 20 %
---------------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------

Quando il coefficiente C risulti minore o uguale a 0,5 il lavoro non sarà accettato.

Per l'applicazione del fattore di moltiplicazione (C) sull'importo dei lavori si dovrà utilizzare, per ciascun termine (M, Iv e LA), il valore medio tra quelli rilevati su più sezioni (chilometriche) dell'intero tronco stradale oggetto dell'intervento.

f) Formazione e confezione degli impasti

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base, salvo che per il tempo minimo di miscelazione effettiva, che, con i limiti di temperatura indicati per il legante e gli aggregati, non dovrà essere inferiore a 25 secondi.

g) Posa in opera delle miscele

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base, salvo che saranno tollerati scostamenti dalle quote di progetto contenuti nei seguenti limiti:

- strato di collegamento: ± 7 mm,
- strato di usura: ± 5 mm.

h) Attivanti l'adesione

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati potranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione del bitume aggregato ("dopes" di adesività).

Esse saranno impiegate negli strati di base e di collegamento, mentre per quello di usura lo saranno ad esclusivo giudizio della Direzione lavori:

1) quando la zona di impiego del conglomerato, in relazione alla sua posizione geografica rispetto agli impianti più prossimi, è tanto distante dal luogo di produzione del conglomerato stesso da non assicurare, in relazione al tempo di trasporto del materiale, la temperatura di 130°C richiesta all'atto della stesa;

2) quando anche a seguito di situazioni meteorologiche avverse, la stesa dei conglomerati bituminosi non sia procrastinabile in relazione alle esigenze del traffico e della sicurezza della circolazione.

Si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quello che sulla base di prove comparative effettuate presso i laboratori autorizzati avrà dato i migliori risultati e che conservi le proprie caratteristiche chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate.

Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra lo 0,3% e lo 0,6% rispetto al peso del bitume.

I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego dovranno ottenere il preventivo benessere della Direzione lavori.

L'immissione delle sostanze attivanti nel bitume dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantirne la perfetta dispersione e l'esatto dosaggio.

MODALITÀ DI PRODUZIONE E CONFEZIONE DELLE MISCELE

Il conglomerato verrà confezionato mediante idonei impianti altamente automatizzati dotati di adeguati controlli automatici di processo, tali impianti dovranno essere mantenuti sempre perfettamente in ordine e dovranno assicurare una elevata qualità del prodotto.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento degli inerti, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati.

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle di progetto. La Direzione lavori potrà approvare l'impiego di impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti della miscela sia eseguito a peso, con idonee apparecchiature la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo eventualmente previsto.

La zona destinata agli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per evitare la presenza di sostanza argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura onde evitare contaminazioni.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione dovrà essere compresa tra 160 e 180 °C, quella del legante modificato tra 150 e 180 °C salvo diverse disposizioni della Direzione lavori.

Per la verifica delle suddette temperature gli essiccatori, le caldaie, i serbatoi e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà superare lo 0,5% in peso.

Art. 35. BARRIERE DI SICUREZZA IN ACCIAIO

Per le barriere stradali di sicurezza la normativa di riferimento risulta essere la seguente:

- D.M. LL.PP. 18/2/1992, n. 223, “Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza”, per la parte ancora vigente;
- D.M. LL.PP. 15/10/1996, “Aggiornamento del D.M. 18/2/1992, n. 223, recante istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza””, per la parte ancora vigente e la Dir. min. 25/8/2004;
- D.M. LL.PP. 3/6/1998, “Ulteriore aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza e delle prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell’omologazione””, per la parte ancora vigente;
- D.M. LL.PP. 11.6.1999”Integrazioni e modificazioni al D.M. 3.6.1998 recante: ”Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione,l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza”
- D.M.LL.PP. 21/06/2004 “Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale”.
- La circolare ministero delle Infrastrutture e trasporti del 21/7/2010:”Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali”
- D.Min Infrastrutture e Trasporti 28 giugno 2011

L’Impresa che si aggiudica il lavoro dovrà presentare certificato di omologazione in conformità delle norme vigenti relativamente alla rispondenza del prodotto fornito con le specifiche tecniche del presente Capitolato, nonché quant’altro richiesto dal D. Min Infrastrutture e Trasporti 28 giugno 2011.

A seconda della loro destinazione ed ubicazione le barriere si dividono nei seguenti tipi:

- barriere centrali di spartitraffico;
- barriere per bordo stradale, in rilevato o scavo;
- barriere per opere d’arte, ponti, viadotti, sottovia, muri ecc.;
- barriere per punti singolari quali zone di approccio opere d’arte, ostacoli fissi e simili.

La classificazione delle barriere e dei dispositivi di ritenuta speciali, in relazione al “livello di contenimento”, risulta essere la seguente:

Classe	Contenimento
N1	Minimo
N2	Medio
H1	Normale
H2	Elevato
H3	Elevatissimo
H4	Per tratti ad altissimo rischio

La barriera dovrà avere le caratteristiche indicate nel D. Min Infrastrutture e Trasporti 28 giugno 2011 e nelle norme dallo stesso richiamate.

Tutti gli elementi metallici costituenti la barriera devono essere in acciaio di qualità non inferiore a Fe 360, zincato a caldo con una quantità di zinco non inferiore a 300 g/mq per ciascuna faccia e nel rispetto della normativa UNI.

Le fasce saranno fissate ai sostegni con il bordo superiore che dovrà trovarsi ad una altezza non minore di 70 cm dalla pavimentazione, mentre la faccia lato strada si troverà a non meno di 15 cm dal filo dei sostegni lato strada.

Ciascun tratto dovrà essere delimitato da un elemento terminale curvo o interrato.

La bulloneria di collegamento sarà a testa tonda, ad alta resistenza, con piastrina copriasola antisfilamento di mm 45x100 e spessore mm 4.

Ogni tre fasce sarà installato un dispositivo rifrangente con superficie normale all'asse stradale.

La barriera dovrà essere comunque priva di elementi sporgenti.

Per i lavori della categoria OS 12A, ai fini del collaudo, l'esecutore presenta una certificazione del produttore dei beni oggetto della categoria attestante il corretto montaggio e la corretta installazione degli stessi, ai sensi dell'art. 79, c. 17, D.P.R. 207/2010, ancora vigente ai sensi degli artt. 216, c. 14, D.Lgs. 50/2016.

Nel caso di fornitura/posa di guard rail, per la liquidazione di ogni sal/per l'ultimo stato e lo stato del conto finale, ai fini del pagamento delle prestazioni, occorre che sia presentata la documentazione prevista all'art. 2, c. 1 e 4, D.M. Infrastrutture e Trasporti del 28 giugno 2011, vale a dire:

- i dispositivi di ritenuta stradale utilizzati ed installati sono muniti di marcatura CE in conformità alla norma europea armonizzata di cui all'art. 1, comma 1, del decreto citato, apposta a seguito dell'emissione di certificato CE di conformità, rilasciato da un organismo notificato, e di dichiarazione CE di conformità, rilasciata dal fabbricante o produttore, ovvero dal suo mandatario stabilito nell'Unione europea.

- in originale o in copia conforme i rapporti delle prove al vero, effettuate su prototipi rappresentativi del dispositivo di ritenuta stradale considerato ai sensi della serie di norme UNI EN 1317, e le modalità di esecuzione delle prove stesse, comprensivi della verifica dei materiali costituenti il prodotto con cui il dispositivo medesimo è stato sottoposto a prova ai sensi di quanto previsto dalla norma UNI EN 1317-5.

Art. 36. OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO SEMPLICE E ARMATO

1. COMPONENTI DEL CALCESTRUZZO

a) LEGANTI PER OPERE STRUTTURALI

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

È escluso l'impiego di cementi alluminosi.

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

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

Qualora il calcestruzzo risulti esposto a condizioni ambientali chimicamente aggressive, si devono utilizzare cementi per i quali siano prescritte, da norme armonizzate europee e fino

alla disponibilità di esse, da norme nazionali, adeguate proprietà di resistenza ai solfati e/o al dilavamento o ad eventuali altre specifiche azioni aggressive.

□ Fornitura

I sacchi per la fornitura dei cementi devono essere sigillati e in perfetto stato di conservazione. Se l'imballaggio fosse comunque manomesso o il prodotto avariato, il cemento potrà essere rifiutato dalla direzione dei lavori e dovrà essere sostituito con altro idoneo. Se i leganti vengono forniti sfusi, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce. La qualità del cemento potrà essere accertata mediante prelievo di campioni e la loro analisi presso laboratori ufficiali. L'impresa deve disporre in cantiere di silos per lo stoccaggio del cemento che ne consentano la conservazione in idonee condizioni termoigrometriche.

□ Marchio di conformità

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

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

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

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

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

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

Proprietà	Prova secondo	Tipo di cemento	Classe di resistenza	Requisiti
Perdita al fuoco	EN 196-2	CEM I – CEM III	Tutte le classi	□ 5,0%
Residuo insolubile	EN 196-2	CEM I – CEM III	Tutte le classi	□ 5,0%
Solfati (SO ₃) come	EN 196-2	CEM I CEM II2 CEM IV CEM V	32,5 32,5 R 42,5	□ 3,5%
			42,5 R 52,5 52,5 R	□ 4,0%
		CEM III3	Tutte le classi	
Cloruri	EN 196-21	Tutti i tipi4	Tutte le classi	□ 0,10%

Pozzolanicità	EN 196-5	CEM IV	Tutte le classi	Esito positivo della prova
---------------	----------	--------	-----------------	----------------------------

1 I requisiti sono espressi come percentuale in massa.
2 Questa indicazione comprende i cementi tipo CEM II/A e CEM II/B, ivi compresi i cementi Portland composti contenenti solo un altro componente principale, per esempio II/A-S o II/B-V, salvo il tipo CEM II/B-T, che può contenere fino al 4,5% di SO₃, per tutte le classi di resistenza.
3 Il cemento tipo CEM III/C può contenere fino al 4,5% di SO₃.
4 Il cemento tipo CEM III può contenere più dello 0,100% di cloruri, ma, in tal caso, si dovrà dichiarare il contenuto effettivo in cloruri.

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

Proprietà		Valori limite					
		Classe di resistenza					
		32,5	32,5 R	42,5	42,5 R	52,5	42,5 R
Limite inferiore di resistenza [N/mm ²]	2 giorni	-	8,0	8,0	18,0	18,0	28,0
	7 giorni	14,0	-	-	-	-	-
	28 giorni	30,0	30,0	40,0	40,0	50,0	50,0
Tempo di inizio presa – Limite inferiore [min]		45			40		
Stabilità [mm] – Limite superiore		11					
Contenuto di SO ₃ (%) Limite superiore	Tipo I Tipo III Tipo IV Tipo V	4,0			4,5		
	Tipo III/A Tipo III/B	4,5					
	Tipo III/C	5,0					
Contenuto di cloruri (%) – Limite superiore ²		0,11					
Pozzolanicità		Positiva a 15 giorni					

1 Il cemento tipo II/B può contenere fino al 5% di SO₃ per tutte le classi di resistenza.
2 Il cemento tipo III può contenere più dello 0,11% di cloruri, ma in tal caso deve essere dichiarato il contenuto reale di cloruri.

□ Metodi di prova

Ai fini dell'accettazione dei cementi la direzione dei lavori potrà effettuare le seguenti prove:
UNI EN 196-1 – Metodi di prova dei cementi. Parte 1: Determinazione delle resistenze meccaniche;
UNI EN 196-2 – Metodi di prova dei cementi. Parte 2: Analisi chimica dei cementi;
UNI EN 196-3 – Metodi di prova dei cementi. Parte 3: Determinazione del tempo di presa e della stabilità;
UNI ENV SPERIMENTALE 196-4 – Metodi di prova dei cementi. Parte 4: Determinazione quantitativa dei costituenti;
UNI EN 196-5 – Metodi di prova dei cementi. Parte 5: Prova di pozzolanicità dei cementi pozzolanici;
UNI EN 196-6 – Metodi di prova dei cementi. Parte 6: Determinazione della finezza;
UNI EN 196-7 – Metodi di prova dei cementi. Parte 7: Metodi di prelievo e di campionatura del cemento;
UNI EN 196-8 – Metodi di prova dei cementi. Parte 8: Calore d'idratazione. Metodo per soluzione;

UNI EN 196-9 – Metodi di prova dei cementi. Parte 9: Calore d'idratazione. Metodo semiadiabatico;
 UNI EN 196-10 – Metodi di prova dei cementi. Parte 10: Determinazione del contenuto di cromo (VI) idrosolubile nel cemento;
 UNI EN 196-21 – Metodi di prova dei cementi. Determinazione del contenuto di cloruri, anidride carbonica e alcali nel cemento;
 UNI EN 197-1 – Cemento. Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni;
 UNI EN 197-2 – Cemento. Valutazione della conformità;
 UNI EN 197-4 – Cemento. Parte 4: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi d'altoforno con bassa resistenza iniziale;
 UNI 10397 – Cementi. Determinazione della calce solubilizzata nei cementi per dilavamento con acqua distillata;
 UNI EN 413-1 – Cemento da muratura. Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità;
 UNI EN 413-2 – Cemento da muratura. Metodi di prova;
 UNI EN 413-2 – Cemento da muratura. Parte 2: Metodi di prova.
 UNI 9606 – Cementi resistenti al dilavamento della calce. Classificazione e composizione.

b) **AGGREGATI**

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

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla tabella 16.4, a condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata con aggregati riciclati venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio. Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica di cui ai prospetti H1, H2 e H3 dell'annesso za della norma europea armonizzata UNI EN 12620, per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 tonnellate di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

Tabella limiti di impiego degli aggregati grossi provenienti da riciclo

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

Si potrà fare utile riferimento alle norme UNI 8520-1 e UNI 8520-2 al fine di individuare i requisiti chimico-fisici, aggiuntivi rispetto a quelli fissati per gli aggregati naturali, che gli aggregati riciclati devono rispettare, in funzione della destinazione finale del calcestruzzo e delle sue proprietà prestazionali (meccaniche, di durabilità e pericolosità ambientale, ecc.),

nonché le quantità percentuali massime di impiego per gli aggregati di riciclo, o classi di resistenza del calcestruzzo, ridotte rispetto a quanto previsto nella tabella 16.4.

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

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto e all'ingombro delle armature, e devono essere lavati con acqua dolce qualora ciò sia necessario per eliminare materie nocive. Il pietrisco deve provenire dalla frantumazione di roccia compatta, non gessosa né geliva, non deve contenere impurità né materie pulverulenti, e deve essere costituito da elementi le cui dimensioni soddisfino le condizioni sopra indicate per la ghiaia.

□ Sistema di attestazione della conformità

Il sistema di attestazione della conformità degli aggregati, ai sensi del D.P.R. n. 246/1993, è indicato nella tabella 16.5.

Il Sistema 2+ (certificazione del controllo di produzione in fabbrica) è quello specificato all'art. 7, comma 1 lettera B, procedura 1 del D.P.R. n. 246/1993, comprensiva della sorveglianza, giudizio e approvazione permanenti del controllo di produzione in fabbrica.

Tabella sistema di attestazione della conformità degli aggregati

Specifica tecnica europea armonizzata di riferimento	Uso previsto	Sistema di attestazione della conformità
Aggregati per calcestruzzo	Calcestruzzo	2+

□ Marcatura ce

Gli aggregati che devono riportare obbligatoriamente la marcatura ce sono riportati nella tabella 16.6.

La produzione dei prodotti i deve avvenire con un livello di conformità 2+, certificato da un organismo notificato.

Tabella aggregati che devono riportare la marcatura ce

Impiego aggregato	Norme di riferimento
Aggregati per calcestruzzo	UNI EN 12620
Aggregati per conglomerati bituminosi e finiture superficiali per strade, aeroporti e altre aree trafficate	UNI EN 13043
Aggregati leggeri. Parte 1: Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta da iniezione/boiaccia	UNI EN 13055-1
Aggregati grossi per opere idrauliche (armourstone). Parte 1	UNI EN 13383-1
Aggregati per malte	UNI EN 13139
Aggregati per miscele non legate e miscele legate utilizzati nelle opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade	UNI EN 13242
Aggregati per massicciate ferroviarie	UNI EN 13450

□ Controlli d'accettazione

I controlli di accettazione degli aggregati da effettuarsi a cura del direttore dei lavori, come stabilito dalle norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008 e s.m.i., devono essere finalizzati alla determinazione delle caratteristiche tecniche riportate nella tabella 16.7, insieme ai relativi metodi di prova.

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

Tabella controlli di accettazione per aggregati per calcestruzzo strutturale

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

□ Sabbia

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

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

□ Verifiche sulla qualità

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

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

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

□ Norme per gli aggregati per la confezione di calcestruzzi

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

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

UNI 8520-2 – *Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Requisiti;*
 UNI 8520-7 – *Aggregati per la confezione calcestruzzi. Determinazione del passante allo staccio 0,075 UNI 2332;*
 UNI 8520-8 – *Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione del contenuto di grumi di argilla e particelle friabili;*
 UNI 8520-13 – *Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della massa volumica e dell'assorbimento degli aggregati fini;*
 UNI 8520-16 – *Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della massa volumica e dell'assorbimento degli aggregati grossi (metodi della pesata idrostatica e del cilindro);*
 UNI 8520-17 – *Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della resistenza a compressione degli aggregati grossi;*
 UNI 8520-20 – *Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della sensibilità al gelo e disgelo degli aggregati grossi;*
 UNI 8520-21 – *Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Confronto in calcestruzzo con aggregati di caratteristiche note;*
 UNI 8520-22 – *Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della potenziale reattività degli aggregati in presenza di alcali;*
 UNI EN 1367-2 – *Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Prova al solfato di magnesio;*
 UNI EN 1367-4 – *Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Determinazione del ritiro per essiccamento;*
 UNI EN 12620 – *Aggregati per calcestruzzo;*
 UNI EN 1744-1 – *Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati. Analisi chimica;*
 UNI EN 13139 – *Aggregati per malta.*

□ Norme di riferimento per gli aggregati leggeri

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

UNI EN 13055-1 – *Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta per iniezione;*
 UNI EN 13055-2 – *Aggregati leggeri per miscele bituminose, trattamenti superficiali e per applicazioni in strati legati e non legati;*
 UNI 11013 – *Aggregati leggeri. Argilla e scisto espanso. Valutazione delle proprietà mediante prove su calcestruzzo convenzionale.*

c) AGGIUNTE

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

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

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

□ Ceneri volanti

Le ceneri volanti, costituenti il residuo solido della combustione di carbone, dovranno provenire da centrali termoelettriche in grado di fornire un prodotto di qualità costante nel tempo e documentabile per ogni invio, e non contenere impurezze (lignina, residui oleosi,

pentossido di vanadio, ecc.) che possano danneggiare o ritardare la presa e l'indurimento del cemento.

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

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

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

NORME DI RIFERIMENTO

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

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

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

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

□ Microsilice

La silice attiva colloidale amorfa è costituita da particelle sferiche isolate di SiO₂ con diametro compreso tra 0,01 e 0,5 micron, e ottenuta da un processo di tipo metallurgico, durante la produzione di silice metallica o di leghe ferro-silicio, in un forno elettrico ad arco.

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

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

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

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

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

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

NORME DI RIFERIMENTO

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

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

UNI EN 13263-2 – Fumi di silice per calcestruzzo. Parte 2: Valutazione della conformità.

d) **ADDITIVI**

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

Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue:

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

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

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

Gli additivi dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

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

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

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

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

□ Additivi acceleranti

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

Il dosaggio degli additivi acceleranti dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento. In caso di prodotti che non contengono cloruri tali valori possono essere incrementati fino al 4%. Per evitare concentrazioni del prodotto, lo si dovrà opportunamente diluire prima dell'uso.

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

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

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

□ Additivi ritardanti

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

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

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

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

- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123. Le prove di resistenza a compressione devono essere eseguite di regola dopo la stagionatura di 28 giorni, e la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

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

□ Additivi antigelo

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

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

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

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

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

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

□ Additivi fluidificanti e superfluidificanti

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

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

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

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

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

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

- la determinazione della consistenza dell'impasto mediante l'impiego della tavola a scosse con riferimento alla norma UNI 8020;

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

- la prova di essudamento prevista dalla norma UNI 7122.

□ Additivi aeranti

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

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

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

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

NORME DI RIFERIMENTO

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

e) **AGENTI ESPANSIVI**

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

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

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

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

NORME DI RIFERIMENTO

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

UNI 8147 – Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata della malta contenente l'agente espansivo;

UNI 8148 – Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata del calcestruzzo contenente l'agente espansivo;

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

□ **PRODOTTI FILMOGENI PER LA PROTEZIONE DEL CALCESTRUZZO**

Gli eventuali prodotti antievaporanti filmogeni devono rispondere alle norme comprese tra UNI 8656 e UNI 8660. L'appaltatore deve preventivamente sottoporre all'approvazione della direzione dei lavori la documentazione tecnica sul prodotto e sulle modalità di applicazione. Il direttore dei lavori deve accertarsi che il materiale impiegato sia compatibile con prodotti di successive lavorazioni (per esempio, con il primer di adesione di guaine per impermeabilizzazione di solette) e che non interessi le zone di ripresa del getto.

NORME DI RIFERIMENTO

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

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

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

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

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

f) **PRODOTTI DISARMANTI**

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

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

g) ACQUA DI IMPASTO

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

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

È vietato l'impiego di acqua di mare.

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

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

Tabella acqua di impasto

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

h) CLASSI DI RESISTENZA DEL CONGLOMERATO CEMENTIZIO

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

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

Tabella classi di resistenza

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

I calcestruzzi delle diverse classi di resistenza trovano impiego fatti salvi i limiti derivanti dal rispetto della durabilità.

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

Tabella impiego delle diverse classi di resistenza

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

□ Costruzioni di altri materiali

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

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

2. CONFEZIONAMENTO E POSA IN OPERA DEL CALCESTRUZZO

CALCESTRUZZO PER CALCESTRUZZO SEMPLICE E ARMATO

a) STUDIO E ACCETTAZIONE DELLA COMPOSIZIONE DEL CALCESTRUZZO

L'impresa, a seguito dello studio di composizione del conglomerato cementizio effettuato in laboratorio sulla base delle prescrizioni progettuali, indicherà alla direzione dei lavori i risultati delle prove fisiche e di resistenza meccanica realizzate su una o più combinazioni di materiali granulari lapidei utilizzabili per il lavoro in questione, specificando in modo preciso la provenienza e granulometria di ogni singola pezzatura.

Per ogni combinazione provata, verrà indicata dall'impresa la granulometria, la quantità d'acqua utilizzata, il rapporto acqua/cemento (a/c) in condizioni sature superficie asciutta, il tipo e dosaggio del cemento, il contenuto percentuale di aria inclusa, la lavorabilità e la relativa perdita nel tempo della medesima (almeno fino a due ore dal confezionamento), nonché le resistenze meccaniche alle scadenze prescritte.

Una volta definita la formulazione della miscela, le prove di accettazione della miscela stessa dovranno essere eseguite presso un laboratorio ufficiale con i materiali componenti effettivamente usati in cantiere, tenendo conto dei procedimenti di impasto e di vibrazione adottati nello studio, i quali, a loro volta, avranno preso in considerazione le procedure di impasto e posa in opera adottati in cantiere. Per motivi di rapidità, le verifiche potranno essere svolte dalla direzione dei lavori direttamente in cantiere. In questo caso, dovrà essere assicurata da parte dell'impresa la massima collaborazione. L'accettazione della miscela stessa avvenuta sulla base dei valori delle resistenze meccaniche a 2, 3 e 28 giorni di maturazione, determinate su provini di forma cubica, prismatica (travetti e spezzoni) e cilindrica, dovrà essere convalidata dalle prove allo stato fresco e indurito eseguite, sempre da un laboratorio ufficiale, sul calcestruzzo prelevato durante la prova di impianto, nonché su carote prelevate dall'eventuale getto di prova.

A giudizio della direzione dei lavori, qualora l'impianto di confezionamento e l'attrezzatura di posa in opera siano stati già utilizzati con risultati soddisfacenti in altri lavori dello stesso committente, l'accettazione della miscela potrà avvenire sulla base dei risultati del solo studio di laboratorio.

Nel caso in cui le prove sul prodotto finito diano risultato negativo, fatto salvo il buon funzionamento dell'impianto di confezionamento e delle apparecchiature di posa in opera e della loro rispondenza alle caratteristiche e ai limiti di tolleranza imposti, l'impresa provvederà a suo carico a studiare una nuova miscela e a modificarla fino a che il prodotto finito non risponda alle caratteristiche prescritte. La direzione dei lavori dovrà controllare attraverso il laboratorio ufficiale i risultati presentati.

Non appena confermata, con controlli eseguiti sul prodotto finito, la validità delle prove di laboratorio eseguite in fase di studio della miscela, la composizione del calcestruzzo diverrà definitiva.

Qualora per cause impreviste si debba variare la composizione della miscela, l'impresa, previa autorizzazione della direzione dei lavori, dovrà effettuare un nuovo studio da sottoporre all'approvazione della direzione dei lavori stessa, seguendo le modalità sopraindicate.

L'impresa dovrà, in seguito, assicurare i necessari controlli sul calcestruzzo allo stato fresco e indurito, affinché venga rispettata la composizione accettata e le caratteristiche fisiche e di resistenza meccanica. Le prove e i controlli saranno completamente a carico dell'impresa, la quale dovrà provvedere anche all'attrezzatura di un laboratorio idoneo ad eseguire le prove ritenute necessarie dalla direzione dei lavori.

Qui di seguito verranno indicate le caratteristiche del calcestruzzo, in modo che l'impresa appaltatrice possa assumerle come riferimento nello studio della relativa miscela.

b) COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA

La composizione dovrà essere realizzata con non meno di quattro distinte pezzature di aggregati in presenza di due tipologie di sabbia. La composizione granulometrica risultante di queste ultime potrà essere composta dalla miscela di due o più sabbie, nel caso non fosse possibile reperire un'unica sabbia di composizione idonea, senza che ciò possa dar luogo a richieste di compenso addizionale.

L'assortimento granulometrico risultante sarà ottenuto variando le percentuali di utilizzo delle frazioni granulometriche componenti, in modo da ottenere un combinato contenuto tra la curva Bolomey e quella di Fuller. La dimensione massima dell'aggregato dovrà essere non maggiore di % della sezione minima dell'elemento da realizzare, dell'interfero ridotto di 5mm, dello spessore del copriferro aumentato del 30% (in accordo anche con quanto stabilito dagli Eurocodici).

Una volta accettata dalla direzione dei lavori una determinata composizione granulometrica, l'impresa dovrà attenersi rigorosamente ad essa per tutta la durata del lavoro.

Non saranno ammesse variazioni di composizione granulometrica eccedenti in più o in meno il 5% in massa dei valori della curva granulometrica prescelta per l'aggregato grosso, e variazioni eccedenti in più o in meno il 3% per l'aggregato fino.

Si precisa che le formule di composizione dovranno sempre riferirsi, come già detto, ad aggregati saturi a superficie asciutta. Pertanto, si dovranno apportare, nelle dosature previste dalla formulazione della miscela e riferentesi ad aggregati saturi a superficie asciutta, le correzioni richieste dal grado di umidità attuale degli aggregati stessi, funzione dell'acqua assorbita per saturarli e assorbita per bagnarli.

c) RAPPORTO ACQUA/CEMENTO

Il quantitativo di acqua efficace (a_{eff}) da prendere in considerazione nel calcolo del rapporto a/c equivalente è quello realmente a disposizione dell'impasto, dato dalla somma di:

- quantitativo di acqua ceduto o sottratto dall'aggregato se caratterizzato rispettivamente da un tenore di umidità maggiore o minore dell'assorbimento (tenore di umidità che individua la condizione di saturo a superficie asciutta) (a_{agg});
- aliquota di acqua introdotta tramite gli additivi liquidi (se utilizzati in misura superiore a $3l/m^3$) o le aggiunte minerali in forma di *slurry* (a_{add});
- aliquota di acqua introdotta tramite l'utilizzo di chips di ghiaccio (a_{gh});
- aliquota di acqua introdotta nel mescolatore/betoniera (a_m);

ottenendo la formula:

$$a_{eff} = a_m + a_{agg} + a_{add} + a_{gh}$$

Il rapporto acqua/cemento sarà quindi da considerarsi come un rapporto acqua/cemento equivalente individuato dall'espressione più generale:

$$\left(\frac{a}{c}\right)_{eq} = \frac{a_{eff}}{(c + K_{cv} * cv + K_{fs} * fs)}$$

nella quale vengono considerate le eventuali aggiunte di ceneri volanti o fumi di silice all'impasto nell'impianto di betonaggio.

