



Piano Integrato di Sviluppo Urbano Sostenibile (P.I.S.U.S.) Città di Potenza

f e
s r Basilicata 2007 | 2013

Comune di Potenza



Linea di intervento Asse V del PO FESR 2007-2013

V.1.1.B - Sviluppo di forme sostenibili di trasporto urbano e locale

"SERVIZIO FERROVIARIO METROPOLITANO HINTERLAND POTENTINO"

Progetto preliminare



Progetto definitivo



Progetto esecutivo



LOTTO 1

B-DOCUMENTAZIONE TECNICO ECONOMICA

ELABORATO

N. 1B-CAP-01-A

TITOLO

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE

SCALA

Data

Luglio 2012

Revisione

A

Soggetto Attuatore:



PROGETTISTA:

Ing. Stefano Ciurnelli

Fondo
europeo
di sviluppo
regionale



UNIONE EUROPEA



REGIONE BASILICATA



Investiamo sul nostro futuro

1. PREMESSA

OGGETTO

Il presente Capitolato Tecnico ha per oggetto tutte le opere da eseguire per la costruzione delle opere é parte integrante del contratto di appalto con l' APPALTATORE.

Le varie sezioni del Capitolato tecnico hanno per oggetto le prescrizioni tecniche generali e particolari riguardanti le opere da realizzare.

FINALITA

Questo Capitolato stabilisce le normative e gli standards da osservare, le prescrizioni generali e particolari che dovranno essere attese, i requisiti tecnici minimi richiesti, le specifiche e le modalità d'impiego dei materiali da utilizzare.

Le disposizioni e le norme tecniche di questo Capitolato sono impegnative per l'APPALTATORE, ma non limitative.

Pertanto è chiaramente inteso che è obbligo dell'APPALTATORE eseguire e ultimare compiutamente il suo Scopo del Lavoro completo in ogni sua parte, in conformità a tutti gli elaborati di progetto.

Tutti i lavori dovranno essere eseguiti in conformità alle leggi e alle Norme e regolamenti vigenti in Italia, come applicabili, salvo il caso in cui questo Capitolato preveda requisiti tecnici o standards qualitativi più elevati di quelli minimi previsti dalle normative tecniche in materia.

RESPONSABILITA

Fermo restando il diritto della Committente di provvedere, direttamente o attraverso organismi delegati, alla:

- verifica ed approvazione di documentazione progettuale, calcoli, relazioni, certificati, etc;
- effettuazione di prove e collaudi su materiali, manufatti ed opere realizzate;

l'APPALTATORE, solidalmente al progettista ed all'esecutore dei lavori, resterà totalmente responsabile relativamente a quanto, a titolo indicativo ma non limitativo, di seguito elencato:

- validità e completezza del progetto;
- esecuzione delle opere nel rispetto del progetto, delle regole d'arte e dei patti contrattuali;
- rispetto delle leggi e norme vigenti;
- danni, direttamente od indirettamente derivati dalle operazioni di realizzazione delle opere, causati alla Committente, agli organismi operanti per conto della stessa, a terzi, al proprio personale ed a quello dei suoi appaltatori e fornitori.

E' pertanto espressamente inteso ed accettato dall'APPALTATORE che le verifiche, le approvazioni, le prove ed i collaudi effettuati dalla Committente e dagli organismi da questa delegati, non solleveranno in alcun modo e ad alcun titolo le responsabilità dell'APPALTATORE.

CONTRADDIZIONI PRIORITA CHIARIMENTI

Nei casi in cui un argomento risulti trattato in più sezioni del capitolato, in caso di discordanza avrà prevalenza di norma la indicazione contenuta nella sezione specifica in relazione all'opera di cui trattasi. Ogni ambiguità e/o contraddizione di altra natura che dovesse essere riscontrata tra i contenuti del presente Capitolato dovrà essere segnalata, in forma scritta, all'attenzione della DIREZIONE LAVORI per i chiarimenti e/o la risoluzione alla luce dell'atto contrattuale.

DEFINIZIONI

A completamento dei termini definiti nel contratto d'appalto di seguito si riporta il significato dei termini principali utilizzati nel presente Capitolato e nei documenti in esso richiamati.

- **Committente:**

Indica la Società che ha affidato all'APPALTATORE le attività per la realizzazione delle opere più dettagliatamente definite nel contratto e negli elaborati grafici allegati al contratto medesimo.

- **Contratto:**

Il rapporto contrattuale, intercorrente tra la Committente e l'APPALTATORE, e cioè il contratto d'appalto e i relativi allegati.

- **Controllo qualità (C.Q.):**

L'insieme di tutte le prescrizioni ed attività che permettono di rilevare e misurare le caratteristiche di una parte dell'impianto, di un procedimento, di un servizio, verificandola a fronte di parametri e valori precedentemente specificati, che è necessario porre in essere per consentire il raggiungimento dei requisiti di qualità delle opere, richiesti dal progettista in accordo alle necessità della Committente e delle leggi applicabili.

- **APPALTATORE**

Il soggetto affidatario di tutte le prestazioni, forniture e lavori oggetto del contratto.

- **Esecutore**

La struttura operativa dell'APPALTATORE o del Subappaltatore che esegue i lavori per conto e sotto la responsabilità dell'APPALTATORE.

- **Piano Controllo qualità (P.C.Q.):**

Il documento che esplicita, per le differenti tipologie di lavorazioni, in forma organica ed eventualmente sequenziale, il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire, i responsabili degli stessi, le fasi vincolanti.

- **Piano di qualità:**

Documento che precisa le modalità operative, le risorse e le sequenze di attività che influenzano la qualità delle forniture e dei lavori oggetto del contratto.

- **Prova:**

Forma di verifica a cui è soggetta una parte d'opera per determinare la sua capacità a soddisfare prescrizioni e/o prestazioni specificate.

- **Responsabile:**

L'incaricato della gestione di una funzione o più di una unità operativa, responsabile verso la funzione gerarchicamente superiore dei risultati e della qualità delle attività a lui demandate.

Egli è anche responsabile della efficiente ed efficace gestione delle risorse a lui assegnate.

- **Specifica di C.Q.:**

Documento che identifica le prescrizioni di C.Q. a cui debbono ottemperare le parti costituenti l'opera.

- **DIREZIONE LAVORI:**

Termine equivalente a: DIREZIONE LAVORI ai sensi delle Leggi vigenti.

LEGGI E NORMATIVE

Tutti i lavori dovranno essere eseguiti in conformità alle leggi e disposizioni legislative in vigore.

Inoltre l'APPALTATORE dovrà rispettare le prescrizioni e adempiere agli obblighi delle normative riportate nelle singole sezioni del presente Capitolato.

2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

2.1. Descrizione generale dell'intervento

L'intervento riguardante il primo lotto comprende i lavori sull'infrastruttura ferroviaria e opere complementari dal Terminal del Gallitello (Progr. Km. 100+328) all'attuale progressiva di linea km 95+170.

Il tracciato ferroviario sarà modificato sia planimetricamente che altimetricamente per consentire la realizzazione delle opere complementari sotto descritte. In particolare la sede ferroviaria, con riferimento alle progressive di progetto, sarà modificata:

- Planimetricamente : dalla Progr. 95+161 alla Progr. 95+414 e dalla Progr. 95+716 all Progr. 96+175
- Altimetricamente: dalla Progr. 95+129 all Progr. 95+427 e dalla Progr. 95+662 all Progr. 95+912

Le opere complementari riguardano prevalentemente dei sottopassi atti a eliminare i passaggi a livello e a migliorare la circolazione urbana sia stradale che pedonale, oltre che al altre opere di rifunzionalizzazione e di miglioramento.

Gli interventi riguardano, con riferimento alla corografia, le zone o opere di seguito precisate :

- 1 – TERMINAL GALLITELLO
- 2 - RIFUNZIONALIZZAZIONE FERMATA RIONE MANCUSI
- 3 – ELIMINAZIONE P.L.VIA ROMA
- 4 - ELIMINAZIONE P.L. VIA CALABRIA
- 5 – ELIMINAZIONE P.L. VIA ANGILLA VECCHIA

2.2. Descrizione delle opere

2.2.1 Terminal Gallitello

I lavori prevedono la realizzazione di un parcheggio di interscambio a servizio del Terminal tramite una strada di nuova costruzione interna alle aree ferroviarie, che consente di raggiungere, tramite una rotatoria, il deposito-officina degli autobus. La prevista dismissione da parte di FAL del blocco dell'officina ferroviaria storica consente inoltre la costruzione di una nuova officina. Dal punto divista ferroviario si è prevista una modifica della localizzazione del binario a servizio del Terminal stesso e la costruzione di nuovi marciapiedi e di pensiline a servizio dei binari.

2.2.2 Rifunzionalizzazione fermata Rione Mancusi

I lavori riguardano la realizzazione di un percorso meccanizzato con l'installazione di una doppia scala mobile (di luce netta m. 0,90 ciascuna) e di una piattaforma elevatrice per diversamente abili collocata all'interno della scala normale e centrale (da m. 2,40) nonché il prolungamento della banchina della fermata rione Mancusi.

Il percorso meccanizzato di via Armellini, prolungato nell'ambito del presente progetto fino a servire la fermata SFMP di Rione Mancusi, assicura una capacità di trasporto pari a circa 500 pax/h/direzione che, in base alle simulazioni effettuate, è in grado di soddisfare la domanda complessiva dell'ora di punta di accesso ed egresso dal centro storico catturata nel lungo periodo dal SFMP mantenendo un margine di capacità di circa il 15% nella direzione più carica (a salire verso il centro storico).

I percorso meccanizzato sarà completato da una copertura in policarbonato trasparente su struttura portante lignea.

2.2.3 Eliminazione P.L. Via Roma

Sarà realizzato un sottopasso tramite il quale Via Roma sarà connessa a Via Matera, in corrispondenza della rampa di accesso al parcheggio coperto esistente.

La linea ferroviaria, viceversa, non subirà modifiche né planimetriche (fatto salvo un leggero spostamento verso monte per motivi di regolarizzazione del tracciato), né altimetriche.

L'opera di sottopasso della ferrovia è costituita da un ponte con luce di 8 m, formato da due paratie di pali Ø1000 accostati, parallele ai binari, e da una soletta in c.c.a. solidale alle paratie di spessore 80 cm. Il manufatto è completato da pareti di rivestimento delle paratie, in c.c.a. con faccia vista lavorata tramite l'impiego di matrici in gomma, e da una controsoletta in c.c.a. posta alla profondità di 1 m rispetto al piano stradale.

Il franco stradale minimo previsto in corrispondenza del sottopasso è di 4,00 m, in deroga a quanto previsto dalle norme stradali, in considerazione dei vincoli geometrici preesistenti e dalla tipologia di traffico che impegnerà la strada, costituito da autovetture, veicoli commerciali leggeri ed eccezionalmente dai veicoli dei VV.FF.

La piattaforma stradale (a senso unico) è formata da una corsia da 3,00 m e banchine da 0,50 m, per una larghezza complessiva di 4,50 m. Nel tratto a doppio senso di marcia la piattaforma è invece composta da due corsie da 3,50 m e banchine da 0,50 m, per una larghezza complessiva di 8,00 m.

La deviazione, quindi, seguendo il senso di marcia, inizia da Via Matera; per il primo tratto verrà utilizzata la rampa di accesso al parcheggio coperto, quindi la rampa esistente sarà ampliata verso valle fino ad ottenere la larghezza sufficiente a separare le due corsie: mentre la rampa per il parcheggio seguirà il profilo attuale, quella diretta verso il sottopasso scenderà di quota, e superato il sottopasso inizierà a risalire fino a portarsi sul tracciato attuale all'altezza di Via Ravenna.

L'opera è completata da un sottopasso pedonale, costituito da uno scatolare in c.c.a. con luce 2,00 m ed altezza 2,50 m, ubicato in corrispondenza di un attuale chiavicotto, che sarà demolito; a monte del nuovo sottopasso pedonale sarà realizzato un sistema di rampe pedonali con il quale il percorso pedonale verrà portato in quota con il piano stradale.

Le paratie che costituiscono le spalle del sottopasso proseguiranno all'esterno di quest'ultimo sui due lati della strada per consentire i necessari scavi senza interferire con la linea ferroviaria, la rampa di accesso al parcheggio coperto e minimizzando l'occupazione del suolo in corrispondenza dell'area FAL a monte della linea ferroviaria, ove il manufatto secondario di servizio esistente sarà preservato.

Viceversa, sarà demolita l'attuale pensilina di stazione, interferente con la deviazione stradale ed il sottopasso.

La paratia a valle dell'edificio FAL esistente, che sarà conservato, sarà sormontata da una scalinata che consente di raggiungere il marciapiede di stazione provenendo da Via Matera.

Per tutti i manufatti descritti, per i muri di sostegno che completano le opere in c.c.a., le superfici a faccia vista saranno trattate con matrici in gomma per migliorarne l'aspetto formale.

2.2.4 Eliminazione P.L. Via Calabria

Per l'eliminazione del P.L. è prevista la costruzione di un sottopasso. Il tornante di Via Calabria in corrispondenza dell'attuale P.L. verrà traslato di circa 40 m verso le progressive decrescenti della linea ferroviaria, in modo da ottenere lo spazio sufficiente ad abbassare il profilo stradale, raccordandosi all'attuale intersezione con Via Angilla Vecchia (lato valle) e con il tracciato attuale in corrispondenza del primo accesso privato esistente sul lato di monte.

L'opera di sottopasso della ferrovia è costituita da un ponte con luce variabile di 10-12 m, formato da due paratie di pali Ø1000 accostati, parallele ai binari, e da una soletta in c.c.a. solidale alle paratie di spessore 80 cm. Il manufatto è completato da pareti di rivestimento delle paratie, in c.c.a. con faccia vista lavorata tramite l'impiego di matrici in gomma, e da una controsoletta in c.c.a. posta alla profondità di 1 m rispetto al piano stradale.

Il franco stradale minimo previsto in corrispondenza del sottopasso è di 4,00 m, in deroga a quanto previsto dalle norme stradali, in considerazione dei vincoli geometrici preesistenti e dalla tipologia di traffico che impegnerà la strada, costituito da autovetture, veicoli commerciali leggeri ed eccezionalmente dai veicoli dei VV.FF.

La piattaforma stradale (a senso unico) è formata da una corsia da 4,00 m e banchine da 1,00 m (in destra) e 0,50 m (in sinistra), per una larghezza complessiva di 5,50 m. In corrispondenza delle curve è stato inserito l'allargamento per l'iscrizione dei veicoli di maggior ingombro previsto dalle norme. Sul lato sinistro è inoltre previsto un marciapiede di larghezza 1,50 m.

Sul lato di monte, le paratie che costituiscono le spalle del sottopasso proseguiranno sui due lati della strada per consentire i necessari scavi senza l'ulteriore occupazione di suolo che deriverebbe dalla creazione delle scarpate di scavo; sul lato di valle le opere di sostegno del terreno in corrispondenza del tratto in scavo di Via Calabria saranno invece costituite da muri in c.c.a.

In entrambi i casi, la superficie a faccia vista delle opere in c.c.a. sarà trattata con matrici in gomma per migliorarne l'aspetto formale.

Oltre alle opere a servizio della nuova viabilità, nell'intervento sono ricomprese opere di sostegno del corpo ferroviario, costituite da muri di sottoscarpa con altezza variabile tra 0 e 2,50 m, funzionali all'elevazione della linea ferroviaria, per la quale è prevista nel tratto una variante altimetrica necessaria per la realizzazione del sottopasso.

L'assetto viario è completato dalla deviazione del tratto nord di Via Angilla Vecchia, che verrà fatto confluire su Viale Firenze attraversando l'attuale area a verde compresa tra le strade.

2.2.5 Eliminazione P.L. Via Angilla Vecchia

Per l'eliminazione del P.L. è prevista la costruzione di un sottopasso. Per consentire l'intersezione a livelli sfalsati tra e la linea ferroviaria è prevista una variante locale del tracciato di Via Angilla Vecchia; per la ferrovia è invece prevista una variante altimetrica, sempre limitata al tratto interessato dall'eliminazione del P.L.

L'intersezione con il tracciato ferroviario è spostata di circa 30 m rispetto all'attuale P.L., in direzione delle progressive ferroviarie decrescenti.

Con la deviazione, viene eliminata l'attuale intersezione tra Via Angilla Vecchia e Via Siena: il collegamento tra le due strade avverrà, con il nuovo assetto stradale, tramite Via Zara.

L'opera di sottopasso della ferrovia è costituita da un ponte con luce di 8 m, formato da due paratie di pali Ø1000 accostati, parallele ai binari, e da una soletta in c.c.a. solidale alle paratie di spessore 80 cm. Il manufatto è completato da pareti di rivestimento delle paratie, in c.c.a. con faccia vista lavorata tramite l'impiego di matrici in gomma, e da una controsoletta in c.c.a. posta alla profondità di 1 m rispetto al piano stradale.

Il franco stradale minimo previsto in corrispondenza del sottopasso è di 4,00 m, in deroga a quanto previsto dalle norme stradali, in considerazione dei vincoli geometrici preesistenti e dalla tipologia di traffico che impegnerà la strada, costituito da autovetture, veicoli commerciali leggeri ed eccezionalmente dai veicoli dei VV.FF.

La piattaforma stradale (a senso unico) è formata da una corsia da 4,00 m e banchine da 1,00 m (in destra) e 0,50 m (in sinistra), per una larghezza complessiva di 5,50 m. In corrispondenza delle curve è stato inserito l'allargamento per l'iscrizione dei veicoli di maggior ingombro previsto dalle norme.

L'opera è completata da un sottopasso pedonale, costituito da uno scatolare in c.c.a. con luce 2,00 m ed altezza 2,50 m, poco discosto dal sottopasso carrabile.

Sul lato di monte, la paratia che costituisce la spalla "A" del sottopasso proseguirà sul lato destro della strada per consentire i necessari scavi senza interferire con l'area RFI; sul lato sinistro l'opera di contenimento del terreno sarà invece costituita da un muro di sostegno in c.c.a.

Sul lato di valle è necessario realizzare una paratia in fregio all'attuale muretto di sostegno dell'area FAL, per consentire l'abbassamento di Via Angilla Vecchia nel tratto parallelo alla linea ferroviaria; la paratia sarà sormontata da un muro in c.c.a., funzionale al contestuale innalzamento del profilo ferroviario previsto.

In tutti i casi, la superficie a faccia vista delle opere in c.c.a. sarà trattata con matrici in gomma per migliorarne l'aspetto formale.

Oltre alle opere a servizio della nuova viabilità, nell'intervento sono ricomprese opere di sostegno del corpo ferroviario, costituite da muri di sottoscarpa con altezza variabile tra 0 e 2,50 m, funzionali all'elevazione della linea ferroviaria, per la quale è prevista nel tratto una variante altimetrica necessaria per la realizzazione del sottopasso, ed ulteriori muri in c.c.a. per delimitare il vano della rampa pedonale che

conduce al relativo sottopasso.

L'assetto viario è completato da un'intersezione complessa tra Via Angilla Vecchia e i due rami di Via Zara, che comprende una pista specializzata per la svolta in sinistra da Via Zara in Via Angilla Vecchia (direzione nord) ed un breve tratto di scambio tra la semicarreggiata di Via Zara lato monte e Via Angilla Vecchia, concepite in modo da regolare al meglio le intersezioni tra i flussi di traffico.

3. MOVIMENTI DI TERRA

3.1 Definizioni e Classificazioni	10
3.2 Prescrizioni tecniche particolari	10
3.3 Prescrizioni ed oneri generali	25
3.4 Controlli	26
3.5 Controlli sugli scavi.....	27
3.6 Controlli sui rinterri	28
3.7 Controlli sui rilevati	28
3.8 Normative richiamate nel testo	33

3.1 Definizioni e Classificazioni

I movimenti di terra comprendono le seguenti categorie di lavoro:

- Diserbamento e scoticamento
- Scavi
- Rinterri
- Rilevati
- Trincee

Nei paragrafi seguenti sono definite le prescrizioni relative a ciascuna categoria di lavoro nonché le prescrizioni ed oneri di carattere generale ed i controlli da eseguire.

3.2 Prescrizioni tecniche particolari

3.2.1 Diserbamento e Scoticismo

Il diserbamento consiste nella rimozione ed asportazione di erbe, radici, cespugli, piante e alberi.

Lo scoticamento consiste nella rimozione ed asportazione del terreno vegetale, di qualsiasi consistenza e con qualunque contenuto d'acqua. Nell'esecuzione dei lavori l'APPALTATORE dovrà attenersi a quanto segue:

- a) Il diserbamento e lo scoticamento del terreno dovranno sempre essere eseguiti prima di effettuare qualsiasi lavoro di scavo o formazione di rilevato secondo piani regolari individuati da livellette longitudinali come riportato nel progetto costruttivo.
- b) Dovrà indicare i limiti dell'area di costruzione e, dove necessario, la DIREZIONE LAVORI indicherà tutti gli alberi, i cespugli, le piante ed altro che dovrà essere lasciato sul posto.
- c) Tutto il materiale vegetale, inclusi ceppi e radici, dovrà essere completamente rimosso.
- d) Il materiale scavato dovrà essere trasportato a discarica autorizzata a propria cura e spese e, se idoneo, riutilizzato per opere di riambientalizzazione e/o come terreno vegetale per la finitura di scarpate.

3.2.2 Scavi

Per scavo s'intende l'enucleazione, rimozione e trasporto di terreni di qualsiasi natura e di materiali litoidi che rientrino nelle seguenti categorie:

- terreni vegetali ed organici, suoli, riporti artificiali di varia natura;
- terreni sciolti e granulari anche se addensati o con modesta cementazione;
- terreni coesivi, a comportamento plastico, in formazioni spazialmente omogenee, o alternati a modesti livelli di materiale granulare cementato;
- materiali litoidi alterati nonché masse rocciose fessurate, con orientamento non preferenziale delle fessure con separazione della massa in blocchi di dimensione non superiore ad un metro cubo, non cementati.

Si intendono materiali litoidi quei materiali rocciosi coerenti e compatti che debbono necessariamente essere scavati con l'ausilio di macchine ad azione demolitrice, ripper, demolitori, fioretti, martelli pneumatici, cunei idraulici, miscele espansive, etc. Sono comprese anche le rocce in strati alternati nelle quali la presenza di fessurazioni e/o alterazioni non rechi pregiudizio alla compattezza dell'intera massa, ovvero con presenza di cemento, di consistenza litoide, nelle fessure. Gli scavi potranno essere eseguiti a mano, con mezzi meccanici e, ove previsto, con l'impiego di esplosivi.

Nell'esecuzione dei lavori di scavo l'APPALTATORE dovrà farsi carico delle prescrizioni e degli oneri di seguito elencati a titolo descrittivo e non limitativo.

- a) Rifinire il fondo e le pareti dello scavo non provvisoriale secondo quote e pendenze di progetto. L'appaltatore avrà cura che il fondo dello scavo sia compattato in maniera adeguata;
- b) Segnalare l'avvenuta ultimazione degli scavi, per eventuale ispezione da parte della DIREZIONE

LAVORI, ove previsto dal PCQ, prima di procedere a fasi di lavoro successive. Nel caso in cui questa prassi non venisse rispettata la DIREZIONE LAVORI potrà richiedere all'APPALTATORE di rimettere a nudo le parti occultate senza che questi abbia diritto al riconoscimento di alcun maggior onere.

- c) Provvedere alla demolizione e/o rimozione dei trovanti di qualsiasi natura e dimensione provvedendo altresì alla frantumazione dei materiali non trasportabili e/o non riutilizzabili.
- d) Eseguire, ove previsto dai documenti di progetto e/o richiesto dalla DIREZIONE LAVORI, scavi campione con prelievo di saggi e/o effettuazione di prove in sito ed analisi di laboratorio.
- e) Provvedere a propria cura e spese allo smaltimento in discarica autorizzata del materiale scavato non riutilizzato e/o non riutilizzabile;
- f) Provvedere al carico, trasporto e scarico del materiale proveniente dagli scavi che l'APPALTATORE intendesse riutilizzare, purché idoneo. E' inteso incluso anche l'eventuale onere per il reperimento di idonee aree di stoccaggio, eventualmente indicate dalla DIREZIONE LAVORI, il deposito ordinato e la ripresa dei materiali.
- g) Recintare e apporre sistemi di segnaletica diurna e notturna alle aree di scavo.
- h) Provvedere, con qualsiasi sistema (paratie, palancolate, sbatacchiature, puntellamenti, armature a cassa chiusa, etc.), al contenimento delle pareti degli scavi in accordo a quanto prescritto dai documenti di progetto, nel rispetto del piano di sicurezza ed in conformità alle norme di sicurezza.
- i) Adottare tutte le cautele necessarie (indagini preliminari, sondaggi, scavi campioni, etc.) per evitare il danneggiamento di manufatti e reti interrato di qualsiasi natura; inclusa, ove necessario la temporanea deviazione ed il tempestivo ripristino delle opere danneggiate o temporaneamente deviate.
- j) Provvedere ad un adeguato drenaggio per evitare accumuli d'acqua nel fondo dello scavo, nonché ad aggettamento dell'acqua ove si rendesse necessario. L'APPALTATORE dovrà mantenere durante i lavori tutti i drenaggi funzionanti in modo da assicurare la fuoriuscita dell'acqua. I danni al lavoro conseguenti a infiltrazioni d'acqua dovute alla mancata realizzazione di idonei drenaggi dovranno essere immediatamente rimediati dall'APPALTATORE a sue spese.
- k) Nel caso di impiego di esplosivi, saranno a carico dell'APPALTATORE:
 - Il rispetto delle leggi e normative vigenti, la richiesta e l'ottenimento dei permessi delle competenti Autorità.
 - Polvere, micce, detonatori, tutto il materiale protettivo occorrente per il brillamento delle mine, compresa l'esecuzione di fori, fornelli, etc.
 - Mezzi, materiali e personale qualificato occorrente, per l'esecuzione dei lavori nel rispetto delle norme di sicurezza.
 - Coordinamento nei tempi di esecuzione, in accordo al programma di costruzione e nel rispetto dei vincoli e delle soggezioni derivanti dalle altre attività in corso e dalle situazioni locali.

3.2.3 Rinterri

Per rinterri si intendono:

- la bonifica di zone di terreno non adeguato, al disotto del piano di posa di manufatti, delle trincee e dei rilevati, effettuata mediante sostituzione dei terreni del sottosuolo con materiale idoneo o mediante il trattamento degli stessi con calce;
- il riempimento di scavi provvisori eseguiti per la realizzazione di fondazioni, cunicoli, pozzetti, e quanto altro;
- la sistemazione superficiale eseguita con o senza apporto di materiale.

Nell'effettuazione dei rinterri l'APPALTATORE dovrà attenersi alle seguenti prescrizioni ed oneri:

- a) La bonifica del terreno dovrà essere eseguita quando prevista dal progetto, e ogni qualvolta nel corso dei lavori si dovessero trovare delle zone di terreno non idoneo (per es. un terreno altamente compressibile, non compattabile, dotato di scadenti caratteristiche meccaniche o contenente notevoli quantità di sostanze organiche) e/o comunque non conforme alle specifiche di progetto o a prescrizioni contrattuali.
- b) La bonifica dovrà essere eseguita utilizzando i seguenti materiali; con riferimento alla classifica UNI 10006:
 - A1, A2, A3 se proveniente da cave di prestito;
 - A1, A2, A3, A4 se proveniente dagli scavi.

Il materiale dovrà essere messo in opera a strati di spessore non superiore a 50 cm. (materiale sciolto); per il materiale dei gruppi A2 ed A4 gli strati dovranno avere spessore non superiore a 30 cm. (materiale sciolto).

Qualora sia previsto in progetto a causa della non disponibilità dei suddetti materiali in un raggio economicamente conveniente, è consentito l'uso di terre stabilizzate a calce. Si prevede pertanto la stabilizzazione a calce o a cemento del corpo ferroviario in rilevato. Previo scotico del terreno esiste lungo l'area di sedime del rilevato e compattazione del piano di posa, si procederà alla stesa in sito, delle terre provenienti dagli scavi con idonei macchinari, per strati non superiori a 30 cm. La stabilizzazione dovrà essere eseguita con la stesa e la miscelazione di ossido ed idrossido di calcio micronizzato oppure di cemento, in idonea percentuale in peso rispetto alla terra. Si rimanda al punto 2.4.4 per il trattamento delle terre stabilizzate.

Dopo la compattazione, il valore della densità secca (AASHTO Modificata CNR-BU n. 69) dovrà essere almeno pari a quello previsto per le diverse tipologie di opere in terra, riportato nei paragrafi che seguono; il modulo di deformazione misurato mediante prova di carico su piastra, al primo ciclo di carico nell'intervallo 0.05 MPa – 0.15 MPa, non dovrà essere inferiore a quello previsto per le diverse tipologie di opere in terra, riportato nei paragrafi che seguono; infine il rapporto dei moduli del 1° e 2° ciclo dovrà essere non inferiore a 0.60 (CNR-BU n. 146). Qualora quest'ultimo valore non fosse conseguibile si dovrà fare riferimento a quanto previsto al punto 2.4.1 e).

- c) Nel caso in cui la bonifica di zone di terreno di cui al punto 2.3. b debba essere eseguita in presenza d'acqua, l'APPALTATORE dovrà provvedere ai necessari emungimenti per mantenere costantemente asciutta la zona di scavo da bonificare fino ad ultimazione dell'attività stessa; per il rinterro dovrà essere utilizzato materiale selezionato appartenente esclusivamente ai gruppi A1, A2-4 ed A3 (UNI 10006).

Qualora le caratteristiche del terreno richiedessero un trattamento di miglioramento, un rinforzo o una stabilizzazione profondo questo dovrà essere eseguito secondo le prescrizioni di progetto.

- d) Il rinterro degli scavi relativi a fondazioni e manufatti in calcestruzzo dovrà essere effettuato con materiale idoneo opportunamente compattato, secondo le prescrizioni del progetto.
- e) Il rinterro di scavi relativi a tubazioni interrato e cavi elettrici sarà effettuato con materiali sabbiosi (o comunque con materiali che durante l'operazione di rinterro non danneggino dette installazioni).
- f) La sistemazione delle aree superficiali dovrà essere effettuata con materiali idonei sia provenienti dagli scavi che di fornitura dell'APPALTATORE, e dovrà essere effettuata con spandimento a strati procedendo alla regolarizzazione delle pendenze secondo le indicazioni del progetto.

3.2.4 Rilevati

Con il termine "rilevati" sono definite tutte le opere realizzate con terra, destinate a formare il rilevato ferroviario e stradale, ed i piazzali, con esclusione dei lavori inerenti alla sovrastruttura stradale o ferroviaria per i quali si rimanda ad altre Sezioni del presente Capitolato.

Al fine di individuare le diverse parti che costituiscono il rilevato si definisce:

- a) piano di posa del rilevato - la superficie del terreno naturale dopo lo scotico o del terreno di riporto dopo l'eventuale bonifica del terreno naturale;
- b) corpo del rilevato - opera in terra, costituita dalla sovrapposizione di strati di terre, compattate, necessaria per l'appoggio della sovrastruttura ferroviaria o stradale posta a quota superiore a quella del piano di campagna;
- c) primo strato di rilevato o strato anticapillare – primo strato di rilevato, al di sopra del piano di posa, con caratteristiche tali da impedire la risalita dell'acqua per capillarità;
- d) ultimo strato del rilevato o strato supercompattato - ultimo strato del rilevato caratterizzato da un elevato grado di costipamento, che costituisce il piano posa del sub-ballast.

Si definisce inoltre:

- e) terra trattata con calce – miscela composta da terra, calce viva o idrata ed acqua, in quantità tali da modificare le caratteristiche fisico-chimiche e meccaniche della terra stessa, onde ottenere una miscela idonea per la formazione di strati che, dopo il costipamento, risultino di adeguata resistenza meccanica nonché stabili all'azione dell'acqua e del gelo (vedi punto 2.4.4).

3.2.5 Rilevato ferroviario

Tutti i rilevati, sia che si impostino sul piano di campagna o che si addossino a rilevati esistenti, dovranno essere eseguiti tenendo conto delle seguenti modalità.

- a) Prima della formazione del rilevato, il terreno al di sotto del piano di campagna, andrà asportato per uno spessore minimo di 50 cm (scotico) e comunque per tutto lo strato di terreno vegetale. Successivamente dovrà essere preparato il piano di posa, alla quota prevista in progetto, secondo i requisiti previsti nel punto b del presente paragrafo; se la quota di progetto è superiore a quella dello scotico, la stessa dovrà essere raggiunta con l'apporto di materiale selezionato, rispondente ai requisiti di cui al punto 2.3. b (rinterri).
- b) Il piano di posa, che sia costituito dal terreno in sito o da materiale di rinterro, dovrà essere costipato mediante rullatura in modo da ottenere una densità secca non inferiore al 95% della densità massima, ottenuta per quella terra, con la prova di costipamento AASHTO modificata (CNR-BU n. 69). Il modulo di deformazione misurato mediante prova di carico su piastra, al primo ciclo di carico nell'intervallo 0.05 MPa – 0.15 MPa, non dovrà essere inferiore a 20 MPa e inoltre il rapporto dei moduli del 1° e 2° ciclo dovrà essere non inferiore a 0.60 (CNR-BU n. 146). Qualora quest'ultimo valore non fosse conseguibile si dovrà fare riferimento a quanto previsto al punto 2.4.1 e). Se il terreno in situ non ha caratteristiche adeguate ai requisiti richiesti, dovrà essere effettuata la bonifica, secondo quanto previsto al punto 2.3 b (rinterri).
- c) Il primo strato di rilevato o strato anticapillare, posto al di sopra del piano di posa, dovrà avere uno spessore di 50 cm (materiale compattato) e dovrà essere costituito da pietrischetto con dimensioni comprese tra 2 e 25 mm avente le seguenti caratteristiche granulometriche:

%passante		
25 mm		100%
4 mm	≤	20 %
2 mm	≤	10 %.

Equivalente in sabbia >70.

L'impiego di materiali di diversa granulometria è possibile solo nel caso in cui l'APPALTATORE, seguendo le indicazioni del DL che sentirà in proposito i progettisti, esegua una sperimentazione su campo prova volta a dimostrare che la massima risalita capillare non supera la metà dello strato anticapillare stesso.

Il materiale dovrà essere steso in strati non superiori a 50 cm (materiale sciolto) e costipato mediante rullatura. Il modulo di deformazione, misurato mediante prova di carico su piastra al primo ciclo di carico nell'intervallo 0.15 MPa – 0.25 MPa, non dovrà essere inferiore a 20 MPa e inoltre il rapporto dei moduli del 1° e 2° ciclo dovrà essere non inferiore a 0.60 (CNR-BU n. 146). Qualora quest'ultimo valore non fosse conseguibile si dovrà fare riferimento a quanto previsto al punto 2.4.1. e).

Questo strato dovrà essere protetto inferiormente con uno strato di geotessile avente le caratteristiche definite dal progetto.

In ogni caso, il geotessile dovrà:

- apparire uniforme;
- non avere superficie liscia;
- essere resistente agli agenti chimici ed alle cementazioni abituali in ambienti naturali;
- essere imputrescibile ed atossico;
- avere buona resistenza alle alte temperature;
- essere isotropo;
- avere resistenza a trazione, misurata secondo la normativa CNR su provino da 500 x 100 mm, maggiore o uguale a 18 kN/m;
- essere risvoltato alle estremità e ricoprire superiormente lo strato di anticapillare per almeno 3 m su ciascun lato.
- Se i terreni sovrastanti appartengono alle classi A2 e A4 il geotessile dovrà ricoprire completamente lo strato anticapillare.

- d) Nella formazione del corpo del rilevato dovranno essere innanzitutto impiegate le terre provenienti da scavi di sbancamento, di fondazione o di galleria appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A2-6, A2-7, A3 e A4, di cui alla norma UNI 10006, e inoltre terre provenienti da cave di prestito, appartenenti agli stessi gruppi. Non dovranno essere impiegate terre del gruppo A3 con coefficiente di disuniformità inferiore a 7. Qualora sia previsto in progetto a causa della non disponibilità dei suddetti materiali in un raggio economicamente conveniente, è consentito l'uso di terre stabilizzate a calce secondo quanto detto al punto 2.3 b). L'utilizzo di terre piroclastiche dovrà essere esplicitamente autorizzato dalla DIREZIONE LAVORI e comunque rispettare quanto indicato al punto 2.4.1.f). Lo spessore dello strato (materiale soffice/sciolto) deve essere adeguato ai mezzi di compattazione, in maniera da ottenere un'omogeneità di compattazione per tutta l'altezza dello strato finito.
- e) Per la formazione del corpo dei rilevati potranno essere impiegati frammenti rocciosi delle dimensioni non maggiori di 25 cm così da poter formare strati dello spessore massimo di 50 cm. Da un punto di vista litologico è da escludere l'impiego di materiali provenienti da marne, argilliti, filladi e micascisti o da rocce soggette a fenomeni di alterazione.
- f) Nel caso di impiego di rocce tufacee, la formazione del corpo dei rilevati, gli scapoli dovranno essere frantumati completamente, con dimensioni massime di 10 cm, mediante l'impiego di rulli a piedi di pecora. Non dovranno essere impiegati materiali di natura argillo-scistosa o comunque alterabili o molto fragili che non conservino nel tempo la granulometria originaria. Non verranno perciò accettate rocce di origine chimica che non abbiano completato il processo di diagenesi a meno di esplicita approvazione della D.L., che deve sentire in proposito i progettisti, dopo l'esecuzione di specifiche prove che devono essere proposte dall'APPALTATORE ed approvate dalla DL stessa. Il materiale, la cui dimensione sia compresa fra 7,1 e 25 cm, deve essere di pezzatura disuniforme e non deve costituire più del 30% del volume del rilevato. Deve poi risultare un accurato intasamento dei vuoti in modo da ottenere, per ogni strato, una massa ben assestata e compatta. Quando materiali di caratteristiche assai differenti, quali ghiaia o sabbia, sono estratti da fonti diverse, tali materiali dovranno essere depositati in strati alterni per la larghezza complessiva del rilevato. La DIREZIONE LAVORI può, se lo ritiene necessario e vantaggioso per il lavoro, ordinare che tali materiali siano mescolati.
- g) In ogni caso, sia che si tratti di terre, sia che si tratti di rocce frantumate, il grado di uniformità dei materiali utilizzati, definito come il rapporto tra il passante al setaccio D60 e il passante al setaccio D10 G.U. = $D60 / D10$ dovrà essere ≥ 15 .
- h) Il materiale dovrà essere messo in opera con un contenuto d'acqua (CNR-UNI 10008) prossimo

all'ottimale; qualora il contenuto d'acqua si discosti di $\pm 2\%$ dal valore ottimale, l'eventuale aggiunta di acqua avverrà mediante dispositivi spruzzatori e l'eventuale essiccamento avverrà per evaporazione, aerando il terreno mediante erpici, aratri a dischi o altri metodi meccanici adeguati alla tipologia del terreno ed allo spessore dello strato da aerare.

- i) Il materiale impiegato per la formazione del corpo del rilevato dovrà essere steso in strati di spessore non superiore a 50 cm (materiale sciolto) per le terre dei gruppi A1, A2-4e non superiore a 30 cm (materiale sciolto) per il materiale dei gruppi A2-5, AA2-6, A2-7, A3 ed A4. Su ciascuna sezione trasversale i materiali impiegati per ciascuno strato dovranno essere dello stesso gruppo o sottogruppo. Ogni strato dovrà essere costipato in modo da raggiungere in ogni punto la densità secca almeno pari al 95% della densità della densità massima ottenuta per quella terra con la prova di costipamento AASHTO modificata (CNR-BU n. 69); prima di porre in opera un altro strato. In relazione alla difficoltà di ottenere i prescritti valori minimi della densità AASHTO modificata e del modulo di deformazione come più avanti prescritto, l'APPALTATORE, prima di usare terre dei gruppi A2-5 e A2-7, dovrà effettuare opportune prove (in situ e in laboratorio) che attestino la possibilità di raggiungere i prescritti parametri. Di tali prove dovrà essere informata la DIREZIONE LAVORI. Nel caso di impiego di frammenti rocciosi, in luogo della prova di densità, si dovranno eseguire, durante la formazione degli strati, solo prove per la determinazione del modulo di deformazione, eventualmente con piastra di diametro $D = 600$ mm. La densità AASHTO modificata sarà determinata secondo i metodi delle prove di cui alla norma CNR-B.U. n.69 in relazione alla massima dimensione degli elementi.
- j) Per ciascuno strato del corpo del rilevato, il valore del modulo di deformazione mediante prova di carico su piastra, secondo CNR-BU n° 146, dovrà risultare non inferiore a 20 MPa per le zone di rilevato a distanza inferiore a 1 m dai bordi dello stesso e a 40 MPa per la restante zona centrale. Tali valori dei moduli andranno determinati al primo ciclo di carico nell'intervallo 0.15 MPa – 0.25 MPa; in entrambi i casi, il rapporto tra i moduli del 1° e 2° ciclo non dovrà essere inferiore a 0,60. Nel caso in cui, nella verifica della compattazione mediante prova di carico su piastra (CNR-BU n° 146), il valore del rapporto tra i moduli del primo e del secondo ciclo di carico (K) risultasse inferiore a 0.60, dovrà essere predisposto, prima di procedere ai lavori, un campo prova per definire sperimentalmente il valore massimo del K ottenibile per il tipo di materiale da utilizzare.

Nel corso di detta sperimentazione dovranno inoltre essere definiti:

- le caratteristiche dei rulli (tipo, peso);
- la loro velocità di avanzamento e, nel caso di rulli dinamici, frequenza delle vibrazioni;
- il numero delle passate
- lo spessore massimo di ciascuno strato

Sulla scorta del valore del coefficiente K così ottenuto, verrà individuato un rango compreso tra $\pm 10\%$ del suddetto K che definirà il campo di accettabilità delle lavorazioni.

Ogniquale volta si utilizzi materiale diverso e/o i valori di K, comunque inferiori a 0.6, siano esterni al campo di accettabilità precedentemente determinato, dovrà essere predisposto un nuovo campo prova. Al termine del campo prova dovrà essere consegnata alla DIREZIONE LAVORI una relazione contenente tutti i dati relativi al campo prova stesso.

- k) La superficie superiore degli strati avrà una pendenza trasversale pari a circa il 3% e comunque tale da garantire lo smaltimento delle acque meteoriche; dovrà essere evitata la formazione di avvallamenti o solchi. Detta pendenza dovrà essere mantenuta durante il lavoro e il transito dei mezzi di cantiere, impiegando allo scopo le livellatrici e apposite squadre di operai.
- l) Le scarpate dei rilevati dovranno essere inerbite secondo le prescrizioni riportate nel par. 2.7.
- m) Le eventuali banche laterali antirifiuto dovranno essere realizzate con gli stessi materiali e modalità costruttive del corpo del rilevato.
- n) Nel caso di allargamento di un rilevato esistente, previa asportazione dello strato di terreno vegetale umifero, si dovrà ritagliare, con ogni cautela, a gradoni orizzontali la scarpa del corpo del rilevato su cui andrà addossato il nuovo materiale, avendo cura di procedere per fasi, facendo immediatamente seguire ad ogni gradonatura (dell'altezza massima di 50 cm) la stessa del relativo nuovo strato (tale da coprire la gradonatura stessa) ed il suo costipamento, in modo da assicurare comunque la viabilità del rilevato esistente. Nel caso di interruzione e/o sospensione delle lavorazioni sul corpo del rilevato e ogni volta che la stesa dello strato di

terreno successivo venga effettuata oltre le 72 ore dalla compattazione dello strato sottostante, è necessario spargere, subito dopo la compattazione e per l'intera larghezza del rilevato, fitociti, antigerminali o anche taletissici. Prima della ripresa del lavoro, il rilevato già eseguito dovrà essere ripulito dalle erbe e dalla vegetazione in genere che eventualmente vi si fosse insediata, dovrà essere aerata, praticandovi, inoltre dei solchi per il collegamento dei nuovi materiali come quelli finora impiegati e dovranno essere ripetute le prove di controllo delle compattazioni.

- o) L'ultimo strato del rilevato o supercompattato dovrà essere realizzato come riportato al par. 2.6.
- p) Le operazioni di posa in opera e compattazione non dovranno essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stesso. Nel caso di ammaloramenti dovuti a tali cause, la parte deteriorata dovrà essere rimossa e ricostruita a cura e spesa dell'Appaltatore.
- q) In base alle caratteristiche dei terreni di base dei rilevati vanno rispettati i programmi previsti in progetto per la costruzione dei rilevati stessi in modo che gli eventuali provvedimenti di bonifica o di acceleramento del consolidamento del terreno di posa, possano essere ultimati in tempo utile a garantire che gli assestamenti residui siano non superiori al 10% dei cedimenti teorici e siano comunque inferiori a 5 cm.

3.2.6 Rilevato ferroviario a ridosso delle opere d'arte

3.2.6.1 Rilevato-Viadotto

Qualora non diversamente previsto dal progetto, a ridosso delle spalle dei viadotti, per graduare con continuità la rigidezza del sottofondo dal rilevato all'opera d'arte al di sotto del piano di piattaforma longitudinalmente all'asse della ferrovia, il rilevato dovrà essere costituito come nel seguito indicato a partire dalla spalla:

- gli strati di subballast e supercompattato saranno continui fino al muro paraghiaia;
- la zona di rilevato che insiste sulla zattera di fondazione sarà costituita da misto cementato avente le caratteristiche indicate sotto;
- dalla proiezione del filo più interno della zattera, al livello dell'intradosso dello strato supercompattato, il misto cementato sarà proseguito per 1 m all'interno del rilevato e quindi degraderà a 45° per un'altezza di 3 m quando le spalle sono più alte di 4 m e fino alla quota di estradosso della fondazione della spalla quando la stessa è più bassa di 4 m;
- per le spalle più alte di 4 m, al di sotto del volume di misto cementato il rilevato sarà costituito da materiale del gruppo A1 fino all'estradosso dello strato anticapillare;
- successivamente per una lunghezza di 4 m al livello di intradosso del supercompattato e degradando all'interno del corpo del rilevato con pendenza 3/2 (3 orizzontale / 2 verticale) il rilevato sarà costituito da materiale del gruppo A1;
- oltre tale volume sarà previsto rilevato standard.

Il misto cementato sarà costituito da inerte calcareo di frantoio rispondente alle norme CNR BU N.29 con fuso di tipo A1 e cemento in ragione del 3.5% e 4% in massa dell'inerte secco. L'acqua di impasto sarà in ragione del 6% circa della massa secca dell'inerte. La resistenza a compressione con provini cilindrici compattati a 7 gg di stagionatura, come previsto dalla norma CNR citata dovrà essere compresa tra 1.5 e 4 MPa, per ottenere tali risultati potranno essere usati opportuni additivi. L'inerte da impiegare dovrà provenire da frantumazione di rocce calcaree con preferenza per i calcari teneri con esclusione dei misti calcarei di fiume. Il misto cementato dovrà essere costipato alla densità non inferiore al 95% di quella ottenuta in laboratorio, con le modalità previste al punto 2 della normativa CNR citata. La resistenza a trazione determinata con il metodo brasiliano non dovrà essere inferiore a 0.2 MPa su provini cilindrici stagionati a 7 giorni. Il misto dovrà essere confezionato in cantiere di betonaggio e trasportato sul posto con autobetoniere. Il misto cementato dovrà essere posto in opera in strati di spessore massimo (materiale sciolto) di 30 cm; La superficie superiore degli strati avrà una pendenza trasversale pari a circa il 3% e comunque tale da garantire lo smaltimento delle acque meteoriche; dovrà essere evitata la formazione di avvallamenti o solchi. Detta pendenza dovrà essere mantenuta durante il lavoro e il transito dei mezzi di cantiere, impiegando allo scopo le livellatrici e apposite squadre di operai.

Il materiale A1 deve essere steso per strati con le stesse modalità e requisiti degli strati di rilevato.

3.2.6.2 Rilevato-Scatolare

Quando le strutture scatolari hanno copertura inferiore a 2.50 m (distanza piano ferro-estradosso soletta superiore) andranno trattate le zone di rilevato adiacenti alle strutture scatolari nel modo descritto nel seguito:

- immediatamente a ridosso della struttura sarà prevista una zona costituita da misto cementato, delle caratteristiche sopra definite, per la lunghezza di un metro a partire dall'estradosso della soletta superiore e successivamente degradando a 45° all'interno del corpo del rilevato. Tale volume di misto cementato sarà realizzato fino alla quota del piano di campagna quando l'estradosso della soletta superiore si trova a quota inferiore a + 4.00 m dal p.c., mentre avrà un'altezza di 3.00 m quando la soletta si trova a quota maggiore a 4.00 m;
- successivamente sarà previsto un volume di rilevato costituito da materiale del gruppo A1 fino a 5 m oltre il filo della struttura misurati a livello del supercompattato. La scarpa di tale zona di rilevato avrà pendenza 3/2 all'interno del corpo del rilevato. Nella zona sovrastante la soletta superiore dello scatolare fino all'intradosso del supercompattato il rilevato sarà costituito da materiale del gruppo A1.
- oltre tale zona sarà prevista la realizzazione di un rilevato così come prescritto al punto 2.4.1.

Quando la distanza fra intradosso supercompattato ed estradosso soletta è inferiore a 20 cm, nella zona sovrastante lo scatolare sarà aumentato lo spessore di supercompattato fino ad appoggiarsi sullo scatolare. Quando invece non è possibile garantire la continuità del supercompattato a causa di bassi ricoprimenti, il misto cementato andrà a coprire lo scatolare ed il supercompattato sarà interrotto ad un metro di distanza dai piedritti. Il misto cementato dovrà essere posto in opera in strati di spessore massimo (materiale sciolto) di 30 cm; La superficie superiore degli strati avrà una pendenza trasversale pari a circa il 3% e comunque tale da garantire lo smaltimento delle acque meteoriche; dovrà essere evitata la formazione di avvallamenti o solchi. Detta pendenza dovrà essere mantenuta durante il lavoro e il transito dei mezzi di cantiere, impiegando allo scopo le livellatrici e apposite squadre di operai.

Il materiale A1 deve essere steso per strati con le stesse modalità e requisiti degli strati di rilevato.

3.2.6.3 Rilevato Stradale

I rilevati stradali saranno eseguiti con le stesse modalità dei rilevati ferroviari (punto 2.4.1) con le eccezioni di seguito elencate:

- il piano di posa dovrà essere costipato mediante rullatura in modo da ottenere una densità secca non inferiore al 90% della densità massima, ottenuta per quella terra, con la prova di costipamento AASHTO modificata (CNR-BU n. 69).
- Il modulo di deformazione misurato mediante prova di carico su piastra, al primo ciclo di carico nell'intervallo 0.05 MPa – 0.15 MPa, non dovrà essere inferiore a 15 MPa al primo ciclo di carico e inoltre il rapporto dei moduli del 1° e 2° ciclo dovrà essere non inferiore a 0.60 (CNR-BU n. 146). Qualora quest'ultimo valore non fosse conseguibile si dovrà fare riferimento a quanto previsto al punto 2.4.1 e);
- lo strato di anticapillare verrà realizzato solo se previsto in progetto.
- per la realizzazione del corpo del rilevato è consentito l'utilizzo di terre trattate a calce per la formazione dell'intero corpo del rilevato ad esclusione dello strato supercompattato;
- la densità secca sugli strati finiti del corpo del rilevato dovrà risultare non inferiore al 90% della densità massima, ottenuta per quella terra, con la prova di costipamento AASHTO modificata (CNR-BU n. 69);
- il modulo di deformazione di ciascuno strato del corpo del rilevato, misurato mediante prova di carico su piastra, misurato al primo ciclo di carico nell'intervallo 0.15 MPa - 0.25 MPa, non dovrà essere inferiore a 20 MPa e inoltre il rapporto dei moduli del 1° e 2° ciclo dovrà essere non inferiore a 0.60 (CNR-BU n. 146). Qualora quest'ultimo valore non fosse conseguibile si dovrà fare riferimento a quanto previsto al punto 5.4.1. e).
- L'ultimo strato del rilevato o supercompattato dovrà essere realizzato come riportato al par. 2.6.

3.2.6.4 Rilevati Speciali Sperimentali

Con il termine “rilevati speciali” sono definite tutte le opere realizzate con materiali naturali o artificiali, destinate a formare alcune parti del corpo stradale .

Si distinguono in:

- a) rilevati in terra stabilizzata/migliorata;
- b) rilevati con materiali riciclati.

3.2.6.4.1 Rilevati in terra stabilizzata/migliorata e consolidamento piano di appoggio

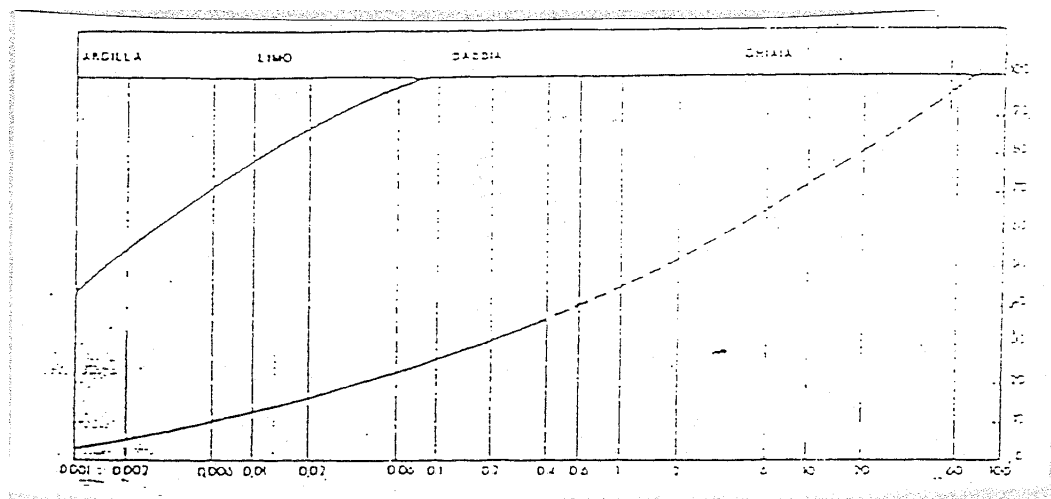
Terra stabilizzata a calce

La terra stabilizzata a calce è una miscela composta da terra, calce viva od idrata e acqua, in quantità tali da modificare le caratteristiche fisico - chimico e meccaniche della terra onde ottenere una miscela idonea per la formazione di strati che, dopo costipamento, risultino di adeguata capacità portante, di adeguata indeformabilità, nonché stabili all'azione dell'acqua e del gelo (CNR 36/92). Una terra affinché risulti adatta alla stabilizzazione a calce deve essere di tipo limo-argilloso ed avere indice di plasticità normalmente maggiore o uguale a 10.

Possono essere stabilizzate a calce anche terre ghiaioso-argillose, ghiaioso-limose , sabbioso-argillose e sabbioso-limose (tipo A₂₋₆ e A₂₋₇) qualora presentino una frazione di passante al setaccio 0,4 UNI non inferiore al 35%.

Possono essere trattate con calce anche le “vulcaniti vetrose” costituite da rocce pozzolaniche ricche di silice amorfa reattiva.

La loro curva granulometrica deve rientrare nel fuso appresso riportato (CNR 36 - 1992):



il diametro massimo degli elementi viene definito in funzione dell'impiego della miscela (CNR n.36 - 1992).

Le terre impiegate non dovranno presentare un contenuto di sostanza organica superiore al 2%.

La D. L. potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione, siano tali da indicare che percentuali più elevate di sostanza organica garantiscano comunque i requisiti di resistenza, indeformabilità e durabilità richiesti.

Inoltre le terre impiegate non dovranno avere un contenuto di solfati superiore all'1%.

La D. L. potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione, siano tali da indicare che percentuali più elevate di solfati garantiscano comunque i requisiti di resistenza richiesti.

La calce idrata dovrà essere conforme alle norme per l'accettazione delle calci di cui alle disposizioni vigenti.

La quantità di acqua e di calce con cui effettuare l'impasto con i terreni da riqualificare (miscela di progetto) va determinata preliminarmente (alla posa in opera in sito) in laboratorio in base a prove CBR (UNI-EN

13286-47), a prove di costipamento ed eventualmente a prove di rottura a compressione, nonché a qualsiasi altra prova necessaria per una adeguata caratterizzazione (CNR 36/92).

Il valore dell'indice CBR deve risultare in ogni caso adeguato alla specifica destinazione del materiale.

Esso dovrà essere determinato dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua, seguendo la procedura indicata nella norma UNI-EN 13286-47.

Le curve dell'indice CBR, delle caratteristiche di costipamento ottenute con energia AASHTO Modificata (CNR 69 -2002) e della resistenza a compressione, dovranno essere tracciate in base ai risultati su miscele sperimentali con diversi tenori di calce, permettendo di definire come variano con la quantità di calce i valori massimi dell'indice CBR, della massa volumica del secco, i corrispondenti valori di umidità ottima e l'eventuale resistenza a compressione.

Noti questi valori, la D. L. definirà di volta in volta la composizione preventiva della miscela di progetto in modo che:

- il suo tenore in acqua sia non inferiore a quello che si avrà operando nelle condizioni di cantiere di una miscela di pari contenuto in calce.
- il suo tenore in calce sia sufficiente a garantire che la miscela presenti le caratteristiche di portanza, costipabilità e stabilità richieste nel progetto.

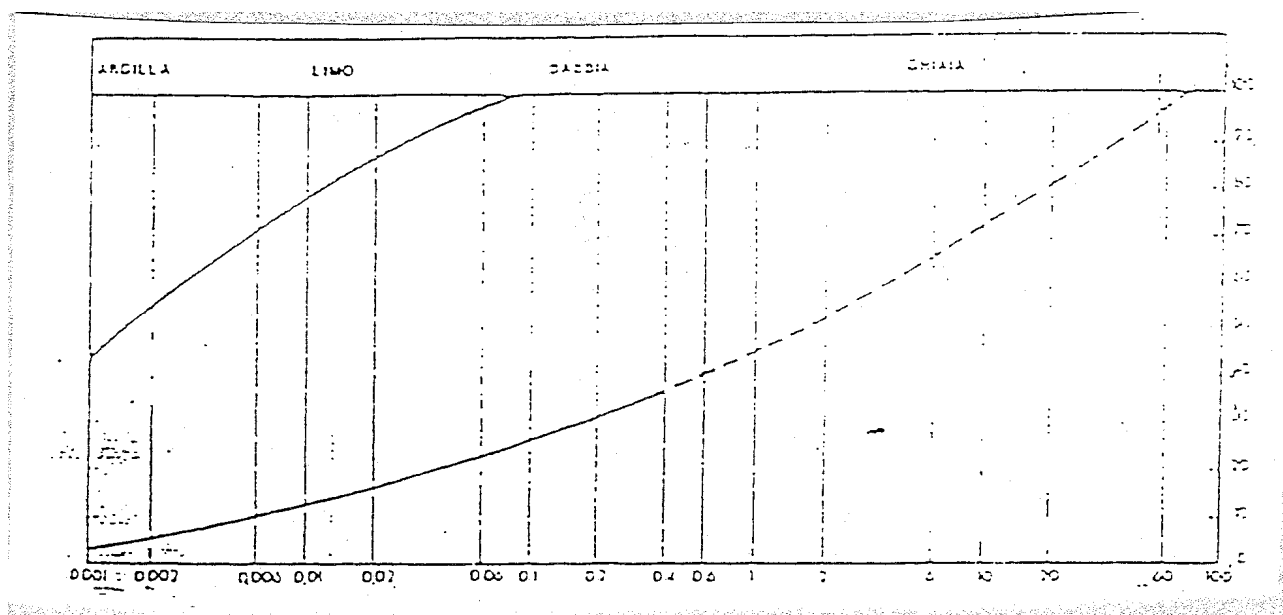
Terra stabilizzata a cemento

La terra stabilizzata a cemento è una miscela composta da terra, cemento e acqua, in quantità tali da modificare le caratteristiche fisico - chimico e meccaniche della terra onde ottenere una miscela idonea per la formazione di strati che, dopo costipamento, risultino di adeguata capacità portante, di adeguata indeformabilità, nonché stabili all'azione dell'acqua e del gelo.

Una terra affinché risulti adatta alla stabilizzazione a cemento deve essere di tipo sabbioso, ghiaioso, sabbioso-limoso e/o argilloso, ghiaioso-limoso e/o argilloso e limoso, ed avere indice di plasticità normalmente minore di 15.

Possono essere trattati a cemento anche materiali friabili o profondamente alterati, purché riconducibili con un adeguato trattamento alle volute funzioni portanti.

La loro curva granulometrica deve rientrare nel fuso appresso riportato:



il diametro massimo degli elementi dovrà essere definito in funzione dell'impiego della miscela, preferibilmente dovrà essere inferiore ai 50 mm. Il passante al setaccio 0.075 mm non deve superare il 50%.

Il tipo di cemento da impiegare dovrà essere del tipo Portland 32,5. Le terre impiegate non dovranno presentare un contenuto di sostanza organica superiore al 2%.

La D. L. potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione, siano tali da indicare che percentuali più elevate di sostanza organica garantiscano comunque i requisiti di resistenza,

indeformabilità e durabilità richiesti. Inoltre, le terre impiegate non dovranno avere un contenuto di solfati superiore all'1%.

La D. L. potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione, siano tali da indicare che percentuali più elevate di solfati garantiscano comunque i requisiti di resistenza richiesti.

La quantità di acqua e di cemento con cui effettuare l'impasto con i terreni da riqualificare (miscela di progetto) va determinata preliminarmente (alla posa in opera in sito) in laboratorio in base a prove CBR (UNI-EN 13286-47), a prove di costipamento e prove di rottura a compressione, ed a qualsiasi altra prova che si ritenga necessaria.

Il valore dell'indice CBR deve risultare in ogni caso adeguato alla specifica destinazione del materiale.

Esso viene determinato dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua, seguendo la procedura indicata nella norma UNI-EN 13286-47. Le curve dell'indice CBR, delle caratteristiche di costipamento ottenute con energia AASHO Modificata (CNR 69 -2002) e della resistenza a compressione, dovranno essere tracciate in base ai risultati su miscele sperimentali con diversi tenori di cemento, permettendo di definire come variano con la quantità di cemento i valori massimi dell'indice CBR, della massa volumica del secco, i corrispondenti valori di umidità ottima e l'eventuale resistenza a compressione. Noti questi valori, la D. L. definirà di volta in volta la composizione preventiva della miscela di progetto in modo che:

- il suo tenore in acqua sia non inferiore a quello che si avrà operando nelle condizioni di cantiere di una miscela di pari contenuto in cemento.
- il suo tenore in cemento sia sufficiente a garantire che la miscela presenti le caratteristiche di portanza, costipabilità e stabilità richieste nel progetto.

Piano di appoggio del rilevato

Il trattamento in sito dei terreni di appoggio di rilevato, trattati con i suddetti leganti (calce o cemento) deve essere tale da garantire le caratteristiche di portanza previste dal progetto e comunque non inferiori a :

- Per altezze di rilevato da 0 a 2 metri :
il valore minimo prescritto per l'indice CBR dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 60, con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1%. Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 50 Mpa, nell'intervallo di carico tra 0.15 - 0.25 N/mm², (CNR 146 - 1992) al 1° ciclo di carico, e il rapporto fra i moduli di deformazione relativi al 2° ciclo ed al 1° ciclo (M''_d / M'_d) dovrà risultare inferiore a 2.
- Per altezza di rilevato oltre i 2 metri:
il valore minimo prescritto per l'indice CBR dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 30, con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1,5%. Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 20 MPa, nell'intervallo di carico tra 0.05 - 0.15 N/mm² (CNR 146 - 1992) al 1° ciclo di carico, e il rapporto fra i moduli di deformazione relativi al 2° ciclo ed al 1° ciclo (M''_d / M'_d) dovrà risultare inferiore a 2.

Piano di appoggio della sovrastruttura (sottofondo)

Il valore minimo prescritto per l'indice CBR all'umidità ottima (UNI-EN 13286-47) dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 60 con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1%.

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 50 Mpa (CNR 146 - 1992), nell'intervallo di carico tra 0.15 - 0.25 N/mm².

Rilevati

I rilevati con materiali corretti, potranno essere eseguiti dietro ordine delle D.L. e solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali del corpo stradale.

Le caratteristiche di portanza delle terre stabilizzate con i leganti (calce o cemento), devono essere quelle previste dal progetto e comunque non inferiori a :

- Per altezze di rilevato da 0 a 2 metri :

il valore minimo prescritto per l'indice CBR (UNI-EN 13286-47) dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 60 con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1%. Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 50 Mpa, nell'intervallo di carico compreso tra 0.15 - 0.25 N/mm² (CNR 146 - 1992);

- Per altezza di rilevato oltre i 2 metri:

il valore minimo prescritto per l'indice CBR dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 30 con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1,5%

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 20 MPa (CNR 146 - 1992), nell'intervallo di carico compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm².

Resistenza al gelo

Nel caso in cui la terra debba essere impiegata in zone in cui l'azione del gelo non è occasionale, si debbono porre in atto ulteriori indagini e provvedimenti suggeriti dalle condizioni locali d'impiego onde evitare l'ammaloramento del materiale in opera per effetto del gelo. Un aumento del dosaggio del legante può risultare utile a questo scopo.

Modalità di lavorazione

La stabilizzazione dei terreni con leganti implica il miglioramento delle caratteristiche della terra; i requisiti di idoneità della miscela ottenuta verranno accertate mediante prove di resistenza a compressione o prove di carico, e qualsiasi altra prova necessaria.

I procedimenti di riabilitazione o di stabilizzazione dei terreni argillosi con calce potranno avvenire con trattamento in sito (impianti mobili) oppure predisponendo le miscele da porre in opera in adeguati impianti fissi; comunque la miscela, una volta stesa, dovrà presentarsi uniformemente mescolata ed opportunamente umidificata secondo l'umidità ottima determinata mediante la relativa prova di laboratorio, e comunque non maggiore dell'1.5% dell'ottimo indicato dalla D.L..

La suddetta umidità dovrà essere determinata a miscela posta in opera e sarà determinata in sito mediante metodologie rapide definite dalla D. L..

Inoltre tale umidità dovrà essere mantenuta costante sino al termine delle operazioni di posa in opera. Il singolo strato non dovrà avere spessore superiore ai 30 cm.