I termini utilizzati sono:

c => dosaggio per m^3 di impasto di cemento;

cv => dosaggio per m^3 di impasto di cenere volante;

fs => dosaggio per m^3 di impasto di fumo di silice;

K_{cv} ; K_{fs} => coefficienti di equivalenza rispettivamente della cenere volante e del fumo di silice desunti dalla norma UNI-EN 206-1 ed UNI 11104 (vedi paragrafi 2.3.2.1.1.2.1 e 2.3.2.1.1.2.2).

d) LAVORABILITÀ

Il produttore del calcestruzzo dovrà adottare tutti gli accorgimenti in termini di ingredienti e di

composizione dell'impasto per garantire che il calcestruzzo posseda al momento della consegna del calcestruzzo in cantiere la lavorabilità prescritta e riportata per ogni specifico conglomerato.

Salvo diverse specifiche e/o accordi con il produttore del conglomerato la lavorabilità al momento del getto verrà controllata all'atto del prelievo dei campioni per i controlli d'accettazione della resistenza caratteristica convenzionale a compressione secondo le indicazioni riportate sulle Norme Tecniche sulle Costruzioni. La misura della lavorabilità verrà condotta in accordo alla UNI-EN 206-1 dopo aver proceduto a scaricare dalla betoniera almeno $0.3m^3$ di calcestruzzo. In accordo con le specifiche di capitolato la misura della lavorabilità potrà essere effettuata mediante differenti metodologie. In particolare la lavorabilità del calcestruzzo può essere definita mediante:

- il valore dell'abbassamento al cono di Abrams (UNI-EN 12350-2) che definisce la classe di consistenza o uno slump di riferimento oggetto di specifica;
- la misura del diametro di spandimento alla tavola a scosse (UNI-EN 12350-5).

Salvo strutture da realizzarsi con particolari procedimenti di posa in opera (pavimentazioni a casseri scorrevoli, manufatti estrusi, etc.) o caratterizzate da geometrie particolari (ad esempio, travi di tetti a falde molto inclinate) non potranno essere utilizzati calcestruzzi con classe di consistenza inferiore ad S4/F4.

Sarà cura del fornitore garantire in ogni situazione la classe di consistenza prescritta per le diverse miscele tenendo conto che sono assolutamente proibite le aggiunte di acqua in betoniera al momento del getto dopo l'inizio dello scarico del calcestruzzo dall'autobetoniera. La classe di consistenza prescritta verrà garantita per un intervallo di tempo di 20-30 minuti dall'arrivo della betoniera in cantiere. Trascorso questo tempo sarà l'IMPRESA

APPALTATRICE esecutrice responsabile della eventuale minore lavorabilità rispetto a quella prescritta. Il calcestruzzo con la lavorabilità inferiore a quella prescritta potrà essere a discrezione della DIREZIONE LAVORI:

- respinto (l'onere della fornitura in tal caso spetta all'IMPRESA APPALTATRICE esecutrice);
- accettato se esistono le condizioni, in relazione alla difficoltà di esecuzione del getto, per poter conseguire un completo riempimento dei casseri ed una completa compattazione.

Il tempo massimo consentito dalla produzione dell'impasto in impianto al momento del getto non dovrà superare i 90 minuti e sarà onere del produttore riportare nel documento di trasporto l'orario effettivo di fine carico della betoniera in impianto. Si potrà operare in deroga a questa prescrizione in casi eccezionali quando i tempi di trasporto del calcestruzzo dalla Centrale di betonaggio al cantiere dovessero risultare superiori ai 75 minuti. In questa evenienza si potrà utilizzare il conglomerato fino a 120 minuti dalla miscelazione dello stesso in impianto purché lo stesso possenga i requisiti di lavorabilità prescritti. Inoltre, in questa evenienza dovrà essere accertato preliminarmente dal produttore e valutato dalla DIREZIONE LAVORI che le resistenze iniziali del conglomerato cementizio non siano penalizzate a causa di dosaggi elevati di additivi ritardanti impiegati per la riduzione della perdita di lavorabilità.

e) ACQUA DI BLEEDING

L'essudamento di acqua dovrà risultare non superiore allo 0,1% in conformità alla norma UNI 7122.

f) CONTENUTO D'ARIA INGLOBATA

La percentuale di additivo aerante necessaria ad ottenere nel calcestruzzo la giusta percentuale di aria inglobata sarà fissata durante lo studio dell'impasto ed eventualmente modificata dopo la stesa di prova.

La misura della quantità d'aria inglobata verrà effettuata volumetricamente secondo le modalità della norma UNI EN 12350-7.

g) PRESCRIZIONI PER LA DURABILITÀ

Ogni calcestruzzo dovrà soddisfare i seguenti requisiti di durabilità in accordo con quanto richiesto dalle norme UNI 11104 e UNI EN 206 -1 e dalle Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale in base alla classe (alle classi) di esposizione ambientale della struttura cui il calcestruzzo è destinato:

- rapporto (a/c) massimo;
- classe di resistenza caratteristica a compressione minima;
- classe di consistenza;
- aria inglobata o aggiunta (solo per le classi di esposizione XF2, XF3, XF4);
- contenuto minimo di cemento;
- tipo di cemento (se necessario);
- classe di contenuto di cloruri calcestruzzo;
- D.M.ax dell'aggregato;
- copriferro minimo.

3. CONFEZIONE, TRASPORTO E POSA IN OPERA DEL CALCESTRUZZO PER STRUTTURE IN CALCESTRUZZO SEMPLICE E ARMATO

a) ATTREZZATURA DI CANTIERE

Prima dell'inizio del lavoro, l'impresa dovrà sottoporre alla direzione dei lavori l'elenco e la descrizione dettagliata delle attrezzature che intende impiegare per il confezionamento del calcestruzzo; queste dovranno essere di potenzialità proporzionata all'entità e alla durata del

lavoro, e dovranno essere armonicamente proporzionate in tutti i loro componenti in modo da assicurare la continuità del ciclo lavorativo.

L'impianto di confezionamento del calcestruzzo dovrà essere fisso e di tipo approvato dalla direzione dei lavori. L'organizzazione preposta a detti impianti dovrà comprendere tutte le persone e le professionalità necessarie per assicurare la costanza di qualità dei prodotti confezionati.

I predosatori dovranno essere in numero sufficiente a permettere le selezioni di pezzature necessarie.

Il mescolatore dovrà essere di tipo e capacità approvate dalla direzione dei lavori, e dovrà essere atto a produrre calcestruzzo uniforme e a scaricarlo senza che avvenga segregazione apprezzabile. In particolare, dovrà essere controllata l'usura delle lame, che verranno sostituite allorquando quest'ultima superi il valore di 2cm. All'interno del mescolatore si dovrà anche controllare giornalmente, prima dell'inizio del lavoro, che non siano presenti incrostazioni di calcestruzzo indurito.

b) CONFEZIONE DEL CALCESTRUZZO

La dosatura dei materiali per il confezionamento del calcestruzzo nei rapporti definiti con lo studio di progetto e la sua accettazione da parte della direzione dei lavori, dovrà essere fatta con impianti interamente automatici, esclusivamente a massa, con bilance del tipo a quadrante, di agevole lettura e con registrazione delle masse di ogni bilancia. A spese dell'impresa andrà effettuata la verifica della taratura prima dell'inizio dei lavori e con cadenza settimanale, nonché ogni qualvolta risulti necessario, fornendo alla direzione dei lavori la documentazione relativa.

La direzione dei lavori, allo scopo di controllare la potenza assorbita dai mescolatori, si riserverà il diritto di fare installare nell'impianto di confezionamento dei registratori di assorbimento elettrico, alla cui installazione e spesa dovrà provvedere l'impresa appaltatrice. La direzione dei lavori potrà richiedere all'impresa l'installazione sulle attrezzature di dispositivi e metodi di controllo per verificarne in permanenza il buon funzionamento. In particolare, la dosatura degli aggregati lapidei, del cemento, dell'acqua e degli additivi dovrà soddisfare alle condizioni seguenti:

- degli aggregati potrà essere determinata la massa cumulativa sulla medesima bilancia, purché le diverse frazioni granulometriche (o pezzature) vengano misurate con determinazioni distinte;
- la massa del cemento dovrà essere determinata su una bilancia separata;
- l'acqua dovrà essere misurata in apposito recipiente tarato, provvisto di dispositivo che consenta automaticamente l'erogazione effettiva con la sensibilità del 2%;
- gli additivi dovranno essere aggiunti agli impasti direttamente nel miscelatore a mezzo di dispositivi di distribuzione dotati di misuratori.

Il ciclo di dosaggio dovrà essere automaticamente interrotto qualora non siano realizzati i ritorni a zero delle bilance, qualora la massa di ogni componente scarti dal valore prescritto oltre le tolleranze fissate di seguito, e infine, qualora la sequenza del ciclo di dosaggio non si svolga correttamente.

L'interruzione del sistema automatico di dosaggio e la sua sostituzione con regolazione a mano potrà essere effettuata solo previa autorizzazione della direzione dei lavori.

Nella composizione del calcestruzzo, a dosatura eseguita e immediatamente prima dell'introduzione nel mescolatore, saranno ammesse le seguenti tolleranze:

- 2% sulla massa di ogni pezzatura dell'aggregato;
- 3% sulla massa totale dei materiali granulari;
- 2% sulla massa del cemento.

Vanno rispettate le tolleranze ammesse sulla composizione granulometrica di progetto. Tali tolleranze devono essere verificate giornalmente tramite lettura delle determinazioni della massa per almeno dieci impasti consecutivi.

c) TEMPO DI MESCOLOAMENTO

Il tempo di mescolamento deve essere quello raccomandato dalla ditta costruttrice l'impianto di confezionamento del calcestruzzo, e, in ogni caso, non potrà essere inferiore ad un minuto. L'uniformità della miscela deve essere controllata dalla direzione dei lavori prelevando campioni di calcestruzzo all'inizio, alla metà e alla fine dello scarico di un impasto, e controllando che i tre prelievi non presentino abbassamenti al cono che differiscono tra di loro di più di 20mm, né composizione sensibilmente diversa.

La direzione dei lavori potrà rifiutare gli impasti non conformi a questa prescrizione. Inoltre, qualora le differenze in questione riguardino più del 5% delle misure effettuate nel corso di una medesima giornata di produzione, le attrezzature di confezionamento saranno completamente verificate, e il cantiere non potrà riprendere che su ordine esplicito della direzione dei lavori, e dopo che l'impresa abbia prodotto la prova di una modifica o di una messa a punto degli impianti tale da migliorare la regolarità della produzione del calcestruzzo.

d) TRASPORTO DEL CALCESTRUZZO

Il trasporto del calcestruzzo dall'impianto di confezionamento al cantiere di posa in opera, e tutte le operazioni di posa in opera, dovranno comunque essere eseguite in modo da non alterare gli impasti, evitando in particolare ogni forma di segregazione, la formazione di grumi e altri fenomeni connessi all'inizio della presa.

Se durante il trasporto si manifesterà una segregazione, dovrà essere modificata in accordo con la direzione dei lavori la composizione dell'impasto, soprattutto se persiste dopo variazione del rapporto acqua/cemento. Se ciò malgrado la segregazione non dovesse essere eliminata, dovrà essere studiato nuovamente il sistema di produzione e trasporto del calcestruzzo.

e) DOCUMENTI DI CONSEGNA

L'appaltatore dovrà fornire alla direzione dei lavori, prima o durante l'esecuzione del getto, il documento di consegna del produttore del calcestruzzo, contenente almeno i seguenti dati:

- impianto di produzione;
- quantità in metri cubi del calcestruzzo trasportato;
- dichiarazione di conformità alle disposizioni della norma UNI EN 206-1;
- denominazione o marchio dell'ente di certificazione;
- ora di carico;
- ore di inizio e fine scarico;
- dati dell'appaltatore;
- cantiere di destinazione.

Per il calcestruzzo a prestazione garantita, la direzione dei lavori potrà chiedere le seguenti informazioni:

- tipo e classe di resistenza del cemento;
- tipo di aggregato;
- tipo di additivi eventualmente aggiunti;
- rapporto acqua/cemento;
- prove di controllo di produzione del calcestruzzo;
- sviluppo della resistenza;
- provenienza dei materiali componenti.

Per i calcestruzzi di particolare composizione dovranno essere fornite informazioni circa la composizione, il rapporto acqua/cemento e la dimensione massima dell'aggregato.

Il direttore dei lavori potrà rifiutare il calcestruzzo qualora non rispetti le prescrizioni di legge e contrattuali, espresse almeno in termini di resistenza contrattualistica e classe di consistenza. Le considerazioni su esposte valgono anche per il calcestruzzo confezionato in cantiere.

norma di riferimento

UNI EN 206-1 – *Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità.*

4. ESECUZIONE DEL GETTO DEL CALCESTRUZZO PER CALCESTRUZZO. SEMPLICE E ARMATO

a) - Programma dei getti

L'impresa esecutrice è tenuta a comunicare con dovuto anticipo al direttore dei lavori il programma dei getti del calcestruzzo indicando:

- il luogo di getto;
- la struttura interessata dal getto;
- la classe di resistenza e di consistenza del calcestruzzo.
- I getti dovrebbero avere inizio solo dopo che il direttore dei lavori ha verificato:
- la preparazione e rettifica dei piani di posa;
- la pulizia delle casseforme;
- la posizione e corrispondenza al progetto delle armature e del copriferro;
- la posizione delle eventuali guaine dei cavi di precompressione;
- la posizione degli inserti (giunti, water stop, ecc.);
- l'umidificazione a rifiuto delle superfici assorbenti o la stesura del disarmante.

Nel caso di getti contro terra è bene controllare che siano eseguite, in conformità alle disposizioni di progetto, le seguenti operazioni:

- la pulizia del sottofondo;
 - la posizione di eventuali drenaggi;
 - la stesa di materiale isolante e/o di collegamento.
- - Modalità esecutive e verifica della corretta posizione delle armature

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

Prima dell'esecuzione del getto la direzione dei lavori dovrà verificare:

- la corretta posizione delle armature metalliche;
- la rimozione di polvere, terra, ecc., dentro le casseformi;
- i giunti di ripresa delle armature;
- la bagnatura dei casseri;
- le giunzioni tra i casseri;
- la pulitura dell'armatura da ossidazioni metalliche superficiali;
- la stabilità delle casseformi, ecc.

I getti devono essere eseguiti a strati di spessore limitato per consentirne la vibrazione completa ed evitare il fenomeno della segregazione dei materiali, spostamenti e danni alle armature, guaine, ancoraggi, ecc.

Il calcestruzzo pompabile deve avere una consistenza semifluida, con uno slump non inferiore a 10-15cm. Inoltre, l'aggregato deve avere diametro massimo non superiore ad 1/3 del diametro interno del tubo della pompa.

Le pompe a rotore o a pistone devono essere impiegate per calcestruzzo avente diametro massimo dell'aggregato non inferiore a 15mm. In caso di uso di pompe a pistone devono adoperarsi le necessarie riduzioni del diametro del tubo in relazione al diametro massimo dell'inerte che non deve essere superiore ad 1/3 del diametro interno del tubo di distribuzione. Le pompe pneumatiche devono adoperarsi per i betoncini e le malte o pasta di cemento.

La direzione dei lavori, durante l'esecuzione del getto del calcestruzzo, dovrà verificare la profondità degli strati e la distribuzione uniforme entro le casseformi, l'uniformità della compattazione senza fenomeni di segregazione, e gli accorgimenti per evitare danni dovuti alle vibrazioni o urti alle strutture già gettate.

L'appaltatore ha l'onere di approntare i necessari accorgimenti per proteggere le strutture appena gettate dalle condizioni atmosferiche negative o estreme, quali pioggia, freddo, caldo. La superficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno 15 giorni, e comunque fino a 28 giorni dall'esecuzione, in climi caldi e secchi.

Non si deve mettere in opera calcestruzzo a temperature minori di 0°C, salvo il ricorso ad opportune cautele autorizzate dalla direzione dei lavori.

b) - Realizzazione delle gabbie delle armature per cemento armato

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

Nel caso di gabbie assemblate con parziale saldatura l'acciaio dovrà essere del tipo saldabile.

La posizione delle armature metalliche entro i casseri dovrà essere garantita utilizzando esclusivamente opportuni distanziatori in materiale plastico non deformabile oppure di malta o pasta cementizia, in modo da rispettare il copriferro prescritto.

c) - Ancoraggio delle barre e loro giunzioni

Le armature longitudinali devono essere interrotte, ovvero sovrapposte, preferibilmente nelle zone compresse o di minore sollecitazione.

La continuità fra le barre può effettuarsi mediante:

- sovrapposizione, calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra. In ogni caso, la lunghezza di sovrapposizione nel tratto rettilineo deve essere non minore di venti volte il diametro della barra. La distanza mutua (interferro) nella sovrapposizione non deve superare quattro volte il diametro;

- saldature, eseguite in conformità alle norme in vigore sulle saldature. Devono essere accertate la saldabilità degli acciai che vengono impiegati, nonché la compatibilità fra metallo e metallo di apporto, nelle posizioni o condizioni operative previste nel progetto esecutivo;

- giunzioni meccaniche per barre di armatura. Tali tipi di giunzioni devono essere preventivamente validati mediante prove sperimentali.

Per le barre di diametro >32mm occorrerà adottare particolari cautele negli ancoraggi e nelle sovrapposizioni.

L'appaltatore dovrà consegnare preventivamente al direttore dei lavori le schede tecniche dei prodotti da utilizzare per le giunzioni.

d) - Getto del calcestruzzo ordinario

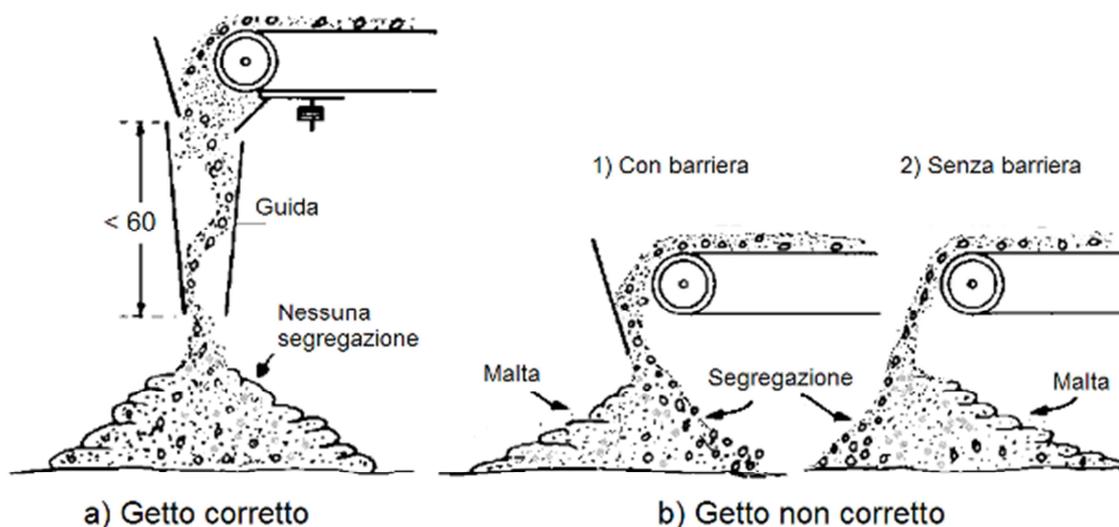
Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme si deve effettuare applicando tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione.

È opportuno che l'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, indipendentemente dal sistema di movimentazione e getto, non ecceda 50-80cm, e che lo spessore degli strati orizzontali di calcestruzzo, misurato dopo la vibrazione, non sia maggiore di 30cm. Si deve evitare di scaricare il calcestruzzo in cumuli da stendere poi successivamente con l'impiego dei vibratorii, in quanto questo procedimento può provocare l'affioramento della pasta cementizia e la segregazione. Per limitare l'altezza di caduta libera del calcestruzzo, è opportuno utilizzare un tubo di getto che consenta al calcestruzzo di fluire all'interno di quello precedentemente messo in opera. Nei getti in pendenza è opportuno predisporre dei

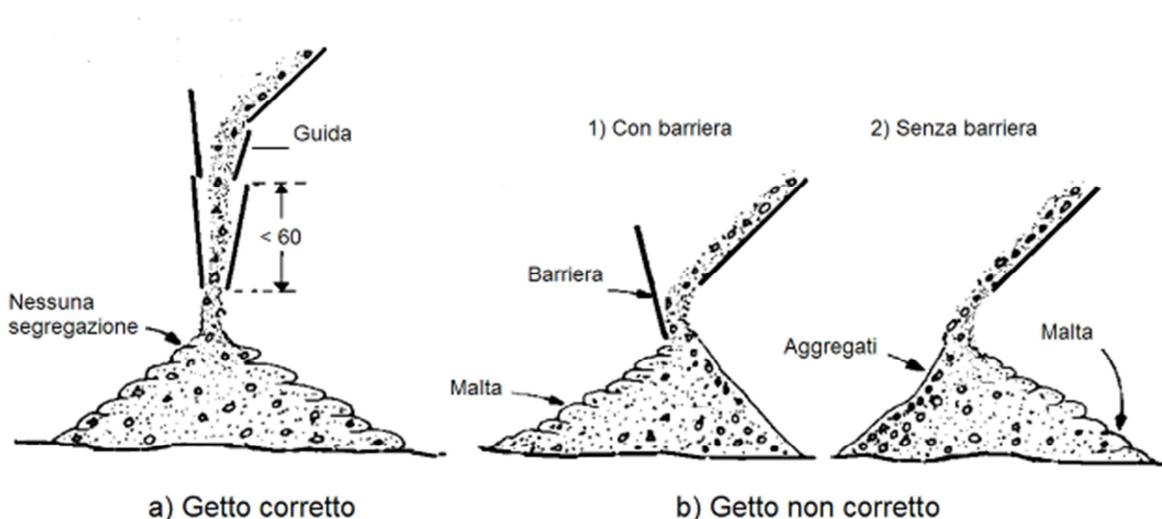
cordolini d'arresto atti ad evitare la formazione di lingue di calcestruzzo tanto sottili da non poter essere compattate in modo efficace.

Nel caso di getti in presenza d'acqua è opportuno:

- adottare gli accorgimenti atti ad impedire che l'acqua dilavi il calcestruzzo e ne pregiudichi la regolare presa e maturazione;
- provvedere, con i mezzi più adeguati, alla deviazione dell'acqua e adottare miscele di calcestruzzo, coesive, con caratteristiche antidilavamento, preventivamente provate ed autorizzate dal direttore dei lavori;
- utilizzare una tecnica di messa in opera che permetta di gettare il calcestruzzo fresco dentro il calcestruzzo fresco precedentemente gettato, in modo da far rifluire il calcestruzzo verso l'alto, limitando così il contatto diretto tra l'acqua e il calcestruzzo fresco in movimento.



Esempi di getto di calcestruzzo con nastro trasportatore: a) getto corretto e b) getto non corretto. Nel caso b) si ha la separazione degli aggregati dalla malta cementizia. La barriera comporta soltanto il cambiamento di direzione della segregazione.



Esempi di getto di calcestruzzo da piano inclinato: a) getto corretto e b) getto non corretto. Nel caso b) si ha la separazione degli aggregati dalla malta cementizia. La barriera comporta soltanto il cambiamento di direzione della segregazione.

e) - Getto del calcestruzzo autocompattante

Il calcestruzzo autocompattante deve essere versato nelle casseforme in modo da evitare la segregazione e favorire il flusso attraverso le armature e le parti più difficili da raggiungere nelle casseforme. L'immissione per mezzo di una tubazione flessibile può facilitare la distribuzione del calcestruzzo. Se si usa una pompa, una tramoggia o se si fa uso della benna, il terminale di gomma deve essere predisposto in modo che il calcestruzzo possa distribuirsi omogeneamente entro la cassaforma. Per limitare il tenore d'aria occlusa è opportuno che il tubo di scarico rimanga sempre immerso nel calcestruzzo.

Nel caso di getti verticali e impiego di pompa, qualora le condizioni operative lo permettano, si suggerisce di immettere il calcestruzzo dal fondo. Questo accorgimento favorisce la fuoriuscita dell'aria e limita la presenza di bolle d'aria sulla superficie. L'obiettivo è raggiunto fissando al fondo della cassaforma un raccordo di tubazione per pompa, munito di saracinesca, collegato al terminale della tubazione della pompa. Indicativamente un calcestruzzo autocompattante ben formulato ha una distanza di scorrimento orizzontale di circa 10 m. Tale distanza dipende, comunque, anche dalla densità delle armature.

f) - Getti in climi freddi

Si definisce clima freddo una condizione climatica in cui, per tre giorni consecutivi, si verifica almeno una delle seguenti condizioni:

- la temperatura media dell'aria è inferiore a 5°C;
- la temperatura dell'aria non supera 10°C per più di 12 ore.

Prima del getto si deve verificare che tutte le superfici a contatto con il calcestruzzo siano a temperatura $\geq +5^\circ\text{C}$. La neve e il ghiaccio, se presenti, devono essere rimossi immediatamente prima del getto dalle casseforme, dalle armature e dal fondo. I getti all'esterno devono essere sospesi se la temperatura dell'aria è $0^\circ \leq \text{C}$. Tale limitazione non si applica nel caso di getti in ambiente protetto o qualora siano predisposti opportuni accorgimenti approvati dalla direzione dei lavori (per esempio, riscaldamento dei costituenti il calcestruzzo, riscaldamento dell'ambiente, ecc.).

Il calcestruzzo deve essere protetto dagli effetti del clima freddo durante tutte le fasi di preparazione, movimentazione, messa in opera, maturazione.

L'appaltatore deve eventualmente coibentare la cassaforma fino al raggiungimento della resistenza prescritta. In fase di stagionatura, si consiglia di ricorrere all'uso di agenti anti-evaporanti nel caso di superfici piane, o alla copertura negli altri casi, e di evitare ogni apporto d'acqua sulla superficie.

Gli elementi a sezione sottile messi in opera in casseforme non coibentate, esposti sin dall'inizio a basse temperature ambientali, richiedono un'attenta e sorvegliata stagionatura.

Nel caso in cui le condizioni climatiche portino al congelamento dell'acqua prima che il calcestruzzo abbia raggiunto una sufficiente resistenza alla compressione (5N/mm^2), il conglomerato può danneggiarsi in modo irreversibile.

Il valore limite (5N/mm^2) corrisponde ad un grado d'idratazione sufficiente a ridurre il contenuto in acqua libera e a formare un volume d'idrati in grado di ridurre gli effetti negativi dovuti al gelo.

Durante le stagioni intermedie e/o in condizioni climatiche particolari (alta montagna) nel corso delle quali c'è comunque possibilità di gelo, tutte le superfici del calcestruzzo vanno protette, dopo la messa in opera, per almeno 24 ore. La protezione nei riguardi del gelo durante le prime 24 ore non impedisce comunque un ritardo, anche sensibile, nell'acquisizione delle resistenze nel tempo.

Nella tabella successiva sono riportate le temperature consigliate per il calcestruzzo in relazione alle condizioni climatiche ed alle dimensioni del getto.

Tabella temperature consigliate per il calcestruzzo in relazione alle condizioni climatiche e alle dimensioni del getto:

Dimensione minima della sezione [mm ²]			
< 300	300 ÷ 900	900 ÷ 1800	> 1800
Temperatura minima del calcestruzzo al momento della messa in opera			
13°C	10°C	7°C	5°C
Massima velocità di raffreddamento per le superfici del calcestruzzo al termine del periodo di protezione			
1,15 °C/h	0,90 °C/h	0,70 °C/h	0,45 °C/h

Durante il periodo freddo la temperatura del calcestruzzo fresco messo in opera nelle casseforme non dovrebbe essere inferiore ai valori riportati nel prospetto precedente. In relazione alla temperatura ambiente e ai tempi di attesa e di trasporto, si deve prevedere un raffreddamento di 2-5°C tra il termine della miscelazione e la messa in opera. Durante il periodo freddo è rilevante l'effetto protettivo delle casseforme. Quelle metalliche, per esempio, offrono una protezione efficace solo se sono opportunamente coibentate.

Al termine del periodo di protezione, necessario alla maturazione, il calcestruzzo deve essere raffreddato gradatamente per evitare il rischio di fessure provocate dalla differenza di temperatura tra parte interna ed esterna. La diminuzione di temperatura sulla superficie del calcestruzzo, durante le prime 24 ore, non dovrebbe superare i valori riportati in tabella. Si consiglia di allontanare gradatamente le protezioni, facendo in modo che il calcestruzzo raggiunga gradatamente l'equilibrio termico con l'ambiente.

g) - Getti in climi caldi

Il clima caldo influenza la qualità sia del calcestruzzo fresco che di quello indurito. Infatti, provoca una troppo rapida evaporazione dell'acqua di impasto e una velocità di idratazione del cemento eccessivamente elevata. Le condizioni che caratterizzano il clima caldo sono:

- temperatura ambiente elevata;
- bassa umidità relativa;
- forte ventilazione (non necessariamente nella sola stagione calda);
- forte irraggiamento solare;
- temperatura elevata del calcestruzzo.

I potenziali problemi per il calcestruzzo fresco riguardano:

- aumento del fabbisogno d'acqua;
- veloce perdita di lavorabilità e conseguente tendenza a rapprendere nel corso della messa in opera;
- riduzione del tempo di presa con connessi problemi di messa in opera, di compattazione, di finitura e rischio di formazione di giunti freddi;
- tendenza alla formazione di fessure per ritiro plastico;
- difficoltà nel controllo dell'aria inglobata.

I potenziali problemi per il calcestruzzo indurito riguardano:

- riduzione della resistenza a 28 giorni e penalizzazione nello sviluppo delle resistenze a scadenze più lunghe, sia per la maggior richiesta di acqua, sia per effetto del prematuro indurimento del calcestruzzo;
- maggior ritiro per perdita di acqua;
- probabili fessure per effetto dei gradienti termici (picco di temperatura interno e gradiente termico verso l'esterno);
- ridotta durabilità per effetto della diffusa micro-fessurazione;
- forte variabilità nella qualità della superficie dovuta alle differenti velocità di idratazione;
- maggior permeabilità.

Durante le operazioni di getto la temperatura dell'impasto non deve superare 35°C; tale limite dovrà essere convenientemente ridotto nel caso di getti di grandi dimensioni. Esistono diversi

metodi per raffreddare il calcestruzzo; il più semplice consiste nell'utilizzo d'acqua molto fredda o di ghiaccio in sostituzione di parte dell'acqua d'impasto. Per ritardare la presa del cemento e facilitare la posa e la finitura del calcestruzzo, si possono aggiungere additivi ritardanti, o fluidificanti ritardanti di presa, preventivamente autorizzati dalla direzione dei lavori.

I getti di calcestruzzo in climi caldi devono essere eseguiti di mattina, di sera o di notte, ovvero quando la temperatura risulta più bassa.

I calcestruzzi da impiegare nei climi caldi dovranno essere confezionati preferibilmente con cementi a basso calore di idratazione, oppure aggiungendo additivi ritardanti all'impasto.

Il getto successivamente deve essere trattato con acqua nebulizzata e con barriere frangivento per ridurre l'evaporazione dell'acqua di impasto.

Nei casi estremi il calcestruzzo potrà essere confezionato raffreddando i componenti, per esempio tenendo all'ombra gli inerti e aggiungendo ghiaccio all'acqua. In tal caso, prima dell'esecuzione del getto entro le casseforme, la direzione dei lavori dovrà accertarsi che il ghiaccio risulti completamente disciolto.

h) - Riprese di getto. Riprese di getto su calcestruzzo fresco e su calcestruzzo indurito

Le interruzioni del getto devono essere autorizzate dalla direzione dei lavori. Per quanto possibile, i getti devono essere eseguiti senza soluzione di continuità, in modo da evitare le riprese e conseguire la necessaria continuità strutturale. Per ottenere ciò, è opportuno ridurre al minimo il tempo di ricopertura tra gli strati successivi, in modo che, mediante vibrazione, si ottenga la monoliticità del calcestruzzo.

Qualora siano inevitabili le riprese di getto, è necessario che la superficie del getto su cui si prevede la ripresa, sia lasciata quanto più possibile corrugata. Alternativamente, la superficie deve essere scalfita e pulita dai detriti, in modo da migliorare l'adesione con il getto successivo. L'adesione può essere migliorata con specifici adesivi per ripresa di getto (resine), o con tecniche diverse che prevedono l'utilizzo di additivi ritardanti o ritardanti superficiali da aggiungere al calcestruzzo o da applicare sulla superficie.

In sintesi:

- le riprese del getto su calcestruzzo fresco possono essere eseguite mediante l'impiego di additivi ritardanti nel dosaggio necessario in relazione alla composizione del calcestruzzo;
- le riprese dei getti su calcestruzzo indurito devono prevedere superfici di ripresa del getto precedente molto rugose, che devono essere accuratamente pulite e superficialmente trattate per assicurare la massima adesione tra i due getti di calcestruzzo.

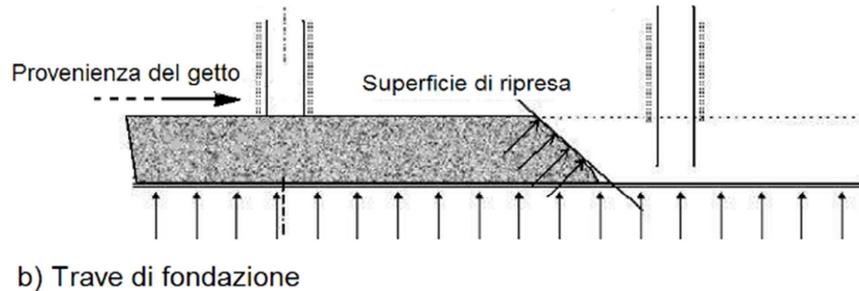
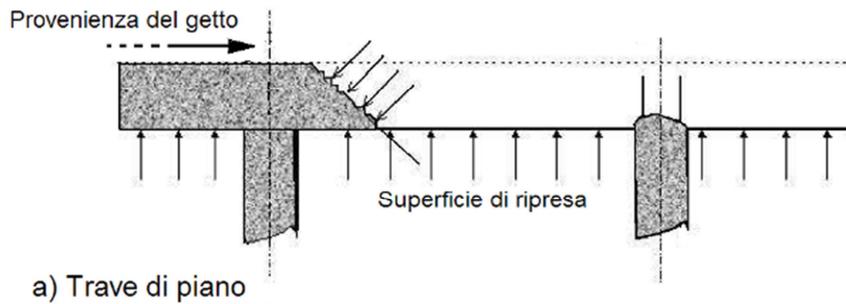
La superficie di ripresa del getto di calcestruzzo può essere ottenuta con:

- scarificazione della superficie del calcestruzzo già gettato;
- spruzzando sulla superficie del getto una dose di additivo ritardante la presa;
- collegando i due getti con malta di collegamento a ritiro compensato.

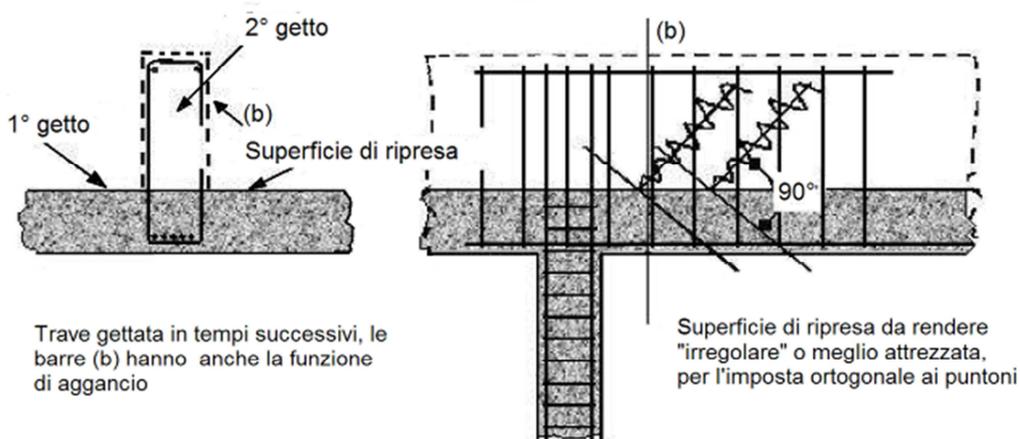
Quando sono presenti armature metalliche (barre) attraversanti le superfici di ripresa, occorre fare sì che tali barre, in grado per la loro natura di resistere al taglio, possano funzionare più efficacemente come elementi tesi in tralicci resistenti agli scorrimenti, essendo gli elementi compressi costituiti da aste virtuali di calcestruzzo che, come si è detto in precedenza, abbiano a trovare una buona imposta ortogonale rispetto al loro asse (questo è, per esempio, il caso delle travi gettate in più riprese sulla loro altezza).

Tra le riprese di getto sono da evitare i distacchi, le discontinuità o le differenze d'aspetto e colore.

Nel caso di ripresa di getti di calcestruzzo a vista devono eseguirsi le ulteriori disposizioni del direttore dei lavori.



Modalità di ripresa del getto in travi di piano e di fondazione



Modalità di ripresa del getto su travi di spessore elevato

i) - Compattazione del calcestruzzo

Quando il calcestruzzo fresco è versato nella cassaforma, contiene molti vuoti e tasche d'aria racchiusa tra gli aggregati grossolani rivestiti parzialmente da malta. Il volume di tale aria, che si aggira tra il 5 e il 20 %, dipende dalla consistenza del calcestruzzo, dalla dimensione della cassaforma, dalla distribuzione e dall'addensamento delle barre d'armatura e dal modo con cui il calcestruzzo è stato versato nella cassaforma.

La compattazione è il processo mediante il quale le particelle solide del calcestruzzo fresco si serrano tra loro riducendo i vuoti. Tale processo può essere effettuato mediante vibrazione, centrifugazione, battitura e assestamento.

I calcestruzzi con classi di consistenza S1 e S2, che allo stato fresco sono generalmente rigidi, richiedono una compattazione più energica dei calcestruzzi di classe S3 o S4, aventi consistenza plastica o plastica fluida.

La lavorabilità di un calcestruzzo formulato originariamente con poca acqua non può essere migliorata aggiungendo acqua. Tale aggiunta penalizza la resistenza e dà luogo alla formazione di una miscela instabile che tende a segregare durante la messa in opera. Quando necessario possono essere utilizzati degli additivi fluidificanti o, talvolta, superfluidificanti.

Nel predisporre il sistema di compattazione, si deve prendere in considerazione la consistenza effettiva del calcestruzzo al momento della messa in opera che, per effetto della temperatura e della durata di trasporto, può essere inferiore a quella rilevata al termine dell'impasto.

La compattazione del calcestruzzo deve evitare la formazione di vuoti, soprattutto nelle zone di copriferro.

j) - Compattazione mediante vibrazione

La vibrazione consiste nell'imporre al calcestruzzo fresco rapide vibrazioni che fluidificano la malta e drasticamente riducono l'attrito interno esistente tra gli aggregati. In questa condizione, il calcestruzzo si assesta per effetto della forza di gravità, fluisce nelle casseforme, avvolge le armature ed espelle l'aria intrappolata. Al termine della vibrazione l'attrito interno ristabilisce lo stato di quiete e il calcestruzzo risulta denso e compatto. I vibratorii possono essere interni ed esterni.

I vibratorii interni, detti anche *ad immersione* o *ad ago*, sono i più usati nei cantieri. Essi sono costituiti da una sonda o ago, contenente un albero eccentrico azionato da un motore tramite una trasmissione flessibile. Il loro raggio d'azione, in relazione al diametro, varia tra 0,2 e 0,6m, mentre la frequenza di vibrazione, quando il vibratore è immerso nel calcestruzzo, è compresa tra 90 e 250Hz.

L'uso dei vibratorii non deve essere prolungato, per non provocare la separazione dei componenti il calcestruzzo per effetto della differenza del peso specifico e il rifluimento verso l'alto dell'acqua di impasto con conseguente trasporto di cemento.

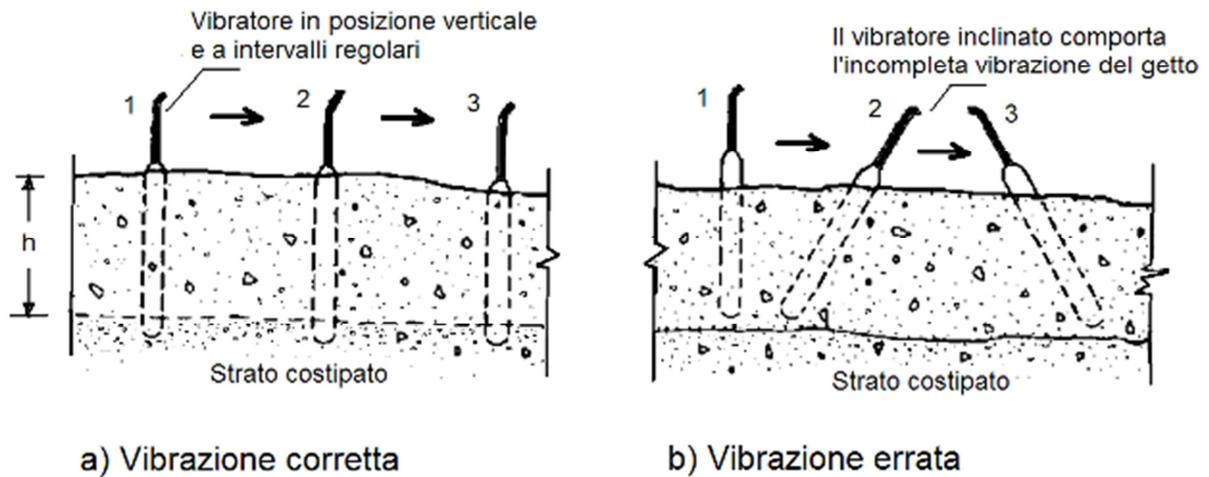
Per effettuare la compattazione, l'ago vibrante deve essere introdotto verticalmente e spostato da punto a punto nel calcestruzzo, con tempi di permanenza che vanno dai 5 ai 30 secondi. L'effettivo completamento della compattazione può essere valutato dall'aspetto della superficie, che non deve essere né porosa né eccessivamente ricca di malta. L'estrazione dell'ago deve essere graduale ed effettuata in modo da permettere la chiusura dei fori da esso lasciati.

L'ago deve essere introdotto per l'intero spessore del getto fresco, e per 5-10cm in quello sottostante, se questo è ancora lavorabile. In tal modo, si ottiene un adeguato legame tra gli strati e si impedisce la formazione di un giunto freddo tra due strati di getti sovrapposti. I cumuli che inevitabilmente si formano quando il calcestruzzo è versato nei casseri devono essere livellati inserendo il vibratore entro la loro sommità. Per evitare la segregazione, il calcestruzzo non deve essere spostato lateralmente con i vibratorii mantenuti in posizione orizzontale, operazione che comporterebbe un forte affioramento di pasta cementizia con contestuale sedimentazione degli aggregati grossi. La vibrazione ottenuta affiancando il vibratore alle barre d'armatura è tollerata solo se l'addensamento tra le barre impedisce l'ingresso del vibratore e a condizione che non ci siano sottostanti strati di calcestruzzo in fase d'indurimento.

Qualora il getto comporti la messa in opera di più strati, si dovrà programmare la consegna del calcestruzzo in modo che ogni strato sia disposto sul precedente quando questo è ancora allo stato plastico, così da evitare i giunti freddi.

I vibratorii esterni sono utilizzati generalmente negli impianti di prefabbricazione ma possono, comunque, essere utilizzati anche nei cantieri quando la struttura è complessa o l'addensamento delle barre d'armatura limita o impedisce l'inserimento di un vibratore ad immersione.

I vibratorii superficiali applicano la vibrazione tramite una sezione piana appoggiata alla superficie del getto; in questo modo il calcestruzzo è sollecitato in tutte le direzioni e la tendenza a segregare è minima. Un martello elettrico può essere usato come vibratore superficiale se combinato con una piastra d'idonea sezione. Per consolidare sezioni sottili è utile l'impiego di rulli vibranti.



Esecuzione del getto e modalità di costipazione mediante vibrazione interna

k) - Stagionatura

Prescrizioni per una corretta stagionatura

Per una corretta stagionatura del calcestruzzo è necessario seguire le seguenti disposizioni:

– prima della messa in opera:

- saturare a rifiuto il sottofondo e le casseforme di legno, oppure isolare il sottofondo con fogli di plastica e impermeabilizzare le casseforme con disarmante;
- la temperatura del calcestruzzo al momento della messa in opera deve essere $\leq 0^{\circ}\text{C}$, raffreddando, se necessario, gli aggregati e l'acqua di miscela.

– durante la messa in opera:

- erigere temporanee barriere frangivento per ridurre la velocità sulla superficie del calcestruzzo;
- erigere protezioni temporanee contro l'irraggiamento diretto del sole;
- proteggere il calcestruzzo con coperture temporanee, quali fogli di polietilene, nell'intervallo fra la messa in opera e la finitura;
- ridurre il tempo fra la messa in opera e l'inizio della stagionatura protetta.

– dopo la messa in opera:

- minimizzare l'evaporazione proteggendo il calcestruzzo immediatamente dopo la finitura con membrane impermeabili, umidificazione a nebbia o copertura;
- la massima temperatura ammissibile all'interno delle sezioni è di 70°C ;
- la differenza massima di temperatura fra l'interno e l'esterno è di 20°C ;
- la massima differenza di temperatura fra il calcestruzzo messo in opera e le parti già indurite o altri elementi della struttura è di 15°C .

È compito della direzione dei lavori specificare le modalità di ispezione e di controllo.

Protezione in generale

La protezione consiste nell'impedire, durante la fase iniziale del processo di indurimento:

- l'essiccazione della superficie del calcestruzzo, perché l'acqua è necessaria per l'idratazione del cemento e, nel caso in cui si impieghino cementi di miscela, per il progredire delle reazioni pozzolaniche. Inoltre, ancora, per evitare che gli strati superficiali del manufatto indurito risultino porosi. L'essiccazione prematura rende il copriferro permeabile e, quindi, scarsamente resistente alla penetrazione delle sostanze aggressive presenti nell'ambiente di esposizione;
- il congelamento dell'acqua d'impasto prima che il calcestruzzo abbia raggiunto un grado adeguato di indurimento;
- che i movimenti differenziali, dovuti a differenze di temperatura attraverso la sezione del manufatto, siano di entità tale da generare fessure.

I metodi di stagionatura proposti dall'appaltatore dovranno essere preventivamente sottoposti all'esame del direttore dei lavori, che potrà richiedere le opportune verifiche sperimentali. Durante il periodo di stagionatura protetta, si dovrà evitare che i getti di calcestruzzo subiscano urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

Il metodo di stagionatura prescelto dovrà assicurare che le variazioni termiche differenziali nella sezione trasversale delle strutture, da misurare con serie di termocoppie, non provochino fessure o cavillature tali da compromettere le caratteristiche del calcestruzzo indurito. Tali variazioni termiche potranno essere verificate direttamente nella struttura mediante serie di termocoppie predisposte all'interno del cassero nella posizione indicata dal progettista.

L'appaltatore dovrà evitare congelamenti superficiali o totali di strutture in cemento armato sottili, oppure innalzamenti di temperatura troppo elevati con conseguente abbattimento delle proprietà del calcestruzzo indurito nel caso di strutture massive.

Protezione termica durante la stagionatura

A titolo esemplificativo, di seguito si indicano i più comuni sistemi di protezione termica per le strutture in calcestruzzo adottabili nei getti di cantiere, ovvero:

- cassaforma isolante;
- sabbia e foglio di polietilene;
- immersione in leggero strato d'acqua;
- coibentazione con teli flessibili.

cassaforma isolante

Il $\Delta t \leq 20^\circ\text{C}$ può essere rispettato se si usa una cassaforma isolante, ad esempio legno compensato con spessore $\geq 2\text{cm}$, o se il getto si trova contro terra.

sabbia e foglio di polietilene

La parte superiore del getto si può proteggere con un foglio di polietilene coperto con 7-8cm di sabbia. Il foglio di polietilene ha anche la funzione di mantenere la superficie pulita e satura d'umidità.

immersione in leggero strato d'acqua

La corretta stagionatura è assicurata mantenendo costantemente umida la struttura messa in opera. Nel caso di solette e getti a sviluppo orizzontale, si suggerisce di creare un cordolo perimetrale che permette di mantenere la superficie costantemente ricoperta da alcuni centimetri d'acqua.

Occorre porre attenzione, in condizioni di forte ventilazione, alla rapida escursione della temperatura sulla superficie per effetto dell'evaporazione.

coibentazione con teli flessibili

Sono ideali nelle condizioni invernali, in quanto permettono di trattenere il calore nel getto, evitando la dispersione naturale. Si deve tener conto, tuttavia, che, nella movimentazione, le coperte possono essere facilmente danneggiate.

Al fine di assicurare alla struttura un corretto sistema di stagionatura in funzione delle condizioni ambientali, della geometria dell'elemento e dei tempi di scasseratura previsti, occorre prevedere ed eseguire in cantiere una serie di verifiche che assicurino l'efficacia delle misure di protezione adottate.

Durata della stagionatura

Con il termine *durata di stagionatura* si intende il periodo che intercorre tra la messa in opera e il tempo in cui il calcestruzzo ha raggiunto le caratteristiche essenziali desiderate. Per l'intera durata della stagionatura, il calcestruzzo necessita d'attenzioni e cure affinché la sua maturazione possa avvenire in maniera corretta. La durata di stagionatura deve essere prescritta in relazione alle proprietà richieste per la superficie del calcestruzzo (resistenza

meccanica e compattezza) e per la classe d'esposizione. Se la classe di esposizione prevista è limitata alle classi X0 e XC1, il tempo minimo di protezione non deve essere inferiore a 12 ore, a condizione che il tempo di presa sia inferiore a cinque ore, e che la temperatura della superficie del calcestruzzo sia superiore a 5°C. Se il calcestruzzo è esposto a classi d'esposizione diverse da X0 o XC1, la durata di stagionatura deve essere estesa fino a quando il calcestruzzo ha raggiunto, sulla sua superficie, almeno il 50% della resistenza media, o il 70% della resistenza caratteristica, previste dal progetto.

Nella tabella seguente sono riportati, in funzione dello sviluppo della resistenza e della temperatura del calcestruzzo, la durata di stagionatura minima per calcestruzzi esposti a classi d'esposizione diverse da X0 e XC1.

Tabella Durata di stagionatura minima per calcestruzzi esposti a classi d'esposizione diverse (da X0 a XC1)

Temperatura t della superficie del calcestruzzo [°C]	Durata minima della stagionatura (giorni)			
	Sviluppo della resistenza in base al rapporto $r = (f_{cm2}/f_{cm28})^1$			
	Rapido $r \geq 0,50$	Medio $0,50 < r \leq 0,30$	Lento $0,30 < r \leq 0,15$	Molto lento $r < 0,15$
$t \geq 25$	1,0	1,5	2,0	3
$25 > t \geq 15$	1,0	2,0	3,0	5
$15 > t \geq 10$	2,0	4,0	7,0	10
$10 > t \geq 5$	3,0	6,0	10	15

¹ La velocità di sviluppo della resistenza r è calcolata in base al rapporto sperimentale della resistenza meccanica f_{cm} alla compressione determinata alla scadenza di 2 e 28 giorni. Al tempo di maturazione specificato deve essere aggiunto l'eventuale tempo di presa eccedente le cinque ore. Il tempo durante il quale il calcestruzzo rimane a temperatura $< 5^\circ\text{C}$ non deve essere computato come tempo di maturazione.

L'indicazione circa la durata di stagionatura, necessaria ad ottenere la durabilità e impermeabilità dello strato superficiale, non deve essere confusa con il tempo necessario al raggiungimento della resistenza prescritta per la rimozione delle casseforme, e i conseguenti aspetti di sicurezza strutturale. Per limitare la perdita d'acqua per evaporazione si adottano i seguenti metodi:

- mantenere il getto nelle casseforme per un tempo adeguato (3-7 giorni);
- coprire la superficie del calcestruzzo con fogli di plastica, a tenuta di vapore, assicurati ai bordi e nei punti di giunzione;
- mettere in opera coperture umide sulla superficie in grado di proteggere dall'essiccazione;
- mantenere umida la superficie del calcestruzzo con l'apporto di acqua;
- applicare prodotti specifici (filmogeni antievaporanti) per la protezione delle superfici.

I prodotti filmogeni di protezione curing non possono essere applicati lungo i giunti di costruzione, sulle riprese di getto o sulle superfici che devono essere trattate con altri materiali, a meno che il prodotto non venga completamente rimosso prima delle operazioni o che si sia verificato che non ci siano effetti negativi nei riguardi dei trattamenti successivi, salvo specifica deroga da parte della direzione dei lavori. Per eliminare il film dello strato protettivo dalla superficie del calcestruzzo, si può utilizzare la sabbatura o l'idropulitura con acqua in pressione. La colorazione del prodotto di curing serve a rendere visibili le superfici trattate. Si devono evitare, nel corso della stagionatura, i ristagni d'acqua sulle superfici che rimarranno a vista.

Nel caso in cui siano richieste particolari caratteristiche per la superficie del calcestruzzo, quali la resistenza all'abrasione o durabilità, è opportuno aumentare il tempo di protezione e maturazione.

□ - Norme di riferimento per i prodotti filmogeni

UNI EN 206-1 – *Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità;*

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

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

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

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

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

Controllo della fessurazione superficiale

Per le strutture in cemento armato in cui non sono ammesse fessurazioni dovranno essere predisposti i necessari accorgimenti previsti dal progetto esecutivo o impartite dalla direzione dei lavori.

Le fessurazioni superficiali dovute al calore che si genera nel calcestruzzo devono essere controllate mantenendo la differenza di temperatura tra il centro e la superficie del getto intorno ai 20°C.

Maturazione accelerata con getti di vapore saturo

In cantiere la maturazione accelerata a vapore del calcestruzzo gettato può ottenersi con vapore alla temperatura di 55-80°C alla pressione atmosferica. La temperatura massima raggiunta dal calcestruzzo non deve superare i 60°C, e il successivo raffreddamento deve avvenire con gradienti non superiori a 10 °C/h.

A titolo orientativo potranno essere eseguite le raccomandazioni del documento ACI 517.2R-80 (Accelerated Curing of Concrete at Atmospheric Pressure).

5. CONTROLLI REGOLAMENTARI SUL CONGLOMERATO CEMENTIZIO

a) RESISTENZA CARATTERISTICA

Agli effetti delle nuove norme tecniche emanate con D.M. 14 gennaio 2008, un calcestruzzo viene individuato tramite la resistenza caratteristica a compressione. Si definisce *resistenza caratteristica* la resistenza a compressione al di sotto della quale si può attendere di trovare il 5% della popolazione di tutte le misure di resistenza.

b) CONTROLLI DI QUALITÀ DEL CONGLOMERATO

Il controllo di qualità, così come descritto più avanti, consente di verificare nelle diverse fasi esecutive la produzione del conglomerato cementizio, garantendone, così, la conformità alle prescrizioni di progetto.