Tutti i processi dovranno comunque essere preventivamente approvati dalla D.L. e dovranno essere realizzati dall'Impresa sotto le disposizioni della stessa D.L..

Il trattamento in sito, eseguito sotto il controllo e le direttive della D.L., dovrà prevedere le seguenti fasi operative:

- scarificazione ed eventuale polverizzazione con ripper di motolivellatrici o con lame scarificatrici ed erpici a disco;
- spandimento del cemento in polvere mediante adatte macchine spanditrici; tale spandimento dovrà essere effettuato esclusivamente su quella porzione di terreno che si prevede di trattare entro la giornata lavorativa; si dovrà impedire a qualsiasi macchinario, eccetto quello necessario che verrà impiegato per la miscelazione, di attraversare la porzione di terreno sulla quale è stato steso il legante, fino a quando questo non sia stato miscelato con il terreno. Il quantitativo necessario al trattamento dell'intero strato, sarà distribuito in maniera uniforme sulla superficie ed in maniera da risultare soddisfacente al giudizio della D. L.;
- mescolazione con adeguati mescolatori ad albero orizzontale rotante. Il numero di passate dipende dalla natura del suolo e dal suo stato idrico. Si dovrà inoltre garantire un adeguato periodo di maturazione della miscela, da determinarsi di volta in volta a seconda della natura dei terreni. L'Impresa dovrà garantire un'adeguata polverizzazione della miscela, che si considera sufficiente quando l'80% del terreno, ad esclusione delle porzioni lapidee, attraversa il setaccio 4 UNI (apertura di 4,76 mm). Nel caso in cui le normali operazioni di mescolazione non dovessero garantire questo voluto grado di polverizzazione, l'Impresa dovrà procedere ad una preventiva polverizzazione della terra, affinché si raggiungano tali requisiti nella miscelazione dell'impasto.
- compattazione e finitura con rulli a "piedi di montone", che precedono i passaggi di rulli gommati pesanti e/o rulli lisci vibranti. La sagomatura finale dovrà essere operata mediante motolivellatrice.

La velocità di compattazione dovrà essere tale da far sì che il materiale in oggetto, venga costipato, prima dell'inizio della presa del legante.

Nella stabilizzazione a cemento, dopo il costipamento, si dovrà predisporre un adeguato strato di protezione per la maturazione, evitando di disturbare lo strato nella fase di presa per almeno 24 ore.

Le operazioni di trattamento e posa in opera della terra stabilizzata dovranno essere effettuate in condizioni climatiche tali da garantire il voluto contenuto di acqua determinato attraverso la campagna sperimentale preliminare, ed inoltre si richiede per la posa in opera una temperatura minima di 7 °C.

Al termine della giornata di lavoro, e comunque in corrispondenza delle interruzioni delle lavorazioni, si dovrà predisporre, in corrispondenza della parte terminale dello strato, una traversa al fine di far sì che anche porzione risulti soddisfacentemente costipata nonché livellata. Il trattamento effettuato con adeguati impianti fissi o mobili dovrà essere approvato preventivamente dalla D.L., la quale potrà intervenire con opportune direttive, variazioni e/o modifiche durante la posa in opera dei materiali.

3.2.6.5 Trincee

3.2.6.5.1 Trincee ferroviarie

Gli scavi in trincea saranno eseguiti con le modalità di cui al punto 2.2. Il terreno in situ, a fondo scavo, potrà essere utilizzato come piano di posa dello strato supercompattato unicamente se risulta appartenere ai gruppi A1, A3 (con coefficiente di disuniformità maggiore di 7) o A2-4, della classifica (Norme UNI EN 13242/2008, UNI EN 13285/2004, UNI ISO EN 14688-1/2003). Esso dovrà essere costipato in modo da ottenere una densità secca non inferiore al 95% della densità massima, ottenuta per quella terra, con la prova di costipamento AASHTO modificata (CNR-BU n. 69). Il modulo di deformazione, misurato al primo ciclo di carico nell'intervallo 0.05 MPa - 0.15 MPa, non dovrà essere inferiore a 40 MPa e inoltre il rapporto dei moduli del 1° e 2° ciclo dovrà essere non inferiore a 0.60 (CNR-BU n. 146). Qualora quest'ultimo valore non fosse conseguibile si dovrà fare riferimento a quanto previsto al punto 2.4.1. e). In ogni caso, dopo la compattazione, il terreno del piano di posa dovrà avere caratteristiche tali da garantire, sulla sommità dello strato supercompattato, un modulo di 80 MPa, misurato al primo ciclo di carico nell'intervallo 0.05 MPa - 0.15 MPa. Se il terreno in situ non ha le caratteristiche di cui sopra, si dovrà effettuare la bonifica; il relativo rinterro dovrà essere eseguito secondo le modalità di cui al punto 2.3.b), con valore minimo del modulo di 20 MPa, per tutti gli strati che costituiscono la bonifica, ad eccezione dell'ultimo strato, e cioè quello che costituisce la superficie di appoggio del supercompattato, per il quale il valore minimo del modulo, misurato al primo ciclo di carico nell'intervallo 0.05 MPa - 0.15 MPa, deve essere di 40 MPa. Le scarpate dovranno essere inerbite secondo le prescrizioni riportate nel par. 2.7.

3.2.6.5.2 Trincee stradali

Gli scavi in trincea saranno eseguiti con le modalità di cui al punto 5.2. Il terreno in situ, a fondo scavo, potrà essere utilizzato come piano di posa della sovrastruttura stradale unicamente se risulta appartenere ai gruppi A1, A2, A3 (con coefficiente di disuniformità maggiore di 7) della classifica (Norme UNI EN 13242/2008, UNI EN 13285/2004, UNI ISO EN 14688-1/2003). Esso dovrà essere costipato in modo da ottenere una densità secca non inferiore al 90% della densità massima, ottenuta per quella terra, con la prova di costipamento AASHTO modificata (CNR-BU n. 69). Il modulo di deformazione, misurato al primo ciclo di carico nell'intervallo 0.15 MPa - 0.25 MPa, non dovrà essere inferiore a 20 MPa e inoltre il rapporto dei moduli del 1° e 2° ciclo dovrà essere non inferiore a 0.60 (CNR-BU n. 146). Qualora quest'ultimo valore non fosse conseguibile si dovrà fare riferimento a quanto previsto al punto 2.4.1.e). In ogni caso, dopo la compattazione, il terreno del piano di posa dovrà avere caratteristiche tali da garantire, sulla sommità dello strato supercompattato, un modulo di 50 MPa, misurato al primo ciclo di carico nell'intervallo 0.05 MPa - 0.15 MPa. Se il terreno in situ non ha le caratteristiche di cui sopra, si dovrà effettuare la bonifica; il relativo rinterro dovrà essere eseguito secondo le modalità di cui al punto 2.3.b), con valore minimo del modulo di 20 MPa. Le scarpate dovranno essere inerbite secondo le prescrizioni riportate nel par. 2.8.

3.2.6.6 Strato “Supercompattato”

3.2.6.6.1 Strato “supercompattato” per rilevati e le trincee ferroviarie

La superficie costituente il piano di posa del sub-ballast, sia in trincea che in rilevato, sarà realizzata mediante formazione di uno strato di terra compattato di spessore non inferiore a 30 cm (spessore finito). Per la realizzazione dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- a) Dovranno essere impiegate terreni delle categorie A1, A2-4 e A3 o una miscela di materiali granulari con l'eventuale aggiunta di legante naturale passante al setaccio 0.4 UNI.
Il terreno utilizzato dovrà avere le seguenti caratteristiche:
- dimensione non superiore a 75 mm, con forma non appiattita, allungata o lenticolare;
 - granulometria compresa in uno dei due fusi (A o B) (Norme UNI EN 13242/2008, UNI EN 13285/2004, UNI ISO EN 14688-1/2003) Strati di fondazione con le relative limitazioni e tolleranze;
 - perdita in massa, determinata con la prova Los Angeles (CNR-BU n. 34), eseguita sulle singole pezzature, non superiore al 50%;
 - equivalente in sabbia (CNR-BU n. 27), misurato sulla frazione passante al crivello 5, compreso tra 25 e 65. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di variare il limite superiore dell'equivalente in sabbia in funzione delle caratteristiche del materiale. Con coefficiente di disuniformità maggiore di 7. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35, la Direzione Lavori richiederà in ogni caso, anche se la miscela contiene più del 60% in massa di elementi frantumati, la verifica dell'indice di portanza CBR di cui al successivo punto .
- b) Indice di portanza CBR (UNI-EN 13286-47/2008), all'umidità ottima di costipamento, dopo quattro giorni di imbibizione di acqua eseguito sul materiale passante al crivello UNI 25, non minore di 50.
- La miscelazione del materiale e la posa in opera dovranno essere eseguite in maniera da garantire l'omogeneità della granulometria che deve sempre rientrare nel fuso scelto (Norme UNI EN 13242/2008, UNI EN 13285/2004, UNI ISO EN 14688-1/2003).
- c) Se le miscele contengono oltre il 60% in massa di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione dovrà avvenire sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti punti.
- d) Dovranno comunque essere esclusi terreni di natura pozzolanica od altri materiali piroclastici.
- e) Il materiale dovrà essere messo in opera con un contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1/2005) prossimo all'ottimale; qualora il contenuto d'acqua si discosti di $\pm 2\%$ dal valore ottimale, l'eventuale aggiunta di acqua avverrà mediante dispositivi spruzzatori e l'eventuale essiccamento avverrà per evaporazione.
- f) Le operazioni di posa in opera e compattazione non dovranno essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stesso. Nel caso di
- g) ammaloramenti dovuti a tali cause, la parte deteriorata dovrà essere rimossa e ricostruita a cura e spesa dell'Appaltatore.
- h) Per il costipamento e la rifinitura saranno impiegati rulli vibranti semoventi. L'idoneità delle attrezzature e delle tecniche di costipamento verranno verificate con una prova sperimentale in situ impiegando i materiali risultanti dagli studi preliminari in un campo prova sul quale si eseguiranno le determinazioni del modulo di deformazione mediante prova di carico su piastra e della densità. Se la misura in situ riguarda materiale contenente fino al 25% in massa di elementi di dimensioni maggiori di 25 mm, la densità di riferimento (AASHTO modificata), ottenuta in laboratorio, dovrà essere aumentata in base alla formula:

$$dc = \frac{100}{\frac{100-x}{da} + \frac{x}{pc}}$$

dove:

dc = densità corretta;

da = densità AASHTO modificata;
x = percentuale in massa degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm;
pc = Massa volumica reale degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm.

Rispetto al valore della densità così aumentata si applicherà la prescrizione del 98%.
Se la percentuale degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm è compresa tra il 25 % ed il 40 %, al termine x dovrà sempre essere assegnato il valore 25.

- i) Dopo il costipamento, in ogni punto la densità secca non dovrà essere inferiore al 98% della massima ottenuta per quella terra, con la prova di costipamento AASHTO modificata (CNR-BU n. 69). Il modulo di deformazione Md, misurato in condizioni di umidità prossime a quella ottima di costipamento, mediante prova di carico su piastra non dovrà essere inferiore a 80 MPa al primo ciclo di carico e inoltre il rapporto dei moduli del 1° e 2° ciclo dovrà essere non inferiore a 0.60 (CNR-BU n. 146). Qualora quest'ultimo valore non fosse conseguibile si dovrà fare riferimento a quanto previsto al punto 2.4.1 e).
- j) Sulla sommità dello strato supercompattato, per l'intera larghezza della piattaforma, subito dopo la compattazione, si dovrà intervenire con fitociti, antigerminali o anche taletossici.

3.2.6.6.2 *Strato supercompattato per rilevati e le trincee stradali*

La superficie costituente il piano di posa della sovrastruttura stradale, sia in trincea che in rilevato, sarà realizzata mediante formazione di uno strato di terra fortemente compattato di spessore non inferiore a 30 cm (spessore finito).

Per la realizzazione dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- a) Dovranno impiegarsi terreni appartenenti alle categorie A1, A2 e A3, con un coefficiente di disuniformità maggiore di 7.
- b) In ogni punto la densità secca non dovrà essere inferiore al 95% della densità massima, ottenuta per quella terra, con la prova di costipamento AASHTO modificata (CNR-BU n. 69). Il modulo di deformazione Md, misurato in condizioni di umidità prossime a quella ottima di costipamento, mediante prova di carico su piastra non dovrà essere inferiore a 50 MPa al primo ciclo di carico e inoltre il rapporto dei moduli del 1° e 2° ciclo dovrà essere non inferiore a 0.60 (CNR-BU n. 146). Qualora quest'ultimo valore non fosse conseguibile si dovrà fare riferimento a quanto previsto al punto 2.4.1 e).
- c) L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità ottima in funzione della densità secondo la prova AASHTO modificata avverrà mediante dispositivi spruzzatori.
- d) Le operazioni anzidette non dovranno essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello stesso strato supercompattato. Nel caso di ammaloramenti dovuti a tali cause, la parte deteriorata dovrà essere rimossa e ricostruita a cura e spesa dell'Appaltatore.

3.2.7 *Inerbimento*

L'inerbimento verrà realizzato con uno strato di terreno vegetale umifero dello spessore di 30 cm, da stendere a cordoli orizzontali, opportunamente costipati, e ricavando, se necessario, gradoni di ancoraggio. La semina dovrà essere eseguita con semi (di erbe ed arbusti tipo ginestra e simili), scelti in relazione al periodo di semina ed alle condizioni locali, sì da ottenere i migliori risultati. La semina dovrà, se necessario, essere ripetuta fino ad ottenere un adeguato ed uniforme inerbimento.

Si potrà anche provvedere all'inerbimento mediante altri sistemi, con specifiche approvate dalla DL. Per le scarpate dei rilevati ferroviari e stradali, l'inerbimento verrà effettuato seguendo dappresso la costruzione del rilevato.

3.3 Prescrizioni ed oneri generali

- a) In merito all'individuazione dei materiali provenienti dagli scavi e riutilizzabili per la costruzione delle opere in terra, sarà cura ed onere dell'APPALTATORE, prima dell'inizio dei lavori, esperire una campagna di indagini allo scopo di fornire alla DIREZIONE LAVORI un'esauriente documentazione sia per quanto attiene le caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali che per quanto concerne la disponibilità in funzione delle esigenze quantitative e temporali derivanti dal programma di esecuzione dei lavori. Qualora i quantitativi dei materiali individuati fossero insufficienti alle esigenze di costruzione, sarà cura dell'APPALTATORE presentare anche un'analoga documentazione relativa alle cave di prestito.
- b) La provenienza ed il tipo di materiale da utilizzare dovranno essere preventivamente comunicati alla DIREZIONE LAVORI;
- c) Sarà cura dell'APPALTATORE provvedere all'aerazione ed alla fornitura dell'acqua necessaria per ottenere l'umidificazione ottimale, ai fini della compattazione, dei materiali utilizzati per i rinterri ed i rilevati.
- d) In presenza di paramenti flessibili e murature laterali la compattazione a ridosso delle opere dovrà essere tale da escludere una riduzione nell'addensamento e nel contempo il danneggiamento delle opere stesse. In particolare si dovrà evitare che i grossi rulli vibranti operino ad una distanza inferiore a 1.5 m. da opere preesistenti. A ridosso dei manufatti l'APPALTATORE dovrà usare mezzi di compattazione leggeri quali piastre vibranti, rulli azionati a mano, provvedendo a garantire i requisiti di deformabilità e densità richiesti anche operando su strati di spessore ridotto. Nella formazione di tratti di rilevato rimasti in sospeso per la presenza di tombini, canali, cavi etc. si dovrà garantire la continuità con la parte realizzata impiegando materiali e livelli di compattazione identici.
- e) Sarà cura dell'APPALTATORE fare effettuare le prove in sito e di laboratorio previste dalla "Specifica di Controllo Qualità", così come quelle integrative che la DIREZIONE LAVORI ritenesse necessarie per accertare la qualità del lavoro.
- f) Per consentire l'effettuazione delle prove in tempi congruenti con le esigenze di avanzamento dei lavori, l'APPALTATORE dovrà provvedere alla installazione in cantiere di uno o più laboratori attrezzati per la esecuzione delle prove previste dalla "Specifica di Controllo Qualità" di cui al paragrafo 8. Il laboratorio di cantiere dovrà avvalersi di personale qualificato e numericamente adeguato al quantitativo di prove da eseguire.
- g) Sarà cura dell'APPALTATORE provvedere al controllo e al contenimento di acque di falda e superficiali, provvedendo alla costruzione delle opere di drenaggio definitive ed alla realizzazione di tutte le opere provvisorie (well-point, palancole, deviazioni, aggottamenti, etc.) atte a garantire la qualità del lavoro da eseguire ed a garantire altresì il regolare deflusso delle acque.
- h) Sarà cura dell'APPALTATORE, provvedere alla fornitura ed al trasporto dei materiali provenienti da cave di prestito, così come di quelli provenienti dagli scavi.
- i) Nel caso in cui, in qualsiasi fase di lavoro, siano rinvenuti oggetti o oggetti di valore od oggetti tutelati dalle leggi vigenti, l'APPALTATORE dovrà scrupolosamente attenersi a quanto prescritto. Tutti i materiali non appartenenti alla tipologia di cui sopra resteranno di proprietà dell'APPALTATORE.
- j) Sarà onere dell'APPALTATORE provvedere alla profilatura delle scarpate, delle banchine e dei cigli ed alla costruzione degli arginelli se previsti, nonché alla maggiorazione delle dimensioni di progetto dei rilevati, per tener conto dell'assestamento delle terre, affinché all'epoca del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle previste nel progetto costruttivo.
- k) Sarà onere dell'APPALTATORE il trasporto e lo smaltimento a discarica autorizzata di tutto il materiale di risulta (non idoneo al riutilizzo o comunque esuberante) proveniente dagli scavi o da scarti di vagliatura del materiale accantonato per il riutilizzo.
- l) Sarà cura dell'APPALTATORE, durante tutte le fasi di lavorazione, provvedere alla protezione e conservazione dei manufatti esistenti ed all'eventuale ricostruzione, in caso di danneggiamento o temporanea rimozione, nello stato in cui si trovavano prima della effettuazione dei lavori.
- m) Sarà cura dell'APPALTATORE provvedere alla pulizia, manutenzione e ripristino del manto stradale, sia relativamente alle strade di cantiere che alla viabilità esterna, in modo da preservare l'integrità delle superfici stradali percorse dai mezzi dell'APPALTATORE e di garantire

costantemente la percorribilità delle strade anche in relazione agli aspetti concernenti la sicurezza.

- n) Sarà cura dell'APPALTATORE provvedere programmare i lavori conformemente alle fasi costruttive previste in progetto e verificare che i dati provenienti dal monitoraggio in corso d'opera siano rispondenti a quelli previsti in progetto. Nel caso in cui si verifichino degli differenze, dovrà essere tempestivamente informata la DIREZIONE DEI LAVORI. Sarà inoltre onere dell'APPALTATORE raccogliere e consegnare alla DIREZIONE DEI LAVORI i dati del monitoraggio, con cadenza almeno mensile.

3.4 Controlli

Prescrizioni generali

L'incidenza delle prove definita nelle specifiche di Controllo Qualità deve ritenersi come livello minimo; tale incidenza dovrà essere incrementata in ragione della discontinuità granulometrica dei materiali portati a rilevato o rinterro e della variabilità nelle procedure di compattazione.

L'APPALTATORE potrà eseguire le prove di controllo in proprio o tramite un laboratorio qualificato dall'APPALTATORE e approvato dalla DIREZIONE LAVORI. Il personale addetto dovrà essere di provata esperienza ed affidabilità; il numero dei tecnici nonché quello delle attrezzature effettivamente disponibili dovrà essere tale da poter esperire le prove in sito ed in laboratorio con tempestività, continuità e con le frequenze previste.

Le prove di laboratorio dovranno essere eseguite in una sede adeguatamente attrezzata e capiente distaccata presso il cantiere dell'APPALTATORE ed accessibile alla DIREZIONE LAVORI. Prima di iniziare i lavori l'APPALTATORE dovrà trasmettere alla DIREZIONE LAVORI l'elenco del personale, delle attrezzature di prova nonché i certificati di calibrazione e taratura delle apparecchiature; durante i lavori l'esito delle prove dovrà essere trasmesso tempestivamente su appositi moduli. Tutti gli oneri conseguenti alla effettuazione e certificazione delle prove di cui al presente articolo devono intendersi a totale carico dell'APPALTATORE.

I modelli da applicare per la gestione e la certificazione dei controlli, completi dei relativi certificati sono allegati al documento "Prescrizioni per l'esecuzione di forniture e lavori in assicurazione qualità".

Prima di iniziare i lavori in oggetto, l'APPALTATORE dovrà disporre di un P.C.Q. approvato dalla DL, per ogni opera da eseguire. Le prove saranno eseguite presso il laboratorio, qualificato dall'APPALTATORE e approvato dalla DIREZIONE LAVORI, o, in situ, dal personale dello stesso laboratorio qualificato; l'esito di ciascuna prova verrà riportato su un apposito certificato, ed allegato al P.C.Q. e farà parte del dossier di qualità dell'opera.

Per le prove in situ, su ciascun certificato dovrà essere chiaramente indicato:

- l'opera di riferimento
- le caratteristiche identificative del lotto testato
- la data di esecuzione del test
- i risultati ottenuti
- il nome e firma del controllore

Per le prove di piastra su ciascun certificato dovrà essere chiaramente indicato:

- l'opera di riferimento
- la provenienza del materiale testato, con indicazione del lotto o qualsiasi altro elemento identificativo;
- il nominativo dell'operatore che ha eseguito la prova;
- data e luogo della prova;
- visto di chi ha approvato l'emissione del certificato;

L'esito di tutte le prove e di tutti i controlli effettuati dovrà essere trasmesso alla DIREZIONE LAVORI.

La DIREZIONE LAVORI potrà indicare, a sua discrezione, i punti per il campionamento dei materiali e per l'esecuzione delle prove in situ.

3.5 Controlli sugli scavi

Il modello da applicare per la gestione e la certificazione dei controlli è il P.C.Q. completo delle relative schede per il controllo delle attività.

3.5.1 Scavi a mano o a macchina

Sono richiesti i seguenti controlli:

3.5.1.1 Controllo della geometria

Questo controllo sarà eseguito dall'APPALTATORE durante l'esecuzione di ogni singolo scavo o lotto di scavo (scavo di trincee e piani di posa delle opere in terra) ed in ogni caso con la frequenza necessaria affinché gli scavi siano eseguiti secondo le pendenze, le dimensioni, lo stato delle superfici e le quote di progetto. I risultati delle verifiche finali saranno annotati con la data e la firma del verificatore sull'apposita scheda prevista dal P.C.Q.

3.5.1.2 Controllo della densità secca

Dopo la compattazione si dovrà controllare che la massima densità secca raggiunta sia almeno pari a quella richiesta per ciascuna tipologia di opera in terra. La prova in oggetto sarà effettuata quando all'APPALTATORE è richiesto di effettuare lavori di compattazione sul fondo dello scavo. La prova sarà eseguita su ogni singolo scavo, se di dimensioni inferiori a 1000 m² o su lotti di scavo di 1000 m².

3.5.1.3 Controllo del modulo di deformazione

Dopo la compattazione si dovrà controllare che il modulo di deformazione raggiunto e il valore del coefficiente K siano almeno pari a quelli rispettivamente richiesti per ciascuna tipologia di opera in terra.

La prova in oggetto sarà effettuata quando all'APPALTATORE è richiesto di effettuare lavori di compattazione sul fondo dello scavo. La prova sarà eseguita su ogni singolo scavo, se di dimensioni inferiori a 1000 m². o su lotti di scavo di 1000 m².

3.5.2 Scavi con esplosivi

Lo scavo con uso di esplosivi dovrà essere eseguito secondo quanto riportato negli elaborati grafici, dove sono indicati il posizionamento delle cariche, la quantità di carica in ogni foro e completati con una relazione esplicativa in cui sia chiaramente documentata la necessità dell'uso dell'esplosivo, la quantità previste e le modalità esecutive.

Per questo tipo di scavi sono richiesti:

- La verifica del rilascio dei permessi da parte delle autorità competenti.
- La verifica della qualifica del personale addetto al maneggio degli esplosivi.

Entrambe queste documentazioni, in copia, saranno conservate dall'APPALTATORE in prossimità dei luoghi di lavoro a disposizione della DIREZIONE LAVORI e delle Autorità preposte.

3.6 Controlli sui rinterri

Il modello da applicare per la gestione e la certificazione dei controlli è il P.C.Q. completo delle relative schede per il controllo delle attività. Per le terre trattate a calce, oltre a quanto previsto di seguito, si dovrà fare riferimento a quanto richiesto nell'annesso al presente documento.

3.6.1 Controlli sui materiali

Prima della posa in opera dei materiali da utilizzare dovrà essere controllato che essi appartengano alle classi ritenute idonee per il tipo di rinterro da effettuare. Il controllo dovrà essere effettuato con le seguenti frequenze minime:

- materiale proveniente da scavo :
una prova ogni 3.000 mc.
- materiale proveniente da cava :
non si effettueranno prove in campo ma il materiale dovrà provenire da cava qualificata dall'APPALTATORE e accompagnato da relativo certificato (per ogni lotto omogeneo di materiale) emesso dalla cava, attestante la specifica ed i controlli sulla qualità del materiale in accordo alle procedure di C.Q. Il controllo sulla tipologia del materiale si ridurrà quindi al controllo del certificato.

3.6.2 Controllo della densità secca

Dopo la compattazione si dovrà controllare che la massima densità secca raggiunta sia almeno pari a quella richiesta per ciascuna tipologia di opera in terra. Per ciascuno strato di bonifica, dovrà essere eseguita almeno 1 prova ogni 1000 mc, e comunque almeno 1 prova per ogni strato di materiale compattato; per ciascuno strato di riempimento di scavi, dovrà essere eseguita almeno 1 prova ogni 2000 mc, e comunque almeno 1 prova per ogni strato di materiale compattato.

3.6.3 Controllo del modulo di deformazione

Dopo la compattazione si dovrà controllare che il modulo di deformazione raggiunto e il valore del coefficiente K siano almeno pari a quelli rispettivamente richiesti per ciascuna tipologia di opera in terra. Per ciascuno strato di bonifica, dovrà essere eseguita almeno 1 prova ogni 1000 mc, e comunque almeno 1 prova per ogni strato di materiale compattato; per ciascuno strato di riempimento di scavi, dovrà essere eseguita almeno 1 prova ogni 2000 mc, e comunque almeno 1 prova per ogni strato di materiale compattato.

3.6.4 Controllo dello spessore degli strati

Si dovrà misurare lo spessore dello strato di materiale da compattare (materiale sciolto) e controllare che siano rispettati i valori previsti nei paragrafi precedenti.

Il controllo dovrà essere effettuato per ogni strato steso e almeno ogni 200 m.

3.7 Controlli sui rilevati

Il modello da applicare per la gestione e la certificazione dei controlli è il P.C.Q. completo delle relative schede per il controllo delle attività.

Per le terre trattate a calce, oltre a quanto previsto di seguito, si dovrà fare riferimento a quanto richiesto nell'annesso 1 al presente documento.

3.7.1 Rilevati ferroviari

Gli scavi del terreno al disotto del piano di campagna dovranno essere effettuati con le modalità, di cui al p. 2.2, ed i controlli di cui al punto 5.

3.7.1.1 Controlli sui materiali

Piano di posa

I materiali utilizzati nel caso della bonifica del piano di posa del rilevato (par. 2.4.1.a/b) o di riempimento, per raggiungere la quota del piano di posa del rilevato, verranno controllati secondo quanto previsto nel par. 6.1.

3.7.1.2 Corpo del rilevato

Per verificare l'accettabilità dei materiali utilizzati per il primo strato del corpo del rilevato (anticapillare par.5.4.1c) e per tutto il corpo del rilevato (par.5.4.1.e÷q), i controlli verranno effettuati come di seguito indicato.

Per i materiali provenienti da cave, precedentemente qualificate dall'APPALTATORE, l'accettazione è subordinata alla presentazione del dossier di qualifica della cava, completo dei certificati di qualifica del materiale stesso ed approvato dalla DIREZIONE LAVORI. In questo caso il controllo per la rispondenza dei requisiti dei materiali si ridurrà quindi al controllo del certificato. Nel caso di impiego di materiali di natura diversa di quelli approvati in sede di qualificazione del materiale la DIREZIONE LAVORI deciderà l'effettuazione del tipo e quantità di prove da effettuare.

Per materiali provenienti da scavo le prove avverranno sullo scavo di approvvigionamento, con una frequenza di una prova ogni 3000 m³ di materiale scavato, ed in ogni caso ogni qualvolta cambi la tipologia del materiale scavato. Nel caso di impiego di rocce tufacee, all'atto della posa in opera dei rilevati dovrà essere controllato, mediante setacciatura, che i materiali con pezzatura compresa tra 7.1 e 25 cm siano presenti nella percentuale ammessa. Il controllo verrà effettuato con frequenza minima di almeno 1 ogni 3000 m³.

Per i controlli dei materiali dell'ultimo strato del rilevato (supercompattato) si rinvia al successivo par. 10.6..

3.7.1.3 Controlli sul contenuto d'acqua dei materiali

Per il corpo del rilevato, prima della compattazione, dovrà essere determinato (UNI CEN ISO/TS 17892-1/2005) il contenuto d'acqua del materiale da utilizzare, e confrontato con i limiti stabiliti (par.2.4.1.h). Nel caso ci sia la necessità di variarlo, mediante l'aggiunta di acqua o mediante evaporazione, la determinazione del contenuto d'acqua verrà ripetuta anche dopo le suddette operazioni. La frequenza dei controlli sarà di 1 ogni 10000 mc e comunque almeno 1 ogni strato da compattare.

3.7.1.4 Controlli sulla posa in opera dei materiali e sul livellamento degli strati

Si dovranno misurare gli spessori massimi degli strati stesi, prima della loro compattazione e controllare che non siano superiori a quelli indicati per questo tipo di opera. Si controllerà inoltre che la pendenza trasversale della superficie superiore dello strato finito, dopo compattazione, sia quella di progetto e che le scarpate dei rilevati mantengano pendenze non superiori a quelle riportate in progetto. I sopracitati controlli saranno effettuate per ogni strato e almeno 1 per ogni 1000 mq.

3.7.1.5 Controlli sulla densità secca

Dopo la compattazione si dovrà controllare che la massima densità secca raggiunta sia almeno pari a quella richiesta rispettivamente per il piano di posa, per lo strato di anticapillare e per il corpo del rilevato (par.5.4.1.i-l). Per il piano di posa dovrà essere eseguita almeno 1 prova ogni 4000 m², e comunque almeno 1 prova per ogni strato di materiale compattato. Per lo strato anticapillare e per il corpo del rilevato dovrà essere eseguita, sia sul bordo sia al centro del rilevato stesso, almeno 1 prova ogni 2000 m², e comunque almeno 1 prova per ogni strato di materiale compattato. Nel caso di utilizzo, preventivamente approvato, di frammenti di roccia, non verrà effettuata la prova per la determinazione della densità secca.

Per i controlli dei materiali dell'ultimo strato del rilevato (supercompattato) si rinvia al successivo par. 10.6

3.7.1.6 Controllo del modulo di deformazione

Dopo la compattazione si dovrà controllare che il modulo di deformazione raggiunto e il valore del coefficiente K siano almeno pari a quelli richiesti per il piano di posa, per lo strato di anticapillare e per il corpo del rilevato (par.5.4.1.b; 5.4.1.c.; 5.4.1.i.). Per il piano di posa dovrà essere eseguita almeno 1 prova ogni 4000 m², e comunque almeno 1 prova per ogni strato di materiale compattato. Per lo strato anticapillare e per il corpo del rilevato dovrà essere eseguita, sia sul bordo sia al centro del rilevato stesso, almeno 1 prova ogni 2000 m², e comunque almeno 1 prova per ogni strato di materiale compattato. Per i controlli dei materiali dell'ultimo strato del rilevato (supercompattato) si rinvia al successivo par. 10.6

3.7.1.7 Controllo della geometria del rilevato

Dovranno essere misurate, su tutta la lunghezza dei rilevati, l'altezza del rilevato, la larghezza delle banchine (se presenti) e la differenza di quota banchina-ciglio del rilevato o altra banchina, e verificare che siano conformi al progetto.

3.7.1.8 Controllo dell'inerbimento delle scarpate del rilevato

Dovrà essere controllato lo spessore dello strato di terreno vegetale umifero, l'eventuale realizzazione di gradoni di ancoraggio e l'uniformità dell'inerbimento. I controlli dovranno essere effettuati su entrambe le scarpate con una frequenza di 1 ogni 2000 m².

3.7.1.9 Monitoraggi

Dovranno essere effettuate tutte le misure di controllo previste nel piano di monitoraggio in corso d'opera, con le frequenze indicate in progetto. I dati dovranno essere comunicati alla DIREZIONE DEI LAVORI, mediante una relazione nella quale sono messe a confronto le previsioni di progetto, fino alla data di redazione della relazione e tutte le misure effettuate nella stessa data. Detta relazione dovrà essere redatta con la frequenza riportata in progetto e comunque non superiore a 30 giorni.

3.7.2 Rilevati a ridosso di opere d'arte

3.7.2.1 Controllo del materiale

Il misto cementato impiegato(par.5.4.2.1) sarà accompagnato da certificazioni controllato mediante prova di resistenza a compressione su provini cilindrici compattati a 7 giorni di stagionatura, secondo norme CNR. B.U. n°29. La frequenza delle prove sarà in ragione di una prova ogni strato posto in opera.

3.7.2.2 Controllo della densità secca

La frequenza delle prove sarà in ragione di una prova ogni strato posto in opera di misto cementato e di A1.

3.7.2.3 Controllo del modulo di deformazione

La frequenza delle prove sarà in ragione di una prova ogni strato posto in opera di misto cementato e di A1.

3.7.2.4 Controlli sulla posa in opera dei materiali e sul livellamento degli strati

Si dovranno misurare gli spessori massimi degli strati stesi, prima della loro compattazione e controllare che non siano superiori a quelli indicati per questo tipo di opera.

Si controllerà inoltre che la pendenza trasversale della superficie superiore dello strato finito, dopo compattazione, sia quella di progetto e che le scarpate dei rilevati mantengano pendenze non superiori a quelle riportate in progetto.

I sopraccitati controlli (5.4.2.1) saranno effettuati per ogni strato e almeno 1 per ogni 1000 mq.

3.7.3 Rilevati stradali

Per i rilevati stradali valgono le stesse prescrizioni previste per il controllo dei rilevati ferroviari di cui al par. 7.1.

3.7.4 Controlli sulle trincee

Per le terre trattate a calce si dovrà fare riferimento a quanto previsto di seguito.

3.7.4.1 Trincee ferroviarie

Gli scavi del terreno al disotto del piano di campagna dovranno essere effettuati con le modalità ed i controlli di cui al punto 5.

3.7.4.1.1 Controlli sui materiali

Piano di posa

I materiali utilizzati nel caso della bonifica del piano di posa dello strato supercompattato, verranno controllati secondo quanto previsto nel par. 6.1.

3.7.4.1.2 Controlli sulla densità secca

Dopo la compattazione del piano di posa o di ciascuno strato di terra che costituisce la bonifica (2.3.b) si dovrà controllare che la massima densità secca raggiunta sia almeno pari a quella richiesta per questo tipo di opera. I controlli dovranno essere eseguiti con una frequenza di almeno 1 prova ogni 1000 m², e comunque almeno 1 prova per ogni strato di materiale compattato.

Per i controlli dei materiali dello strato supercompattato si rinvia al successivo par. 7.5

3.7.4.1.3 Controllo del modulo di deformazione

Dopo la compattazione del piano di posa o di ciascuno strato di terra che costituisce la bonifica si dovrà controllare che il modulo di deformazione raggiunto e il valore del coefficiente K siano almeno pari a quelli richiesti per questo tipo di opera. I controlli dovranno essere eseguiti con una frequenza di almeno 1 prova ogni 1000 m², e comunque almeno 1 prova per ogni strato di materiale compattato.

Per i controlli dei materiali dell'ultimo strato del rilevato (supercompattato) si rinvia al successivo par. 7.5

3.7.4.1.4 Monitoraggi

Dovranno essere effettuate tutte le misure di controllo previste nel piano di monitoraggio in corso d'opera, con le frequenze indicate in progetto. I dati dovranno essere comunicati alla DIREZIONE DEI LAVORI, mediante una relazione nella quale sono messe a confronto le previsioni di progetto, fino alla data di redazione della relazione e tutte le misure effettuate nella stessa data. Detta relazione dovrà essere redatta con la frequenza riportata in progetto e comunque non superiore a 30 giorni.

3.7.4.2 trincee stradali

Per le trincee stradali valgono le stesse prescrizioni delle trincee ferroviarie di cui al par. 7.5.1

3.7.4.3 Controlli sullo strato supercompattato

3.7.4.3.1 Controlli sui materiali

Il materiale in opera dovrà presentarsi uniformemente miscelato, privo di segregazione dei suoi costituenti. Per verificare l'accettabilità dei materiali utilizzati, i controlli (2.7.1.a) della granulometria del materiale, della determinazione del C.B.R., della prova Los Angeles, del coefficiente di disuniformità e dell'equivalente in sabbia, verranno effettuati in cave precedentemente qualificate dall'APPALTATORE; l'accettazione è subordinata alla presentazione del dossier di qualifica della cava, completo dei certificati di qualifica del materiale stesso ed approvato dalla DIREZIONE LAVORI. In questo caso i controlli per la rispondenza dei requisiti dei materiali si ridurranno al controllo del certificato. L'equivalente in sabbia dovrà essere determinato anche dopo il costipamento, presso il laboratorio, qualificato dall'APPALTATORE e approvato dalla DIREZIONE LAVORI, o, in situ, dal personale dello stesso laboratorio qualificato; l'esito di ciascuna prova verrà riportato su un apposito certificato. Queste prove verranno effettuate con una frequenza minima di 1 prova ogni 1000 m³.

3.7.4.3.2 Controlli sulla posa in opera dei materiali e sul livellamento degli strati

Si dovrà misurare lo spessore massimo dello strato e verificare che non sia inferiore a quelli di progetto, con una tolleranza di più o meno del 5%, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente. Si controllerà inoltre che la pendenza trasversale della superficie superiore dello strato finito, dopo compattazione, sia quella di progetto. La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm controllato con un regolo di m 4,50 di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. I sopracitati controlli saranno effettuati con una frequenza di almeno 1 per ogni 1000 m².

3.7.4.3.3 Controlli sulla densità secca

Dopo la compattazione si dovrà controllare (2.7.1.h) che la massima densità secca raggiunta sia almeno pari a quella richiesta. La frequenza dei controlli dovrà essere almeno 1 prova ogni 1000 m², e comunque almeno 1 prova per ogni strato di materiale compattato.

3.7.4.3.4 Controllo del modulo di deformazione

Dopo la compattazione si dovrà controllare (2.7.1.h) che il modulo di deformazione raggiunto e il valore del coefficiente K siano almeno pari a quelli richiesti per il piano di posa, per lo strato di anticapillare e per il corpo del rilevato. Per il piano di posa dovrà essere eseguita almeno 1 prova ogni 1000 m², e comunque almeno 1 prova per ogni strato di materiale compattato.

3.8 Normative richiamate nel testo

- CNR B.U. n° 27 Metodo di prova per la misura dell'equivalente in sabbia
- CNR B.U. n°29 Norme sui misti cementati
- CNR B.U. n° 34 Determinazione della perdita in peso per abrasione di aggregati lapidei con l'apparecchio Los Angeles
- CNR B.U. n° 69 Norme sui materiali stradali. Prova di costipamento di una terra
- CNR B.U. n° 146 Determinazione del modulo M_d e $m'd$ mediante prova di carico a doppio ciclo con piastra circolare
- CNR B.U. n° 36 Norme sulla composizione di terre stabilizzate a calce.
- UNI EN 13242/2008 Proprietà degli aggregati
- UNI EN 13285/2004 (Miscele non legate di aggregati)
- UNI ISO 14688-1/2003 (Identificazione e classificazione terre naturali)
- UNI CEN ISO/TS 17892-1/2005 (Prove sui materiali stradali. Umidità di una terra)
- UNI EN 13286-47 /2006 (Prove sui materiali stradali. Indice di portanza cbr di una terra)

□ OPERE DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO

4.1	Scopo, campo di applicazione, oneri e prescrizioni generali	34
4.2	Normativa di riferimento	35
4.3	Caratteristiche dei materiali	35
4.4	Caratteristiche delle miscele	39
4.5	Calcestruzzo gettati in opera: produzione, trasporto e posa in opera.....	43
4.6	Prefabbricati in calcestruzzo: qualifica degli impianti e confezionamento.....	51
4.7	Casseforme.....	55
4.8	Magroni e malte	57
4.9	Acciaio d'armatura per c.a. e c.a.p.	59
4.10	Qualifica del conglomerato cementizio	61
4.11	Prove di carico	68
4.12	Specifiche controllo qualita'.....	68
5	ALLEGATI	92

4.1 Scopo, campo di applicazione, oneri e prescrizioni generali

4.1.1 Scopo

La presente sezione di capitolato è relativa ai conglomerati e alle malte cementizie. Nel seguito vengono

definite le caratteristiche ammissibili per le miscele e per i loro componenti e le modalità esecutive applicabili al fine di ottenere definite caratteristiche prestazionali.

4.1.2 Campo di applicazione

Le prescrizioni si applicano ai soli calcestruzzi confezionati con aggregati normali e definiti, secondo la UNI-EN 206-1, con struttura chiusa. Le prescrizioni si applicano al calcestruzzo per strutture gettate in sito, prefabbricate, confezionato in impianto localizzato o in cantiere o all'esterno dello stesso o in stabilimento di prefabbricazione, e ai componenti strutturali di edifici e opere in cui venga utilizzato calcestruzzo non armato, armato o precompresso.

4.1.3 Oneri per l'esecuzione delle prove

Al fine di verificare la rispondenza delle opere eseguite alle specifiche e agli standard prefissati l'Appaltatore dovrà eseguire o far eseguire tutte le prove e i controlli previsti dalle presenti prescrizioni, così come quelli integrativi richiesti dal Direttore dei Lavori in base a motivate esigenze tecniche.

Tutti gli oneri diretti e indiretti derivanti dall'applicazione delle presenti prescrizioni, compresi quelli necessari per il prelievo, confezionamento, trasporto dei campioni di materiali da sottoporre a prove fisiche-chimiche-meccaniche, nonché i costi di esecuzione di queste ultime a cura di Laboratori Ufficiali o Autorizzati, si intendono compresi e compensati dai prezzi contrattuali.

Le prove di carico prescritte dalle specifiche contrattuali o dai documenti di progetto o richieste dal Direttore dei Lavori in base a motivate esigenze tecniche o dal Collaudatore, così come quelle previste dalle leggi vigenti, dovranno essere eseguite a cura e spese dell'Appaltatore.

Per tutti i tipi di prova l'Appaltatore dovrà fornire la manodopera, le attrezzature, predisporre le eventuali opere provvisorie e i ponteggi in quantità e tipologie adeguate all'esecuzione delle prove medesime.

Prima dell'effettuazione delle prove il progettista dovrà concordare la disposizione ed il tipo delle apparecchiature, degli strumenti e dei materiali da utilizzare, al fine di garantire la operatività e la precisione richiesta controllando anche lo stato delle tarature. L'Appaltatore dovrà assicurare, nel rispetto delle norme di sicurezza, la completa accessibilità sia alle opere da collaudare che agli strumenti di misura. Per consentire l'esecuzione delle prove previste in tempi congruenti con le esigenze di avanzamento dei lavori, l'Appaltatore dovrà fare riferimento a uno o più laboratori attrezzati. Le prove previste ai sensi della Legge 1086 e relativi decreti di attuazione dovranno essere effettuate solo presso Laboratori Ufficiali o Autorizzati. Nel caso di disponibilità di un laboratorio di cantiere, l'Appaltatore dovrà avvalersi di personale qualificato e numericamente adeguato al numero e tipo di prove da eseguire.

4.1.4 Preavvisi

Nel caso d'esecuzione di opere che, per effetto di operazioni successive, risultassero inaccessibili o comunque non più ispezionabili, prima di procedere con le operazioni successive l'Appaltatore dovrà darne informazione al Direttore dei Lavori; nel caso in cui l'Appaltatore non ottemperi a quanto sopra, il Direttore dei Lavori potrà richiedere, a cura e spese dell'Appaltatore, la messa a nudo delle parti occultate o che vengano rese comunque accessibili le opere preventivamente non ispezionate.

4.2 Normativa di riferimento

Le presenti prescrizioni si intendono integrative delle Norme Tecniche vigenti quali il D.M. 14/01/2008 e delle norme di legge vigenti in merito a leganti, aggregati, acqua di impasto ed additivi nonché delle relative Norme UNI. Per i riferimenti bibliografici e normativi vedi Appendice 2.

4.3 Caratteristiche dei materiali

4.3.1 Cemento

Per i manufatti strutturali potranno essere impiegati unicamente i cementi elencati nella norma UNI EN 197-

1, con esclusione del cemento alluminoso e dei cementi per sbarramenti di ritenuta.

Nella stessa appendice si riporta la classificazione dei cementi in funzione della loro resistenza ai solfati e al dilavamento secondo quanto previsto dalle norme UNI 9156 e 9606.

Il cemento dovrà provenire da impianti di produzione in grado di garantire la continuità e la costanza della qualità della fornitura del tipo di cemento richiesto. I cementi utilizzati dovranno essere controllati e certificati secondo quanto previsto nella Norma UNI EN 197-1.

Su richiesta del Direttore dei Lavori l'Appaltatore dovrà consegnare copia delle bolle di accompagnamento di tutte le singole forniture di cemento approvvigionate all'impianto.

I requisiti meccanici, chimici e fisici del cemento dovranno essere controllati dall'Appaltatore per mezzo di prelievi, in contraddittorio con il fornitore, effettuati dalle autocisterne presso l'impianto di confezionamento, durante la qualificazione e in corso d'opera, secondo le modalità e le cadenze prescritte nella tabella seguente e in conformità a quanto previsto dalla Norma UNI EN 197-2. Copia di tutti i certificati di prova dovrà essere consegnata al Direttore dei Lavori.

In caso di ambienti chimicamente aggressivi si dovrà far riferimento a quanto previsto nelle Norme UNI 9156 e UNI 10595 e nei successivi paragrafi.

4.3.2 Aggiunte: ceneri volanti e microsilice

Eventuali aggiunte al calcestruzzo potranno essere eseguite se conformi alla Norma vigente UNI-EN 206-1; particolare cura dovrà essere prestata alla loro influenza sulla richiesta d'acqua e sulla durabilità dell'opera.

L'eventuale impiego di cenere volante o microsilice dovrà essere concordato in sede di prequalifica del materiale con la Direzione Lavori.

In caso di utilizzo di ceneri volanti e/o microsilice, come aggiunte in sostituzione della frazione fine delle sabbie, dovranno essere soddisfatte tutte le caratteristiche fisico-chimico-meccaniche dei conglomerati cementizi allo stato fresco ed indurito prescritte nei successivi punti. In nessun caso si terrà conto dell'aggiunta di tali prodotti nel computo del dosaggio di cemento e del rapporto A/C.

4.3.3 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, etc.) che possano danneggiare o ritardare la presa e l'indurimento del cemento.

Particolare attenzione dovrà essere prestata alla costanza delle loro caratteristiche.

Le caratteristiche delle ceneri volanti devono soddisfare i requisiti delle UNI EN 450 del 2005 e 2007.

4.3.4 Microsilice (fumi di silice/silica fume)

La microsilice ai fini dell'utilizzazione nel calcestruzzo come aggiunte tipo II (aggiunte pozzolaniche) in parziale sostituzione del cemento devono essere conformi alla UNI EN 13263 parte 1 e 2 e provviste di marcatura CE. Tutte le forniture di microsilice devono essere accompagnate dall'attestato di conformità CE alla norma UNI EN 13263-1.

4.3.5 Aggregati

Gli aggregati impiegati per il confezionamento del calcestruzzo, provenienti da vagliatura e trattamento di materiali alluvionali o da frantumazione di materiali di cava, dovranno avere caratteristiche conformi a quelle previste, per gli aggregati di classe A, nella Norma UNI 8520-2. Le caratteristiche degli aggregati

dovranno essere verificate:

- alla qualificazione;
- a ogni cambio di cava o del fronte di coltivazione della stessa cava;
- ogni 20.000 m³ di calcestruzzo confezionato.

Il Direttore dei Lavori potrà autorizzare frequenze diverse in funzione delle caratteristiche dei materiali utilizzati. Sia le sabbie che gli aggregati grossi dovranno avere massa volumica reale non minore di 2.60 t/m³. Per quanto riguarda gli aggregati esposti a rischio di reagire chimicamente con gli alcali contenuti nel cemento si farà riferimento a quanto previsto ai punti successivi.

Se gli aggregati provengono da frantumazione di materiale proveniente da scavi in sotterraneo (anche parzialmente) dovranno essere eseguite, oltre alle prove sopra indicate, le seguenti:

- giornalmente: la determinazione del contenuto di solfati e cloruri;
- settimanalmente: un'analisi mineralogica mirata a rilevare elementi potenzialmente reattivi agli alcali, integrata da prove di potenziale reattività in presenza di alcali.

4.3.6 Acqua d'impasto

L'acqua d'impasto dovrà essere dolce, limpida non inquinata da materie organiche, dovrà essere definita la sua provenienza ad avere caratteristiche costanti nel tempo. Dovrà soddisfare i requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate con DM 14/01/2008. L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta in relazione al tipo di conglomerato cementizio, tenendo conto dell'acqua contenuta negli inerti (Norma UNI EN 933-1/2009) in modo da rispettare il previsto rapporto acqua/cemento. L'acqua d'impasto dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008/2003.

4.3.7 Acciaio da cemento armato normale e da precompressione

L'acciaio da cemento armato normale comprende:

- barre in acciaio tipo B 450 C ($6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 50 \text{ mm}$) e tipo B 450 A ($5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 10 \text{ mm}$);
- rotoli in acciaio tipo B 450 C ($\varnothing \leq 16 \text{ mm}$) e tipo B 450 A ($\varnothing \leq 10 \text{ mm}$);
- reti e tralicci elettrosaldati: in acciaio tipo B 450 C ($6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$) e tipo B 450 A ($5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 10 \text{ mm}$).

L'acciaio da precompressione comprende:

- filo: prodotto trafilato a sezione piena con diametro variabile tra 5 e 8 mm che viene fornito in rotoli lisci o anche muniti di tacche che servono a migliorare l'aderenza con il calcestruzzo e a favorire l'ancoraggio. Per le strutture ad armatura pretesa non possono essere utilizzati i fili lisci;
- barra: prodotto laminato a sezione piena che viene fornita in rotoli o in elementi rettilinei di 25 m di lunghezza. Sono in genere fornite di risalti per favorire l'aderenza;
- treccia: fornita in rotoli costituite da gruppi di 2 o 3 fili avvolti ad elica intorno al loro comune asse longitudinale; diametro, passo e senso di avvolgimento dell'elica sono uguali per tutti i fili della treccia;
- trefolo: fornito in rotoli, realizzato da gruppi di fili avvolti ad elica in uno o più strati intorno ad un filo rettilineo disposto secondo l'asse longitudinale dell'insieme e completamente ricoperto dagli strati. Il passo e il senso di avvolgimento dell'elica sono uguali per tutti i fili di uno stesso strato.

Ognuno di questi prodotti deve rispondere al D.M. 14/1/2008, deve essere qualificato all'origine, deve portare impresso, ove prescritto dalle suddette norme, il marchio indelebile che lo renda costantemente riconoscibile e riconducibile inequivocabilmente allo stabilimento di produzione.

4.3.8 Additivi

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

Tutti gli additivi impiegati dovranno essere conformi alla norma UNI EN 934 (parti 2,3,4,5); per tutti gli additivi sarà richiesta una specifica documentazione indicante le caratteristiche chimico-fisiche nonché la "spettrografia dell'analisi a raggi infrarossi" che attesti la totale corrispondenza del prodotto alle specifiche dichiarate in fase di adozione dell'additivo medesimo del mix design.

Gli additivi da utilizzarsi, eventualmente, per ottenere il rispetto delle caratteristiche delle miscele in conglomerato cementizio, potranno essere impiegati solo dopo 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.

4.3.9 Additivi fluidificanti e superfluidificanti

Per opere ed in condizioni particolari, ove sia ritenuto necessario dal progettista e dalla DL, si potrà prevedere la doppia additivazione del conglomerato cementizio che consiste nell'aggiunta in cantiere di una quantità nota di additivo residuo, caricato all'impianto. Il dosaggio complessivo di additivo al mc non dovrà superare la quantità stabilita nel mix design.

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 DL potrà richiedere una miscelazione più prolungata in funzione dell'efficienza delle attrezzature e delle condizioni di miscelamento.

4.3.10 Additivi aeranti

In caso di conglomerati cementizi per la realizzazione di opere sottoposte a cicli di gelo e disgelo dovranno essere utilizzati specifici additivi aeranti, come prescritto dalle normative UNI EN 206-1 e UNI 11104 al fine di garantire il rispetto delle prescrizioni di cui ai successivi punti relativi al contenuto di aria occlusa.

4.3.11 Additivi ritardanti

Additivi ritardanti potranno essere eccezionalmente utilizzati, previa idonea qualifica e preventiva approvazione da parte della Direzione 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.

4.3.12 Disarmanti

Come disarmanti 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.

4.3.13 Antieaporanti

Eventuali prodotti antieaporanti filmogeni devono rispondere alle norma UNI da 8656 a 8660. L'Appaltatore deve sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori la documentazione tecnica sul prodotto e sulle modalità di applicazione; egli deve accertarsi, che il materiale impiegato sia compatibile con prodotti di successive lavorazioni (ad esempio con il primer di adesione di guaine per impermeabilizzazione di solette) e che non interessi le zone di ripresa del getto.

4.4 Caratteristiche delle miscele

4.4.1 Classi di resistenza

Per indicare la classe di resistenza si utilizza nel seguito la simbologia Cxx/yy ove xx individua il valore della resistenza caratteristica cilindrica fck e yy il valore della resistenza caratteristica cubica Rck, entrambi espressi in N/mm² (1 N/mm² = 10 Kg/cm²).

Nella Tabella 4.1, in accordo con le norme UNI EN 206-1 e UNI 11104, vengono riportate le caratteristiche prestazionali dei conglomerati cementizi ed i loro campi di impiego, in via generale, salvo diverse indicazioni del Progettista.

Tabella 4.1

CLASSE DI ESPOSIZIONE:	DESCRIZIONE DELL'AMBIENTE	CLASSE DI RESISTENZA MINIMA:	MASSIMO RAPPORTO ACQUA / CEMENTO:	MINIMO CONTENUTO DI CEMENTO [kg/mc]:	MINIMO CONTENUTO D'ARIA [%]:	ESEMPI DI UTILIZZO
1 Assenza di rischio di corrosione o attacco						
☐0	Calcestruzzo privo di armature o inserti metallici	C12☐☐	-	-	-	Sottofondazioni non armate, getti di livellamento; calcestruzzo all'interno di edifici con umidità molto bassa
2 Corrosione indotta da carbonatazione						
☐C1	Asciutto o permanentemente bagnato	C2☐☐30	0,60	300	-	Calcestruzzo all'interno di edifici con bassa umidità relativa; calcestruzzo costantemente immerso in acqua
☐C2	Bagnato, raramente asciutto	C2☐☐30	0,60	300	-	Superfici di calcestruzzo a contatto con acqua per lungo tempo; molte fondazioni
☐C3	Umidità moderata	C2☐☐3☐	0,55	320	-	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità relativa dell'aria moderata oppure elevata; calcestruzzo esposto all'esterno protetto dalla pioggia

<input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/>	Ciclicamente bagnato ed asciutto	C32 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 0	0,50	340	-	Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con acqua, non nella classe di esposizione XC2; calcestruzzi a vista in ambiente urbano
3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare						
<input type="checkbox"/> D1	Umidità moderata	C2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	0,55	320	-	Superfici di calcestruzzo esposte a nebbia salina
<input type="checkbox"/> D2	Bagnato, raramente asciutto	C32 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 0	0,50	340	-	Piscine; calcestruzzo esposto ad acque industriali contenenti cloruri
<input type="checkbox"/> D3	Ciclicamente bagnato ed asciutto	C3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	0,45	360	-	Parti di ponti esposte a spruzzi contenenti cloruri; pavimentazioni; pavimentazioni di parcheggi
<input type="checkbox"/> Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare						
<input type="checkbox"/> S1	Esposto a nebbia salina ma non in contatto diretto con acqua di mare	C32 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 0	0,50	340	-	Strutture prossime oppure sulla costa
<input type="checkbox"/> S2	Permanentemente sommerso	C3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	0,45	360	-	Parti di strutture marine
<input type="checkbox"/> S3	Zone esposte alle onde oppure alla marea	C3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	0,45	360	-	Parti di strutture marine
<input type="checkbox"/> Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza sali disgelanti						
<input type="checkbox"/> F1	Moderata saturazione d'acqua, senza impiego di agente antigelo	C32 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 0	0,50	320	-	Superfici verticali di calcestruzzo (facciate, colonne) esposte alla pioggia e al gelo
<input type="checkbox"/> F2	Moderata saturazione d'acqua, con uso di agente antigelo	C2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 30	0,50	340	3,0	Superfici verticali di calcestruzzo di strutture stradali esposte al gelo e nebbia di agenti antigelo
<input type="checkbox"/> F3	Elevata saturazione d'acqua, senza agente antigelo	C2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 30	0,50	340	3,0	Superfici orizzontali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo
<input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/>	Elevata saturazione d'acqua, con agente antigelo oppure acqua di mare	C2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	0,45	360	3,0	Strade e impalcati da ponte esposti agli agenti antigelo; superfici di calcestruzzo esposte direttamente a nebbia

						contenente agenti antigelo e al gelo
<input type="checkbox"/> Attacco chimico						
<input type="checkbox"/> A1	Ambiente chimico debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 - UNI EN 206-1	C23	0,55	320	-	-
<input type="checkbox"/> A2	Ambiente chimico moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 - UNI EN 206-1	C320	0,50	340	-	-
<input type="checkbox"/> A3	Ambiente chimico fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 - UNI EN 206-1	C3	0,45	360	-	-

Le prescrizioni relative alla classe di resistenza del conglomerato cementizio (resistenza caratteristica cubica a 28 giorni di stagionatura espressa in MPa), il contenuto di cemento e il contenuto di aria sono da ritenersi come minime; il rapporto acqua / cemento è da ritenersi come massimo.

4.4.2 Granulometria degli aggregati

Gli aggregati dovranno appartenere ad almeno tre classi granulometriche diverse.

Essi dovranno essere mescolati tra loro in definite percentuali così da formare miscele rispondenti ai criteri di curve granulometriche teoriche o sperimentali di riferimento e tali che l'impasto fresco e indurito abbia i prescritti requisiti di resistenza, consistenza, omogeneità, aria inglobata, permeabilità, ritiro e acqua essudata. Il contenuto minimo di cemento e il rapporto massimo acqua/cemento vanno definiti sulla base delle condizioni ambientali di esposizione e delle prestazioni richieste.

Le singole pezzature o frazioni granulometriche sono definite:

- per le sabbie solamente da un diametro massimo (D).
- per gli aggregati grossi da un diametro massimo (D) e da un diametro minimo (d);

Si dovrà adottare una curva granulometrica che, in relazione al dosaggio di cemento, garantisca la massima compattezza e la migliore lavorabilità del calcestruzzo. Il diametro massimo dell'aggregato dovrà essere scelto in funzione dei valori di copriferro e interferro, delle dimensioni minime dei getti, delle modalità di getto e del tipo di mezzi d'opera; in ogni caso dovrà rispettare quanto previsto dalla Norma UNI-EN 206-1.

Per quanto concerne l'aggregato fine, per la preparazione di un mix potrà essere usata una sabbia od una miscela di due sabbie. Le caratteristiche petrografiche, granulometriche, chimiche, fisiche e meccaniche delle miscele di sabbie dovrà rispondere ai limiti di accettazione stabilito dalla norma UNI 8520/2 fatte salve le più stringenti specifiche di cui al precedente punto 3.3 concernenti la massa volumica e l'assorbimento superficiale. Nel caso in cui la miscela sia costituita da una sabbia di frantumazione ed una sabbia naturale, i limiti di accettabilità dettati dalla norma UNI 8520/2. Per quanto concerne invece le singole sabbie componenti le miscele, queste dovranno rispettare in ogni caso i seguenti limiti:

- Equivalente in sabbia (ES): > 70
- Valore di bleu (VB) $\leq 0,8 \text{ cm}^3/\text{g}$ di fini

- $1,8 \leq \text{Modulo di Finezza (MF)} \leq 3,6$
- Contenuto di grumi di argilla e particelle friabili $\leq 3\%$
- Contenuto di particelle leggere e friabili $\leq 2\%$
- Contenuto di sostanze organiche: colore della soluzione almeno uguale allo standard di riferimento.

Il Direttore dei Lavori potrà eventualmente approvare l'adozione di una granulometria discontinua, verificando preventivamente che l'impasto risponda alla prova di omogeneità descritta in allegato.

Ogni 10.000 m³ di calcestruzzo prodotto dovrà essere verificata la curva granulometrica, della miscela degli inerti, dai campioni prelevati secondo UNI EN 932-1 e analizzati secondo UNI EN 933-1.

4.4.3 Rapporto acqua/cemento

La quantità d'acqua totale da impiegare per il confezionamento dell'impasto dovrà essere calcolata tenendo conto dell'acqua libera contenuta negli aggregati. Si dovrà fare riferimento alla Norma UNI EN 1097-6.

Il suddetto rapporto, dovrà essere controllato secondo le indicazioni riportate nella Norma UNI EN 12350-7/2009, e non dovrà discostarsi di ± 0.02 da quello verificato in fase di qualificazione della relativa miscela. Il rapporto a/c dovrà essere controllato anche in cantiere, almeno una volta alla settimana, tale rapporto non dovrà scostarsi più del ± 0.02 da quello verificato in fase di qualificazione della relativa miscela.

4.4.4 Controllo dell'omogeneità del conglomerato cementizio

L'omogeneità del conglomerato cementizio all'atto del getto, dovrà essere verificata vagliando ad umido due campioni, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadrata da 4 mm.

La percentuale in peso del materiale trattenuto nel vaglio dei due campioni non dovrà differire più del 10%, inoltre lo slump degli stessi prima della vagliatura non dovrà differire di più di 30 mm.

4.4.5 Lavorabilità

La lavorabilità del conglomerato cementizio fresco sarà valutata con la misura all'abbassamento al cono di Abrams (slump) in mm secondo la Norma UNI EN 12350-2; tale prova dovrà essere eseguita in concomitanza a ciascun prelievo di campioni per la determinazione delle resistenze a compressione dei conglomerati.

La prova è da considerarsi significativa per abbassamenti compresi tra 20 e 240 mm.

Il conglomerato cementizio non dovrà presentarsi segregato e la quantità di acqua essudata, misurata secondo la Norma UNI 7122, dovrà essere nulla.

In alternativa, per abbassamenti inferiori ai 20 mm si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo la norma UNI EN 12350-5, o con l'apparecchio VEBE' secondo la norma UNI EN 12350-3.

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 30 minuti dall'arrivo della betoniera in cantiere. Trascorso questo tempo sarà l'impresa esecutrice responsabile dell'eventuale minore lavorabilità rispetto a quella prescritta. Il calcestruzzo con la lavorabilità inferiore a quella prescritta potrà essere a discrezione della D.L.:

- respinto (l'onere della fornitura in tal caso spetta all'impresa esecutrice);

- accettato, se esistono le condizioni, in relazione alla difficoltà di esecuzione del getto, per poter conseguire un completo riempimento dei casseri ed una completa compattazione.

4.4.6 Acqua essudata

Il calcestruzzo non dovrà presentarsi segregato e la quantità di acqua essudata, misurata secondo la Norma UNI 7122 ogni 1000 m³ di calcestruzzo confezionato, dovrà essere minore o uguale allo 0.1% in volume.

4.4.7 Prescrizioni per la durabilità dei calcestruzzi

Per garantire la durabilità delle strutture in calcestruzzo armato ordinario o precompresso, esposte all'azione dell'ambiente, si devono adottare i provvedimenti atti a limitare gli effetti di degrado indotti dall'attacco chimico, fisico e derivante dalla corrosione delle armature e dai cicli di gelo e disgelo.

A tal fine in fase di progetto la prescrizione, valutate opportunamente le condizioni ambientali del sito ove sorgerà la costruzione o quelle di impiego, deve fissare le caratteristiche del calcestruzzo da impiegare (composizione e resistenza meccanica), i valori del copriferro ed eventualmente le regole di maturazione.

Ai fini della valutazione della durabilità, la D.L. prescriverà, se necessario, le opportune prove per la verifica della resistenza alla penetrazione agli agenti aggressivi (ad esempio il grado di impermeabilità del calcestruzzo attraverso la determinazione del valore della profondità di penetrazione dell'acqua in pressione in mm). Per la prova di determinazione della profondità della penetrazione dell'acqua in pressione nel calcestruzzo indurito vale quanto indicato nella norma UNI EN 12390-8:2009. Al fine di ottenere la prestazione richiesta in funzione delle condizioni ambientali, nonché per la definizione della relativa classe, il riferimento sono le norme UNI EN 206-1:2006 ed UNI 11104:2004.

Tali prescrizioni dovranno essere applicate a tutte le strutture gettate in opera e a tutti gli elementi prefabbricati, anche precompressi.

4.5 Calcestruzzo gettati in opera: produzione, trasporto e posa in opera

4.5.1 Centrali di betonaggio ed impianti di cantiere

I conglomerati cementizi possono essere confezionati esclusivamente in centrali di betonaggio o impianti di cantiere che siano stati preventivamente esaminati ed approvati dalla Direzione Lavori.

L'effettiva capacità produttiva oraria delle centrali e degli impianti dovrà essere commisurata alle produzioni previste dal Programma di Costruzione. Gli impianti e le centrali di betonaggio dovranno essere dotati di sistema di dosaggio automatico e di tutti gli strumenti ed attrezzature idonee a garantire un costante controllo dei dosaggi di tutti i componenti, delle granulometrie e dell'umidità degli aggregati. Ogni centrale di betonaggio od impianto di cantiere dovrà avere al proprio interno un laboratorio dotato di tutti le attrezzature per effettuare le prove di controllo in corso d'opera. Per evitare che l'acqua piovana possa alterare bruscamente l'umidità degli aggregati nelle tramogge, queste dovranno essere coperte con idonee tettoie. Analogamente i nastri caricatori delle tramogge e quelli che vanno dall'impianto di miscelazione alla bocca di carico dovranno essere coperti anche al fine di ridurre l'inquinamento acustico ed il sollevarsi di polveri specie in presenza di forte vento. Nel caso in cui l'acqua per gli impasti sia accumulata in cisterne, queste dovranno essere opportunamente posizionate per limitare gli effetti delle basse ed alte temperature; in particolare dovranno essere protette (con tettoie ecc.) dall'irraggiamento diretto. Ogni centrale/impianto di betonaggio dovrà essere dotato di un sistema di recupero e trattamento dei calcestruzzi freschi di risulta nonché delle acque di lavaggio per il loro eventuale riciclo. Il calcestruzzo residuo contenuto nelle autobetoniere, nei bilici, autocarri, pompe, ecc. e quello eventualmente rifiutato dalla Direzione di Cantiere ovvero respinto dalla Direzione Lavori non potrà essere portato e gettato a discarica ma dovrà essere inviato ad un apposito impianto di recupero del cls fresco da installarsi a cura e spese dell'Appaltatore che provvederà, tramite idonei macchinari e vasche, alla separazione del cemento e degli aggregati, al recupero di quest'ultimi ed al trattamento dell'acqua. Gli aggregati una volta recuperati non dovranno

essere reimpiegati per la preparazione di nuovi calcestruzzi ma potranno essere usati per la realizzazione di opere in terra nell'ambito dei lavori. Per la qualificazione delle centrali ed impianti di betonaggio per il confezionamento dei calcestruzzi si rimanda alla procedura.

4.5.2 Cemento

Non è consentito mescolare fra loro cementi di diverso tipo, classe e provenienza; per ciascuna opera dovrà essere impiegato un unico tipo di cemento (tipo, classe, produttore e stabilimento di produzione). Il cemento, se in sacchi, sarà sistemato su pedane poste su un pavimento asciutto ed in ambiente chiuso. I sacchi di cemento di diverso tipo verranno conservati separatamente e chiaramente identificati con idonei cartelli. Il cemento, se sfuso, sarà conservato in silos che garantiscano la perfetta tenuta nei confronti dell'umidità atmosferica; ogni silo conterrà un unico tipo e classe di cemento proveniente da uno stesso stabilimento di produzione; a tale scopo il silo dovrà essere, chiaramente identificato mediante un cartello di idonee dimensioni facilmente visibile dalla cabina di comando della centrale o dell'impianto di betonaggio. Il dosaggio ed il tipo di cemento dovranno essere scelti in relazione al tipo ed alle caratteristiche costruttive dell'opera ed a quelle ambientali in cui la stessa si verrà a trovare, con particolare riferimento alla resistenza meccanica, durabilità e temperatura del getto in fase di indurimento.

4.5.3 Aggregati

Gli aggregati dovranno essere stoccati in quantità congruente con il programma lavori e comunque sufficiente a completare qualsiasi opera che debba essere gettata senza interruzioni. Il luogo di stoccaggio dovrà essere di dimensioni adeguate e consentire l'immagazzinamento con separazione delle diverse pezzature che dovranno essere divise da appositi setti. Per ogni cumulo dovrà essere apposto un cartello di idonee dimensioni indicante la classe granulometrica dell'aggregato. La superficie di appoggio di ogni cumulo dovrà essere conformata in modo tale da consentire l'allontanamento dell'acqua piovana e di percolazione. Si raccomanda che i cumuli siano coperti da idonee tettoie. Gli aggregati dovranno essere prelevati in modo tale da garantire la rotazione continua dei volumi stoccati.

4.5.4 Pesatura e miscelazione

La confezione dei conglomerati cementizi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione Lavori. Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli aggregati, dell'acqua, degli additivi e del cemento; la dosatura del cemento dovrà sempre essere realizzata con bilancia indipendente e di adeguato maggior grado di precisione, dovrà essere controllato il contenuto di umidità degli aggregati. La dosatura effettiva degli aggregati dovrà essere realizzata con precisione del 3%; quella del cemento con precisione del 2%. Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta all'anno.

Per l'acqua e gli additivi è ammessa anche la dosatura a volume. La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere realizzata con precisione del 2% ed i relativi dispositivi dovranno essere tarati almeno una volta al mese o comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori. Il dispositivo di misura del cemento, dell'acqua e degli additivi dovranno essere del tipo individuale. Le bilance per la pesatura degli inerti possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale). Si dovrà disporre all'impianto, nel caso di guasto dell'apparecchiatura automatica di carico dei componenti, di tabelle riportanti le pesate cumulative dei componenti per tutte le miscele approvate e per le diverse quantità miscelate in funzione della variazione di umidità della sabbia. Gli inerti dovranno essere tassativamente ed accuratamente lavati in modo tale da eliminare materiali dannosi o polveri aderenti alla superficie. La percentuale di umidità nelle sabbie non dovrà, di massima, superare l'8% in peso di materiale secco. Gli inerti dovranno essere stoccati in quantità sufficiente a completare qualsiasi struttura che debba essere gettata senza interruzioni.

Il luogo di deposito dovrà essere di dimensioni adeguate e consentire lo stoccaggio senza segregazione

delle diverse pezzature che dovranno essere separate da appositi setti. Gli aggregati verranno prelevati in modo tale da garantire la rotazione continua dei volumi stoccati. I silos del cemento debbono garantire la perfetta tenuta nei riguardi dell'umidità atmosferica. Gli impasti dovranno essere confezionati in betoniere aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesata senza debordare. Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti di omogeneità di cui al punto 4.4.

Per quanto non specificato, vale la Norma UNI EN 206-1/2006 e UNI 11104/2004.

L'impasto dovrà risultare di consistenza uniforme ed omogeneo, uniformemente coesivo (tale cioè da essere trasportato e manipolato senza che si verifichi la separazione dei singoli elementi); lavorabile (in maniera che non rimangano vuoti nella massa o sulla superficie dei manufatti dopo eseguita la vibrazione in opera).

Se al momento della posa in opera la consistenza del conglomerato cementizio non è quella prescritta, lo stesso non dovrà essere impiegato per l'opera ma scaricato in luogo appositamente destinato dall'Impresa.

Tuttavia se la consistenza è minore di quella prescritta (minore slump) e il conglomerato cementizio è ancora nell'autobetoniera, la consistenza può essere portata fino al valore prescritto mediante aggiunta di additivi fluidificanti e l'aggiunta verrà registrata sulla bolla di consegna. La lavorabilità non potrà essere ottenuta con maggiore impiego di acqua di quanto previsto nella composizione del conglomerato cementizio.

L'impiego di fluidificanti, aeranti, plastificanti, potrà essere autorizzato dalla DL, anche se non previsti negli studi preliminari. In questi casi, l'uso di aeranti e plastificanti sarà effettuato a cura e spese dell'Impresa, senza che questa abbia diritto a pretendere indennizzi o sovrapprezzi per tale titolo.

La produzione ed il getto del conglomerato cementizio dovranno essere sospesi nel caso che la temperatura scenda al di sotto di 278 K (5 °C), se l'impianto di betonaggio non è dotato di un adeguato sistema di preriscaldamento degli inerti o dell'acqua tale da garantire che la temperatura dell'impasto, al momento del getto sia superiore a 287 K (14 °C). I getti all'esterno dovranno comunque essere sospesi quando la temperatura scende al di sotto di 263 K (-10 °C).

Nel luogo di produzione ed in cantiere dovranno essere installati termometri atti a misurare la minima e la massima temperatura atmosferica giornaliera.

4.5.5 Trasporto e scarico

Nel caso di miscelazione diretta in betoniera, ferme restando le prescrizioni del tempo di miscelazione fornite nel precedente punto, si dovrà fare in modo che una parte dell'acqua e di aggregato grosso venga caricata prima del cemento e degli altri aggregati. Il trasporto del conglomerato cementizio dal luogo del confezionamento a quello di impiego dovrà avvenire utilizzando mezzi ed attrezzature idonee ad evitare che si verifichi la segregazione dei vari componenti l'impasto o il deterioramento dell'impasto stesso. In ogni caso il tempo intercorrente tra il confezionamento dell'impasto all'impianto ed il getto non dovrà essere superiore a 60 minuti. In caso di particolari condizioni operative (ad esempio getti in galleria a notevole distanza dall'imbocco), qualora sia stato eseguito uno specifico studio di qualifica del mix che ne attesti il mantenimento della lavorabilità nel tempo con controllo dell'abbassamento al cono di Abrams ogni 15' e qualora la temperatura esterna sia compresa nell'intervallo tra 5°C e 30°C, tale tempo potrà essere esteso fino a 90 minuti. Nel caso in cui per il mantenimento della lavorabilità a lungo periodo occorresse una "ritempera" della miscela di calcestruzzo fresco, questa potrà avvenire solo mediante aggiunta di additivo superfluidificante secondo quanto specificato nei precedenti paragrafi. Le betoniere dovranno essere esaminate periodicamente per verificare la diminuzione dell'efficacia dovuta sia ad accumulo di conglomerato indurito o legante che all'usura delle lame. L'autobetoniera dovrà essere dotata di apposito libretto che attesti le revisioni periodiche effettuate (ogni 4000 mc. o almeno una volta al mese). Ogni carico di conglomerato cementizio dovrà essere accompagnato da una bolla. Il personale dell'Appaltatore sarà tenuto ad esibire dette bolle, su richiesta, al personale della Direzione Lavori. Se pompato, il conglomerato cementizio dovrà avere alla bocca di uscita della tubazione il valore dello slump di progetto. All'atto dello scarico saranno controllate l'omogeneità e la lavorabilità dell'impasto.

4.5.6 Getto e maturazione del conglomerato cementizio

4.5.6.1 Programmazione dei getti

L'Appaltatore è tenuto a presentare, ogni settimana alla Direzione Lavori un modulo preventivamente concordato con la stessa riportante il dettagliato programma settimanale dei getti previsti per il piano successivo con indicati:

- il luogo, l'ora, l'opera e la struttura;
- i m³ di cls previsti, la classe di resistenza e i codici delle miscele utilizzate;
- i relativi impianti di confezionamento.

Ogni variazione al programma dovrà essere comunicata (salvo casi dovuti a motivi di sicurezza), in forma scritta, con un preavviso minimo di 24 ore.

4.5.6.2 Operazioni di getto

I getti potranno avere inizio solo dopo che il Direttore dei Lavori avrà verificato:

- preparazione e rettifica dei piani di posa;
- pulizia delle casseforme;
- posizione e corrispondenza al progetto delle armature e del copriferro;
- posizione delle eventuali guaine dei cavi per la precompressione;
- posizione degli inserti (giunti, water stop, ecc.).

Nel caso di getti contro terra si dovrà controllare con particolare cura che siano stati eseguiti, in conformità alle disposizioni di progetto:

- la pulizia del sottofondo;
- la posizione di eventuali drenaggi;
- la stesa di materiale isolante o di collegamento.

I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto e alle eventuali prescrizioni aggiuntive. In nessun caso si dovranno verificare cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento; in tale ultimo caso l'Appaltatore dovrà provvedere al loro ripristino. Prima del getto tutte le superfici di contenimento del calcestruzzo dovranno essere pulite, lavate con acqua o aria in pressione e trattate con prodotti disarmanti preventivamente autorizzati dal Direttore dei Lavori; se porose, dovranno essere mantenute umide per almeno due ore prima dell'inizio dei getti. I ristagni d'acqua dovranno essere allontanati dal fondo. Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti a evitarne la segregazione. L'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, misurata dall'uscita dello scivolo o della bocca del tubo convogliatore, non dovrà mai essere maggiore di 100 cm. Il calcestruzzo dovrà cadere verticalmente ed essere steso in strati orizzontali, di spessore misurato dopo la vibrazione comunque non maggiore di 50 cm. Il calcestruzzo dovrà essere posto in opera e addensato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee, perfettamente regolari, senza vespai o nidi di ghiaia ed esenti da macchie o chiazze. I vespai eventualmente formatisi durante la posa in opera dovranno essere dispersi prima della vibrazione del calcestruzzo. A meno che non sia altrimenti stabilito, il calcestruzzo dovrà essere addensato con un numero di vibratori a immersione o a parete determinato, prima di ciascuna operazione di getto, in relazione alla classe di consistenza del calcestruzzo, alle caratteristiche dei vibratori e alla dimensione del

getto stesso, la durata della vibrazione è determinata da tempo intercorso dall'immersione totale del vibratore fino all'affioramento in superficie della boiacca. Per omogeneizzare la massa durante il costipamento di uno strato i vibratorii a immersione dovranno penetrare per almeno 5 cm nello strato inferiore. E' vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore. Le attrezzature non funzionanti dovranno essere immediatamente sostituite in modo che le operazioni di costipamento non vengano rallentate o risultino insufficienti. Per getti in pendenza dovranno essere predisposti dei cordolini di arresto che evitino la formazione di lingue di calcestruzzo troppo sottili per essere vibrati efficacemente. Nel caso di getti da eseguire in presenza d'acqua l'Appaltatore dovrà adottare gli accorgimenti necessari per impedire che l'acqua dilavi il calcestruzzo e ne pregiudichi la regolare presa e maturazione; inoltre dovrà provvedere con i mezzi più adeguati all'aggottamento o alla deviazione della stessa o, in alternativa, adottare per l'esecuzione dei getti miscele con caratteristiche idrorepellenti preventivamente autorizzate dal Direttore dei Lavori. Per la compattazione del getto verranno adoperati vibratorii a parete o ad immersione. Nel caso si adoperi il sistema di vibrazione ad immersione, l'ago vibrante deve essere introdotto verticalmente e spostato, da punto a punto nel calcestruzzo, ogni 50 cm circa; la durata della vibrazione verrà protratta nel tempo in funzione della classe di consistenza del calcestruzzo.

Classe di consistenza	Tempo minimo di immersione dell'ago nel cls (s)
S1	25 - 30
S2	20 - 25
S3	15 - 20
S4	10 - 15
S5	5 - 10
F6	0 - 5
SCC	Non necessita compattazione (salvo indicazioni specifiche della D.L.)

4.5.6.3 Riprese di getto

Di norma i getti dovranno essere eseguiti senza soluzione di continuità, in modo da evitare ogni ripresa. Nel caso ciò non fosse possibile, a insindacabile giudizio del Direttore dei Lavori, prima di poter effettuare la ripresa la superficie del calcestruzzo indurito dovrà essere accuratamente pulita, lavata, spazzolata e scalfita fino a diventare sufficientemente rugosa, così da garantire una perfetta aderenza con il getto successivo; ciò potrà essere ottenuto anche mediante l'impiego di additivi ritardanti o di ritardanti superficiali. Dovranno essere definiti i tempi massimi di ricopertura dei vari strati successivi, così da consentire l'adeguata rifluidificazione e conseguentemente l'omogeneizzazione della massa di calcestruzzo per mezzo di vibrazione. Tra le successive riprese di getto non si dovranno avere distacchi, discontinuità o differenze di aspetto e colore; in caso contrario l'Appaltatore dovrà provvedere ad applicare adeguati trattamenti superficiali traspiranti al vapore d'acqua. Nelle strutture impermeabili dovrà essere garantita la tenuta all'acqua dei giunti di costruzione con idonei accorgimenti, da indicare nel progetto e preventivamente autorizzati dal Direttore dei Lavori.

4.5.6.4 Getti in clima freddo

Ai fini del getto del calcestruzzo, il clima si definisce "freddo" quando la temperatura dell'aria è minore di 5°C. In queste condizioni il getto potrà essere eseguito dietro il rispetto delle seguenti prescrizioni:

- nel caso in cui la temperatura dell'aria sia compresa fra 0°C e + 5° C, la produzione e la posa in opera del conglomerato cementizio dovranno essere sospese, a meno che non sia garantita una temperatura dell'impasto al momento del getto non inferiore a + 10°C; questa temperatura

potrà essere ottenuta eventualmente anche mediante un adeguato sistema di preriscaldamento degli inerti e/o dell'acqua di impasto all'impianto di betonaggio. In questo caso, però, la temperatura raggiunta dall'impasto non deve mai essere superiore a 25°C.

- per temperature comprese fra -4°C e 0°C è ammessa esclusivamente l'esecuzione di getti relativi a fondazioni, pali e diaframmi, ferme restando le condizioni dell'impasto di cui ai punti precedenti.

Per i plinti bisognerà comunque adottare le seguenti precauzioni:

- adottare la massima cura nella vibrazione e compattazione del conglomerato;
- proteggere ed isolare i getti mediante opportune protezioni da concordare preventivamente con la DL onde permettere l'avvio della presa ed evitare la dispersione del calore di idratazione;
- mantenere le strutture caserate per un periodo minimo di due giorni;
- scegliere, per il getto, le ore più calde della giornata.
- In ogni caso, prima del getto la neve e il ghiaccio devono essere rimossi dai casseri dalle armature e dal sottofondo
- in nessun caso un getto può essere eseguito quando la temperatura dell'aria esterna è inferiore a -4°C.

4.5.6.5 Getti in clima caldo

Se durante le operazioni di getto la temperatura dell'aria supera i 35°C all'ombra, la temperatura dell'impasto non dovrà superare i 30°C; tale limite potrà essere convenientemente abbassato per getti massivi. La temperatura delle casseforme dovrà essere ricondotta a tale valore con tolleranza di 5°C mediante preventivi getti esterni di acque fredde. Al fine di abbassare la temperatura del calcestruzzo potrà essere usato ghiaccio, in sostituzione di parte dell'acqua di impasto, o gas refrigerante di cui sia garantita la neutralità nei riguardi delle caratteristiche del calcestruzzo e dell'ambiente. Per ritardare la presa del cemento e facilitare la posa e la finitura del calcestruzzo potranno essere impiegati additivi ritardanti, o fluidificanti ritardanti di presa, preventivamente autorizzati dal Direttore dei Lavori.

4.5.7 Stagionatura e Disarmo

4.5.7.1 Prevenzione delle fessure da ritiro plastico

A getto ultimato dovrà essere curata la stagionatura dei conglomerati cementizi in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici esposte all'aria dei medesimi e la conseguente formazione di fessure da ritiro plastico, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo, fermo restando che il sistema proposto dall'Impresa dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori. A questo fine le superfici del conglomerato cementizio non protette dalle casseforme dovranno essere mantenute umide il più a lungo possibile e comunque per almeno 7 d, sia per mezzo di prodotti antievaporanti (curing), da applicare a spruzzo subito dopo il getto, sia mediante continua bagnatura, sia con altri sistemi idonei.

I prodotti antievaporanti (curing) ed il loro dosaggio dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori. Le loro caratteristiche dovranno essere conformi a quanto indicato nella Norma UNI 8656: tipi 1 e 2.

La costanza della composizione dei prodotti antievaporanti dovrà essere verificata, a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, al momento del loro approvvigionamento.

In particolare per le solette, che sono soggette all'essiccamento prematuro ed alla fessurazione da ritiro plastico che ne deriva, è fatto obbligo di applicare sistematicamente i prodotti antievaporanti di cui sopra. E' ammesso in alternativa l'impiego, anche limitatamente ad uno strato superficiale di spessore non minore di 20 cm, di conglomerato cementizio rinforzato da fibre di resina sintetica di lunghezza da 20 a 35 mm, di diametro di alcuni millesimi di millimetro aggiunti nella betoniera e dispersi uniformemente nel conglomerato

cementizio, in misura di 0,5-1,5 kg/mc.

Nel caso che sulle solette si rilevino manifestazioni di ritiro plastico con formazione di fessure di apertura superiore a 0,3 mm, l'impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alla demolizione ed al rifacimento delle strutture danneggiate. Di norma viene esclusa la accelerazione dei tempi di maturazione con trattamenti termici per i conglomerati gettati in opera. In casi particolari la DL potrà autorizzare l'uso di tali procedimenti dopo l'esame e verifica diretta delle modalità proposte, che dovranno rispettare comunque quanto previsto ai seguenti paragrafi.

4.5.7.2 *Maturazione accelerata con trattamenti termici*

La maturazione accelerata dei conglomerati cementizi con trattamento termico sarà permessa qualora siano state condotte indagini sperimentali sul trattamento termico che si intende adottare.

In particolare, si dovrà controllare che ad un aumento delle resistenze iniziali non corrisponda una resistenza finale minore di quella che si otterrebbe con maturazione naturale.

Dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- la temperatura del conglomerato cementizio, durante le prime 3 h dall'impasto non deve superare 303 K (30 °C);
- il gradiente di temperatura di riscaldamento e quello di raffreddamento non deve superare 15 K/h (°C/h), e dovranno essere ulteriormente ridotti qualora non sia verificata la condizione di cui al successivo quarto punto;
- la temperatura massima del calcestruzzo non deve in media superare 333 K (60 °C);
- la differenza di temperatura tra quella massima all'interno del conglomerato cementizio e ambiente a contatto con il manufatto non dovrà superare i 10 K (10 °C)
- Il controllo, durante la maturazione, dei limiti e dei gradienti di temperatura, dovrà avvenire con apposita apparecchiatura che registri l'andamento delle temperature nel tempo;
- la procedura di controllo di cui al punto precedente, dovrà essere rispettata anche per i conglomerati cementizi gettati in opera e maturati a vapore.

In ogni caso i provini per la valutazione della resistenza caratteristica a 28 giorni, nonché della resistenza raggiunta al momento del taglio dei trefoli o fili aderenti, dovranno essere maturati nelle stesse condizioni termo-igrometriche della struttura secondo quanto indicato dalla Norma UNI EN 12390-2/2009

4.5.8 Caratteristiche estetiche

Affinché il colore superficiale del calcestruzzo, determinato dalla sottile pellicola di malta che si forma nel getto a contatto con la cassaforma, risulti il più possibile uniforme, il cemento utilizzato in ciascuna opera dovrà provenire dallo stesso cementificio ed essere sempre dello stesso tipo e classe, la sabbia dovrà provenire dalla stessa cava ed avere granulometria e composizione costante. Le opere o i costituenti delle opere a "faccia a vista" che dovranno avere lo stesso aspetto esteriore dovranno ricevere lo stesso trattamento di stagionatura; in particolare si dovrà curare che l'essiccamento della massa del calcestruzzo sia lento e uniforme. Si dovranno evitare condizioni per le quali si possano formare efflorescenze sul calcestruzzo; qualora queste apparissero, sarà onere dell'Appaltatore eliminarle tempestivamente mediante spazzolatura, senza impiego di acidi. Le superfici finite e curate come indicato ai punti precedenti dovranno essere adeguatamente protette se le condizioni ambientali e di lavoro saranno tali da poter essere causa di danno in qualsiasi modo alle superfici stesse. Si dovrà evitare che vengano prodotte sulla superficie finita scalfitture, macchie o altro che ne pregiudichino la durabilità o l'estetica. Si dovranno evitare inoltre macchie di ruggine dovute alla presenza temporanea dei ferri di ripresa; in tali casi occorrerà prendere i dovuti provvedimenti evitando che l'acqua piovana scorra sui ferri e successivamente sulle superfici finite del getto. Qualsiasi danno o difetto della superficie finita del calcestruzzo dovrà essere eliminato a cura dell'Appaltatore, con i provvedimenti preventivamente autorizzati dal Direttore dei Lavori. Tutti gli elementi, metallici e non, utilizzati per la legatura ed il sostegno dei casseri dovranno essere rimossi dopo la scasseratura..

4.5.9 Ripristini e stuccature

Nessun ripristino o stuccatura potrà essere eseguito dopo il disarmo del calcestruzzo senza il preventivo controllo del Direttore dei Lavori, che dovrà autorizzare i materiali e la metodologia, proposti dal Progettista, da utilizzare per l'intervento. A seguito di tali interventi, il DL potrà richiedere, per motivi estetici, la ripulitura o la verniciatura con idonei prodotti del getto.

4.5.10 Tolleranze costruttive

In assenza di prescrizioni specifiche, gli scostamenti ammissibili (tolleranze) rispetto alle dimensioni e/o quote dei progetti sono riportate di seguito; per i vari elementi strutturali; lo scostamento "S" è espresso in cm:

a) Fondazioni: plinti, platee, solettoni ecc:

- posizionamento rispetto alle coordinate di progetto: $S = \pm 3.0 \text{ cm}$
- dimensioni in pianta : $S = -3.0 \text{ cm} \div + 5.0 \text{ cm}$
- dimensioni in altezza (superiore) $S = -0.5 \text{ cm} \div + 3.0 \text{ cm}$
- quota altimetrica estradosso $S = -0.5 \text{ cm} \div + 2.0 \text{ cm}$

b) Strutture in elevazione: pile, spalle, muri ecc.:

- posizionamento rispetto alle coordinate agli allineamenti di progetto: $S = \pm 2.0 \text{ cm}$
- dimensione in pianta (anche per pila piena): $S = -0.5 \text{ cm} \div + 2.0 \text{ cm}$
- spessore muri, pareti, pile cave o spalle: $S = -0.5 \text{ cm} \div + 2.0 \text{ cm}$
- quota altimetrica sommità: $S = \pm 1.5 \text{ cm}$
- verticalità per $H \leq 600 \text{ cm}$ $S = \pm 2.0 \text{ cm}$
- verticalità per: $1200 \text{ cm} \geq H \geq 600 \text{ cm}$
(tolleranza in centimetri – H in metri) $S = \pm H/3 \text{ cm}$
- verticalità per $H \geq 1200 \text{ cm}$
(tolleranza in centimetri – H in metri) $S = \pm H/3 - (H-12)/5 \text{ cm}$

c) Solette e solettoni per impalcati, solai in genere:

- spessore: $S = -0.5 \text{ cm} \div + 1.0 \text{ cm}$
- quota altimetrica estradosso: $S = \pm 1.0 \text{ cm}$

d) Vani, cassette, inserterie:

- posizionamento e dimensione vani e cassette: $S = \pm 1.5 \text{ cm}$
- posizionamenti inserti (piastre boccole): $S = \pm 1.0 \text{ cm}$

In ogni caso gli scostamenti dimensionali negativi non devono ridurre i copriferri minimi prescritti dal progetto.

4.5.11 Armature per c.a.

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

Copriferro ed interferro dovranno essere dimensionati nel rispetto del disposto di cui alle Norme di esecuzione per c.a. e c.a.p. (D.M. 14/01/2008). Lo spessore del copriferro, in particolare, dovrà essere correlato allo stato limite di fessurazione del conglomerato, in funzione delle condizioni ambientali in cui

verrà a trovarsi la struttura e comunque non dovrà essere inferiore a 3 cm e comunque come indicato dal progettista. Per strutture ubicate in prossimità di litorali marini o in presenza di acque con componenti di natura aggressiva (acque selenitose, solforose, carboniche, ecc.), la distanza minima delle superfici metalliche delle armature dalle facce esterne del conglomerato dovrà essere di 4 cm e comunque come indicato dal progettista. Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera; in ogni caso in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm, in modo da garantire la invariabilità della geometria della gabbia durante il getto.

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

E' a carico dell'Impresa l'onere della posa in opera delle armature metalliche, anche in presenza di acqua o fanghi bentonitici, nonché i collegamenti equipotenziali.

4.6 Prefabbricati in calcestruzzo: qualifica degli impianti e confezionamento

La documentazione da depositarsi ai sensi dei punti a), b), c), d) dell'art.9 della legge 5 novembre 1971 dovrà dimostrare la completa rispondenza dei manufatti prefabbricati alle prescrizioni di cui alle presenti norme.

La relazione dovrà essere firmata da un tecnico a ciò abilitato, il quale assume con ciò le responsabilità stabilite dalla legge per il progettista.

I manufatti prefabbricati dovranno essere costruiti sotto la direzione di un tecnico a ciò abilitato, che per essi assume le responsabilità stabilite dalla legge per il direttore dei lavori.

A cura di detto tecnico dovranno essere eseguiti i prelievi di materiali, le prove ed i controlli di produzione sui manufatti finiti con le modalità e la periodicità previste dalle presenti Norme.

I certificati delle prove saranno conservati dal produttore, che opera con sistemi di qualità certificati.

Ai sensi dell'art. 9 della legge 5 novembre 1971, n° 1086, ogni fornitura di manufatti prefabbricati dovrà essere accompagnata da apposite istruzioni nelle quali vengano esposte le modalità di trasporto e montaggio, nonché le caratteristiche ed i limiti di impiego dei manufatti stessi.

Ogni fornitura di manufatti prefabbricati dovrà inoltre essere accompagnata, anche da un certificato di origine firmato dal produttore, il quale con ciò assume per i manufatti stessi le responsabilità che la legge attribuisce al costruttore, e dal tecnico responsabile della produzione previsto al terzo comma.

Il certificato dovrà garantire la rispondenza del manufatto alle caratteristiche di cui alla documentazione depositata al Ministero dei LL.PP., e portare l'indicazione del tecnico che ne risulta, come sopra detto, progettista. In presenza delle condizioni sopra elencate, i manufatti prefabbricati potranno essere accettati senza ulteriori esami o controlli.

Copia del certificato di origine dovrà essere allegato alla relazione del direttore dei lavori di cui all'art. 6 della legge 5 novembre 1971, n°1086.

Il deposito ha validità triennale.

4.6.1 Verifica presso lo stabilimento o impianto di produzione

Dovranno essere verificate in particolare:

- le attrezzature da impiegare nella prefabbricazione quali impianti di betonaggio, casseforme, piani vibranti,
- aree di produzione e di stoccaggio, modalità di protezione e trasporto, etc.;
- le modalità esecutive quali tempi e modi di produzione, metodi di vibrazione e metodi di stagionatura;
- il laboratorio interno per le prove sui materiali;
- le attrezzature per il controllo dei cicli termici durante la stagionatura;
- le materie prime utilizzate nel ciclo produttivo.

Sulla base della documentazione di cui sopra, di ulteriori informazioni eventualmente richieste e dell'esito della visita verrà riconosciuta l'idoneità dell'impianto alla produzione. La Direzione Lavori potrà rifiutare o sospendere la fornitura dei manufatti in caso di esito negativo delle suddette verifiche.

4.6.2 Controllo delle casseforme

Le casseforme, compresi i sistemi di supporto, dovranno essere progettate e costruite in modo da garantire la permanente rispondenza del prodotto finito alle tolleranze dimensionali del progetto e in modo tale che non venga compromessa l'integrità delle parti strutturali con cui sono costruite le casseforme stesse.

La forma, la funzione, l'aspetto e la durabilità della struttura costituita dai manufatti prodotti non dovrà essere compromessa a causa delle casseforme.

Le casseforme dovranno rispettare le seguenti tolleranze dimensionali:

- lunghezza: $S = \pm L/2000$ (≤ 20 mm)
- sezione (altezza, larghezza, ali): $S = \pm L/200$ (≤ 2 mm)
- spessore anima: $S = \pm L/200$ (≤ 2 mm)

dove:

S è la tolleranza ammissibile;

L è la dimensione presa in considerazione.

4.6.3 Posizionamento delle armature

Si faccia riferimento in generale al punto 10.6. Le tolleranze di posizionamento dell'armatura sono:

- Armature in prossimità delle superfici (con il segno + si indica una maggiore distanza dalle superfici):

S
 $- 0.0$ cm
 $+ 0.5$ cm

- Armature interne cui è affidata la resistenza strutturale: il maggiore tra

$$S = + 0.25 \text{ cm}$$

$$S = + h/100$$

essendo h lo spessore in cm del calcestruzzo nella direzione dove lo scarto dell'armatura riduce la resistenza strutturale

- Armature interne costruttive: il maggiore tra

$$S = + 1.0 \text{ cm}$$

$$S = + h/50$$

Lo scarto S deve in ogni caso essere inferiore a + 3 cm nel caso di armature ordinarie e di + 0,5 cm per quelle da precompressione, fermo restando quanto detto per le armature di superficie dove S è lo scarto tra la posizione teorica di progetto e la posizione in opera.

4.6.4 Esecuzione getto

Si farà riferimento a quanto riportato al precedente par. 5.3.

4.6.4.1 Identificazione e stoccaggio dei manufatti

Ogni elemento prefabbricato dovrà essere marcato, in maniera permanente, mediante un numero di matricola, conformemente ai disegni o al catalogo di produzione, in modo da permettere in qualsiasi momento l'identificazione. Dovrà inoltre essere marcata la data di produzione e il peso dell'elemento qualora lo stesso costituisca parte strutturale dell'opera. I materiali dovranno essere posti a stoccaggio in maniera propria, e più precisamente:

- si dovrà evitare qualsiasi danneggiamento
- si dovrà evitare la costante esposizione di una parte del manufatto a condizioni sistematicamente diverse dalla rimanente (esposizione al sole,...etc.)

Si dovrà rispettare la posizione dei punti di appoggio come da progetto, per non indurre o favorire deformazioni lente e/o una variazione dimensionale tale da pregiudicare il montaggio stesso e/o un rilassamento dei cavi di precompressione non ammissibile.

Dovranno essere utilizzati appoggi che riducano al minimo le tensioni interne per dilatazione o ritiro. Dovranno essere indicati il tempo minimo le tensioni interne per dilatazione o ritiro. Dovranno essere indicati il tempo minimo e massimo di stoccaggio.

Ciascun elemento dovrà essere contrassegnato almeno come prescritto al par. 4.2.2 del D.M. 03.12.87.

4.6.4.2 Trasporto

Modalità e tempi del trasporto del manufatto dovranno essere tali da evitare danneggiamenti allo stesso. Per il calcolo delle sollecitazioni, ove non più precisamente determinato si assumerà un'azione dovuta al peso proprio maggiorato del 30% per trasporto su strada e del 20% per trasporto in area di cantiere. Si dovranno tenere nel dovuto conto, nel caso del trasporto su strada, delle azioni indotte dalla frenatura e dalla azione centrifuga. Nel caso di trasporto su parti di opera in costruzione dovrà essere accuratamente predeterminata la fascia di transito e le azioni volte ad impedire la fuoriuscita da tale fascia.

4.6.4.3 Montaggio

Potranno essere posti in opera solamente gli elementi prefabbricati che non presentino difetti o per i quali siano state chiuse tutte le eventuali Non Conformità rilevate. Dal momento della loro posa, gli elementi dovranno essere mantenuti in posizione tale da conservare la stabilità e da resistere, oltre che al peso proprio, a tutte le azioni esterne. Il rispetto delle tolleranze di ogni elemento dovrà essere verificato prima di ciascuna operazione di posa, senza attendere il controllo in opera. Le operazioni di posizionamento e montaggio devono essere dettagliatamente descritte nel piano di montaggio e varo, che dovrà anche specificare le tolleranze ammesse nel posizionamento, ove già non previste in fase progettuale. Nel caso di travi prefabbricate di lunghezza L , salvo più restrittive specifiche progettuali, dovranno essere rispettati i seguenti limiti (s = scarto ammissibile)

- posizionamento appoggi nel senso longitudinale:
- $s = \pm L/2000$ con un massimo di ± 1 cm
- posizionamento appoggi nel senso trasversale: $s \leq \pm 1$ cm
- posizionamento altimetrico appoggi:
- assoluto $s \leq \pm 0,5$ cm
- relativo tra appoggi di una stessa travata su una pila: $s \leq \pm 2.5$ mm
- parallelismo piani di appoggio travi pulvino
- $s \leq \pm 0,003$ rad

Qualora le travi vengano poste su appoggi provvisori per essere trasferite su quelli definitivi dopo aver effettuato i collegamenti trasversali, andranno valutate le sollecitazioni dovute alle tolleranze di posizionamento precedentemente indicate. In tutti gli stadi di lavorazione e trasporto e fino al completamento del lavoro le unità prefabbricate dovranno essere adeguatamente conservate. Le protezioni da adottare, descritte negli elaborati di progetto, dovranno essere tali da evitare danni di qualsiasi tipo, siano essi meccanici quali distacchi, deformazioni e abrasioni o estetici quali macchie e ruggine.

Il posizionamento in opera delle unità prefabbricate dovrà essere autorizzato dalla Direzione Lavori, che potrà rifiutare elementi prefabbricati che presentino danni o difetti non rimediabili. Il Produttore dovrà sostituire gli elementi prefabbricati danneggiati o difettosi o, quando ritenuto possibile dalla Direzione Lavori, provvedere alla loro riparazione con modalità da concordare.

4.6.4.4 Messa in tensione dei cavi di precompressione

La messa in tensione delle armature dovrà avvenire per mezzo di apparecchiature già qualificate. L'appaltatore prima delle operazioni di messa in tensione dovrà redigere un progetto dettagliato delle modalità di applicazione della precompressione ed inviarlo, per informazione, alla Direzione Lavori. Durante le operazioni di tesatura ed eventuali ritesature delle tensioni, si dovranno registrare in un apposito modello:

- i tassi di precompressione
- gli allungamenti totali o parziali di ogni cavo

Il modello, una volta compilato, sarà inserito nel dossier di controllo del manufatto.

4.6.4.5 Controlli dimensionali e strutturali dei manufatti

Questi controlli vanno eseguiti sul luogo di produzione degli elementi prefabbricati prima delle operazioni di montaggio e sono indipendenti dalle operazioni di collaudo da effettuarsi sull'impalcato finito. L'elenco dettagliato dei controlli andrà specificato nei piani di fabbricazione; si dovrà effettuare:

- la misura delle deformate all'atto della precompressione di tutti gli elementi prodotti. il documento di controllo. dovrà specificare quali sono le grandezze da rilevare: ad esempio, nel caso di travi precomprese, andranno misurate sia l'accorciamento assiale che le controfrecce in un numero significativo di punti. Per un elemento ogni 5 questa misura andrà ripetuta dopo 3 giorni dalla tesatura e poi settimanalmente per tutta la fase di stoccaggio del pezzo;
- il controllo dimensionale rigoroso di un elemento ogni 10 prodotti; I controlli dimensionali sono da intendersi positivi, salvo limitazioni più restrittive previste in progetto, quando vengono rispettate le seguenti tolleranze (s = scarto ammissibile):

- lunghezza delle travi: $s = \pm \frac{L}{1000}$ con un massimo di ± 2 cm

- dimensioni globali della sezione (altezza, larghezza delle ali etc.):

$$s = \frac{L}{200} \text{ con un massimo di } 4 \text{ mm}$$

- spessore delle anime: $s = \pm \frac{S}{100}$ con un massimo di ± 3 mm

- la prova di carico in fase elastica si condurrà assoggettando il pezzo a n. 3 cicli di carico la cui entità e modalità di applicazione deve essere prevista nel documento di controllo in modo da avere deformazioni significative, compatibilmente con le dimensioni del pezzo da provare. Questa prova andrà condotta sui tre primi pezzi prodotti per poter eventualmente intervenire immediatamente sulla produzione.

4.6.4.6 Controlli e documentazione

Devono essere osservate tutte le prescrizioni del D.M. 03.12.87 e della C.M. n° 31104 del 16.03.89 e del D.M. 14.01.2008 circa controlli, prove e relativa documentazione (tenuta dal "Registro di produzione" ecc.). Copia di tutti i documenti previsti deve essere presentata, se richiesta, alla Direzione Lavori.

In ogni caso, per tutte le travi o altri manufatti, negli stabilimenti o nei cantieri di prefabbricazione a piè d'opera, devono essere trascritti, nel "Registro di produzione", i seguenti dati:

- a) sigla o contrassegno del manufatto riferita al disegno di monitoraggio;
- b) peso del manufatto;
- c) data e ora di fine getto;
- d) data e ora di rilascio di trecce/trefoli (per strutture pre-tese) o di tesatura dei cavi o barre (per strutture post-tese);
- e) tensione di tesatura delle armature di precompressione;
- f) per i manufatti pre-tesi allungamento a campione sul 30% di trecce/trefoli diritti e su tutti quelli eventualmente deviati;
- g) per i manufatti post-tesi allungamento parziale e totale di ogni cavo o barra;
- h) controfascia dei materiali impiegati;
- i) caratteristiche dei materiali impiegati.

I dati di cui al punto a, b, c, unitamente al nome del Produttore, dovranno essere riportati, sulle travi, con vernice indelebile o targhe metalliche, in un punto visibile dalla zona di ispezione del pulvino.

4.7 Casseforme

Per tali opere provvisorie l'Appaltatore comunicherà preventivamente alla Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando l'esclusiva responsabilità l'Appaltatore stesso per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere provvisorie e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle. Il sistema prescelto dovrà comunque essere atto a consentire la realizzazione delle opere in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Nella progettazione e nell'esecuzione delle armature di sostegno delle centinature e delle attrezzature di costruzione, l'Appaltatore è tenuto a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in particolare:

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tranvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprassuolo o di sottosuolo.

Tutte le attrezzature dovranno essere dotate degli opportuni accorgimenti affinché, in ogni punto della struttura, la rimozione dei sostegni sia regolare ed uniforme.

4.7.1 Caratteristiche delle casseforme

Si prescrive l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompresi o compensati; in ogni caso le casseforme dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ad essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle opere e la loro perfetta

rispondenza ai disegni di progetto. Potranno essere adottate apposite matrici se prescritte in progetto per l'ottenimento di superfici a faccia vista con motivi o disegni in rilievo. Nel caso di utilizzo di casseforme in legno, si dovrà curare che le stesse siano eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto. In ogni caso l'Appaltatore avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti. Le parti componenti i casseri debbono essere a perfetto contatto per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia. Nel caso di cassatura a perdere, inglobata nell'opera, occorre verificare la sua funzionalità, se è elemento portante, e che non sia dannosa, se è elemento accessorio.

4.7.2 Pulizia e trattamento

I casseri devono essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito. Dove e quando necessario si farà uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui. I disarmanti non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio. Su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto. Nel caso di utilizzo di casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata e la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

Qualora si realizzino conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, l'uso dei disarmanti sarà subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto usato non alteri il colore.

4.7.3 Giunti e riprese di getto

I giunti tra gli elementi di cassaforma saranno realizzati con ogni cura al fine di evitare fuoriuscite di boiaccia e creare irregolarità o sbavature; potrà essere prescritto che tali giunti debbano essere evidenziati in modo da divenire elementi architettonici. Le riprese di getto saranno, sulla faccia vista, delle linee rette e, qualora richiesto dalla Direzione Lavori, saranno marcate con gole o risalti di profondità o spessore di 2-3 cm., che all'occorrenza verranno opportunamente sigillati.

4.7.4 Legature delle casseforme e distanziatori delle armature

I dispositivi che mantengono in posto le casseforme, quando attraversano il conglomerato cementizio, non devono essere dannosi a quest'ultimo, in particolare viene prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi delle casseforme vengano fissati nella esatta posizione prevista usando fili metallici liberi di scorrere entro tubi di PVC o simile, questi ultimi destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio; dove ciò non fosse possibile, previa informazione alla DL, potranno essere adottati altri sistemi prescrivendo le cautele da adottare. E' vietato l'uso di distanziatori di legno o metallici, sono ammessi quelli in plastica, ma ovunque sia possibile dovranno essere usati quelli in malta di cemento. La superficie del distanziatore a contatto con la cassaforma deve essere la più piccola possibile, si preferiranno quindi forme cilindriche, semicilindriche e emisferiche.

4.7.5 Predisposizione di fori, tracce, cavità, etc.

L'Appaltatore avrà l'obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, etc. per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, etc.

4.7.6 Disarmo

Durante il periodo della stagionatura i getti dovranno essere riparati da possibilità di urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere. La rimozione dell'armatura di sostegno dei getti potrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze.

In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto prescritto dal DM 14/01/2008.

Si dovrà controllare che il disarmante impiegato non macchi o danneggi la superficie del conglomerato.

A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione chimica, escludendo i lubrificanti di varia natura. La DL potrà prescrivere che le murature di calcestruzzo vengano rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali in pietra, laterizi od altri materiali da costruzione.

In tal caso i getti dovranno procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentirne l'adattamento e l'ammorsamento.

4.8 Magroni e malte

4.8.1 Magroni

Prima di effettuare qualsiasi getto di calcestruzzo di fondazione, dovrà essere predisposto sul fondo dello scavo, dopo aver eseguito la pulizia ed il costipamento dello stesso secondo le modalità previste dal presente Capitolato, uno strato di calcestruzzo magro avente la funzione di piano di appoggio livellato e di cuscinetto isolante contro l'azione aggressiva del terreno. Lo spessore dello strato sarà desunto dai documenti di progetto. In corso d'opera si eseguiranno, a richiesta della DL prove di controllo a compressione su due cubetti, aventi lato 15 cm, per la determinazione, presso un laboratorio qualificato, della (R_m) resistenza media a compressione a 28 giorni. La frequenza delle prove sarà di una ogni 500 mc di magrone prodotto da ciascun impianto di betonaggio.

4.8.2 Malta di livellamento

Sono malte confezionate con sabbia, acqua e cemento nelle dovute proporzioni ed utilizzate per la formazione di piani di appoggio con le tolleranze richieste dal progetto.

Le dimensioni degli inerti (sabbia) saranno di norma tra 0.8 e 2.0 mm. La composizione della malta, in assenza di diversa indicazione, sarà di 1 m³ di inerte per 500kg/m³ di cemento Portland normale. La quantità di acqua sarà quella necessaria per ottenere una malta plastica idonea a riempire perfettamente le tasche per bulloni e/o inserti e gli spazi tra il calcestruzzo e le piastre.

4.8.3 Malte speciali per inghisaggi

Le malte di livellamento speciali sono quelle malte ottenute con l'aggiunta di acqua a componenti premiscelati ottenendo così delle malte a ritiro compensato ed elevato grado di fluidità da utilizzare per inghisaggi di strutture, o altri elementi da congiungere, evitando il ritiro della malta e l'eventuale microdistacco dalle parti da fissare. Il prodotto premiscelato, la cui granulometria sarà adeguata agli spessori delle malte sarà addizionato con acqua nelle proporzioni indicate dal Fornitore e comunicate alla Direzione Lavori. Tali prodotti dovranno essere conformi alle norme UNI dalla 8993/87 alla 8998/87. Le schede tecniche dei prodotti che l'Appaltatore intende utilizzare dovranno essere inviate per approvazione alla Direzione Lavori prima dell'inizio dei lavori stessi. Qualora previsto nelle prescrizioni del progetto o richiesto dalla Direzione Lavori, le malte saranno sottoposte al controllo della resistenza meccanica da eseguirsi su provini prismatici 40 mm x 40 mm x 160 mm come previsto dal D.M. 3.6.1968, alle stagionature di 1,3,7,28 e 91 giorni. Nel caso che nel progetto non siano prescritti valori diversi, la malta deve avere le seguenti caratteristiche:

- resistenza a compressione > 80 N/mm²
- resistenza flessione > 10 N/mm²
- coefficiente di permeabilità < 1x10⁻¹²

- resistenza allo sfilamento, dopo 28 giorni, 20 N mm²

4.8.4 Iniezioni nelle guaine dei cavi di precompressione

Nelle strutture in cemento armato precompresso con cavi scorrevoli, allo scopo di assicurare l'aderenza e soprattutto proteggere i cavi dalla corrosione, è necessario che le guaine vengano iniettate con pasta di cemento fluida, a ritiro compensato e con adeguata resistenza meccanica come nel seguito specificato. Tale miscela costituita da cemento, additivi ed acqua, non dovrà contenere cloruri o agenti che provocano espansione mediante formazione di gas aggressivi. Le prescrizioni di seguito riportate si intendono integrative a quanto prescritto dalle vigenti Norme di Legge.

4.8.5 Caratteristiche della miscela fluida

Per l'impasto dovrà essere utilizzata acqua con le caratteristiche descritte nei paragrafi precedenti. Il rapporto a/c della miscela, da determinare sperimentalmente per ogni tipo di cemento, dovrà essere il minore possibile compatibilmente con la fluidità richiesta e comunque non dovrà superare il valore di 0,38; La massa volumica della miscela fresca non dovrà risultare inferiore a 1.85 t/m³; La fluidità della miscela cementizia da iniettare dovrà essere misurata con il cono di Marsh all'entrata ed all'uscita di ogni guaina; l'iniezione continuerà finché la fluidità della pasta cementizia in uscita non sarà analoga a quella della pasta cementizia in entrata con una tolleranza di ± 4 secondi; La fluidità dovrà essere determinata misurando i tempi di flusso di 1000 cm³ di miscela; questa sarà ritenuta idonea quando il tempo di flusso di 1000 cm³, attraverso l'ugello di 8 mm, sarà compreso tra 17 e 25 secondi. L'essudazione dovrà essere minore dell'0.2%; il controllo si esegue versando 1000 cm³ di miscela in un cilindro graduato avente diametro di 60 mm e altezza di 450 mm circa misurando l'eventuale acqua essudata sulla superficie della miscela, mantenuta in riposo per tre ore; Il ritiro dovrà essere assente; l'espansione, misurata secondo quanto previsto nella Norma UNI 8996 dovrà essere superiore al 4%; Il tempo di inizio presa a 30 °C, misurato secondo la Norma UNI-ENV 196/3, dovrà essere superiore a tre ore ed il tempo di fine presa dovrà essere inferiore a 6 ore. Il coefficiente di dilatazione termica dovrà essere pari a 0.00001 con tolleranza del 20% in aumento e del 5% in diminuzione.

4.8.6 Resistenza meccanica

La resistenza a compressione semplice su provini cubici aventi lato di 7 o 10 cm dovrà risultare non inferiore a 25 N/mm² dopo 3 giorni, a 37 N/mm² dopo 7 giorni e a 50 N/mm² dopo 28 giorni e la massa volumica degli stessi non inferiore a 1.90 t/m³. La resistenza a trazione per flessione a 8 giorni dovrà essere uguale o maggiore a 4 N/mm².

4.8.7 Modalità di preparazione e iniezione

L'impastatrice dovrà essere del tipo ad alta velocità con almeno 1500-2000 giri/min. E' vietato l'impasto a mano ed il tempo di mescolamento verrà fissato di volta in volta in base ai valori del cono di Marsh modificato; Prima di essere immessa nella pompa la miscela dovrà essere vagliata con setaccio avente maglia di 2 mm di lato; Nel caso di iniezione con pompa dovrà essere tassativamente prescritta la presenza di tubi di sfiato in corrispondenza di tutti i punti più elevati di ciascun cavo comprese le trombette ed i cavi terminali. I tubi di sfiato dovranno essere presenti anche nei punti più bassi dei cavi lunghi e con forte dislivello. Nel caso di iniezione sottovuoto questa dovrà essere eseguita utilizzando un'apposita attrezzatura aspirante in grado di creare e mantenere, con la valvola di ingresso chiusa, una depressione di almeno 25 kPa nella guaina da iniettare. La pompa aspirante dovrà avere una portata nominale di almeno 30 m³/h e dovrà essere accoppiata a un'idonea attrezzatura equipaggiata di conta litri per la misura del volume della guaina da iniettare. L'iniezione potrà essere eseguita dopo aver misurato il volume della guaina e verificato la possibilità di mantenere stabilmente nella medesima una depressione di almeno 25

kPa. Durante l'iniezione si dovrà verificare che:

- non vi siano possibilità di infiltrazioni di aria nella guaina all'atto dell'immissione della pasta e per tutto il tempo dell'iniezione; gli eventuali punti di infiltrazione dovranno essere individuati e siglati;
- a pompa venga mantenuta in funzione fin quando la pasta non fuoriesce dal lato opposto della guaina;
- la depressione nella guaina non superi i 35 kPa ;
- il volume di pasta iniettata sia pressoché uguale al volume della guaina.

Quando la pasta fuoriesce dal lato opposto, si dovrà chiudere con una valvola il condotto di fuoriuscita e si dovrà proseguire a pompare fino a raggiungere la pressione di 500 kPa che dovrà essere mantenuta senza pompare per almeno 1 minuto. L'iniezione dovrà essere continua e non potrà assolutamente venire interrotta. Nel caso di interruzione superiore a 5 minuti il cavo dovrà essere lavato e l'iniezione ripresa dall'inizio. Si dovrà provvedere con appositi contenitori affinché la miscela di sfrido non venga scaricata, senza alcun controllo, sull'opera od attorno ad essa.

4.9 Acciaio d'armatura per c.a. e c.a.p.

4.9.1 Approvvigionamento dell'acciaio in barre

Saranno ammessi alla fornitura di acciaio per costruzioni soltanto fornitori prequalificati dall'Appaltatore. Prima dell'inizio della fornitura si dovrà trasmettere una lettera di notifica alla DL con il nominativo del Fornitore, i tipi d'acciaio e le caratteristiche della gamma richiesta e copia del dossier di qualificazione. L'Appaltatore dovrà documentare la provenienza, il tipo e la classe di ogni partita di acciaio in barre che entra in cantiere, nonché il peso complessivo della partita e quello dei tondini di uno stesso diametro. Per partita si intende il quantitativo di materiale che, pervenendo da un unico stabilimento nel periodo massimo di una settimana, potrà essere considerato come unica fornitura omogenea sia per titolo che per caratteristiche fisico-meccaniche.

4.9.2 Controllo del peso e della sezione

Per il controllo del peso effettivo da ogni partita dovranno essere prelevati dei campioni di barra. Qualora risultassero sezioni effettive inferiori a quelle ammesse dalle tolleranze previste nel D.M. attuativo della Legge n° 1086 il materiale verrà rifiutato e subito allontanato dal cantiere.

Qualora il peso effettivo risultasse inferiore al 98% di quello teorico e fosse accettabile in base alle tolleranze previste nel D.M. attuativo della Legge n° 1086, dovranno essere aggiunte (modificando i disegni di progetto e informando il Direttore dei Lavori) barre in quantità sufficiente a realizzare una sezione di acciaio non inferiore a quella prevista dal progetto esecutivo originariamente approvato.

4.9.3 Controllo di qualità

Per l'acciaio controllato in stabilimento, l'Appaltatore dovrà produrre la documentazione prescritta dalle norme in vigore (D.M. 14/1/2008) che certifichi gli avvenuti controlli (esistenza del Marchio depositato presso il Servizio Tecnico Centrale del Ministero dei Lavori Pubblici) e consentire al Direttore dei Lavori di accertare la presenza dei contrassegni di riconoscimento. Tutte le forniture di acciaio dovranno essere accompagnate da un certificato di un Laboratorio Ufficiale, riferito al tipo di armatura di cui trattasi, e marchiate secondo quanto previsto dal D.M. 4/1/2008.

Durante i lavori dovranno essere prelevati, per essere inviati a Laboratori Ufficiali o autorizzati, non meno di tre campioni per ciascun diametro utilizzato, ogni 1000 barre o partita se di minore entità, della lunghezza rispettivamente di:

- 1,20 m per diametro delle barre inferiore o uguale a 10mm;
- 1,50 m per diametro delle barre compreso tra 12 e 18 mm;
- 1,80 m per diametro delle barre superiore o uguale a 20 mm.

In caso di risultato sfavorevole delle prove di resistenza e duttilità, previste per legge, il complesso delle barre al quale si riferisce il campione dovrà essere accantonato e identificato in attesa dei risultati delle ulteriori verifiche.

Rimane comunque salva la facoltà del Direttore dei Lavori di disporre eventuali ulteriori controlli per giustificati motivi a carico dell'Appaltatore.

4.9.4 Giunzioni e saldature

Eventuali giunzioni, quando non evitabili, dovranno essere realizzate con manicotti filettati.

L'Appaltatore dovrà consegnare preventivamente al Direttore dei Lavori le schede tecniche dei prodotti che intende utilizzare. L'impiego di saldature non è di norma consentito e può essere applicato solo per le gabbie di armatura dei pali di fondazione e in casi speciali dietro autorizzazione del DL. Per le gabbie di armatura dovranno comunque essere effettuati prelievi di barre con elementi di staffa saldati da sottoporre a prove di trazione presso laboratori autorizzati con lo scopo di verificare che la saldatura non abbia provocato una riduzione di resistenza nelle barre. Negli altri casi, le modalità di saldatura, che devono essere descritte in un'apposita procedura redatta dall'appaltatore, devono essere approvate dalla DL prima dell'inizio delle attività. Nel corso dei lavori il Direttore dei Lavori, per giustificati motivi, potrà comunque richiedere ulteriori prove di controllo sulle saldature eseguite.

4.9.5 Realizzazione delle gabbie e posizionamento delle armature per c.a.

Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera; in ogni caso in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm in modo da garantire l'invariabilità della geometria della gabbia durante il getto. 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. L'Appaltatore dovrà adottare tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante il getto.

4.9.6 Posizionamento delle armature di precompressione

L'Appaltatore dovrà attenersi rigorosamente alle disposizioni contenute nei disegni costruttivi, in particolare per quanto riguarda:

- il tipo, il tracciato, la sezione dei singoli cavi;
- i dispositivi speciali come ancoraggi fissi, mobili, intermedi, manicotti di ripresa, ecc.;
- le fasi di applicazione della precompressione;
- la messa in tensione (da uno o da entrambi gli estremi);
- le eventuali operazioni di ritaratura delle tensioni.

Oltre a quanto prescritto nel D.M. attuativo della Legge n° 1086, si precisa che nella posa in opera delle armature di precompressione l'Appaltatore dovrà assicurarne l'esatto posizionamento mediante l'impiego di adeguati supporti.

Al fine di preservare le armature metalliche delle strutture in cemento armato precompresso dall'azione corrosiva delle correnti vaganti, l'Appaltatore è tenuto a collegare tutti i ferri delle armature di

precompressione tra loro nelle testate delle strutture mediante un conduttore di acciaio da collegare con un terminale da realizzare con un tondo di ferro dolce del diametro di 24 mm e sporgente dalla struttura per una lunghezza non inferiore a 20 cm. Poiché tale conduttore dovrà servire, dopo l'ultimazione dell'opera e dopo l'attivazione dell'esercizio, al rilevamento delle correnti vaganti e eventualmente poi alla messa a terra delle strutture o alla loro protezione catodica, lo stesso dovrà già essere previsto, nella fase di progettazione, in posizione accessibile ad opera ultimata. Tutti i collegamenti, di cui sopra, dovranno, preferibilmente, essere ottenuti mediante saldatura. Qualora tale procedimento non fosse possibile, per motivi di sicurezza inerenti all'integrità delle armature di precompressione, si potranno effettuare i collegamenti stessi con altro sistema, che assicuri un sufficiente grado di conduttività anche col volgere degli anni. Nel caso di strutture in c.a.p. ad armature pretese e per le quali risultasse di difficile esecuzione il collegamento delle estremità delle armature stesse con un conduttore, si potrà provvedere all'isolamento elettrico dell'impalcato, mediante verniciatura delle superfici di testata con opportune resine sintetiche e dielettriche. Comunque anche per le travi pretese si prevederà il collegamento elettrico dei trefoli in testata con le modalità previste dal presente Capitolato limitatamente all'1% delle travi di ciascun viadotto con un minimo di 1 trave per viadotto. Le tolleranze nel posizionamento delle armature normali (cavi e/o barre) sono riportate di seguito; chiamando S lo scarto tra la posizione teorica di progetto e quella effettiva in opera, sono ammessi questi valori:

- copriferro armature strutturali:
 $S = - 0.0 \text{ cm}$
 $S = + 1.5 \text{ cm}$ ($S = 1.0 \text{ cm}$ per solette)
- armature di ripartizione o di diffusione (nel senso ortogonale al copriferro):
 $S = \pm 2.0 \text{ cm}$ (purché siano rispettati i valori di copriferro ed interferro).
- armature da precompressione:
 cavi e/o barre: $S = \pm 1.0 \text{ cm}$
 trefoli: $S = \pm 0.5 \text{ cm}$
- interasse delle staffe:
 $S = \pm 2.0 \text{ cm}$ (purché le differenze positive e negative si compensino nello spazio di 1 m).

4.9.7 Tesatura delle armature di precompressione

Per le operazioni di tesatura vale quanto indicato al paragrafo relativo al cls precompresso.(6.10). Nelle strutture ad armatura pretesa le armature di precompressione dovranno essere ricoperte dal calcestruzzo per tutta la loro lunghezza. Per quanto riguarda l'iniezione di guaina nei cavi di precompressione si rimanda alle prescrizioni contenute nel paragrafo relativo al cls precompresso.

4.10 Qualifica del conglomerato cementizio

Si definiscono di seguito le varie successioni dei controlli da eseguirsi sul conglomerato cementizio e sui suoi singoli componenti (successivamente specificato nel documento di Controllo Qualità).

a) Studi preliminari di pre-qualifica

Prove, studi, certificazioni e valutazioni da eseguire, prima della qualifica all'impianto, per l'approvazione da parte del Direttore dei Lavori del mix design, progetto della miscela di calcestruzzo.

b) Qualifica della miscela all'impianto

Verifica delle miscele pre-qualificate effettuata presso l'impianto di confezionamento che verrà utilizzato in corso d'opera per la produzione del calcestruzzo.

c) Controlli di conformità in corso d'opera

Controlli da eseguire per verificare la conformità del calcestruzzo e dei suoi singoli costituenti ai requisiti del progetto e della miscela qualificata.

Sono inclusi tra tali controlli anche quelli definiti "di accettazione", relativi alle resistenze meccaniche, specificati dalle Norme Tecniche attuative della Legge n°1086.

L'Appaltatore dovrà disporre di almeno un Laboratorio (in cantiere, all'impianto di confezionamento o nelle immediate vicinanze) idoneo all'esecuzione di tutte le prove di qualifica e conformità del calcestruzzo fresco ed indurito e dei materiali costituenti, ad eccezione delle determinazioni chimiche, delle prove di permeabilità (profilo di penetrazione dell'acqua in pressione o coefficiente k) nonché di resistenza meccanica per le quali i campioni e i provini dovranno essere inviati a un Laboratorio Ufficiale o autorizzato.

Presso il laboratorio responsabile delle prove di qualifica dovranno essere disponibili le seguenti apparecchiature:

- Forno per essicare;
- Setacci;
- Bilancia di portata fino a 20 kg e sensibilità 1 gr;
- Termometro a immersione per calcestruzzo;
- Porosimetro;
- Picnometro;
- Contenitore tarato;
- Cono di Abrams o tavola a scosse;
- Casseforme di acciaio o PVC per il prelievo di almeno 32 cubetti;
- Impastatrice da laboratorio;
- Piastra o ago vibrante;
- Sclerometro;
- Termometro a max-min;
- Contenitore ermetico ed alcool per il controllo del calcestruzzo "checking fresh"
- Camera o vasca di stagionatura dei provini di calcestruzzo.

L'Appaltatore dovrà inoltre essere in grado di garantire la disponibilità, con preavviso di due giorni, delle seguenti apparecchiature:

- Attrezzatura per la registrazione delle temperature del calcestruzzo durante la presa e l'indurimento, dotata di almeno sei termocoppie;
- Pressa da laboratorio con carico massimo pari ad almeno 2000 kN
- Carotatrice idonea al recupero di carote con diametro fino a 100 mm.

4.10.1 Pre-qualifica e qualifica all'impianto

Studi preliminari di prequalifica

Almeno 45 giorni prima dell'inizio dei getti, l'Appaltatore dovrà presentare per l'approvazione gli studi di qualifica degli impasti e dei relativi costituenti per tutti i tipi e le classi di calcestruzzo previste negli elaborati progettuali. La documentazione dovrà attestare la conformità del calcestruzzo e dei singoli costituenti alle prescrizioni e norme riportate nel presente documento.

In particolare nella relazione di qualifica dovrà essere fatto esplicito riferimento a:

- materiali che si intendono utilizzare, indicandone provenienza, tipo e qualità;
- conformità dei materiali costituenti a quanto prescritto nel precedente capitolo 4;
- massa volumica reale s.s.a. e assorbimento, per ogni classe di aggregato, valutati secondo la Norma UNI 8520 parti 13^a e 16^a;
- studio granulometrico per ogni tipo e classe di calcestruzzo;

- tipo, classe e dosaggio del cemento;
- rapporto acqua-cemento;
- classe di esposizione ambientale a cui è destinata la miscela;
- tipo e dosaggio degli eventuali additivi;
- proporzionamento analitico della miscela e resa volumetrica;
- classe di consistenza secondo le Norme UNI EN 12350-2:2001UNI o EN 12350-5:2001
- risultati delle prove di resistenza a compressione;
- curve di resistenza nel tempo (almeno per il periodo 2-28 giorni);
- caratteristiche dell'impianto di confezionamento e stato delle tarature;
- sistemi di trasporto, di getto e di maturazione.

Potranno inoltre essere richiesti:

- curve della massa volumica del calcestruzzo fresco in funzione del rapporto a/c (non applicabile al calcestruzzo proiettato);
- curve di resistenza in funzione dei valori di consistenza e del rapporto a/c nel caso di miscele con classe di consistenza minore di S4 (non applicabile al calcestruzzo proiettato);
- preparazione di provini per la determinazione delle caratteristiche di durabilità del calcestruzzo (cicli gelo - disgelo, resistenza all'attacco chimico, ecc.).

Qualifica all'impianto

In questa fase vengono realizzati impasti prova all'impianto di produzione. I requisiti richiesti sono i seguenti:

1. il valore della resistenza media a compressione a 28 giorni, misurata su almeno 4 prelievi (la resistenza di ciascun prelievo è la media delle resistenze a compressione di due o più provini), deve essere:

per	$R_{ck} < 30 \text{ N/mm}^2$	$R_m \geq 1,25 R_{ck}$
per	$30 \text{ N/mm}^2 \leq R_{ck} \leq 40 \text{ N/mm}^2$	$R_m \geq 1,20 R_{ck}$
per	$R_{ck} > 40 \text{ N/mm}^2$	$R_m \geq 1,15 R_{ck}$

con valore minimo di ogni singolo provino $R_i \geq R_{ck}$;

2. il valore dell'abbassamento al cono deve essere conforme alla classe di consistenza dichiarata e si mantenga entro i limiti della stessa, con la tolleranza di $\pm 20 \text{ mm}$ su detti limiti:
 - per almeno 60 minuti per temperature fino a 20°C ;
 - per almeno 45 minuti per temperature fino a 35°C .
3. deve essere verificata l'omogeneità (all.1.A) del calcestruzzo all'atto del getto su due campioni, prelevati rispettivamente a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera:

In tal caso dette p_1 e p_2 le percentuali in peso di trattenuto al vaglio a maglia quadrata da 4 mm dei due campioni, dopo vagliatura a umido dovrà essere verificata la seguente relazione:

$$(p_1 - p_2) \leq 0,15 ((p_1 + p_2)/2)$$

L'abbassamento al cono dei due campioni prima della vagliatura non dovrà differire di più di 30 mm .