Il controllo deve articolarsi nelle seguenti fasi:

- valutazione preliminare di qualificazione;
- controllo di accettazione;
- prove complementari.

Valutazione preliminare di qualificazione

Consiste nella verifica della qualità dei componenti il conglomerato cementizio (ovvero aggregati, cementi, acque e additivi), e si esplica attraverso il confezionamento di miscele

sperimentali che permettono di accertare la possibilità di produrre conglomerati conformi alle prescrizioni di progetto (classe di resistenza e classe di consistenza conformi alla norma UNI EN 206-1).

Tutti i materiali forniti, se finalizzati all'esecuzione di elementi strutturali, devono essere forniti di un'attestazione di conformità di livello 2+. Tali controlli sono da considerarsi cogenti e inderogabili.

Controllo di accettazione

Si riferisce all'attività di controllo esercitata dalla direzione dei lavori durante l'esecuzione delle opere, e si esplica attraverso la determinazione di parametri convenzionali, quali la misura della resistenza a compressione di provini cubici, la misura della lavorabilità mediante l'abbassamento al cono di Abrams del calcestruzzo fresco, ecc. Tali controlli sono da considerarsi cogenti e inderogabili.

Prove complementari

Comprendono tutta l'attività sperimentale che la direzione dei lavori può avviare in presenza di procedure particolari di produzione e/o ove necessario, ad integrazione delle precedenti prove.

c) VALUTAZIONE PRELIMINARE DELLA RESISTENZA CARATTERISTICA

L'appaltatore, prima dell'inizio della costruzione di un'opera, deve garantire, attraverso idonee prove preliminari, la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato che verrà utilizzata per la costruzione dell'opera. Tale garanzia si estende anche al calcestruzzo fornito da terzi.

L'appaltatore resta, comunque, responsabile della garanzia sulla qualità del conglomerato, che sarà controllata dal direttore dei lavori, secondo le procedure di cui al punto seguente.

d) CONTROLLO DI ACCETTAZIONE

Il direttore dei lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera, per verificare la conformità tra le caratteristiche del conglomerato messo in opera e quello stabilito dal progetto e garantito in sede di valutazione preliminare.

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee e si articola, in funzione del quantitativo di conglomerato accettato, nelle seguenti due tipologie:

- controllo tipo A;
- controllo tipo B.

Il controllo di accettazione è positivo, e il quantitativo di calcestruzzo accettato, se risultano verificate le due disuguaglianze riportate nella tabella seguente.

Il controllo d'accettazione di tipo A (o di tipo B) deve essere riferito al quantitativo complessivo di calcestruzzo con la stessa classe di resistenza.

Tabella Controlli di accettazione

Controllo di tipo A	Controllo di tipo B
$R_i \geq R_{ck} - 3,5$	
$R_m \geq R_{ck} + 3,5$ (numero prelievi 3)	$R_m \geq R_{ck} + 1,4 s$ (numero prelievi ≥ 15)
R_m = resistenza media dei prelievi (N/mm ²); R_i = minore valore di resistenza dei prelievi (N/mm ²); s = scarto quadratico medio.	

Non conformità dei controlli d'accettazione

La non conformità del controllo d'accettazione comporterà l'applicazione della riduzione percentuale del prezzo, ovvero la demolizione e il rifacimento delle strutture realizzate con calcestruzzo ritenuto non conforme a spese dell'appaltatore.

Il controllo d'accettazione negativo comporterà l'esecuzione di controlli distruttivi e non distruttivi del calcestruzzo delle strutture precedentemente realizzate e la verifica della sicurezza della struttura, per valutare l'opportunità di eventuali lavori di consolidamento. I controlli sul calcestruzzo in opera saranno affidati dal committente o dal direttore dei lavori ad un laboratorio ufficiale autorizzato, imputando la spesa a carico dell'appaltatore.

e) PRELIEVO ED ESECUZIONE DELLA PROVA A COMPRESSIONE

Prelievo di campioni

Il prelievo di campioni di calcestruzzo deve essere eseguito dalla direzione dei lavori, che deve provvedere ad identificare i provini mediante sigle ed etichette, e a custodirli in un locale idoneo prima della formatura e durante la stagionatura.

Un prelievo consiste nel prelevare da una carica di calcestruzzo, per ogni giorno di getto e per un massimo di 100m³ forniti, al momento della posa in opera nei casseri, la quantità di conglomerato necessaria per la confezione di un gruppo di due provini.

La campionatura minima per ciascun controllo di accettazione è di tre prelievi di due cubetti ciascuno.

La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la cosiddetta *resistenza di prelievo*, che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del calcestruzzo.

È obbligo del direttore dei lavori prescrivere ulteriori prelievi rispetto al numero minimo, tutte le volte che variazioni di qualità dei costituenti dell'impasto possano far presumere una variazione di qualità del calcestruzzo stesso.

Il prelievo deve rispettare le indicazioni previste dalla norma UNI EN 206-1.

Dimensioni dei provini

La forma e le dimensioni dei provini di calcestruzzo per le prove di resistenza meccanica sono previste dalle norme UNI EN 12390-3. In generale, il lato dei cubetti deve essere proporzionato alla dimensione massima dell'inerte.

La norma UNI EN 12390-1 indica, come dimensione del lato del provino, quella pari ad almeno tre volte la dimensione nominale dell'aggregato con cui è stato confezionato il calcestruzzo.

Confezionamento dei provini

Il calcestruzzo entro le forme o cubiere deve essere opportunamente assestato e compattato per strati, secondo le prescrizioni della norma UNI 12390-2, utilizzando uno dei seguenti metodi:

- barra d'acciaio a sezione quadra (25mm x 25mm) e lunghezza di almeno 38cm;
- barra di acciaio a sezione circolare con \varnothing 16mm e lunghezza di almeno 60 m;
- tavola vibrante, con diametro in funzione della dimensione più piccola dell'inerte con cui è stato confezionato il calcestruzzo;
- vibratore interno.

Il calcestruzzo, prima di essere collocato nelle casseforme, deve essere opportunamente rimiscelato in apposito recipiente. Il riempimento delle casseforme deve avvenire per strati. La norma UNI 12390-2 indica almeno due strati con spessore non superiore a 10cm.

Il calcestruzzo a consistenza umida o a basso tenore d'acqua, invece, dovrà essere vibrato nella cubiera mediante tavola vibrante o vibratore ad immersione di dimensioni e caratteristiche rapportate alle dimensioni del provino.

Dopo la costipazione, la superficie di calcestruzzo nella parte superiore della casseforma deve essere rasata con righello metallico e lisciata con idonea cazzuola o con fratazzo. La superficie esterna del provino deve essere opportunamente protetta, dall'evaporazione fino alla sformatura.

La sformatura, che consiste nella rimozione delle casseforme, potrà essere eseguita dopo 24 ore dalla preparazione e in maniera da non danneggiare il provino.

Caratteristiche delle casseformi calibrate per provini

Le casseformi calibrate per il confezionamento dei provini di calcestruzzo cubici, cilindrici e prismatici, secondo la norma UNI EN 12390-1, devono essere a tenuta stagna e non assorbenti.

Preferibilmente devono impiegarsi casseforme in acciaio o in ghisa, e le giunture devono essere trattate con specifici prodotti (oli, grasso, ecc.) per assicurare la perfetta tenuta stagna.

Sulle dimensioni (lati e diametro) è ammessa una tolleranza dello $\pm 0,25\%$. Le tolleranze sulla planarità delle facce laterali e della superficie della piastra di base variano a seconda che si tratti di casseforme nuove o usate. Per le casseforme per provini cubici o prismatici è ammessa una tolleranza sulla perpendicolarità tra gli spigoli di $\pm 0,5\text{mm}$. Le modalità di misurazione delle tolleranze geometriche (planarità, perpendicolarità e rettilineità) e dei provini di calcestruzzo e delle casseforme sono illustrate nell'appendice A e B della norma UNI EN 12390-1.

Le caratteristiche costruttive delle casseformi devono essere idonee a prevenire eventuali deformazioni durante il confezionamento dei provini. Le casseformi in commercio sono realizzate in:

- materiale composito (di tipo compatto o scomponibile nel fondo e nelle quattro pareti laterali);
- polistirolo espanso (la sformatura del provino da tali casseforme ne comporta la distruzione);
- acciaio (scomponibili e dotate di separatori ad incastro nel caso di casseforme a più posti).

L'impiego di tali prodotti verrà autorizzato dal direttore dei lavori solo in presenza del certificato di qualità attestante che i requisiti prestazionali corrispondano a quelli previsti dalla norma UNI EN 12390-1.

Marcatura dei provini

Il direttore dei lavori deve contrassegnare i provini di calcestruzzo mediante sigle, etichettature indelebili, ecc. Tali dati devono essere annotati nel verbale di prelievo ai fini dell'individuazione dei campioni, e per avere la conferma che essi siano effettivamente quelli prelevati in cantiere in contraddittorio con l'appaltatore.

Dopo la marcatura, i provini devono essere inviati per l'esecuzione delle prove ai laboratori ufficiali. Il certificato di prova dovrà contenere tutti i dati dichiarati dal direttore dei lavori, compreso il riferimento al verbale di prelievo.

Verbale di prelievo di campioni di calcestruzzo in cantiere

Il verbale di prelievo dei cubetti di calcestruzzo, che deve essere eseguito in cantiere dal direttore dei lavori in contraddittorio con l'impresa per l'esecuzione di prove presso laboratori ufficiali, deve contenere le seguenti indicazioni:

- località e denominazione del cantiere;
- requisiti di progetto del calcestruzzo;
- modalità di posa in opera;
- identificazione della betoniera;
- data e ora del prelevamento;
- posizione in opera del calcestruzzo da cui è stato fatto il prelievo;

- marcatura dei provini;
 - modalità di compattazione nelle casseforme (barra d'acciaio a sezione quadra o a sezione circolare e relativo numero dei colpi necessari per l'assestamento, tavola vibrante, vibratore interno);
 - modalità di conservazione dei provini prima della scasseratura;
 - modalità di conservazione dei provini dopo la scasseratura;
 - dichiarazione, del direttore dei lavori o dell'assistente, delle modalità di preparazione dei provini, in conformità alle prescrizioni della norma UNI 12390-2;
 - eventuali osservazioni sulla preparazione e sulla conservazione dei provini di calcestruzzo.
- Il verbale di prelievo deve essere firmato dal direttore dei lavori e dall'appaltatore.

Domanda di prova al laboratorio ufficiale

La domanda di prove al laboratorio deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori e deve contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo.

Le prove non richieste dal direttore dei lavori non possono fare parte dell'insieme statistico che serve per la determinazione della resistenza caratteristica del materiale.

Conservazione e maturazione

La conservazione e la maturazione dei provini di calcestruzzo deve avvenire presso il laboratorio ufficiale prescelto, a cui devono essere inviati i provini non prima di 24 ore dopo il confezionamento in cantiere.

Le condizioni di stagionatura diverse rispetto a quelle prescritte dalla norma **UNI EN 12390-2**, devono essere opportunamente annotate sul verbale.

La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la cosiddetta *resistenza di prelievo*, che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del conglomerato.

Resoconto della prova di compressione

I certificati emessi dai laboratori ufficiali prove, come previsto dalle norme tecniche, devono obbligatoriamente contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente i lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del direttore dei lavori che richiede la prova e il riferimento al verbale di prova;
- la descrizione, l'identificazione e la data di prelievo dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o della procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni provati, dopo eventuale rettifica;
- le modalità di rottura dei campioni;
- la massa volumica del campione;
- i valori di resistenza misurati.

f) CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO FRESCO

Prove per la misura della consistenza

La consistenza, intesa come lavorabilità, non è suscettibile di definizione quantitativa, ma soltanto di valutazione relativa del comportamento dell'impasto di calcestruzzo fresco secondo specifiche modalità di prova. I metodi sottoelencati non risultano pienamente

convergenti, tanto che le proprietà del calcestruzzo risultano diverse al variare del metodo impiegato. In sostanza, il tipo di metodo andrà riferito al tipo di opera strutturale e alle condizioni di getto.

Le prove che possono essere eseguite sul calcestruzzo fresco per la misura della consistenza sono:

- prova di abbassamento al cono (slump test);
- misura dell'indice di compattabilità;
- prova Vebè;
- misura dello spandimento.

Le linee guida sul calcestruzzo strutturale raccomandano di interpretare con cautela i risultati delle misure quando i valori misurati cadono al di fuori dei seguenti limiti:

- abbassamento al cono: $\geq 10\text{mm}$ e $\leq 210\text{mm}$;
- tempo Vebè: ≤ 30 secondi e > 5 secondi;
- indice di compattabilità: $\geq 1,04$ e $< 1,46$;
- spandimento: > 340 mm e ≤ 620 mm.

Tabella - Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante la misura dell'abbassamento al cono (*Linee guida sul calcestruzzo strutturale*, 1996).

Classe di consistenza	Abbassamento [mm]	Denominazione corrente
S1	da 10 a 40	Umida
S2	da 50 a 90	Plastica
S3	da 100 a 150	Semifluida
S4	da 160 a 210	Fluida
S5	> 210	-

Tabella - Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante il metodo Vebè (*Linee guida sul calcestruzzo strutturale*, 1996).

Classe di consistenza	Tempo Vebè [s]
V0	$\square 31$
V1	da 30 a 21
V2	da 20 a 11
V3	da 10 a 6
V4	da 5 a 3

Tabella - Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante la misura dello spandimento (*Linee guida sul calcestruzzo strutturale*, 1996)

Classe di consistenza	Spandimento [mm]
FB1	$\square 340$
FB2	da 350 a 410
FB3	da 420 a 480
FB4	da 490 a 550
FB5	da 560 a 620
FB6	$\square 630$

Tabella - Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante dell'indice di compattabilità
(Linee guida sul calcestruzzo strutturale, 1996)

Classe di consistenza	Indice di compattabilità
C0	□ 1,46
C1	da 1,45 a 1,26
C2	da 1,25 a 1,11
C3	da 1,10 a 1,04

Controllo della composizione del calcestruzzo fresco

La prova prevista dalla norma UNI 6393 (ritirata senza sostituzione) è impiegata per la determinazione del dosaggio dell'acqua e del legante e per l'analisi granulometrica del residuo secco, al fine di controllare la composizione del calcestruzzo fresco rispetto alla composizione e alle caratteristiche contrattuali per le specifiche opere.

La prova potrà essere chiesta dal direttore dei lavori in caso di resistenza a compressione non soddisfacente o per verificare la composizione del calcestruzzo rispetto alle prescrizioni contrattuali.

Il metodo non è applicabile per i calcestruzzi nei quali la dimensione massima dell'aggregato superi 31,5mm e per il calcestruzzo indurito prelevato da getti in opera.

Per l'esecuzione della prova dovranno essere prelevati tre campioni di quantità variabile da 3 a 10kg di calcestruzzo fresco, in funzione della dimensione dell'inerte. Il prelevamento dei campioni da autobetoniera deve essere eseguito entro 30 minuti dall'introduzione dell'acqua. Il campionamento deve essere eseguito secondo le modalità prescritte dalla norma UNI EN 12350-1.

Al metodo di controllo della composizione del calcestruzzo fresco è attribuita una precisione di circa il 3%.

g) CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO IN CORSO D'OPERA

Le finalità

Le nuove norme tecniche per le costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008 e s.m.i.) prevedono esplicitamente (paragrafo 11.2.5) l'effettuazione di un controllo di accettazione del calcestruzzo in relazione alla resistenza caratteristica a compressione prescritta. Qualora i valori di resistenza a compressione dei provini prelevati durante il getto non soddisfino i criteri di accettazione della classe di resistenza caratteristica prevista nel progetto, o qualora sorgano dubbi sulla qualità del calcestruzzo in opera, è facoltà del direttore dei lavori richiedere l'effettuazione di prove direttamente sulle strutture. In questi casi, si dovrà tenere nel debito conto gli effetti che sui prelievi in opera hanno avuto la posa in opera e la stagionatura del calcestruzzo. Per tale ragione, la verifica o il prelievo del calcestruzzo indurito non possono essere sostitutivi dei controlli d'accettazione da eseguirsi su provini prelevati e stagionati in conformità alle relative norme uni.

La conformità della resistenza non implica necessariamente la conformità nei riguardi della durabilità o di altre caratteristiche specifiche del calcestruzzo messo in opera. Analogamente, la non conformità della resistenza valutata in una posizione non implica la non conformità di tutto il calcestruzzo messo in opera.

La stima della resistenza *in situ* dalla struttura può essere richiesta anche ai fini della valutazione della sicurezza di edifici esistenti, per esempio quando ricorra uno dei seguenti casi:

- riduzione evidente della capacità resistente di elementi strutturali;

- azioni ambientali (sisma, vento, neve e temperatura) che abbiano compromesso la capacità resistente della struttura;
- degrado e decadimento delle caratteristiche meccaniche dei materiali (in relazione alla durabilità dei materiali stessi);
- verificarsi di azioni eccezionali (urti, incendi, esplosioni) significative e di situazioni di funzionamento e uso anomalo;
- distorsioni significative imposte da deformazioni del terreno di fondazione;
- provati errori di progetto o esecuzione;
- cambio della destinazione d'uso della costruzione o di parti di essa, con variazione significativa dei carichi variabili;
- interventi non dichiaratamente strutturali (impiantistici, di redistribuzione degli spazi, ecc.) qualora essi interagiscano, anche solo in parte, con elementi aventi funzione strutturale.

Le modalità d'indagine, ovviamente, sanno diversificate a seconda che sia necessario:

- stimare la stabilità di un'intera struttura;
- determinare la qualità del calcestruzzo di singoli elementi strutturali;

In ogni caso, il numero di campioni prelevati dipende:

- dal grado di fiducia che si intende affidare alla stima della resistenza;
- dalla variabilità dei dati o risultati che si presume di ottenere.

Pianificazione delle prove in opera

Le regioni di prova, da cui devono essere estratti i campioni o sulle quali saranno eseguite le prove sul calcestruzzo in opera, devono essere scelte in modo da permettere la valutazione della resistenza meccanica della struttura o di una sua parte interessata all'indagine secondo i criteri previsti dalla norma **UNI EN 13791**.

Le aree e i punti di prova devono essere preventivamente identificati e selezionati in relazione agli obiettivi. La dimensione e la localizzazione dei punti di prova dipendono dal metodo prescelto, mentre il numero di prove da effettuare dipende dall'affidabilità desiderata nei risultati. La definizione e la divisione in regioni di prova di una struttura, presuppongono che i prelievi o i risultati di una regione appartengano statisticamente e qualitativamente ad una medesima popolazione di calcestruzzo.

Nella scelta delle aree di prova si deve tener conto che, in ogni elemento strutturale eseguito con getto continuo, la resistenza del calcestruzzo in opera diminuisce progressivamente dal basso verso l'alto. Nel caso in cui si voglia valutare la capacità portante di una struttura, le regioni di prova devono essere concentrate nelle zone più sollecitate dell'edificio. Nel caso in cui si voglia valutare il tipo o l'entità di un danno, invece, le regioni di prova devono essere concentrate nelle zone dove si è verificato il danno o si suppone sia avvenuto. In quest'ultimo caso, per poter effettuare un confronto, è opportuno saggiare anche una zona non danneggiata.

Predisposizione delle aree di prova

Le aree e le superfici di prova devono essere predisposte in relazione al tipo di prova che s'intende eseguire, facendo riferimento al fine cui le prove sono destinate, alle specifiche norme uni, e alle indicazioni del produttore dello strumento di prova.

In linea di massima e salvo quanto sopra indicato, le aree di prova devono essere prive di evidenti difetti che possano inficiare il risultato e la significatività delle prove stesse (vespai, vuoti, occlusioni, ecc.), di materiali estranei al calcestruzzo (intonaci, collanti, impregnanti, ecc.), nonché di polvere e impurità in genere.

L'eventuale presenza di materiale estraneo e/o di anomalie sulla superficie deve essere registrata sul verbale di prelievo e/o di prova.

In relazione alla finalità dell'indagine, i punti di prelievo o di prova possono essere localizzati in modo puntuale, per valutare le proprietà di un elemento oggetto d'indagine, o casuale, per valutare una partita di calcestruzzo indipendentemente dalla posizione. In quest'ultimo caso, il

campionamento dovrebbe essere organizzato in modo da stimare tutta la popolazione del calcestruzzo costituente il lotto.

Dal numero di carote estratte o di misure non distruttive effettuate, dipende la significatività della stima della resistenza.

Elaborazione dei risultati

Un'indagine mirata alla stima della resistenza in opera comporta genericamente l'esame di risultati provenienti da prove di resistenza meccanica su carote e/o di dati ottenuti da metodi non distruttivi. Se la numerosità (complessiva) dei risultati relativi ad un'area di prova è pari a tre, numero minimo accettabile, si può stimare solamente la resistenza media.

Si ribadisce che per stimare la resistenza caratteristica del calcestruzzo in opera bisogna fare riferimento al procedimento previsto dalla norma UNI EN 13791.

Carotaggi

La valutazione della resistenza meccanica del calcestruzzo *in situ* può essere formulata sulla scorta dei risultati ottenuti in laboratorio da prove di compressione eseguite su campioni cilindrici (carote) prelevati dalle strutture in numero non inferiore a tre. L'ubicazione dei prelievi o carotaggi deve essere effettuata in maniera da non arrecare danno alla stabilità della struttura. I fori devono essere ripristinati con malte espansive e a ritiro compensato.

Il carotaggio può risultare improprio per verificare le caratteristiche di calcestruzzi di bassa resistenza ($R_c \leq 20 \text{ N/mm}^2$), o alle brevi scadenze, poiché sia il carotaggio sia la lavorazione delle superfici possono sgretolare e compromettere l'integrità del conglomerato di resistenza ridotta.

Ai fini della determinazione della resistenza a compressione del calcestruzzo *in situ*, è necessario applicare i necessari fattori di correzione, poiché i risultati forniti dalla prova a compressione delle carote non corrispondono esattamente a quelli che si otterrebbero con le prove a compressione condotte su cubi confezionati durante il getto, a causa della diversità dell'ambiente di maturazione, della direzione del getto rispetto a quella di carotaggio, dei danni prodotti dall'estrazione, ecc. I fattori di influenza sono quelli descritti dall'allegato A alla norma UNI EN 13791.

Linee generali

Si devono prendere in considerazione le seguenti avvertenze:

- il diametro delle carote deve essere almeno superiore a tre volte il diametro massimo degli aggregati (i diametri consigliati sono compresi tra 75 e 150mm);
- le carote destinate alla valutazione della resistenza non dovrebbero contenere ferri d'armatura (si devono scartare i provini contenenti barre d'armatura inclinate o parallele all'asse);
- per ottenere la stima attendibile della resistenza di un'area di prova devono essere prelevate e provate almeno tre carote;
- il rapporto lunghezza/diametro delle carote deve essere uguale a 1 e diametro = 100mm. Si deve evitare che i provini abbiano snellezza inferiore a uno o superiore a due;
- i campioni estratti (e i provini) devono essere protetti nelle fasi di lavorazione e di deposito rispetto all'essiccazione all'aria. Salvo diversa prescrizione, le prove di compressione devono essere eseguite su provini umidi;
- nel programmare l'estrazione dei campioni si deve tener conto che la resistenza del calcestruzzo dipende dalla posizione o giacitura del getto;
- è necessario verificare accuratamente, prima di sottoporre i campioni alla prova di compressione, la planarità e l'ortogonalità delle superfici d'appoggio. La lavorazione o preparazione inadeguata dei provini porta, infatti, a risultati erranei. Il semplice taglio e la

molatura delle superfici di prova può non soddisfare i requisiti di parallelismo e planarità richiesti dalle norme.

Area di prova o di prelievo

Le carote devono essere prelevate nell'individuata regione di prova e, in particolare, in corrispondenza degli elementi strutturali nei quali è stato posto in opera il calcestruzzo non conforme ai controlli di accettazione o laddove il direttore dei lavori ritiene che ci sia un problema di scadente o inefficace compattazione e maturazione dei getti.

Nell'individuazione delle aree di carotaggio dovranno essere rispettati i seguenti accorgimenti, oltre a quelli indicati dalla norma UNI EN 12504-1:

- devono essere lontane dagli spigoli e dai giunti in cui è presente poca o nessuna armatura;
- devono riguardare zone a bassa densità d'armatura (prima di eseguire i carotaggi sarà opportuno stabilire l'esatta disposizione delle armature mediante apposite metodologie d'indagine non distruttive);
- devono essere lontane dalle parti sommitali dei getti;
- devono essere evitati i nodi strutturali.

L'estrazione dei provini di calcestruzzo indurito deve avvenire almeno dopo 28 giorni di stagionatura

In occasione dell'estrazione dovranno essere scartati tutti quei provini danneggiati o che contengano corpi estranei e parti di armature che potrebbero pregiudicare il risultato finale.

□ - Norme di riferimento

Le procedure per l'estrazione, la lavorazione dei campioni estratti per ottenere i provini e le relative modalità di prova a compressione sono quelle descritte nelle norme:

UNI EN 12504-1 – *Prelievo sul calcestruzzo nelle strutture. Carote. Prelievo, esame e prova di compressione;*

UNI EN 12390-1 – *Prova sul calcestruzzo indurito. Forma, dimensioni ed altri requisiti per provini e per casseforme;*

UNI EN 12390-2 – *Prova sul calcestruzzo indurito. Confezionamento e stagionatura dei provini per prove di resistenza;*

UNI EN 12390-3 – *Prova sul calcestruzzo indurito. Resistenza alla compressione dei provini;*

UNI EN 13791 – *Valutazione della resistenza a compressione in sito nelle strutture e nei componenti prefabbricati di calcestruzzo.*

□ - Verbale di prelievamento dei campioni di calcestruzzo indurito

Il verbale di prelievo dei campioni di calcestruzzo indurito, redatto secondo la norma UNI EN 12504-1, deve contenere almeno le seguenti indicazioni:

- località e denominazione del cantiere;
- posizione in opera del calcestruzzo da cui è stato fatto il prelievo;
- forma e dimensione dei provini;
- numero e sigla di ciascun campione;
- data del getto;
- data del prelievo delle carote;
- modalità di estrazione e utensile impiegato.

h) METODI INDIRETTI PER LA VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE MECCANICHE DEL CALCESTRUZZO IN OPERA

Come metodi indiretti devono essere presi in considerazione i metodi più consolidati nella pratica dei controlli non distruttivi: indice di rimbalzo, pull-out e misura della velocità di propagazione.

I metodi indiretti (indice di rimbalzo, velocità di propagazione degli impulsi e forza di estrazione) dovranno rispettare le linee guida della stessa norma UNI EN 13791, mediante la correlazione tra i risultati dei metodi di prova indiretti e la resistenza a compressione su carote

prelevate dalla struttura in esame. Il carotaggio è il metodo di riferimento per la calibrazione (taratura) di tutti i metodi non distruttivi o parzialmente distruttivi.

La legge di correlazione deve essere determinata utilizzando un adeguato numero di campioni, ottenuti mediante carotaggio dalla struttura in esame e sottoposti ad indagine non distruttiva prima della loro rottura.

Il direttore dei lavori deve condurre una preliminare campagna di analisi con metodi indiretti al fine di programmare le posizioni di prelievo delle carote, anche sulla base del grado di omogeneità del volume di calcestruzzo in esame, ed eventualmente di suddividere l'area in esame in lotti entro i quali sia possibile definire statisticamente l'omogeneità del calcestruzzo. I fattori di influenza dei risultati dei metodi indiretti sono quelli descritti dall'allegato B alla norma UNI EN 13791.

□ Calibratura delle curve di correlazione tra risultati di prove non distruttive e la resistenza a compressione del calcestruzzo in opera

La stima della resistenza a compressione del calcestruzzo in opera, mediante metodi non distruttivi, si deve basare sull'impiego di correlazioni tra il parametro non distruttivo proprio del metodo impiegato e la resistenza a compressione del calcestruzzo in esame mediante prove su carote come prescritto dalla norma UNI EN 13791. I metodi indiretti, dopo la calibrazione mediante prove su carote, possono essere impiegati:

- singolarmente;
- in combinazione con altri metodi indiretti;
- in combinazione con altri metodi indiretti e diretti (carote).

Le curve di correlazione fornite a corredo delle apparecchiature di prova non risultano, nella generalità dei casi, del tutto adeguate, poiché il loro sviluppo è basato sull'uso di determinati tipi di calcestruzzo e su prefissate condizioni di prova. L'andamento della legge di correlazione può essere assunto predefinito per ciascun metodo di indagine, a meno di costanti che possono essere determinate utilizzando un campione di carote di adeguata numerosità, sottoposte ad indagine non distruttiva prima della loro rottura. È, perciò, essenziale predisporre tavole di calibrazione per il tipo specifico di calcestruzzo da sottoporre a prova, utilizzando i risultati delle prove su carote portate a rottura dopo l'esecuzione sulle stesse di prove indirette, oltre a quelle eseguite in opera nello stesso punto di estrazione della carota stessa.

È opportuno che le carote utilizzate per la calibrazione siano non meno di tre. I valori numerici delle costanti che precisano l'andamento delle leggi di correlazione possono essere ottenuti applicando tecniche di minimizzazione degli errori.

□ Determinazione di altre proprietà del calcestruzzo in opera: dimensioni e posizione delle armature e stima dello spessore del copriferro

La misurazione dello spessore del copriferro delle armature e l'individuazione delle barre di armatura può essere effettuata utilizzando dispositivi denominati *misuratori di ricoprimento o pacometri*.

Stima della resistenza del calcestruzzo in opera

La resistenza dei provini estratti per carotaggio generalmente è inferiore a quella dei provini prelevati e preparati nel corso della messa in opera del calcestruzzo e stagionati in condizioni standard.

Le nuove norme tecniche per le costruzioni hanno quantificato l'entità di tale differenza, riconducibile alle caratteristiche del materiale, alle modalità di posa in opera, di stagionatura e di esposizione, ritenendo accettabile un calcestruzzo il cui valore medio di resistenza a compressione ($R_{opera,m}$), determinato con tecniche opportune (carotaggi e/o controlli non distruttivi), sia almeno superiore all'85% del valore medio della resistenza di progetto $R_{progetto,cm}$:

$$R_{opera, m} \geq 0,85 R_{progetto, cm} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Alla necessità di effettuare correttamente la stima delle condizioni al contorno, caratteristiche di ciascuna opera, e di garantire adeguatamente la normalizzazione delle procedure di prova, indispensabili per la riproducibilità e la ripetibilità dei risultati sperimentali, si aggiunge l'esigenza di definire correttamente il valore, indicato dalle norme tecniche, da assumere per la resistenza media di progetto $R_{progetto, cm}$.

Il controllo della resistenza del calcestruzzo in opera deve essere eseguito in conformità alla norma UNI EN 13791, che stabilisce il passaggio dalla resistenza caratteristica cubica di progetto R_{ck} alla resistenza caratteristica cilindrica di progetto f_{ck} , con la seguente relazione:

$$f_{ck} = 0,85 R_{ck} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Al punto 6, tabella 1, della stessa norma, sono riportati per ciascuna classe di resistenza i valori caratteristici minimi accettabili. La $R_{opera, ck}$ deve essere determinata secondo il punto 7 della stessa norma UNI EN 13791 che prevede un controllo di tipo statistico nel caso che la numerosità dei prelievi sia maggiore di 15 (Approccio A, p. 7.3.2), e un controllo alternativo nel caso di una minore numerosità dei prelievi (Approccio B, p. 7.3.3.); in sintesi si dovrà confrontare:

$$R_{opera, ck} \geq 0,85 R_{progetto, ck} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Il rapporto di valutazione della resistenza calcestruzzo in opera deve essere conforme al punto 10 della norma UNI EN 13791.

La non conformità dei controlli d'accettazione

Le indagini per la valutazione del calcestruzzo in opera, in caso di non conformità dei controlli d'accettazione, dovranno rispettare i criteri previsti dal paragrafo 9 della norma UNI EN 13791.

1) In una regione di prova comprendente diversi lotti di calcestruzzo con 15 o più risultati di prove su carote, se

$$f_{m(n), is} \geq 0,85 (f_{ck} + 1,48 s)$$

e

$$f_{is, lowest} \geq 0,85 (f_{ck} - 4)$$

dove

f_{ck} = resistenza caratteristica a compressione del calcestruzzo prevista in progetto;

$f_{m(n), is}$ = valore medio delle resistenze a compressione delle carote;

$f_{is, lowest}$ = valore minimo di resistenza a compressione delle carote;

s = scarto quadratico medio dei risultati sperimentali. Se il valore di s è minore di 2N/mm^2 si assume pari a 2N/mm^2

il calcestruzzo della regione di prova può essere considerato di resistenza sufficiente e conforme alla norma EN 206-1.

2) In alternativa, previo accordo tra le parti, qualora fossero disponibili 15 o più risultati di prove indirette e i risultati di almeno due carote prelevate da elementi strutturali, per i quali i risultati sui campioni convenzionali avevano fornito valori di resistenza più bassi, se

$$f_{is, lowest} \geq 0,85 (f_{ck} - 4)$$

il calcestruzzo della regione di prova può essere considerato di adeguata resistenza.

3) In una piccola regione di prova contenente pochi lotti di calcestruzzo, al limite uno, il tecnico deve ricorrere all'esperienza per selezionare l'ubicazione dei due punti di prelievo delle carote, e se

$$f_{is,lowest} \geq 0,85 (f_{ck} - 4)$$

il calcestruzzo della regione di prova può essere considerato di adeguata resistenza.

Se la regione di prova è ritenuta contenente calcestruzzo di resistenza adeguata, è conforme anche la popolazione calcestruzzo al quale è riferito il controllo.

Art. 37. ACCIAIO

ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

1. LE FORME DI CONTROLLO OBBLIGATORIE

Le nuove norme tecniche per le costruzioni per tutti gli acciai prevedono tre forme di controllo obbligatorie (paragrafo 11.3.1):

- in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione;
- nei centri di trasformazione, da eseguirsi sulle forniture;
- di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui lotti di spedizione.

A tale riguardo si definiscono:

- lotti di produzione: si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (rotolo finito, bobina di trefolo, fascio di barre, ecc.). Un lotto di produzione deve avere valori delle grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) e può essere compreso tra 30 e 120t;
- forniture: sono lotti formati da massimo 90t, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee;
- lotti di spedizione: sono lotti formati da massimo 30t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

2. LA MARCATURA E LA RINTRACCIABILITÀ DEI PRODOTTI QUALIFICATI

Ciascun prodotto qualificato deve essere costantemente riconoscibile, per quanto concerne le caratteristiche qualitative, e rintracciabile, per quanto concerne lo stabilimento di produzione.

Il marchio indelebile deve essere depositato presso il servizio tecnico centrale e deve consentire, in maniera inequivocabile, di risalire:

- all'azienda produttrice;
- allo stabilimento;
- al tipo di acciaio e alla sua eventuale saldabilità.

Per stabilimento si intende una unità produttiva a sé stante, con impianti propri e magazzini per il prodotto finito. Nel caso di unità produttive multiple appartenenti allo stesso produttore, la qualificazione deve essere ripetuta per ognuna di esse e per ogni tipo di prodotto in esse fabbricato.

Considerata la diversa natura, forma e dimensione dei prodotti, le caratteristiche degli impianti per la loro produzione, nonché la possibilità di fornitura sia in pezzi singoli sia in fasci, differenti possono essere i sistemi di marchiatura adottati, anche in relazione all'uso, quali, per esempio, l'impressione sui cilindri di laminazione, la punzonatura a caldo e a freddo, la stampigliatura a vernice, la targhettatura, la sigillatura dei fasci e altri. Permane, comunque, l'obbligatorietà del marchio di laminazione per quanto riguarda le barre e i rotoli.

Ogni prodotto deve essere marchiato con identificativi diversi da quelli di prodotti aventi differenti caratteristiche ma fabbricati nello stesso stabilimento, e con identificativi differenti da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, siano essi o meno dello stesso produttore. La marchiatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione.

Per quanto possibile, anche in relazione all'uso del prodotto, il produttore è tenuto a marcare ogni singolo pezzo. Ove ciò non sia possibile, per la specifica tipologia del prodotto, la marcatura deve essere tale che prima dell'apertura dell'eventuale ultima e più piccola confezione (fascio, bobina, rotolo, pacco, ecc.) il prodotto sia riconducibile al produttore, al tipo di acciaio, nonché al lotto di produzione e alla data di produzione.

Tenendo presente che gli elementi determinanti della marcatura sono la sua inalterabilità nel tempo e l'impossibilità di manomissione, il produttore deve rispettare le modalità di marcatura denunciate nella documentazione presentata al servizio tecnico centrale, e deve comunicare tempestivamente le eventuali modifiche apportate.

Il prodotto di acciaio non può essere impiegato in caso di:

- mancata marcatura;
- non corrispondenza a quanto depositato;
- illeggibilità, anche parziale, della marcatura.

Eventuali disposizioni supplementari atte a facilitare l'identificazione e la rintracciabilità del prodotto attraverso il marchio possono essere emesse dal servizio tecnico centrale.

Nella tabella seguente si riportano i numeri di identificazione del paese di origine del produttore dell'acciaio previsti dalla norma UNI EN 10080, caratterizzanti nervature consecutive. Nel caso specifico dell'Italia si hanno quattro nervature consecutive.

Tabella numeri di identificazione del paese di origine del produttore dell'acciaio previsti dalla norma UNI EN 10080

Paese produttore	Numero di nervature trasversali normali tra l'inizio della marcatura e la nervatura rinforzata successiva
Austria, Germania	1
Belgio, Lussemburgo, Paesi Bassi, Svizzera	2
Francia	3
Italia	4
Irlanda, Islanda, Regno Unito	5
Danimarca, Finlandia, Norvegia, Svezia	6
Portogallo, Spagna	7
Grecia	8
Altri	9

identificazione del produttore

Il criterio di identificazione dell'acciaio prevede che su un lato della barra/rotolo vengano riportati dei simboli che identificano l'inizio di lettura del marchio (start: due nervature ingrossate consecutive), l'identificazione del paese produttore e dello stabilimento.

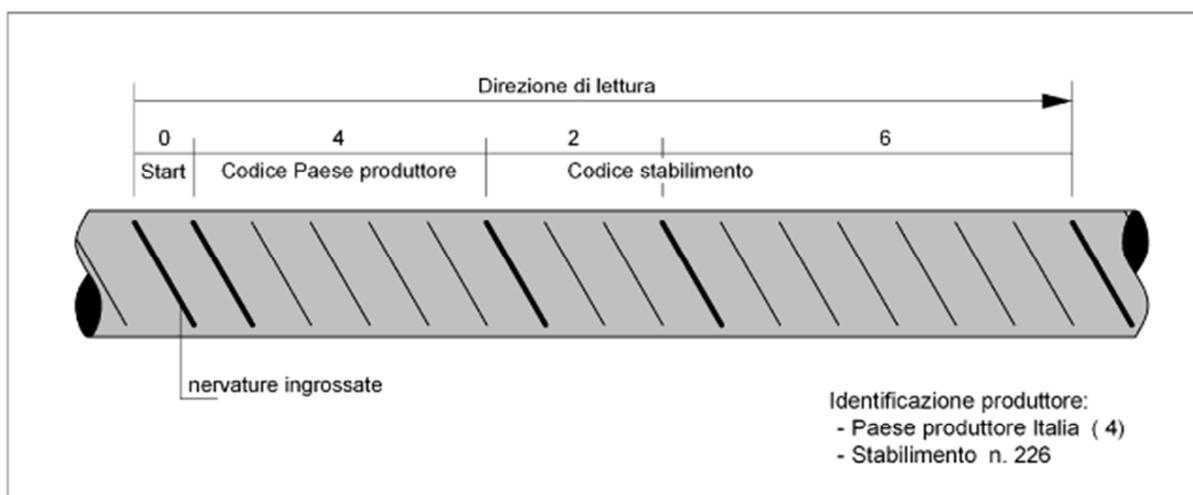


Figura identificazione del produttore

identificazione della classe tecnica

Sull'altro lato della barra/rotolo, l'identificazione prevede dei simboli che identificano l'inizio della lettura (start: tre nervature ingrossate consecutive) e un numero che identifica la classe tecnica dell'acciaio che deve essere depositata presso il registro europeo dei marchi, da 101 a 999 escludendo i multipli di 10. La figura riporta un acciaio di classe tecnica n. 226.

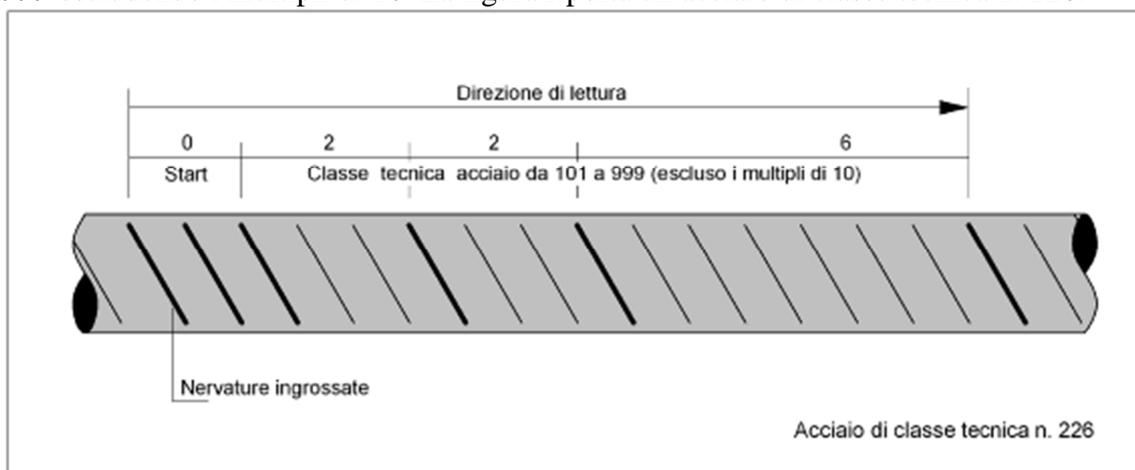


Figura identificazione della classe tecnica

In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del direttore dei lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle norme tecniche per le costruzioni, e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

3. IL CASO DELLA UNITÀ MARCATA SCORPORATA. LE ULTERIORI INDICAZIONI DEL DIRETTORE DEI LAVORI PER LE PROVE DI LABORATORIO

Può accadere che durante il processo costruttivo, presso gli utilizzatori, presso i commercianti o presso i trasformatori intermedi, l'unità marcata (pezzo singolo o fascio) venga scorporata, per cui una parte, o il tutto, perda l'originale marcatura del prodotto. In questo caso, tanto gli utilizzatori quanto i commercianti e i trasformatori intermedi, oltre a dover predisporre idonee zone di stoccaggio, hanno la responsabilità di documentare la provenienza del prodotto mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il servizio tecnico centrale.

In tal caso, i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere devono essere accompagnati dalla sopraindicata documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dal direttore dei lavori.

4. CONSERVAZIONE DELLA DOCUMENTAZIONE D'ACCOMPAGNAMENTO

I produttori, i successivi intermediari e gli utilizzatori finali devono assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno dieci anni, e devono mantenere evidenti le marcature o le etichette di riconoscimento per la rintracciabilità del prodotto.

5. INDICAZIONE DEI MARCHIO IDENTIFICATIVO NEI CERTIFICATI DELLE PROVE MECCANICHE

Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento che in cantiere o nel luogo di lavorazione, devono riportare l'indicazione del marchio identificativo, rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove.

Nel caso i campioni fossero sprovvisti del marchio identificativo, ovvero il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il servizio tecnico centrale, il laboratorio dovrà tempestivamente informare di ciò il servizio tecnico centrale e il direttore dei lavori.

Le certificazioni così emesse non possono assumere valenza ai fini della vigente normativa, il materiale non può essere utilizzato e il direttore dei lavori deve prevedere, a cura e spese dell'impresa, l'allontanamento dal cantiere del materiale non conforme.

6. FORNITURE E DOCUMENTAZIONE DI ACCOMPAGNAMENTO: L'ATTESTATO DI QUALIFICAZIONE

Le nuove norme tecniche stabiliscono che tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale (paragrafo 11.3.1.5).

L'attestato di qualificazione può essere utilizzato senza limitazione di tempo, inoltre deve riportare il riferimento al documento di trasporto.

Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio.

Il direttore dei lavori prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

7. CENTRI DI TRASFORMAZIONE

Le nuove norme tecniche (paragrafo 11.3.2.6) definiscono *centro di trasformazione*, nell'ambito degli acciai per cemento armato, un impianto esterno al produttore e/o al cantiere, fisso o mobile, che riceve dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, lamiera o profilati, profilati cavi, ecc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in opere in cemento armato quali, per esempio, elementi saldati e/o presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura), pronti per la messa in opera o per successive lavorazioni.

Il centro di trasformazione deve possedere tutti i requisiti previsti dalle nuove norme tecniche per le costruzioni.

Rintracciabilità dei prodotti

Il centro di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale.

Particolare attenzione deve essere posta nel caso in cui nel centro di trasformazione vengano utilizzati elementi base, comunque qualificati, ma provenienti da produttori differenti, attraverso specifiche procedure documentate che garantiscano la rintracciabilità dei prodotti.

Documentazione di accompagnamento e verifiche del direttore dei lavori

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore devono essere accompagnati da idonea documentazione che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso. In particolare, ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata:

- da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal servizio tecnico centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal direttore tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il direttore dei lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore, che deve riportare nel certificato di collaudo statico gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

8. I TIPI D'ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

Le nuove norme tecniche per le costruzioni ammettono esclusivamente l'impiego di acciai saldabili e nervati idoneamente qualificati secondo le procedure previste dalle stesse norme, e controllati con le modalità previste per gli acciai per cemento armato precompresso e per gli acciai per carpenterie metalliche.

I tipi di acciai per cemento armato sono indicati nella tabella seguente:

Tabella tipi di acciai per cemento armato

Tipi di acciaio per cemento armato previsti dalle norme precedenti	Tipi di acciaio previsti dal D.M. 14 gennaio 2008 (saldabili e ad aderenza migliorata)
FeB22k e FeB32k (barre tonde lisce)	B450C ($6 \leq \square \leq 50\text{mm}$)
FeB38k e FeB44k (barre tonde nervate)	B450A ($5 \leq \square \leq 12\text{mm}$)

□ - L'acciaio per cemento armato B450C

L'acciaio per cemento armato B450C (laminato a caldo) è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

- $f_{y\text{ nom}}: 450\text{N/mm}^2$

- $f_{t\text{ nom}}: 540\text{N/mm}^2$

e deve rispettare i requisiti indicati nella tabella seguente:

Tabella acciaio per cemento armato laminato a caldo B450C

Caratteristiche	Requisiti	Frittile [%]
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y\text{ nom}}$	5,0
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_{t\text{ nom}}$	5,0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$	10,0

	$\leq 1,35$	
$(f_y/f_{y\ nom})_k$	$\leq 1,25$	10,0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 7,5 \%$	10,0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche:	-	-
$\phi < 12 \text{ mm}$	4 ϕ	-
$12 \leq \phi \leq 16 \text{ mm}$	5 ϕ	-
per $16 < \phi \leq 25 \text{ mm}$	8 ϕ	-
per $25 < \phi \leq 50 \text{ mm}$	10 ϕ	-

L'acciaio per cemento armato B450A

L'acciaio per cemento armato B450A (trafilato a freddo), caratterizzato dai medesimi valori nominali delle tensioni di snervamento e rottura dell'acciaio B450C, deve rispettare i requisiti indicati nella tabella seguente:

Tabella acciaio per cemento armato trafilato a freddo B450A

Caratteristiche	Requisiti	Frttile [%]
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y\ nom}$	5,0
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_{t\ nom}$	5,0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,05$	10,0
$(f_y/f_{y\ nom})_k$	$\leq 1,25$	10,0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 2,5 \%$	10,0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche: $\phi < 10 \text{ mm}$		

L'accertamento delle proprietà meccaniche

L'accertamento delle proprietà meccaniche degli acciai deve essere condotto secondo le seguenti norme (paragrafo 11.3.2.3 nuove norme tecniche):

UNI EN ISO 15630-1 – Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. *Metodi di prova. Parte 1: Barre, rotoli e fili per calcestruzzo armato;*

UNI EN ISO 15630-2 – Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. *Metodi di prova. Parte 2: Reti saldate.*

Per gli acciai deformati a freddo, ivi compresi i rotoli, le proprietà meccaniche devono essere determinate su provette mantenute per 60 minuti a $100 \pm 10^\circ\text{C}$ e successivamente raffreddate in aria calma a temperatura ambiente.

In ogni caso, qualora lo snervamento non sia chiaramente individuabile, si deve sostituire f_y con $f_{(0,2)}$.

La prova di piegamento

La prova di piegamento e di raddrizzamento deve essere eseguita alla temperatura di $20 + 5^\circ\text{C}$ piegando la provetta a 90° , mantenendola poi per 30 minuti a $100 \pm 10^\circ\text{C}$ e procedendo, dopo

raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno 20°. Dopo la prova il campione non deve presentare cricche.

La prova di trazione

La prova a trazione per le barre è prevista dalla norma UNI EN ISO 15630-1. I campioni devono essere prelevati in contraddittorio con l'appaltatore al momento della fornitura in cantiere. Gli eventuali trattamenti di invecchiamento dei provini devono essere espressamente indicati nel rapporto di prova.

La lunghezza dei campioni delle barre per poter effettuare sia la prova di trazione, sia la prova di piegamento deve essere di almeno 100cm (consigliato 150cm).

Riguardo alla determinazione di A_{gt} , allungamento percentuale totale alla forza massima di trazione F_m , bisogna considerare che:

- se A_{gt} è misurato usando un estensimetro, A_{gt} deve essere registrato prima che il carico diminuisca più di 0,5% dal relativo valore massimo;
- se A_{gt} è determinato con il metodo manuale, A_{gt} deve essere calcolato con la seguente formula:

$$A_{gt} = A_g + R_m / 2000$$

dove

- A_g è l'allungamento percentuale non-proporzionale al carico massimo F_m ;
- R_m è la resistenza a trazione (N/mm²).

La misura di A_g deve essere fatta su una lunghezza della parte calibrata di 100mm ad una distanza r_2 di almeno 50mm o $2d$ (il più grande dei due) lontano dalla frattura. Questa misura può essere considerata come non valida se la distanza r_1 fra le ganasce e la lunghezza della parte calibrata è inferiore a 20mm o d (il più grande dei due).

La norma UNI EN 15630-1 stabilisce che in caso di contestazioni deve applicarsi il metodo manuale.

9. LE CARATTERISTICHE DIMENSIONALI E DI IMPIEGO

L'acciaio per cemento armato è generalmente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni (paragrafo 11.3.2.4 nuove norme tecniche).

Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera.

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi, cioè, una superficie dotata di nervature o indentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio.

La marcatura dei prodotti deve consentirne l'identificazione e la rintracciabilità.

La documentazione di accompagnamento delle forniture deve rispettare le prescrizioni stabilite dalle norme tecniche, in particolare è necessaria per quei prodotti per i quali non sussiste l'obbligo della marcatura ce.

Le barre sono caratterizzate dal diametro ϕ della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a 7,85kg/dm³.

I diametri di impieghi per gli acciai B450C e B450A, in barre e in rotoli, sono riportati qui di seguito.

Acciaio in barre	Diametro ϕ [mm]
B450C	$6 \leq \phi \leq 40$
B450A	$5 \leq \phi \leq 10$

Acciaio in rotoli	Diametro ϕ [mm]
B450C	$6 \leq \phi \leq 16$
B450A	$5 \leq \phi \leq 10$

La sagomatura e l'impiego

Le nuove norme tecniche stabiliscono che la sagomatura e/o l'assemblaggio dei prodotti possono avvenire (paragrafo 11.3.2.4 nuove norme tecniche):

- in cantiere, sotto la vigilanza della direzione dei lavori;
- in centri di trasformazione, solo se dotati dei requisiti previsti.

Nel primo caso, per *cantiere* si intende esplicitamente l'area recintata del cantiere, all'interno della quale il costruttore e la direzione dei lavori sono responsabili dell'approvvigionamento e lavorazione dei materiali, secondo le competenze e responsabilità che la legge da sempre attribuisce a ciascuno.

Al di fuori dell'area di cantiere, tutte le lavorazioni di sagomatura e/o assemblaggio devono avvenire esclusivamente in centri di trasformazione provvisti dei requisiti delle indicati dalle nuove norme tecniche.

b) - Le reti e i tralicci elettrosaldati

Gli acciai delle reti e dei tralicci elettrosaldati devono essere saldabili. L'interasse delle barre non deve superare i 330mm.

I tralicci sono dei componenti reticolari composti con barre e assemblati mediante saldature.

Per le reti e i tralicci in acciaio (B450C o B450A), gli elementi base devono avere diametro ϕ , come di seguito riportato.

Acciaio tipo	Diametro ϕ degli elementi base
B450C	$6 \text{ mm} \leq \phi \leq 16\text{mm}$
B450A	$5 \text{ mm} \leq \phi \leq 10\text{mm}$

Il rapporto tra i diametri delle barre componenti le reti e i tralicci deve essere: $\phi_{min}/\phi_{max} \geq 0,6$.

I nodi delle reti devono resistere ad una forza di distacco determinata in accordo con la norma UNI EN ISO 15630-2 pari al 25% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore sulla tensione di snervamento pari a 450 N/mm^2 . Tale resistenza al distacco della saldatura del nodo deve essere controllata e certificata dal produttore di reti e di tralicci secondo le procedure di qualificazione di seguito riportate.

In ogni elemento di rete o traliccio le singole armature componenti devono avere le stesse caratteristiche. Nel caso dei tralicci è ammesso l'uso di staffe aventi superficie liscia perché realizzate con acciaio B450A oppure B450C saldabili.

La produzione di reti e tralicci elettrosaldati può essere effettuata a partire da materiale di base prodotto nello stesso stabilimento di produzione del prodotto finito o da materiale di base proveniente da altro stabilimento.

Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti in altro stabilimento, questi ultimi possono essere costituiti da acciai provvisti di specifica qualificazione o da elementi semilavorati quando il produttore, nel proprio processo di lavorazione, conferisca al semilavorato le caratteristiche meccaniche finali richieste dalla norma.

In ogni caso, il produttore dovrà procedere alla qualificazione del prodotto finito, rete o traliccio.

c) - La marchiatura di identificazione

Ogni pannello o traliccio deve essere, inoltre, dotato di apposita marchiatura che identifichi il produttore della rete o del traliccio stesso.

La marchiatura di identificazione può essere anche costituita da sigilli o etichettature metalliche indelebili con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto, ovvero da marchiatura supplementare indelebile. In ogni caso la marchiatura deve essere identificabile in modo permanente anche dopo l'annegamento nel calcestruzzo della rete o del traliccio elettrosaldato.

Laddove non fosse possibile tecnicamente applicare su ogni pannello o traliccio la marchiatura secondo le modalità sopra indicate, dovrà essere comunque apposta su ogni pacco di reti o tralicci un'apposita etichettatura con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto e del produttore. In questo caso, il direttore dei lavori, al momento dell'accettazione della fornitura in cantiere, deve verificare la presenza della predetta etichettatura.

Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti nello stesso stabilimento, ovvero in stabilimenti del medesimo produttore, la marchiatura del prodotto finito può coincidere con la marchiatura dell'elemento base, alla quale può essere aggiunto un segno di riconoscimento di ogni singolo stabilimento.