4. il rapporto acqua/cemento determinato secondo le modalità previste nella Norma UNI 6393 [19], non si

discosti di + 0.03 da quello dichiarato nella prequalifica;

5. il valore della massa volumica del calcestruzzo fresco sia superiore al 98% del teorico.

Se le resistenze medie a compressione per ciascun tipo di calcestruzzo, misurate a 2, 7 e 28 giorni sui provini prelevati dall'impasto di prova all'impianto, non si discostano di $\pm 15\%$ dalle resistenze indicate nella relazione di prequalifica, queste verranno assunte a riferimento per i primi 50 prelievi; in caso contrario l'impasto di prova all'impianto dovrà essere ripetuto e i valori delle resistenze da assumere a riferimento per i primi 50 prelievi verranno determinate adottando, per ciascuna età di maturazione, la media delle resistenze a 2, 7 e 28 giorni dei due impasti di prova.

Tutti gli oneri e gli eventuali ritardi causati dalle ripetizioni delle prove all'impianto di confezionamento saranno a totale carico dell'Appaltatore.

L'approvazione delle proporzioni delle miscele da parte del Direttore dei Lavori non libera in alcun modo l'Appaltatore dalle sue responsabilità in base alle norme vigenti.

I materiali costituenti gli impasti di prova dovranno stati sottoposti ai controlli descritti in precedenza e comunque di seguito riassunti:

Cemento:

- prove previste dalla Legge 595/65 e dal D.M. 13/9/1993, nonché prove chimiche e diffrattometriche come previsto nelle presenti prescrizioni punto 4.1.a.

Sabbie:

- modulo di finezza;
- contenuto di passante a 0,075 mm; UNI 8520 parte 7°
- contenuto di particelle leggere e frustoli vegetali; UNI EN 1744-1:2010
- contenuto di grumi di argilla e particelle leggere friabili; UNI 8520 parte 8°
- contenuto di solfati e di cloruri solubili; UNI EN 1744-1:2010
- contenuto di sostanze organiche; UNI EN 1744-1:2010
- equivalente in sabbia e valore di blu; UNI EN 933-8 E UNI EN 933-9
- analisi granulometrica. UNI EN 933-1.

Aggregato grosso:

- esame petrografico; UNI EN 032-3.
- contenuto passante a 0,075 mm; UNI 8520 parte 7°
- contenuto di particelle leggere e frustoli vegetali; UNI EN 1744-1:2010
- contenuto di grumi di argilla e particelle leggere friabili; UNI 8520 parte 8°
- degradabilità agli attacchi di soluzioni solfatiche; UNI EN 1367-2.
- contenuto di cloruri solubili; UNI EN 1744-1:2010
- contenuto di solfati; UNI EN 1744-1:2010

- massa volumica e assorbimento superficiale; UNI EN 1097-6:2008
- resistenza a compressione; UNI 8520 parte 17°
- coefficiente di forma ed appiattimento; UNI EN 933-3.
- perdita di massa per urto e rotolamento; UNI EN 1097-2.
- resistenza ai cicli di gelo e disgelo; UNI EN 1367-1:2007
- potenziale reattività in presenza di alcali UNI 8520 parte 22°
- analisi granulometrica. UNI EN 933-1.

Acqua di impasto:

- contenuto di solfati e cloruri;
- contenuto di acido solfidrico;
- contenuto totale di sali minerali;
- contenuto di sostanze organiche;
- contenuto di sostanze solide sospese.
- Ph

Calcestruzzo fresco:

- rapporto acqua/cemento;
- classe di consistenza;
- determinazione acqua essudata;
- dosaggio del cemento;
- contenuto totale calcolato di cloruri;
- massa volumica;
- omogeneità;
- percentuale di aria occlusa.

Calcestruzzo indurito:

- determinazione della resistenza caratteristica a compressione;
- massa volumica;
- determinazione della profondità di penetrazione dell'acqua sotto pressione secondo la Norma ISO 7031;
- determinazione della resistenza alla degradazione per cicli di gelo e disgelo secondo la Norma UNI 7087;
- determinazione della resistenza all'attacco solfatico: UNI CEN/TR 15697:2008

La qualificazione delle miscele potrà essere ripetuta, con le medesime modalità, ogni qualvolta venissero a modificarsi sensibilmente le caratteristiche fisico - chimiche dei costituenti del calcestruzzo o le modalità di confezionamento.

4.10.2 Controlli in corso d'opera

4.10.2.1 Controlli di conformità in corso d'opera

Il Direttore dei Lavori eseguirà controlli di conformità periodici in corso d'opera per verificare la corrispondenza tra le caratteristiche dei materiali e degli impasti impiegati e quelle definite in sede di qualifica.

Per i prelievi di campioni di calcestruzzo fresco si dovrà fare riferimento alla Norma UNI 9416 e considerare quali campioni da destinare alle prove i "campioni compositi" come definiti al punto 3.4. della suddetta norma.

Per quanto riguarda le resistenze meccaniche il controllo di accettazione dovrà avvenire secondo quanto specificato nelle Norme Tecniche applicative della Legge n° 1086 relativamente al controllo tipo A.

Ai fini del controllo di conformità, la differenza tra la resistenza a compressione media di riferimento a 28 giorni della più recente qualifica all'impianto (resistenza media di qualifica o, dopo i primi 50 prelievi relativi allo stesso tipo di calcestruzzo, media delle resistenze a 28 giorni degli ultimi 50 prelievi) e la media mobile misurata su serie separate di 15 prelievi in corso d'opera non dovrà essere maggiore dei seguenti limiti:

Tabella 12.1 - Controlli sulla resistenza

Resistenza caratteristica (N/mm ²)	Scostamento □ sulla media di 1 □ prelievi
$R_{ck} < 30$	$\pm 15\%$
$R_{ck} \geq 30$	$\pm 10\%$

Al fine di rispettare le tolleranze sopraindicate l'Appaltatore potrà apportare eventuali aggiustamenti alla miscela approvata, nel rispetto comunque di tutte le prescrizioni di capitolato, comunicandoli preventivamente per approvazione al Direttore dei Lavori.

Sul calcestruzzo indurito il Direttore dei Lavori potrà disporre l'esecuzione di prove e controlli integrativi mediante prelievo di carote e/o altri metodi non distruttivi quali prove sclerometriche, ultrasuoni, misure di resistività ecc., a totale carico dell'Appaltatore.

4.10.2.2 Controlli di conformità della resistenza a compressione su carote

Il prelievo, da eseguire in contraddittorio, potrà avvenire eseguendo carotaggi dai quali ricavare un numero adeguato di provini cilindrici con operazioni di taglio e rettifica delle basi.

Le seguenti raccomandazioni devono essere seguite nell'applicare il criterio di seguito esposto per la valutazione dei risultati:

- l'estrazione e la prova deve essere preferibilmente effettuata non oltre due mesi dalla posa in opera del calcestruzzo; per tempi più lunghi gli effetti di maturazione e carbonatazione superficiale possono portare a sovrastima delle resistenze di cui si deve tenere conto con i coefficienti di seguito indicati;
- l'estrazione dei provini da strutture in elevazione deve essere effettuata nella parte mediana delle strutture perché l'effetto di autocompattazione porta a incrementi della massa volumica e della resistenza nella parte inferiore;
- i provini ricavati dai prelievi non devono contenere al loro interno più di un elemento di armatura

normale alla direzione di prova, in caso contrario il provino dovrà essere scartato.

La stima della resistenza caratteristica del calcestruzzo si baserà sui risultati ottenuti nelle prove a compressione su un numero n di provini estratti dalla porzione di struttura in esame.

Il diametro delle carote dovrà essere generalmente compreso tra 2.5 e 5 volte la dimensione massima dell'aggregato e comunque maggiore di 100 mm L'altezza dei provini cilindrici ricavati dalle carote dovrà essere pari al diametro.

Per ogni lotto di 100 m^3 di calcestruzzo indagato o frazione, il numero di provini n non dovrà risultare minore di quattro.

Le carote una volta estratte e i provini successivamente ricavati da esse dovranno essere mantenuti umidi mediante idonei sistemi di protezione (teli umidi, sacchi chiusi, immersione in acqua ecc.) fino alla prova di compressione, nelle lavorazioni di taglio e spianatura si dovrà evitare ogni essiccazione della superficie.

Le prove di compressione sulle carote dovranno essere eseguite esclusivamente presso Laboratori Ufficiali o Autorizzati alla presenza del Direttore dei Lavori.

I dati riscontrati dovranno essere registrati con data, ora e punti di prelievo, comprensivi delle note di commento a cura del Direttore dei Lavori.

Detta f_{λ} la resistenza a compressione determinata su una carota (N/mm^2) secondo le modalità di prova previste nella Norma UNI 6132 [41], si stima la resistenza cubica relativa R_{ck} (stim) del calcestruzzo che costituisce la carota.

$$R_{ck(stim)} = f_{\lambda} \cdot C \cdot G \cdot M$$

Dove:

C è un coefficiente che tiene conto del disturbo arrecato al calcestruzzo durante il carotaggio.

$$C = 1.050 \text{ se } \varnothing_{\text{carota}} \geq 8 \text{ cm}$$

$$C = 1.075 \text{ se } \varnothing_{\text{carota}} < 8 \text{ cm}$$

G è un coefficiente che tiene conto delle condizioni nelle quali è stato eseguito il getto e della possibilità di vibrare il calcestruzzo.

$$G = 1.2 \text{ per getti in opera di pali e diaframmi;}$$

$$G = 1.15 \text{ per getti in opera in galleria;}$$

$$G = 1.05 \text{ per le altre strutture con getto in opera}$$

$$G = 1.0 \text{ per getti eseguiti in stabilimento}$$

$$G = 1.3 \text{ per lo spritz beton}$$

M è un coefficiente che tiene conto della maturazione del calcestruzzo.

Opera	Stagionatura	M
Pali e diaframmi	≤ 2 mesi	1
	Tra 2 e 4 mesi	1.025
	≥ 4 mesi	1.05

Altre opere	≤ 2 mesi	1
	> 2 mesi	1.05

Il confronto tra la resistenza caratteristica ottenuta dalle carote e la resistenza R_{ck} ottenuta, per lo stesso calcestruzzo, a partire da provini cubici confezionati si esegue prendendo in considerazione la media ed il minore dei valori R_{ck} (stim) ottenuti dalle carote. La verifica è soddisfatta se:

$$(\square) \quad R_{c(stim)} \text{ media} \geq R_{c} - 3,5 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$(\square) \quad R_{c(stim)} \text{ minima} \geq R_{c} - 3,5 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

4.10.2.3 Controlli particolari

Controlli particolari dovranno essere eseguiti con le modalità e frequenze indicate nelle specifiche di Controllo Qualità ed ogni qualvolta la Direzione Lavori ne ravvisasse la necessità.

4.11 Prove di carico

- Le prove di carico (collaudo statico) dovranno essere eseguite in accordo alle normative vigenti ed alle indicazioni del Collaudatore e della DL.
- L'effettuazione delle prove dovrà essere programmata, con adeguato anticipo, con la DL. Sarà cura dell'APPALTATORE verificare e fare in modo che al momento del collaudo risulti disponibile tutta la certificazione prevista dalle norme vigenti e dal "Specifiche di Controllo Qualità".
- Prima della effettuazione delle prove l'APPALTATORE dovrà concordare con la DL la quantità ed il tipo delle apparecchiature, degli strumenti e dei materiali da utilizzare, garantendo la operabilità e la precisione richiesta e facendo eseguire le tarature eventualmente necessarie.
- Sarà cura dell'APPALTATORE assicurare, nel rispetto delle norme di sicurezza, la completa accessibilità sia alle opere da collaudare che agli strumenti di misura.
- Per le opere realizzate anche parzialmente con elementi in precompresso si dovrà rispettare anche la normativa FS in vigore. Qualora siano disponibili le prove di carico sull'elemento prefabbricato di cui al punto 14.1.5, queste andranno tenute presenti nel valutare i dati delle prove di collaudo sull'impalcato completo.

4.12 Specifiche controllo qualità

4.12.1 Opere in conglomerato cementizio

4.12.1.1 Campi di applicazione

Come sarà dettagliato in modo sequenziale nel P.C.Q. relativo, nella realizzazione di opere in calcestruzzo si procederà ad una serie di controlli prima del getto, durante il getto e sulle opere finite.

4.12.1.2 Documenti di riferimento

La presente specifica fa riferimento:

- alla documentazione di tipo contrattuale;
- a tutta la documentazione di progetto quale disegni, specifiche tecniche ecc.;
- alle prescrizioni di legge applicabili, anche se non esplicitamente richiamate nella presente specifica;
- alle seguenti Leggi e regolamenti:
 - legge 1086 del 5/11/71.
 - Norme tecniche di applicazione all'art.21 della legge 1086.
 - Circolare n.8 del 10/2/1960 del Servizio Lavori delle F.S.
 - D.M. 14/1/2008 "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale precompresso e per le strutture metalliche"
 - Legge n. 64 del 1974
 - Alle norme indicate in appendice 2.

4.12.1.3 Controlli preliminari al getto

I controlli preliminari al getto del calcestruzzo riguarderanno:

- armature
- casseforme
- caratteristiche del CLS come di seguito specificato

4.12.1.4 Controlli sulle armature

Le armature debbono essere predisposte nelle casseforme, in accordo alle prescrizioni riportate al capitolo 10 della presente sezione. Il responsabile di C.Q. dell'APPALTATORE, prima del getto, deve programmare e fare eseguire dalla sezione di C.Q. dell'Esecutore i controlli di conformità di seguito descritti:

- verifica dell'esistenza, dell'esattività e della conformità della documentazione di qualità che deve accompagnare la fornitura del ferro d'armatura, come precisato nell'apposita Specifica di C.Q.
- controllo di conformità a disegni e specifiche mediante controllo di:
 - dimensioni e sagome delle sbarre,
 - posizionamento e regolarità delle maglie,
 - ampiezza delle sovrapposizioni,
 - copriferro,
 - messa a terra,
 - spaziatura tra barre (interferro).
- controllo della pulizia dei ferri.

Questo controllo deve essere effettuato a spot su tutte le armature poste in opera. L'estensione del controllo deve essere completa su manufatti di grande estensione ed elevata importanza statica.

- Controllo inserti.

Si dovrà verificare la loro rispondenza ai disegni di progetto ed il loro posizionamento in opera.

4.12.1.5 Controlli sulle casseforme

L'APPALTATORE costruirà le casseforme in modo che siano conformi rispetto a quanto specificato al paragrafo 8 della presente sezione. Il responsabile di C.Q. dell'Appaltatore farà eseguire in base al P.C.Q. relativo alle opere in oggetto: controlli di conformità di seguito descritti:

- delle caratteristiche delle casseforme, di cui al punto 8.1.
- della pulizia e del trattamento delle casseforme, di cui al punto 8.2.
- dei giunti delle casseforme, in particolare nei punti di ripresa del getto di cui al punto 8.3.
- delle legature e dei distanziatori delle armature, di cui al punto 8.4
- delle predisposizioni dei fori, delle tracce, delle cavità, ecc., previste nei disegni costruttivi, di cui al punto 8.5.

4.12.1.6 Controllo sulle caratteristiche del calcestruzzo da utilizzare

Il Responsabile dei getti in calcestruzzo dell'Esecutore dovrà, prima di procedere all'ordine del calcestruzzo alla centrale di betonaggio, verificare se lo stesso dovrà operare in condizioni di aggressività del terreno. Nel caso questa verifica dia esito positivo egli dovrà richiedere, in sostituzione di quanto previsto nel progetto, un calcestruzzo che risponda ai requisiti di resistenza previsti dalle norme (vedi allegata tabella sui tipi di conglomerato).

4.12.1.7 Controlli in fase di getto

I controlli in fase di getto riguarderanno sia l'esistenza delle condizioni ambientali per il getto, sia le verifiche delle modalità del getto che le condizioni di stagionatura dei getti. Non potrà essere iniziata alcuna attività senza la presenza sul luogo di lavoro dei P.C.Q. e dei relativi modelli da compilare in corso d'opera e di quelli attestanti il buon esito dei controlli preliminari.

4.12.1.8 Comunicazione del programma dei getti

Ogni settimana il Responsabile dei getti in calcestruzzo dell'Esecutore deve dare comunicazione scritta alla DL, mediante apposita scheda predisposta per la programmazione del lavoro, dei getti che saranno eseguiti nella settimana lavorativa successiva. Eventuali variazioni dovranno essere comunicate alla DL con almeno 24 ore di anticipo.

Nella scheda dovranno essere riportati, oltre alla data del giorno di compilazione della scheda e di quella di esecuzione del getto, i seguenti ulteriori dati:

- ubicazione dei getti con riferimento ai disegni esecutivi,
- la classe di resistenza del conglomerato cementizio in accordo alla citata tabella sui tipi di calcestruzzo da utilizzare,

- i metri cubi di calcestruzzo necessari,
- l'impianto di betonaggio di provenienza,
- il P.C.Q. relativo ai controlli preliminari con la certificazione dell'avvenuta verifica delle casseforme e delle armature come sopra specificato.

La DL a sua discrezione verificherà quanto sopra facendo eventuali commenti e richiedendo, se necessario, azioni correttive. La scheda sarà archiviata nella documentazione di cantiere nell'ordine cronologico.

4.12.1.9 Verifiche sul confezionamento del calcestruzzo

L'APPALTATORE eseguirà le operazioni di getto in modo che siano rispettate le disposizioni riportate nel capitolo 5:

- Additivi e disarmanti
- Lavorabilità del calcestruzzo
- Trasporto e scarico
- Esecuzione dei getti
- Maturazione
- Prescrizioni tecniche particolari (ripristini e stuccature)

Il Responsabile di C.Q. controllerà che all'atto del getto siano conformi alle specifiche :

- le condizioni climatiche;
- le operazioni di getto.

Per queste ultime si dovrà verificare:

- che le condizioni di scarico del calcestruzzo siano quelle previste dal capitolato (benne di scarico a fondo e nastri trasportatori);
- che le condizioni di omogeneità e lavorabilità dell'impasto siano quelle indicate nell'allegato 1;
- la pulizia delle superfici contro cui effettuare il getto;
- l'umidificazione delle suddette superfici, se porose;
- le modalità di caduta del calcestruzzo;
- l'altezza degli strati di posa;
- la corretta compattazione da eseguire mediante vibrator;
- la presenza dei necessari accorgimenti, concordati con la DL, in caso di getto in presenza d'acqua:
 - le riprese di getto, punto 5.3.3,
 - i ripristini e le stuccature, punto 5.6.

All'atto del getto il responsabile di C.Q. dovrà accertarsi che:

- vengano prelevati gli opportuni provini, per il controllo delle parti d'impianto finite, in accordo a quanto previsto dalle "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale, precompresso e per le strutture metalliche" di cui al D.M. 09/01/1996 del Ministero dei lavori pubblici.

- sia compilata una scheda, da allegare al P.C.Q. dei getti, che contenga le seguenti informazioni:
 - la data del getto,
 - la rintracciabilità dei getti in riferimento ai disegni del progetto esecutivo,
 - la temperatura esterna all'atto del getto,
 - la temperatura del calcestruzzo al momento del getto,
 - le condizioni climatiche, umidità e ventilazione del giorno,
 - il metodo di maturazione prescelto fra quelli preventivamente comunicati alla DL
 - il giorno previsto per il disarmo.

Le schede saranno archiviate come documentazione di C.Q., nel dossier di qualità dell'opera.

4.12.1.10 *Controlli nella fase di maturazione*

Per le fasi di maturazione il Responsabile di C.Q. dovrà verificare quanto segue:

- che sia stata prodotta dall'APPALTATORE una specifica di stagionatura delle opere, e che sia trasmessa alla DL;
- che i metodi di stagionatura definiti nella suddetta specifica siano adeguatamente messi in opera e rispettati;
- che nelle prime 48 ore dopo il getto le superfici siano mantenute umide mediante applicazione di prodotti antievaporanti o opportuna bagnatura;
- che le opere siano adeguatamente protette contro gli urti durante tutto il periodo di maturazione.
-

4.12.1.11 *Controllo delle operazioni di disarmo*

Attenendosi alle “Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5/11/1971 n° 1086” e al DM del 14/01/2008, il Responsabile dei getti stabilirà la data per la rimozione delle casseforme. La DL dovrà essere informata in anticipo delle operazioni di disarmo relative ad opere importanti. Tale data è riportata nella scheda relativa al getto. La DL dovrà essere informata in anticipo delle operazioni di disarmo relative ad opere importanti. Le operazioni di disarmo dovranno essere effettuate in accordo al punto 8.6 del corrente capitolo.

Il Responsabile di C.Q., in fase di disarmo dovrà provvedere al controllo:

- della rimozione degli elementi metallici che dovessero sporgere dai getti;
- della presenza di irregolarità e sbavature inaccettabili;
- della superficie esterna dei getti, la quale non deve presentare difetti quali: macchie, colorazioni, nidi d'ape, ecc.

4.12.1.12 *Controlli di conformita' delle opere finite*

Il controllo di accettazione dovrà avvenire secondo quanto specificato delle “Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge n° 1086 del 5/11/1971”. Anche per le opere principali quali:

- travi ed elementi in c.a.p. in genere

- impalcati
- pile e relative fondazioni
- spalle e relative fondazioni
- opere di sostegno
- gallerie
- pali e paratie

è richiesto il controllo di accettazione di tipo A secondo l'allegato 2 al D.M. del 14/01/2008.

Le prove qualificate dall'APPALTATORE e approvate dalla DL saranno eseguite a cura del Responsabile di C.Q. nel laboratorio di cantiere e in laboratori ufficiali secondo quanto richiesto dalle norme.

La frequenza delle prove è stabilita in base alle norme; i risultati saranno riportati in un registro di cantiere nel quale saranno annotati:

- la data e l'ora del prelievo;
- il numero identificativo dei campioni prelevati, corrispondente a quanto annotato nella scheda di getto;
- il codice di identificazione della scheda dei getti e del relativo P.C.Q.;
- il risultato delle prove come risultante dai certificati di laboratorio e il loro codice identificativo.

La DL potrà richiedere prove e prelievi integrativi, ove necessario.

4.12.2 Confezionamento conglomerato cementizio

4.12.2.1 Campi di applicazione

La presente specifica si applica a tutti i tipi di conglomerato cementizio prodotti in impianti già qualificati dall'APPALTATORE ed approvati dalla DL e utilizzati per le opere identificate dal contratto per i lavori civili necessari per la realizzazione del Quadruplicamento passante ferroviario Porta Susa-Stura nel nodo di Torino. Il modello da applicare per la gestione e certificazione dei controlli è il PCQ. Per il controllo ed il mantenimento dei requisiti prestazionali del cls nella fase di confezionamento saranno compilate presso la centrale di betonaggio le schede di registrazione dei dati SR-14 ed SR-15 abbinate al certificato MC-01. I modelli citati sono contenuti nel documento "Prescrizioni per l'esecuzione di forniture e lavori in assicurazione qualità".

4.12.2.2 Documenti di riferimento

La presente specifica fa riferimento alla documentazione di tipo contrattuali a tutta la documentazione di progetto quale disegni, specifiche tecniche ecc.; alle seguenti norme e regolamenti:

- Legge 26/05/65 n. 595
- D.M. del 14/01/66 e s.m.i.
- D.M. del 03/06/68 e s.m.i.
- D.M. del 01/04/83 e s.m.i.
- D.M. del 20/11/84 e s.m.i.
- UNI EN 12390-3:2009, 6133, 6135, 6324, 6393, UNI EN 12350-7:2009, 7087, UNI EN 934-2, 7120, 7122, 7163, 7549, 7928, 8019, UNI EN 934-2, EN 12620, UNI EN 932-1, UNI EN 933-3-8-9, UNI EN 1367-1-2, UNI EN 1744-1, UNI EN 1097-3-6, UNI EN 032-3, UNI 2332, 8991, 9156, UNI EN 206-1:2001

- CNR B.U. nn. 4, 27, 34
- UNI EN 1367-2.

4.12.2.3 Materiali impiegati

Per il confezionamento dei conglomerati cementizi è previsto e consentito l'utilizzo dei materiali aventi le Caratteristiche indicate nei precedenti capitoli.

4.12.2.4 Controlli di prequalificazione

Sia le fonti di approvvigionamento dei materiali che gli impianti di confezionamento del cls debbono essere preventivamente qualificati dall'APPALTATORE, e approvati dalla DL ove esplicitamente indicato, prima del loro utilizzo.

Di seguito sono elencati i requisiti qualitativi richiesti per la loro accettabilità e le modalità di qualifica.

Cemento

Saranno ammessi alla fornitura tutti quei cementifici che siano in grado di garantire forniture pari, in quantitativo, alla massima richiesta della centrale di betonaggio asservita.

L'APPALTATORE dovrà trasmettere alla DL un dossier per approvazione del (dei) nominativo (i) prequalificato (i) allegando i seguenti documenti:

- una relazione riportante il tipo di cementi forniti e per ognuno di questi la capacità massima di fornitura dell'impianto in t/gg
- i certificati di prova dei cementi emessi dal fornitore, che dimostrino la conformità di questi alle specifiche indicate nel presente Capitolato.

Aggiunte (ceneri volanti e microsilice)

La qualificazione della fonte di approvvigionamento sarà fatta dall'APPALTATORE con la produzione di un dossier composto dai seguenti documenti:

- relazione tecnica riportante la tipologia e la capacità massima di fornitura dei prodotti
- un verbale di conformità dei prodotti alle caratteristiche riportate sul presente Capitolato redatto in base a prove di laboratorio; i certificati delle prove saranno allegate al verbale

L'APPALTATORE trasmetterà alla DL il dossier di qualificazione.

Aggregati

Per la qualifica dei fornitori degli aggregati si procederà diversamente a seconda dei due seguenti casi:

- a) **Aggregati provenienti da cava**
 Nel caso di prelievo da cava, intendendo per cava una Azienda che estragga, frantumi e vagli materiali litoidi costantemente da uno stesso luogo in cui è situato l'impianto o un luogo scelto dall'APPALTATORE dal quale estrarre, frantumare, vagliare detti materiali, l'APPALTATORE dovrà:
 - qualificare la cava mediante l'analisi tecnico/amministrativa della cava stessa, impiegando un modulo di qualificazione del tipo indicato nell'allegato 2
 - sottoporre dei campioni di cava ad una analisi presso un laboratorio ufficiale che certificherà la conformità dei materiali alle specifiche riportate al punto 3. precedente e 14.2.6
 - quantificare la probabile quantità di materiale estraibile dalla cava stessa
 - redigere un verbale riportante i risultati della suddetta qualificazione, gli esiti delle prove sui materiali e la capacità di fornitura della cava

Il dossier composto dalla documentazione come sopra elencato e da una chiara identificazione

della cava sarà trasmesso alla DL per approvazione.

- b) aggregati provenienti da scavo
L'APPALTATORE dovrà qualificare sia lo scavo che l'impianto di frantumazione e vagliatura che utilizzerà.

Per lo scavo dovrà:

- prelevare campioni dal fronte di scavo e sottoporli ad una analisi presso
- un laboratorio ufficiale limitatamente alle seguenti prove:
- contenuto di solfati e cloruri
- potenziale reattività in presenza di alcali
- perdita di massa per urto e rotolamento, secondo UNI EN 1097-2, per gli aggregati grossi
- equivalente in sabbia secondo UNI EN 933-8 E UNI EN 933-9 per la frazione fine
- determinazione dei coefficienti di forma e appiattimento secondo UNI EN 933-3.
- redigere una relazione tecnica sui mezzi e le metodologie impiegate per l'estrazione.

Per la qualificazione dell'impianto di frantumazione e vagliatura:

- effettuare l'analisi tecnico/amministrativa dell'impianto, impiegando un modulo di qualificazione del tipo indicato nell'allegato 2
- sottoporre dei campioni trattati nell'impianto ad analisi presso un laboratorio ufficiale che certificherà la conformità dei materiali alle specifiche riportate al punto 3. precedente
- redigere un verbale riportante i risultati della suddetta qualificazione, gli esiti delle prove sui materiali e la capacità di fornitura dell'impianto

Tale documentazione costituirà il dossier di qualificazione sia dello scavo che dell'impianto di frantumazione e vagliatura connesso.

Il dossier composto dalla documentazione come sopra elencato e da una chiara identificazione sia della zona di scavo che dell'impianto sarà trasmesso alla DL per approvazione.

Acqua d'impasto

Se l'acqua necessaria al confezionamento dei conglomerati cementizi sarà prelevata da fonti (pozzi, sorgenti, ecc.) situate nell'area di effettuazione degli impasti, l'APPALTATORE effettuerà la qualificazione di tali fonti mediante prove di laboratorio mirate all'accertamento dei parametri caratteristici indicati al paragrafo 3.4 della presente Sezione, nonché alle normative di legge di cui ai DD.MM. del 3/6/68 e del 1/4/83. Si dovrà redigere un verbale contenente le indicazioni necessarie a qualificare le condizioni del prelievo.

I campioni prelevati (2 serie) sigillati e contrassegnati, saranno inviati ad un laboratorio ufficiale per le analisi (1° campione) e conservati con cura dall'APPALTATORE per eventuali riprove (2° campione). Tale documentazione costituirà il dossier di qualificazione per la fonte e l'acqua d'impasto. Il dossier sarà trasmesso alla DL insieme ad una chiara identificazione della fonte utilizzata.

Additivi e disarmanti

Saranno ammessi i fornitori che siano in grado di adempiere ai dettami ed alle specifiche del contratto, in accordo alle presenti prescrizioni di C.Q., e di garantire forniture congrue con le esigenze dei lavori.

L'APPALTATORE dovrà redigere un dossier di qualificazione contenente i seguenti controlli e informazioni:

- il tipo di additivi e disarmanti forniti
- la capacità massima di fornitura
- una relazione tecnica sui dosaggi e benefici conseguenti e sulle modalità di impiego

- attestato di conformità del prodotto alle norme UNI vigenti.
- risultati delle prove previste nelle precedenti specifiche tecniche

L'APPALTATORE trasmetterà alla DL il dossier di qualificazione del fornitore per approvazione.

4.12.2.5 Qualificazione impianti e mezzi di confezionamento

Centrale di betonaggio

La qualifica della centrale di betonaggio, e la verifica della sua capacità a produrre calcestruzzi con caratteristiche in accordo a quelle indicate nel presente Capitolato, avverrà dopo la procedura di verifica della taratura dell'impianto, le cui modalità di esecuzione sono riportate in allegato 4.

L'APPALTATORE effettuerà la qualifica dell'impianto e redigerà una relazione delle verifiche tecniche effettuate che attesti l'esistenza e l'efficienza di tutti i mezzi e le apparecchiature secondo quanto indicato al punto 6.1. della Sez. VI ed in particolare dei:

- Sistemi di dosaggio automatico
- Sistemi di controllo dei dosaggi e delle granulometrie
- Silos di stoccaggio del cemento sfuso ed eventuali silos per additivi
- Magazzini cemento insaccato
- Sistemi di prelevamento degli inerti
- Sistemi di misura umidità di sabbie e inerti
- Sistemi di lavaggio inerti

Per il controllo del mantenimento degli standard operativi, il Responsabile di Controllo Qualità dell'APPALTATORE dovrà assicurare che le centrali/impianti di confezionamento dei conglomerati cementizi provvedano a:

- registrare, con frequenza minima giornaliera e comunque ad ogni significativo cambio di condizioni termo-igrometriche, sull'apposito modulo i valori ottenuti dai controlli manuali e dalle letture fornite automaticamente dalle sonde, relativi all'umidità di tutte le classi di aggregati presenti nelle tramogge. Sullo stesso modulo andranno registrati gli eventuali interventi attuali sugli strumenti di cui è dotata la centrale per correggere l'eventuale disuniformità di lettura.
- controllare e registrare sull'apposito modulo, con frequenza minima di due volte al giorno, il valore dello slump dei carichi di partenza dalla centrale, confezionando ogni volta almeno una coppia di cubetti per verificare la resistenza a 28 giorni. Il valore dello slump rilevato in Centrale deve essere riportato dall'operatore sulla bolla di accompagnamento.
- predisporre e tenere aggiornato il registro le Non Conformità riscontrate durante l'operatività della Centrale (carichi con dosaggi fuori limite di accettabilità, slump al di fuori del range di accettabilità relativo alla classe di consistenza, autobetoniere rifiutate dal cantiere con relative motivazioni, etc.).

Tale documentazione dovrà essere resa disponibile a cura dell'Appaltatore su richiesta della DL.

I moduli allegati in fac-simile al documento "Prescrizioni per l'esecuzione di forniture e lavori in assicurazione qualità" dovranno essere compilati a cura del responsabile di CQ dell'impianto di betonaggio.

Betoniere

L'APPALTATORE. dovrà accertarsi preliminarmente dello stato di efficienza ed idoneità dei mezzi, in particolare del tipo di manutenzione svolta periodicamente ed accertare che tali verifiche risultano sistematicamente annotate su una apposita scheda di manutenzione del mezzo custodita sul mezzo stesso.

4.12.2.6 Prequalifica delle tipologie di conglomerato cementizio

La presente specifica si riferisce allo studio preliminare di qualificazione del MIX DESIGN del conglomerato cementizio.

La qualificazione avverrà a cura dell'APPALTATORE. e dovrà essere effettuata almeno 45 giorni prima dell'inizio dei getti.

La suddetta qualifica potrà essere effettuata presso il laboratorio qualificato dall'APPALTATORE e approvato della DL o presso il laboratorio del fornitore, se approvato ufficialmente, o presso un laboratorio ufficiale.

La procedura di qualifica è articolata in tre fasi:

1° fase: *prove sui materiali*

2° fase: *prove di impasto*

3° fase: *prove sui conglomerati cementizi e produzione della documentazione relativa ai materiali, agli impasti e ai mezzi impiegati.*

Tutte le suddette fasi saranno eseguite per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio prodotto e impiegato dall'APPALTATORE. I limiti di accettabilità di tutte le caratteristiche saranno quelli indicati dal presente Capitolato e dalla normativa vigente.

Fase 1: prove sui materiali

Materiali costituenti la miscela d'impasto

Si dovranno elencare i materiali impiegati, indicandone provenienza, tipo e qualità. A tale elenco saranno unite le documentazioni comprovanti la conformità alle specifiche del presente Capitolato, e precisamente:

- cemento:
 - prove previste dalla legge 595/65 e dal D.M. 09/03/88 n.126, del D.M. 13/09/93 G.U. 22/09/93;
 - analisi chimica dei contenuti di C3A e C4AF + 2C3A
- Sabbie:
 - modulo di finezza
 - contenuto passante al vaglio 0,075 mm.
 - contenuto di argilla
 - contenuto di parti leggere e vegetali
 - contenuto di solfati
 - contenuto di cloruri solubili
 - contenuti di sostanze organiche equivalente in sabbia
 - curva granulometrica
- Inerti grossi:
 - esame petrografico
 - contenuto passante al vaglio 0,075 mm.
 - contenuto di argilla
 - contenuto di parti leggere e vegetali
 - contenuto di solfati
 - contenuto di cloruri solubili
 - degradabilità ad attacchi di sostanze solfatiche
 - massa volumetrica ed assorbimento
 - resistenza a compressione semplice
 - coefficiente di forma e appiattimento
 - perdita di massa per urto e rotolamento
 - resistenza ai cicli di gelo-disgelo
 - potenziali reattività in presenza di alcali
 - curva granulometrica

- Acqua d'impasto:
 - contenuto di solfati
 - contenuto di cloruri
 - contenuto di acido solforico
 - contenuto totale dei sali minerali
 - contenuto sostanze organiche
 - contenuto sostanze solide sospese

- Aggiunte:
 - perdita al fuoco;
 - contenuto di solfati;
 - contenuto di cloruri;
 - contenuto di ossidi;
 - stabilità volumetrica;
 - trattenuto;
 - massa volumica;
 - attività pozzolanica;
 - superficie specifica;
 - carbone libero;
 - umidità;
 - P H.

- Additivi:
 - effetto fluidificante a riduzione d'acqua;
 - mantenimento della lavorabilità;
 - effetto ritardante o accelerante;
 - aria inglobata;

- Indice di efficienza DOT per gli antievaporanti.

Conglomerato cementizio fresco

Dopo aver prodotto i campioni di prova del conglomerato su di essi si effettueranno le seguenti prove e si produrranno i certificati relativi:

- determinazione abbassamento al cono
- determinazione acqua essudata
- dosaggio cemento e rapporto acqua/cemento
- contenuto totale di cloruri
- massa volumica
- omogeneità (vedi allegato 1.A)

Conglomerato cementizio indurito

Si effettueranno le seguenti prove e si produrranno i certificati relativi:

- determinazione resistenza caratteristica a compressione (eseguite secondo quanto prescritto dall'UNI EN 12390-3:2009)
- massa volumica

ed ove richiesto:

- resistenza agli attacchi chimici
- resistenza al gelo

Le prove indicate andranno a costituire una “Relazione” di prequalifica della miscela che verrà inviata per informazione alla DL, prima della effettuazione delle prove di qualifica dei Mix all'impianto e che sarà vincolante per la qualifica.

Fase 1: Prequalifica del Cls (Studio del Mix Design)

Le prove di qualifica devono essere precedute e supportate da uno studio (Mix Design) per consentire all'Appaltatore la scelta dei materiali da impiegare, la scelta della composizione della miscela, (curva granulometrica, tipo e dosaggio dei materiali, rapporto A/C, slump, additivi, ed eventuali aggiunte). Il Mix Design dovrà essere progettato da un laboratorio preventivamente qualificato dal Appaltatore ed approvato dalla DL.

Per lo studio del Mix Design l'Appaltatore utilizzerà componenti preventivamente qualificati, e, ove previsto, approvati dalla DL. L'Appaltatore, definite le caratteristiche del Mix Design, effettuerà n° 8 prove di impasto in betoniera, di cui:

- quattro con il dosaggio ed il rapporto a/c previsti dal progetto del Mix;
- due con lo stesso dosaggio ma con un rapporto a/c maggiore di circa 2 centesimi;
- due con lo stesso dosaggio ma con un rapporto a/c minore di circa 2 centesimi.

Per ogni impasto verranno confezionati n. 14 cubetti, per le prove di rottura a compressione a 1, 3, 7, 14, 28, 60 e 90 giorni, su due cubetti a ciascuna scadenza, presso un laboratorio qualificato.

La prova a 3 giorni potrà essere costituita con quella a 48 ore, a giudizio del progettista del Mix.

Con i risultati ottenuti fino alle prove a 28 giorni, andranno costruite le curve di andamento delle resistenze nel tempo e di variazione della resistenza in funzione del rapporto a/c e/o dello slump.

Fase 2: Qualifica del Cls

Le prove di qualifica del Cls andranno eseguite in impianti già qualificati o che abbiano almeno superato positivamente tutte le procedure di taratura delle bilance, dei dosatori, delle sonde e di controllo del software di gestione.

Le miscele qualificate in un impianto di betonaggio s'intenderanno qualificate e quindi convenzionabili anche in altri impianti, purchè qualificati.

All'impianto di betonaggio tutte le prove e i prelievi verranno effettuati da un laboratorio ufficiale/autorizzato. Questi, prima dell'inizio delle prove, effettuerà un doppio campionamento di tutti gli aggregati, cemento, additivi ed acqua, dalle tramogge, silos e cisterne.

Un campione dei vari componenti verrà utilizzato dal laboratorio ufficiale/autorizzato per effettuare le prove sui materiali, previste dal Capitolato, l'altro opportunamente sigillato, verrà conservato dall'appaltatore e comunque tenuto a disposizione della DL per un periodo massimo di 90 giorni.

Sempre prima dell'inizio delle prove si eseguirà la determinazione dell'umidità delle varie classi di aggregato grosso per essiccazione. Per le sabbie, l'umidità delle varie classi di aggregato grosso per essiccazione. Per le sabbie, l'umidità determinata per essiccazione, verrà comparata con quella data dalle sonde posizionate nell'impianto, onde verificate la loro taratura.

Verificata la corrispondenza della composizione della miscela inserita nei software di gestione, registrata la temperatura dell'acqua di impasto e dell'aria, si procederà ad effettuare un carico di almeno 4 mc di cls.

Dopo aver accertato dal documento di carico, che l'impasto è avvenuto nel rispetto della tolleranza dei singoli componenti e trascorso il tempo minimo necessario per garantire l'omogeneità dell'impasto ($t' = n \text{ mc} + 2'$), si procederà ad effettuare le prove sul cls fresco, sempre ad opera del laboratorio ufficiale/autorizzato nel seguente modo:

1) ad 1/5 di scarico della betoniera:

- slump;
- massa volumica;
- aria inglobata;
- acqua essudata;
- temperatura del cls;

- trattenuto di aggregato al setaccio di 4 mm;
- prelievo di 8 cubetti;
- controllo della composizione del cls fresco UNI 6393 (limitatamente al contenuto d'acqua)

2) ai 4/5 di scarico della betoniera:

- slump;
- trattenuto di aggregato al setaccio di 4 mm (per prova di omogeneità rispetto al valore del primo quinto);
- prelievo di 8 cubetti;

La prova a compressione verrà eseguita dal laboratorio ufficiale/autorizzato a ciascuna delle seguenti scadenze: 1,3,7,14,28,60, 90 giorni di maturazione su due cubetti, ad eccezione di quella a 28 gg. che sarà eseguita su quattro cubetti.

La qualifica si intenderà positivamente superata allorquando:
il valore R_m della resistenza a compressione a 28, sarà:

- per cls $20 \text{ MPa} \leq R_{ck} \leq 25 \text{ MPa}$ $R_m \geq R_{ck} + 25\%$
- per cls $30 \text{ MPa} \leq R_{ck} \leq 35 \text{ MPa}$ $R_m \geq R_{ck} + 20\%$
- per cls $R_{ck} \geq 40 \text{ MPa}$ $R_m \geq R_{ck} + 15\%$

con il valore minimo di ogni singolo provino $R_1 \geq R_{ck} + 3,5 \text{ MPa}$.

Il valore dello slump sia conforme alla classe di consistenza dichiarata, inoltre a scopo conoscitivo, si potranno eseguire anche prove del mantenimento della lavorabilità eseguendo lo slump a 60' - 90'.

- i valori dello slump ad 1/5 e 4/5, eseguito dopo 30', non differiscano tra di loro più di 3cm;
- l'aria inglobata, per calcestruzzi aerati, sia conforme ai valori prescritti nella tabella al paragrafo 4.6.4 e, per il cls standard \leq al 3,0% come da norma;
- il valore dell'acqua essudata, secondo UNI 7122/2008, non superi il valore dello 0,1% dell'acqua totale dell'impianto;
- nella prova di omogeneità, la differenza in percentuale in peso del materiale trattenuto non vari più del 10% sui due campioni;
- il dosaggio dell'acqua ottenuto con l'effettuazione della prova UNI 6393/72 non si scosti più del 5% rispetto ai valori indicati nella stampa di carico;
- il valore della massa volumica dia $\pm 3\%$ rispetto quella del mix di prequalifica.

Al termine dell'attività di qualifica relativa a ciascuna miscela di cls, a fronte dei certificati del Laboratorio Ufficiale, verrà compilato un "Dossier di qualifica", che verrà inviato alla DL per approvazione.

Fase 3: documentazione

Si dovrà produrre una relazione di qualificazione per ogni tipo e classe di conglomerato, alla quale, in base anche alle prove di cui alle fase 1 e 2, si dovranno allegare i seguenti documenti:

- elenco dei materiali impiegati, indicante provenienza, tipo e qualità dei medesimi.
- Certificati di conformità dei materiali costituenti la miscela d'impasto.
- Certificato della massa volumica reale s.s.a., massa volumica reale ed apparente ed assorbimento, per ogni classe di inerti, secondo UNI EN 13055-1:2003
- Studio granulometrico
- Tipo e dosaggio del cemento.
- Rapporto acqua/cemento.
- Tipo e dosaggio degli eventuali additivi.

- Proporzionamento analitico della miscela e resa volumetrica.
- Valore della consistenza misurata al Cono di Abrams.
- Risultati delle prove preliminari di resistenza a compressione e curve di resistenza nel tempo.
- Curve di resistenza in funzione dei valori di slump e del rapporto a/c.
- Preparazione di provini per la determinazione delle caratteristiche di durabilità del conglomerato cementizio
- Caratteristiche dell'impianto di confezionamento
- Sistemi di trasporto, di getto e di maturazione.

Approvazione della DL

Le documentazioni di cui sopra verranno trasmesse alla DL.

Questa, dopo l'esame dei documenti e dopo l'esecuzione degli impasti di prova, approverà, se le riterrà idonee, l'impiego delle miscele oggetto di qualifica, con l'emissione, per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio, di un apposito documento di approvazione

L'approvazione da parte della DL non solleva, in base alle norme vigenti, in alcun modo l'APPALTATORE dalle sue responsabilità.

Copia del documento di approvazione farà parte del dossier di qualifica di ogni singolo getto

4.12.2.7 Controlli in corso d'opera

Il Responsabile di CQ dell'APPALTATORE dovrà predisporre una pianificazione dei controlli periodici previsti per il cls nelle specifiche seguenti relativamente ai materiali componenti, al confezionamento, agli impianti e mezzi d'opera. Tale documento dovrà riportare oltre i dati identificativi del Fornitore/fornitura oggetto della verifica, il tipo di controllo e frequenza, il calendario delle ispezioni, la indicazione della struttura responsabile del controllo (Laboratorio, Ufficio Approvvigionamenti, Controllo Qualità, etc.), la tipologia della certificazione da acquisire. Il piano dei controlli in corso d'opera dovrà essere finalizzato al monitoraggio e mantenimento degli standards iniziali di qualifica e dovrà essere inviato per informazione alla DIREZIONE LAVORI a cura del Responsabile di CQ dell'Appaltatore. Tale documento sarà aggiornato con cadenza periodica in funzione degli esiti delle verifiche effettuate e delle tempistiche di attuazione delle eventuali azioni correttive richieste. Il calendario delle verifiche dovrà comunque essere modulato per garantire l'attuazione dei controlli in base alla frequenza minima indicata in specifica.

Cemento

Ogni lotto di cemento, che dovrà provenire da cementificio qualificato, sarà accettato dietro presentazione di certificato del fornitore riportante la composizione del prodotto.

Si dovranno effettuare, per ogni 1000 t (500 tl impiegato in galleria) di cemento proveniente da un singolo fornitore, le verifiche seguenti:

- Caratteristiche generali, secondo L.595/65, D.M. 09/03/88 n° 126, D.M. 13/09/93 G.U. 22/09/93.
- Analisi chimica del contenuto di C3A.
- Analisi chimica del contenuto di C4Af + 2C3A.

Le prove avverranno presso laboratorio qualificato dall'APPALTATORE e approvato da DL o presso un laboratorio ufficiale.

In corso d'opera l'Appaltatore dovrà effettuare le verifiche anche con prelievi da eseguirsi in contraddittorio con il Fornitore, da autocisterne piombate all'arrivo presso l'impianto di betonaggio.

La copia dei certificati di ogni singola prova, riportanti l'identificazione del lotto controllato e del fornitore, il laboratorio certificante e la data di prova, faranno parte del dossier di qualificazione del conglomerato cementizio in sede di getto.

Tali verifiche dovranno comunque essere effettuate ogni qual volta la DL lo richieda in base a particolari motivazioni tecniche. In aggiunta a quanto sopra indicato per ogni 10.000 ton di ciascun tipo di cemento utilizzato dovrà essere acquisito nel dossier di qualificazione una attestazione del Cementificio che dichiara il valore medio e l'intervallo di variabilità di ciascun requisito previsto dalla norma UNI EN 197/1 relativi alle prove del mese precedente.

Ceneri volanti e microsilica

Dovranno essere eseguite delle prove fisiche, chimiche e granulometriche dei prodotti, al fine di verificare le caratteristiche richieste di cui al punto 3.2.2.

Le verifiche saranno effettuate con la frequenza di prova indicata sulle tabelle riportate ai punti sopra citati e con ceneri volanti (o microsilica) provenienti da una stessa sede o lotto di fornitura. L'esito di ogni prova dovrà essere riportata su certificato, indicando inoltre l'identificazione del Lotto, il laboratorio e la data della prova. Le prove avverranno presso laboratorio qualificato dall'APPALTATORE e approvato da DL. Tali verifiche dovranno comunque essere effettuate ogni qual volta la DL lo richieda in base a motivate esigenze tecniche. La copia dei certificati faranno parte del dossier di qualificazione del conglomerato cementizio in sede di getto.

Aggregati

Sarà controllata la conformità degli inerti alle caratteristiche indicate al punto 3.3 (secondo Norma UNI 8520/2005 parte 2a).

Le verifiche avverranno almeno in ragione 1 volta per ogni cambio di cava e/o scavo e di impianto di frantumazione e vagliatura.

Tali verifiche dovranno comunque essere effettuate per ciascuna fornitura equivalente a 20.000 m³ di calcestruzzo confezionato ed ogni qual volta, in base a motivate esigenze tecniche, la DL lo richieda o quando vengano riscontrati difetti o non conformità alle specifiche del conglomerato cementizio o quando le caratteristiche del materiale appaiono difformi da quelli già testate e qualificate. Nel caso di approvvigionamento da scavo in galleria si controlleranno i materiali, con prelievo dal fronte di scavo; tali prove saranno limitate al:

- contenuto di solfati e cloruri con frequenza giornaliera;
- alla potenziale reattività in presenza di alcali con frequenza settimanale;
- alla perdita di massa per urto e rotolamento, secondo UNI EN 1097-2.
- all'inizio ed a ogni successiva variazione litologica.

Tutte le prove saranno effettuate presso laboratorio qualificato dall'APPALTATORE e approvato dalla DL o presso laboratorio ufficiale.

La copia dei certificati di ogni singola prova, riportanti l'identificazione del lotto controllato e della fonte di fornitura, il laboratorio certificante e la data di prova, costituiranno il dossier di qualificazione del conglomerato cementizio in sede di getto. Nel caso di cambio della fonte di approvvigionamento, copia dei certificati sarà inoltre trasmessa alla DL con le medesime modalità di cui sopra.

Nel caso di riscontrata reattività agli alcali si comunicherà alla DL le misure adottate per escludere il fenomeno.

Acqua d'impasto

Le prove di analisi dovranno determinare le caratteristiche di cui al punto 3.4. Tali prove avverranno con una frequenza di una prova ogni 90 giorni, o con frequenza maggiore se indicato dalla DL; le prove saranno comunque effettuate ad ogni cambio di fonte di approvvigionamento idrico. Nel caso di approvvigionamento da pozzi le analisi dovranno essere ripetute ogni 14 giorni.

La copia dei certificati di prova, riportanti l'identificazione del laboratorio certificante e la data di prelievo, faranno parte del dossier di qualificazione del conglomerato cementizio in sede di getto.

L'impiego degli additivi dovrà essere preventivamente sperimentato, dichiarato nel mix design della miscela e quindi approvato dalla DL.

Nel caso di cambio, della fonte di approvvigionamento, copia dei certificati sarà inoltre trasmessa alla DL con le medesime modalità di cui sopra.

Additivi

Gli additivi da impiegare dovranno essere muniti di certificato del fornitore di conformità alle norme.

Copia di tale certificazione, unitariamente ad una scheda tecnica riportante tipo, dosaggi ed effetti dell'additivo, sarà inviata alla DL e sarà allegata al dossier di qualificazione del conglomerato cementizio in sede di getto.

4.12.2.8 Controlli sul confezionamento

I documenti di certificazione seguenti, saranno allegati al dossier di qualità del conglomerato cementizio in sede di getto.

Tutte le prove saranno effettuate presso il laboratorio di cantiere qualificato dall'APPALTATORE e approvato dalla DL o presso un laboratorio ufficiale. I certificati di ogni singola prova, riporteranno i dati identificativi del lotto, data di prelievo e laboratorio di prova.

Granulometria

Sarà controllata la granulometria degli inerti secondo le modalità UNI EN 1097-2 e UNI EN 933-1. nonché della UNI 7163/79 Appendice B - e in accordo alle caratteristiche del presente Capitolato indicate al punto 4.2.

Le prove avranno una frequenza di 1 a settimana e comunque di almeno 1 ogni 5.000 mc di inerte impiegato nel confezionamento del lotto.

Dosaggio di acqua e cemento

Si effettuerà la prova in riferimento alla UNI EN 1097-6:2008, per la condizione "satura a superficie asciutta".

La prova sarà effettuata secondo la norma UNI 6393/72 con una frequenza pari a 2.000 mc di conglomerato cementizio. Prove aggiuntive potranno essere richieste dalla DL in base a motivate esigenze tecniche.

Temperature operative

Si dovrà verificare almeno 2 volte al giorno le temperature atmosferiche e le temperature di miscelazione degli impasti.

Tali temperature dovranno rientrare nei limiti di cui al punto 5.3. La temperatura di miscelazione sarà riportata sul dossier di qualificazione di ogni impasto.

Conglomerati cementizi resistenti al gelo

Si verificherà, presso un laboratorio di cantiere approvato o presso laboratorio Ufficiale il coefficiente di permeabilità secondo prova riportata in Allegato 1 punto b, con limite di accettabilità inferiore a $10E-11$ cm/s.

Se prescritto o richiesto dalla DL si dovrà inoltre determinare la resistenza ai cicli di gelo-disgelo, secondo UNI 7087/2002.

Il certificato della prova sarà riportato sul dossier di qualificazione di ogni miscela.

Nel caso vengono adoperati additivi aeranti, per ogni lotto dovrà essere controllato il contenuto di aria occlusa mediante prova eseguita secondo UNI EN 12350-7:2009

I limiti di accettabilità saranno quelli indicati al par. 4.9. La prova sarà effettuata presso un laboratorio qualificato dall'APPALTATORE e approvato dalla DL.

Conglomerati cementizi esposti ad attacchi chimici

Si dovranno verificare le rispondenze dei conglomerato cementizio al progetto e comunque alle prescrizioni indicate al punto 4.6.5.

La classe di resistenza e il tipo di cemento impiegato saranno comunicate alla DL.

I risultati delle verifiche saranno riportate sull'apposito certificato da conservare nel dossier qualificazione del conglomerato cementizio.

4.12.2.9 Impianti e mezzi

Centrale di betonaggio

L'impianto approvato dovrà essere di tipo automatizzato e dovrà essere verificato, in particolare per quanto concerne le bilance, almeno ogni 2 mesi.

Si redigerà allo scopo una relazione tecnica che attesti l'esistenza e l'efficienza di tutti i requisiti richiesti dal Capitolato di Costruzione.

Le tarature periodiche delle bilance saranno invece effettuate almeno una volta l'anno, salvo indicazioni diverse da parte della DL, con le stesse modalità riportate nella procedura allegata (all. 4).

Tutte le bilance tarate dovranno avere applicato un cartellino riportante la data di taratura e la scadenza.

L'APPALTATORE trasmetterà tale documentazione alla DL.

Nel corso della fornitura il CQ dell'APPALTATORE dovrà effettuare delle ispezioni presso gli impianti al fine di accettare che il tenore di umidità di tutti gli aggregati sia rilevato con la frequenza indicata al punto 5.1 e conseguentemente sia corretta automaticamente (o manualmente in assenza di sonde di rilevamento) la quantità dell'acqua di impasto.

Le ispezioni dovranno evidenziare tramite la compilazione di apposito verbale che il sistema di gestione e controllo dell'impianto sia conforme a quanto indicato dalle specifiche.

Betoniere

L'APPALTATORE dovrà accertarsi periodicamente dello stato di efficienza dei mezzi, in particolare dello stato di usura delle lame e dell'accumulo di conglomerato indurito o legante.

Tale verifica avverrà ogni 4000 mc e almeno ogni mese e sarà annotata su una apposita scheda di manutenzione del mezzo, custodita sul mezzo stesso.

Prove e controlli in corso d'opera sul Cls

In corso d'opera il cls ed i suoi componenti verranno sottoposti a controlli e prove, la cui frequenza e i cui limiti di accettabilità sono quelli previsti dal Capitolato. Qualora l'impasto venisse eseguito con premiscelatore, il prelievo per le prove previste ad esclusione della consistenza, può essere effettuato presso il laboratorio dell'impianto.

Se al controllo della lavorabilità (misura dello slump) nel luogo di getto, risultasse detto valore inferiore fino a 3 cm rispetto al limite minimo della classe di consistenza, è ammessa l'aggiunta di superfluidificante dello stesso tipo utilizzato per il confezionamento del cls in questione, in quantità predeterminata, sulla base di prove specifiche preventivamente effettuate per ogni mix.

L'aggiunta dovrà essere registrata sulla bolla di consegna a cura del laboratorio e del Responsabile del getto e comunque dovrà essere effettuata entro 90 minuti dal momento del confezionamento all'impianto, così come risulterà dalla bolla di trasporto.

I risultati delle prove previste, ordinati cronologicamente e per zone di getto, verranno esaminati dal Controllo Qualità dell'APPALTATORE per verificarne la conformità alle prescrizioni tecniche applicabili.

La conformità/accettazione del calcestruzzo indurito, sarà valutata secondo i criteri della Legge 1086 del 5 novembre 1971, e del D.M. 14 febbraio 1992 - Allegato 2 punto 5.1 "Controllo di accettazione tipo A".

Per raggiungere l'obiettivo di mantenere le caratteristiche prestazionali di ciascuna miscela (magroni esclusi) costanti nel tempo, il Controllo Qualità del GC, in una prima fase lavorativa, relativamente a ciascuna miscela usata, dovrà registrare ed elaborare i risultati delle prove eseguite su ciclo di produzione di n° 75 prelievi e riportarli in un diagramma sul quale è individuata una banda predeterminata di oscillazione, che avrà come limite inferiore il valore $R_{ck} + 3,5$ Mpa, e come limite superiore il valore della resistenza massima ottenuta in qualifica sui quattro provini rotti a 28 gg.

Dopo l'esito delle prove, verrà definita, in funzione degli intervalli di variazione ottenuti, una carta di controllo che indichi una fascia di oscillazione delle resistenze entro la quale la produzione possa essere considerata "controllata". Verranno inoltre definiti, qualora nel corso della produzione/fornitura alcuni risultati uscissero dalla fascia, i criteri di valutazione e di controllo e gli interventi correttivi da attivare, per ripristinare la costanza "di qualità" della produzione nel tempo.

In particolare, in funzione del numero di risultati che escono dalla fascia, verranno attivati accertamenti e/o controlli integrativi, quali ad esempio:

- verifica delle modalità di miscelazione;
- verifica delle modalità di confezionamento dei prelievi;
- verifica della modalità di stagionatura durante le prime 24 h;
- verifica della taratura degli impianti;
- verifica delle sonde per la determinazione dell'umidità degli inerti;
- verifica della curva granulometrica degli inerti;
- verifica del cemento utilizzato mediante prove su malta plastica;

al fine di individuare le cause dell'abbassamento dello standard qualitativo, e porvi tempestivamente rimedio.

L'APPALTATORE dovrà dare evidenza oggettiva (es: emissione di verbali) delle anomalie riscontrate e degli interventi correttivi adottati. La relativa documentazione prodotta verrà gestita come "Documentazione di registrazione della qualità" e tenuta a disposizione della DL. Nel corso della produzione/fornitura i limiti delle fasce potranno essere riesaminati ed aggiornati. Una miscela di calcestruzzo che è stata qualificata con miscelazione in autobetoniera può, in corso d'opera, essere confezionata anche con miscelazione all'impianto (premiscelatore).

4.12.3 Prequalifica dei ferri d'armatura per calcestruzzo armato

4.12.3.1 Campi di applicazione

La presente Specifica si applica a tutti i tipi di forniture di acciai per ferri d'armatura di opere in conglomerato cementizio armato.

I controlli saranno registrati nei Certificati compresi nei P.C.Q. dei manufatti in calcestruzzo nelle posizioni relative a:

- verbale accettazione acciai d'armatura
- certificati prove su acciai in cantiere.

4.12.3.2 Documenti di riferimento

La presente Specifica fa riferimento alla documentazione di tipo contrattuale; a tutta la documentazione di progetto quale disegni, specifiche tecniche ecc.; alle norme e prescrizioni di legge applicabili, anche se non espressamente richiamate.

4.12.3.3 Qualificazione dei fornitori

Saranno ammessi alla fornitura di acciai per costruzioni civili soltanto fornitori prequalificati dall'APPALTATORE.

L'APPALTATORE, prima dell'approvvigionamento dei materiali dovrà trasmettere una lettera di notifica alla DL con il nominativo del fornitore da cui intende approvvigionarsi, i tipi di acciai e le caratteristiche della gamma delle barre richieste e i verbali di qualifica del fornitore.

4.12.3.4 Controlli sui materiali

Ogni lotto di barre di acciaio controllate in stabilimento dovrà essere munito di documentazione del fornitore, secondo la Normativa vigente, che certifichi gli avvenuti controlli.

Tale certificazione dovrà essere allegata al dossier di qualificazione dell'opera in calcestruzzo armato per la quale il lotto è stato impiegato.

L'acciaio ponente ogni otto dovrà recare in modo visibile i contrassegni di riconoscimento.

In cantiere o in stabilimento di prefabbricazione dovranno essere effettuate le prove previste dalla normativa vigente.

La DL potrà comunque disporre l'effettuazione di controlli ulteriori con le modalità da essa stessa indicate, in base a motivate esigenze tecniche.

4.12.3.5 Controlli in accettazione

All'arrivo del materiale in cantiere e/o in stabilimento di prefabbricazione saranno effettuati dei controlli di accettazione.

Questi saranno documentati tramite la compilazione di un apposito verbale.

I controlli riguarderanno l'accertamento della provenienza del materiale da fornitore qualificato, l'esistenza dei certificati di origine e dei contrassegni sulle barre d'acciaio, la corrispondenza della fornitura di

documenti d'ordine, l'assenza di ruggine, grasso ed altri elementi pregiudizievoli per l'impiego in opera della fornitura. Da ogni partita saranno prelevate delle barre campione con le modalità indicate al punto 10, per il controllo del peso effettivo delle barre.

Il materiale rifiutato dovrà essere immediatamente stoccato in apposita area di segregazione.

4.12.3.6 Controlli in corso d'opera

Le gabbie di armatura dovranno essere assemblate mediante legatura doppia incrociata con filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0.6 mm.

Nel caso di gabbie assemblate con parziale saldatura l'acciaio dovrà essere del tipo saldabile e rispondente ai requisiti del punto 2.2.6 del D.M. 14/01/2008. La saldatura dovrà essere autorizzata dalla DL dietro preventiva presentazione di una idonea procedura di lavoro che espliciti le modalità di esecuzione, materiali ed attrezzature, nonché la qualifica dei saldatori. Nel caso di impiego di manicotti l'APPALTATORE dovrà consegnare preventivamente alla DL le schede tecniche dei prodotti da utilizzare.

4.12.4 Manufatti prefabbricati in conglomerato cementizio

4.12.4.1 Campi di applicazione

La presente procedura si applica a tutti i tipi di manufatti prefabbricati. In particolare la presente procedura risponde alle prescrizioni del punto 6 d di questa stessa sezione di capitolato.

I modelli di PCQ da applicare saranno di due tipi.

La struttura di CQ del Prefabbricatore dovrà predisporre un modello di PCQ, in ottemperanza alle prescrizioni della presente specifica, con il quale gestirà le fasi di controllo della produzione, movimentazione e stoccaggio dei manufatti presso l'impianto di produzione. Tale modello sarà contenuto nel Piano di Qualità di produzione che dovrà essere redatto per ciascun impianto di prefabbricazione e presentato per l'approvazione della DL almeno 60 gg. prima dell'utilizzo delle relative lavorazioni.

Le fasi di controllo delle operazioni di stoccaggio, movimentazione e posa in opera presso i cantieri di costruzione saranno gestite mediante il modello PCQ QMP ed il relativo certificato MP01 contenuto nel documento "Prescrizioni per l'esecuzione di forniture e lavori in assicurazione qualità".

4.12.4.2 Documenti di riferimento

La presente procedura fa riferimento:

- alla documentazione di tipo contrattuale;
- a tutta la documentazione di progetto quale disegni, specifiche tecniche ecc.;
- alle seguenti norme e regolamenti:

- ☐ legge 1086 del 5/11/1971
- ☐ DM 14/01/2008 (Norme tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della suddetta legge)
- ☐ Norme per il calcolo e la costruzione di strutture a grandi pannelli, di cui alla circolare del Ministero Lavori Pubblici n. 6090 dell'11/8/1969 e successivi aggiornamenti
- ☐ D.M. del 03/12/1987, n. 39 - Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate
- ☐ Circolare Min. LL.PP. 16/03/1989 n. 31104 - Istruzioni in merito alle Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate.

4.12.4.3 La prequalificazione degli impianti di produzione

Le attività di prefabbricazione debbono essere preventivamente approvate dalla DL a cui l'APPALTATORE deve sottoporre un dossier contenente:

- elenco delle parti d'impianto da sottoporre a prefabbricazione e produzione periodica o totale che si intende realizzare in ogni impianto di prefabbricazione;
- nominativo o descrizione dell'impianto di prefabbricazione;
- documentazione di qualifica del suddetto impianto;
- prove sperimentali a cui è stato assoggettato l'eventuale prototipo;
- metodologie di costruzione;
- Piano di Qualità per la costruzione dei componenti da prefabbricare;
- qualifica del laboratorio interno per le prove sui materiali.

L'APPALTATORE trasmetterà alla DL una lettera di notifica con allegata la documentazione di qualifica suddetta.

La DL ricevuto il relativo dossier, dopo l'esame dei documenti e dopo aver proceduto alle ulteriori indagini che ritenesse necessarie, approverà l'impianto di prefabbricazione.

Per quanto riguarda le attività di controllo e qualifica per la preparazione del dossier l'APPALTATORE dovrà seguire le prescrizioni di seguito elencate.

4.12.4.4 Qualificazione dell'impianto

La procedura di qualificazione consisterà nell'esame delle attrezzature e delle modalità di esecuzione degli elementi di fabbrica.

a) Attrezzature

Si dovranno controllare tutte le attrezzature da usare nella prefabbricazione, quali impianti di betonaggio, piani vibranti, spazi di produzione opportunamente coperti e di stoccaggio, ecc. anche in conformità a quanto indicato nel punto 6.1.

Per le centrali di betonaggio ci si atterrà a quanto indicato a riguardo nella "Specificazione di C.Q. per il confezionamento del conglomerato cementizio".