10. LA SALDABILITÀ

L'analisi chimica effettuata su colata e l'eventuale analisi chimica di controllo effettuata sul prodotto finito, deve soddisfare le limitazioni riportate nella tabella seguente, dove il calcolo del carbonio equivalente C_{eq} è effettuato con la seguente formula:

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

in cui i simboli chimici denotano il contenuto degli elementi stessi espresso in percentuale.

Tabella massimo contenuto di elementi chimici in percentuale (%)

Elemento	Simbolo	Analisi di prodotto	Analisi di colata
Carbonio	<i>C</i>	0,24	0,22
Fosforo	<i>P</i>	0,055	0,050
Zolfo	<i>S</i>	0,055	0,050
Rame	<i>Cu</i>	0,85	0,80
Azoto	<i>N</i>	0,013	0,012
Carbonio equivalente	C_{eq}	0,52	0,50

È possibile eccedere il valore massimo di *C* dello 0,03% in massa, a patto che il valore del C_{eq} venga ridotto dello 0,02% in massa.

Contenuti di azoto più elevati sono consentiti in presenza di una sufficiente quantità di elementi che fissano l'azoto stesso.

11. LE TOLLERANZE DIMENSIONALI

La deviazione ammissibile per la massa nominale dei diametri degli elementi d'acciaio deve rispettare le tolleranze riportate nella tabella seguente:

Tabella deviazione ammissibile per la massa nominale

Diametro nominale [mm]	$5 \leq \square \leq 8$	$8 < \square \leq$
Tolleranza in % sulla sezione ammessa per l'impiego	± 6	$\pm 4,5$

12. LE PROCEDURE DI CONTROLLO PER ACCIAI DA CEMENTO ARMATO ORDINARIO, BARRE E ROTOLI

I controlli sistematici

Le prove di qualificazione e di verifica periodica, di cui ai successivi punti, devono essere ripetute per ogni prodotto avente caratteristiche differenti o realizzato con processi produttivi differenti, anche se provenienti dallo stesso stabilimento.

I rotoli devono essere soggetti a qualificazione separata dalla produzione in barre e dotati di marchiatura differenziata.

Le prove di qualificazione

Il laboratorio ufficiale prove incaricato deve effettuare, senza preavviso, presso lo stabilimento di produzione, il prelievo di una serie di 75 saggi, ricavati da tre diverse colate o lotti di produzione, 25 per ogni colata o lotto di produzione, scelti su tre diversi diametri opportunamente differenziati, nell'ambito della gamma prodotta.

Il prelievo deve essere effettuato su tutti i prodotti che portano il marchio depositato in Italia, indipendentemente dall'etichettatura o dalla destinazione specifica.

Sui campioni devono essere determinati, a cura del laboratorio ufficiale incaricato, i valori delle tensioni di snervamento e rottura f_y e f_t , l'allungamento A_{gt} , ed effettuate le prove di piegamento.

Le prove periodiche di verifica della qualità

Ai fini della verifica della qualità, il laboratorio incaricato deve effettuare controlli saltuari, ad intervalli non superiori a tre mesi, prelevando tre serie di cinque campioni, costituite ognuna da cinque barre di uno stesso diametro, scelte con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico, e provenienti da una stessa colata.

Il prelievo deve essere effettuato su tutti i prodotti che portano il marchio depositato in Italia, indipendentemente dall'etichettatura o dalla destinazione specifica. Su tali serie il laboratorio ufficiale deve effettuare le prove di resistenza e di duttilità. I corrispondenti risultati delle prove di snervamento e rottura vengono introdotti nelle precedenti espressioni, le quali vengono sempre riferite a cinque serie di cinque saggi, facenti parte dello stesso gruppo di diametri, da aggiornarsi ad ogni prelievo, aggiungendo la nuova serie ed eliminando la prima in ordine di tempo. I nuovi valori delle medie e degli scarti quadratici così ottenuti vengono, quindi, utilizzati per la determinazione delle nuove tensioni caratteristiche, sostitutive delle precedenti (ponendo $n = 25$).

Se i valori caratteristici riscontrati risultano inferiori ai minimi per gli acciai B450C e B450A, il laboratorio incaricato deve darne comunicazione al servizio tecnico centrale e ripetere le prove di qualificazione solo dopo che il produttore ha eliminato le cause che hanno dato luogo al risultato insoddisfacente.

Qualora uno dei campioni sottoposti a prova di verifica della qualità non soddisfi i requisiti di duttilità per gli acciai B450C e B450A, il prelievo relativo al diametro di cui trattasi deve essere ripetuto. Il nuovo prelievo sostituisce quello precedente a tutti gli effetti. Un ulteriore risultato negativo comporta la ripetizione della qualificazione.

Le tolleranze dimensionali devono essere riferite alla media delle misure effettuate su tutti i saggi di ciascuna colata o lotto di produzione.

Su almeno un saggio per colata o lotto di produzione è calcolato il valore dell'area relativa di nervatura o di dentellatura.

Tabella verifica di qualità per ciascuno dei gruppi di diametri

Intervallo di prelievo	di	Prelievo	Provenienza
≤ 1 mese		3 serie di 5 campioni 1 serie = 5 barre di uno stesso diametro	Stessa colata

Tabella verifica di qualità non per gruppi di diametri

Intervallo di prelievo	di	Prelievo	Provenienza
≤ 1 mese		15 saggi prelevati da 3 diverse colate: - 5 saggi per colata o lotto di produzione indipendentemente dal diametro	Stessa colata o lotto di produzione

La verifica delle tolleranze dimensionali per colata o lotto di produzione

Ai fini del controllo di qualità, le tolleranze dimensionali di cui alla tabella devono essere riferite alla media delle misure effettuate su tutti i saggi di ciascuna colata o lotto di produzione.

Qualora la tolleranza sulla sezione superi il $\pm 2\%$, il rapporto di prova di verifica deve riportare i diametri medi effettivi.

La facoltatività dei controlli su singole colate o lotti di produzione

I produttori già qualificati possono richiedere, di loro iniziativa, di sottoporsi a controlli su singole colate o lotti di produzione, eseguiti a cura di un laboratorio ufficiale prove. Le colate o lotti di produzione sottoposti a controllo devono essere cronologicamente ordinati nel quadro della produzione globale.

I controlli consistono nel prelievo, per ogni colata e lotto di produzione e per ciascun gruppo di diametri da essi ricavato, di un numero n di saggi, non inferiore a dieci, sui quali si effettuano le prove di verifica di qualità per gli acciai in barre, reti e tralici elettrosaldati.

Le tensioni caratteristiche di snervamento e rottura devono essere calcolate con le espressioni per i controlli sistematici in stabilimento per gli acciai in barre e rotoli, nelle quali n è il numero dei saggi prelevati dalla colata.

I controlli nei centri di trasformazione

I controlli nei centri di trasformazione sono obbligatori e devono essere effettuati:

- in caso di utilizzo di barre, su ciascuna fornitura, o comunque ogni 90t;
- in caso di utilizzo di rotoli, ogni dieci rotoli impiegati.

Qualora non si raggiungano le quantità sopra riportate, in ogni caso deve essere effettuato almeno un controllo per ogni giorno di lavorazione.

Ciascun controllo deve essere costituito da tre spezzoni di uno stesso diametro per ciascuna fornitura, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi alle eventuali forniture provenienti da altri stabilimenti.

I controlli devono consistere in prove di trazione e piegamento e devono essere eseguiti dopo il raddrizzamento.

In caso di utilizzo di rotoli deve altresì essere effettuata, con frequenza almeno mensile, la verifica dell'area relativa di nervatura o di dentellatura, secondo il metodo geometrico di cui alla norma UNI EN ISO 15630-1.

Tutte le prove suddette devono essere eseguite dopo le lavorazioni e le piegature atte a dare ad esse le forme volute per il particolare tipo di impiego previsto.

Le prove di cui sopra devono essere eseguite e certificate dai laboratori ufficiali prove.

Il direttore tecnico di stabilimento curerà la registrazione di tutti i risultati delle prove di controllo interno su apposito registro, di cui dovrà essere consentita la visione a quanti ne abbiano titolo.

I controlli di accettazione in cantiere

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori, devono essere effettuati dal direttore dei lavori entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e devono essere campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico, in ragione di tre spezzoni marchiati e di uno stesso diametro scelto entro ciascun lotto, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario, i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti.

I valori di resistenza e allungamento di ciascun campione da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti ad uno stesso diametro, devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nella tabella seguente. Questi limiti tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che possono intervenire tra diverse apparecchiature e modalità di prova.

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

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

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

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, dieci ulteriori provini devono essere prelevati da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante, che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio ufficiale.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui dieci ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico, e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo secondo quanto sopra riportato. In caso contrario, il lotto deve essere respinto e il risultato segnalato al servizio tecnico centrale.

Tabella valori di resistenza e di allungamento accettabili

Caratteristica	Valore limite	Note
f_v minimo	425 N/mm ²	(450 - 25) N/mm ²
f_v massimo	572 N/mm ²	[450 · (1,25 + 0,02)] N/mm ²
A_{gt} minimo	≥ 6,0%	per acciai B450C
A_{gt} minimo	≥ 2,0%	per acciai B450A
Rottura/snervamento	$1,13 \leq f_t/f_v \leq 1,37$	per acciai B450C
Rottura/snervamento	$f_t/f_v \geq 1,03$	per acciai B450A
Piegamento/raddrizzamen	assenza di cricche	per tutti

Il prelievo dei campioni e la domanda al laboratorio prove

Il prelievo dei campioni di barre d'armatura deve essere effettuato a cura del direttore dei lavori o di un tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio ufficiale prove incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Qualora la fornitura di elementi sagomati o assemblati, provenga da un centro di trasformazione, il direttore dei lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti dalle nuove norme tecniche, può recarsi presso il medesimo centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i necessari controlli. In tal caso, il prelievo dei campioni deve essere effettuato dal direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del direttore dei lavori. Quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio ufficiale incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

La domanda di prove al laboratorio ufficiale autorizzato deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori e deve contenere indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo.

In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del direttore dei lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle norme tecniche, e di ciò deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

Art. 38. RIVESTIMENTO DI MURATURE IN CALCESTRUZZO CON PIETRAME DI CAVA

Il rivestimento della muratura in calcestruzzo dovrà essere eseguita con elementi di pietrame delle dimensioni non inferiore a cm 25 in senso orizzontale, cm 20 in senso verticale e cm 20 di profondità (spessore).

Le pietre, prima del collocamento in opera, dovranno essere diligentemente pulite ove occorra, a giudizio della Direzione dei Lavori, lavate.

Nella costruzione del rivestimento, le pietre dovranno essere battute col martello e rinzepate diligentemente con scaglie e con abbondante malta, così che ogni pietra resti avvolta dalla malta stessa e non rimanga alcun vano od interstizio. La malta da utilizzare sarà di classe M5

Per le facce viste delle murature di pietrame, secondo gli ordini della Direzione dei Lavori, potrà essere prescritta l'esecuzione delle seguenti speciali lavorazioni:

- a) con pietra rasa e testa scoperta (ad opera incerta);
- b) a mosaico grezzo;
- c) con pietra squadrata a corsi pressoché regolari;
- d) con pietra squadrata a corsi regolari.

Nel paramento con pietra rasa e testa scoperta (ad opera incerta), il pietrame dovrà essere scelto diligentemente e la sua faccia vista dovrà essere ridotta col martello a superficie approssimativamente piana. Le facce di posa e combaciamento delle pietre dovranno essere spianate e adattate col martello, in modo che il contatto dei pezzi avvenga in tutti i giunti per una rientranza non minore di cm 10.

Nel paramento a mosaico grezzo, le facce viste dei singoli pezzi dovranno essere ridotte, col martello a punta grossa, a superficie piana poligonale; i singoli pezzi dovranno combaciare fra loro regolarmente, restando vietato l'uso delle scaglie.

In tutto il resto si seguiranno le norme indicate per il paramento a pietra rasa.

Nel paramento a corsi pressoché regolari, il pietrame dovrà essere ridotto a conci piani e squadriati, sia col martello che con la grossa punta, con le facce di posa parallele fra loro e quelle di combaciamento normali a quelle di posa. I conci saranno posti in opera a corsi orizzontali di altezza che può variare da corso a corso, e potrà non essere costante per l'intero

filare. Nelle superfici esterne dei muri saranno tollerate alla prova del regolo rientranze o sporgenze non maggiori di 15 millimetri.

Nel paramento a corsi regolari, i conci dovranno essere resi perfettamente piani e squadrati, con la faccia vista rettangolare, lavorata a grana ordinaria; essi dovranno avere la stessa altezza per tutta la lunghezza del medesimo corso, e qualora i vari corsi non avessero eguale altezza, questa dovrà essere disposta in ordine decrescente dai corsi inferiori ai corsi superiori, con differenza però fra due corsi successivi non maggiori di cm 5.

La Direzione dei Lavori potrà anche prescrivere l'altezza dei singoli corsi, ed ove nella stessa superficie di paramento venissero impiegati conci di pietra da taglio, per rivestimento di alcune parti, i filari del paramento a corsi regolari dovranno essere in perfetta corrispondenza con quelli della pietra da taglio.

Tanto nel paramento a corsi pressoché regolari, quanto in quello a corsi regolari, non sarà tollerato l'impiego di scaglie nella faccia esterna; il combaciamento dei corsi dovrà avvenire per almeno due terzi della loro rientranza nelle facce di posa, e non potrà essere mai minore di cm 15 nei giunti verticali.

La rientranza dei singoli pezzi non sarà mai minore della loro altezza, nè inferiore a cm 30; l'altezza minima dei corsi non dovrà essere mai minore di cm 20.

In entrambi i paramenti a corsi, lo spostamento di due giunti verticali consecutivi non dovrà essere minore di cm 10 e le connessure avranno larghezza non maggiore di un centimetro.

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

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

Il nucleo della muratura dovrà essere costruito sempre contemporaneamente ai rivestimenti esterni.

Riguardo al magistero ed alla lavorazione della faccia vista in generale, ferme restando le prescrizioni suindicate, viene stabilito che l'Appaltatore è obbligato a preparare, a proprie cure e spese, i campioni delle diverse lavorazioni per sottoporli all'approvazione del Direttore dei Lavori, al quale spetta esclusivamente giudicare se esse corrispondano alle prescrizioni del presente articolo. Senza tale approvazione l'Appaltatore non può dar mano alla esecuzione dei paramenti delle murature di pietrame.

Art. 39. TERRA RINFORZATA RINVERDITA

- a) con geosintetici
- b) con griglia metallica e geosintetici
- c) con griglia e armatura metallica
- d) con rete metallica a doppia torsione

La formazione di opere di sostegno in terra rinforzata è possibile abbinando materiali di rinforzo di varia natura con paramenti sul fronte esterno realizzati in modo da consentire la crescita delle piante.

Ciò si ottiene con varie tecnologie ma secondo le seguenti prescrizioni generali:

- pendenza massima del fronte esterno di max 60° per consentire alle piante di ricevere almeno in parte l'apporto delle acque meteoriche;
- presenza di uno strato di terreno vegetale verso l'esterno a contatto con il paramento;

- rivestimento verso l'esterno con una stuoia sintetica o organica che trattiene il suolo consentendo la radicazione delle piante erbacee;
- idrosemina con miscele adatte alle condizioni di intervento con quantità minima di seme di 60 g/m², collanti, ammendanti, concimanti e fibre organiche (mulch) in quantità tali da garantire la crescita e l'autonomia del cotico erboso. A miglior garanzia di riuscita del cotico erboso le stuoie frontali dovranno, ove tecnicamente possibile, essere preseminate e preconimate;
- messa a dimora di specie arbustive pioniere locali per talea (10 x m lineare per ogni strato) o piante radicate in quantità minima di 1 ogni m², che svolgono nel tempo le seguenti funzioni: consolidamento mediante radicazione dello strato esterno della terra rinforzata; copertura verde della scarpata con effetto combinato di prato-pascolo arbustato che più si avvicina agli stadi vegetazionali delle scarpate naturali in condizioni analoghe; raccolta e invito delle acque meteoriche, sopperendo in tal modo all'eccessivo drenaggio dell'inerte e all'eccessiva verticalità
- realizzazione di un sistema di drenaggio a tergo della struttura in terra rinforzata che non impedisca però la crescita delle radici.

L'impiego delle specie arbustive sulle terre rinforzate va considerato quindi una condizione indispensabile per dare autonomia naturalistica, stabilità superficiale e collaudabilità a questo tipo di interventi.

Per le terre rinforzate a paramento vegetato valgono, e devono essere parte integrante della progettazione, i principi statici e costruttivi delle terre rinforzate con particolare riferimento a:

- verifica di stabilità interna in assenza di pressioni interstiziali, verifica di stabilità esterna (schiacciamento del terreno di fondazione, ribaltamento, scivolamento lungo il piano di base) e quella globale dell'insieme struttura terreno; dimensionamento opportuno dei materiali di rinforzo in funzione della tensione ammissibile e di esercizio della struttura in relazione all'altezza e profondità della terra rinforzata, spessore degli strati, pendenza, caratteristiche del rilevato;
- selezione degli inerti in base alle loro caratteristiche geomeccaniche e di drenaggio; compattazione degli stessi a strati di spessore massimo 0,4 m mediante bagnatura e rullatura con rullo vibrante con raggiungimento del fattore di compattazione almeno pari al 95% dello standard Proctor.

a) con geosintetici

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

b) con griglia metallica e geosintetici:

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

c) con griglia e armatura metallica:

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

d) con elementi preassemblati in rete metallica a doppia torsione:

il paramento esterno (max 60°) elementi di armatura planari orizzontali, costituiti da rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale tipo 8x10 in accordo con le UNI-EN 10223-3, tessuta con trafilato di ferro, conforme alle UNI-EN 10223-3 per le caratteristiche meccaniche e UNI-EN 10218 per le tolleranze sui diametri, avente carico di rottura compreso fra 350 e 550 N/mm² e allungamento minimo pari al 10%, avente un diametro pari a 2.70 mm, galvanizzato con lega eutettica di Zinco-Alluminio (5%)-Cerio-Lantanio conforme alla EN 10244 – Classe A e ASTM 856-98 con un quantitativo non inferiore a 255 g/mq. Oltre a tale trattamento il filo sarà ricoperto da un rivestimento di materiale plastico di colore grigio che dovrà avere uno spessore nominale non inferiore a 0,5 mm, portando il diametro esterno ad almeno 3,70 mm. Ogni singolo elemento è provvisto di barrette di rinforzo in lega eutettica Zinco-Alluminio (5%)-Cerio-Lantanio e plasticate di diametro 3,4 mm interno e 4,4 mm esterno, inserite all'interno della doppia torsione delle maglie, nella parte di rete che viene risvoltata in corrispondenza del paramento. Il paramento in vista sarà provvisto inoltre di un elemento di irrigidimento interno assemblato in fase di produzione in stabilimento, costituito da un ulteriore pannello di rete elettrosaldata con maglia 15x15 e diametro 8 mm e da un geocomposito antierosivo in fibra naturale. Il paramento sarà fissato con inclinazione a 60°, per mezzo di elementi a squadra realizzati in tondino metallico e preassemblati alla struttura. Gli elementi di rinforzo contigui, saranno posti in opera e legati tra loro con punti metallici meccanizzati in lega eutettica Zinco-Alluminio (5%)-Cerio-Lantanio con diametro 3,00 mm e carico di rottura minimo pari a 170 kg/mq.

Art. 40. GEOSINTETICI E GEOCOMPOSITI

Elementi geosintetici e/o geocompositi andranno posati ove espressamente indicato nei disegni esecutivi o dalla direzione Lavori.

In sostanza trattasi di :

- biostuoie antierosione biodegradabili;
- geogriglie in materiale poliestere con funzione di rinforzo del terreno;

Le biostuoie antierosione, consentiranno di ridurre l'effetto dell'azione battente della pioggia ed erosiva sulla superficie per ruscellamento favorendo la creazione di un microclima, l'attecchimento e lo sviluppo della vegetazione erbacea fino al completo attecchimento.

Le geogriglie in materiale plastico o poliestere sono utilizzate per migliorare le caratteristiche di portanza del terreno.

Tali elementi, opportunamente sagomati, risvoltati, ancorati, posti in opera per strati.

Biostuoia antierosione

La biostuoia dovrà essere costituita da fibra di legno e rete di polipropilene fotodegradabile del peso non inferiore a 530 grammi/mq, fissate con la posa di picchetti metallici (diametro 10 mm e lunghezza totale mm inferiore a 1.30 m sagomati a U nella parte superiore) o picchetti in legno, in ragione di 1 ogni 4 mq di rete.

Prima di procedere alla posa sarà necessario creare in testa al pendio una trincea di bloccaggio, di profondità non inferiore a 30 cm e larghezza non inferiore a 90 cm.

La biostuoia dovrà essere stesa per strisce orizzontali e posata nel verso della corrente, la sovrapposizione con la successiva dovrà essere non inferiore a 20 cm, mentre lungo lo sviluppo della scarpata, partendo dal basso verso l'alto, la biostuoia sarà senza sovrapposizione per consentire lo sviluppo vegetativo.

La biostuoia dovrà poi essere fissata nella trincea di bloccaggio ed alle estremità libere con almeno un picchetto per metro, il numero di picchetti intermedi dovrà essere portato ad una densità di un picchetto per metro quadrato in condizioni particolarmente sfavorevoli. I bordi liberi dovranno essere fissati con un picchetto per metro.

Dopo il completamento della posa in opera, la biostuoia dovrà essere ricoperta con uno strato di terreno vegetale di intasamento che consentirà l'idrosemina secondo quanto previsto nell'apposito articolo.

Geogriglie di rinforzo

Le geogriglie con funzione di rinforzo del terreno da utilizzarsi nella zona a sezione standard indicata nel progetto, dovranno essere realizzate in nastri di poliestere estruso saldati nei nodi o con elementi di altro materiale che garantiscono pari resistenze meccaniche e di durabilità.

Le strisce longitudinali dovranno essere di colore nero, ottenuto mediante l'applicazione di una quantità minima del 2% di carbon black al fine di proteggerle dalla degradazione agli U.V. e le strisce trasversali dovranno essere trasparenti e trattate per resistere alla degradazione ai raggi U.V.

La geogriglia dovrà avere una larghezza non inferiore a 4,00 m al fine di consentire una riduzione del tempo di posa.

Per quanto riguarda le proprietà tecniche della geogriglia, i valori di seguito indicati sono da considerarsi come valori medi lungo la direzione longitudinale, in particolare i valori caratteristici con relativa tolleranza della funzione di rinforzo dovranno essere avallati con Dichiarazione di conformità redatta secondo quanto previsti nella Direttiva 89/106/EEC e nella Direttiva 93/68/EEC, nel Mandato M/107, della Comunità Europea.

a) La resistenza delle geogriglie, determinata secondo la norma EN ISO 10319 ed espressa con il 95% del livello di confidenza dato dal valore medio, dovrà essere compresa tra 50 e 60 kN/m;

La dimensione nominale di apertura di maglia della geogriglia dovrà essere non superiore a 25mmx 25mm.

La geogriglia dovrà essere trasportata, immagazzinata e posata in accordo con le istruzioni fornite dal produttore.

In conformità a quanto previsto dalla Norma EN ISO 10320, ogni rotolo dovrà essere provvisto di etichetta indicante il nome del prodotto, le dimensioni, la data di produzione ed il codice di produzione.

In ottemperanza a quanto previsto dalla normativa CE, dovrà essere disponibile la certificazione di conformità del materiale redatta da un Ente certificatore esterno autorizzato.

Art. 41. OPERE DI SISTEMAZIONE A VERDE

Generalità

Prima dell'inizio delle operazioni di sistemazione a verde, l'Impresa dovrà eseguire, con terreno agrario, le eventuali riprese di erosioni che si fossero nel contempo verificate; le riprese saranno profilate con l'inclinazione fissata dalle modine delle scarpate.

L'impresa non potrà modificare i piani inclinati degli scavi e dei rilevati che, anche dopo il rivestimento del manto vegetale, dovranno risultare perfettamente regolari e privi di buche o altro compiendo, a sua cura e spese, durante l'esecuzione dei lavori, e fino al collaudo, le riprese occorrenti per ottenere, nelle scarpate, una perfetta sistemazione.

Preparazione del terreno

Il materiale da utilizzare per il rivestimento delle scarpate dei rilevati dovrà essere terreno vegetale proveniente dallo scavo di immorsamento del rilevato da prelevarsi fino alla profondità massima di 50 cm. Dovrà essere a reazione neutra, sufficientemente dotato di sostanza organica e di elementi nutritivi, di medio impasto e comunque adatto a ricevere una coltura erbacea o arbustiva permanente; esso dovrà risultare privo di ciottoli, detriti, radici ed erbe infestanti.

I concimi minerali semplici o complessi usati per le concimazioni dovranno essere di marca nota sul mercato nazionale, avere titolo dichiarato ed essere conservati negli involucri originali di fabbrica.

Prima di effettuare qualsiasi impianto o semina, l'impresa dovrà effettuare un'accurata preparazione agraria del terreno. Tutte le superfici interessate da questa sistemazione finale del terreno dovranno essere spianate e profilate secondo i piani e pendenze previste dai disegni di progetto.

La lavorazione manuale "a zappa" avrà carattere di vera e propria erpicatura, eseguita però non in profondità, in modo da non compromettere la stabilità delle scarpate, e anche l'eventuale riporto di terra vegetale per le leggere solcature sì da rendere le superfici d'impianto perfettamente profilate.

L'epoca di esecuzione dell'operazione è in relazione all'andamento climatico ed alla natura del terreno; tuttavia, subito dopo completata la profilatura delle scarpate, l'Impresa procederà all'operazione di erpicatura, non appena l'andamento climatico lo permetta ed il terreno si trovi in tempera (40-50% della capacità totale per l'acqua).

Con le operazioni di preparazione agraria del terreno si dovrà provvedere anche alla esecuzione di tutte le opere che si ritenessero necessarie per il regolare smaltimento delle acque di pioggia, come canalette in zolle, incigliature, od altro, per evitare il franamento delle scarpate o anche lo smottamento e la solcatura di esse.

Durante i lavori di preparazione del terreno, l'Impresa avrà cura di eliminare, dalle aree destinate agli impianti, tutti i ciottoli ed i materiali estranei che con le lavorazioni verranno portati in superficie senza comunque compromettere la stabilità delle scarpate e la loro profilatura.

In occasione del lavoro di erpicatura l'Impresa dovrà effettuare a sua cura e spese le analisi chimiche dei terreni in base alle quali eseguirà la concimazione di fondo che sarà effettuata con somministrazione di concimi minerali idonei.

Ogni eventuale sostituzione di concimi dovrà essere autorizzata per iscritto dalla Direzione Lavori senza oneri aggiuntivi alcuni per l'Amministrazione Appaltante.

Oltre alla concimazione di fondo, l'Impresa dovrà effettuare anche le opportune concimazioni in copertura, impiegando concimi complessi e tenendo comunque presente che lo sviluppo della vegetazione e del manto di copertura dovrà risultare, alla ultimazione dei lavori ed alla data del collaudo, a densità uniforme, senza spazi vuoti o radure.

Semina:

Per il seme l'Impresa è libera di approvvigionarsi dalle ditte specializzate di sua fiducia; dovrà però dichiarare il valore effettivo o titolo della semente, oppure separatamente il grado di purezza ed il valore germinativo. Qualora il valore reale del seme fosse di grado inferiore a quello riportato dalle tavole Marchettano, l'Impresa sarà tenuta ad aumentare proporzionalmente le quantità di seme da impiegare per unità di superficie salvo indicazioni diverse della Direzione Lavori (per valori inferiori al 20% rispetto a quello riportato nella categoria definita "buona semente").

Il quantitativo di seme da impiegarsi per metro quadrato di superficie di scarpate è prescritto in 40 g/m². I miscugli di sementi da impiegarsi per l'inerbimento sono delle seguenti specie:

- Festuca rubra e Festuca arundinacea (circa 20%);
- Dactylis glomerata, Poa pratensis, Trifolium pratense, Trifolium repens, Lotus corciculatus, Saponaria officinalis, Lolium multiflorum (circa 80%).

Prima dell'esecuzione dei lavori di inerbimento, da parte della Direzione Lavori sarà definito il tipo di miscuglio da impiegarsi nei vari tratti arginali da inerbire; ogni variazione nella composizione dei miscugli dovrà essere accettata dalla direzione Lavori.

Prima dello spandimento del seme l'Impresa dovrà tempestivamente avvisare la Direzione Lavori affinché questa possa effettuare l'eventuale prelievo di campioni e possa controllare le quantità ed il metodo di lavoro.

L'Impresa può effettuare le operazioni di semina in qualsiasi stagione, restando però a suo carico le eventuali operazioni di risemina nel caso che la germinazione non avvenisse in modo regolare ed uniforme. La semina dovrà essere effettuata con le idonee tecniche di idrosemina potenziata, effettuata mediante aspersione con macchina ad alta pressione di soluzione acquosa contenente miscuglio di sementi da consolidamento, unitamente a fertilizzanti organici additivati e agglomerati igroscopici biodegradabili, realizzati in unica soluzione, da effettuarsi in giornate senza vento.

Dopo eseguito l'impianto, e fino ad intervenuto favorevole collaudo definitivo delle opere, l'Impresa è tenuta ad effettuare le cure colturali che di volta in volta si renderanno necessarie, come sostituzione di fallanze, diserbi, sarchiature, concimazioni in copertura, sfalci, trattamenti antiparassitari, ecc., nel numero e con modalità richiesti per ottenere scarpate completamente rivestite dal manto vegetale.

Dal momento della consegna l'Impresa dovrà effettuare gli sfalci periodici dell'erba esistente sulle aree da impiantare e sulle aree rivestite con zolle di prato. L'operazione dovrà essere fatta ogni qual volta l'erba abbia raggiunto un'altezza media di cm 35.

L'erba sfalciata dovrà essere prontamente raccolta ed allontanata entro le 24 ore dallo sfalcio, con divieto di formazione di cumuli da caricare.

La raccolta ed il trasporto dell'erba sfalciata dovranno essere eseguiti con la massima cura, evitando la dispersione e pertanto ogni automezzo dovrà avere il carico ben sistemato e dovrà essere munito di reti di protezione del carico stesso.

L'impresa 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 quello seminato. Qualora in sede di collaudo, tali condizioni non dovessero verificarsi, l'impresa, a sua cura e spese, è obbligata a ripetere tutte le operazioni necessarie per ottenere le prescrizioni di cui sopra.

Art. 42. PALI DI CEMENTO ARMATO TRIVELLATI

Riferimenti normativi da osservare:

- UNI EN 996 – *Apparecchiature di palificazione - Requisiti di sicurezza*
- UNI EN 1536 – *Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Pali trivellati*
- UNI ENV 1997-1 – *Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali*

- *Raccomandazioni dell'Associazione Geotecnica Italiana sui pali di fondazione, Dic. 1984*
- *D.M. del Ministero dei lavori Pubblici del 11/3/1988 "Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii 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"*
- *Circolare LL PP N° 30483 del 24/09/1988 "Istruzioni 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"*
- *Decreto ministero Lavori Pubblici n° 55/1992*
- *Decreto ministero Lavori Pubblici del 11/03/1988*
- *Norma UNI 4634: Prescrizioni per la qualifica dei saldatori*
- *Norma ASTM D1 143-81: "Standard test method for piles under static axial compressive loads"*
- *Raccomandazione dell'Associazione geotecnica Italiana sui pali di fondazione del Dicembre 1984*
- *Norma DIN n. 4150: parti I e II del 1975; parte IV del 1986.*

Perforazione

Per la perforazione saranno preferibilmente utilizzate attrezzature semoventi equipaggiate con rotary. L'utensile di scavo sarà il più idoneo in relazione alla natura e consistenza dei terreni da scavare. Numero, potenza e capacità operativa delle attrezzature dovranno essere tali da consentire la realizzazione dei pali nei tempi previsti alla luce delle condizioni ambientali, litologiche e idrogeologiche dei terreni da attraversare nonché alle dimensioni dei pali da eseguire.

Camicia in lamiera di acciaio

Le caratteristiche geometriche della lamiera di rivestimento, saranno conformi alle prescrizioni di progetto. Le caratteristiche meccaniche e di rigidità (spessore ed inerzia) dovranno essere sufficienti a consentire il trasporto, il sollevamento e l'infissione senza che gli stessi subiscano danni, ovalizzazioni etc. La camicia in lamiera dei pali dovrà avere la base piatta e saldata al fusto in modo da resistere alle sollecitazioni di battitura e di ribattitura, evitare infiltrazioni di acqua e non avere sporgenze esterne.

Armatatura dei pali

Completata la perforazione si provvederà alla posa in opera della gabbia di armatura in conformità con le specifiche di seguito riportate. Le armature metalliche saranno di norma costituite da barre ad aderenza migliorata in acciaio FeB 44k e dovranno essere disposte esattamente secondo quanto riportato negli elaborati di progetto. I pali dovranno essere armati per tutta la lunghezza. Le armature verranno pre-assemblate fuori opera in "gabbie"; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro o con morsetti. Il confezionamento e la posa in opera delle gabbie dovranno essere eseguiti in modo da assicurare in ogni sezione tassativamente la continuità dell'armatura: a tal fine l'impresa dovrà presentare al Direttore dei Lavori il programma di assemblaggio dei vari tronchi della gabbia in relazione all'attrezzatura che intende impiegare per la posa in opera. Le armature trasversali dei pali saranno costituite da spirali in tondino esterne ai ferri longitudinali e da anelli di irrigidimento che dovranno contrastare efficacemente gli spostamenti della barre longitudinali verso l'esterno. L'armatura di lunghezza pari a quella del palo dovrà essere posta in opera prima del getto e mantenuta in posto senza poggiarla sul fondo del foro. Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la

centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo di 5 cm. Per i distanziatori in plastica, al fine di garantire la solidarietà col calcestruzzo, è necessario verificare che la loro superficie sia forata per almeno il 25%. I centratori saranno posti a gruppi di 3-4 regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di 3-4 m. Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine e dovranno essere messe in opera prima del getto; ove fosse necessario, è ammessa la giunzione, che potrà essere realizzata mediante sovrapposizione non inferiore a 40 diametri, mediante impiego di un adeguato numero di morsetti. Prima di porre in opera l'armatura e di iniziare il getto del calcestruzzo dovrà essere pulito il fondo dei fori e controllata la lunghezza dei fori stesso.

Calcestruzzo dei pali

Per quanto concerne la lavorazione, il trasporto e la posa in opera del calcestruzzo valgono le norme già indicate nei precedenti articoli riguardanti i conglomerati. Il calcestruzzo dovrà essere messo in opera con continuità mediante un tubo convogliatore in acciaio, così da non provocare la segregazione della malta dagli inerti e la formazione di vuoti dovuti alla presa difettosa del calcestruzzo, a causa di insufficiente altezza di calcestruzzo nel tubo convogliatore, di inadeguata lavorabilità del calcestruzzo, di estrazione ritardata del tubo convogliatore. Il sollevamento del tubo convogliatore dovrà essere eseguito in modo da evitare il trascinarsi del calcestruzzo. Il calcestruzzo per la realizzazione dei pali dovrà rispondere alle specifiche riportate in questo Capitolato ed alle seguenti prescrizioni:

- Classe di resistenza R_{ck}: 30 N/mm² (C25/30);
- Classe di esposizione: XC2;
- Copriferro: 50 mm.

Tolleranze

I pali dovranno essere realizzati nella posizione e con le dimensioni di progetto, con le seguenti tolleranze ammissibili, salvo più rigorose limitazioni indicate in progetto:

- verticalità $\pm 1\%$;
- lunghezza ± 15 cm
- quota di testa palo ± 5 cm.

Documentazione da redigere in corso d'opera

Per ciascun palo l'Impresa dovrà redigere una scheda indicante:

- numero progressivo del palo (riferito ad una planimetria)
- dati tecnici dell'attrezzatura
- profondità di perforazione
- informazioni relative alla stratigrafia locale
- volumi e grafico del getto.

In presenza di anomalie e/o differenze rispetto alla stratigrafia prevista, qualora le condizioni reali risultino inferiori a quelle di progetto, l'Impresa procederà al riesame della progettazione ed adotterà gli opportuni provvedimenti concordandoli con la Direzione Lavori.

Collaudo e prove di carico sui pali

I pali saranno sottoposti a prove di carico statico od a prove di ribattitura in relazione alle condizioni ed alle caratteristiche del suolo, secondo la normativa precedentemente riportata. Le prove di collaudo le prove verranno effettuate a cura ed a spese dell'Impresa sui pali della struttura senza compromettere l'integrità della struttura stessa e verranno effettuate prima di realizzare gli elementi di collegamento tra i pali stessi. Le prove sul terreno devono essere eseguite nel rispetto del punto 3 della ENV 1997-1:1994. Le prove di carico sui pali devono essere eseguite in conformità a quanto riportato nel par. 7.5 della ENV 1997-1:1994. Il carico massimo da raggiungere nel corso della prova (P_{max}) è in generale pari a 1,5 volte il carico di

esercizio (P_{es}). Il numero e l'ubicazione dei pali e micropali da sottoporre a prova di carico verranno stabiliti a giudizio insindacabile della D.L.. l'Impresa dovrà effettuare prove di carico assiale sull'1% dei pali, con un minimo di almeno due pali per ogni parete.

Controlli non distruttivi

I pali soggetti a prova di carico assiale potranno, a discrezione della Direzione Lavori, essere sottoposti, a cura ed a spese dell'Impresa, anche a prova di ammettenza meccanica o di carotaggio sonico per valutare, tramite correlazione, la capacità portante statica di pali.

Art. 43. TUBI TURBOCENTRIFUGATI IN CEMENTO ARMATO

Per quanto riguarda la posa delle condotte, dovranno essere osservate le seguenti prescrizioni:

Scavi e reinterri

Prima di iniziare gli scavi, l'Impresa dovrà accertarsi, mediante opportuni assaggi, sulla possibilità di seguire il percorso indicato dalla D.L., restando a suo completo carico la chiusura degli scavi stessi ed il rifacimento in una nuova posizione, se nel corso di esecuzione dovessero palesarsi difficoltà a seguire il percorso prescelto.

La profondità della tubazione, in accordo con la D.L., può variare rispetto al progetto se le livellature di posa lo richiedessero per evitare contropendenze dannose per la formazione di sacche d'aria, e per sottopassi ad altri servizi preesistenti.

Speciale cura dovrà essere usata nella formazione del piano di posa, per il quale si potrà accertare che il livellamento del fondo sia realizzato mediante spianamento delle sporgenze e non già mediante riporti nelle cavità di materiale più o meno cedevole.

Qualora il fondo dello scavo non desse sufficiente affidamento di stabilità e consistenza, l'Impresa dovrà informare subito la D.L. affinché possa impartire gli opportuni provvedimenti.

A posa tubazione ultimata, gli scavi dovranno essere immediatamente colmati e costipati a regola d'arte, salvo procedere a ricariche periodiche di altro materiale dopo l'assestamento del terreno.

Collaudi

Le prove di collaudo a schiacciamento verranno eseguite nel cantiere di fabbricazione sotto il controllo del Committente.

L'Impresa dovrà perciò disporre dell'attrezzatura per effettuare le prove stesse, secondo quanto previsto dalle norme DIN 4032 e DIN 4035, o ASTM C497.

Solo in casi eccezionali o di contestazione si potrà ricorrere a laboratorio regolarmente riconosciuto.

I campioni verranno scelti dal Committente tra quelli già forniti a piè d'opera. Essi dovranno essere dati gratuitamente fino a tre campioni per lotto di diverso diametro. Se durante il controllo un tubo non corrispondesse alle prescrizioni contrattuali si ripeterà la prova su un numero doppio di tubi.

Le prove di collaudo, oltre che nella verifica delle dimensioni consisteranno in:

a) - Prova idraulica

Ultimate le operazioni di giunzione dei tubi, il tronco di condotta eseguito dovrà essere sottoposto a prova idraulica, alla pressione di 0,5 atm per la durata di 15 minuti, verificando che non si formino nè fessurazioni nè trasudi d'acqua.

b) - Prova di rottura per schiacciamento

la prova dovrà essere eseguita su un tubo intero, secondo le modalità indicate dalle norme di cui sopra.

La resistenza allo schiacciamento è definita da due carichi:

- 1) carico di fessurazione;
- 2) carico di rottura.

Il carico di fessurazione è quello che provoca l'apparizione di fessure lungo le generatrici aventi un'apertura di almeno 0,25 mm su di una lunghezza di almeno 30 cm.

Il carico di rottura è quello sopportato prima dello schiacciamento, cioè prima che il provino non sia più capace di sopportare un ulteriore carico.

Il carico di fessurazione e di rottura non dovranno risultare inferiori ai limiti espressi in kg/mc:

- carico di fessurazione: 80 x DN
 - carico di rottura : 100 x DN
- con DN espresso in cm.

Il provino deve essere provato con il metodo delle tre generatrici con un dispositivo tale da garantire l'uniforme distribuzione del carico; il carico deve essere applicato con un incremento dell'ordine di grandezza del 10% del carico totale per un minuto primo e deve essere mantenuto per il tempo strettamente necessario per compiere le osservazioni volute.

L'appoggio inferiore del provino dovrà essere costituito da due travetti in legno con le facce verticali interne arrotondate con raggio di circa 10 mm nello spigolo superiore; i travetti dovranno essere dritti e saldamente fissati sulla base rigida.

La distanza tra i due travetti dovrà essere quella indicata nelle norme in funzione del diametro del tubo.

Prima di appoggiare il provino, si potrà verificare la superficie di appoggio con uno straterello di malta dello spessore non superiore a 25 mm.

Il carico viene applicato superiormente tramite un travetto di legno ben squadrato e liscio, esente da nodi, delle dimensioni di circa 15 x 15 cm e fissato superiormente ad una trave metallica a doppio T di dimensioni tali da rendere trascurabili le deformazioni elastiche.

Si può anche superiormente applicare uno strato di malta analogo a quello inferiore ed anche in questo caso il montaggio deve essere fatto quando la malta è ancora plastica.

La resistenza del provino espressa in kg/m, viene riferita alla lunghezza utile del provino, cioè:

$$R = (\text{carico di prova})/(\text{lunghezza utile}).$$

La larghezza delle fessure è misurata con la lamiera metallica della forma e delle dimensioni indicate dalla D.L..

Essa dovrà penetrare liberamente per almeno 15/10 mm a brevi intervalli per la lunghezza indicata di 30 cm.

c) - motivi di rifiuto

I tubi potranno essere rifiutati nei seguenti casi:

- 1) Perché non rispondono alle prescrizioni di dimensionamento e relative tolleranze ed alle prescrizioni di fabbricazione di cui alle presenti norme;
- 2) Per esito negativo delle prove di accertamento;
- 3) Per manifesti difetti di proporzionamento dei componenti del calcestruzzo o mancanza di tenuta dei giunti;
- 4) Per danneggiamento delle testate che non consentono di effettuare una giunzione a regola d'arte.

In tal caso la ditta sarà tenuta a sostituire prontamente i materiali rifiutati con altri rispondenti alle norme.

Art. 44. POZZETTI PREFABBRICATI IN C.A.V.

Posa in opera

La posa in opera dei pozzetti avverrà previa preparazione del piano di posa mediante regolarizzazione, costipamento e realizzazione di un allettamento in calcestruzzo magro.

Il riempimento laterale verrà eseguito per strati, compattando il materiale; si curerà di procedere uniformemente su tutti i lati, in modo da non provocare spinte asimmetriche.

Controlli in cantiere

I controlli in cantiere (compreso il collaudo idraulico in opera) saranno effettuati contestualmente a quelli delle tubazioni.

Art. 45. TAPPETO IMPERMEABILIZZANTE A BASE DI BENTONITE SODICA

Modalità d'impiego

Le superfici delle pareti di applicazione, dovranno essere esenti da protuberanze, cavità, nidi di ghiaia, fori passanti per casseri, discontinuità da riprese di getto ecc. Per questo motivo, dovranno essere preliminarmente bonificate con malta antiritiro o con preparati a base di bentonite.

Il supporto deve risultare validamente compatto: in caso contrario sarà necessario creare preliminarmente un sottofondo di calcestruzzo magro. I tappeti dovranno essere posati preferibilmente con il lato di polipropilene rivolto verso l'alto (il lato più scuro) e fissati mediante chiodatura di ancoraggio con rondelle.

Nelle pareti verticali la posa deve procedere partendo dal basso; ogni tappeto deve sovrapporsi a quello adiacente per almeno 5 cm, con una disposizione che realizzi una sfasatura delle giunzioni verticali; è indispensabile curare l'opportuno risvolto dei tappeti in corrispondenza delle discontinuità geometriche dell'opera, del culmine delle strutture ecc.; Nell'impossibilità di un tempestivo reinterro è necessario provvedere alla protezione temporanea dei tappeti posti in opera, eventualmente mediante fogli di polietilene.

Art. 46. MATERIALI DIVERSI

I materiali diversi da quelli specificati nei precedenti articoli devono dall'Appaltatore essere somministrati in conformità alle prescrizioni dei corrispondenti articoli di elenco e a quelle maggiori e più precise che saranno date dalla Direzione Lavori.

Essi dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio e dovranno rispondere alle vigenti norme.

Art. 47. SOSTITUZIONE DEI LUOGHI DI PROVENIENZA DEI MATERIALI PREVISTI IN CONTRATTO

Qualora gli atti contrattuali prevedano il luogo di provenienza dei materiali, il direttore dei lavori può prescrivere uno diverso, ove ricorrano ragioni di necessità o convenienza.

Nel caso di cui al comma precedente, se il cambiamento importa una differenza in più o in meno del quinto del prezzo contrattuale del materiale, si fa luogo alla determinazione del nuovo prezzo. Qualora i luoghi di provenienza dei materiali siano indicati negli atti contrattuali, l'appaltatore non può cambiarli senza l'autorizzazione scritta del direttore dei lavori, che riporti l'espressa approvazione del responsabile unico del procedimento. In tal caso si applica l'articolo 16, comma 2 del Capitolato generale.

Art. 48. VERIFICHE NEL CORSO DI ESECUZIONE DEI LAVORI

I controlli e le verifiche eseguite dalla stazione appaltante nel corso dell'appalto non escludono la responsabilità dell'appaltatore per vizi, difetti e difformità dell'opera, di parte di essa, o dei materiali impiegati, né la garanzia dell'appaltatore stesso per le parti di lavoro e materiali già controllati. Tali controlli e verifiche non determinano l'insorgere di alcun diritto in capo all'appaltatore, né alcuna preclusione in capo alla stazione appaltante.

Art. 49. PROVE SUI MATERIALI

In relazione a quanto è prescritto circa la qualità e le caratteristiche dei materiali per la loro accettazione, l'Impresa sarà obbligata ad effettuare a sue spese in ogni tempo le prove dei materiali impiegati o da impiegarsi, nonché quelle di campioni da prelevarsi in opera, sottostando inoltre a tutte le spese di prelevamento, di invio dei campioni ad Istituto Sperimentale debitamente riconosciuto (ufficiale o autorizzato ai sensi dell'Art. 20 dell'ex legge n° 1086/71).

Gli oneri per l'esecuzione delle prove saranno a carico dell'Impresa Appaltatrice.

Dei campioni potrà essere ordinata la conservazione, munendoli di sigilli e firma del Direttore dei Lavori e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantirne l'autenticità.

Art. 50. CONTROLLO E MONITORAGGIO LAVORI

Ufficio della direzione dei lavori.

Per il coordinamento, la direzione ed il controllo tecnico-contabile dell'esecuzione di ogni intervento le stazioni appaltanti, prima della gara, istituiscono un ufficio di direzione lavori, costituito da un direttore dei lavori ed, eventualmente, in relazione alla dimensione e alla tipologia e categoria dell'intervento, da uno o più assistenti con funzioni di direttore operativo o di ispettore di cantiere.

L'ufficio di direzione lavori è preposto alla direzione ed al controllo tecnico-contabile, contabile e amministrativo dell'esecuzione dell'intervento.

Direttore dei lavori.

1. Il direttore dei lavori cura che i lavori cui è preposto siano eseguiti a regola d'arte ed in conformità al progetto e al contratto, in tutti i suoi elaborati (inclusi i piani di sicurezza, nei limiti della propria capacità tecnico-professionale).
2. Il direttore dei lavori ha la responsabilità del coordinamento e della supervisione dell'attività di tutto l'ufficio di direzione dei lavori ed interloquisce in via esclusiva con l'appaltatore in merito agli aspetti tecnici ed economici del contratto.
3. Al direttore dei lavori fanno carico tutte le attività ed i compiti allo stesso espressamente demandati dal D.Lgs. 50/2016.

Verifiche e controlli in cantiere.

1. Nell'ambito dei rispettivi compiti, responsabilità ed interrelazioni, ferme restando le responsabilità del Committente e del Responsabile dei Lavori (se designato), il Direttore Lavori con l'assistente di cantiere e più in generale con i componenti dell'ufficio di direzione lavori, il Responsabile del procedimento e il Coordinatore della sicurezza durante l'esecuzione esercitano la funzione di controllo sulla permanenza delle condizioni di regolarità e sicurezza delle imprese esecutrici in fase di esecuzione, indipendentemente dal fatto che le suddette funzioni vengano svolte da dipendenti pubblici o professionisti esterni.
2. L'appaltatore ha l'obbligo di collaborare e di porre in essere tutti i comportamenti necessari affinché i soggetti di cui al punto precedente possano svolgere tali funzioni

- di controllo; eventuali comportamenti difformi costituiscono violazione degli obblighi contrattuali.
3. La stazione appaltante si riserva il diritto di visitare ed ispezionare il cantiere e di sottoporlo a periodici controlli anche senza preavviso.
 4. L'impresa appaltatrice e le imprese esecutrici dei lavori a qualunque titolo (anche con noli a caldo) hanno l'obbligo di tenere sempre in cantiere il libro presenze, copia del libro matricola (ora libro unico) e registro presenze, tutti regolarmente vidimati e aggiornati e riferiti al cantiere in oggetto; mentre deve essere messa a disposizione immediatamente, quando richiesto dal Committente:
 - copia della comunicazione di assunzione di ogni lavoratore del cantiere interessato
 - copia delle denunce e dei versamenti mensili fatti all'Inps e alla Cassa Edile (qualora necessaria)
 - copia della denuncia Inail di nuovo lavoro
 5. In materia di sicurezza l'impresa appaltatrice e le imprese esecutrici (anche con noli a caldo) hanno l'obbligo di tenere sempre in cantiere, e aggiornati, i previsti piani di sicurezza.
 6. Il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione garantisce la frequenza delle visite in cantiere sulla base della complessità dell'opera, assicura la sua presenza nelle fasi di maggiore criticità per la sicurezza, verbalizza ogni visita di cantiere ed ogni disposizione impartita.

Sanzioni

1. L'osservanza da parte dell'Appaltatore delle disposizioni in materia di assicurazioni sociali, di contribuzione previdenziale e di rispetto dei minimi contrattuali nelle retribuzioni delle maestranze, costituisce un'obbligazione contrattuale dell'Appaltatore medesimo verso l'Amministrazione committente; pertanto qualora emergessero irregolarità e inadempienze da parte dell'Appaltatore e dei Subappaltatori in relazione agli obblighi sopra indicati e non venissero sanate, tale fatto sarà considerato grave inadempienza contrattuale e potrà determinare la risoluzione del contratto, con rivalsa da parte della Stazione Appaltante per i danni che ne potranno derivare alla regolare esecuzione dell'opera, fermo restando, in linea generale, la facoltà della Stazione Appaltante di sospendere i pagamenti e di rivalersi sulla polizza fidejussoria e gli altri istituti posti a garanzia dei debiti contrattuali, nonché a quant'altro previsto dalla vigente normativa.

Capo 3. NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

Allo scopo di redigere gli stati di avanzamento lavori e di poter effettuare i pagamenti in acconto i lavori saranno computati e valutati secondo le unità sotto le quali sono iscritti nell'elenco prezzi e con misurazioni geometriche o di peso, escluso ogni altro metodo. L'Impresa dovrà tempestivamente richiedere alla Direzione dei Lavori di misurare in contraddittorio quelle opere o somministrazioni che in progresso di lavoro non si potessero più accertare, come pure di procedere alla misurazione ed al peso di tutto ciò che deve essere misurato e posato prima di essere posto in opera.

Inoltre rimane convenuto che se talune quantità non fossero esattamente accertate per difetto di ricognizioni fatte a tempo debito, l'Impresa dovrà accettare la valutazione della Direzione dei Lavori e sottostare a tutte le spese e danni derivanti dalla tardiva ricognizione. Le misure ed ogni opera devono corrispondere a quelle prescritte ed ordinate. Nel caso di eccesso si terrà come misura quella effettivamente ordinata.

Nel caso che dalle misure di controllo risultassero dimensioni minori di quelle prescritte, sarà in facoltà insindacabile della Direzione dei Lavori ordinare la rimozione delle opere e la loro ricostruzione a cura e spese dell'Appaltatore.

Nel caso le minori dimensioni accertate fossero compatibili ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori con la funzionalità e la stabilità delle opere, queste potranno essere accettate e pagate in base alle quantità effettivamente eseguite.

Le misure saranno eseguite in contraddittorio, mano a mano che si procederà all'esecuzione dei lavori, e riportate su appositi libretti che saranno firmati dagli incaricati della Direzione dei Lavori e dall'Appaltatore.

Resta sempre salva, in ogni caso, la possibilità di verifica e di rettifica in occasione della visita per la redazione del certificato di regolare esecuzione.

Ferme le disposizioni del regolamento in materia di contabilizzazione e di pagamento del corrispettivo, per determinati manufatti il cui valore è superiore alla spesa per la messa in opera i capitolati speciali possono stabilire anche il prezzo a piè d'opera, e prevedere il loro accreditamento in contabilità prima della messa in opera, in misura non superiore alla metà del prezzo stesso.

Salva diversa pattuizione, all'importo dei lavori eseguiti è aggiunta la metà di quello dei materiali provvisti a piè d'opera, destinati ad essere impiegati in opere definitive facenti parte dell'appalto ed accettati dal direttore dei lavori, da valutarsi a prezzo di contratto o, in difetto, ai prezzi di stima.

I materiali e i manufatti portati in contabilità rimangono a rischio e pericolo dell'appaltatore, e possono sempre essere rifiutati dal direttore dei lavori.

Art. 51. LAVORI A MISURA

La misurazione e la valutazione dei lavori a misura sono effettuate secondo le specificazioni date nelle norme del presente capitolato speciale e nell'enunciazione delle singole voci in elenco; in caso diverso sono utilizzate per la valutazione dei lavori le dimensioni nette delle opere eseguite rilevate in loco, senza che l'appaltatore possa far valere criteri di misurazione o coefficienti moltiplicatori che modifichino le quantità realmente poste in opera.

Non sono comunque riconosciuti nella valutazione delle opere ingrossamenti o aumenti dimensionali di alcun genere non rispondenti ai disegni di progetto se non saranno stati preventivamente autorizzati dal direttore dei lavori.

Nel corrispettivo per l'esecuzione dei lavori a misura s'intende sempre compresa ogni spesa occorrente per dare l'opera compiuta sotto le condizioni stabilite dal presente C.S.A. e secondo i tipi indicati e previsti negli atti progettuali.

La contabilizzazione delle opere e delle forniture verrà effettuata applicando alle quantità eseguite i prezzi unitari allegati al contratto.

Art. 52. LAVORI A CORPO

La valutazione del lavoro a corpo è effettuata secondo le specificazioni date nell'enunciazione e nella descrizione del lavoro a corpo, nonché secondo le risultanze degli elaborati grafici e di ogni altro allegato progettuale; il corrispettivo per il lavoro a corpo resta fisso e invariabile senza che possa essere invocata dalle parti contraenti alcuna verifica sulla misura o sul valore attribuito alla quantità di detti lavori.