Le altre attrezzature dovranno altresì presentarsi in stato di piena efficienza e funzionalità, nonché di dimensioni adeguate a soddisfarle le esigenze della produzione che si intende assegnare all'impianto.

b) Si dovranno descrivere e valutare le modalità di esecuzione delle lavorazioni, in particolare:

- tempi e modi di produzione;
- metodi di vibrazione;
- metodi di stagionatura;
- metodi di stoccaggio e trasporto.

Le verifiche di qualificazione saranno riportate in una apposita relazione redatta dal Responsabile di C.Q. dell'APPALTATORE, in funzione della tipologia dell'impianto da qualificare.

4.12.4.5 Qualificazione dei materiali

Per la qualifica dei materiali varrà quanto indicato nella presente sezione relativa agli acciai di armatura ed ai calcestruzzi.

Pertanto restano a carico dell'APPALTATORE tutti gli obblighi relativi alle modalità di qualifica delle cave di fornitura degli inerti, alla prequalifica degli impianti di produzione, alla qualifica del laboratorio interno dello stabilimento, allo studio e all'approvazione dei mix design da parte della DL.

4.12.4.6 Controlli in corso di prefabbricazione

L'APPALTATORE dovrà garantirsi che il sistema di C.Q. dell'impianto di prefabbricazione predisponga, per ogni tipologia di manufatto prefabbricato, un P.C.Q. ed un piano di stagionatura. Tali documenti saranno contenuti nel Piano di Qualità di produzione che dovrà essere presentato alla approvazione della DL per ogni impianto di prefabbricazione.

Il P.C.Q. dovrà riportare le verifiche richieste dalla legge, ed in particolare quanto prescritto dal D.M. 14/01/2008 e dalle "Norme per il calcolo e costruzione di strutture a grandi pannelli" della circolare del Ministero dei LL.PP. n° 6090 dell'11/08/69.

Esso dovrà anche tener conto dei controlli elencati nelle due Specifiche di C.Q. relative agli acciai, al di confezionamento e posa in opera delle opere in calcestruzzo, ed essere in accordo a quanto indicato nella presente sezione. In particolare per i prefabbricati in cemento armato precompresso si dovranno seguire anche le prescrizioni elencate nell'allegato n. 1. Il PdQ preparato dalla struttura di CQ del Prefabbricatore farà parte del Dossier di Qualifica dell'impianto di prefabbricazione da presentare per l'approvazione della DL.

4.12.4.7 Verifiche in corso di costruzione

Il sistema di C.Q. dell'impianto di prefabbricazione dovrà effettuare tutti i controlli richiesti nel P.C.Q. in applicazione di quanto previsto al punto 6 e preparare, per ogni elemento o lotto prefabbricato, il relativo dossier di C.Q. che dovrà accompagnare le opere in oggetto all'atto della consegna in cantiere. Il responsabile di C.Q. dell'APPALTATORE dovrà definire preventivamente ed inserire nel P.C.Q. le fasi vincolanti alle quali lui, o suoi superiori, intendono presenziare.

In fase di approvazione del PdQ la DL indicherà nel P.C.Q. di produzione le fasi vincolanti alle quali intende presenziare.

4.12.4.8 Controlli in corso di messa in opera

Anche per le operazioni di messa in opera dei manufatti il Responsabile di C.Q. dovrà compilare il P.C.Q. di queste attività con i controlli di seguito specificati.

4.12.4.9 Verifica dell'identificazione del manufatto

Si dovrà verificare che ogni elemento prefabbricato sia marcato, in modo inalterabile, in conformità ai disegni o al catalogo di produzione per permetterne in qualsiasi momento la sicura identificazione e la data di produzione.

Se il pezzo risulta di peso superiore alle 20 tonnellate si controllerà che sia riportato anche il peso.

La conformità della marcatura alle specifiche sarà annotato sul P.C.Q..

4.12.4.10 Controllo sull'idoneità e sulle protezioni degli elementi

All'arrivo in cantiere dei manufatti prefabbricati il Responsabile di C.Q. dovrà accertarsi che essi siano accompagnati dai dossier di C.Q. sopra descritti.

Si dovrà controllare che, in tutte le fasi di lavorazione e trasporto, siano stati adottati gli adeguati provvedimenti di protezione ed effettuare le verifiche di cui al punto 6.8 e 6.9.

Prima della messa in opera si procederà su ogni singolo elemento ad un esame visivo, in accordo al P.C.Q., del pezzo al fine di accertarsi che non presenti alcun difetto, nonché alla verifica dimensionale, nel rispetto delle tolleranze ammesse (punto 6.11), mediante misurazioni.

L'esito delle verifiche sarà annotato sul P.C.Q.

Gli elementi non idonei saranno scartati e stoccati in un'adeguata area di segregazione.

4.12.4.11 *Controlli durante la posa in opera*

Prima dell'esecuzione di qualsiasi montaggio di manufatti prefabbricati, dovrà essere notificato alla DL un apposito piano di monitoraggio e/o varo. Il Piano dovrà definire per ciascuna tipologia di manufatto il lotto minimo di monitoraggio (elemento, campata, parte d'opera etc.) per il quale sarà emesso un singolo certificato di C.Q. (Modello MP01) La data di messa in opera del prefabbricato dovrà essere notificata alla DL.

Dopo la posa in opera di ogni elemento si verificherà il corretto posizionamento (vedi punto 6.9 e mantenimento in posizione dello stesso in modo che risulti stabile e resistente sia a tutte le azioni esterne che al peso proprio).

Tali verifiche saranno annotate sul P.C.Q.

4.12.5 Prefabbricati in cemento armato precompresso

4.12.5.1 *Controlli sulle casseforme*

Si dovranno effettuare i controlli di conformità alle specifiche di progetto e con le tolleranze indicate al punto 6.2.

I controlli effettuati saranno riportati sul P.C.Q.

4.12.5.2 *Controlli sulle armature*

Posizionamento

Si dovranno effettuare i seguenti controlli di conformità alle specifiche di progetto:

- Controllo sul tipo, sul tracciato e sulla sezione di ogni singolo cavo
- Controllo sui dispositivi speciali, come ancoraggi fissi, mobili, intermedi, manicotti di ripresa, ecc.
- Controllo della predisposizione e del posizionamento di tubi di sfiato per le guaine come prescritto
- Controllo del posizionamento delle armature in genere con le tolleranze indicate al punto 6.3.

Cavi d'armatura e dispositivi speciali dovranno essere forniti di documentazione riportante:

- identificazione del lotto e provenienza
- idoneità del materiale
- certificazioni allegare delle caratteristiche dei materiali

I controlli effettuati saranno riportati sul P.C.Q.

Messa in tensione

La messa in tensione delle armature dovrà avvenire per mezzo di apparecchiature già qualificate.

L'APPALTATORE, prima delle operazioni di messa in tensione, dovrà eseguire il progetto dettagliato delle modalità di applicazione della precompressione ed inviarlo, per informazione, alla DL. Durante le operazioni di tesatura e delle eventuali ritarature delle tensioni, si dovranno registrare su un apposito modello:

- i tassi di precompressione
- gli allungamenti totali o parziali di ogni cavo

Il modello compilato sarà trasmesso in copia alla DL e costituirà il dossier di qualificazione del manufatto precompresso, insieme alla documentazione di cui sopra.

4.12.5.3 Iniezione delle guaine

Prove di qualificazione della pasta cementizia

Con riferimento al punto 9.4, le prove di qualificazione della pasta cementizia saranno le seguenti:

- a. certificazione di qualificazione delle materie costituenti la miscela, secondo le prescrizioni e modalità indicate nella procedura di C.Q. relativa alla qualificazione del calcestruzzo. Si dovrà inoltre verificare l'assenza di cloruri, polvere di alluminio, coke o altri agenti che provocano espansione mediante formazione di gas;
- b. misurazione del rapporto a/c, predeterminato sperimentalmente;
- c. fluidità della pasta d'iniezione al cono di Marsh; la prova sarà effettuata mediante la misura del tempo di scolo di 1000 cmc di miscela attraverso un ugello di 8 mm di diametro;
- d. misura dell'essudazione e del tempo di riassorbimento effettuata su 1000 ml di miscela in cilindro graduato di $\phi = 60$ mm e $h=450$ mm. dopo un tempo di riposo di 3 ore;
- e. verifica di assenza di ritiro;
- f. determinazione dell'espansione su provini di dimensioni standard e misurata in acqua dopo 2 giorni;
- g. misurazione del tempo di inizio presa a 20°C ed umidità relativa del 75%, secondo D.M. 3/6/68 - "Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi";
- h. misura della resistenza a trazione per flessione a 8 gg. che dovrà essere superiore a 4MPa;
- i. misura della resistenza a compressione semplice a 28 gg. su provini cubici di lato 7 cm. o 10 cm.

Le prove suddette saranno effettuate presso un laboratorio approvato e certificate.

Gli esiti saranno riportati sul P.C.Q. ed i certificati allegati al dossier di qualificazione dell'opera.

La miscela sarà confezionata in una impastatrice che dovrà essere già stata qualificata a rispondere alle prescrizioni di cui al punto 9.4.3.

Il tempo di miscelazione sarà determinato di volta in volta mediante prova al cono di Marsh. Prima della iniezione si verificherà che la miscela venga passata attraverso un setaccio di maglia 2 mm di lato ed il trattenuto sia scartato.

Iniezioni della pasta cementizia

Durante le fasi di iniezione delle guaine si dovrà eseguire la misura della fluidità sulla pasta cementizia in

uscita ed in entrata, con le modalità indicate al punto “c)” precedente.

Le fluidità misurate saranno confrontate tra loro e si continuerà l'iniezione fino a che risulteranno uguali (\pm 4 sec), fermo restando i limiti di idoneità della miscela indicati al punto 9.4.

Nel caso di interruzione di iniezione, si controllerà che il tempo intercorso fino alla ripresa delle operazioni non sia superiore ai 5 minuti, annotando gli orari di interruzione e di ripresa.

Al termine delle operazioni si controllerà che la guaina iniettata sia mantenuta per almeno 5 ore alla pressione di iniezione, annotando l'ora di termine delle operazioni e l'ora di rimozione del rubinetto di tenuta.

Si dovrà controllare che le iniezioni siano eseguite entro 15 gg. dalla messa in tensione delle armature di precompressione. Si dovranno controllare le condizioni climatiche (temperatura e presenza di gelo) secondo le modalità del D.M. 14/01/2008.

I controlli relativi alle modalità ed alle tecniche di iniezione sottovuoto, dovranno essere concordate con la DL.

Controlli sul lavoro finito

Saranno eseguite prove di tipo endoscopico almeno sul 20% dei cavi di precompressione, in almeno 3 punti per ogni cavo (estremità e mezzeria nel caso di travi appoggiate) e comunque in relazione all'andamento del tracciato.

In caso di esito negativo delle suddette prove le medesime potranno essere aumentate ad insindacabile giudizio della DL.

Tutte le suddette verifiche saranno riportate sul P.C.Q.

4.12.5.4 Protezione delle armature dalle correnti vaganti

Si dovrà verificare la conformità dei collegamenti delle armature al terminale in ferro dolce e la conformità di questo ed il suo posizionamento in luogo di facile accessibilità, secondo quanto indicato al punto 10.6. Nel caso di impiego alternativo di protezioni d'isolamento mediante sostanze dielettriche, si verificherà l'idoneità di queste (certificandone il tipo, la provenienza e attestandone la qualità) e si controllerà la corretta applicazione.

Le suddette verifiche saranno annotate sul P.C.Q..

4.12.5.5 Getto del calcestruzzo

Si richiamano, per quanto applicabili, i controlli previsti nei paragrafi 6 e 7 del presente Capitolato.

4.12.5.6 Stagionatura

Il responsabile di C.Q. dovrà accertarsi che siano stati effettuati i controlli previsti al punto 6.5 e che venga rispettato il piano di stagionatura approvato.

4.12.5.7 Scassero

Il responsabile di C.Q. dovrà accertarsi che sia trascorso il tempo di stagionatura previsto dal piano di stagionatura.

4.12.5.8 Controlli strutturali

Il responsabile di C.Q. dovrà verificare che siano stato eseguiti i controlli strutturali così come previsti al punto 6.11 e specificatamente:

- effettuazione della misura delle deformate
- esecuzione delle prove di carico

L'esito delle verifiche sarà annotato sul P.C.Q.

4.12.5.9 Stoccaggio

Il responsabile di C.Q. dovrà verificare che lo stoccaggio sia eseguito in maniera propria e più precisamente conforme a quanto indicato nel punto 6.7.

In particolare dovrà verificare i tempi minimi e massimi di stoccaggio. L'esito delle verifiche sarà annotato sul P.C.Q.

ALLEGATO 1 : PROVE PARTICOLARI SU CALCESTRUZZO

a. Controllo dell'omogeneità

L'omogeneità del calcestruzzo all'atto del getto dovrà essere verificata su due campioni, prelevati rispettivamente a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera.

Dopo aver accertato dal documento di carico, che l'impasto è avvenuto nel rispetto della tolleranza dei singoli componenti e trascorso il tempo minimo necessario per garantire l'omogeneità dell'impasto ($t' = n_{mc} + 2'$), si procederà ad effettuare le prove sul cls fresco, sempre ad opera del laboratorio ufficiale/autorizzato nel seguente modo:

- 1) ad 1/5 di scarico della betoniera:
 - slump;
 - trattenuto di aggregato al setaccio di 4 mm;
- 2) ai 4/5 di scarico della betoniera:
 - slump;
 - trattenuto di aggregato al setaccio di 4 mm (per prova di omogeneità rispetto al valore del primo quinto);
- 3) il valore dell'abbassamento al cono sia conforme alla classe di consistenza dichiarata e si mantenga entro i limiti della stessa, con la tolleranza di ± 20 mm su detti limiti:
 - per almeno 60 minuti per temperature fino a 20°C;
 - per almeno 45 minuti per temperature fino a 35°C.
- 4) venga verificata l'omogeneità del calcestruzzo all'atto del getto su due campioni, prelevati rispettivamente a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera:

In tal caso dette p_1 e p_2 le percentuali in peso di trattenuto al vaglio a maglia quadrata da 4 mm dei due campioni, dopo vagliatura a umido dovrà essere verificata la seguente relazione:

$$(p_1 - p_2) \leq 0,15 ((p_1 - p_2)/2)$$

L'abbassamento al cono dei due campioni prima della vagliatura non dovrà differire di più di 30 mm.

b. Determinazione del coefficiente di permeabilità a carico costante

- Preparazione n° 2 provini di conglomerato cementizio
 - Dimensione: cubico di lato 15 cm
 - cilindrico di diametro 15 cm
 - altezza 15 cm
- Esecuzione della prova:
 - Applicazione di un gradiente di pressione da 0,05 a 2,5 MPa ed eccezionalmente fino a 4,0 MPa.
 - Misurazione della quantità di acqua percolata in 24 ore.
- Determinazione del coefficiente di permeabilità k 1cm/sec)
 - Si applica la seguente formula

$$K = \frac{Qxd}{Axtxh}$$

ALLEGATO 2: FORMULARIO DI VALUTAZIONE CAVE DI INERTI

REQUISITI DEL FORNITORE DI INERTI

La cava deve rispondere ai seguenti requisiti:

- Potenzialità del banco sufficiente a coprire il fabbisogno;
- Affidabilità burocratico/amministrativa dell'azienda
- Affidabilità tecnica dell'azienda

A) Potenzialità del banco

Ai fini della determinazione della potenzialità del banco, verranno determinati:

- Superficie del banco mq.
- Profondità del banco, in funzione dei saggi da effettuarsi ml.
- Volume complessivo presumibile del materiale estraibile mc.

I saggi saranno effettuati lungo il perimetro della cava e all'interno della stessa secondo una maglia da stabilire in funzione dell'andamento planimetrico della cava, tali comunque da essere rappresentativi dall'intero banco.

Dall'esame dei prelievi da effettuarsi alle varie profondità, si ricaverà la stratigrafia del giacimento.

Da detta stratigrafia emergerà il quantitativo complessivo di materiale omogeneo estraibile dalla cava.

B) Aspetti burocratico-amministrativi

- Verificare se la cava è in possesso delle autorizzazioni per lo sfruttamento della cava rilasciate dagli Enti preposti
- Verificare che i trasporti del materiale in uscita siano corredati da bolle di accompagnamento che riportino la classe del materiale.

C) Aspetti tecnici

- Deve essere verificata la potenzialità oraria di sfruttamento del banco, analizzando i mezzi impiegati:

-	Escavatori	n°	capacità mc/h
-	Pale cingolate	n°	capacità mc/h
-	Pale gommate	n°	capacità mc/h
-	Nastro	n°	capacità mc/h
-	Dumper	n°	capacità mc/h
-	Altri mezzi	n°	capacità mc/h
Totale capacità di estrazione			mc/h

– Deve essere verificato l'impianto di frantumazione e vagliatura accertandone:

- La validità tecnica: mediocre - buona – ottima
- Lo stato generale di efficienza: mediocre - buona – ottima
- La capacità complessiva di trattamento confrontando:
- impianto di frantumazione mc/h
- impianto di vagliatura mc/h

– Deve essere verificato l'impianto di lavaggio accertandone:

- la validità tecnica: mediocre - buona - ottima
- lo stato di efficienza: mediocre - buona - ottima
- la capacità complessiva di trattamento confrontando:
- impianto di lavaggio mc/h
- impianto di frantumazione e vagliatura: mc/h
- disponibilità acqua: quantità scarsa - suff. - abbond.
- disponibilità acqua: continuità incerta - certa

– Devono in particolare, essere accertate le condizioni dei vagli che potranno essere: da sostituire, mediocri, buoni, ottimi

– Si deve accertare che il materiale selezionato, corrisponda per ciascuna classe alle caratteristiche granulometriche di cui al capitolato tecnico:

– rispondente., non rispondente.

- Si deve verificare l'esistenza di setti di separazione tali da garantire che non vengano mescolate tra di loro diverse classi di inerti SI NO
- Si deve accertare che sia garantita la esclusione di materiale terroso al momento del caricamento del materiale selezionato. SI NO
- Si deve accertare l'esistenza, presso la cava, di un laboratorio gestito da personale qualificato SI NO
- Si deve accertare se vengono effettuati controlli sistematici per la verifica delle attendibilità delle granulometrie prodotte: SI NO
- Con quali frequenze? Giornaliere, settimanali, mensili
- Si deve verificare se esiste una registrazione dei controlli effettuati:

	SI	NO
- Si deve accertare se la cava ha già effettuato prove presso laboratori ufficiali al fine di individuare le caratteristiche fisico-chimiche degli inerti prodotti:	SI	NO
- Sia dotata di una officina tale da garantire la continuità di efficienza degli impianti	SI	NO
- Ed, inoltre se l'officina è dotata di una congrua scorta di ricambi tali da assicurare il pronto ripristino delle parti di impianto che si dovessero deteriorare.	Scarsa, suff., abbond.	

ALLEGATO 3: FORMULARIO DI VALUTAZIONE IMPIANTI DI INERTI VAGLIATI E/O FRANTUMATI

Si elencano le operazioni di verifica a cui l'Appaltatore deve sottoporre il subfornitore.

Operazione di verifica	Risultato	
- Deve essere verificato l'impianto di frantumazione e vagliatura accertandone:		
. la validità tecnica	mediocre - buona - ottima	
. lo stato generale di efficienza:	mediocre - buona - ottima	
. la capacità complessiva di trattamento:	mc/h	
- Deve essere verificato l'impianto di lavaggio accertandone:		
. la validità tecnica:	mediocre - buona - ottima	
. lo stato di efficienza:	mediocre - buona - ottima	
. la capacità complessiva di trattamento:	mc/h	
mettendola a confronto con quella dell'impianto di frantumazione e vagliatura.	mc/h	
- Deve essere accertata la disponibilità dell'acqua di lavaggio in relazione:		
. alla quantità:	scarsa - suff. - abbondante	
. alla continuità:	incerta - certa	
- Devono, in particolare, essere accertate le condizioni dei vagli, che potranno essere:	da sostituire – mediocri - buoni - ottimi	
- Accertare che il materiale selezionato, corrisponda per ciascuna classe alle caratteristiche granulometriche di cui al Capitolato di Costruzione	rispond. non rispond.	
- Verificare l'esistenza di setti di separazione tali da garantire che non vengano mescolate tra di loro diverse classi di inertì	SI	NO
- Si deve accertare che sia garantita la esclusione di materiale terroso al momento del caricamento del materiale selezionato	SI	NO
- Si deve accertare se vengono effettuati controlli sistematici per la verifica delle attendibilità delle granulometrie prodotte:	SI	NO
- Con quali cadenze?	Giornaliere - settimanali - mensili	
- Si deve verificare se esiste una registrazione dei controlli effettuati:	SI	NO
- Si deve accertare se l'impianto ha già effettuato prove presso laboratori ufficiali al fine di individuare le caratteristiche fisico-chimiche degli inertì prodotti:	SI	NO
- Si deve verificare se l'impianto è dotato di una officina tale da garantire la continuità di efficienza degli impianti	SI	NO
- Ed inoltre, se l'officina è dotata di una congrua scorta di ricambi tali da assicurare il pronto ripristino delle parti di impianto che si dovessero deteriorare	scarsa - suffic. -abbond.	

ALLEGATO 4: PROCEDIMENTO DI TARATURA DELLA CENTRALE DI BETONAGGIO

SCOPO

La presente procedura ha lo scopo di fornire tutti gli elementi per poter effettuare, e controllare in corso d'esercizio, la taratura delle apparecchiature di pesatura della Centrale di Betonaggio che verrà utilizzata dall'Appaltatore.

La presente procedura dovrà essere adattata, in funzione del livello, al tipo di Centrale che sarà effettivamente prescelto dall'Appaltatore.

MODALITA' OPERATIVE

Per tutte le operazioni di verifica di seguito dettagliate si utilizzeranno pesi campione opportunamente identificati e certificati.

Per il controllo di taratura di ciascuna bilancia si esegue un ciclo di carico e scarico, durante il quale si effettuano le seguenti verifiche:

- controllo dello zero della bilancia prima e dopo ogni ciclo;
- controllo della taratura facendo effettuare delle pesate ad intervalli di 1/10 del fondo scala (F) della bilancia, nell'intervallo compreso tra lo zero e F.
- esecuzione, per il campo di maggior utilizzo di ciascuna bilancia, di pesate ad intervalli fissati come segue:

Inerti	F/50
Cemento	F/25
Acqua	F/25
Additivi	F/100

- I dati di ogni pesata saranno riportati su una opportuna scheda e si calcoleranno gli errori alla lettura (bilancia madre, video, ripetitore) mediante la formula:

$$\text{Errore \%} = \frac{(\text{Peso tot. impostato} - \text{lettura pesata}) \times 100}{\text{Peso totale impostato}}$$

I limiti di accettabilità degli errori saranno i seguenti:

Cemento	2%
Acqua	2%
Additivi	2%
Inerti	3%

Si redigerà un verbale di controllo della taratura dell'impianto a cui si allegheranno le suddette schede di taratura di ogni singola bilancia. Tutte le bilance tarate dovranno avere applicato un cartellino riportante la data di taratura e la scadenza.

APPENDICI

APPENDICE 1: CLASSIFICAZIONE DEI CEMENTI

<i>Tipi di cementi secondo UNI EN 197-1</i>		
Tipi principali	Denominazione dei 27 cementi	
CEM I	Cem. Portland	CEM I
CEM II	Cem. Portland alla loppa	CEM II/A-S
		CEM II/B-S
	Cem. Portland ai fumi di silice	CEM II/A-D
	Cem. Portland alla pozzolana	CEM II/A-P
		CEM II/B-P
		CEM II/A-Q
		CEM II/B-Q
	Cem. Portland alle ceneri volanti	CEM II/A-V
		CEM II/B-V
		CEM II/A-W
		CEM II/B-W
	Cem. Portland allo scisto calcinato	CEM II/A-T
		CEM II/B-T
	Cem. Portland al calcare	CEM II/A-L
		CEM II/B-L
		CEM II/A-LL
		CEM II/B-LL
	Cem. Portland composito	CEM II/A-M
		CEM II/B-M
CEM III	Cem. d'altoforno	CEM III/A
		CEM III/B
		CEM III/C
CEM IV	Cem. pozzolanico	CEM IV/A
		CEM IV/B
CEM V	Cem. composito	CEM V/A
		CEM V/B

Cementi resistenti ai solfati			
Tipo di cemento	Classi di resistenza ai solfati		
	Moderata (1)	Alta	Altissima
I	$C_3A \leq 8\%$ e $SO_3 \leq 3,5\%$ $C_3A \leq 10\%$ e $SO_3 \leq 3,0\%$	$C_3A \leq 3\%$ e $SO_3 \leq 3,5\%$ $C_3A \leq 5\%$ e $SO_3 \leq 3,0\%$	$C_3A = 0\%$ e C_4AF o $(C_4AF + C_2F) \leq 20\%$
II/A-S			
II/B-S			
II/A-D			
II/A-P			
II/A-V			
II/A-L			
II/B-L			
II/A-M			
II/A-W			
II/A-T			
II/B-P	Pozzolanicità (2)	Pozzolanicità (2) e $C_3A \leq 6\%$	Pozzolanicità (2) e $C_3A \leq 3\%$
II/B-V			
II/B-W			
II/B-T			
II/B-M	Pozzolanicità (2) o $C_3A \leq 8\%$ e $SO_3 \leq 3,5\%$ $C_3A \leq 10\%$ e $SO_3 \leq 3,0\%$	Pozzolanicità (2) e $C_3A \leq 3\%$ e $SO_3 \leq 3,5\%$ $C_3A \leq 5\%$ e $SO_3 \leq 3,0\%$	Pozzolanicità (2) e $C_3A = 0\%$
III/A	Nessuna prescrizione	$C_3A \leq 3\%$ e $SO_3 \leq 3,5\%$ $C_3A \leq 5\%$ e $SO_3 \leq 3,0\%$	$C_3A = 0\%$ e C_4AF o $(C_4AF + C_2F) \leq 20\%$
III/B	Nessuna prescrizione	Nessuna prescrizione	$C_3A \leq 2\%$
III/C			
IV/A	Nessuna prescrizione	$C_3A \leq 6\%$	$C_3A \leq 3,5\%$
IV/B	Nessuna prescrizione	Nessuna prescrizione	$C_3A \leq 3,5\%$
V/A	Nessuna prescrizione	$C_3A \leq 3\%$ e $SO_3 \leq 3,5\%$ $C_3A \leq 5\%$ e $SO_3 \leq 3,0\%$	Pozzolanicità (2) e $C_3A \leq 3\%$
V/B	Nessuna prescrizione	Nessuna prescrizione	Pozzolanicità (2) e $C_3A \leq 3\%$

1: La classe "moderata" di resistenza ai solfati comprende, in particolare, la resistenza all'acqua di mare

2: La pozzolanicità è positiva se il cemento soddisfa il saggio secondo quanto riportato nella UNI EN 195-5

NOTA: vi sono casi in cui il tenore ottimale di SO_3 nel cemento risulta prossimo o maggiore dei limiti specificati nella presente norma. In tali casi se le proprietà del cemento possono essere migliorate superando i limiti di SO_3 specificati nel prospetto, è consentito superarli purché si accerti che applicando il metodo ASTM C 1038 il cemento non sviluppi espansione in acqua maggiore dello 0.020% alla scadenza di 14 giorni. Qualora il produttore consegni un cemento con queste caratteristiche deve, su richiesta, fornire la documentazione di supporto.

UNI 9606			
Cementi resistenti al dilavamento			
Tipo di cemento	Classi di resistenza al dilavamento		
	Moderata	Alta	Altissima
I	C ₃ S≤40%	Non ammesso	Non ammesso
II/A-S			
II/B-S			
II/A-L			
II/B-L			
II/A-M			
II/B-M			
II/A-D	C ₃ S≤40%	Pozzolanicità e C ₃ S≤45%	Non ammesso
II/A-P			
II/A-V			
II/A-W			
II/A-T			
II/B-P	Nessuna prescrizione	Pozzolanicità e C ₃ S≤45%	Pozzolanicità e C ₃ S≤37%
II/B-V			
II/B-W			
II/B-T			
III/A	Nessuna prescrizione	C ₃ S≤30%	C ₃ S≤25% e RBC≥50%
III/B	Nessuna prescrizione	Nessuna prescrizione	C ₃ S≤20%
III/C	Nessuna prescrizione	Nessuna prescrizione	Nessuna prescrizione
IV/A IV/B	Nessuna prescrizione	Nessuna prescrizione	C ₃ S≤45%
V/A	Nessuna prescrizione	Pozzolanicità o C ₃ S≤30%	Pozzolanicità e C ₃ S≤30%
V/B	Nessuna prescrizione	Nessuna prescrizione	Pozzolanicità

La pozzolanicità è positiva se il cemento soddisfa il saggio secondo quanto riportato nella UNI EN 195-5

APPENDICE 2: RIFERIMENTI NORMATIVI

Le Norme richiamate nel testo sono numerate.

LEGGI, D.M., CIRCOLARI SULLE OPERE IN CALCESTRUZZO

a) Strutture

1 Legge 5 novembre 1971 n. 1086

Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale precompresso ed a struttura metallica.

Circolare Min. LL.PP. 31 luglio 1971 n. 10001

Legge 5/11/1971 n. 1086, art. 7 Collaudo statico.

Circolare Min. LL.PP. 23 ottobre 1971 n. 10777

Competenza amministrativa - Legge 5/11/1971 n. 1086, Legge 2/2/1974, n° 64.

Circolare Ministero Lavori Pubblici 1 settembre 1971 n. 2010

Legge 5 novembre 1971, n. 1086 - Decreto Ministeriale 27 luglio 1985, Controllo dei materiali in genere e degli acciai per cemento armato normale in particolare.

Circolare Min. LL.PP. 1° luglio 1982 n. 3100 - Legge 11/1/71 n. 1086 - D.M. 1/2/1982 - Acciai per cemento armato e da carpenteria.

2 Decreto Ministeriale 1° gennaio 2008

Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche.

Circolare 2 febbraio 2008 n. 17

Istruzioni per l'applicazione delle 'Nuove norme tecniche per le costruzioni' di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. (GU n. 47 del 26-2-2009 - Suppl. Ordinario n.27)

3 Decreto Ministeriale 1° gennaio 1998

Norme Tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".

Linee Guida per il calcestruzzo strutturale

Servizio Tecnico Centrale del Ministero dei Lavori Pubblici

b) Sismica

Legge 2 febbraio 1974 N. 17

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

Decreto Ministeriale 1° gennaio 1974

Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.

7° Circolare Min. LL.PP. 1° luglio 1974 n. 2700

Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche sulle costruzioni sismiche.

c) Prefabbricati

Decreto Ministeriale 3 dicembre 1974 n. 31

Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate.

Circolare Min. LL.PP. 1° marzo 1974 n. 3110

Istruzioni in merito alle Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate.

d) Varie

10° DPR 12 agosto 1982 n. 02

Attuazione della direttiva (CEE) n. 80/181 relativa alle unità di misura.

11° CNR - UNI 10003 - Sistema di unità di misura (S.I.)

Circolare Min. LL.PP. 2° ottobre 1974 n. 2233

Legge 5 novembre 1971, n. 1086, art. 20 - Autorizzazioni laboratori per prove sui materiali.

12° D.M. 20 novembre 1974

Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento.

13° DPR 21 aprile 1983 n. 2

Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione.

1° Sovraccarichi per il calcolo dei ponti ferroviari

Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo - Ferrovie S.p.A. - Edizione 2 giugno 1995.

PRESCRIZIONI E METODOLOGIE DI PROVA DELLE MATERIE PRIME IMPIEGATE NEL CALCESTRUZZO

a)LEGANTI

a1) Cementi

1 **Legge 2** **maggio 1** **n.**

Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici.

1 **Decreto Ministeriale 13 settembre 1** **- G.U. 22**

Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi.

Decreto Ministeriale 31 agosto 1

Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calce idrauliche.

17 **Decreto Ministeriale** **marzo 1** **n. 12**

Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi.

E07.02.011.0 Cementi a ridotto calore di idratazione - Classificazioni e limiti (progetto in inchiesta pubblica)

1 **UNI EN 196-8** Metodi di prova dei cementi - Parte 8: Calore d'idratazione - Metodo per soluzione. (2010)

1 **UNI 9156** Cementi resistenti ai solfati - classificazione e composizione e f.a. 262 dell'11/88

20 **UNI 9606** Cementi resistenti al dilavamento - Classificazione e composizione

21 **UNI 10595** Cementi resistenti ai solfati e al dilavamento. Determinazione della classe di resistenza. Metodo chimico di prova.

22 **UNI EN 196** Metodi di prova dei cementi

Parte 1^a - Determinazione delle resistenze meccaniche

Parte 2^a - Analisi chimica dei cementi

Parte 3^a - Determinazione del tempo di presa e della stabilità

Parte 4^a - Determinazione quantitativa dei componenti

Parte 5^a - Prova di pozzolanicità dei cementi pozzolanici

Parte 6^a - Determinazione della finezza

Parte 7^a - Metodi di prelievo e di campionatura del cemento

Parte 21^a - Determinazione del contenuto di cloruri, anidride carbonica e alcali nel cemento

23 UNI EN 197/1 Cemento - Composizione, specifiche e Criteri di conformità

a2) Calci aeree

2 UNI 10319 Calci aeree - Terminologia

2 UNI 10320 Calce aerea per uso chimico - Determinazione del contenuto di calce disponibile

2 UNI 10321 Calce aerea per uso chimico - Determinazione della reattività mediante spegnimento in acqua.

a3) Gessi

27 UNI 5371 Pietra di gesso per la fabbricazione dei leganti - Classificazione, prescrizioni e prove

2 UNI 8376 Leganti a base di solfato di calcio - Definizione e classificazione

2 UNI 8377 Leganti a base di solfato di calcio per l'edilizia - Gessi per intonaco (scagliola) - Requisiti e prove

b) Acqua

30 UNI EN1008 Acqua per calcestruzzo

c) Aggregati

31 UNI 8520 e s.m.i.- Aggregati per confezione di calcestruzzi

Parte 1^a Definizione, classificazione e caratteristiche

Parte 2^a Limiti di accettazione

UNI EN 932-1 Campionamento

UNI EN 032-3 Esame petrografico

UNI EN 933-1 Analisi granulometrica

UNI EN 1097-3 Determinazione della massa volumica apparente

Parte 7^a Determinazione del passante allo staccio 0,075

Parte 8a Determinazione del contenuto di grumi di argilla e particelle friabili

UNI EN 1744-1 Determinazione del contenuto di particelle leggere e frustoli vegetali

UNI EN 1367-2 Determinazione della degradabilità mediante solfati

UNI EN 1744-1 Determinazione del contenuto di solfati

UNI EN 1744-1 Determinazione del contenuto di cloruri solubili in acqua

UNI EN 1097-6 Determinazione della massa volumica e dell'assorbimento degli aggregati fini

UNI EN 1744-1 Determinazione colorimetrica del contenuto di sostanze

organiche negli aggregati fini

UNI EN 933-8 e UNI EN 933-9

Determinazione dell'equivalente in sabbia e del fattore di blu negli aggregati fini

UNI EN 1097-6 Determinazione della massa volumica e dell'assorbimento

degli aggregati grossi (metodi della pesata idrostatica e del cilindro)

Parte 17^a Determinazione della resistenza a compressione degli aggregati grossi

UNI EN 933-3 Determinazione dei coefficienti di forma e di adattamento

UNI EN 1097-2 Determinazione della perdita di massa degli aggregati grossi

UNI EN 1367-1 Determinazione della sensibilità al gelo e disgelo degli aggregati grossi

Parte 21^a Confronto con calcestruzzo con aggregati di caratteristiche note

Parte 22^a Determinazione della potenziale reattività degli aggregati in presenza di alcali

32 UNI 7549 e s.m.i. - Aggregati leggeri

UNI EN 13055-1 Definizione, classificazione e pezzatura

Parte 2[°] Identificazione visuale degli scisti e delle argille espanse

UNI EN 13055-1 Analisi granulometrica

UNI EN 13055-1 Determinazione della massa volumica del materiale in mucchio

UNI EN 13055-1 Determinazione della massa volumica media del granulo

UNI EN 13055-1 Determinazione del coefficiente di imbibizione

UNI EN 13055-1 Determinazione della resistenza dei granuli allo schiacciamento

Parte 8^a Determinazione del potere macchiante

UNI EN 13055-1 Determinazione della perdita al fuoco

UNI EN 13055-1 Determinazione della resistenza al gelo

Parte 11^a Determinazione della stabilità al trattamento a vapore

UNI 11013 Valutazione delle proprietà mediante prove su calcestruzzo convenzionale

d) Additivi per impasti cementizi

33 UNI EN 934-2 Definizione e classificazione

34 UNI EN 934-2 Additivi fluidificanti - Idoneità e relativi metodi di controllo

35 UNI EN 934-2 Additivi aeranti - Idoneità e relativi metodi di controllo

36 UNI EN 934/2 Additivi ritardanti - Idoneità e relativi metodi di controllo

- 37 UNI EN 934-2 Additivi acceleranti - Idoneità e relativi metodi di controllo
- 3 UNI 7106 Additivi fluidificanti-aeranti - Idoneità e relativi metodi di controllo
- 3 UNI 10765 Additivi fluidificanti-ritardanti - Idoneità e relativi metodi di controllo
- 0 UNI 10765 Additivi fluidificanti-acceleranti. Idoneità e relativi metodi di controllo
- 1 UNI 7109 Additivi antigelo. Idoneità e relativi metodi di controllo
- 2 UNI 7110 Determinazione della solubilità in acqua distillata ed in acqua satura di calce
- 3 UNI EN 480-8 Determinazione del tenore di sostanza secca
- UNI 7112 Determinazione delle sostanze zuccherine riducenti
- UNI 7114 Determinazione del potere schiumogeno degli additivi aeranti e fluidificanti aeranti
- UNI 7115 Determinazione della densità degli additivi liquidi o in soluzione
- 7 UNI 7116 Determinazione dell'alcalinità totale
- UNI 7117 Determinazione della tensione superficiale di soluzioni contenenti additivi
- UNI 7118 Determinazione della concentrazione idrogenionica (pH) di soluzioni contenenti additivi
- 0 UNI EN 480-10 Determinazione del cloro
- 1 UNI 7120 Determinazione dei tempi di inizio e fine presa delle paste cementizie contenenti additivi antigelo
- 2 UNI EN 934-2 Additivi superfluidificanti - Idoneità e relativi metodi di controllo

e) Aggiunte

- 3 UNI EN 450 Ceneri volanti per calcestruzzo - Definizioni, requisiti e controllo di qualità
- UNI EN 451/1 Metodo di prova delle ceneri volanti - Determinazione del contenuto di ossido di calcio libero
- UNI EN 451/2 Metodo di prova delle ceneri volanti - Determinazione della finezza con stacciatura umida

f) Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi

- UNI 8146 Idoneità e relativi metodi di controllo
- 7 UNI 8147 Determinazione dell'espansione contrastata della malta contenente l'agente espansivo
- UNI 8148 Determinazione dell'espansione contrastata del calcestruzzo contenente l'agente espansivo
- UNI 8149 Determinazione della massa volumica

g) Prodotti disarmanti per calcestruzzi

- 0 UNI 8866 Prodotti disarmanti per calcestruzzi
 - Parte 1^a - Definizione e classificazione
 - Parte 2^a - Prova dell'effetto disarmante alla temperatura di 20 e 80°C. su superfici di acciaio o di legno trattato

□) Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione

- 1 □ UNI 8656 Classificazione e requisiti
- 2 □ UNI 8657 Determinazione della ritenzione d'acqua
- 3 □ UNI 8658 Determinazione del tempo di essicamento
- □ UNI 8659 Determinazione del fattore di riflessione dei prodotti filmogeni pigmentati di bianco
- □ UNI 8660 Determinazione dell'influenza esercitata dai prodotti filmogeni sulla resistenza all'abrasione del calcestruzzo

METODOLOGIE DI PROVA PER MALTE CEMENTIZIE

3a) Malte normali

- UNI EN 196-1. Stampo per la preparazione providi da 4 x 4 x 16 cm di malta plastica - Complessivo e parti componenti
- 7□ UNI 6010 Stampo, copristampo e cuscinetto per la preparazione provini di malta buttata per prove di resistenza a compressione
- UNI 6011 Stampo, copristampo e cuscinetto per la preparazione provini di malta buttata per prove di resistenza a trazione
- UNI 6687 Determinazione del ritiro idraulico
- 70□ UNI 7044 Determinazione della consistenza mediante l'impiego della tavola a scosse
- 71□ UNI 7121 Determinazione del contenuto d'aria
- 72□ UNI 7927 Determinazione della resistenza alla penetrazione e dei tempi di inizio e fine presa

3b) Malte e malte espansive per ancoraggi

- 73□ UNI 8993 Definizione e classificazione
- 7□□ UNI 8994 Controllo di idoneità
- 7□□ UNI 8995 Determinazione della massa volumica della malta fresca
- 7□□ UNI 8996 Determinazione dell'espansione libera in fase plastica
- 77□ UNI 8997 Determinazione della consistenza mediante canaletta su malte superfluide
- 7□□ UNI 8998 Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata

METODOLOGIE DI PROVA PER CALCESTRUZZI

- 7□□ UNI EN 206-1 Prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità
- 0□ UNI EN 206-1 Prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità
- 0□ E07.00.129.0 Calcestruzzo rinforzato con fibre metalliche - Definizione, caratteristiche e metodi di controllo (contiene anche calcestruzzi proiettati)

a) Calcestruzzo fresco

- 1□ UNI 9416 Prelevamento di campioni in cantiere
- 2□ UNI EN 12390-2 Preparazione e stagionatura dei provini di calcestruzzo
- 3□ UNI 6128 Confezione in laboratorio di calcestruzzi sperimentali
- UNI 6393 Controllo della composizione del calcestruzzo fresco
- UNI EN 12350-6 Determinazione della massa volumica su cls fresco
- UNI EN 12350-7 Determinazione volumetrica per pressione del contenuto d'aria

- 7■ UNI 11307 Prova sul calcestruzzo indurito - Determinazione del ritiro
- UNI 7122 Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata
- UNI 7123 Determinazione dei tempi di inizio e fine presa mediante la misura della resistenza alla penetrazione
- 0■ UNI EN 12350-5 Determinazione della consistenza del calcestruzzo fresco mediante l'impiego della tavola a scosse
- 1■ UNI 9416 Criteri generali di campionamento
- 2■ UNI 9417 Classificazione della consistenza
- 3■ UNI EN 12350-2 Determinazione della consistenza-Prova di abbassamento al cono-slump
- UNI EN 12350-3 Determinazione della consistenza - Prova Vèbè
- UNI EN 12350-4 Determinazione della consistenza - Indice di compattabilità

b) Calcestruzzo indurito

- UNI EN 12390-1 Provini in calcestruzzo per prove di resistenza meccanica
 - Parte 1a Forme e dimensioni dei provini
 - Parte 2a Casseforme per il confezionamento dei provini
- 7■ UNI EN 12504-1 Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Carote - Prelievo, esame e prova di compressione
- EN 12390-3 Prova sul calcestruzzo indurito - Resistenza alla compressione dei provini
- UNI 6133 Prove di resistenza alla flessione
- 100■UNI 6134 Prove di resistenza alla compressione su monconi di provini rotti per flessione
- 101■UNI 6135 Prove di resistenza alla trazione
- 102■UNI 6394/2 Determinazione della massa volumica sul cls indurito
- 103■UNI 6505 Determinazione del contenuto di cemento (metodo Florentin)
- 103■UNI 11307 Determinazione del ritiro idraulico su calcestruzzi confezionati con inerti della dimensione massima fino a 30 mm
- 10■■UNI 6556 Determinazione del modulo elastico secante a compressione
- 10■■UNI 7087 Determinazione della resistenza alla degradazione per cicli di gelo e disgelo
- 10■■UNI 7548/1 Calcestruzzo leggero - Definizione e classificazione
- 107■UNI 7548/2 Calcestruzzo leggero - Determinazione della massa volumica
- 10■■UNI 7699 Determinazione dell'assorbimento d'acqua alla pressione atmosferica
- 10■■UNI EN 12390-8 Calcestruzzo indurito - Determinazione della profondità di penetrazione dell'acqua sotto pressione
- 110■UNI EN 12504-2 Determinazione dell'indice sclerometrico
- 111■UNI EN 1992-1-2 Progettazione strutturale contro l'incendio
- 112■UNI EN 12504-4 Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 4: Determinazione della velocità di propagazione degli impulsi ultrasonici
- 113■UNI 9525 Calcestruzzo - Determinazione dell'assorbimento di acqua per immersione sotto vuoto

- 11■UNI 9526 Calcestruzzo - Determinazione dell'assorbimento di acqua per capillarità
- 11■UNI EN 12504-3 Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 3: Determinazione della forza di estrazione
- 11■UNI 9771 Calcestruzzo indurito - Determinazione della frequenza fondamentale di risonanza flessionale, estensionale e torsionale
- 117■UNI 10157 Determinazione della forza di estrazione mediante inserti post-inseriti a estrazione geometrica e forzata
- 11■CNR UNI 10020 Prove di aderenza su barre di acciaio ad aderenza migliorata

c) Corrosione e protezione dell'armatura

- 11■UNI 9535 Corrosione e protezione dell'armatura del calcestruzzo - Determinazione del potenziale dei ferri di armatura
- 120■UNI 9747 Corrosione delle armature del calcestruzzo in condizioni di aggressione - Metodi di intervento e prevenzione
- 121■UNI 9944 Corrosione e protezione dell'armatura del calcestruzzo - Determinazione della profondità di carbonatazione e del profilo di penetrazione degli ioni cloro nel calcestruzzo
- 122■UNI 10174 Istruzione per l'ispezione delle strutture di cemento armato esposte all'atmosfera mediante mappatura di potenziale.
- 123■UNI 10322 Corrosione delle armature delle strutture di calcestruzzo - Metodo per la determinazione del grado di protezione del calcestruzzo nei confronti dell'armatura

d) Macchine per prove di compressione su materiali da costruzione

- 12■UNI 6686-1 Definizione, requisiti meccanici e funzionali - Classificazione
- 12■UNI 6686-2 Verifiche di taratura
- 12■UNI 6686-3 Verifica di comportamento in fase di carico

DURABILITA' DELLE OPERE E MANUFATTI DI CALCESTRUZZO

- 127 UNI 8981 Durabilità delle opere e manufatti di calcestruzzo
- Parte 1^a - Definizioni ed elenco delle azioni aggressive
- Parte 2^a - Istruzioni per migliorare la resistenza ai solfati
- Parte 3^a - Istruzioni per migliorare la resistenza alle acque dilavanti
- Parte 4^a - Istruzioni per migliorare la resistenza al gelo e disgelo
- Parte 5^a - Istruzioni per migliorare la resistenza alla corrosione delle armature
- Parte 6^a - Istruzioni per migliorare la resistenza all'acqua di mare
- Parte 7^a - Istruzioni per la progettazione, la confezione e messa in opera del calcestruzzo
- Parte 8^a - Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo - Istruzioni per prevenire la reazione alcali-silice

PRODOTTI AUSILIARI PER IMPASTI CEMENTIZI A BASE DI POLIMERI ORGANICI

- 12 UNI 9527 Prodotti ausiliari per impasti cementizi a base di polimeri organici - Definizione e classificazione
- 12 UNI 9528 Prodotti ausiliari per impasti cementizi a base di polimeri organici - Metodi di controllo
- 130 UNI 9529 Prodotti ausiliari per impasti cementizi a base di polimeri organici - Determinazione della perdita di massa a 105°C dei prodotti in polvere
- 131 UNI 9530 Prodotti ausiliari per impasti cementizi a base di polimeri organici - Determinazione del numero di saponificazione dei polimeri organici in dispersione acquosa e ridispersibili in polvere
- 132 UNI 9531 Prodotti ausiliari per impasti cementizi a base di polimeri organici - Determinazione del residuo su tela 0,040 (UNI 2331) delle emulsioni e delle dispersioni
- 133 UNI 9532 Prodotti ausiliari per impasti cementizi a base di polimeri organici - Determinazione della resistenza allo strappo dei provini compositi
- 13 UNI 9533 Prodotti ausiliari per impasti cementizi a base di polimeri organici

PIANI DI CAMPIONAMENTO E CRITERI DI CONFORMITA'

- 13 UNI CEI EN 45011 Criteri generali per gli organismi di certificazione dei prodotti
- 13 UNI CEI EN 45014 Criteri generali per la dichiarazione di conformità rilasciata dal fornitore

ALTRE NORME

- 137 UNI-ENV 1992/1/1 Eurocodice 2. Progettazione delle strutture di calcestruzzo. Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
- 13 UNI EN 1994-1-1 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
- 13 UNI EN 12390-8 Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 8: Profondità di penetrazione dell'acqua sotto pressione

PALI

5.1 Campo di applicazioni, oneri e prescrizioni generali	114
5.2 Normative di riferimento	115
5.3 Definizioni.....	116
5.4 Pali di medio e grande diametro.....	116
5.5 Prove Di Carico	130
5.6 Specifiche Di Controllo Qualita'	137

5.1 Campo di applicazioni, oneri e prescrizioni generali

Campo di applicazione

La presente sezione di Capitolato è relativa a:

a) Pali di medio e grande diametro

Tali pali, dal punto di vista esecutivo, sono identificati dalle seguenti tipologie:

- Pali infissi (gettati in opera o prefabbricati)
- Pali trivellati
- Pali trivellati ad elica continua
- Pali con morsa giracolonna

b) Micropali

Si definiscono micropali, i pali trivellati aventi diametro < 250 mm costituiti da malte o miscele cementizie e da idonee armature d'acciaio.

Tali pali, dal punto di vista esecutivo, sono identificati dalle seguenti tipologie:

- Micropali cementati mediante iniezioni multiple selettive
- Micropali a semplice cementazione

Oneri e prescrizioni generali

- a) Prima di dare inizio ai lavori l'APPALTATORE dovrà presentare alla DIREZIONE LAVORI una planimetria riportante la posizione di tutti i pali, inclusi quelli di prova, contrassegnati da un numero progressivo indicativo di ciascun palo.
- b) Sarà cura dell'APPALTATORE provvedere alle indagini necessarie ad accertare la eventuale presenza di manufatti interrati di qualsiasi natura (cunicoli, tubazioni, cavi, etc.) che possono interferire con i pali (micropali) da realizzare o che possano essere danneggiati o comunque arrecare danno durante l'effettuazione dei lavori. Tali indagini e le eventuali rimozioni e modifiche da eseguire dovranno in ogni caso essere effettuate prima dell'inizio delle operazioni di infissione o perforazione.
- c) Prima dell'inizio dei lavori l'APPALTATORE dovrà eseguire il tracciamento dei pali identificando la posizione sul terreno mediante infissione di appositi picchetti in corrispondenza dell'asse di ciascun palo (micropalo)
- d) L'APPALTATORE dovrà verificare e fare in modo che il numero, la potenza e la capacità operativa delle attrezzature siano tali da consentire una produttività congruente con i programmi di lavoro previsti. Sarà altresì cura dell'APPALTATORE selezionare ed utilizzare le attrezzature più adeguate alle condizioni ambientali, stratigrafiche ed idrogeologiche dei terreni ed alle dimensioni dei pali (micropali).
- e) Nel caso in cui durante il corso dei lavori l'APPALTATORE ritenga opportuno variare le metodologie esecutive precedentemente approvate (vedere punti 4.2 e 5.2), sarà sua cura effettuare le nuove prove tecnologiche preliminari eventualmente necessarie.
- f) Sarà cura dell'APPALTATORE apporre adeguati contrassegni, opportunamente spazati, su tutti gli elementi (tubi-forma, gabbie d'armatura, pali, funi, etc.) sui quali nelle differenti fasi di lavorazione è necessario effettuare delle misurazioni per verificare la profondità d'infissione, il livello d'estrazione ed il rifiuto.
- g) Sarà cura dell'APPALTATORE adottare tutti gli accorgimenti necessari ad attenuare i disturbi alle persone derivanti dalla vibrazione e dai rumori connessi con le attività di scavo. Sarà altresì cura dell'APPALTATORE evitare che l'installazione dei pali arrechi danno, per effetto di

vibrazione e/o spostamenti di materie, ai pali adiacenti così come ad opere e manufatti preesistenti.

- h) Sarà cura dell'APPALTATORE provvedere all'immediato trasporto a rifiuto di tutti i materiali di risulta provenienti dalle perforazioni e dalle lavorazioni comunque connesse con la realizzazione dei pali.
- i) Sarà cura dell'APPALTATORE far eseguire tutti i controlli e le prove (sia preliminari che in corso d'opera) prescritti dal presente Capitolato e dalle Specifiche di Controllo Qualità, così come quelli integrativi richiesti dalla DIREZIONE LAVORI, qualora si rendessero necessari per garantire la qualità e le caratteristiche previste dal progetto
- j) Sarà cura dell'APPALTATORE provvedere alla scapitozzatura delle teste di tutti i pali (micropali), fino alla quota di progetto (piano d'imposta della fondazione sovrastante), provvedendo altresì alla sistemazione e ripulitura dei ferri d'armatura. Nel caso in cui, per effetto delle lavorazioni subite, la parte superiore del palo non avesse le caratteristiche richieste, l'APPALTATORE dovrà provvedere alla estensione della scapitozzatura (per eliminare tale parte) ed alla ricostruzione, fino al piano d'imposta della fondazione sovrastante.
- k) L'APPALTATORE dovrà provvedere, con il procedere dei lavori, alla redazione del progetto "as built" che dovrà riportare tutte le informazioni relative alla stratigrafia effettivamente rinvenuta durante la perforazione di ogni palo, la loro effettiva profondità posizione e quota.
- l) L'APPALTATORE dovrà inoltre essere indicati i m³ gettati da ogni betoniera e la corrispondente quota raggiunta dal cls nel foro onde poter riscontrare le difformità tra i valori gettati e quelli attesi. Tali dati dovranno essere trasmessi alla DL. Eventuali anomalie dovranno essere riportate sul progetto "as built".

5.2 Normative di riferimento

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti normative e, dove applicabili, a tutte quelle indicate nelle sezioni di capitolato richiamate nel testo:

- 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".
- Circolare LL.PP. n° 218/24/3 "Legge 02/02/74 n° 64 - Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 11/3/1988: "Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica".
- Decreto ministero Lavori Pubblici n° 55/1992
- Decreto ministero Lavori Pubblici del 11/03/1988
- Norma UNI 7163 – 1979
- Norma UNI 4634: Prescrizioni per la qualifica dei saldatori
- Norma ASTM D1 143-81: "Standard test method for piles under static axial compressive loads"
- Norma UNI 71 63-1 979
- Norma DIN n. 4150: parti I e II del 1975; parte IV del 1986.

5.3 Definizioni

Pali trivellati

Si definiscono pali trivellati quelli ottenuti per asportazione del terreno e sua sostituzione con calcestruzzo armato. Durante la perforazione la stabilità dello scavo può essere ottenuta con l'ausilio di fanghi bentonitici, ovvero tramite l'infissione di un rivestimento metallico provvisorio.

Pali trivellati ad elica continua

Si definiscono pali trivellati ad elica continua i pali realizzati mediante infissione per rotazione di una trivella ad elica continua e successivo getto di calcestruzzo, fatto risalire dalla base del palo attraverso il tubo convogliatore interno all'anima dell'elica, con portate e pressioni controllate.

L'estrazione dell'elica avviene contemporaneamente alla immissione del calcestruzzo.

La cementazione può avvenire a semplice gravità, o a bassa pressione mediante un circuito a tenuta facente capo ad un dispositivo posto a bocca foro.

5.4 Pali di medio e grande diametro

5.4.1 Soggezioni geotecniche e ambientali

Pali trivellati

Le tecniche di perforazione dovranno essere le più adatte in relazione alla natura del terreno attraversato; in particolare:

- la perforazione “a secco” senza rivestimento non sarà di norma ammessa; in casi particolari potrà essere adottata, previa informazione alla DIREZIONE LAVORI, solo in terreni fortemente cementati o argillosi caratterizzati da valori della coesione non drenata (c_u) che alla generica profondità di scavo (H) soddisfino la seguente condizione

$$c_u > \gamma H/3$$

dove:

γ = peso di volume totale;

per i terreni fortemente cementati il valore della coesione sarà determinato con prova di compressione semplice.

la perforazione “a secco” è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso di acqua nel foro.

la perforazione a fango non è di norma ammessa in terreni molto aperti, privi di frazioni medio-fini ($D_{10} > 4$ mm).

Pali trivellati ad elica continua

La tecnica di perforazione è adatta a terreni di consistenza bassa e media, con o senza acqua di falda. In terreni compressibili, nelle fasi di getto, dovranno essere adottati i necessari accorgimenti atti a ridurre o evitare sbulbature.

Prove preliminari

La scelta delle attrezzature di scavo o di battitura ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere comunicati dall'APPALTATORE alla DIREZIONE LAVORI.

Se richiesto dalla DIREZIONE LAVORI, in relazione a particolari condizioni stratigrafiche o all'importanza dell'opera o soggezioni ambientali, l'idoneità di tali attrezzature e l'adeguatezza delle modalità esecutive

dovranno essere verificate mediante l'esecuzione di prove preliminari su campo prova.

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:

- coordinate planimetriche del centro del palo
(rispetto al diametro del palo) $\pm 10\%$ (max 5 cm);
- verticalità $\pm 2\%$;
- lunghezza:
 - pali aventi diametro < 600 mm ± 15 cm
 - pali aventi diametro > 600 mm ± 25 cm
- diametro finito $\pm 5\%$
- quota di testa palo ± 5 cm.

Materiali

Le prescrizioni che seguono sono integrative di quelle di cui alla Sez. VI, (Opere in Conglomerato Cementizio) che si intendono integralmente applicabili.

Armature metalliche

Le armature metalliche saranno di norma costituite da barre ad aderenza migliorata; le armature trasversali dei pali saranno costituite unicamente da spirali in tondino esterne ai ferri longitudinali.

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.

Nel caso di utilizzo di acciaio saldabile ai sensi del D.M. 14/1/2008 è possibile ricorrere alla saldatura (puntatura) delle staffe, o dei cerchioni irrigidenti con i ferri longitudinali, al fine di rendere le gabbie d'armatura in grado di sopportare le sollecitazioni di movimentazione.

In questo caso devono essere rispettate le prescrizioni riportate nel capitolo "Acciaio d'armatura per c.a e c.a.p." della sez. VI del Capitolato relative alle verifiche da eseguire per accertarsi che la saldatura non abbia indotto riduzioni di resistenza nelle barre.

Gli elettrodi o i fili utilizzati devono essere di composizione tale da non introdurre fenomeni di fragilità. Le armature trasversali dovranno contrastare efficacemente gli spostamenti della barre longitudinali verso l'esterno; le staffe dovranno essere chiuse e risvoltate verso l'interno.

L'interasse delle staffe non dovrà essere superiore a 20 cm ed il diametro dei ferri non inferiore a 10 mm. Non è consentito l'uso delle armature elicoidali ove non siano fissate solidamente ad ogni spira a tutte le armature longitudinali intersecate.

In corso d'opera la frequenza dei prelievi per le prove di verifica di cui sopra, sarà di 3 campioni di barra longitudinale e di staffa ogni 500 ml di gabbia.

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.

Al fine di irrigidire le gabbie d'armatura potranno essere realizzati opportuni telai cui fissare le barre di armatura. Detti telai potranno essere realizzati utilizzando barre lisce verticali legate ad anelli irrigidenti orizzontali; orientativamente, a seconda delle dimensioni e della lunghezza del palo, potrà provvedersi un cerchiante ogni $2,5 \div 3$ m.

Non si ammette di norma la distribuzione delle barre verticali su doppio strato; l'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo la circonferenza che ne unisce i centri, non dovrà in alcun caso essere inferiore a 7.5 cm.

Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo di 4-5 cm rispetto al rivestimento definitivo, o di 6-7 cm rispetto al diametro nominale del foro, nel caso di pali trivellati. 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.

Rivestimenti metallici

Le caratteristiche geometriche dei rivestimenti, sia provvisori che definitivi, 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.

Per i pali battuti, infissi senza alcuna asportazione di terreno, il dimensionamento dei tubi di rivestimento potrà essere fatto con il metodo dell'onda d'urto.

I rivestimenti definitivi dei pali infissi e gettati in opera dovranno 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.

Nel caso di pali da realizzare in ambienti aggressivi la superficie esterna del palo dovrà essere rivestita con materiali protettivi adeguati (ad esempio vernici a base di poliuretano - catrame), da concordare con la DIREZIONE LAVORI.

Conglomerati cementizi

I calcestruzzi saranno conformi a quanto prescritto nei disegni di progetto e nella sezione VI.

La dimensione massima degli inerti, inoltre, dovrà essere tale che

$$D_{\max} * 2.5 < i_{\min}$$

dove i_{\min} è il valore minimo del passo fra le barre longitudinali.

Fanghi bentonitici

Si sottolinea che è ammesso esclusivamente l'uso di fanghi bentonitici.

La bentonite avrà le caratteristiche minime indicate in tabella .4.1.

La scelta del tipo di bentonite, certificato dal fornitore, è assoggettata alla sua affinità con le caratteristiche chimico-fisiche del terreno di scavo e dell'acqua di falda.

Preparazione fanghi bentonitici

I fanghi saranno ottenuti per idratazione della bentonite sopra descritta in acqua chiara di cantiere, con eventuale impiego di additivi non flocculanti.

Il dosaggio di bentonite, in peso, deve risultare di norma compreso fra il 4 ed il 7%.

Variazioni in più o in meno saranno stabilite, in sede esecutiva, in relazione ad eventuali problematiche di confezionamento o di appesantimento durante la perforazione.

L'impianto di preparazione del fango sarà costituito da:

- dosatori - mescolatori automatici (è ammesso, l'impiego di mud - hopper);
- silos di stoccaggio della bentonite in polvere;
- vasche di agitazione, maturazione e stoccaggio del fango fresco prodotto;
- relative pompe e circuito di alimentazione e di recupero fino agli scavi;
- vasche di recupero;
- dissabbiatori;
- vasca di raccolta della sabbia e di sedimentazione del fango non recuperabile.

Il fango verrà ottenuto miscelando, fino ad ottenere una sospensione finemente dispersa, i seguenti componenti:

- acqua dolce di cantiere;
- bentonite in polvere;
- additivi eventuali (disperdenti, sali tampone, etc.).

Dopo la miscelazione la sospensione verrà immessa nelle apposite vasche di “maturazione” del fango, nelle quali essa dovrà rimanere per un tempo adeguato, prima di essere impiegata nella perforazione. Di norma la maturazione richiede da 6 a 12 ore.

Le caratteristiche del fango pronto per l'impiego dovranno essere comprese entro i limiti seguenti:

- peso specifico: non superiore a 1,1 t/m³
- viscosità Marsh: compresa fra 30" e 60"
- temperatura: > 5° C
- pH: 9-11

Controlli sul fango

Sul fango bentonitico saranno eseguite, con la frequenza e le modalità indicate sulla Specifica di Controllo Qualità, le prove di controllo atte a determinare i parametri di seguito specificati:

- caratteristiche della bentonite
- caratteristiche dell'acqua
- densità del fango bentonitico fresco
- densità, viscosità, temperatura e pH del fango bentonitico pronto per l'impiego
- caratteristiche del fango bentonitico nell'interno dello scavo, prima del getto; in caso di esito non soddisfacente l'APPALTATORE sostituirà, parzialmente od integralmente, il fango per ricondurlo alle seguenti caratteristiche:
- contenuto in sabbia del fango ≤ 5%
- densità ≤ 1,15 t/m³

TABELLA □.1
CARATTERISTICHE E LIMITI DI ACCETTABILITÀ □
DELLA BENTONITE IN POLVERE

- Residuo al vaglio da 10.000 maglie cm ²	≤ 1%
- Tenore di umidità	≤ 15%
- Limite di liquidità	≥ 400%
- Viscosità Marsh della sospensione al 6% in acqua distillata	≥ 40"
- Decantazione della sospensione al 6% in 24 ore	≤ 2%
- Acqua separata per pressofiltrazione di 450 cc della sospensione al 6% in 30' a 7 bar	≤ 18 cc
- pH dell'acqua filtrata	7 ≤ pH ≤ 9
- Spessore del cake sul filtro della filtro-pressa	≤ 2.5 mm

5.4.2 Modalità esecutive

5.4.2.1 Pali battuti gettati in opera con rivestimento definitivo

Attrezzatura

L'infissione del rivestimento definitivo sarà eseguita con un battipalo scorrevole su una torre avente guide fisse con perfetto allineamento verticale.

Le caratteristiche del battipalo saranno conformi alle indicazioni di progetto, quando esistenti.

Potranno essere impiegati i seguenti tipi di battipalo:

- battipalo a vapore ad azione singola;
- battipalo a vapore a doppia azione;
- battipalo diesel.

In ogni caso il battipalo impiegato deve essere in grado di fornire l'energia sufficiente alla infissione entro i terreni presenti nel sito; è prescritta comunque una energia minima non inferiore a 120 kJ.

La definizione delle caratteristiche minime del battipalo sarà eseguita a cura dell'APPALTATORE, utilizzando le formule dinamiche oppure l'analisi con il metodo dell'onda d'urto, noti che siano le caratteristiche geometriche del palo, il materiale di costruzione, e la portata limite richiesta dal progetto.

La massa battente del battipalo agirà su un cuscino (cuffia o testa di battuta) di cui siano note le caratteristiche geometriche e di elasticità.

Per ogni attrezzatura l'APPALTATORE dovrà fornire le seguenti informazioni:

- marca e tipo del battipalo;
- principio di funzionamento del battipalo;
- energia massima di un colpo e relativa possibilità di regolazione;
- n. di colpi al minuto e relativa possibilità di regolazione;
- efficienza "E" del battipalo;
- caratteristiche del cuscino (materiale, diametro, altezza costante elastica, coefficiente di costituzione);
- caratteristiche della cuffia (materiale e peso);
- peso degli eventuali adattatori;
- peso del battipalo.

L'efficienza "E" dovrà essere sempre maggiore del 70%.

Qualora richiesto dalla DIREZIONE LAVORI, l'APPALTATORE dovrà provvedere alla strumentazione del battipalo per la misura della velocità terminale del maglio, onde ricavare, sulla base delle caratteristiche dell'attrezzatura certificate dal costruttore, la reale efficienza "E" del battipalo.