Nel corrispettivo per l'esecuzione dei lavori a corpo s'intende sempre compresa ogni spesa occorrente per dare l'opera compiuta sotto le condizioni stabilite dal capitolato speciale d'appalto e secondo i tipi indicati e previsti negli atti progettuali. Pertanto nessun compenso può essere richiesto per lavori, forniture e prestazioni che, ancorché non esplicitamente specificati nella descrizione dei lavori a corpo, siano rilevabili dagli elaborati grafici o viceversa. Lo stesso dicasi per lavori, forniture e prestazioni che siano tecnicamente e intrinsecamente indispensabili alla funzionalità, completezza e corretta realizzazione dell'opera appaltata secondo le regole dell'arte.

Le quantità dei lavori e delle provviste saranno determinate con metodi geometrici, a numero-dimensione-spessore-peso-a corpo, al solo scopo di verificare l'effettiva corrispondenza tra le prescrizioni del progetto del presente Capitolato Speciale e quanto realizzato in sede di realizzazione dell'opera, in quanto il suddetto appalto si intende affidato a corpo.

I lavori saranno comunque liquidati in base all'importo a corpo previsto dal presente Capitolato Speciale, anche se dalle misure di controllo, rilevate dagli incaricati, dovessero risultare spessori, lunghezze e cubature effettivamente superiori alle indicazioni di progetto.

Nel caso che, dalle misure di controllo risultassero dimensioni sostanzialmente minori di quelle indicate in progetto o prescritte dalla Direzione Lavori, così da far venire meno la validità del progetto e dell'importo contrattuale, sarà compito della Direzione Lavori, in seguito a decisione dell'Amm.ne, ordinare la demolizione delle opere e la loro ricostruzione a cura e spese dell'Impresa. Nel caso le minori dimensioni accertate fossero compatibili, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, con la funzionalità e la stabilità delle opere, queste potranno essere accettate e pagate con le opportune detrazioni.

La contabilizzazione dei lavori a corpo è effettuata applicando all'importo netto di aggiudicazione della parte a corpo le percentuali convenzionali relative ai singoli sottocorpi indicati nella tabella riportata all'art. 1 del presente C.S.A., di ciascun sottocorpo andrà contabilizzata la quota parte in proporzione al lavoro eseguito.

La lista delle voci e delle quantità relative ai lavori a corpo non ha validità ai fini del presente articolo, in quanto l'appaltatore era tenuto, in sede di partecipazione alla gara, a verificare le voci e le quantità richieste per l'esecuzione completa dei lavori progettati, ai fini della formulazione della propria offerta e del conseguente corrispettivo.

Al fine della determinazione del credito raggiunto da parte dell'Appaltatore nei confronti della Stazione Appaltante, saranno peraltro considerate le sole opere di cui siano terminate e compiute, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, le lavorazioni necessarie a garantire la funzionalità dell'opera stessa. Per ogni opera sarà riconosciuto all'Impresa un credito maturato pari all'80% del valore della stessa. Potranno cioè essere escluse le lavorazioni accessorie (quali ad esempio il montaggio delle barriere metalliche di sicurezza, la posa della segnaletica, ecc.), al compimento delle quali sarà riconosciuto all'Appaltatore il credito residuo pari al 20% del valore dell'opera.

Art. 53. LAVORI IN ECONOMIA

La contabilizzazione di eventuali lavori in economia, peraltro non previsti in progetto, è effettuata secondo i prezzi unitari contrattuali per l'importo delle prestazioni e delle somministrazioni fatte dall'impresa stessa, con le modalità previste dall'articolo 179 del regolamento generale. Per le quotazioni della manodopera si fa riferimento alle tariffe della Camera di Commercio vigenti al momento della prestazione.

Art. 54. VALUTAZIONE DEI MANUFATTI E DEI MATERIALI A PIÈ D'OPERA

I manufatti il cui valore è superiore alla spesa per la loro messa in opera, se forniti in cantiere e accettati dalla direzione dei lavori, sono accreditati nella contabilità delle rate di acconto di cui all'articolo 16 dello Schema di Contratto anche prima della loro messa in opera, per la metà del prezzo a piè d'opera.

In sede di contabilizzazione delle rate di acconto di cui all'articolo 16 dello Schema di Contratto, all'importo dei lavori eseguiti è aggiunta la metà di quello dei materiali provvisti a piè d'opera, destinati ad essere impiegati in opere definitive facenti parte dell'appalto ed accettati dal direttore dei lavori, da valutarsi a prezzo di contratto o, in difetto, ai prezzi di stima.

I materiali e i manufatti portati in contabilità rimangono a rischio e pericolo dell'appaltatore, e possono sempre essere rifiutati dal direttore dei lavori.

Art. 55. SCAVI - DEMOLIZIONI – RILEVATI

La misurazione degli scavi e dei rilevati sarà effettuata con il metodo delle sezioni ragguagliate. All'atto della consegna dei lavori l'Impresa eseguirà, in contraddittorio con la Direzione Lavori, il controllo delle quote nere delle sezioni trasversali e la verifica delle distanze fra le sezioni stesse, distanze misurate sull'asse di progetto.

In base a tali rilievi ed a quelli da praticarsi ad opera finita od a parti di essa purché finite, con riferimento alle sagome delle sezioni tipo ed alle quote di progetto, sarà determinato il volume degli scavi e dei rilevati eseguiti.

Resta inteso che, sia in trincea sia in rilevato, la sagoma rossa delimitante le aree di scavo o di riporto è quella che segue il piano di banchina, il fondo cassonetto sia della banchina di sosta che della carreggiata e del piazzale, come risulta dalla sezione tipo.

Gli scavi e i rilevati verranno compensate a corpo in base alla percentuale corrispondente nella tabella di cui all'art. 2 del presente Capitolato Speciale d'Appalto.

Per gli scavi fondazione occorrenti per la realizzazione del setto di argilla, le sezioni trasversali saranno computate con le pareti aventi verticali come indicato nei tipi di progetto, restando a tutto carico dell'Impresa i maggiori scavi eventualmente eseguiti ed i relativi reinterri e ripristini successivi in misura superiore a quella indicata nei tipi di progetto.

Essi saranno computati in base alle sezioni trasversali indicate nei disegni tipo di progetto, variabili a seconda della larghezza e della profondità dello scavo.

Per gli eventuali scavi di fondazione da eseguire con impiego di casseri, palancole, ecc., sarà incluso nel volume di scavo per fondazione anche lo spazio occupato dalle palancole, estendendosi l'area di fondazione sino alla linea esterna delle palancole, e ciò a compenso del maggior scavo che dovrà praticarsi per la costruzione dei casseri e la posa delle filagne intorno a tali opere in legname.

Anche gli scavi di fondazione verranno compensati a corpo in base alla percentuale corrispondente nella tabella di cui all'art. 2 del presente Capitolato Speciale d'Appalto.

Oltre agli obblighi particolari emergenti dal presente articolo e quelli prescritti nelle precedenti norme tecniche, con il compenso a corpo stabilito, l'Impresa dovrà ritenersi compensata da tutti gli oneri che essa dovrà incontrare:

- per taglio di piante, estirpazione di radici e ceppaie, scorticamento etc.;
- per taglio e scavo con qualsiasi mezzo manuale e meccanico delle materie sia asciutte che bagnate o in presenza di acqua e di qualsiasi natura e consistenza esse siano;
- per paleggiamenti, innalzamenti, carichi, trasporti trasversali o longitudinali e scarichi in rilevato o reinterro od a rifiuto, deposito temporaneo e successive riprese;
- per la formazione di tutti i rilevati e i rinterrati di qualunque genere di importanza, tenendo conto di quanto specificato al precedente articolo;
- per lo smaltimento delle acque meteoriche o superficiali penetrate negli scavi;
- per il disfacimento di massicciata in macadam, in ciottolato etc., asfaltata, attraversate dagli scavi;
- per la regolarizzazione delle scarpate e pareti di scavo, per lo spianamento del fondo delle trincee, formazione di gradoni etc.;
- per puntellature, sbadacchiature ed armature di qualsiasi genere ed importanza, compresi
- gli sfridi, deterioramenti e perdite parziali o totali dei legnami e dei ferri impiegati;
- per impalcature, ponteggi e costruzioni provvisorie oc correnti per effettuare i trasporti delle
- materie di scavo, per passaggi attraversamenti;
- per quanto altro infine potrà occorrere per dare i lavori di scavo regolarmente compiuti;
- la perfetta sagomatura dei fossi, la sistemazione di banchine e cassonetti anche in roccia, la configurazione delle scarpate e dei cigli;
- il rinterro intorno alle murature e sopra le condotte, le fognature e i drenaggi;
- gli esaurimenti d'acqua compresi gli oneri per il loro trattamento secondo le vigenti norme di legge;
- le prove in laboratorio ed in sito per la verifica dell'idoneità dei materiali da reimpiegare.

Art. 56. SETTO DI ARGILLA E TAPPETO IMPERMEABILIZZANTE A BASE DI BENTONITE SODICA

Il setto di argilla ed il tappeto impermeabilizzante a base bentonitica sodica previsti in progetto dovranno essere realizzati secondo le specifiche tecniche del presente Capitolato Speciale d'Appalto ed i disegni di progetto.

Nell'appalto a corpo tali opere saranno compensate in base alla percentuale corrispondente nella tabella di cui all'art. 2 del presente Capitolato Speciale d'Appalto.

Art. 57. OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO SEMPLICE E ARMATO

Le opere in cemento armato previste dovranno essere realizzate secondo le specifiche tecniche del presente Capitolato Speciale d'Appalto ed i disegni di progetto.

Nell'appalto a corpo tali opere saranno compensate in base alla percentuale corrispondente nella tabella di cui all'art. 2 del presente Capitolato Speciale d'Appalto

Art. 58. RIVESTIMENTO DI MURATURE IN CALCESTRUZZO CON PIETRAMI DI CAVA

La muratura in pietrame per il rivestimento dei muri in calcestruzzo verrà compensata a corpo secondo le specifiche tecniche del presente Capitolato Speciale d'Appalto ed i disegni di progetto comprendendo tutte le specifiche del prezzo di elenco (spessore non inferiore a cm 20, sfridi, ecc.).

Nell'appalto a corpo, il rivestimento delle murature in calcestruzzo con pietrame di cava sarà compensato in base alla percentuale corrispondente nella tabella di cui all'art. 2 del presente Capitolato Speciale d'Appalto.

Art. 59. TERRA RIFORZATA

La terra rinforzata realizzata secondo le specifiche tecniche del presente capitolato sarà valutata per ogni singolo elemento che la costituisce, rilevato proveniente da cava, geogriglia, stuoia antierosione biodegradabile, cassero di rete elettrosaldato, terreno vegetale per rivestimento scarpate ed idrosemina. Tutte le suddette voci saranno compensate a corpo in base alla percentuale corrispondente nella tabella di cui all'art. 2 del presente Capitolato Speciale d'Appalto.

Art. 60. GEOSINTETICI, GEOCOMPOSITI E CASSERO DI RETE ELETTRISALDATA

I compensi a corpo della biostuoia, della geogriglia e del cassero di rete elettrosaldato maglia 15x15 cm, realizzata con tondino del diametro 8 mm, risarciscono l'impresa anche della pulitura e livellazione del terreno di posa e comprendono tutti gli oneri per gli sfridi, i sormonti, gli ancoraggi, le giunzioni o saldature, le prove di laboratorio richieste dall'Ufficio di Direzione Lavori e quant'altro necessario per eseguire l'opera con le modalità previste nello specifico paragrafo del Capitolato Speciale d'Appalto e nei disegni di progetto.

Come detto nell'art. precedente nell'appalto a corpo, la biostuoia, la geogriglia ed il cassero di rete elettrosaldato saranno compensati in base alla percentuale corrispondente nella tabella di cui all'art. 2 del presente Capitolato Speciale d'Appalto.

Art. 61. SOVRASTRUTTURA STRADALE (strati di fondazione, di base e di usura)

Lo strato di fondazione (sottofondo stradale) costituito da materiale di cava (tout-venant stabilizzato), verrà realizzato per uno spessore finito di cm 30 in corrispondenza della strada di servizio dell'argine e sarà valutato a volume in opera a costipamento ultimato.

Lo strato di base in misto granulometrico prebitumato confezionato con bitume al 4,5% del peso dell'inerte eseguito come da prescrizioni del presente capitolato, per uno spessore finito di cm 15, sarà anch'esso valutato a volume in opera a costipamento ultimato.

Il tappeto in conglomerato bituminoso chiuso, eseguito come da prescrizioni del presente capitolato sarà valutato a metroquadrato, per uno spessore finito di cm 34 misurato in opera dopo il costipamento.

Lo strato di fondazione (sottofondo stradale), lo strato di base in misto granulometrico prebitumato ed il tappeto in conglomerato bituminoso chiuso saranno compensati a corpo in base alla percentuale corrispondente nella tabella di cui all'art. 2 del presente Capitolato Speciale d'Appalto.

Art. 62. SISTEMAZIONE A VERDE

Il rivestimento delle scarpate arginali avverrà mediante terreno vegetale proveniente dagli scavi, opportunamente depurato da materiale di grosse dimensioni, posato per uno spessore di 20 cm e sarà valutato a volume in opera a costipamento ultimato.

L'idrosemina sarà valutata in base alla superficie effettiva, senza effettuare detrazioni di parti non piantate (testate di tombini), quando la superficie di queste sia inferiore a 3,00 mq.

Tutte le opere suddette relative alla sistemazione a verde saranno compensate a corpo in base alla percentuale corrispondente nella tabella di cui all'art. 2 del presente Capitolato Speciale d'Appalto.

Nel suddetto compenso sono comprese tutte le forniture e la mano d'opera occorrenti per procedere alla eventuale ripresa di erosioni e solcature, sia prima della semina, sia successivamente, gli eventuali diserbi, la preparazione fisica e chimica del terreno, tutte le successive cure colturali e quanto altro occorre per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

Art. 63. PALI TRIVELLATI

Saranno valutati al metro lineare, ragguagliati all'effettivo diametro interno del palo d'acciaio, in funzione delle profondità raggiunte e della resistenza dei terreni attraversati. L'armatura metallica si intende pagata al chilogrammo.

Tutte le opere suddette relative alla realizzazione dei pali trivellati saranno compensate a corpo in base alla percentuale corrispondente nella tabella di cui all'art. 2 del presente Capitolato Speciale d'Appalto.

Art. 64. LAVORI DI FINITURA (POZZETTI PREFABBRICATI, CHIUSINI, TUBAZIONI E WATERSTOP)

Tutte le lavorazioni di cui al titolo, previste in progetto, dovranno essere fornite e posate in opera secondo le specifiche tecniche del presente Capitolato Speciale d'Appalto ed i disegni di progetto.

Nell'appalto a corpo tali opere saranno compensate in base alla percentuale corrispondente nella tabella di cui all'art. 2 del presente Capitolato Speciale d'Appalto.

Art. 65. DISPOSIZIONI GENERALI RELATIVE ALLE SOMMINISTRAZIONI INVARIABILITA' DEI PREZZI

I prezzi in base ai quali saranno pagate le somministrazioni, risultanti dall'offerta presentata dall'Impresa comprendono, oltre alle spese generali ed all'utile per l'Impresa e agli oneri indicati nello schema di contratto e nel C.S.A.:

- a) per i materiali: ogni spesa per la fornitura, trasporto, dazi, cali, perdite, sprechi, ecc., nessuna eccettuata, per darli pronti all'impiego a piè d'opera in qualsiasi punto del lavoro;
- b) per gli operai e mezzi d'opera: ogni spesa per fornire i medesimi di attrezzi ed utensili del mestiere, nonché le quote per assicurazioni sociali per gli infortuni ed accessorie di ogni specie, beneficio, ecc., nonché nel caso di lavoro notturno, anche la spesa per l'illuminazione dei cantieri di lavoro;
- c) per i noli: ogni spesa per dare a piè d'opera o in funzionamento i macchinari ed i mezzi d'opera pronti al loro uso, accessori;
- d) per i lavori a misura ed a corpo tutte le spese per:
 - i mezzi d'opera e le forniture occorrenti e per le loro lavorazioni ed impiego;
 - le assicurazioni d'ogni specie;
 - le indennità di cava, di passaggio, di deposito, di discarica, di cantiere, di occupazione temporanea e diverse;

- i mezzi d'opera provvisionali, nessuno escluso, compresi i ponteggi ;
- i carichi, trasporti e scarichi in ascesa e discesa ecc.;
- quanto altro occorra per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, intendendosi nei prezzi stessi compreso ogni compenso per gli oneri tutti che l'Appaltatore dovrà sostenere a tale scopo.

I prezzi medesimi, sotto le condizioni tutte del contratto e del presente Capitolato Speciale, si intendono offerti dall'Appaltatore, in base ai calcoli di sua convenienza, a tutto suo rischio e quindi sono fissi ed invariabili per tutto il periodo di lavoro ed indipendenti da qualsiasi eventualità, fatto salvo quanto previsto all'art. 18 dello schema di contratto.

SCHEMA DI CONTRATTO	1
Capo 1. NATURA E OGGETTO DELL'APPALTO	1
Art. 1. OGGETTO DELL'APPALTO e CRITERIO DI AGGIUDICAZIONE	1
Art. 2. AMMONTARE DELL'APPALTO	1
Art. 3. CONDIZIONI DI AMMISSIBILITA' ALLA GARA	1
Art. 4. OPERE COMPRESSE NELL'APPALTO e FORME E PRINCIPALI DIMENSIONI DELLE OPERE PROGETTATE	2
Capo 2. DISCIPLINA CONTRATTUALE	4
Art. 5. DOCUMENTI CHE FANNO PARTE DEL CONTRATTO - CESSIONE DEL CONTRATTO E CESSIONE DEI CREDITI ⁴	
Art. 6. OSSERVANZA DELLE LEGGI, DEL REGOLAMENTO E DEL CAPITOLATO GENERALE.	4
Art. 7. INTERPRETAZIONE EL CONTRATTO E DEL C.S.A.	5
Art. 8. DISPOSIZIONI PARTICOLARI RIGUARDANTI L'APPALTO	6
Art. 9. DOMICILIO DELL'APPALTATORE	6
Capo 3. DURATA DEL CONTRATTO E TERMINI PER L'ESECUZIONE	7
Art. 10. CONSEGNA E INIZIO DEI LAVORI	7
Art. 11. TERMINE UTILE PER IL COMPIIMENTO DEI LAVORI RITARDI - PENALITA' – INDEROGABILITA' DEI TERMINI DI ESECUZIONE	8
Art. 12. PROGRAMMA DEI LAVORI	9
Art. 13. SOSPENSIONI E PROROGHE	10
Art. 14. MODIFICHE AI LAVORI IN CORSO D'OPERA	11
Capo 4. DISCIPLINA ECONOMICA	14
Art. 15. ANTICIPAZIONI ALL'APPALTATORE	14
Art. 16. PAGAMENTI IN ACCONTO –VERIFICHE	14
Art. 17. CONTO FINALE – PAGAMENTO A SALDO	15
Art. 18. REVISIONE DEI PREZZI	15
Capo 5. GARANZIE	16
Art. 19. GARANZIA PROVVISORIA	16
Art. 20. GARANZIA DEFINITIVA	16
Art. 21. GARANZIA PER ANTICIPAZIONE e GARANZIA PER RATA DI SALDO	16
Art. 22. COPERTURE ASSICURATIVE	16
Capo 6. DISCIPLINA DEL SUBAPPALTO	18
Art. 23. SUBAPPALTO	18
Capo 7. DANNI, CONTROVERSIE, MANODOPERA, SCIOGLIMENTO DEL CONTRATTO	20
Art. 24. DANNI DI FORZA MAGGIORE	20
Art. 25. DANNI ALLE OPERE	20
Art. 26. DEFINIZIONE DELLE CONTROVERSIE	20
Art. 27. SCIOGLIMENTO DEL CONTRATTO	20
Art. 28. TRATTAMENTO DEL PERSONALE	21
Capo 8. DISPOSIZIONI PER L'ULTIMAZIONE	22
Art. 29. ULTIMAZIONE DEI LAVORI E GRATUITA MANUTENZIONE	22
Art. 30. TERMINI PER IL COLLAUDO O PER L'ACCERTAMENTO DELLA REGOLARE ESECUZIONE	22
Art. 31. PRESA IN CONSEGNA DEI LAVORI ULTIMATI	23
Capo 9. NORME FINALI	24
Art. 32. ONERI ED OBBLIGHI DIVERSI A CARICO DELL'APPALTATORE	24
Art. 33. OBBLIGHI SPECIALI A CARICO DELL'APPALTATORE	31
Art. 34. PROPRIETÀ DEI MATERIALI	32
Art. 35. RESPONSABILITÀ VERSO TERZI	32
Art. 36. ESSENZIALITÀ DI TERMINI E COMMINATORIE	33
CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO	34
PARTE 1. DESCRIZIONE DELLE LAVORAZIONI	34
Capo 1. DISPOSIZIONI GENERALI	34
Art. 1. AMMONTARE DELL'APPALTO	34
Art. 2. DEFINIZIONE CATEGORIE	37
Art. 3. CONDIZIONI DI APPALTO E PRESCRIZIONI AMBIENTALI	37

Art. 4.	PERSONALE DELL'APPALTATORE	38
Art. 5.	ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI	39
Art. 6.	PRESCRIZIONI RELATIVE AI LAVORI IN GENERE	39
Art. 7.	DISPOSIZIONI PER ASSICURARE LA VIABILITÀ	39
Art. 8.	DISPOSIZIONE PER LIMITARE I DANNI AI FRUTTI PENDENTI	40
Art. 9.	ESPROPRI E SERVITÙ	40
Art. 10.	CARTELLO DI CANTIERE	41
Art. 11.	OPERE PROVVISORIALI	41
Art. 12.	NOLEGGI	41
Art. 13.	MEZZI D'OPERA	41
Art. 14.	AREE DA ADIBIRE A CANTIERE	41
Art. 15.	LIVELLO DI RIFERIMENTO DELLE OPERE ED INQUADRAMENTO PLANIMETRICO	42
Art. 16.	TRACCIAMENTO DELLE OPERE	42
Capo 2.	DISPOSIZIONI IN MATERIA DI SICUREZZA - NORME DI SICUREZZA GENERALI	43
Art. 17.	SICUREZZA SUL LUOGO DI LAVORO	43
Art. 18.	PIANO DI SICUREZZA E DI COORDINAMENTO	43
Art. 19.	PIANO OPERATIVO DI SICUREZZA	44
Art. 20.	OSSERVANZA E ATTUAZIONE DEI PIANI DI SICUREZZA	44
Capo 3.	MISURE ANTIMAFIA	45
Art. 21.	TRACCIABILITÀ DEI FLUSSI FINANZIARI	45
Art. 22.	CONTROLLO AUTOMEZZI ADIBITI A TRASPORTO DEI MATERIALI	46
Art. 23.	IDENTIFICAZIONE DEGLI ADDETTI NEI CANTIERI	46
 PARTI 2. SPECIFICAZIONE DELLE PRESCRIZIONI TECNICHE		47
Capo 1.	REQUISITI ACCETTAZIONE E COMPONENTI	47
Art. 24.	QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI	47
a)	TERRENO PER REALIZZAZIONE CORPO ARGINALE	49
b)	TERRENO SETTO IMPERMEABILE	50
c)	SABBIA, GHIAIA VAGLIATA E SPACCATA – GHIAIETTO	50
d)	PIETRISCO	50
e)	GEOGRIGLIE	51
f)	STUOIE ANTIEROSIONE	51
g)	GIUNTI WATERSTOP PROFILATI	51
h)	NASTRI WATERSTOP IDROESPANSIVI	51
i)	CHIUSINI DI ISPEZIONE E CADITOIE	51
j)	TUBI TURBOCENTRIFUGATI IN CEMENTO ARMATO	53
k)	VALVOLE CLAPET	53
l)	ACQUA	54
m)	LEGANTI IDRAULICI	54
n)	GHIAIA, PIETRISCO E SABBIA (AGGREGATI LAPIDEI – INERTI)	54
o)	MATERIALI FERROSI	55
p)	BITUMI	55
q)	BITUMI MODIFICATI	55
r)	POZZETTI PREFABBRICATI IN C.A.V.	56
s)	TAPPETO IMPERMEABILIZZANTE A BASE DI BENTONITE SODICA	57
Capo 2.	MODALITÀ DI ESECUZIONE – PROVE - CONTROLLI	58
Art. 25.	SCAVI	58
Art. 26.	DISBOSCAMENTO E DECESPUGLIAMENTO	59
Art. 27.	MOVIMENTI TERRA	60
Art. 28.	RIPRISTINO DI MASSICCIA A SUPERFICIE ASFALTATA	63
Art. 29.	RIPRISTINI STRADALI	63
Art. 30.	ESECUZIONE DI NUOVO RILEVATO ARGINALE	64
Art. 31.	MOVIMENTI E TRASPORTI DI MATERIALI	66
Art. 32.	MALTE E CONGLOMERATI IN GENERE	66
Art. 33.	FERRO TONDINO	66
Art. 34.	PAVIMENTAZIONI BITUMINOSE	66
Art. 35.	BARRIERE DI SICUREZZA IN ACCIAIO	82
Art. 36.	OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO SEMPLICE E ARMATO	83

Art. 37.	ACCIAIO	125
Art. 38.	RIVESTIMENTO DI MURATURE IN CALCESTRUZZO CON PIETRE DI CAVA	137
Art. 39.	TERRA RINFORZATA RINVERDITA	138
Art. 40.	GEOSINTETICI E GEOCOMPOSITI	140
Art. 41.	OPERE DI SISTEMAZIONE A VERDE	142
Art. 42.	PALI DI CEMENTO ARMATO TRIVELLATI	143
Art. 43.	TUBI TURBOCENTRIFUGATI IN CEMENTO ARMATO	146
Art. 44.	POZZETTI PREFABBRICATI IN C.A.V.	148
Art. 45.	TAPPETO IMPERMEABILIZZANTE A BASE DI BENTONITE SODICA	148
Art. 46.	MATERIALI DIVERSI	148
Art. 47.	SOSTITUZIONE DEI LUOGHI DI PROVENIENZA DEI MATERIALI PREVISTI IN CONTRATTO	148
Art. 48.	VERIFICHE NEL CORSO DI ESECUZIONE DEI LAVORI	149
Art. 49.	PROVE SUI MATERIALI	149
Art. 50.	CONTROLLO E MONITORAGGIO LAVORI	149
Capo 3.	NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI	151
Art. 51.	LAVORI A MISURA	151
Art. 52.	LAVORI A CORPO	152
Art. 53.	LAVORI IN ECONOMIA	153
Art. 54.	VALUTAZIONE DEI MANUFATTI E DEI MATERIALI A PIÙ D'OPERA	153
Art. 55.	SCAVI - DEMOLIZIONI – RILEVATI	153
Art. 56.	SETTO DI ARGILLA E TAPPETO IMPERMEABILIZZANTE A BASE DI BENTONITE SODICA	154
Art. 57.	OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO SEMPLICE E ARMATO	154
Art. 58.	RIVESTIMENTO DI MURATURE IN CALCESTRUZZO CON PIETRE DI CAVA	155
Art. 59.	TERRA RIFORZATA	155
Art. 60.	GEOSINTETICI, GEOCOMPOSITI E CASSERO DI RETE ELETTRISALDATA	155
Art. 61.	SOVRASTRUTTURA STRADALE (strati di fondazione, di base e di usura)	155
Art. 62.	SISTEMAZIONE A VERDE	156
Art. 63.	PALI TRIVELLATI	156
Art. 64.	LAVORI DI FINITURA (POZZETTI PREFABBRICATI, CHIUSINI, TUBAZIONI E WATERSTOP)	156
Art. 65.	DISPOSIZIONI GENERALI RELATIVE ALLE SOMMINISTRAZIONI INVARIABILITÀ DEI PREZZI	156