Tubi di rivestimento

I tubi di rivestimento saranno in acciaio, di qualità, forma e spessore tali da sopportare tutte le sollecitazioni agenti durante l'infissione e da non subire distorsioni o collassi conseguenti alla pressione del terreno od alla infissione di pali vicini. I rivestimenti saranno chiusi alla base da una piastra in acciaio di resistenza adeguata, comunque di spessore > 3 mm, saldata per l'intera circonferenza al tubo di rivestimento. La piastra sarà priva di sporgenze rispetto al rivestimento; la saldatura sarà tale da prevenire l'ingresso di acqua all'interno per l'intera durata della battitura ed oltre.

E' ammesso l'impiego di lamierino di modesto spessore, corrugato, battuto mediante mandrino.

E' ammesso l'impiego di rivestimenti a sezione variabile, con raccordi flangiati.

Mandrino

E' prevista la possibilità di utilizzare un mandrino di acciaio, di opportune dimensioni e resistenza, allo scopo di eseguire la battitura sul fondello. E' ammesso l'impiego di mandrini ad espansione, resi temporaneamente solidali al rivestimento.

E' ammesso l'impiego di mandrini speciali per la battitura multipla di rivestimenti a sezione variabile.

Infissione

L'infissione dei rivestimenti tramite battitura avverrà senza estrazione di materiale, con spostamento laterale del terreno naturale.

L'APPALTATORE dovrà comunicare alla DIREZIONE LAVORI il programma cronologico di infissione di tutti i pali, elaborato in modo da rendere minimi gli effetti negativi dell'infissione stessa sulle opere vicine e sui pali già installati.

E' ammesso, se previsto dal progetto, ovvero se approvato dalla DIREZIONE LAVORI, l'esecuzione della battitura in due o più fasi, con eventuale modifica del procedimento (ad esempio eseguendo dapprima la battitura in testa, e prevedendo l'impiego del mandrino in 2^a fase).

Nel caso di utilizzo del mandrino, esso sarà infilato nel rivestimento; se previsto, il mandrino verrà espanso e mantenuto del tutto solidale al tubo-forma per l'intera durata dell'infissione, a seguito della quale sarà estratto.

L'inserimento del mandrino nel rivestimento sarà eseguito, se necessario, con l'ausilio di un "palo-pozzo" di diametro superiore a quello dei pali di esercizio.

Il "palo-pozzo" potrà essere trasformato in palo di esercizio, se accettato dalla DIREZIONE LAVORI, in funzione delle sue caratteristiche ed ubicazione.

Si considererà raggiunto il rifiuto allorquando, con un battipalo pienamente efficiente, si avranno avanzamenti non superiori a 10 cm per 100 colpi di maglio.

Per pali di particolare lunghezza è ammessa la saldatura in opera di due spezzoni di rivestimento, il primo dei quali già infisso. Il secondo spezzone, nel corso della saldatura, sarà mantenuto in posizione fissa da un'adequata attrezzatura di sostegno.

L'infissione dei rivestimenti sarà arrestata quando sarà soddisfatta una delle seguenti condizioni:

- raggiungimento della quota di progetto;
- misurazione del rifiuto della battitura.

In quest'ultimo caso, la DIREZIONE LAVORI avrà facoltà di chiedere all'APPALTATORE la ribattitura del palo dopo 24 ore di attesa, se motivata da ragioni geotecniche particolari (forti sovrappressioni interstiziali, etc.).

L'APPALTATORE, previa comunicazione alla DIREZIONE LAVORI, potrà eseguire dei prefiori di guida alla infissione per evitare o ridurre i problemi di vibrazione o il danneggiamento di opere o pali già esistenti. Il prefioro avrà diametro massimo inferiore di almeno 20 mm rispetto a quello esterno della tubazione di rivestimento. Di norma la profondità sarà inferiore ai 2/3 della profondità del palo, e comunque tale da non raggiungere lo strato portante (se esistente). Il prefioro potrà anche essere richiesto per il raggiungimento delle quote di progetto nel caso di livelli superficiali molto addensati o cementati.

Armature

Le gabbie di armatura saranno assemblate in stabilimento o a piè d'opera in conformità con i disegni di progetto e con le specifiche di cui al punto 4.4.1.

Esse saranno posizionate entro i rivestimenti curando il perfetto centramento mediante l'impiego di opportuni distanziatori e rispettando con precisione le quote verticali prescritte nei disegni di progetto. Prima del posizionamento si avrà cura di rimuovere eventuali corpi estranei presenti nel cavo e si verificherà che l'eventuale presenza di acqua entro il tubo di rivestimento non superi il limite di 15 cm.

Getto del calcestruzzo

Il getto dovrà essere effettuato ad iniziare dal fondo foro, utilizzando un tubo convogliatore metallico di diametro 20-26 cm, in spezzoni di circa 3 m, dotato in sommità di una tramoggia di carico della capacità di almeno 0.5-0.6 mc.

Il getto di calcestruzzo dovrà essere portato ad almeno 0.5-1.0 m al di sopra della quota di progetto della testa palo al fine di tenere conto del calo del calcestruzzo dovuto all'estrazione del tubo-forma (ove necessario) e comunque per consentire di eliminare la parte superiore del getto (scapitozzatura). La cadenza di getto dovrà essere non inferiore a 15 mc/ora.

Durante il getto il tubo convogliatore sarà ritmicamente manovrato per circa 20-30 cm in modo da favorire l'uscita e la risalita del calcestruzzo evitando altresì la segregazione della malta dagli inerti.

Il tubo-getto sarà man mano accorciato, provvedendo a mantenere l'estremità inferiore entro il getto per almeno 2 m. Per lamierini di diametro interno non superiore a 40 cm, il tubo-getto potrà essere omesso.

Controlli e documentazione

Nel corso dell'infissione verrà conteggiato il numero di colpi, per avanzamenti di 1 m.

In corrispondenza degli ultimi 4 m, o più se richiesto dalla DIREZIONE LAVORI, si conteggerà il numero di colpi per l'infissione di tratte successive di 10 cm.

Al termine della infissione l'APPALTATORE dovrà effettuare il controllo della profondità raggiunta, della verticalità e della posizione piano-altimetrica.

Per ciascun palo l'APPALTATORE provvederà a redigere una scheda indicante:

- n. progressivo del palo (riferito ad una planimetria)
- profondità d'infissione
- dati tecnici dell'attrezzatura
- informazioni relative alla locale stratigrafia
- tempo necessario per l'infissione
- tabella dei colpi per l'avanzamento
- grafico dei colpi relativo agli ultimi 4 m.

5.4.2.2 Pali battuti gettati in opera con tubo forma estraibile

Attrezzatura

L'infissione del tubo forma provvisorio sarà eseguita con un battipalo conforme alle specifiche di cui al punto 4.5.1.1.

Tubi di rivestimento

Le medesime specifiche del punto 4.5.1.2. valgono per le caratteristiche della tubazione provvisoria.

Per l'espulsione del fondello, posto ad occludere l'estremità inferiore del tubo- forma, è ammesso l'impiego di un pistone rigido di diametro pari a quello interno del tubo-forma collegato, tramite un'asta rigida, alla base della testa di battuta.

E' ammesso l'impiego di tubo-forma dotati di fondello incernierato recuperabile.

Infissione

L'infissione sarà effettuata in conformità a quanto specificato al punto 4.5.1.4. con la sola esclusione di quanto non applicabile

Armature

Valgono le prescrizioni di cui al punto 4.5.1.5.

Getto del calcestruzzo

Il getto avverrà secondo le modalità e le prescrizioni di cui al punto 4.5.1.6., con contemporanea estrazione ed accorciamento del tubo-forma provvisorio, la cui scarpa deve essere tenuta costantemente sotto un battente di calcestruzzo non inferiore a 2 m. A questo scopo ogni manovra di accorciamento del rivestimento esterno e del tubo convogliatore deve essere preceduto dalla misurazione del livello del calcestruzzo, tramite l'impiego di uno scandaglio.

Lo scandaglio è costituito da un grave metallico, del peso di circa 5 Kg, di forma cilindrica con fondo piatto, corredato di un filo di sospensione metrato.

Controlli e documentazione

Valgono le prescrizioni di cui al punto 4.5.1.7.

5.4.2.3 Pali vibro-infissi gettati in opera con tubo forma provvisorio

Attrezzatura

L'energia necessaria per l'infissione sarà applicata in testa al palo utilizzando un battipalo analogo a quanto specificato al punto 4.5.1.1 e utilizzando un vibratore a masse eccentriche regolabili, a funzionamento idraulico o elettrico. Le caratteristiche del vibratore (momento di eccentricità, numero di vibrazioni per minuto, forza centrifuga all'avvio, ampiezza ed accelerazione del minimo) saranno scelte dall'APPALTATORE in relazione alle prestazioni da ottenere, eventualmente anche a seguito di prove tecnologiche preliminari.

Infissione del tubo forma

Per quanto concerne le caratteristiche del tubo forma e le modalità di infissione dello stesso valgono le prescrizioni di cui ai punti 4.5.2.2 e 4.5.2.3.

L'infissione sarà eseguita fino al raggiungimento delle quote previste in progetto.

La distanza minima e/o l'intervallo di tempo tra l'infissione di due pali adiacenti sarà definita in relazione alla natura dei terreni attraversati. In ogni caso la distanza minima non sarà inferiore a 3 diametri.

Posa dell'armatura e getto

Per quanto concerne le caratteristiche dell'armatura e le modalità di getto valgono le prescrizioni di cui ai punti 4.5.1.5 e 4.5.2.5.

Completata l'infissione, si provvederà a porre in opera l'armatura entro il tubo- forma e si darà luogo al getto, estraendo man mano, per vibrazione, il tubo- forma provvisorio.

La vibrazione favorisce l'assestamento del calcestruzzo; per evitare eventuali franamenti del terreno ed il conseguente inglobamento di materiale nel getto di calcestruzzo, questo dovrà avere uno slump di 9 - 10 cm, e inerti Φ max = 25 mm.

L'assorbimento reale di calcestruzzo può eccedere il valore teorico, riferito al diametro nominale del palo, in misura del 10 - 20%.

Controlli e documentazione

L'APPALTATORE dovrà redigere per ogni palo una scheda tecnica contenente tutti i dati interessanti il palo:

- n. progressivo del palo (riferito ad una planimetria)
- profondità d'infissione
- dati tecnici dell'attrezzatura
- descrizione di eventuali presunte anomalie stratigrafiche
- tempo necessario per l'infissione
- grafico degli assorbimenti di calcestruzzo.

In presenza di anomalie o differenze rispetto alle condizioni previste in progetto, l'APPALTATORE provvederà, qualora le condizioni reali risultino inferiori da quelli di progetto, al riesame della progettazione ed adotterà gli opportuni provvedimenti concordandoli con la DIREZIONE LAVORI.

5.4.2.4 Pali battuti prefabbricati

Prefabbricazione dei pali

La prefabbricazione dei pali potrà avvenire in stabilimento di produzione o in cantiere. Le caratteristiche preliminari delle due alternative sono di seguito riportati:

Pali prefabbricati in stabilimento

I pali dovranno essere costruiti con calcestruzzo centrifugato avente resistenza caratteristica dopo stagionatura $R_{ck} \geq 40$ MPa.

Se richiesto, i pali saranno di tipo precompresso con il metodo dei fili d'acciaio aderenti.

I pali troncoconici avranno un diametro esterno rastremato di 1,5 cm per metro lineare, quello interno non superiore alla metà dell'esterno

Pali prefabbricati in cantiere

I pali saranno realizzati con calcestruzzo di caratteristiche in accordo alle prescrizioni riportate nel paragrafo 4.6 della sezione 4 (Opere in conglomerato cementizio) del capitolato. La stagionatura potrà essere naturale in ambiente umido, oppure a vapore; in ogni caso i pali dovranno raggiungere caratteristiche di resistenza alla compressione e all'urto tali da permetterne l'infissione nelle condizioni stratigrafiche del sito senza lesioni e rotture.

Le armature metalliche dovranno essere costituite da barre ad aderenza migliorata; le armature trasversali dei pali saranno costituite da uno o due spirali in filo lucido crudo esterne ai ferri longitudinali. Le armature verranno pre-assemblate in "gabbie"; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro.

Le gabbie di armature avranno un copriferro netto minimo rispetto alla superficie del palo di 3 cm; dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine.

Giunzione dei pali

Nel caso di pali di lunghezza superiore a 16 m, è ammesso il ricorso alla giunzione di 2 o più elementi; il giunto sarà costituito da un anello di acciaio con armatura longitudinale, solidale con ciascuno degli spezzoni di palo da unire; gli anelli verranno saldati fra loro e protetti con vernici bituminose o epossidiche.

Protezione della punta

La punta dei pali sarà protetta con una puntazza metallica formata da un cono di lamiera con angolo al vertice di 60°, resa solidale al fusto del palo tramite spezzoni di tondino saldati alla puntazza ed annegati nel calcestruzzo.

In terreni poco compatti, l'uso della puntazza potrà essere evitato.

In terreni molto compatti, la puntazza sarà rinforzata con massello di ghisa o sostituita con uno spezzone di profilato in acciaio a doppio T (nel caso di roccia).

Attrezzatura

L'infissione del palo sarà eseguita con un battipalo conforme alle specifiche di cui al punto 4.5.1.1.

Infissione

L'infissione dei pali avverrà tramite battitura, senza estrazione di materiale. Nel caso di strati granulari addensati, si potrà facilitare l'infissione con iniezioni d'acqua.

La discesa del palo in tal caso avverrà per peso proprio o con l'ausilio di una modesta battitura.

Le iniezioni d'acqua saranno interrotte non appena superato lo strato granulare e comunque non oltre 2 m prima del raggiungimento della quota di progetto. Modalità, pressioni e portata del getto dovranno essere

comunicate alla DIREZIONE LAVORI.

Se motivato da esigenze di riduzione delle vibrazioni, o in alternativa all'uso delle iniezioni d'acqua, si potranno eseguire prefiori aventi diametro inferiore di almeno 20 mm alla minima sezione del palo.

Il prefioro non dovrà raggiungere lo strato portante (se esistente) e fermarsi comunque almeno a 2/3 della profondità di progetto.

L'infissione dei pali sarà attestata quando si registrerà il raggiungimento di una delle seguenti condizioni:

- arrivo alla quota di progetto;
- misurazione del rifiuto alla battitura.

In quest'ultimo caso, la DIREZIONE LAVORI ha facoltà di chiedere all'APPALTATORE la ribattitura del palo dopo 24 ore di attesa, per tratti anche superiori a 0.5 m, se motivata da ragioni geotecniche particolari (forti sovrappressioni interstiziali, etc.).

Si intende raggiunto il rifiuto quanto l'infissione corrispondente a 10 colpi di battipalo efficiente è inferiore a 2.5 cm.

Controlli e documentazione

Valgono le prescrizioni di cui al punto 4.5.1.7.

5.4.2.5 Pali trivellati con fanghi bentonitici

Attrezzatura

Per la perforazione saranno 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.

Preparazione del fango bentonitico

Il fango bentonitico, dovrà essere preparato ed utilizzato in accordo alle modalità indicate al punto 4.4.4.

Perforazione

Se necessario, in corrispondenza di ciascun palo sarà posto in opera un avampozzo provvisorio di lamiera d'acciaio con funzioni di guida dell'utensile, di riferimento per la posizione plano-altimetrica della sommità del palo o di difesa dall'erosione del terreno nelle fasi di immissione e risalita dell'utensile di perforazione.

La distanza minima fra gli assi di due perforazioni attigue, in corso, appena ultimate o in corso di getto, dovrà essere tale da impedire eventuali fenomeni di interazione e comunque non inferiore ai 5 diametri. Qualora in fase di completamento della perforazione fosse accertata l'impossibilità di eseguire rapidamente il getto (sosta notturna, mancato trasporto del calcestruzzo, etc.), sarà necessario interrompere la perforazione alcuni metri prima ed ultimare solo nell'imminenza del getto.

Una volta raggiunte le profondità previste dal progetto, si provvederà al sostituzione del fango di perforazione fino al raggiungimento dei prescritti valori del contenuto in sabbia, ed alla eventuale pulizia del fondo foro con gli utensili più adatti (es. cleaning bucket).

Per la rimonta del fango di perforazione da sostituire prima del getto, si potrà utilizzare uno dei seguenti sistemi:

- eiettore (air lifting);
- pompa sommersa per fanghi;
- pompa-vuoto applicata in testa al tubo-getto.

Nel caso di presenza nel terreno di trovanti lapidei o di strati rocciosi o cementati e per conseguire un adeguato immorsamento in sub-strati di roccia dura si potrà ricorrere all'impiego di scalpelli frangiroccia

azionati a percussione, di peso e forma adeguati alla natura dell'ostacolo e comunque dotati alla sommità di un anello di forma appropriata per la guida dell'utensile.

In alternativa all'uso dello scalpello possono essere utilizzate eliche da roccia aventi spirali rinforzate e denti idonei allo stato di fessurazione della roccia da perforare.

L'impiego dello scalpello comporterà l'adozione di un rivestimento provvisorio, spinto sino al tetto della formazione lapidea, allo scopo di evitare urti e rimbalzi laterali dello scalpello contro le pareti del foro.

Armature

Completata la perforazione si provvederà alla posa in opera della gabbia, preassemblata, in conformità con le specifiche di cui al punto 4.4.1.

Nel caso che il palo attraversi strati sede di falda acquifera in movimento, con pericolo di dilavamento del calcestruzzo in fase di maturazione, in corrispondenza di questi strati la gabbia sarà avvolta da una camicia tubolare di lamierino in acciaio di spessore non inferiore a 1 mm.

Getto del calcestruzzo

Il getto del calcestruzzo avverrà impiegando il tubo di convogliamento. Esso sarà costituito da sezioni non più lunghe di 3.00 m di tubo in acciaio avente diametro interno 20÷26 cm.

L'interno del tubo sarà pulito, privo di irregolarità e strozzature. Le giunzioni tra sezione e sezione saranno del tipo filettato, senza manicotto (filettatura in spessore) o con manicotti esterni che comportino un aumento di diametro non superiore a 2.0 cm; sono escluse le giunzioni a flangia.

Il tubo sarà provvisto, all'estremità superiore, di una tramoggia di carico avente una capacità di almeno 0.5 ÷ 0.6 mc, e mantenuto sospeso da un mezzo di sollevamento.

Prima di installare il tubo getto sarà eseguita una ulteriore misura del fondo foro; qualora lo spessore del deposito superi i 20 cm si provvederà all'estrazione della gabbia d'armatura e alle operazioni di pulizia.

Il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando il suo piede a 30÷60 cm dal fondo della perforazione; al fine di evitare azioni di contaminazione o dilavamento del primo calcestruzzo gettato, prima di iniziare il getto si disporrà entro il tubo, in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, un tappo formato da un involucro di carta o plastica, riempito con vermiculite granulare, palline di polistirolo o sabbia.

Durante il getto il tubo convogliatore sarà opportunamente manovrato per un'ampiezza di 20 ÷ 30 cm, in modo da favorire l'uscita e la risalita del calcestruzzo evitando altresì la segregazione della malta dagli inerti.

Previa verifica del livello raggiunto, utilizzando uno scandaglio metallico a fondo piatto, nel corso del getto il tubo di convogliamento sarà accorciato per tratti successivi, sempre conservando un'immersione minima nel calcestruzzo di 2.0 m.

Il getto di calcestruzzo dovrà essere portato ad almeno 0.5 ÷ 1.0 m al di sopra delle quote di progetto della testa palo per consentire di eliminare la parte superiore del palo (scapitozzatura).

All'inizio del getto si dovrà disporre di un volume di calcestruzzo pari a quello del tubo di getto e di almeno 3 o 4 m di palo.

E' prescritta una cadenza di getto non inferiore a 15 m³/ora.

Durante le operazioni di getto, al termine dello scarico di ogni betoniera, l'APPALTATORE dovrà verificare la quota di riempimento del palo in modo di avere un immediato raffronto fra la quota teorica e la quota raggiunta.

Controlli e documentazione

Per ciascun palo l'APPALTATORE 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'APPALTATORE procederà al riesame della progettazione ed adotterà gli opportuni provvedimenti concordandoli con la DIREZIONE LAVORI.

5.4.2.6 Pali trivellati con rivestimento provvisorio

Attrezzature

Escavatori

Valgono le specifiche di cui al punto 4.5.5.1.

Morsa muovi-colonna

La morsa dovrà essere costituita da un telaio rigido di supporto, sul quale viene posto un collare metallico, a 3 settori, dotato di un martinetto di chiusura per il serraggio della colonna di rivestimento. Sul telaio di supporto, collegato all'escavatore, saranno montati:

- 2 martinetti di oscillazione, sincronizzati, che imprimono un movimento rotatorio alla colonna
- 2 martinetti di infissione ed estrazione della colonna, a funzionamento indipendente, che consentono anche di correggere eventuali deviazioni della colonna

Il diametro nominale del collare dovrà corrispondere al diametro del palo. Sarà consentito l'impiego di opportune riduzioni.

Le caratteristiche dei martinetti e del circuito idraulico di funzionamento dovranno essere in grado di sviluppare spinta, momento torcente e serraggio della colonna adeguati al diametro e alla lunghezza del palo da realizzare.

Vibromorsa

Valgono le prescrizioni di cui al punto 4.5.3.1.

Utensile di scavo

Per lo scavo entro la colonna di rivestimento provvisoria si utilizzerà l'utensile più adatto al tipo di terreno, prevedendo ove necessario l'impiego di scalpello ad elevata energia demolitrice.

Tubi-forma

La tubazione sarà costituita da tubi di acciaio, di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni connessi tra loro mediante innesti speciali del tipo maschio/femmina.

L'infissione della tubazione di rivestimento sarà ottenuta imprimendole un movimento rototraslatorio mediante adeguata attrezzatura rotary e/o morsa azionata da comandi oleodinamici, oppure, in terreni poco o mediamente addensati, privi di elementi grossolani e prevalentemente non coesivi, applicandole in sommità un vibratore di adeguata potenza. In questo secondo caso la tubazione potrà essere suddivisa in spezzoni ma anche essere costituita da un unico pezzo di lunghezza pari alla profondità del palo. E' ammessa la giunzione per saldatura degli spezzoni, purché non risultino varchi nel tubo che possono dar luogo all'ingresso di terreno.

Perforazione

La perforazione non dovrà essere approfondita al disotto della scarpa del tubo di rivestimento.

Nel caso di presenza di falda, il foro dovrà essere costantemente tenuto pieno d'acqua (o eventualmente di fango bentonitico) con un livello non inferiore a quello della piezometrica della falda. Lo scavo all'interno sarà approfondito sino alla quota di progetto.

L'infissione sotto-scarpa della colonna di rivestimento dovrà consentire di evitare rifluimenti a fondo foro.

Armature

Si applicano le specifiche di cui al punto 4.4.1.

Getto del calcestruzzo

Il getto avverrà conformemente alle specifiche di cui al punto 4.5.5.5 provvedendo altresì alla contemporanea estrazione del tubo-forma provvisorio, la cui scarpa dovrà restare sotto un battente minimo di calcestruzzo non inferiore a 3 m.

Controlli e documentazione

Si applicano le specifiche di cui al punto 4.5.5.6.

5.4.2.7 Pali trivellati ad elica continua

Questo tipo di palo potrà essere utilizzato solo se esplicitamente previsto in progetto.

Attrezzature

Si utilizzeranno escavatori equipaggiati con rotary a funzionamento idraulico o elettrico montate su asta di guida, e dotate di dispositivo di spinta.

L'altezza della torre e le caratteristiche della rotary (coppia, spinta) dovranno essere commisurate alla profondità da raggiungere.

L'equipaggiamento di cantiere dovrà comprendere la disponibilità di pompe per calcestruzzo in numero adeguato ai ritmi di esecuzione dei pali.

Perforazione

La perforazione sarà eseguita mediante una trivella ad elica continua, di lunghezza e diametro corrispondenti alle caratteristiche geometriche dei pali da realizzare.

L'anima centrale dell'elica deve essere cava, in modo da consentire il successivo passaggio del calcestruzzo. All'estremità inferiore dell'anima sarà posta una punta a perdere, avente lo scopo di impedire l'occlusione del condotto.

La perforazione avverrà di norma regolando coppia e spinta in modo da avere condizioni di infissione prossime al perfetto avvitamento. In ogni caso il volume di terreno estratto per caricamento della trivella deve essere non superiore al volume teorico della perforazione.

Qualora si riscontrassero rallentamenti della perforazione in corrispondenza di livelli di terreno intermedi o dell'eventuale strato portante inferiore, l'APPALTATORE, con l'accordo della DIREZIONE LAVORI potrà:

- eseguire prefiori di diametro inferiore al diametro nominale di pali;
- ridurre la lunghezza di perforazione.

Armatura

L'armatura verrà inserita entro l'anima della trivella elicoidale, il cui diametro interno deve essere congruente con il diametro della gabbia di armatura. All'interno della gabbia dovrà essere inserito un adeguato mandrino, da tenere contrastato sul dispositivo di spinta della rotary per ottenere l'espulsione del fondello a perdere, con effetto di precarica alla base del palo.

La gabbia dovrà essere costruita in conformità con il disegno di progetto e nel rispetto delle specifiche di cui al punto 4.4.1.

Getto del calcestruzzo

Il calcestruzzo verrà pompato pneumaticamente entro il cavo dell'asta di perforazione che verrà progressivamente estratta, di norma senza rotazione. La cadenza di getto deve assicurare la continuità della colonna di conglomerato.

Pertanto l'estrazione dell'asta di trivellazione deve essere effettuata ad una velocità congruente con la portata di calcestruzzo pompato, adottando tutti gli accorgimenti necessari ad evitare sbulbature, ovvero a evitare interruzioni del getto.

In particolare il circuito di alimentazione del getto dovrà essere provvisto di un manometro di misura della pressione.

Durante l'operazione si dovrà verificare che la pressione sia mantenuta entro l'intervallo di 50 ÷ 150 KPa. Il getto dovrà essere prolungato fino a piano campagna, anche nei casi in cui la quota finita del palo sia prevista a quota inferiore.

Controlli e documentazione

Per ogni palo eseguito l'APPALTATORE dovrà redigere una scheda contenente le seguenti indicazioni:

1. n. progressivo del palo (riferito ad una planimetria)
2. profondità di perforazione
3. osservazioni sulla stratigrafia locale
4. tempi di perforazione per tratte successive di 5 m, e di 1 m nel tratto finale, secondo le istruzioni impartite dalla DIREZIONE LAVORI
5. grafico dei tempi di perforazione
6. spinta sul mandrino misurata durante l'estrazione della trivella
7. volume di calcestruzzo gettato.

In caso di differenze stratigrafiche rispetto alla situazione nota, o di particolari anomalie riscontrate nei tempi di perforazione, qualora le condizioni reali risultino inferiori a quelle di progetto, l'APPALTATORE dovrà procedere al riesame della progettazione e dovrà definire gli eventuali necessari provvedimenti (quali modifica del numero e delle profondità dei pali, esecuzione di prefori, etc.) concordandoli con la DIREZIONE LAVORI.

5.4.2.8 Pali con morsa giracolonna

La perforazione necessaria all'esecuzione dei pali da realizzarsi in presenza di trovanti, strati lapidei, murature esistenti, etc., dovrà essere eseguita per la sola parte interessata all'interno di tubo forma provvisorio in acciaio infisso, con movimento rototraslatorio a mezzo di morsa giracolonna.

La tubazione dovrà essere costituita da tubi di acciaio, di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni lunghi da 2 a 2,5 m connessi tra loro mediante manicotti esterni filettati o innesti speciali a baionetta, con risalti interni raccordati di spessore non superiore al 2% del diametro nominale.

L'infissione della tubazione di rivestimento dovrà essere ottenuta imprimendo un movimento rototraslatorio mediante una morsa azionata da comandi oleodinamici.

La superficie all'interno del tubo di rivestimento potrà essere eseguita mediante:

1. benna automatica con comando a fune o azionata da motore oleodinamico;
2. secchione (bucket) manovrato da un'asta rigida telescopica;

in entrambi i casi si dovrà conseguire la disaggregazione del terreno e l'estrazione dei detriti dal foro.

In terreni sabbiosi si potrà fare ricorso anche ad utensili disagregatori rotanti, con risalita dei detriti per trascinalimento ad opera di una corrente ascendente di fango bentonitico.

Nel caso di presenza di falda, il foro dovrà essere costantemente tenuto pieno di fango bentonitico con livello non inferiore a quello della piezometrica della falda.

In generale la perforazione non dovrà essere approfondita al di sotto della parte terminale del tubo forma.

5.4.2.9 Pali compenetrati

I pali compenetrati per la realizzazione di paratie impermeabili, dovranno essere realizzati eseguendo con metodi tradizionali una prima serie di pali opportunamente distanziati e completando la paratia con una seconda serie di pali, che si compenetrano ai precedenti attraverso la tecnica della morsa giracolonna, descritta al punto 4.5.8.

5.5 Prove Di Carico

5.5.1 Generalità

Nei paragrafi che seguono vengono fornite le indicazioni tecniche generali per l'esecuzione di prove di carico su pali.

Le prove di carico hanno principalmente lo scopo di:

1. accertare eventuali deficienze esecutive nel palo;
2. verificare i margini di sicurezza disponibili nei confronti della rottura del sistema palo-terreno;
3. valutare le caratteristiche di deformabilità del sistema palo-terreno.

5.5.1.1 Definizioni

Si definiscono:

- prove di collaudo le prove effettuate su pali e micropali facenti parte della fondazione, dei quali non bisogna compromettere l'integrità; 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});
- prove a carico limite le prove effettuate su pali e micropali appositamente predisposti all'esterno della palificata, spinte fino a carichi di rottura del sistema palo-terreno o prossimi ad essa; il carico massimo da raggiungere nel corso della prova (P_{max}) è in generale pari a $2,5 \div 3$ volte il carico di esercizio (P_{es});
-

5.5.1.2 Normative e specifiche di riferimento

Valgono le Norme già richiamate al punto 1.3., ed inoltre: ASTM D1 143-81 : "Standard Test Method for Piles under Static Axial Compressive Load".

5.5.1.3 Numero e ubicazione dei pali di prova

Il numero e l'ubicazione dei pali e micropali da sottoporre a prova di carico devono essere stabiliti in funzione dell'importanza dell'opera, dell'affidabilità, in termini quantitativi, dei dati geotecnici disponibili e del grado di omogeneità del terreno.

L'APPALTATORE dovrà effettuare prove di carico assiale sull'1% dei pali e micropali, con un minimo di almeno due pali o micropali per ogni opera.

I pali soggetti a prova di carico assiale potranno, a discrezione della DIREZIONE LAVORI, essere sottoposti anche a prova di ammettenza meccanica per valutare, tramite correlazione, la capacità portante statica di pali soggetti solo a prove dinamiche; la prova di ammettenza meccanica non è prevista per i micropali.

5.5.1.4 Caratteristiche dei pali di prova

Le caratteristiche dei pali o micropali di prova (lunghezza, diametro, modalità esecutive, caratteristiche dei materiali, ecc.) dovranno essere del tutto simili a quelle dei pali o micropali dimensionati in fase di progetto.

5.5.2 Prove su pali di medio e grande diametro

5.5.2.1 Prove di carico assiale

Definizione dei carichi di prova

I carichi di prova saranno definiti di volta in volta dal progettista, in relazione alle finalità della prova stessa. Di norma il massimo carico di prova P_{prova} sarà

$P_{prova} = 1.5 P_{esercizio}$

$P_{prova} = P_{lim}$

ove con P_{lim} si indica la portata limite dell'insieme palo-terreno.

Nel caso di prove di collaudo di pali di diametro $\varnothing > 1200$ mm, il carico di prova potrà raggiungere un valore di 1,25 $P_{esercizio}$, qualora fossero stati verificati, con carico di prova = 1,5 $P_{esercizio}$, pali di diametro $\varnothing = 800$ mm realizzati su terreni con le stesse caratteristiche.

5.5.2.2 Attrezzatura e dispositivi di prova

Dispositivi per l'applicazione e per la misura del carico

Il carico sarà applicato mediante uno o più martinetti idraulici, con corsa > 200 mm, posizionati in modo da essere perfettamente centrati rispetto all'asse del palo.

I martinetti saranno azionati da una pompa idraulica esterna. Martinetti e manometro della pompa saranno corredati da un certificato di taratura recente (< 3 mesi).

Nel caso di impiego di più martinetti occorre che:

- i martinetti siano uguali;
- l'alimentazione del circuito idraulico sia unica.

La reazione di contrasto sarà di norma ottenuta tramite una zavorra la cui massa M dovrà essere non inferiore a 1,2 volte la massa equivalente al massimo carico di prova:

$$M \geq 1.2 P_{prova}/g = 0.12 P_{prova}$$

La zavorra sarà sostenuta con una struttura costituita da una trave metallica di adeguata rigidità sui cui estradosso, tramite una serie di traversi di ripartizione, vanno posizionati blocchi di cls o roccia.

In alternativa la zavorra potrà essere sostituita con:

- pali di contrasto, dimensionati a trazione (non facenti parte di alcuna palificata definitiva);
- tiranti di ancoraggio collegati ad un dispositivo di contrasto.

In questi casi si avrà cura di ubicare i pali o i bulbi di ancoraggio dei tiranti a sufficiente distanza dal palo di prova (minimo 5 diametri).

L'APPALTATORE, nel caso di prove di carico con pali di contrasto, dovrà redigere un progetto dettagliato delle prove di carico indicando numero, interassi, dimensioni, e lunghezza dei pali;

Qualora sia richiesto l'uso di una centralina oleodinamica preposta a fornire al/ai martinetti la pressione necessaria, questa dovrà essere di tipo sufficientemente automatizzato per poter impostare il carico con la velocità richiesta, variarla in caso di necessità e mantenere costante il carico durante le soste programmate. Per misurare il carico applicato alla testa del palo si interporrà tra il martinetto di spinta ed il palo una cella di carico del tipo ad estensimetri elettrici di opportuno fondo scala.

Nel caso non fosse disponibile tale tipo di cella, il carico imposto al palo verrà determinato in base alla pressione fornita ai martinetti misurata con un manometro oppure, dove previsto, misurata con continuità da un trasduttore di pressione collegato al sistema di acquisizione automatico e, in parallelo, con un manometro.

Il manometro ed il trasduttore di pressione, se utilizzati, dovranno essere corredati da un rapporto di taratura rilasciato da non più di 3 mesi da un laboratorio ufficiale.

Lo strumento di misura dovrà avere fondo scala e precisione adeguati e non inferiore al 5% del carico

applicato per i manometri e del 2% per le celle di carico.

Se viene impiegato soltanto il manometro, il relativo quadrante dovrà avere una scala adeguata alla precisione richiesta.

E' raccomandato l'inserimento di un dispositivo automatico in grado di mantenere costante (± 20 kN) il carico applicato sul palo, per tutta la durata di un gradino di carico ed indipendentemente dagli abbassamenti della testa del palo.

Dispositivi per la misura dei cedimenti

Saranno utilizzati tre comparatori centesimali, con corsa massima non inferiore a 50 mm, disposti a $\approx 120^\circ$ intorno all'insieme palo-terreno.

Il sistema di riferimento sarà costituito da una coppia di profilati metallici poggianti su picchetti infissi al terreno ad una distanza di almeno 3 diametri dal palo.

Il sistema sarà protetto dall'irraggiamento solare mediante un telo sostenuto con un traliccio di tubi innocenti.

Preliminarmente all'esecuzione delle prove saranno eseguiti cicli di misure allo scopo di determinare l'influenza delle variazioni termiche e/o di eventuali altre cause di disturbo.

Dette misure, compreso anche il rilievo della temperatura, saranno effettuate per un periodo di 24 ore con frequenze di 2 ore circa.

5.5.2.3 Preparazione della prova

Preparazione dei pali da sottoporre a prova

I pali prescelti saranno preparati mediante regolarizzazione della testa previa scapitozzatura del cls e messa a nudo del fusto per un tratto di 50 cm.

Nel tratto di fusto esposto saranno inserite n.3 staffe metalliche, a 120° , per la successiva apposizione dei micrometri.

Sopra la testa regolarizzata si stenderà uno strato di sabbia di circa 3 cm di spessore, oppure una lastra di piombo.

Si provvederà quindi a poggiare una piastra metallica di ripartizione del carico di diametro adeguato, in modo da ricondurre la pressione media sul conglomerato a valori compatibili con la sua resistenza a compressione semplice.

Realizzazione del contrasto

La zavorra sarà messa a dimora dopo avere posizionato la trave di sostegno su due appoggi laterali, posti a circa 3 diametri dall'asse del palo.

L'altezza dei due appoggi deve essere sufficiente a consentire il posizionamento dei martinetti e dei relativi centratori e del sistema di riferimento per la misura dei cedimenti ($h_{\min.} = 1,5$ m).

Tra i martinetti e la trave sarà interposto un dispositivo di centramento del carico, allo scopo di eliminare il pericolo di ovalizzazione del pistone.

Gli stessi accorgimenti saranno adottati anche nei caso in cui la trave o struttura di contrasto farà capo a pali o tiranti di ancoraggio.

Programma di carico

Il programma di carico sarà definito di volta in volta, in relazione alla finalità della prova.

Di norma si farà riferimento al seguente schema, che prevede due cicli di carico e scarico, da realizzarsi come di seguito specificato.

1° CICLO

a) Applicazione di "n" ($n \geq 4$) gradini di carico successivi, di entità pari a δP , fino a raggiungere il carico

Pes

b) In corrispondenza di ciascun gradino di carico si eseguiranno misure dei cedimenti con la seguente frequenza:

(*) $t = 0$ (applicazione del carico)

(*) $t = 2'$

(*) $t = 4'$

(*) $t = 8'$

(*) $t = 15'$

Si proseguirà quindi ogni 15' fino a raggiunta stabilizzazione, e comunque per non più di 2 ore. Il cedimento è considerato stabilizzato se, a parità di carico, è soddisfatta la condizione tra due misure successive ($t = 15'$):

$$\delta s \leq 0.025 \text{ mm.}$$

c) Per il livello corrispondente a Pes il carico viene mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi si procede allo scarico mediante almeno 4 gradini, in corrispondenza dei quali si eseguono misure a:

(*) $t = 0$

(*) $t = 5'$

(*) $t = 10'$

(*) $t = 15'$

Allo scarico le letture verranno eseguite anche a:

(*) $t = 30'$

(*) $t = 45'$

(*) $t = 60'$

2° CICLO

a) Applicazione di "m" ($m \geq 9$) gradini di carico δP fino a raggiungere il carico Pprova (o Plim).

b) In corrispondenza di ogni livello di carico si eseguiranno misure di cedimento con la stessa frequenza e limitazioni di cui al punto "b" del 1° Ciclo.

c) Il carico Pprova quando è minore di Plim, sarà mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi il palo sarà scaricato mediante almeno 3 gradini (di entità $3 \delta P$) con misure a:

(*) $t = 0$

(*) $t = 5'$

(*) $t = 10'$

(*) $t = 15'$

A scarico ultimato si eseguiranno misure fino a $t = 60'$; una lettura finale sarà effettuata 12 ore dopo che il palo è stato completamente scaricato.

Si considererà raggiunto il carico limite Plim, e conseguentemente si interromperà la prova, allorquando risulti verificata una delle seguenti condizioni:

cedimento (Plim) ≥ 2 cedimento (Plim - δP)

cedimento (Plim) ≥ 0.10 diametri.

Documentazione delle prove

Le misure dei cedimenti saranno registrate utilizzando moduli contenenti:

- il n° del palo con riferimento ad una planimetria;
- l'orario di ogni singola operazione;
- la temperatura;
- il carico applicato;
- il tempo progressivo di applicazione del carico;
- le corrispondenti misure di ogni comparatore;
- i relativi valori medi;
- le note ed osservazioni.

Le tabelle complete delle letture tempo-carico-cedimento costituiranno il verbale della prova.

Le date e il programma delle prove dovranno essere altresì comunicati alla DIREZIONE LAVORI con

almeno 7 giorni di anticipo sulle date di inizio.

La documentazione fornita dall'esecutore della prova dovrà comprendere i seguenti dati:

- tabelle complete delle letture tempo-carico-cedimento che le indicazioni singole dei comparatori e la loro media aritmetica; (*)
- diagrammi carichi-cedimenti finali per ciascun comparatore e per il valore medio; diagrammi carichi-cedimenti (a carico costante) per ciascun comparatore e per il valore medio;
- numero di identificazione e caratteristiche nominali del palo (lunghezza, diametro);
- stratigrafia del terreno rilevata durante la perforazione (pali trivellati);
- geometria della prova (dispositivo di contrasto, travi portamicrometri, etc.);
- disposizione, caratteristiche e certificati di taratura della strumentazione;
- scheda tecnica del palo, preparata all'atto dell'esecuzione.
- relazione tecnica riportante l'elaborazione dei dati e l'interpretazione della prova medesima nonché l'individuazione del carico limite con il metodo delle inverse pendenze.

5.5.2.4 Prove di carico su pali strumentati

Generalità

Quando richiesto, le prove di carico assiali, oltre che per definire la curva carico-cedimento alla testa del palo, avranno lo scopo di valutare l'entità e la distribuzione del carico assiale e della curva di mobilitazione dell'attrito lungo il palo. Pertanto dovranno essere predisposte una serie di sezioni strumentate nel fusto del palo, e anche alla base del palo stesso. I dispositivi indicati nel presente paragrafo sono pertanto da considerarsi aggiuntivi rispetto a quanto descritto nel punto 6.2.1.2.

Per i pali strumentati, ad ultimazione del getto, verrà eseguito un controllo generale della strumentazione per verificare l'integrità a seguito delle operazioni di realizzazione del palo.

Ulteriori controlli con registrazione dei dati verranno eseguiti a 7, 14 e 28 giorni ed immediatamente prima della prova di carico. Quest'ultima costituirà la misura di origine per le successive letture.

Attrezzature e dispositivi di prova

Strumentazione lungo il fusto del palo

Il numero e l'ubicazione delle sezioni strumentate sarà stabilito di volta in volta in accordo con la DIREZIONE LAVORI. In ogni caso dovranno essere previste almeno 4 sezioni strumentate.

Indicativamente la sezione strumentata superiore sarà ubicata in prossimità della testa del palo, esternamente al terreno.

Qualora non fosse possibile realizzare la sezione strumentata di testa al di sopra del piano lavoro, dopo l'esecuzione del palo si procederà ad isolare il palo dal terreno circostante fino alla quota della sezione strumentata di testa; in questo caso la sezione strumentata di testa sarà posizionata il più vicino possibile al piano lavoro. Le dimensioni geometriche di questa sezione strumentata dovranno essere accuratamente misurate prima delle prove. Tale sezione consentirà di avere indicazioni sul modulo del calcestruzzo in corrispondenza dei vari gradini di carico e sarà di riferimento per il comportamento di tutte le altre.

Ogni sezione strumentata sarà costituita da almeno 3 estensimetri elettrici disposti su di una circonferenza, a circa 120° l'uno dall'altro. Le celle estensimetriche saranno fissate all'armatura longitudinale e protette dal contatto diretto con il calcestruzzo. Esse saranno corredate di rapporto di taratura rilasciato da un laboratorio ufficiale. Per ogni sezione strumentata si ammetteranno tolleranze non superiori a 10 cm rispetto alla quota teorica degli estensimetri elettrici.

(*) Sono richieste anche le fotocopie chiaramente leggibili della documentazione originale di cantiere ("verbale").

Strumentazione alla base del palo

La punta del palo verrà strumentata mediante una cella di carico costituita da estensimetri elettrici.

La sezione verrà ubicata alla distanza di circa 1 diametro dalla base del palo.

La misura degli spostamenti alla base del palo verrà realizzata con un estensimetro meccanico a base lunga. Esso misurerà le deformazioni relative tra la base e la testa del palo.

L'ancoraggio dello strumento sarà posizionato alla quota degli estensimetri elettrici e la misura sarà riportata in superficie mediante un'asta di acciaio rigida avente coefficiente di dilatazione termica comparabile con quello del calcestruzzo.

Sarà eliminato il contatto con il calcestruzzo circostante mediante una tubazione rigida di acciaio di circa 1" di diametro esterno.

Particolare cura sarà posta nel rendere minimo l'attrito tra asta interna e tubazione esterna utilizzando, ad esempio, distanziali di materiale antifrizione e altri sistemi analoghi, prestando attenzione ad usarne un numero sufficiente, ma non eccessivo.

Occorrerà garantire una perfetta tenuta tra l'ancoraggio ed il tubo esterno al fine di evitare intrusioni di calcestruzzo nell'intercapedine asta-tubo di protezione all'atto del getto.

Come per gli altri tipi di tubazione anche questa sarà portata sino in superficie a fuoriuscire dalla testa del palo a fianco della piastra di ripartizione.

In questo punto verranno installati dei trasduttori di spostamento lineari con fondo scala di circa $20 \div 30$ mm e precisione dello 0.2% del fondo scala, per la misura in continuo degli spostamenti relativi fra il tubo di protezione (testa del palo) e l'ancoraggio solidale alla base del palo.

La testa di questo strumento andrà adeguatamente protetta contro avverse condizioni atmosferiche, contro urti meccanici accidentali e contro le variazioni di temperatura.

Metodologie d'installazione degli estensimetri elettrici

Gli estensimetri andranno fissati alle staffe dell'armatura e saranno dotati di barre di prolunga in acciaio da entrambi i lati non inferiori a 50 cm.

Gli strumenti saranno adeguatamente protetti da possibili urti del tubo getto con rinforzi e protezioni in acciaio da definirsi sul posto.

Tutti i cavi elettrici provenienti dagli estensimetri dovranno essere protetti dal diretto contatto meccanico con i ferri d'armatura.

Normalmente si farà in modo che le tubazioni da inserire nella gabbia siano simmetricamente disposte all'interno della sezione.

L'uscita dei cavi dalla testa del palo non dovrà costituire un ingombro alle operazioni successive.

Le modalità di installazione dei cavi saranno comunicate alla DIREZIONE LAVORI.

Preparazione ed esecuzione della prova

Si applicano integralmente le specifiche di cui al punto 6.2.1.

5.5.2.5 Prove di carico laterale

Queste prove dovranno essere effettuate nel caso in cui ai pali di fondazione sia affidato il computo di trasmettere al terreno carichi orizzontali di rilevante entità.

Il numero ed i pali da sottoporre a prova sarà definito dal progettista e/o concordato con la DIREZIONE LAVORI.

Nella esecuzione delle prove ci si atterrà alle prescrizioni già impartite per le prove di carico assiale (vedi punto 6.2.1), salvo quanto qui di seguito specificato.

Il contrasto sarà di norma ottenuto utilizzando un palo di caratteristiche geometriche analoghe, distante almeno 3 diametri.

Il martinetto sarà prolungato mediante una trave di opportuna rigidità.

Gli spostamenti saranno misurati su entrambi i pali. Si utilizzeranno per ciascun palo 2 coppie di compratori centesimali fissati alla stessa quota; la prima coppia sarà disposta in posizione frontale rispetto alla direzione di carico; la seconda coppia sarà disposta in corrispondenza dell'asse trasversale alla direzione di

carico.

Per la misura delle deformazioni durante la prova di carico, la DIREZIONE LAVORI indicherà i pali nei quali posizionare, prima del getto, dei tubi inclinometrici.

Si utilizzeranno tubi in alluminio a 4 scanalature, diametro \varnothing 81/76 mm, resi solidali alla gabbia di armatura a mezzo di opportune legature.

Le misure saranno effettuate con una sonda inclinometrica perfettamente efficiente, di tipo bi-assiale, previo rilevamento delle tensioni iniziali del tubo-guida.

Se richiesto dalla DIREZIONE LAVORI anche i pali sottoposti a prove di carico laterale potranno avere sezioni strumentate con estensimetri elettrici a varie profondità.

5.6 Specifiche Di Controllo Qualita'

5.6.1 Campi di applicazione

La presente procedura è applicabile alle seguenti tipologie esecutive:

- a) Pali di medio e grande diametro
 - pali infissi,
 - pali trivellati,
 - pali ad elica continua
- b) Micropali
 - Cementati con iniezioni multiple
 - A cementazione semplice

Il modello da applicare per la gestione e la certificazione dei controlli nelle fasi di fornitura dei materiali, posa in opera e collaudo è il PCQ completo dei relativi certificati.

5.6.2 Pali di medio e grande diametro

5.6.2.1 Materiali

Pali da infissione prefabbricati in stabilimento

L'approvvigionamento di questi manufatti dovrà avvenire soltanto da fornitori preventivamente qualificati dall'APPALTATORE. Ogni lotto fornito dovrà essere accompagnato dalla normale certificazione di C.Q. normalmente prevista dal C.Q. interno del fornitore, già identificata nel corso delle prove di qualifica del fornitore ed inclusa nell'ordine di acquisto dell'APPALTATORE.

Manufatti sprovvisti di questa documentazione, non potranno essere posti in opera.

Pali infissi prefabbricati in cantiere

Per questo tipo di manufatto sono previsti i seguenti controlli:

Armatura in ferro

Il ferro d'armatura dovrà provenire da ferriere qualificate e notificate alla DIREZIONE LAVORI con relativi certificati e comunque essere conforme alle prescrizioni previste per la specifica di confezionamento del calcestruzzo.

Ogni lotto utilizzato dovrà essere accompagnato dai relativi certificati del fornitore per essere posto in opera.

L'APPALTATORE dovrà assicurare la rintracciabilità del lotto di materiale utilizzato, per ogni palo prefabbricato.

Calcestruzzo

Il calcestruzzo potrà provenire già preconfezionato da appositi fornitori prequalificati dall'APPALTATORE e notificati alla DIREZIONE LAVORI, oppure da centrali di betonaggio dell'APPALTATORE.

In entrambi i casi sono applicabili gli stessi controlli previsti per la specifica di C.Q. dei calcestruzzi.

Confezionamento del palo

Questo tipo di pali sarà realizzato in accordo al progetto e alle prescrizioni tecniche al punto 4.5.4.

I controlli da eseguire durante il confezionamento saranno di tipo visivo e riguarderanno:

- corretta esecuzione delle armature in ferro come da punto 4.4.1.
- verifica della presenza dei certificati di prova riguardanti il calcestruzzo, come richiesto nella relativa specifica di C.Q.

Il responsabile dei controlli dell'APPALTATORE dovrà redigere per ogni lotto di armature e di pali confezionati un verbale di ispezione visiva, a cui saranno allegati i certificati relativi al calcestruzzo.

Ogni lotto di pali dovrà essere sempre accompagnato dai certificati delle prove eseguite, realizzando una perfetta identificazione tra il lotto e la propria certificazione.

Rivestimenti metallici per pali infissi gettati in opera

La tipologia del rivestimento dovrà essere conforme al progetto approvato per ogni tipo di palo per i quali i rivestimenti sono utilizzati.

L'APPALTATORE prequalificherà i fornitori.

La qualifica dovrà essere trasmessa alla DIREZIONE LAVORI.

I suddetti rivestimenti dovranno essere comunque conformi a quanto specificato al punto 4.4.2.

Per le camicie metalliche per le quali è previsto un rivestimento protettivo il Responsabile di C.Q. dell'APPALTATORE dovrà redigere un verbale di accettazione di questi manufatti in cantiere, certificando dell'avvenuto controllo sulla presenza e integrità di questo rivestimento.

Conglomerati cementizi

Il calcestruzzo potrà provenire già preconfezionato da appositi fornitori prequalificati dall'APPALTATORE e notificato alla DIREZIONE LAVORI, oppure da centrali di betonaggio dell'APPALTATORE.

In entrambi i casi esso dovrà rispondere alle prescrizioni del progetto e della Sez. VI del presente Capitolato.

Ai conglomerati cementizi sono applicabili gli stessi controlli previsti per la specifica di C.Q. dei calcestruzzi.

In particolare il Responsabile di questa operazione deve prevedere un piano di preparazione e fornitura del conglomerato che sia in linea con il Piano di Costruzione e Fabbricazione dei pali.

Il Responsabile di C.Q. deve verificare che i due Piani di Fabbricazione e costruzione (dei pali e del calcestruzzo) siano tra di loro congruenti in modo da garantire la produzione giornaliera prevista per i pali.

Bentonite

Le caratteristiche della bentonite sono quelle specificate nella tabella 4.1, Sez. VII, "Caratteristiche e limiti di accettabilità della Bentonite in polvere".

Le caratteristiche in oggetto dovranno essere garantite dal fornitore con apposito certificato che accompagnerà ogni lotto di fornitura.

Il responsabile di C.Q. dovrà accertarsi all'atto dell'accettazione del lotto in cantiere che lo stesso sia accompagnato da questa certificazione e che la stessa sia conforme alle prescrizioni del presente Capitolato.

Il fornitore dovrà preventivamente essere qualificato dall'APPALTATORE e notificato alla DIREZIONE LAVORI.

Acqua per fanghi bentonitici

Il responsabile di C.Q. dovrà garantire le qualità dell'acqua mediante i seguenti controlli:

- individuazione della fonte di approvvigionamento e verifica della sua idoneità mediante l'esecuzione di analisi di laboratorio.
- Verifica della costanza delle qualità dell'acqua proveniente dalla fonte selezionata, mediante esecuzione settimanale delle analisi sopra richiamate e verifica della loro conformità alle specifiche.
- Qualsiasi cambiamento della fonte di approvvigionamento dovrà necessariamente comportare la

ripetizione della procedura di qualifica della fonte, prima del suo utilizzo.

- il responsabile di C.Q. dovrà controllare settimanalmente i certificati di qualità dell'acqua ed archivarli in modo adeguato rendendoli disponibili a qualsiasi verifica della DIREZIONE LAVORI

La qualifica delle fonti di approvvigionamento dovrà essere notificata alla DIREZIONE LAVORI.

5.6.3 Controlli in corso d'opera

5.6.3.1 Controlli preliminari alla posa in opera

- a) Prima di procedere alla posa in opera l'APPALTATORE dovrà sottoporre alla DIREZIONE LAVORI :
- il programma di esecuzione delle opere ed i relativi P.C.Q. per concordare con la DIREZIONE LAVORI la scelta dei pali che necessitano di una specifica preparazione del palo.
 - l'elenco e la specifica delle apparecchiature da utilizzare.
 - si verificherà che sia stato predisposto il trasporto dei materiali di risulta presso le discariche previste.
 - una dichiarazione che è stata verificata l'area in cui debbono essere eseguiti i pali ed è stata riscontrata priva di impedimenti alla esecuzione degli stessi o, in caso contrario, una relazione sulle misure e provvedimenti presi.
 - una planimetria con la posizione dei pali da eseguire e un loro codice identificativo.
 - il tracciamento sul terreno degli assi dei pali in conformità alla planimetria presentata.
- b) L'APPALTATORE dovrà attrezzare con le predisposizioni necessarie per la effettuazione di controlli non distruttivi di tipo sonico il 30% dei pali realizzati. Il Responsabile di C.Q. dovrà prevedere di assoggettare a questo tipo di prova il 10 % dei pali attrezzati; dovrà altresì prevedere di effettuare prove di carotaggio continuo in asse al palo, con prelievo di carote, sul 1% dei totale dei pali eseguiti. In caso di esito negativo delle prove, le stesse dovranno essere incrementate nella misura richiesta, a suo insindacabile giudizio, dalla DIREZIONE LAVORI

5.6.3.2 Controlli preliminari particolari

Prima di procedere con i lavori, a seconda delle varie tipologie di pali, l'APPALTATORE dovrà integrare le precedenti prescrizioni di tipo generale con quanto di seguito specificato.

- a) Pali infissi:
- fornire la specifica delle modalità di lavoro con l'indicazione dei provvedimenti che adotterà per il rispetto dei limiti delle vibrazioni in accordo alla norma DIN 4150;
 - calcolo delle caratteristiche minime del battipalo o del vibratore, in accordo al punto 4.5.1.1 e 4.5.3.1.
 - concordare con la DIREZIONE LAVORI la strumentazione da installare sul battipalo per la verifica della sua reale efficienza;
 - eventuale presenza di adeguata strumentazione sul battipalo per la misura della velocità terminale dei maglio.
- b) Pali trivellati:
- presentare la necessaria documentazione sulla natura del terreno per valutare l'idoneità degli

accorgimenti tecnici prescelti e l'eventuale necessità di prove tecnologiche preliminari da eseguire per testare l'idoneità delle attrezzature;

- presentare la documentazione relativa alle caratteristiche tecniche dell'impianto di dissoluzione della bentonite e le relative modalità operative.

c) Pali battuti prefabbricati

- calcolo delle caratteristiche minime del battipalo, in accordo al punto 4.5.1.1

d) Pali ad elica continua

- fornire la specifica delle modalità di lavoro e presentare la documentazione relativa alle caratteristiche delle macchine.

L'APPALTATORE trasmetterà la suddetta documentazione, preparata per ogni tipologia di palo utilizzato, alla DIREZIONE LAVORI.

5.6.3.3 Controlli di posa in opera

5.6.3.3.1 Compiti della struttura di C.Q.

Il Responsabile di C.Q. ha il compito di:

- programmare e gestire l'andamento delle prove richieste in funzione del programma di esecuzione dei lavori e delle liste delle attrezzature da utilizzare in accordo a quanto consegnato alla DIREZIONE LAVORI e da questa accettato;
- assicurare la preparazione dei Dossier di Qualità completi di schede e certificati da allegare o richiamare nei P.C.Q. per ogni palo e lotto di pali, in accordo alla presente specifica di C.Q. Assicurarne la corretta archiviazione e conservazione, rendendoli disponibili in cantiere ad ogni richiesta e verifica della DIREZIONE LAVORI e consegnandoli alla stessa DIREZIONE LAVORI ad opere ultimate.
- non fare utilizzare quei manufatti, materiali o opere che non abbiano superato i controlli richiesti e quindi non siano conformi alle specifiche ed al contratto. Queste parti d'impianto (manufatti, materiali ed opere) potranno essere eventualmente riutilizzati soltanto a valle delle azioni correttive delle difformità riscontrate, richieste o accettate dalla DIREZIONE LAVORI

5.6.3.4 Controlli per tipologia di palo

a) Pali battuti gettati in opera con rivestimento definitivo

Per questo tipo di pali si fa riferimento alle specifiche tecniche dei Capitolato di Costruzione al punto 4.5.1.

Le operazioni di verifica da effettuare sono le seguenti:

- Distanza minima degli interassi per perforazioni contigue, in corso, appena ultimate o in corso di getto; la realizzazione dei pali dovrà essere pianificata dal Responsabile di questa attività in modo da evitare interferenze ed interazioni in corso di esecuzione.
- Il piano di esecuzione, firmato dal Responsabile a valle del completamento dell'attività, per attestazione delle regolarità della realizzazione, dovrà essere allegato ai P.C.Q.
- Verifica dell'esistenza della documentazione di controllo della qualità del calcestruzzo, in accordo alla relativa specifica di C.Q.
- Verifica dell'esistenza dei certificati di controllo delle armature.
- Verifica dello stato interno del rivestimento prima dell'immissione delle armature per constatare che il livello dell'acqua al fondo del rivestimento non supera i 15cm.

- Verifica della centratura e della verticalità delle gabbie d'armatura dopo il loro posizionamento entro i rivestimenti.
- Controllo della portata del getto di calcestruzzo (non inferiore ai 15 mc./h).
- Conteggio del numero dei colpi necessari per l'avanzamento come specificato al punto 4.5.1.7.
- Interruzione dell'infissione quando si sia raggiunta la quota di progetto o si sia riscontrato il rifiuto all'infissione.
- Controllo della quota raggiunta, della posizione e verticalità del palo dopo l'arresto dell'infissione.
- Redazione di una scheda per ogni palo in cui sono annotati:
 - dati identificativi del palo rispetto alle planimetrie citate,
 - riferimenti al verbale relativo all'attrezzatura utilizzata
 - dati sulla stratigrafia del terreno d'infissione,
 - tempo necessario per l'infissione,
 - tabella dei colpi d'avanzamento,
 - grafico dei colpi relativi agli ultimi 4 metri.

b) Pali battuti gettati in opera con tubo forma estraibile

I controlli da effettuare sono gli stessi che per i pali di cui al punto a) precedente con l'aggiunta dell'ulteriore seguente controllo:

- misurazione del livello del calcestruzzo prima dell'accorciamento del rivestimento esterno, in modo da avere sempre un battente di almeno 2 m. sulla scarpa del tubo forma.

c) Pali battuti prefabbricati

I pali in oggetto sia che provengano da stabilimenti esterni, sia che siano prefabbricati in cantiere debbono essere assoggettati ai medesimi controlli previsti per l'acquisto da fornitori esterni.

Per quanto riguarda la loro posa in opera il Responsabile di C.Q. deve eseguire le seguenti verifiche :

- esistenza della documentazione di C.Q. del manufatto prefabbricato o approvvigionato;
- verifica della corretta esecuzione dei giunti eventualmente presenti, in accordo a quanto specificato al punto 4.5.4.2; verifica, se posto in opera, delle dimensioni e della profondità del preforo in accordo al punto 4.5.4.5.;
- conteggio del numero dei colpi necessari per l'avanzamento come specificato al punto 4.5.4.6.;
- interruzione dell'infissione quando si sia raggiunta la quota di progetto o si sia riscontrato il rifiuto all'infissione;
- controllo della quota raggiunta, posizione e verticalità del palo dopo l'arresto dell'infissione;
- redazione di una scheda per ogni palo in cui sono annotati :
 - dati identificativi del palo rispetto alle planimetrie citate,
 - riferimenti al verbale relativo all'attrezzatura utilizzata
 - dati sulla stratigrafia del terreno d'infissione,
 - tempo necessario per l'infissione,
 - tabella dei colpi d'avanzamento,
 - grafico dei colpi relativi agli ultimi 4 metri.

d) Pali vibroinfissi

Per questa tipologia di pali si applicano le prescrizioni di cui ai punti 4.5.3.

Per quanto riguarda i controlli da eseguire essi sono analoghi a quelli sopra descritti nei punti a), b), c), per la tipologia di lavorazione prevista per ogni tipo di palo in funzione delle prescrizioni del presente capitolato.

e) Pali trivellati con fanghi

Preparazione del fango

Per questa attività si fa riferimento ai punti 4.5.5 e 4.5.6..

I controlli da eseguire riguarderanno:

- verifica della documentazione di acquisto attestante le caratteristiche della materia prima (bentonite, amidi, ecc.);
- densità del fango bentonitico fresco;
- densità, viscosità e pH del fango bentonitico pronto per l'impiego.

I suddetti controlli saranno effettuati su di ogni lotto di prodotto soggetto a maturazione, la frequenza sarà quindi funzione delle quantità utilizzate e della capacità delle vasche di maturazione.

Per i fanghi biodegradabili saranno eseguiti i controlli di densità e viscosità come sopra descritti, nelle condizioni che deriveranno dalla scelta della formulazione effettuata precedentemente al loro impiego con adeguate prove di laboratorio.

La DIREZIONE LAVORI all'atto della presentazione della formula prevista e studiata dall'APPALTATORE può richiedere prove aggiuntive.

Su questi fanghi deve inoltre essere eseguita la prova di decadimento con una frequenza settimanale, presso il laboratorio di cantiere.

I controlli saranno eseguiti nel laboratorio di cantiere e la misurazione della densità sarà eseguita con bilancia Baroid tarata con una precisione di ± 5 gr./l.

Controlli in fase di realizzazione dei pali

All'atto della realizzazione dei pali i controlli da eseguire sono i seguenti:

- Distanza minima degli interassi per perforazioni contigue, in corso, appena ultimate o in corso di getto; la realizzazione dei pali dovrà essere pianificata dal Responsabile di questa attività in modo da evitare interferenze ed interazioni in corso di esecuzione; questo piano di esecuzione, firmato dal Responsabile a valle del completamento dell'attività, per attestazione delle regolarità della realizzazione, dovrà essere allegato al P.C.Q.;
- controllo del contenuto in sabbia del fango all'interno dello scavo, prima e dopo il getto del calcestruzzo; questo controllo dovrà accertare che il fango, nei due casi, non contenga sabbia per più del 5%;
- controllo della densità del fango all'interno dello scavo prima del getto; questo controllo dovrà accertare che la densità del fango non superi le 1,15 t/mc.; nel caso che i controlli sopradetti, da eseguire su ogni palo, non diano i risultati attesi si dovrà procedere come previsto;
- controllo dei depositi sul fondo scavo, alla profondità di progetto, prima del getto del calcestruzzo; dopo aver raggiunto la quota prevista e immediatamente prima del getto, si dovrà verificare che lo spessore dei depositi sul fondo non superino i 20 cm.; nel caso questa prescrizione non sia verificata si agirà come specificato al punto 4.5.5.5;
- controllo dell'immersione del tubo di convogliamento durante il getto; mediante apposito scandaglio si deve verificare che durante il getto l'immersione del tubo sia compresa tra 2,5 e 6 metri;
- controllo della portata di getto; durante il getto si deve controllare che la portata gettata non sia mai inferiore a 15 mc./h.

Per i pali trivellati con rivestimento provvisorio si dovranno eseguire i seguenti ulteriori controlli:

- controllo delle giunzioni saldate tra i vari spezzoni del rivestimento per accertarsi che nel tubo non

esistano fessure che possano permettere l'ingresso del terreno.

- controllo del totale riempimento del tubo, con acqua o fango, in caso di presenza di falda.

Il livello di riempimento deve essere maggiore di quello piezometrico della falda.

Alla fine del getto il Responsabile di C.Q. dovrà redigere, per ogni palo realizzato, una scheda in cui sono annotati :

- dati identificativi del palo rispetto alle planimetrie citate;
- riferimenti al verbale relativo all'attrezzatura utilizzata;
- tempi di perforazione;
- dati sulla stratigrafia del terreno d'infissione;
- volumi e grafico del getto.

Per i pali realizzati con fanghi biodegradabili la scheda dovrà anche contenere :

- prodotti impiegati per il fango,
- dosaggio e tempo di decadimento,
- viscosità,
- assorbimenti.

f) Pali ad elica continua

Per questo tipo di pali, da realizzare in accordo alle prescrizioni dei punti 4.5.8 e 4.5.9, le verifiche da effettuare, da parte del C.Q., sono:

- preparazione di un piano di esecuzione dei lavori, da notificare alla DIREZIONE LAVORI ed allegare al P.C.Q.
- controllo della posizione planimetrica di ogni singolo palo ed esecuzione in conformità al piano di esecuzione dei lavori
- verifica della installazione delle punte a perdere, della velocità di avanzamento e registrazione dei tempi di perforazione
- verifica del raggiungimento della quota di progetto
- controllo delle certificazioni di calcestruzzi ed armature
- controllo della pressione di getto del calcestruzzo (50-150 KPa)
- controllo della velocità di estrazione, dei volumi di scavo e getto
- controllo posizionamento armature predisposte nell'anima della trivella e dell'inserimento del mandrino di espulsione o delle modalità di affondamento delle stesse
- controllo del raggiungimento della quota di campagna
- redazione di una scheda in cui sono annotati:
- dati identificativi del palo rispetto alle planimetrie citate,
- riferimenti alla qualifica dell'attrezzatura utilizzata,
- dati sulla stratigrafia del terreno d'infissione,
- profondità di perforazione,
- tempi di perforazione per tratte successive di 5 m. e di 1 m. nel tratto finale,
- grafico dei tempi di perforazione,

- spinta sul mandrino misurata durante l'estrazione della trivella,
- volume di calcestruzzo gettato.

5.6.3.5 Controlli sul manufatto finito in opera

Per tutti i pali dovranno essere verificate le tolleranze rispetto alle specifiche di progetto.

I parametri da controllare sono quelli indicati al punto 4.3, dove sono specificati i limiti di tolleranza per rendere le parti d'impianto in oggetto conformi alle specifiche e quindi accettabili.

Alla fine delle attività di controllo il Responsabile di C.Q. dovrà, per ogni serie di pali relativi a singoli manufatti o opere chiaramente identificabili dai disegni di progetto, approntare un dossier di Qualità che raccolga i documenti utilizzati nelle operazioni di controllo e certificazione, e più precisamente:

- planimetria con la posizione quotata dei pali numerati in modo da renderli chiaramente identificabili;
- documentazione di C.Q. sui materiali e manufatti impiegati, sulle attrezzature utilizzate e sulle modalità di esecuzione;
- P.C.Q. delle operazioni di realizzazione dei pali, con tutta la documentazione certificativa allegata;
- schede dei parametri di esecuzione per ogni palo;
- P.C.Q. del controllo, per ogni palo, del rispetto delle tolleranze previste e quindi dell'accettabilità degli stessi.

Il Responsabile di C.Q. dovrà quindi trasmettere questo dossier alla DIREZIONE LAVORI

CONTROLLI FINALI

Una serie di controlli è prevista per i pali e per i micropali già completati, prima della loro utilizzazione.

Questa serie di controlli è sostanzialmente di tre tipi:

- controlli di resistenza meccanica sotto carico, sia di tipo distruttivo che non distruttivo;
- controlli non distruttivi di integrità del palo mediante prove di ammettenza meccanica;
- controlli non distruttivi di integrità del palo mediante prove di controllo sonico

I tre tipi di controlli sono utilizzati per garantire che i lotti di pali in esame diano sufficienti garanzie di resistenza e rispetto delle performances richieste dal progettista.

Essi non possono peraltro essere utilizzati per tutti i tipi di palo, in quanto i controlli di tipo sonico possono essere eseguiti soltanto su pali di medio e grande diametro. L'esecuzione di tutte le prove previste e richiedenti particolari predisposizioni dei pali, in accordo al progetto, al Capitolato di Costruzione ed alla presente Specifica debbono essere tassativamente previste e programmate prima dell'inizio dei lavori di costruzione.

Esse dovranno essere riportate nei relativi P.C.Q. in accordo alle modalità e prescrizioni che seguono.

5.6.4 Prove di carico

Tutte le prove di carico sui pali saranno eseguite in accordo alle prescrizioni (preparazione del palo, strumentazione, piano di carico, entità del carico) specificate al punto 5.0, ed in accordo alle norme ASTM D 1143-81 "Standard Test Method for Piles under static axial compressive load".

Esse sono suddivise in due classi, in funzione del fatto che siano prove distruttive o no.

Prove a carico limite

a) Estensione delle prove

Questo tipo di prove tende ad accertare i limiti di carico che causano la rottura del sistema palo terreno o valori molto vicini a questi limiti.

Questo tipo di prove è quindi distruttivo e deve infatti essere effettuato su pali appositamente predisposti, all'esterno della palificata da collaudare. Essa è applicabile sia a micropali che a pali di medio e grande diametro.

L'APPALTATORE deve stabilire, in base a:

- tipo e diametro del palo,
- caratteristiche di omogeneità del terreno,
- affidabilità dell'opera,

il numero di pali da sottoporre a questo tipo di prova.

Egli dovrà comunicare alla DIREZIONE LAVORI numero e posizione planimetrica di questi pali all'atto della trasmissione del P.C.Q. relativo.

Il numero di pali da provare non potrà comunque essere inferiore ad uno per ogni diametro e per terreni equivalenti dal punto di vista geotecnico.

La DIREZIONE LAVORI deve approvare la proposta dell'APPALTATORE o modificarla, tenendo soprattutto conto dell'omogeneità dei terreni in cui installare il lotto di pali, rispetto a quelli in cui è stata già eseguita questa prova, per pali dello stesso diametro.

Il carico massimo da applicare nel corso della prova deve raggiungere il valore di 3 volte il carico di esercizio stabilito dal progettista.

b) Qualifica dei controlli

I controlli da effettuare sia prima che durante la prova sono gli stessi che saranno di seguito descritti per le prove di collaudo.

5.6.5 Prove di collaudo

a) Estensione delle prove

Anche questo tipo di prova, non distruttiva deve essere effettuata sia su micropali che su pali di medio e grande diametro.

Il carico di prova deve raggiungere, al massimo, il valore di 1,5 volte il carico di esercizio, per $D < 100$ cm e 1,2 volte per $D > 100$ cm.

L'APPALTATORE deve stabilire, in base a:

- tipo e diametro del palo
- caratteristiche di omogeneità del terreno
- affidabilità dell'opera

il numero di pali da sottoporre a questo tipo di prova.

L'APPALTATORE dovrà concordare con la DIREZIONE LAVORI numero, localizzazione e modalità di esecuzione della prova dei pali da sottoporre a collaudo, all'atto della trasmissione del P.C.Q. relativo.

Il numero di pali da provare non potrà comunque essere inferiore ad uno per ogni diametro e per terreni di tipo equivalenti dal punto di vista geotecnico e comunque deve essere almeno pari al 4 % del totale dei pali, con un minimo di N. 2 pali per opera.

L'APPALTATORE al termine dell'esecuzione dei pali proporrà i pali da sottoporre a prove di carico. La DIREZIONE LAVORI, tenendo soprattutto conto dell'omogeneità dei terreni in cui è installato il lotto di pali, e dei risultati delle prove a carico limite eseguite per pali dello stesso diametro, potrà accettare o modificare la scelta dei pali da sottoporre a prova di carico.

b) Qualifica dei controlli

Prima della prova il Responsabile di C.Q. dovrà verificare:

- preparazione della testa palo in accordo ai punti 6.2.1.2 – 6.3.1.2 (micropali);
- corretta disposizione dei dispositivi per l'applicazione e la misura del carico in accordo ai punti 6.2.1.2 e 6.3.1.2 (micropali).

All'atto della prova egli dovrà poi controllare:

- la corretta applicazione del carico, in accordo alla documentazione presentata ed approvata dalla DIREZIONE LAVORI e a quanto specificato ai punti 6.2.1.4 e 6.3.1.4 (micropali).

Alla fine delle prove il responsabile di C.Q. dovrà redigere una scheda, da allegare al P.C.Q. che contenga, per ogni palo provato, i seguenti dati:

- dati identificativi del palo rispetto ad una planimetria;
- l'ora di esecuzione delle varie operazioni di prova;
- la temperatura riscontrata all'atto delle prove;
- il carico applicato;
- il tempo progressivo di applicazione del carico;
- le corrispondenti misurazioni di ogni comparatore.
- il dossier completo con tutte le tabelle complete tempo/carico/cedimento come specificato, per i diversi tipi di palo, al punto 6.2.1..

Pali strumentati

Quando richiesto dal progettista, si possono effettuare prove di carico assiale su pali opportunamente strumentati, per definire l'entità e la distribuzione del carico assiale e della curva di mobilitazione dell'attrito lungo il palo.

I pali strumentati saranno utilizzati solo per pali di grande e medio diametro. Sui pali strumentati saranno eseguite verifiche sulla corretta installazione della strumentazione, con le frequenze al punto 6.2.2..

Per ogni palo di questo tipo, oltre ai controlli di routine sopra indicati, dovrà essere redatta anche una scheda, del tipo di quella specificata, con tutte le misurazioni relative alla strumentazione installata, effettuate con le modalità di cui al punto 6.2.2.

5.6.6 Prove di controllo sonico

Le prove di controllo sonico consistono in:

- carotaggio sonico
- prove cross-hole.

Carotaggio sonico

a) Descrizione della prova

Il metodo di misura consiste nella esecuzione di un carotaggio nel palo già eseguito e nella registrazione delle modalità di propagazione di un impulso sonico nel calcestruzzo circostante, seguendo un percorso parallelo all'asse del tubo.

La sonda sonica è composta da un elemento emettitore ed uno ricevitore, distanziati normalmente di 0,50 m in verticale

b) Frequenze di esecuzione

La Direzione Lavori potrà chiedere, a cura e spese dell'Appaltatore, l'esecuzione di carotaggi meccanici, verticali o comunque inclinati, per l'esecuzione di prove soniche in misura non superiore a 5 carotaggi ogni 100 pali o frazione. Nel caso di anomalie o risultati non soddisfacenti il numero di prove può essere aumentato a giudizio del DL. I fori eseguiti per i suddetti carotaggi dovranno essere reintegrati con iniezioni di malta di cemento di adeguata densità e addizionata con additivo anti-ritiro in modo da ottenere la completa cementazione dei fori stessi.

c) Modalità di esecuzione

La sonda viene fatta scorrere all'interno del foro ad intervalli regolari di profondità, almeno ogni 5 cm; l'elemento emettitore genera un impulso che raggiunge il ricevitore dopo essersi propagato nel calcestruzzo.

Il risultato delle misure è una diagrafica a "densità variabile" che visualizza lo stato di integrità oppure la presenza di anomalie del calcestruzzo.

A giudizio della DIREZIONE LAVORI, in alternativa alla prova come sopra descritta, si potrà procedere a prove del tipo vibrazionale eseguite dalla testa del palo.

d) Documentazione della prova

L'esito delle prove sarà registrato in una apposita scheda in cui sarà indicato, per ogni palo:

- dati identificativi del palo rispetto ad una planimetria;
- l'ora di esecuzione delle varie operazioni di prova;
- la temperatura riscontrata all'atto delle prove;
- il tipo di sonda sonica impiegata;
- le misurazioni effettuate ad ogni avanzamento della sonda;
- il diagramma completo con tutte le misurazioni in funzione degli avanzamenti;

Prove cross-hole

a) Descrizione della prova

Le misure di cross-hole (impulso su percorso orizzontale) sonico consistono nella registrazione delle modalità di propagazione di un impulso sonico nel calcestruzzo interposto tra tubi di misura.

Per l'esecuzione della prova è necessario aver predisposto almeno due tubi all'interno del palo prima dell'esecuzione del getto.

Utilizzando 3 tubi disposti ai vertici di un triangolo equilatero è possibile reiterare la prova e determinare con maggiore precisione le caratteristiche del getto.

b) Frequenza di esecuzione

L'appaltatore dovrà predisporre, secondo le indicazioni della DL e prima dell'esecuzione del getto, il 50% dei pali per l'effettuazione del controllo dell'esecuzione con il metodo "cross hole".

L'attrezzaggio dovrà essere eseguito mediante la predisposizione di almeno tre tubazioni metalliche a 120° preassemblate sull'armatura del palo, aventi diametro interno non inferiore ad 1 pollice e mezzo.

Il controllo dovrà riguardare 1/3 dei pali predisposti scelti dalla DL. Nel caso di anomalie o risultati non soddisfacenti il numero di prove può essere aumentato a giudizio del DL.

Prima dell'esecuzione della prova i tubi devono essere riempiti con acqua dolce.

c) Modalità di esecuzione

In uno dei fori predisposti viene introdotta la sonda emettitrice, nell'altro quella ricevente. Le due sonde vengono contemporaneamente fatte scorrere all'interno dei due tubi; ad intervalli regolari di profondità la

sonda emettitrice genera un impulso sonico che raggiunge l'altra sonda dopo aver attraversato il calcestruzzo. L'esito delle prove sarà registrato con strumentazioni digitali.

d) Documentazione della prova

La documentazione da emettere è analoga a quella dei carotaggi sonici e consiste in una scheda con la stessa tipologia di dati sopra elencati, ma riferiti alla strumentazione e tipo di registrazione applicabile.

Prove di ammettenza meccanica

Le prove di ammettenza meccanica (transient dynamic response test) costituiscono un metodo rapido di accertamento dell'integrità del palo.

I pali soggetti a prova di carico assiale possono essere sottoposti anche a prova di ammettenza meccanica, su richiesta della DIREZIONE LAVORI.

La correlazione dei risultati delle due prove potrà consentire di valutare anche la capacità portante dei pali non soggetti a prova di carico assiale sui quali venga eseguita la prova di ammettenza meccanica.

a) Modalità di esecuzione

La prova viene effettuata colpendo la testa del palo con un piccolo martello contenente un trasduttore di forza.

La risposta è simultaneamente misurata mediante un rilevatore di velocità fissato alla periferia del palo.

L'eccitazione dinamica può essere ottenuta anche mediante un eccitatore a masse eccentriche, in grado di applicare una forza oscillante secondo una sinusoide di frequenza nota, variabile in genere da 20 a 100 Hz.

Il palo deve essere preparato mediante spianamento e regolarizzazione della testa; lo spessore della malta deve essere non superiore a 5 cm.

Nel caso di impiego di eccitatore a masse eccentriche, occorre inserire nella testa del palo dei tirafondi di ancoraggio.

I segnali di forza e velocità sono elaborati digitalmente e memorizzati nel posto tramite una centralina di registrazione ed elaborazione dati.

Su un grafico viene registrato l'andamento della curva velocità/forza (ammettenza meccanica) in funzione della frequenza di eccitazione.

La curva ottenuta è funzione del modulo E_c del conglomerato cementizio, della rigidezza del terreno laterale di appoggio e della geometria del palo.

b) Documentazione prodotta

La documentazione da produrre consisterà in una scheda, analoga a quella descritta per le prove soniche, nella quale, oltre ai dati generali identificativi del palo e delle condizioni di esecuzione della prova, siano anche riportati tutti i diagrammi e i risultati delle misure effettuate.

SUB-BALLAST E PAVIMENTAZIONI STRADALI

6.1 Campo di applicazione oneri e prescrizioni generali	150
6.2 Riferimenti Normativi	151
6.3 Pavimentazioni Per Interporti	151
6.4 Pavimentazioni Stradali	157
6.5 Sub-Ballast	165
6.6 Controlli Di Qualita' 	171
APPENDICE 1: RIFERIMENTI NORMATIVI	178

6.1 Campo di applicazione oneri e prescrizioni generali

**6.1.1 Campo di applicazione **

I lavori oggetto della presente sezione sono suddivisi in:

- Pavimentazioni per interporti;
- Pavimentazioni stradali;
- Pavimentazione di opere stradali accessorie;
- Sub ballast ferroviario;

Potranno essere necessarie specifiche aggiuntive, da predisporre a cura del progettista nel caso di strutture complesse, per l'impiego di nuovi materiali, tecnologie speciali od innovative.

**6.1.2 Oneri **

Rientrano tra gli oneri dell'APPALTATORE: tutti quelli diretti e indiretti derivanti dall'applicazione delle presenti prescrizioni esecutive, in particolare:

- L'Appaltatore dovrà eseguire o far eseguire tutte le prove e i controlli di qualità previsti dalle presenti prescrizioni, così come quelli integrativi che la Direzione Lavori ritenesse necessarie in base a motivate esigenze tecniche; a tal scopo dovrà fornire la manodopera, le attrezzature, le opere provvisorie, i ponteggi in quantità e tipologie adeguate alla esecuzione delle prove medesime.
- Sono a carico dell'APPALTATORE gli oneri necessari per il prelievo, confezionamento, trasporto di campioni di materiali da sottoporre a prove fisico – chimico - meccaniche nonché i costi di esecuzione di queste ultime a cura di Laboratori Ufficiali o Autorizzati che dovranno ottenere il preventivo gradimento scritto da parte della Direzione Lavori.
- Per consentire l'effettuazione delle prove in tempi congruenti con le esigenze di avanzamento dei lavori, l'Appaltatore dovrà disporre di uno o più laboratori attrezzati per la esecuzione delle prove previste. L'eventuale laboratorio di cantiere dovrà avvalersi di personale qualificato e numericamente adeguato al numero e tipo di prove da eseguire.
- Poiché la produzione e posa in opera del conglomerato bituminoso è equiparato ad un "processo speciale" (Norma UNI EN ISO 9001) gli addetti alla produzione e alla posa in opera dovranno essere stati prequalificati, a cura dell'Impresa o del produttore secondo idonee procedure, approvate dal Direttore dei Lavori, che prevedano almeno le seguenti attività di istruzione:
 - elaborazione di nozioni tecniche (tecnologia, sicurezza, manutenzione attrezzature);
 - addestramento teorico - pratico;
- Tutti gli impianti di produzione o trattamento dei materiali, così come tutti i materiali impiegati dovranno essere preventivamente approvati dalla DL a seguito delle attività di qualifica svolte dall'APPALTATORE in linea con le specifiche di cui al punto precedente.
- Dovranno essere elaborate, a cura dell'Appaltatore e sottoposte all'approvazione della Direzione Lavori, le Istruzioni operative per la qualifica dell'impianto di confezionamento dei prodotti che costituiranno le pavimentazioni stradali: conglomerati bituminosi, stabilizzati calce/cemento, stabilizzati granulometrici, loppe, etc.... e le istruzioni per la posa degli stessi prodotti.
- L'Appaltatore dovrà provvedere a tutti gli adempimenti (autorizzazioni, deviazioni temporanee, ripristini, collaudo di Enti preposti, etc) previsti dalle normative vigenti relativamente alla effettuazione dei lavori e all'esercizio della viabilità ordinaria.
- L'Appaltatore dovrà provvedere alla fornitura e al trasporto dei materiali provenienti da cave esterne in aggiunta a quelli eventualmente provenienti dagli scavi.
- La ricerca e il reperimento delle cave, quando non già indicate in progetto, dovranno essere basati su una accurata valutazione temporale e quantitativa dei materiali necessari da sottoporre alla Direzione Lavori per il preventivo benessere almeno 30 giorni prima dell'inizio dei lavori.

- Prima di dare inizio ai lavori l'Appaltatore dovrà comunicare alla Direzione Lavori l'ubicazione degli impianti di provenienza dei materiali trattati o premiscelati che saranno utilizzati per realizzare le opere previste nelle presenti prescrizioni.
- L'Appaltatore dovrà condurre le indagini necessarie ad accertare la eventuale presenza di manufatti interrati di qualsiasi natura (cunicoli, tubazioni, cavi, etc.) che possano interferire con le opere da realizzare o che possano essere danneggiati o comunque arrecare danno durante l'effettuazione dei lavori. Tali indagini e le eventuali rimozioni e modifiche da eseguire dovranno in ogni caso essere completate prima dell'inizio delle lavorazioni.
- L'Appaltatore dovrà verificare che il numero, la potenza e la capacità operativa delle attrezzature siano tali da consentire una produttività congruente con i programmi di lavoro previsti.
- Nel caso in cui durante il corso dei lavori l'Appaltatore ritenga opportuno variare le metodologie esecutive precedentemente approvate sarà sua cura effettuare le nuove prove preliminari eventualmente necessarie al fine di ottenere l'autorizzazione della Direzione Lavori.

**6.1.3 Controlli **

Prima che venga messo in opera lo strato successivo, ogni strato della pavimentazione stradale dovrà essere sottoposto alle prove di controllo prescritte nelle presenti prescrizioni.

Il numero delle prove di cui sopra deve ritenersi il minimo previsto; l'incidenza potrà essere incrementata su richiesta della DL per motivate ragioni tecniche.

L'APPALTATORE dovrà eseguire le prove di controllo presso un Laboratorio ufficiale o qualificato dallo stesso APPALTATORE e approvato dalla Direzione Lavori.

La Direzione Lavori, in base a giustificati motivi, potrà incaricare l'Istituto Sperimentale delle Ferrovie per l'esecuzione di controlli e prove sulle opere nonché ispezioni nei Laboratori con o senza preavviso. L'onere relativo a tali controlli sarà a carico dell'Appaltatore

6.1.4 Preavvisi

Durante l'esecuzione di opere che per effetto di operazioni successive possano rendersi inaccessibili o comunque non ispezionabili, l'Appaltatore dovrà sempre dare la prescritta informazione alla Direzione lavori prima di procedere con le fasi successive; nel caso in cui l'Appaltatore non ottemperasse a quanto sopra la Direzione Lavori potrà richiedere di mettere a nudo le parti occultate o di rendere comunque accessibili le opere non ispezionate.

Le prestazioni necessarie per quanto sopra dovranno essere eseguite a cura e spese dell'Appaltatore.

6.2 Riferimenti Normativi

I lavori saranno eseguiti in accordo alla normativa vigente.

In particolare, ma non limitatamente, l'APPALTATORE dovrà rispettare le prescrizioni e adempiere agli obblighi derivanti dalle leggi e normative riportate in appendice 1 nonché, dove applicabili, da tutte quelle richiamate dalle sezioni di capitolato a cui il testo fa riferimento.

6.3 Pavimentazioni Per Interporti

6.3.1 Pavimentazione costituita da uno strato di miscela catalizzata e da uno strato di conglomerato bituminoso

Strato di fondazione e base in miscela catalizzata

Lo strato di fondazione e base dovrà essere costituito da una miscela catalizzata composta da sabbie a

granulometria controllata, loppa d'altoforno e catalizzatore specifico di presa a base di calce, miscelati in apposito impianto centralizzato a produzione continua con dosatori a volume.

Lo strato finito dovrà avere lo spessore, definito in sede di progetto della struttura, e dipendente dalle caratteristiche del terreno costituente il piano di posa dalla pavimentazione.

Lo strato di fondazione e base dovrà essere eseguito tenendo conto della possibilità che al di sotto di esso possano essere installate canalizzazioni e condutture per la posa di cavi e che da dette canalizzazioni possano emergere, nel numero e secondo le indicazioni della Direzione Lavori, idonei pozzetti di ispezione, alloggiamento prese di alimentazione per vagoni wippen, ecc.

Secondo le indicazioni della Direzione Lavori lo strato dovrà essere interrotto in corrispondenza di fondazioni per torri faro o eventuali altre strutture, intendendosi l'onere compreso e compensato nel prezzo al metro quadrato della pavimentazione

Caratteristiche dei materiali

Aggregato

L'Aggregato dovrà rispondere alle norme UNI EN 13242, UNI EN 13285, UNI ISO 14688-1 e CNR BU n. 139 del 15/10/92, ed essere costituito da materiali provenienti da cava o da frantumazione, miscelati in percentuali tali da ottenere una curva granulometrica continua e aventi le seguenti caratteristiche:

- dimensione degli elementi compresa tra 0 e 7 mm, con eventuale presenza di una frazione di ghiaietto (15/20 mm), privi di forma appiattita, allungata o lenticolare;
- perdita in massa alla prova Los Angeles, eseguita sulla pezzatura più grossa dell'aggregato, secondo la Norma UNI 8520 parte 19^a (o CNR-BU n. 34) inferiore al 35%;
- plasticità nulla, elementi generalmente puliti, aventi un equivalente in sabbia (UNI EN 933-8 E UNI EN 933-9 o CNR-BU n. 27) non inferiore a 30;
- assenza di sostanze organiche (UNI EN 1744-1).

L'aggregato correttivo della granulometria, rispondente UNI EN 13242, UNI EN 13285, UNI ISO 14688-1 e CNR BU n. 139, dovrà essere di norma ricavato mediante frantumazione di rocce calcaree.

Dovrà essere aggiunto in misura variabile all'aggregato base nei casi in cui la curva granulometrica di quest'ultimo risulti discontinua.

Qualora l'aggregato correttivo non abbia una sufficiente percentuale di fino dovrà prevedersi l'uso del filler.

Legante

Il legante: dovrà essere impiegata loppa d'alto forno di recente produzione, nella misura compresa tra il 10-15% della massa totale della miscela.

La loppa, inizialmente granulata (da 0/3 a 0/5 mm), dovrà presentarsi, dopo la frantumazione, come una sabbia 0/2 mm e tale da garantire un passante al setaccio 0,075 pari a circa il 10%.

Catalizzatore di presa

Catalizzatore di presa: in misura dell'uno per cento della massa secca della miscela, costituito principalmente da gesso.

L'Appaltatore dovrà proporre alla Direzione Lavori il catalizzatore più adatto alla natura chimica dei costituenti la miscela;

L'acqua

L'acqua dovrà essere esente da oli, acidi, alcali, materia organica superiore allo 0,2% e da qualsiasi altra sostanza nociva; la quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottimale di costipamento, con una tolleranza compresa tra -1% e +3% della massa della miscela.

All'acqua d'impasto potrà essere aggiunto, in particolari condizioni climatiche o di posa in opera e in ogni caso quando la Direzione Lavori lo riterrà opportuno, un accelerante di presa: l'Appaltatore dovrà proporre alla Direzione Lavori l'accelerante più idoneo e il suo dosaggio, in relazione alle caratteristiche di maturazione richieste.

Miscela

Miscela: l'Appaltatore è tenuto a presentare alla Direzione Lavori, per preventiva accettazione, lo studio della miscela catalizzata che intende porre in opera, nonché le verifiche strutturali atte a dimostrare l'idoneità degli spessori di progetto in funzione dei parametri di resistenza e deformabilità caratteristici. Lo studio della miscela dovrà comunque garantire i seguenti parametri meccanici minimi:

- Rt (resistenza a trazione indiretta): 0.5 N/mm^2 ;
- Rc (resistenza a compressione): 4 N/mm^2 ;
- E (modulo elastico): 5000 N/mm^2 .

Tali valori minimi sono riferiti a sei mesi di maturazione alla temperatura costante di 20° C.

Ai fini dei controlli del comportamento globale della miscela catalizzata di cui al successivo punto h "caratteristiche finali", lo studio dovrà fornire chiare indicazioni sull'evoluzione dei parametri meccanici minimi utilizzati nella progettazione, con particolare riferimento a quelli ottenibili alle scadenze di sei mesi e un anno di maturazione della miscela in opera.

Confezionamento

L'impianto di miscelazione dovrà essere di tipo continuo, centralizzato, con dosatura a volume degli aggregati, della loppa e dell'acqua; la dosatura del catalizzatore e dell'eventuale filler dovrà essere realizzata con coclea alimentata da sili a velocità opportunamente regolata e di adeguato grado di precisione.

La dosatura effettiva degli aggregati, della scoria e del catalizzatore dovrà essere realizzata con precisione del 3%.

Le tarature dovranno essere effettuate all'inizio del lavoro e successivamente verificate mensilmente o tutte le volte che la DL lo richieda sulla base di giustificati motivi tecnici.

Il dosaggio effettivo dell'acqua dovrà tenere conto del contenuto di umidità proprio dei costituenti della miscela e sarà funzione delle condizioni climatiche che si possono verificare sul luogo di confezionamento e della posa in opera; tale dosatura dovrà avvenire con la precisione del 2%.

I dispositivi di misura di tutti i costituenti la miscela dovranno essere di tipo individuale.

Nel caso in cui lo studio della miscela preveda la loppa macinata, l'impianto sopra descritto dovrà essere corredato da un mulino centrifugo equipaggiato da una tramoggia d'alimentazione e nastro per l'accumulo.

La produzione e la posa in opera della miscela catalizzata dovrà essere sospesa nel caso che la temperatura scenda al di sotto 5° C, salvo diverse disposizioni che la Direzione Lavori e il Progettista potranno dare, prescrivendo, in tal caso gli accorgimenti cautelativi da adottare; per questo titolo l'Appaltatore non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi.

La Direzione Lavori potrà, ogni qualvolta lo riterrà opportuno e con frequenza prefissata, controllare la dosatura effettiva all'atto della sua confezione: la dosatura dei singoli costituenti dovrà risultare conforme a quella indicata nello studio preliminare qualificato con una tolleranza di più o meno il 3%.

Trasporto e posa in opera

Il trasporto della miscela catalizzata, tra l'impianto di miscelazione e il cantiere, sarà eseguito con autocarri ordinari e in numero sufficiente al fine di evitare soste della centrale di produzione.

La miscela dovrà essere stesa sul piano di posa finito o sullo strato precedente dopo che sia stata accertata, dalla Direzione Lavori, la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti.

La stesa dovrà essere eseguita impiegando idonee macchine operatrici: ruspa, livellatrice o finitrice vibrante.

Per il costipamento dovranno essere impiegati un rullo vibrante liscio e un rullo gommato di almeno 35 t su ruote tutte semoventi; per la rifinitura dovrà essere impiegata una livellatrice.

La stesa della miscela non dovrà essere eseguita con temperatura ambiente inferiore a 5°C e con pioggia battente, salvo diverse disposizioni come indicato al precedente paragrafo.

In presenza di temperature elevate l'Appaltatore dovrà provvedere alla bagnatura abbondante del piano di posa e a un innaffiamento leggero, ma frequente, dello strato eseguito in modo da preservare l'umidità

ottimale della miscela fino alla stesa del rivestimento finale.

L'Appaltatore, in caso di danneggiamento dello strato di miscela fresca già stesa, è tenuto a rimuovere la parte pregiudicata al fine di ripristinare le condizioni iniziali.

Le attrezzature, i tempi e le modalità per la posa in opera dovranno essere quelli preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

Compattazione

Subito dopo la stesa da eseguirsi anche in più strati successivi, ciascuno di spessore comunque non superiore a cm 30, l'Appaltatore dovrà provvedere al costipamento dello strato messo in opera stabilendo il numero necessario di passate dei rulli.

Per gli strati di spessore superiore a 30 cm o quando la granulometria della miscela supera i 10 mm, la compattazione dovrà avvenire con l'azione combinata del rullo vibrante e del rullo gommato: il numero delle passate sarà definito in base ai controlli della densità ottenuta, secondo quanto previsto al successivo punto g "Prove in sito".

Il rullo vibrante dovrà essere utilizzato per primo e con numero di passate generalmente comprese tra 4 e 8 in relazione alla velocità adottata.

La pressione del rullo gommato dovrà essere regolata in funzione della stabilità immediata e della granulometria della miscela posta in opera.

Il livellamento finale della superficie dovrà essere effettuato con la sola rimozione del materiale eccedente.

Controlli delle lavorazioni

L'Appaltatore sarà tenuto a eseguire il controllo delle caratteristiche fisico-chimiche dei leganti e della granulometria dei costituenti, nonché quelle della miscela risultante, all'atto della loro fornitura, controllando la rispondenza con i fusi granulometrici e le caratteristiche fisico-chimiche fornite nello studio preliminare della miscela.

In particolare, in corso d'opera si dovrà eseguire una granulometria ogni 1000 t di aggregato base, ogni 200 t di loppa granulata e ogni 200 t di aggregato correttivo e una determinazione delle caratteristiche fisico-chimiche dei leganti a ogni fornitura.

La prova AASHTO Modificata di controllo (CNR-BU n. 69) sarà eseguita sul materiale prodotto dalla centrale, al tenore d'acqua di miscelazione; si dovrà verificare la sua conformità con quella del laboratorio secondo quanto riportato nello studio preliminare della miscela; se il risultato non si discosta di oltre il $\pm 3\%$ dalla Prova di laboratorio si manterrà la densità di riferimento iniziale; se la discordanza è accentuata si dovrà ripetere la prova al fine di determinare i nuovi valori di riferimento.

L'Appaltatore è tenuto a eseguire la predetta prova una volta la settimana, e comunque alla ripresa della produzione dopo una qualunque interruzione significativa.

Prove in sito e criteri di accettazione

Terminata la compattazione, l'Appaltatore dovrà provvedere, su indicazione della Direzione Lavori, alla misura della densità in sito quale controllo della buona esecuzione dell'opera.

La densità in sito dovrà essere pari al 98% della densità secca massima determinata con la prova AASHTO Modificata.

Il controllo di detta densità dovrà essere eseguito con continuità e comunque con una frequenza di una prova ogni 500 m², da effettuarsi secondo le disposizioni della Direzione Lavori e in conformità alla norma CNR-BU n. 22.

Nel caso che i valori delle densità in sito risultassero inferiori a quelli di riferimento, la compattazione dovrà riprendere fino al raggiungimento dei valori ottimali.

Qualora questi ultimi non risultassero ancora rispettati, si dovrà procedere alla determinazione dei nuovi valori di riferimento, mediante prova AASHTO Modificata sul materiale effettivamente posto in opera.

Durante la produzione e la posa in opera della miscela costituente lo strato di fondazione e di base dovranno essere pertanto assicurati i seguenti controlli giornalieri:

- controllo granulometrico degli aggregati;

- controllo del contenuto in acqua degli aggregati;
- controllo delle caratteristiche fisico-chimiche dei leganti;
- controllo granulometrico della miscela prelevata al nastro dell'impianto;
- controllo del contenuto in acqua della miscela;
- densità in sito per la determinazione della densità secca, della densità umida e del grado di compattazione della miscela.

L'Appaltatore dovrà riassumere settimanalmente i controlli effettuati in una relazione da presentare alla Direzione Lavori, nei tempi e modi che verranno stabiliti da quest'ultima rientrando tale attività tra gli oneri dell'Appaltatore medesimo.

Caratteristiche finali ☐B☐

La Direzione Lavori controllerà il comportamento globale della miscela catalizzata dopo sei mesi e dopo un anno dalla posa in opera, mediante misurazione delle caratteristiche meccaniche (resistenza a trazione indiretta resistenza a compressione e modulo elastico) su campioni prelevati con carotaggio, o con altri sistemi che non provochino disturbo al provino, ogni 1000 m² realizzati in diversi punti della pavimentazione, da confrontare con i parametri di riferimento determinati con lo studio preliminare della miscela stessa.

Il valore finale sarà ricavato mediando i singoli valori ottenuti, se ciascuno di questi non si scosta dalla media stessa di $\pm 20\%$, altrimenti dalla media dei valori restanti dopo aver scartato quelli esterni.

Qualora dalle prove eseguite risultasse un valore dei parametri meccanici inferiore a quello di progetto e determinato nel corso dello studio preliminare della miscela, la Direzione Lavori potrà richiedere di procedere, a cura e spese dell'Appaltatore, a un ulteriore controllo sperimentale e/o teorico della struttura in sito, effettuando una verifica anche in termini di deformabilità.

Se gli ulteriori controlli sperimentali e/o teorici della struttura dovessero fornire ancora valori di resistenza inferiori a quelli di progetto, la Direzione Lavori potrà prescrivere la demolizione della pavimentazione interessata, compreso lo strato superiore, e il suo completo rifacimento con opere e oneri a totale carico dell'Appaltatore, o qualora la struttura fosse accettabile a parere della DL, procedere a una detrazione pari al 5% del prezzo della tariffa contrattuale per ogni 2% di valore della resistenza inferiore.

Conglomerato bituminoso

Per le caratteristiche dei costituenti, delle miscele e le modalità di confezionamento, trasporto, posa in opera e controlli finali si dovrà fare riferimento a quanto previsto al successivo punto 4.2.3."Strato di collegamento (binder)".

6.3.2 Pavimentazione di tipo rigido in calcestruzzo

La pavimentazione di questo tipo è costituita da:

- strato di fondazione in misto granulare cementato;
- rivestimento in lastre di conglomerato cementizio.

**Indagini preliminari **

Preventivamente alla realizzazione della pavimentazione si dovrà eseguire nel terreno in sito un numero rappresentativo di pozzetti di ispezione ciascuno di profondità non inferiore a 2 m dal piano di campagna con escavatore meccanizzato, dai quali prelevare eventualmente dei campioni rimaneggiati per la determinazione delle proprietà indici.

Sul piano di posa della pavimentazione, che eventualmente dovrà essere stato preventivamente compattato, deve essere eseguita almeno n° 1 prova di carico su piastra ogni 500 m² per la determinazione del Modulo di deformazione Md (CNR-UNI n°. 9) che dovrà risultare superiore a 40MPa. Il rapporto tra i moduli di

deformazione del 1° e 2° ciclo, inoltre, non dovrà essere inferiore a 0.60. Qualora quest'ultimo valore non fosse conseguibile, l'APPALTATORE dovrà proporre alla DL, che sentirà in merito i progettisti, un metodo di stabilizzazione del piano di posa, oppure una bonifica dello stesso mediante sostituzione del terreno in situ.

Misto granulare cementato

Per quanto attiene alle caratteristiche e prescrizioni esecutive e di controllo del misto granulare cementato si dovrà fare riferimento a quanto previsto nella sez. III "Movimenti di terra" del presente Capitolato.

Rivestimento in lastre di calcestruzzo armato

**Caratteristiche del conglomerato cementizio e controlli in corso d'opera **

Per quanto attiene alle caratteristiche e modalità di confezionamento, trasporto e posa in opera del conglomerato cementizio si dovrà fare riferimento a quanto previsto dal progettista ed a quanto riportato nella sezione VI del Capitolato (Opere di conglomerato cementizio).

Nella pavimentazione in calcestruzzo dovranno essere realizzati giunti di contrazione e/o di dilatazione secondo il progetto.

I giunti avranno andamento trasversale e longitudinale e saranno distanziati tra di loro in relazione allo spessore della lastra e alle caratteristiche del conglomerato cementizio.

I giunti di dilatazione dovranno interessare tutto lo spessore del conglomerato cementizio e avere la larghezza da 1,5 a 2 cm, saranno sigillati con materiale compressibile e distanziati in modo tale da evitare fessurazioni nella lastra.

Il numero e la distanza tra i giunti sarà stabilito dal progetto in relazione a tutte le sollecitazioni cui è sottoposta la pavimentazione stradale.

In corrispondenza dei bordi delle lastre l'armatura dovrà essere rinforzata.

Controlli finali

A lavoro ultimato verranno prelevate ogni 500 m² di pavimentazione realizzata, n° 3 carote o provini per la determinazione di:

- massa volumica;
- resistenza a compressione e trazione;
- resistenza alla penetrazione dell'acqua (Norma ISO 7031);

da confrontare con i valori determinati in fase di qualificazione della miscela.; per gli eventuali provvedimenti vale quanto previsto al precedente punto 3.1.1.7.

6.4 Pavimentazioni Stradali

6.4.1 Tipologie e caratteristiche delle pavimentazione

Le caratteristiche costruttive per le differenti tipologie sono di seguito definite:

a - Pavimentazione per strada di categoria A

Per le strade di categoria A la pavimentazione dovrà essere costituita da:

- strato anticapillare di sottofondazione, dello spessore minimo finito non minore di cm 20;
- strato di fondazione, di aggregati stabilizzati e compattati, dello spessore finito non minore di cm 25;
- strato di base, in conglomerato bituminoso dello spessore finito non minore di cm 10;
- strato di collegamento (binder), in conglomerato bituminoso dello spessore finito non minore di cm 8;
- tappeto di usura, in conglomerato bituminoso dello spessore finito non minore di cm 4 .

b - Pavimentazione per strada di categoria B

Per le strade di categoria B la pavimentazione dovrà essere costituita da:

- strato anticapillare di sottofondazione, dello spessore minimo finito non minore di cm 15;
- strato di fondazione, di aggregati stabilizzati compattati, dello spessore finito non minore di cm 20;
- strato di base, in conglomerato bituminoso dello spessore finito non minore di cm 8;
- strato di collegamento (binder), in conglomerato bituminoso dello spessore finito non minore di cm 4;
- tappeto di usura, in conglomerato bituminoso dello spessore finito non minore di cm 3.

c - Pavimentazione per strada di categoria C

c1 - Per le strade "minori" la pavimentazione dovrà essere costituita da:

- strato di fondazione, di aggregati stabilizzati e compattati dello spessore finito non minore di cm 20;
- strato in conglomerato bituminoso dello spessore finito non minore di cm 4;

c2 - Per le strade "poderali o campestri" la pavimentazione dovrà essere costituita da:

- strato di fondazione, di aggregati stabilizzati e compattati dello spessore finito non minore di cm 25, saturato con graniglia o pietrischetto.

d - Pavimentazione su impalcati stradali per strade di categoria A-B-C

La pavimentazione su impalcati stradali dovrà essere costituita da:

- strato di collegamento (binder), in conglomerato bituminoso dello spessore finito non minore di cm 8;-
- tappeto di usura, in conglomerato bituminoso dello spessore finito non minore di cm 4.

e - Pavimentazione su massicciata ferroviaria

In corrispondenza di passatoie e/o in aree di manovra attraversate da binari ferroviari la pavimentazione dovrà essere realizzata con le seguenti modalità:

- accurata pulizia della superficie della massicciata ferroviaria per eliminazione della polvere
- spandimento di emulsione bituminosa in ragione di 1.0 - 1.5 kg/m².
- formazione di uno strato di collegamento (binder), in conglomerato bituminoso dello spessore finito non minore di cm 8;
- formazione di tappeto di usura, in conglomerato bituminoso dello spessore finito non minore di cm 4.

f - Massicciata stradale a semipenetrazione

E costituita da pietrisco di pezzatura compresa tra 40 e 71 mm e con coefficiente Los Angeles non superiore a 30, dello spessore finito di 10 cm: il trattamento di semipenetrazione è effettuato con emulsione bituminosa a 28 dm³/m² di pietrischetto di pezzatura compresa fra 10 e 25 mm, nella seconda con 1,5 kg/m² di emulsione bituminosa e 12 dm³/m² di graniglia compresa fra 5 e 10 mm.

I materiali da impiegare devono rispondere ai seguenti requisiti sopra specificati per i materiali inerti e per i bitumi.

Il pietrisco deve essere steso in un unico strato, il costipamento va effettuato con rulli compressori di massa non inferiori a 14 t che operano a velocità comprese tra 1,5 e 3 km/ora: Il rullo deve procedere dai margini verso il centro a fasce parallele ricoprendosi l'una con l'altra almeno per una zona larga 20 cm. Nel costipare la prima fascia marginale deve essere costipata, dove esista, anche una fascia di 20 cm di banchina. Dopo il primo passaggio di rulli si deve umidificare, con innaffiatori, evitando il rifluimento in superficie. Per evitare, nell'ultima fase di costipamento, di ridurre il materiale a pezzatura troppo minuta si deve aggiungere materiale aggregante costituito da residui di frantumazione di natura calcarea in quantità non superiore al materiale costipato. quando la massicciata avrà buone condizioni di consistenza e stabilità e si presenterà perfettamente chiusa e privo d'irregolarità si procederà ad un'accurata pulizia in maniera che possa costituire una discontinuità tra la massicciata ed il manto bituminoso sovrastante. L'emulsione va

stesa in due riprese con apposite spruzzatrici a pressione. Alla fine di ciascuna passata deve seguire il regolare spandimento del pietrischetto, dopo la prima passata e graniglia dopo la seconda. Successivamente deve essere eseguito un costipamento con rullo di massa da 8 a 10 t, in modo da ottenere una pavimentazione livellata e finita a regola d'arte e tale che in nessun punto possano aversi ondulazioni o irregolarità, rispetto ad un asta della lunghezza di 3 m appoggiata sul manto, superiori a 1,5 cm.

g - pavimentazione con pietrischetto bitumato

Consiste nella formazione a freddo, su sottofondo composto da uno strato di 3 cm, 4 cm sciolto, di pietrischetto di pezzatura a10/25 mm miscelato con 120 kg/m³ di emulsione bituminosa e di sovrastante strato di 2 cm, 3 cm sciolto, di graniglia di pezzatura 5/10 mm miscelata con 150 kg/m³ di emulsione, cilindrata strato per strato, con rullo di massa da 6 t, ed un trattamento superficiale da eseguire dopo qualche giorno con emulsione bituminosa in ragione di 0,8 kg/m² e 5,5 l/m² di graniglia silicea da 2/5 mm.

6.4.2 Caratteristiche dei materiali e modalità di miscelazione posa e controllo

Gli strati delle pavimentazioni stradali definiti al paragrafo precedente dovranno avere le seguenti caratteristiche (valide per tutte le categorie):

Strato anticapillare

Costituito da sabbia ghiaietto o pietrischetto, esenti da materie eterogenee di dimensioni comprese tra 1 e 20 mm con percentuale massima del 20% passante al crivello 4 UNI, eventualmente steso su uno strato di geotessile non tessuto in poliestere di massa unitaria non inferiore a 400 gr/m² con le caratteristiche riportate nella Tabella II seguente:

Tabella II - Caratteristiche del geotessile non tessuto in poliestere, coesionato meccanicamente per agglutitura, con massa non inferiore a 400 gr/m

CARATTERISTICHE	VALORI LIMIT.	NORME DI RIF.
Massa per unità di superficie	≥ 400 gr/m ²	CNR-BU n°110/EN965
Spessore: a 2.0 KPa a 200 KPa	≥ 4.0 mm ≥ 1.9 mm	CNR-BU n°111
Resistenza a trazione: - media tra la direzione di produzione e la trasvers. - media in una delle due direzioni	≥ 24 KN/m ≥ 21 KN/m	CNR-BU n°142/ EN ISO 10319
Deformazione a rottura: - media tra la direzione di produz. e la trasversale - media in una delle due direzioni	≥85 % 30÷95 %	CNR-BU n°142/ EN ISO 10319
Resistenza alla lacerazione:	≥ 1.4 kN	CNR-BU n°143
Resistenza al punzonamento:	≥ 4.0 kN	UNI 8279/14 EN ISO 12236

Strato di fondazione

Si dovrà fare riferimento a quanto previsto nella sezione III "Movimenti di terra" del presente Capitolato.

Strati in conglomerato bituminoso (base, binder e usura)

Leganti bituminosi e loro modificanti

I leganti bituminosi semisolidi sono bitumi per impiego stradale costituiti da bitumi di base e bitumi modificati.

Bitumi di base ed emulsioni bituminose acide

I bitumi per impiego stradale di normale produzione (definiti di base) devono rispettare i requisiti indicati nella Tabella III.

Le caratteristiche delle emulsioni bituminose acide sono invece riportate in tab. IV.

Tabella III - Caratteristiche dei bitumi di base

Caratteristiche	Unità misura	Bitume B 0-70	Bitume B 0-100	Normativa di riferimento
1 –Penetrazione a 25°C	1/10 mm	50-70	80-100	CNR-BU n° 24
2 –Indice di penetrazione	-	-1/+1	-1/+1	CNR-BU n° 35
3 –Punto di rammollimento	°C	47-56	44-49	CNR-BU n° 43
4 –Punto di rottura (Fraass) (min)	°C	-7	-10	CNR-BU n° 44
5 –Duttilità a 25°C (min)	cm	80	100	CNR-BU n° 50
7 –Perdita per riscaldamento (Volatilità) a T=163°C (max)	%	0,2	0,5	CNR-BU n° 66
8 –Contenuto di paraffina (max)	%	2,5	2,5	

Tabella IV - Caratteristiche delle emulsioni bituminose acide

Caratteristiche	Unità misura	Valori	Normat. Riferim.
1 –Contenuto di acqua	% in massa	30-35	CNR-BU n° 100
2 –Contenuto di legante	% in massa	65-70	LCPC
3 –Contenuto di bitume	% in massa	> 65	CNR-BU n° 102
4 –Contenuto di flussante	% in massa	2-3	CNR-BU n° 99
5 –Demulsività	% in massa	40-70	CNR-BU n° 24
6 –Adesione	%	> 90	CNR-BU n° 35
7 –Viscosità Engler a 20°C	°E	> 10	
8 –Carica particelle	1/10 mm	positiva	
<u>Caratteristiche del bitume estratto</u>	°C	< 220	
Penetrazione a 25°C		> 35	
Punto di rammollimento			

*a2 - Bitumi modificati ed emulsioni bituminose modificate *

I bitumi di base possono essere modificati, al fine di ottenere migliori prestazioni dalle miscele, in raffineria o tramite lavorazioni successive mediante aggiunta di polimeri (elastomeri e loro combinazioni). La miscela può essere realizzata con idonei dispositivi di miscelazione secondo il processo tecnologico definito “soft”, oppure secondo quello definito “hard”.

Le caratteristiche del bitume modificato dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione del Direttore dei Lavori che sentirà in proposito la competente sezione di Ingegneria.

- Strato di base

Aggregati

I requisiti di accettazione degli aggregati impiegati per lo strato di base dovranno essere conformi a quanto previsto in CNR-BU n. 139.

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 bollettino sopracitato e in CNR-BU n. 93.

L'aggregato grosso dovrà essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei che non dovranno avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

Le caratteristiche degli elementi che compongono la frazione grossa dovranno essere le seguenti:

- perdita di massa alla prova di abrasione Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature, inferiore al 25% del totale (CNR-BU n. 34)

- 90% di elementi con almeno due facce di rottura;

- coefficiente di imbibizione (CNR-BU n. 137) inferiore a 1%;

L'aggregato fino dovrà essere costituito da sabbie naturali e di frantumazione; la percentuale di queste ultime verrà determinata in relazione ai valori di scorrimento delle prove Marshall, ma comunque non dovrà essere inferiore al 70% della miscela delle sabbie che dovranno rispondere al seguente requisito:

- equivalente in sabbia determinato secondo CNR-BU n.27 non inferiore a 70.

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:

- passante in massa al setaccio UNI 0,18 (ASTM n 80) 100%;

- passante in massa al setaccio UNI 0,075 (ASTM n 200): 90 -100%.

La granulometria dovrà essere eseguita per via umida.

L'Appaltatore dovrà eseguire le prove di verifica delle caratteristiche sopra richieste alla qualificazione e ogni 500 m³ di conglomerato bituminoso fornito.

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati possono essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume-aggregato (agenti tensioattivi di adesività). Potranno essere impiegati negli strati di base e di collegamento mentre per quello di usura lo saranno a esclusivo giudizio del Direttore dei Lavori e senza che l'Appaltatore possa chiedere compensi od indennizzi di sorta in quanto l'onere è compreso e compensato nei prezzi delle voci di tariffa.

Dovrà essere scelto tra i prodotti in commercio quello che sulla base di prove comparative effettuate presso Laboratori autorizzati dal Direttore dei Lavori avrà dato i migliori risultati e conservi le caratteristiche chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate.

La presenza degli agenti tensioattivi nel legante bituminoso dovrà essere accertata mediante prova di separazione cromatografica su strato sottile.

Il dosaggio potrà variare in relazione alle condizioni di impiego, alla natura degli aggregati e alle caratteristiche del prodotto, tra lo 0,3% e lo 0,6% rispetto alla massa del bitume.

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

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

Legante bituminoso

Il legante bituminoso dovrà avere le caratteristiche indicate al punto 6.2.3.1.

Miscela

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 3,5% e il 4,5% riferito alla massa totale degli aggregati.

Il conglomerato bituminoso di base dovrà avere i seguenti requisiti:

- la miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso indicato nella Tabella V:

Tabella V - Fuso granulometrico per conglomerato bituminoso di base

Setaccio	100	85 – 100	75 – 100	60 – 90	48 – 75	40 – 65	28 – 50	20 – 40	9 – 20	5 – 13	3 – 8
Passante % in massa	40	31.5	25.4	19.1	12.7	9.52	4.0	2.0	.42	.175	.0074

- valore della Stabilità Marshall (CNR-BU n.30) eseguita a 60° C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, non inferiore a 8 kN; inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la Stabilità misurata in kN e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere superiore a 2,5 kN;
 - gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa fra 4% e 7%.
 - perdita di stabilità Marshall: non superiore al 25% (ottenuta dal confronto della stabilità Marshall originaria con quella misurata su provini mantenuti per 24 ore in acqua a 60° C);
 - trazione indiretta con la prova Brasiliana (CNR-BU n° 134) non minore di 0.5 N/mm².
- I provini per le misure di stabilità, rigidità e trazione indiretta dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa.
- La temperatura all'atto della compattazione dovrà essere uguale a quella della stesa.

Controllo dei requisiti di accettazione

L'Appaltatore ha l'obbligo di fare eseguire tutte le prove sperimentali richieste sui campioni di aggregato e di legante per la relativa accettazione.

L'Appaltatore è tenuto a presentare con almeno 30 giorni di anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, lo studio delle miscele che intende adottare, secondo il metodo Marshall.

Ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione delle determinazioni effettuate in laboratorio, attraverso le quali l'Appaltatore avrà ricavato la composizione ottimale.

La Direzione Lavori si riserva di approvare le miscele o di fare eseguire nuove sperimentazioni.

L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Appaltatore, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Non sarà ammessa una variazione del contenuto di aggregato grosso superiore al 5%, di sabbia superiore al 3%, e di additivo dell'1,5% sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica definita nello studio preliminare.

Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilita maggiore di più o meno lo 0,3%.

In ogni cantiere di lavoro dovrà essere installato a cura e spese dell'Appaltatore un laboratorio idoneamente attrezzato per le prove e i controlli in corso di produzione e finali, condotto da personale appositamente addestrato.

In quest'ultimo laboratorio dovranno essere effettuate, quando necessarie e 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 aggregati, 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:
 - massa volumica (CNR-BU n. 40) sulla media di quattro prove;
 - percentuale di vuoti (CNR-BU n.39) sulla media di quattro prove;
 - stabilità e rigidità Marshall. (CNR-BU n.30)
- la verifica dell'umidità residua degli aggregati all'uscita dall'essicatore e ogni altro controllo ritenuto opportuno dalla Direzione Lavori.

Inoltre saranno effettuati i seguenti controlli mensili:

- taratura delle bilance e dei termometri dell'impianto,;
- verifica delle caratteristiche del bitume.

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla Direzione Lavori sul quale l'Appaltatore dovrà giornalmente registrare tutte le prove e i controlli effettuati che dovrà far parte integrante della documentazione finale della qualità.

In corso d'opera e 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.

Confezione delle miscele

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per non pregiudicare il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela e 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 costituenti della miscela dovrà essere eseguito a massa mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

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

La zona destinata allo stoccaggio degli aggregati sarà preventivamente e convenientemente sistemata per eliminare la presenza di sostanze 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.

Si dovrà far uso di almeno 4 classi di aggregati in tramogge 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 costituenti la miscela, in misura tale da permettere un completo e uniforme rivestimento degli aggregati con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 30 secondi.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 150° e 170° C mentre quella del legante dovrà essere 5 °C superiore a quella degli aggregati salvo diverse disposizioni del Progettista in rapporto al tipo di bitume impiegato.

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

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

Trasporto e posa in opera delle miscele

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni. La percorrenza stradale dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa non dovrà essere superiore a 80 Km.

Prima della stesa del conglomerato sullo strato di fondazione, per garantire l'adesione, si dovrà provvedere alla rimozione della sabbia e/o parti fini eventualmente presenti e alla stesa di una mano di primer bituminoso in ragione di almeno 1.0 - 1.5 kg/m².

Qualora si dovesse procedere 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 acida (rif. punto 4.2.3.1. Tabella IV), al 55% in massa, in ragione di 0.6 - 0.8 kg/m².

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 richiesti di quota, sagoma, densità e portanza previsti alle relative voci.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici del tipo approvato dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi 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 di giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una striscia alla precedente con l'impiego di 2 o più finitrici.

Qualora ciò non fosse possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa acida (rif. punto 6.2.3.1. Tabella IV), al 55% in massa, 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 dopo taglio e asportazione 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.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, non dovrà essere inferiore a 130°C. Nel caso di conglomerati bituminosi confezionati con bitume modificato la temperatura di stesa non dovrà essere inferiore a 150°C.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro, in particolare quando la temperatura dell'aria scende sotto 5°C; gli strati eventualmente compromessi, con densità inferiori a quelle richieste, dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a cura e spese dell'Appaltatore.

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare subito dopo la stesa con vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità.

La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli tutti semoventi e a rapida inversione di marcia in numero adeguato e aventi massa di almeno 14 t e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili. L'Appaltatore prima dell'inizio dell'attività di stesa (almeno 15 giorni) dovrà presentare alla Direzione Lavori, per approvazione, una relazione, o un'Istruzione operativa, nella quale venga descritto il sistema di compattazione, elencando il numero dei rulli, le loro caratteristiche tecniche, la velocità durante la compattazione ed i tempi o le temperature d'inizio compattazione. Il sistema di stesa e compattazione e le caratteristiche, in opera, del conglomerato bituminoso dovranno essere qualificate, sulla base dell'Istruzione operativa, realizzando uno strato di prova dello stesso spessore e larghezza di lunghezza non inferiore a 25 (venticinque) m.

Si avrà cura inoltre che la compattazione venga condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

*Controlli finali *

Al termine della compattazione lo strato di base dovrà avere una densità uniforme, in tutto lo spessore, non inferiore al 98% di quella Marshall dello stesso giorno, determinata sul materiale prelevato all'impianto o alla stesa. Tale valutazione, da determinarsi attraverso prove su carote di almeno 10 cm di diametro prelevate nei punti indicati dalla DL, sarà eseguita sulla produzione giornaliera secondo CNR-BU n. 40 e almeno ogni 1000 m² realizzati. Il valore risulterà dalla media di due provini che serviranno anche per la determinazione degli spessori finali. Nel caso gli spessori delle carote risultassero inferiori a quelli teorici previsti per lo strato di base si procederà al prelievo di ulteriori 4 carote rappresentative degli stessi 1000 m².

Lo spessore medio di riferimento risulterà dalla media della lunghezza delle 6 carote prelevate. Se tale valore medio risulterà ancora inferiore allo spessore teorico, e nel caso che la pavimentazione risulti accettabile a giudizio della Direzione Lavori, verrà applicata una detrazione percentuale sulla tariffa per i 1000 m² in questione, pari alla riduzione percentuale di spessore.

In ogni caso non saranno ammessi sottospessori superiori al 15% dello spessore dello strato.

In caso di non accettabilità dello strato, si dovrà procedere a totale cura e spese dell'Appaltatore, alla rimozione e al rifacimento delle parti difettose.

Sulle carote dovranno inoltre essere determinati:

- contenuto di bitume;
- granulometria degli aggregati;
- percentuale dei vuoti residui;
- trazione indiretta Brasiliana.

La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità e ondulazioni.

Un'asta rettilinea lunga 4,50 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente; saranno tollerati scostamenti contenuti nel limite di 10 mm, il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto; tale controllo dovrà essere ripetuto ogni 1000 m² di pavimentazione finita.

Strato di collegamento (Binder) e Strato di usura

a - Caratteristiche dei materiali da impiegare

a1 - Aggregati

Gli aggregati dovranno avere le caratteristiche indicate al punto 4.2.4.1.a "Strato di base".

a2 - Legante

Il legante bituminoso dovrà avere le caratteristiche indicate al punto 4.2.3.1. - Tabella III.

b - Miscela.

Le miscele degli aggregati nel caso di strato di collegamento e tappeto di usura dovranno avere rispettivamente la composizione granulometrica contenuta nei fusi della Tabella VI.

Tabella VI - Fuso granulometrico per strato di collegamento e tappeto di usura

MISCELA		Passante □ totale in massa	
Serie setacci UNI		Binder	Strato di usura
Setaccio	25.4	100	-
Setaccio	19.1	85 – 100	-
Setaccio	12.7	65 – 100	100
Setaccio	9.52	55 – 85	75 – 100
Setaccio	4.0	35 – 60	45 – 75
Setaccio	2	25 – 45	30 – 55
Setaccio	0,42	10 – 25	15 – 30
Setaccio	0.175	7 – 15	10 – 20
Setaccio	0,074	5 – 8	6 – 10

Il passante al setaccio 0,4 dovrà essere "non plastico" (UNI CEN ISO/TS 17892-12:2005).

Il tenore di bitume riferito alla massa totale degli aggregati dovrà essere compreso:

- strato di collegamento tra il 4,0% e il 5,5%;
- tappeto di usura tra il 5,0% e il 7,0% ;

e dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di Stabilità Marshall e compattezza richiesti.

Il conglomerato bituminoso dello strato di collegamento e del tappeto di usura dovrà avere i requisiti indicati nella Tabella VII.

Tabella VII - Requisiti fisico-meccanici dello strato di binder e del tappeto di usura

Caratteristiche	Strato di collegamento	Tappeto di usura
a) Stabilità Marshall (kN)	10	12
b) Scorrimento (mm)	14	13,5
c) Rigidità (a/b)	3,5	5,0
d) Vuoti residui (%)	3 6	< 3
e) Perdita stabilità Marshall (%)	25	25
f) % vuoti residui dopo rullatura	46	35

Per la preparazione dei provini per le misure di stabilità e rigidezza valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato di base al punto 6.2.3.2.

Nel caso di impiego di bitumi modificati dovranno essere eseguite, per ogni 1000 m² di pavimentazione finita, le seguenti prove con i relativi limiti di accettazione:

- deformazione mediante prova d'impronta a 60°C, per un'ora, minore di 2,5 mm (CNR-BU n. 136);
- prova di trazione indiretta a 25 °C maggiore di 1,2 N/mm² (CNR-BU n° 134).

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 e immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento. In tal modo la temperatura di costipamento consentirà anche il controllo delle temperature operative.

c - Controllo dei requisiti di accettazione

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base al punto 4.2.3.2-c.

d - Confezionamento delle miscele

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base al punto 4.2.3.2.-d.

e - Trasporto e posa in opera delle miscele

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base al punto 4.2.3.2-e.

f - Controlli finali

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base al punto 4.2.3.2.-f.

6.5 Sub-Ballast

Lo strato di sub-ballast dovrà essere eseguito con conglomerato bituminoso impastato a caldo in adatto impianto di miscelazione di tipo stradale, steso in opera in strato finito di 12 cm con macchina vibrofinitrice e costipato con idonei rulli metallici e gommati, secondo le caratteristiche e modalità indicate nel seguito.

6.5.1 Caratteristiche dei materiali costituenti

Aggregati

I requisiti di accettazione degli aggregati impiegati per lo strato di base dovranno essere conformi a quanto previsto in CNR-BU n. 139.

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 bollettino sopracitato e in CNR-BU n. 93.

L'aggregato grosso dovrà essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti, esenti da polvere e da materiali estranei e privi, nella misura sotto indicata, di elementi con forma appiattita, allungata o lenticolare.

Le caratteristiche degli elementi che compongono la frazione grossa dovranno essere le seguenti:

- perdita di massa alla prova di abrasione Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature, inferiore al 30% del totale (CNR-BU n. 34)
- 90% di elementi con almeno due facce di rottura;
- coefficiente di imbibizione (CNR-BU n. 137) inferiore a 1%;
- presenza di elementi piatti o allungati minore del 10% in massa.

L'aggregato fino dovrà essere costituito da sabbie naturali e/o di frantumazione; la percentuale di queste ultime verrà determinata in relazione ai valori di scorrimento delle prove Marshall, ma, comunque, non dovrà essere inferiore al 70%. La miscela dovrà essere inoltre caratterizzata da un valore di "equivalente in sabbia" non inferiore a 70 (CNR-BU n.27).

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:

- passante in massa al setaccio UNI 0,42 (ASTM n 40) 100%;
- passante in massa al setaccio UNI 0,18 (ASTM n 80) $\geq 90\%$;
- passante in massa al setaccio UNI 0,075 (ASTM n 200): $\geq 70\%$.

La granulometria dovrà essere eseguita per via umida.

L'Appaltatore dovrà eseguire le prove di verifica delle caratteristiche sopra richieste alla qualificazione e ogni 500 m³ di conglomerato bituminoso fornito.

Nel caso di aggregati di natura acida dovranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume - aggregato (agenti tensioattivi di adesività) secondo le percentuali ottimali previste per ciascun tipo di attivante senza che l'Appaltatore possa chiedere compensi od indennizzi di sorta in quanto l'onere è compreso e compensato nei prezzi delle voci di tariffa.

Dovrà essere scelto tra i prodotti in commercio quello che sulla base di prove comparative effettuate presso Laboratori qualificati dal Direttore dei Lavori avrà dato i migliori risultati e conservi le caratteristiche

chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate.

La presenza degli agenti tensioattivi nel legante bituminoso dovrà essere accertata mediante prova di separazione cromatografica su strato sottile.

Il dosaggio potrà variare in relazione alle condizioni di impiego, alla natura degli aggregati e alle caratteristiche del prodotto, tra lo 0,3% e lo 0,6% rispetto alla massa del bitume.

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

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

Legante bituminoso

Il legante bituminoso dovrà essere del tipo 50/70 e avere le caratteristiche indicate nella tabella III riportata al punto 4.2.3.1.

6.5.2 Miscela

Il tenore di bitume riferito alla massa totale degli aggregati dovrà essere compreso tra 4,1% e 4,8%.

Il conglomerato bituminoso per sub-ballast dovrà avere i seguenti requisiti:

- la miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso indicato nella Tabella VIII:

Tabella VIII - Fuso granulometrico per sub-ballast

Setaccio	25.4	19.1	9.52	4.0	2.0	0,42	0.175	0,074
Passante% in massa	100	80 - 100	54 - 76	36 - 56	23 - 40	10-22	7-16	6-10

- valore della Stabilità Marshall (CNR-BU n.30) eseguita a 60° C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, non inferiore a 10 kN e lo scorrimento compreso tra 2.0 e 4.0 mm. Il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la Stabilità misurata in kN e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere superiore a 2.5 KN/mm;

- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa fra 4% e 6%.

- perdita di stabilità Marshall: non superiore al 25% (ottenuta dal confronto della stabilità Marshall originaria con quella misurata su provini mantenuti per 24 ore in acqua a 60° C);

- trazione indiretta con la prova Brasiliana (CNR-BU n° 134) non minore di 0.6 N/mm².

I provini per le misure di stabilità, rigidezza e trazione indiretta dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa.

La temperatura all'atto della compattazione dovrà essere uguale a quella della stesa.

**6.5.3 Controllo dei requisiti di accettazione **

L'Appaltatore ha l'obbligo di fare eseguire tutte le prove sperimentali richieste sui campioni di aggregato e di legante per la relativa accettazione.

L'Appaltatore è tenuto a presentare con almeno 30 giorni di anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, lo studio delle miscele che intende adottare, secondo il metodo Marshall.

Ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione delle determinazioni effettuate in laboratorio, attraverso le quali l'Appaltatore avrà ricavato la composizione ottimale.

L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Appaltatore, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Non sarà ammessa una variazione del contenuto di aggregato grosso superiore al 5%, di sabbia superiore al 3%, e di additivo dell'1,5% sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica definita nello

studio preliminare.

In ogni cantiere di lavoro dovrà essere installato a cura e spese dell'Appaltatore un laboratorio idoneamente attrezzato per le prove e i controlli in corso di produzione e finali, condotto da personale appositamente addestrato.

In quest'ultimo laboratorio, che dovrà essere approvato dalla DL, dovranno essere effettuate, quando necessarie e 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 aggregati, percentuale del bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o dalla tramoggia di stoccaggio;
- la verifica delle caratteristiche Marshall del conglomerato e precisamente:
 - massa volumica (CNR-BU n. 40) sulla media di quattro prove;
 - percentuale di vuoti (CNR-BU n.39) sulla media di quattro prove;
 - stabilità e rigidità Marshall. (CNR-BU n.30)
- la verifica dell'umidità residua degli aggregati all'uscita dall'essiccatore;

Inoltre saranno effettuati i seguenti controlli mensili:

- tolleranze delle bilance e dei termometri dell'impianto,;
- verifica delle caratteristiche del bitume.

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla Direzione Lavori sul quale l'Appaltatore dovrà giornalmente registrare tutte le prove e i controlli effettuati che dovrà far parte integrante della documentazione finale della qualità.

In corso d'opera e 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.

6.5.4 Confezione delle miscele

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per non pregiudicare il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela e 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 costituenti della miscela dovrà essere eseguito a massa mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

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

La zona destinata allo stoccaggio degli aggregati sarà preventivamente e convenientemente sistemata per eliminare la presenza di sostanze 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.

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

Il tempo di miscelazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai costituenti la miscela, in misura tale da permettere un completo e uniforme rivestimento degli aggregati con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 30 secondi.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione dovrà essere compresa tra 150° e 170° C mentre quella del legante dovrà essere 5 °C superiore a quella degli aggregati salvo diverse disposizioni del Progettista in rapporto al tipo di bitume impiegato.

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

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

6.5.5 Trasporto e posa in opera delle miscele

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni. La percorrenza stradale dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa non dovrà essere superiore a 80 Km.

Prima della stesa del conglomerato sullo strato di fondazione, per garantire l'adesione, si dovrà provvedere alla rimozione della sabbia e/o parti fini eventualmente presenti e alla stesa di una mano di primer bituminoso in ragione di almeno 1.0 - 1.5 kg/m².

Qualora si dovesse procedere 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 acida (rif. punto 6.2.3.1. Tabella IV), al 55% in massa, in ragione di 0.6 - 0.8 kg/m².

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 richiesti di quota, sagoma, densità e portanza previsti alle relative voci.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici del tipo approvato dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi 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 di giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di 2 o più finitrici.

Qualora ciò non fosse possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa acida (rif. punto 4.2.3.1. Tabella IV), al 55% in massa, 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 dopo taglio e asportazione 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.

Pertanto questa fascia di sovrapposizione deve trovarsi a cavallo dell'asse della piattaforma.

Nel caso che l'Appaltatore scelga di realizzare lo strato di 12 cm in un'unica stesa ma su metà piattaforma, il giunto longitudinale deve coincidere con l'asse piattaforma.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, non dovrà essere inferiore a 130°C. Nel caso di conglomerati bituminosi confezionati con bitume modificato la temperatura di stesa non dovrà essere inferiore a 150°C.

La stesa del sub-ballast dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro, in particolare quando la temperatura dell'aria scende sotto 5°C; gli strati eventualmente compromessi, con densità inferiori a quelle richieste, dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a cura e spese dell'Appaltatore.

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare subito dopo la stesa con vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità.

La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli gommati con l'ausilio di rulli tutti semoventi e a rapida inversione di marcia in numero adeguato e aventi caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

L'Appaltatore prima dell'inizio dell'attività di stesa (almeno 15 giorni) dovrà presentare alla Direzione Lavori, per approvazione, una relazione, o un'Istruzione operativa, nella quale venga descritto il sistema di compattazione, elencando il numero dei rulli, le loro caratteristiche tecniche, la velocità durante la compattazione ed i tempi o le temperature d'inizio compattazione. Il sistema di stesa e compattazione e le caratteristiche, in opera, del conglomerato bituminoso dovranno essere qualificate, sulla base dell'Istruzione operativa, realizzando uno strato di prova dello stesso spessore e larghezza di lunghezza non inferiore a 25 (venticinque) m.

Si avrà cura inoltre che la compattazione venga condotta con la metodologia più adeguata per ottenere

uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

6.5.6 Controlli finali

Al termine della compattazione dovranno essere eseguiti i seguenti controlli finali:

1. Densità: lo strato di sub-ballast dovrà avere una densità uniforme, in tutto lo spessore, non inferiore al 98% di quella Marshall dello stesso giorno, determinata sul materiale prelevato all'impianto o alla stesa. Tale valutazione sarà eseguita sulla produzione giornaliera secondo CNR-BU n. 40 e almeno ogni 1000 m² realizzati. La densità dello strato realizzato sarà determinata dalla media di quella relativa a due carote di diametro non inferiore a 10 cm che dovranno essere prelevate nei punti indicati dal DL.
2. Caratteristiche del conglomerato: sulle stesse due carote dovranno inoltre essere determinati:
 - contenuto di bitume: si ammette uno scostamento massimo rispetto al valore di qualifica pari allo 0.3%;
 - granulometria degli aggregati: sono ammesse le seguenti tolleranze rispetto ai valori di qualifica:
 - aggregato grosso: +/- 5%;
 - sabbia +/- 3%;
 - additivo +/- 0.3%.
 - percentuale dei vuoti residui (CNR-B.U. n.39): deve essere compresa fra il 3 ed il 6%.
 - trazione indiretta Brasiliana: non minore di 0.6 N/mm².
3. Spessore dello strato: le stesse carote saranno utilizzate anche per la determinazione dello spessore finale dello strato, per il quale si ammette una tolleranza massima di 0,5 cm in meno rispetto allo spessore di progetto. Nel caso in cui lo spessore di anche una sola carota risultasse inferiore a tale limite, si procederà al prelievo di almeno ulteriori 4 carote in punti scelti dalla DL nell'ambito dei 1000 m² (o della superficie realizzata nella giornata) da controllare.
In prossimità dei punti in cui è stato riscontrato il ridotto spessore saranno eseguite prove di carico su piastra aggiuntive rispetto a quelle sotto indicate.
Lo spessore dello strato sarà considerato accettabile se:
 - non si saranno ottenuti complessivamente più di due valori fuori tolleranza;
 - non si saranno ottenuti casi di sottospessori maggiori di 1 cm;
 - tutte le prove di carico su piastra avranno dato risultato positivo.
4. Modulo di deformazione: lo strato finito dovrà avere un modulo di deformazione misurato con prova di carico su piastra (con modalità di cui al Bollettino Ufficiale CNR n° 9 dell'11/12/1967, ma con temperatura dello strato compresa tra 20°C e 30°C) non inferiore a 200 N/mm².
Qualora la prova venisse eseguita quando la temperatura dello strato è compresa tra 10°C e 19.9°C, il modulo risultante dovrà essere non inferiore a 220 N/mm².
La prova non può essere eseguita quando la temperatura dello stato è sotto i 10°C.
Tale determinazione deve essere eseguita attraverso due prove eseguite presso i punti dai quali sono state prelevate le prime due carote ed eventualmente attraverso le prove aggiuntive eseguite, come sopra indicato, nei punti con ridotto spessore.
5. Regolarità della superficie: la superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità e ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4,50 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente; saranno tollerati scostamenti contenuti nel limite di 10 mm, il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto; tale controllo dovrà essere ripetuto ogni 1000 m² di strato di sub-ballast finito.
6. Quota: la quota finale dell'asse e dei cigli del rilevato misurata sopra il sub-ballast deve rispettare quella di progetto con il margine di tolleranza +1cm ÷ -2cm.
La misura deve essere presa a cedimenti esauriti o quando il gradiente di sviluppo dei cedimenti sia prossimo a zero e lasci prevedere un cedimento residuo trascurabile in rapporto alle tolleranze.

Nel caso in cui anche uno solo dei requisiti sopra indicati non sia rispettato, si procederà, a totale cura e spese dell'Appaltatore, alla individuazione della zona non accettabile, alla sua demolizione ed al suo rifacimento.

**6.6 Controlli Di Qualita' **

Le analisi di laboratorio e le prove per l'accettazione dei materiali previste dalle Norme, devono essere eseguite presso laboratori di cantiere approvati dalla DIREZIONE LAVORI o presso laboratori ufficiali.

Prima che venga messo in opera lo strato successivo, ogni strato della pavimentazione stradale dovrà essere sottoposto alle prove di controllo prescritta nel presente documento o dalle normative di legge vigenti.

L'incidenza delle prove indicata dalla Specifica di cui sopra deve ritenersi come livello minimo; l'incidenza potrà essere incrementata in ragione della variabilità dei materiali posti in opera e delle ditte esecutrici.

6.6.1 Specifica di controllo qualità per sub-ballast

Conglomerato bituminoso

Per quanto riguarda i materiali lapidei provenienti da cave qualificate dal APPALTATORE e approvate dalla DIREZIONE LAVORI (aggregato lapideo e filler), essi dovranno provenire da impianto di miscelazione precedentemente qualificato dall'APPALTATORE e approvato dalla DIREZIONE LAVORI.

Il responsabile della conduzione dell'impianto di preparazione del conglomerato bituminoso dovrà accertarsi che il materiale utilizzato sia corredato, per lotto di fornitura, dei necessari certificati che dovranno essere conservati a disposizione dell'APPALTATORE e della DIREZIONE LAVORI.

L'impianto di miscelazione dovrà, per ogni fornitura di 10.000 m³. di conglomerato (o per ogni lotto di fornitura di entità inferiore), certificare che il materiale fornito ha superato le seguenti prove:

Aggregato lapideo

classificazione mediante setaccio A.S.T.M n. 10 e quindi:

a1) Frazione grossa risultante:

- Prova della resistenza all'abrasione Los Angeles, secondo Norme CNR-B.U. n.34
- Determinazione del coefficiente di imbibizione e verifica di materiale non idrofilo, secondo CNR fasc.4/53

a2) Frazione fina risultante:

- Determinazione dell'equivalente in sabbia, secondo Norme CNR-B.U. n. 27

Filler

Il filler sarà controllato mediante prova di setacciatura con passante in peso a secco pari a 100% al setaccio UNI 0.18 (ASTM 80) ed 80% al setaccio UNI 0,0075 (ASTM 200).

Bitume

Sarà controllato e qualificato se rispondente alle Norme secondo:

- CNR-B.U. n. 2/1951
- CNR-B.U. n.24/1971
- CNR-B.U. n.68/1978

e successivi aggiornamenti.

Le prove saranno eseguite presso l'impianto di preparazione del conglomerato o presso laboratorio qualificato da APPALTATORE e approvato dalla DIREZIONE LAVORI e dovranno essere effettuate per ogni fornitore e lotto di fornitura.

I leganti e le emulsioni per le mani d'attacco dovranno rispondere alle caratteristiche riportate nel presente capitolato.

Anche questa certificazione sarà a disposizione della DIREZIONE LAVORI

Additivi

L'APPALTATORE dovrà comunicare con sufficiente anticipo alla DIREZIONE LAVORI le caratteristiche dell'additivo, il suo dosaggio e i miglioramenti effettivi che si intendono raggiungere.

La DIREZIONE LAVORI potrà prescrivere prove specifiche ed aggiuntive e accetterà la specifica.

Prove sul conglomerato

A valle dell'acquisizione delle prove sui materiali utilizzati, di cui ai precedenti punti, nel laboratorio dell'impianto di miscelazione o in altro laboratorio qualificato dell'APPALTATORE e approvato dalla DIREZIONE LAVORI, si procederà ai seguenti controlli sulla miscela del conglomerato:

- Classificazione granulometrica ai crivelli UNI sulla miscela inerti/filler in conformità ai requisiti richiesti, dal presente capitolato.
- Verifica dell'umidità residua dopo essiccazione degli inerti lapidei,
- Verifica della percentuale ottimale di bitume, in base a prova Marshall (CNRB.U. n.30)
- Determinazione stabilità Marshall (a) secondo CNR-B.U. n.30 con limite di accettabilità: min. 750
- Determinazione scorrimento Marshall (b), secondo CNR- B.U. n.30 con limite di acc.: 2-4 mm.
- Rigidità Marshall (a/b) con limite di acc.: min 250
- Determinazione perdita di stabilità Marshall, mediante confronto tra stabilità Marshall originaria con quella misurata su provini mantenuti per 24 ore in acqua a 60°C.; limite di acc.: max. 25%
- Determinazione dei vuoti residui Marshall, secondo CNR-B.U. n. 39 con limite di acc.: 3-6%
- Determinazione del modulo elastico, alle temperature 20°C e 30°C con frequenza di 10 Hz
- Determinazione della resistenza allo scorrimento dinamico con:
 - frequenza 10 Hz
 - ampiezza pressione verticale sinusoidale 2 bars
 - temperatura 30°C
 - senza pressione laterale e con <pressione laterale di 1,5 bar
- Determinazione della resistenza a trazione con provini cilindrici di dimensioni
- $\phi = 10$ cm e $h = 11$ cm a 25°C alla velocità di 0.85 mm/sec. I valori di accettazione di questa prova devono essere compresi tra 8 e 12 N/mm².

Le suddette verifiche saranno effettuate sui materiali prodotti in un impianto già qualificato dall'APPALTATORE, con frequenza minima giornaliera

Ogni prova sarà effettuata presso laboratorio qualificato dall'APPALTATORE e approvato dalla DIREZIONE LAVORI

Ognuna delle prove sarà certificata su documento riportante:

- dati identificativi del lotto di produzione
- data della prova;
- individuazione dell'impianto di produzione;
- individuazione del laboratorio;
- esito della prova.

I materiali di fornitura, necessari ad uno strato di 1000 m² di sub ballast, saranno accompagnati da un certificato, emesso dall'impianto di preparazione del conglomerato, attestante la conformità del lotto alle specifiche del presente Capitolato, sia per quanto riguarda i materiali impiegati che il conglomerato pronto per l'uso.

Nel caso di fornitura di lotti di entità inferiore all'equivalente di 1000 m² di strato di subballast, ognuno di essi sarà certificato allo stesso modo di cui sopra.

L'APPALTATORE determinerà, all'atto di qualificazione di ciascun impianto, la curva di lavoro che intenderà impiegare e la certificherà trasmettendola alla DIREZIONE LAVORI.

Tale curva sarà conservata per tutta la durata del lavoro entro le tolleranze riportate nella sez. I, del presente capitolato.

6.6.2 Specifica di controllo qualità per pavimentazioni stradali

Controlli sulle forniture di materiali

Per l'esecuzione delle pavimentazioni è previsto e consentito l'utilizzo dei materiali di seguito specificati.

Tutti i materiali saranno forniti da cave, impianti di miscelazione e preparazione dei conglomerati opportunamente qualificati dall'APPALTATORE.

Il fornitore dovrà provvedere inoltre alle prove che saranno di seguito richieste e specificate.

L'APPALTATORE dovrà chiaramente specificare quanto sopra nell'ordine di fornitura.

Il servizio di C.Q. dell'APPALTATORE ha il compito di prequalificare i fornitori selezionati per le varie forniture di materiali, e di controllarne la qualifica in corso d'opera.

Fornitori non qualificati non potranno essere accettati.

I nominativi dei fornitori qualificati saranno notificati alla DIREZIONE LAVORI DELLA COMMITTENTE.

La documentazione di qualificazione delle cave e degli impianti sarà conservata a cura del responsabile di CQ dell'APPALTATORE e su richiesta sarà inviata per esame alla DIREZIONE LAVORI.

Materiali utilizzati

- a) Strati di sottofondazioni: ghiaietto, pietrischetto, pozzolana.
- b) Strati di fondazione: miscele di sabbia, ghiaia e pietrisco, pozzolana stabilizzata con calce idrata.
- c) Strati di base: Conglomerato bituminoso di ghiaia mista o frantumato misto cava.

Prove sui materiali

Ogni controllo dovrà essere certificato da apposito documento che, oltre all'esito delle prove o verifiche, dovrà chiaramente indicare:

- la provenienza del materiale testato, con indicazione del lotto o qualsiasi altro elemento identificativo;
- il nominativo dell'operatore che ha eseguito la prova;
- data e luogo della prova;
- visto di chi ha approvato l'emissione del certificato;

Le certificazioni suddette accompagneranno sempre il lotto all'atto del conferimento in sede di posa in opera.

Le prove dovranno essere effettuate da laboratori qualificati dall'APPALTATORE ed approvati dalla DIREZIONE LAVORI. I certificati di prove saranno conservati nel dossier di qualificazione della cava/inerti.

Strato di sottofondazione

Ghiaietto o pietrischetto:

- Prova al crivello 4 UNI: percentuale massima passante 5%
- Verifica ottica delle dimensioni che debbono essere comprese nei limiti di 4 - 20 mm.
- Controllo della omogeneità litologica.

Le prove saranno effettuate dal C.Q. del fornitore in cava ogni 2.000 mc ed i relativi certificati saranno conservati nel dossier di qualificazione della cava.

Ogni lotto fornito sarà accompagnato da certificazione di conformità.

Pozzolana (o materiale locale di analoghe caratteristiche).

Il Responsabile di C.Q. dovrà verificare che la pozzolana sia ricavata, da cava qualificata, dall'APPALTATORE, da strati mondi da cappellaccio ed esente da sostanze eterogenee e da parti inerti e si presenti perfettamente asciutta e rispondente a tutti i requisiti previsti dalla normativa vigente ed in particolare dai R.D. 16/11/1939 n. 2230.

Strato di fondazione

Miscela inerte sabbia, ghiaia e pietrisco

- Verifica ottica della forma: debbono essere assenti forme appiattite, allungate e lenticolari.
- Prova granulometrica effettuata utilizzando crivelli e setacci riportati al punto 2.1.3.c.2
- risultati debbono avere andamento continuo concorde con le curve limiti riportate alla voce citata.
- Dovranno inoltre essere rispettate dimensioni massime degli elementi e rapporto tra i passanti, indicati dalle prescrizioni del presente capitolato.
- Prova di usura "Los Angeles": Il risultato non deve essere superiore al 30% in peso con riferimento alla frazione granulometrica analizzata.
- Determinazione del coefficiente di qualità (Deval) del pietrisco: valore limite inferiore 12.
- Determinazione del coefficiente di frantumazione del pietrischetto e della graniglia secondo CNR fasc.4/1 953: limite minimo 200.

Per miscele contenenti meno del 60% di elementi a spigoli vivi, si dovranno effettuare le seguenti ulteriori prove:

- Equivalente in sabbia (CNR B.U. n°27) misurato sulla frazione passante al crivello 5, con limite di accettabilità compreso tra 25 e 65% in peso del passato. Il valore minimo 65 può essere variato in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale.
- Indice di portanza CBR (T CNR- UNI 10009) eseguito sul passato al crivello 25 dopo 4 giorni di imbibizione in acqua.
- Il valore deve essere non inferiore a 50.

Le prove saranno effettuate dal C.Q. del fornitore in cava ogni 2.000 mc ed i relativi certificati saranno conservati nel dossier di qualificazione della cava.

Ogni lotto fornito sarà accompagnato da certificazione di conformità.

Pozzolana stabilizzata con calce idrata

a) Controlli materiali

Il responsabile di C.Q. dovrà accertare che:

- la pozzolana sia conforme a quanto prescritto dal capitolato;
- la calce idrata in polvere sia confezionata in imballaggi di carta e conservata in locali bene asciutti. Ogni lotto sarà accompagnato da certificazione di conformità del fornitore ed i relativi certificati saranno conservati nel dossier di qualificazione materiali;
- siano effettuate delle prove di qualifica dell'impasto della malta in laboratorio di cantiere qualificato come prescritto dal presente capitolato.

b) Controlli in opera

- verifica della sagoma e quote del piano posa strato di fondazione;
- verifica dell'uniforme miscelazione dell'impasto;
- verifica delle condizioni ambientali (assenza di neve, pioggia, gelo);
- verifica del costipamento che dovrà raggiungere una densità in sito non inferiore al 95% della prova AASHTO modificata;
- verifica dello spessore con +1-5% di tolleranza;

Strato di base in materiale granulare

- Prove di granulometria per sabbia, ghiaia o pietrisco, con i setacci prescritti dal Capitolato di Costruzione.
- Prove sui bitumi solidi secondo le "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali", fascicolo n.24 - CNR ediz. 1974.

Prove di stabilità e scorrimento secondo la prova Marshall a 60°C (prova ASTM D1559) con costipamento a 75 colpi di maglio per faccia.

Le prove saranno effettuate dal C.Q. del fornitore presso il suo impianto di confezionamento, ogni 2.000 mq di strato di base posto in opera, per la parte bitume ed in cava per gli inerti ed i relativi certificati saranno conservati nella documentazione di qualificazione degli impianti.

Ogni lotto fornito sarà accompagnato da certificazione di conformità, sia degli inerti che del bitume.

6.6.3 Controlli in corso d'opera

Prima di iniziare i lavori in oggetto, l'APPALTATORE dovrà disporre del modello P.C.Q. indicato al punto 10.1.

Il P.C.Q. sarà redatto in accordo a quanto indicato sulla presente specifica e dovrà essere sottoposto all'approvazione della DIREZIONE LAVORI solo nel caso in cui l'APPALTATORE apporti delle modifiche alla struttura dei certificati od alla tipologia delle fasi di controllo.

Il responsabile di C.O. deve quindi:

- redigere e gestire i P.C.Q. per l'attività in accordo alle relative specifiche, per ogni tratto di pavimentazione individuata in modo univoco sulle planimetrie di progetto;
- registrare i risultati dei controlli effettuati in corso d'opera in accordo alla presente specifica di C.O.;
- accertarsi che la documentazione richiesta ai fornitori dei materiali sia disponibile e conforme, prima della loro messa in opera;
- archiviare tutta la documentazione di C.O. in modo che sia sicura e facilmente rintracciabile;
- non dare luogo ad altri lavori sui lotti di pavimentazione che non abbiano superato i controlli, risultando quindi non conformi alle specifiche ed al contratto; i lavori potranno essere ripresi sui lotti in questione soltanto a valle delle azioni correttive delle difformità riscontrate.

Per ogni lotto di pavimentazione, dovranno essere annotati sul relativo certificato compreso nel PCQ:

- tipo di prova eseguita,
- data di esecuzione,
- nome e firma dell'operatore addetto al controllo,
- controfirma di accettazione della DIREZIONE LAVORI quando richiesta.

Le modalità di esecuzione dei controlli è di seguito specificata; essi saranno eseguiti in corso d'opera dal C.O. dell'APPALTATORE, in accordo alla presente specifica ed a quanto richiesto nel P.C.Q. relativo.

Strato di fondazione in materiale granulare

Preliminarmente si dovrà accertare che il piano di posa dello strato di fondazione abbia le quote, la sagoma ed i requisiti di compattezza prescritti dal progetto Costruttivo e che sia ripulito da materiale estraneo.

Sul materiale posto in opera con le modalità e le prescrizioni del presente Capitolato di Costruzione e dei disegni di progetto saranno eseguiti i seguenti controlli:

- Equivalente in sabbia (CNR B.U. n° 27) misurato sulla frazione passante al crivello 5. La prova va effettuata sul materiale aggregato prelevato dopo costipamento. Il valore deve essere compreso tra 25 e 65% in fase del passato. Il valore minimo 65 può essere variato in funzione delle provenienza e delle caratteristiche del materiale: il materiale da usarsi in trincea dovrà avere plasticità = 0; in corrispondenza di un rilevato dovrà avere plasticità minore di 4. Se le miscele contengono oltre il

60% di elementi a spigoli vivi, la prova non andrà effettuata.

- Densità di costipamento determinato secondo la norma CNR B.U: n°69, escludendo gli elementi trattenuti al setaccio 3/4" - il risultato deve essere superiore al 95% della densità di riferimento minima fornita dalla prova AASHTO modificata. Se la miscela contiene fino al 25% in peso di elementi di dimensioni maggiori di 25 mm, la densità ottenuta (AASHTO modificata, ottenuta in laboratorio) verrà corretta in base alla seguente formula:

$$dc = \frac{100}{\frac{100 - x}{da} + \frac{x}{Pc}}$$

dc = densità corretta

da = densità AASHTO modificata

Pc = peso spec. elementi maggiori 25 mm

x = percentuale in peso degli elementi maggiori di 25 mm

- Misura del modulo di ciclo di carico che deve essere superiore a 1.000 kg/cm²
- Misura dello spessore prescritto; sono ammesse variazioni i 5% purché saltuarie.
- Verifica della sagoma secondo le modalità e limiti di accettabilità indicati nel Capitolato di Costruzione.

Tutte le prove saranno effettuate con le seguenti frequenze:

- 1 prova ogni 1000 m² di strada di categoria A
- 1 prova ogni 4000 m² di strada di categoria B
- 1 prova ogni 10000 m² di strada di categoria C

e comunque con almeno una prova per ogni opera.

Tutte le suddette prove saranno effettuate presso laboratorio qualificato dall'APPALTATORE e approvato dalla DIREZIONE LAVORI.

Le verifiche di compattazione potranno essere presenziate dalla DIREZIONE LAVORI, in tal caso la DIREZIONE LAVORI indicherà i punti di campionamento.

Il Responsabile dei controlli dell'APPALTATORE registrerà l'esito delle prove sul relativo certificato incluso nel P.C.Q. come definito nell'apposita procedura.

Strato di base (in materiale granulare)

- Controllo del peso specifico dello strato costipato con quello del previsto ottenimento con il metodo Marshall.
- Il valore trovato non deve essere inferiore al 98% di quello di riferimento. (Norma CNR BU n.40).
- Controllo dei vuoti contenuti nel campione di strato prelevato (Norma CNR - BU n.39): risultato inferiore al 7%.
- Controllo della sagoma rispetto alle tolleranze previste, con le modalità di cui al punto 2.1 .3.e.5.
- Misura dello spessore prescritto; sono ammesse variazioni ± 5% purché saltuarie.

Tutte le prove saranno effettuate con le seguenti frequenze:

- 1 prova ogni 1000 m² di strada di categoria A e
- 1 prova ogni 4000 m² di strada di categoria B

e comunque con almeno una prova per ogni opera.

Per ogni lotto eseguito da una medesima squadra di lavoro si controllerà che la stesa del materiale avvenga a temperatura superiore a 130°C.

Le verifiche di compattazione potranno essere presenziate dalla DIREZIONE LAVORI, che in tal caso

indicherà i punti di campionamento.

Le suddette prove saranno effettuate in laboratorio qualificato dall'APPALTATORE e approvato dalla DIREZIONE LAVORI.

Gli esiti di tutte le prove e controlli saranno riportati sul relativo certificato compreso nel P.C.Q.

APPENDICE 1: RIFERIMENTI NORMATIVI

Legge 4 Agosto n. 464 - "Norme per agevolare l'acquisizione da parte del Servizio geologico della Direzione generale delle miniere del Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato, di elementi di conoscenza relativi alla struttura geologica e geofisica del sottosuolo nazionale"

Decreto Min. LL.PP. del 16/01/96 - Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi"

Circolare n. 156 AA.GG./STC del Ministero dei LL.PP. del 04/07/1996 - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al D.M. 16.01.1996

Legge 05/11/71 n° 1086 "Norme per la disciplina delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche".

Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 09/01/96 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche".

Circolare LL.PP. n° 252 AA.GG./stc del 15/10/96 "Istruzione per l'applicazione delle norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al D.M. 09/01/96.

Decreto Min. LL.PP. 11/3/88 - "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione"

Circolare Min. LL.PP. 24/9/88 n.30483 - "L.2.2.1974, n. 64 - art. 1 - D.M. 11/3/88 - 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 Presidente della Repubblica 21/4/1993 n. 246 - "Regolamento di attuazione della Direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da calcestruzzo"

Circolare Min. LL.PP. 11/7/1987 n. 2337 "Provvedimenti per la sicurezza stradale. Barriere stradali - Specifica per l'impiego delle barriere in acciaio"

Decreto 30/4/1992 n. 285 "Nuovo codice della strada"

DPR 16/12/1992 n. 495 "Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada".

ASTM D 1883/61T

AASHTO T 180-57

Norme svizzere VSS-SNV 70317

Elenco delle norme elaborate dalla Commissione di studio per le norme relative ai materiali stradali e progettazione, costruzione e manutenzione strade, pubblicate sul Bollettino Ufficiale del CNR, Parte IV (Norme Tecniche).

Le suddette norme sono state raggruppate, al fine di consentire una più agevole consultazione delle medesime.

Gruppo I Progettazione, costruzione, manutenzione

Gruppo II Materiali stradali - Sovrastrutture

1 - Geotecnica stradale

2 - Aggregati e filler

3 - Leganti idrocarburici e miscele con aggregati

a - leganti

b - miscele

4 - Leganti idraulici e miscele con aggregati

a - leganti

b - miscele

5 - Sovrastrutture

a - caratteristiche di portanza

b - caratteristiche superficiali

6 - Geotessili e geomembrane

7 - Materiali per segnaletica

8 - Materiali diversi

9 - Varie

Gruppo I Progettazione, costruzione, manutenzione

C.N.R.-B.U. n. 60	(26/4/78) -	Norme sulle caratteristiche geometriche e di traffico delle strade urbane
C.N.R.-B.U. n. 77	(05/5/80) -	Istruzioni per la redazione dei progetti di strade (Sost. B.U. n. 5 - 1967)
C.N.R.-B.U. n. 78	(28/7/80) -	Norme sulle caratteristiche geometriche delle strade extraurbane (Sost. in parte B.U. n. 31 - 1973)
C.N.R.-B.U. n. 90	(15/4/83) -	Norme sulle caratteristiche geometriche e di traffico delle intersezioni stradali urbane
C.N.R.-B.U. n. 91	(02/5/83) -	Istruzioni per la determinazione della redditività degli investimenti stradali
C.N.R.-B.U. n. 125	(20/4/88) -	Istruzioni sulla pianificazione della manutenzione stradale
C.N.R.-B.U. n. 150	(15/12/92) -	Norme sull'arredo funzionale delle strade urbane

Gruppo II Materiali stradali - Sovrastrutture

1 - Geotecnica stradale

C.N.R.-B.U. n. 22	(03/2/72) -	Peso specifico apparente di una terra in sito
C.N.R.-B.U. n. 23	(14/12/71) -	Analisi granulometrica di una terra mediante crivelli e setacci
C.N.R.-B.U. n. 25	(27/1/72) -	Campionatura di terre e terreni
C.N.R.-B.U. n. 27	(30/3/72) -	Metodo di prova per la misura dell'equivalente in sabbia
C.N.R.-B.U. n. 69	(30/11/73) -	Norme sui materiali stradali Prova di costipamento di una terra (Sost. B.U. n. 8 - 1967)
C.N.R.-B.U. n. 104	(27/11/84) -	Identificazione delle rocce più comuni impiegate come aggregati stradali

2 - Aggregati e filler

C.N.R.-B.U. n. 34	(28/3/73) -	Determinazione della perdita in peso per abrasione di aggregati lapidei con l'apparecchio "Los Angeles"
C.N.R.-B.U. n. 62	(09/5/78) -	Determinazione della massa volumica apparente di aggregati non addensati
C.N.R.-B.U. n. 63	(15/5/78) -	Determinazione della massa volumica apparente dei granuli di aggregato
C.N.R.-B.U. n. 64	(16/5/78) -	Determinazione della massa volumica reale dei granuli di un aggregato
C.N.R.-B.U. n. 65	(18/5/78) -	Determinazione della: a) porosità dei granuli di aggregati b) percentuale dei vuoti di aggregati- c) indice dei vuoti di aggregati
C.N.R.-B.U. n. 75	(08/4/80) -	Determinazione del quantitativo di materiale fino di un aggregato passante al setaccio da 0,075 mm
C.N.R.-B.U. n. 76	(21/4/80) -	Determinazione della massa volumica di aggregati assestati con tavola a scosse
C.N.R.-B.U. n. 80	(15/11/80) -	Determinazione della sensibilità al gelo di aggregati lapidei per sovrastrutture stradali
C.N.R.-B.U. n. 93	(11/7/83) -	Campionatura di aggregati
C.N.R.-B.U. n. 95	(31/1/84) -	Forma di aggregati lapidei
C.N.R.-B.U. n. 109	(20/12/85) -	Norme sugli aggregati: determinazione del coefficiente di usura Micro - Deval
C.N.R.-B.U. n. 113	(20/3/86) -	Norme sugli aggregati: determinazione del coefficiente di afflusso della frazione 0,075/4 mm
C.N.R.-B.U. n. 122	(20/1/88) -	Norme sugli aggregati: determinazione della influenza di un filler su punto di rammollimento palla-anello di un legante idrocarburico
C.N.R.-B.U. n. 123	(27/1/88) -	Norme sugli aggregati: determinazione della percentuale dei vuoti del filler secco costipato secondo "Rigden"
C.N.R.-B.U. n. 137	(15/10/92) -	Norme sugli aggregati: determinazione del coefficiente di imbibizione
C.N.R.-B.U. n. 138	(15/10/92) -	Norme sugli aggregati: prova di spogliamento di una miscela di legante idrocarburico e aggregati lapidei in presenza di acqua
C.N.R.-B.U. n. 139	(15/10/92) -	Norme sugli aggregati: criteri e requisiti di accettazione degli aggregati impiegati nelle sovrastrutture stradali
C.N.R.-B.U. n. 140	(15/10/92) -	Misura del coefficiente di levigabilità accelerata (CLA) delle graniglie

UNI 8520 p.te 15 fini		Determinazione dell'equivalente in sabbia e del valore di blu degli aggregati
3 - Leganti idrocarburici e miscele con aggregati		
a - leganti		
C.N.R.-B.U. n. 24	(29/12/71) -	Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali. Metodi di prova: penetrazione
C.N.R.-B.U. n. 35	(22/11/73) -	Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali. Metodi di prova: punto di rammollimento (Metodo palla e anello)
C.N.R.-B.U. n. 43	(06/06/74) -	Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali. Metodi di prova: punto di rottura (metodo Fraass)
C.N.R.-B.U. n. 44	(29/10/74) -	Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali. Metodi di prova: duttilità
C.N.R.-B.U. n. 48	(24/02/75) -	Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali. Metodi di prova: solubilità in solventi organici
C.N.R.-B.U. n. 50	(17/3/76) -	Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali. Metodi di prova: perdita per riscaldamento (volatilità)
C.N.R.-B.U. n. 54	(10/3/77) -	Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali. Metodi di prova: perdita per riscaldamento (volatilità) in strato sottile
C.N.R.-B.U. n. 66	(20/5/78) -	Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali. Metodi di prova: contenuto di paraffina
C.N.R.-B.U. n. 67	(22/5/78) -	Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali. Metodi di prova: densità a 25/25°C
C.N.R.-B.U. n. 68	(23/5/78) -	Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali. Caratteristiche per l'accettazione
C.N.R.-B.U. n. 72	(22/12/79) -	Norme per la caratterizzazione dei bitumi per usi stradali. Metodi di prova determinazione del punto di infiammabilità (metodo Cleveland a vaso aperto)
C.N.R.-B.U. n. 81	(31/12/80) -	Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali. Campionatura dei bitumi
C.N.R.-B.U. n. 98	(26/5/84) -	Norme per l'accettazione delle emulsioni per usi stradali. Campionatura delle emulsioni bituminose.
C.N.R.-B.U. n. 99	(29/5/84) -	Norme per l'accettazione delle emulsioni per usi stradali. Metodi di prova: determinazione della polarità delle particelle di bitume
C.N.R.-B.U. n. 100	(31/5/84) -	Norme per l'accettazione delle emulsioni per usi stradali. Metodi di prova: determinazione del contenuto di legante mediante distillazione
C.N.R.-B.U. n. 101	(16/7/84) -	Norme per l'accettazione delle emulsioni per usi stradali. Metodi di prova: determinazione del contenuto di acqua
C.N.R.-B.U. n. 102	(23/7/84) -	Norme per l'accettazione delle emulsioni per usi stradali. Metodi di prova: determinazione della viscosità Engler a 20 °C
C.N.R.-B.U. n. 103	(31/7/84) -	Norme per l'accettazione delle emulsioni per usi stradali. Metodi di prova: determinazione del trattenuto al setaccio 0.85 mm
C.N.R.-B.U. n. 124	(5/2/88) -	Norme per l'accettazione delle emulsioni per usi stradali. Metodi di prova: determinazione della sedimentazione a 5 giorni
b - miscele		
C.N.R.-B.U. n. 30	(15/3/73) -	Determinazione della stabilità e dello scorrimento di miscele di bitume e inerti lapidei a mezzo dell'apparecchio Marshall
C.N.R.-B.U. n. 38	(21/3/73) -	Determinazione del contenuto di legante di miscele di bitume e aggregati lapidei
C.N.R.-B.U. n. 39	(23/3/73) -	Determinazione della porosità o percentuale dei vuoti di miscele di aggregati lapidei con bitume o catrame
C.N.R.-B.U. n. 40	(30/3/73) -	Determinazione del peso di volume di miscele di aggregati lapidei con bitume o catrame
C.N.R.-B.U. n. 61	(05/5/78) -	Campionatura di conglomerati bituminosi
C.N.R.-B.U. n. 106	(10/4/85) -	Determinazione della deformabilità a carico costante di miscele bituminose e calcolo del modulo complesso

C.N.R.-B.U. n.130 (21/11/89) - Norme sulle miscele di aggregati e leganti idrocarburici. Determinazione della resistenza a compressione e della suscettibilità all'acqua di miscele di aggregati lapidei ed emulsioni bituminose

C.N.R.-B.U. n.133 (14/12/91) - Norme sulle miscele di aggregati e leganti idrocarburici. Recupero del bitume da una soluzione col metodo Abson

C.N.R.-B.U. n.134 (19/12/91) - Norme sulle miscele di aggregati e leganti idrocarburici. Determinazione della resistenza a trazione indiretta e della deformazione a rottura di miscele di aggregati lapidei e bitume

C.N.R.-B.U. n.136 (27/12/91) - Norme sulle miscele di aggregati e leganti idrocarburici. Determinazione della deformazione (impronta) di miscele di aggregati lapidei e bitume sotto carico statico

C.N.R.-B.U. n.148 (14/12/92) - Norme sulle miscele di aggregati e leganti idrocarburici. Istruzioni sui conglomerati a freddo ottenuti con emulsioni bituminose

C.N.R.-B.U. n.149 (15/12/92) - Norme sulle miscele di aggregati e leganti idrocarburici. Valutazione dell'effetto di immersione in acqua sulle proprietà di una miscela (sost. B.U. n. 121 - 1987)

4 - Leganti idraulici e miscele con aggregati

a - leganti

b - miscele

C.N.R.-B.U. n. 29 (07/11/72) - Norme sui misti cementati

C.N.R.-B.U. n. 36 (21/2/73) - Stabilizzazione delle terre con calce

C.N.R.-B.U. n. 97 (31/3/84) - Prove distruttive sul calcestruzzo. Prova di resistenza a trazione indiretta (Prova Brasiliana)

5 - Sovrastrutture

a - caratteristiche di portanza

C.N.R.-B.U. n. 92 (09/5/83) - Determinazione del modulo di reazione "k" dei sottofondi e delle fondazioni in misto granulare

C.N.R.-B.U. n. 141 (06/3/92) - Determinazione della deflessione di una sovrastruttura flessibile o di un sottofondo stradale mediante il deflettometro Benkelmann

C.N.R.-B.U. n. 146 (14/12/92) - determinazione del modulo di deformazione Md e Md' mediante prova di carico a doppio ciclo con piastra circolare (sostituisce B.U. n. 9 - 1967)

b - caratteristiche superficiali

C.N.R.-B.U. n. 94 (15/10/83) - Norme per la misura delle caratteristiche superficiali delle pavimentazioni. Metodo di prova per la misura della macrorugosità superficiale con il sistema della altezza di sabbia

C.N.R.-B.U. n. 105 (15/3/85) - Norme per la misura delle caratteristiche superficiali delle pavimentazioni. Metodo di prova per la misura della resistenza di attrito radente con l'apparecchi portatile a pendolo

C.N.R.-B.U. n. 147 (14/12/92) - Norme per la misura delle caratteristiche superficiali delle pavimentazioni. Metodo di prova per la misura del coefficiente di aderenza con l'apparecchio S.C.R.I.M.

6 - Geotessili e geomembrane

C.N.R.-B.U. n.110 (23/12/85) - Determinazione della massa per unità di superficie di un geotessile

C.N.R.-B.U. n.111 (24/12/85) - Determinazione dello spessore del geotessile sotto carichi prefissati

C.N.R.-B.U. n.142 (15/10/92) - Norme sui geotessili. Prova di trazione sui geotessili non tessuti.

C.N.R.-B.U. n.143 (15/10/92) - Norme sui geotessili. Determinazione della resistenza alla lacerazione

C.N.R.-B.U. n.144 (15/10/92) - Norme sui geotessili. Determinazione della permittività idraulica e del corrispondente coefficiente di permeabilità trasversale nominali

C.N.R.-B.U. n.145 (15/10/92) - Norme sui geotessili. Prova di filtrazione su geotessili: determinazione del diametro massimo del materiale passante

7 - Materiali per segnaletica

8 - Materiali diversi

9 - Varie

Sono inoltre in corso di rielaborazione e sostituzione le seguenti Norme e Istruzioni edite in anni precedenti e tuttora in parte valide:

A - Fascicoli separati

Norme C.N.R. per l'accettazione di:

n. 1/1951 - Catrami per usi stradali

- n. 5/1954 - Cubetti di pietra per pavimentazioni stradali
- n. 6/1956 - Polveri di rocce asphaltiche per pavimentazioni stradali
- n. 7/1957 - Bitumi liquidi per usi stradali
- n. 8/1958 - Emulsioni bituminose per usi stradali

B - Norme C.N.R. - UNI

UNI EN 13242:2004, UNI EN 13285:2004, UNI EN ISO 14688-1:2003.- Tecnica di impiego delle terre

UNI 10007/1963 - Opere murarie

CEN ISO/ TS 17892-1 (edizione ottobre 2004). - Umidità di una terra

UNI EN 13286-47 - Indice di portanza CBR di una terra

UNI EN 15326/2009- Bitumi e leganti bituminosi - Misura della massa volumica e del peso specifico

UNI EN 1097/6 - Prove sulle terre - peso specifico dei granuli

UNI CEN ISO/TS 17892-12:2005- Determinazione dei limiti di consistenza o di Atterberg di una terra

7. ARMAMENTO FERROVIARIO

7.1 Ballast

Il pietrisco, naturale o ricavato da frantumazione di rocce, da utilizzare per i lavori di costruzione a nuovo, di rinnovamento e di manutenzione della massicciata ferroviario dovrà rispondere a quanto definito dalla Specifica Tecnica di RFI con codifica RFI DINIC SF AR 04 001 A che si intende qui richiamata integralmente.

7.2 Traverse e organi di attacco

Il progetto prevede l'uso di traverse con caratteristiche geometriche, meccaniche e prestazionali adeguate all'impiego con armamento ferroviario 50 UNI a scartamento ridotto. Le traverse devono essere complete di sistema di attacco rotaia-traversa che permetta di garantire la variazione continua dello scartamento da 950 a 980 mm.

Le traverse potranno essere monoblocco o biblocco.

Per i principali parametri dimensionali vengono definiti i seguenti valori:

Parametro	Traversa monoblocco	Traversa biblocco
Lunghezza della traversa riferita al piano di appoggio	1700÷1900 mm	1650÷1700 mm
Lunghezza dei singoli blocchetti	-	600 mm
Larghezza della traversa riferita al piano di appoggio	280÷300 mm	270÷300 mm
Larghezza della traversa riferita al piano di appoggio nel tratto centrale della traversa	-	-
Altezza della traversa nella sezione sottorotaia	160÷200 mm	160 ÷200 mm
Altezza della traversa nella sezione di mezzzeria	≥ 150 mm	-
Inclinazione del piano di appoggio della rotaia	1/20	1/20
Massa teorica della traversa compresi inserti di ancoraggio di primo livello	≥ 170 kg	≥ 130 kg

La traversa deve ospitare, un sistema di fissaggio della rotaia in grado di garantire una variazione di scartamento $\Delta S=30$ mm. Pertanto dovranno essere presentati gli elaborati progettuali esecutivi, rilasciati dal progettista o dal produttore del sistema di attacco, che dimostrino l'effettiva realizzabilità della variazione di scartamento sopra menzionata (950÷980 mm), senza modificare le caratteristiche dimensionali della traversa.

I materiali con cui le traverse sono realizzate devono essere selezionati per garantire la durabilità del calcestruzzo. Devono essere rintracciabili e correlabili ai relativi bollettini prove e DC emesse a fronte di accettazione.

Il cemento deve essere preferibilmente del tipo Portland UNI EN 197-1 CEM I con classe di resistenza non inferiore a 42,5 . Può essere utilizzato cemento di classe diversa dalla I solo se il produttore può dimostrare la durabilità del manufatto e tale dimostrazione venga approvata dal Committente

Il Fornitore deve avvalersi di cementifici operanti nell'ambito di un SGQ certificato.

Il cemento utilizzato deve essere sottoposto alle prove previste dalla normativa vigente, con una frequenza non inferiore a quella fissata dalla UNI EN 197-1.

Il Fornitore deve ottenere i certificati attestanti le caratteristiche chimiche e fisiche del cemento utilizzato.

Gli aggregati devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze pulverulente, limose o argillose, di gesso, di sostanze organiche o comunque nocive all'indurimento del CLS e alla conservazione delle armature.

Gli aggregati utilizzati devono essere acquisiti dal Fornitore con dichiarazione di conformità CE secondo quanto previsto dalla UNI EN 12620.

L'acqua utilizzata deve essere conforme alla norma UNI EN 1008.

L'additivo utilizzato per il confezionamento del calcestruzzo deve essere esente da cloruri secondo la norma EN 934-2: la conformità del tipo di additivo deve essere verificata come previsto dalla normativa UNI

EN 934-2. Il dosaggio deve essere conforme a quanto previsto dalla UNI EN 206-1.

Il CLS utilizzato per la produzione dei manufatti, sarà conforme a quanto specificato nella norma EN 206-1.

Gli inserti dell'attacco rotaia/traversa sono definiti in base al sistema di attacco utilizzato e devono essere rispondenti ai disegni ed alle specifiche tecniche definite dal sistema stesso. All'uopo il fornitore dovrà presentare elaborati grafici completi dell'insieme attacco-traversa, per il tipo di rotaia 50 UNI, in cui siano perfettamente individuabili le caratteristiche dimensionali delle sedi dell'attacco rotaia – traversa e del sistema di attacco medesimo. Le traverse, sia normali che speciali dovranno consentire l'allargamento dello scartamento da 950 a 980 mm. A tal fine il fornitore dovrà presentare la documentazione tecnica relativa al sistema di attacco come definita nella successiva parte IV della presente specifica.

Le superfici di tali componenti, che rimangono a contatto con il calcestruzzo, saranno prive di sporcizia, olio, ruggine o qualsiasi altro tipo di contaminante.

7.3 Rotaie

Le rotaie dovranno essere nuove di fabbrica, in barre di acciaio della lunghezza da 36 m, non forate alle estremità, del tipo 50 UNI – qualità 900A (Fe880-1).

Le rotaie dovranno rispondere ai requisiti previsti dalle normative UNI 3141 e UNI 6328 e armonizzate con le norme EN 13674-1 (ex UIC 860-0).

7.4 Deviatoi

Gli scambi dovranno essere di nuova fabbricazione, realizzati secondo gli schemi già predisposti dalle Ferrovie Appulo Lucane per gli scambi a scartamento ridotto tipo S 50 UNI/106,8/0,12 sx o dx. Le principali caratteristiche costruttive di tali deviatoi vengono elencate di seguito:

- Lunghezza totale 19086 mm.
- Lunghezza deviata 10200 mm.
- Lunghezza di ingresso 8886 mm.
- Lunghezza deviata 1218 mm.
- Tangente 0,12.
- Raggio di curvatura del ramo deviato pari a 106,80 m.
- Traverse in cemento di larghezza 28 o 30 cm e lunghezza variabile di 1800-2000-2200-2400-2600-2800-3000-3200-3400 mm.
- Scartamento max 965 mm.
- Scartamento min 950 mm.
- Cuore retto, in acciaio pressofuso al manganese, con chiavarde speciali ad alta resistenza.
- Angolo di uscita del cuore retto di 6°23'50", che consente di essere agevolmente inserito in comunicazione.
- Ago elastico.

La distanza tra le traverse dovrà essere costante e pari a 0,6 m in tutto il deviatoio tranne che in corrispondenza della cassa di manovra, predisposta per il MOD L90, dove andrà prevista una variazione di spartito per agevolare l'inserimento della cassa stessa.

Tutte le rotaie andranno disposte verticalmente ed ancorate mediante attacchi indiretti con piastre simili a quelli adottati per il binario corrente. Gli innesti con le rotaie del binario corrente, inclinate di un ventesimo verso l'interno, sarà effettuato mediante torsione elastica di un tratto di circa 1,20 m, due traverse, realizzata con piastre intermedie inclinate di un quarantesimo.

La velocità massima di percorrenza sul corretto tracciato non dovrà essere soggetta ad alcuna limitazione rispetto alla velocità di linea. Per la percorrenza del deviatoio sul ramo deviato dovrà essere garantita la possibilità di transito in sicurezza fino alla velocità di 30 km/h.

OPERE VARIE

8.1 Generalita'	186
8.2 Prescrizioni Tecniche Particolari	186
8.3 Prescrizioni Ed Oneri Generali	191
8.4 Collaudi	191
8.5 Specifica di controllo qualita' per opere varie	192

8.1 Generalita'

8.1.1 Definizioni

Oggetto della presente Sezione del Capitolato è l'insieme delle tipologie di lavoro non incluse e/o non contemplate in altre sezioni del Capitolato.

Esse consistono in:

- reti di distribuzione;
- manufatti per tombini e sottopassi;
- tubazioni per drenaggi;
- recinzioni;

8.1.2 Normative

Si intendono qui richiamate e valide a tutti gli effetti le Norme, Leggi, Regolamenti citati nelle sezioni di competenza e precisamente:

- Sezione III Movimenti di terra
- Sezione IV Opere in conglomerato cementizio.

8.2 Prescrizioni Tecniche Particolari

8.2.1 Reti di distribuzione

Il presente capitolo riguarda tutti quei lavori connessi con la costruzione di reti di distribuzione o raccolta di qualsiasi tipo connesse con la costruzione di fabbricati.

Riguarda altresì la deviazione e/o i rifacimenti di reti esistenti ed interferenti con la linea ferroviaria e/o con le reti in costruzione.

Scavi

a) Generalità

L'APPALTATORE accerterà a sua cura e spese e segnalerà sul terreno tutti quei servizi che possono interessare lo scavo.

L'APPALTATORE eseguirà poi il tracciato dello scavo sia come larghezza sia come andamento dell'asse, in modo che lo scavo risulti il meno possibile interessato dai servizi individuati.

L'APPALTATORE non dovrà in alcun caso, manomettere, spostare o tagliare cavi o qualsiasi tubazione interrata o quant'altro interferente con lo scavo prima di averne accertata la natura e la funzione e prima di aver avuto le necessarie autorizzazioni dal proprietario/esercente; situazioni particolari dovranno essere tempestivamente segnalate alla DIREZIONE LAVORI.

Il taglio dell'eventuale manto stradale e della fondazione, o la demolizione della pavimentazione - il tutto di qualsiasi tipo e spessore - dovrà essere effettuato con adatti mezzi d'opera. Il taglio del manto di usura e della fondazione dovrà essere eseguito in modo da evitare danni non strettamente necessari alla pavimentazione e non dovrà avere, di norma, una larghezza superiore di 20 cm. totali a quella dello scavo.

Gli scavi per qualsiasi genere di lavoro, eseguiti a mano e/o con mezzi meccanici, in terreni e/o materiali di riporto di qualsiasi natura e consistenza, sia all'asciutto che in acqua, dovranno essere eseguiti così come impone la buona tecnica e avranno dimensioni tali da consentire la posa delle tubazioni interrate secondo la normativa vigente.

Sarà cura e onere dell'APPALTATORE evitare franamenti delle pareti dello scavo, per tutto il tempo durante il quale gli scavi rimarranno aperti; a tale scopo dovrà provvedere ad effettuare le necessarie ed idonee opere provvisorie a sostegno delle pareti dello scavo.

Resteranno a totale carico dell'APPALTATORE tutti gli oneri connessi con i lavori necessari alla rimozione di eventuali materiali franati nello scavo già eseguito ed il riempimento della maggiore sezione di scavo con materiale e modalità idonei ed ai conseguenti maggiori ripristini. L'APPALTATORE risponderà dei danni arrecati a persone o cose a seguito di frane e smottamenti.

b) Difesa dalle acque

L'APPALTATORE dovrà provvedere a sua cura e spese, alla realizzazione e manutenzione delle opere necessarie affinché le acque, anche piovane, eventualmente scorrenti sulla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi negli scavi, alla rimozione di ogni impedimento che si opponga al regolare deflusso delle acque e di ogni causa di rigurgito, anche ricorrendo all'apertura di fossi di guardia, di canali fugatori, scoline, pozzi perdenti ecc.; il tutto senza provocare danni ad altri manufatti od opere e senza causare interruzioni nei lavori degli impianti in genere. In ogni caso i materiali destinati alla costruzione delle reti non dovranno essere usati per la creazione di fossi o canali per il convogliamento di acque e per la copertura anche provvisoria di fossati.

c) Utilizzazione dei materiali di risulta

I materiali provenienti dagli scavi di ogni genere o dalle demolizioni potranno essere riutilizzati per i rinterri ove ritenuti idonei. In caso contrario dovranno essere portati ad una discarica autorizzata.

L'APPALTATORE dovrà provvedere inoltre, a sua cura e spese, al recupero di quanto proveniente dagli scavi, appartenente ad Enti Pubblici o Privati, Comuni, etc.

L'APPALTATORE dovrà eseguire i lavori di scavo e di rinterro in modo tale da non costituire pericolo e non recare danno ai fabbricati e alle opere limitrofe. Dovrà inoltre aver cura di non danneggiare la pavimentazione stradale con il movimento dei propri mezzi e/o le colture non direttamente interessate all'esecuzione dei lavori.

L'APPALTATORE dovrà pertanto adottare a sua cura e spese, tutti i provvedimenti atti ad evitare danni ed a garantire l'incolumità di persone e cose restando di tali rischi l'unico responsabile.

d) Rimozione di trovanti

Nel caso di rinvenimento nello scavo di trovanti l'APPALTATORE dovrà provvedere alla loro rottura e rimozione, qualora gli stessi non siano asportabili con i normali mezzi di scavo.

Per tale lavoro potrà usare i mezzi che crederà più opportuni sottostando, nel caso dell'uso di esplosivi, a quanto previsto dalle norme vigenti.

Particolari tipi di scavo

a) Scavi per attraversamenti speciali

Saranno eseguiti a mano o con mezzi meccanici a seconda della natura dell'attraversamento e delle difficoltà di esecuzione.

Nel caso di attraversamenti subalveo di fiumi, torrenti o canali, lo scavo dovrà essere effettuato con mezzi adeguati alla difficoltà di esecuzione connesse con l'ampiezza dell'attraversamento e la natura del terreno. Il fondo scavo, alla profondità di progetto, dovrà avere un andamento orizzontale e sarà mantenuto in tali condizioni per tutta la durata del varo della tubazione. In golena, la larghezza in sommità della trincea e la pendenza delle pareti saranno adeguate alla consistenza del terreno.

b) Scavi per la manutenzione di tubazioni ed opere accessorie

Questi lavori saranno normalmente eseguiti per rendere possibile interventi su rete esistenti (riparazioni dispersioni, collegamenti, adeguamento di reti, ecc.).

L'APPALTATORE, oltre ad osservare tutte le modalità precedentemente descritte, dovrà usare particolari accorgimenti per non danneggiare la rete già posta in opera.

In particolare:

- nelle fasi iniziali di scavo, si dovrà operare con la massima cura e attenzione in modo tale da individuare esattamente la posizione e la profondità della rete ed eventuali servizi adiacenti;
- potranno essere usati mezzi meccanici per lo scavo avendo sempre cura che gli stessi non vengano mai a contatto con la rete; la restante parte dello scavo dovrà essere eseguita a mano;
- dovranno essere messi in atto tutti gli accorgimenti atti ad evitare deformazioni dell'asse geometrico della rete, abbassamenti e/o galleggiamenti, che quali possano provocare danni alla rete esistente o in costruzione.

Movimentazione e stoccaggio dei materiali

Tutti i materiali dovranno essere stoccati in maniera tale da evitare qualsiasi tipo di danno al materiale stesso e/o al loro rivestimento. In particolare si dovrà:

- Stoccare al chiuso o in area coperta tutti quei materiali che possono danneggiarsi per esposizione alle intemperie (sole, polvere, gelo, etc.).
- Non accatastare in pila i materiali, e in ogni caso interporre tra gli strati opportuni distanziatori.
- Movimentare i materiali con mezzi opportuni e con l'uso di braghe a fascia di larghezza opportuna.
- E' escluso in ogni caso lo scarico dei materiali mediante caduta dello stesso dal mezzo di trasporto. In casi particolari è tollerato l'uso di scivoli inclinati, purché il materiale da scaricare sia opportunamente trattenuto.
- Nel caso il materiale venga predisposto a piè d'opera per ulteriori lavorazioni si dovranno adottare tutti gli accorgimenti atti ad evitare danneggiamenti al materiale o al suo rivestimento.
- Nel caso di stoccaggio di materiali pericolosi (infiammabili, esplosivi, etc.) dovranno adottarsi tutte le misure imposte dalle normative e dalle Leggi vigenti quali, ma non limitatamente:
 - ventilazioni dei magazzini chiusi
 - protezioni dai raggi del sole
 - recinzioni particolari
 - zone di rispetto.

Posa in opera delle reti interrate

Posa in opera cavi interrati

a) Definizione

La posa in opera dei cavi interrati riguarda il tiraggio dei cavi posti in trincea, dei cavi direttamente interrati, dei cavi posati in cunicoli di cemento, dei cavi tirati in tubo.

b) Posa dei cavi

Tutti i cavi in matasse o bobine dovranno essere trasportati e posati in modo da evitare danneggiamenti. Non è consentito il rotolamento delle bobine, tranne per i piccoli spostamenti e per la sistemazione delle bobine sui cavalletti.

Ogni cavo sarà posato in trincee o canalette in cemento sopra uno strato di sabbia, in accordo ai disegni di progetto.

Lo svolgimento del cavo dovrà essere eseguito con le bobine sul carrello o su cavalletti che ne consentano la facile rotazione e tirando il cavo in modo che lasci la bobina dal basso.

Durante la posa il cavo deve appoggiare su rulli posati tra di loro ad una distanza tale che il cavo non strisci sul terreno o sabbia.

Il tiraggio dei cavi sarà eseguito a mano o mediante adatte macchine tiracavi rispettando il massimo sforzo di trazione ammesso dal costruttore dei cavi stessi. L'APPALTATORE deve accertarsi presso il fornitore in merito ai valori di cui sopra.

Il taglio a misura dei cavi dovrà essere fatto all'atto della posa in opera degli stessi, lasciando conveniente margine per l'esecuzione delle terminazioni.

Una volta eseguito il taglio della pezzatura della bobina, i terminali sia del cavo, sia quello rimasto sulla bobina dovranno essere sigillati in maniera corretta.

La posa dei cavi dovrà essere effettuata in accordo alle sezioni ed ai disegni di progetto.

La spaziatura tra i cavi dovrà essere realizzata in accordo al progetto.

Tutti i cavi dovranno essere identificati lungo il loro percorso mediante fascette in plastica o in piombo collocate ogni 30 40 m recanti il contrassegno del cavo in accordo con l'Elenco Cavi del Progetto.

Nel caso in cui il cavo debba essere posato in apposito tubo, tutte le tubazioni portacavi dovranno essere accuratamente pulite e soffiate con aria prima dell'infilaggio. I cavi saranno infilati sui tubi portacavi già completi e fissati in tutte le loro parti.

Nel caso di posa su apposite canalette portacavi ogni cavo dovrà essere posato su passerelle già complete e fissate in ogni loro parte. I cavi dovranno essere posati in maniera da assumere un andamento più possibile rettilineo e dovranno essere fissati con fascette fermacavo in PVC o con morsetti metallici nel

caso di passerelle verticali.

Posa in opera tubazioni interrate

a) Definizione

La posa in opera delle tubazioni interrate riguarda le operazioni connesse con la stesura dei tubi, sigillatura dei giunti e collaudo delle linee interrate così come indicato sui disegni di progetto.

b) Posa delle tubazioni

Le tubazioni potranno essere in acciaio, ghisa, PVC, PRFV, cemento e del tipo ovoide in cemento armato vibrato o comunque come mostrato sui disegni di progetto. Le linee dovranno essere poste con le pendenze indicate poggiate su idoneo sottofondo in modo da non danneggiare la tubazione e/o il suo rivestimento.

Tutti i materiali saranno forniti da qualificati rivenditori in grado di assicurare e fornire certificazioni e quantitativi di materiali congrui con l'opera da eseguire.

Le tubazioni prima del collaudo dovranno essere pulite mediante soffiaggio e nel caso di acqua potabile o sanitaria mediante lavaggio.

L'APPALTATORE dovrà predisporre tutta l'attrezzatura necessaria per le operazioni sopra descritte.

Per tutte le tipologie di materiali usati, ove non già definito in progetto, l'APPALTATORE dovrà comunicare alla DIREZIONE LAVORI le procedure di connessione (giunti saldati, giunti incollati, giunti a bicchiere, etc.) che intende utilizzare.

Modifiche di reti esistenti

Nel Caso di interferenze con reti esistenti, interrate e non interrate, tali da richiedere una modifica di tracciato della rete esistente, sarà cura ed onere dall'APPALTATORE accordarsi direttamente con l'Ente proprietario, concordare le modalità di intervento informando costantemente la DIREZIONE LAVORI.

Resta inteso che la modifica di tracciato sarà eseguita rispettando tutte le norme, specifiche e procedure in vigore presso l'Ente proprietario.

Riempimenti

a) Generalità

Nel caso di scavi all'interno del quale siano presenti tubazioni e/o cavi, il rinterro dovrà essere eseguito con modalità e materiali di riempimento idonei; in particolare l'APPALTATORE dovrà evitare che sassi, massi, materiali di risulta, spezzoni di altre tubazioni, siano gettati all'interno dello scavo. Il rinterro di scavi, all'interno dei quali siano presenti tubazioni in polietilene, deve essere effettuato in maniera tale da consentire che il tubo si assesti assumendo la temperatura del terreno. In particolare una delle estremità della tratta della condotta dovrà essere mantenuta libera di muoversi curando che il riempimento dello scavo abbia inizio dalla parte opposta.

Sono ammessi rinterri parziali nel caso sia necessario "bloccare" la tubazione; in ogni caso dovranno rimanere scoperte ed ispezionabili tutte le giunzioni, fino ad effettuazione con esito positivo dei collaudi previsti.

b) Materiali

Si definiscono due classi di materiale di riempimento:

- materiale di riempimento di tipo A, posato immediatamente sotto, sopra e di fianco alla rete secondo le modalità e gli spessori di progetto;
- materiale di riempimento di tipo B, posato al di sopra del materiale di tipo A fino alla quota del piano campagna o alla quota di inizio della sottofondazione della pavimentazione, e comunque non a contatto con la rete.

Il materiale di tipo A dovrà essere un materiale prevalentemente costituito da sabbia o pozzolana o comunque come previsto in sede di progetto e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- almeno il 95% in peso del materiale dovrà avere dimensioni inferiori a 6 mm.
- almeno il 70% in peso del materiale dovrà avere dimensioni inferiori a 2 mm.
- non più del 5% in peso del materiale dovrà avere dimensioni inferiori a 0,074 mm (non più del 5% in peso dovrà passare al vaglio 200 ASTM)
- dovrà essere esente da detriti, materiale organico, pietre o qualsiasi altro materiale estraneo.

Il materiale di riempimento di tipo B, dovrà essere preferibilmente costituito da sabbia, ghiaia e ciottoli o pozzolana, onde preconstituire un buon sottofondo per le pavimentazioni stradali.

Ove non esistessero problemi di pavimentazione e/o di servizi vicini, potrà essere utilizzato materiale di risulta, il quale dovrà comunque risultare esente da detriti, materiale organico e pietre di grosse dimensioni (> di 20 cm).

La posa in opera del materiale di rinterro di tipo A dovrà avvenire secondo le modalità indicate qui di seguito:

- Strato di fondazione sotto la rete: deposto sul fondo dello scavo a strati di spessore non superiore di 15 cm, compattato a mano con cura ordinaria mediante l'utilizzo di pala. Il materiale dovrà essere posto in opera per tutta la larghezza della trincea. Lo spessore minimo finale dello strato al di sotto della rete dovrà essere come da progetto e comunque non inferiore a 7 cm.
- Strato o strati di rinfiango: la compattazione dello stesso sarà prescritta in fase di progetto.
- Strato di copertura: dovrà essere posto in opera senza compattazione usando lo spessore di progetto e comunque non inferiore a cm 15.

La posa in opera del materiale di tipo B dovrà sempre avvenire in modo tale da evitare che venga meno lo spessore di ricoprimento minimo indicato per il materiale di tipo A. Una compattazione a strati di spessore non superiori a 30 cm con rana vibrante o similare dovrà essere eseguita laddove previsto l'uso di materiale granulare grossolano al di sotto di pavimentazioni stradali. Una compattazione ordinaria è da prevedersi in casi diversi:

L'APPALTATORE dovrà sempre accertare che il rinterro sia eseguito in modo tale che non vi siano cavità superficiali o interne al materiale di rinterro che possono costituire pericolo alle persone e/o animali e mezzi.

Considerata l'attenzione che deve essere posta nel posizionamento dei tubi, l'APPALTATORE dovrà curare particolarmente l'alloggiamento dei giunti in modo tale da garantire che la reazione del terreno sia distribuita lungo tutto il tubo e non sia concentrata in corrispondenza degli elementi di giunzione. Nel caso di giunti a bicchiere dovranno essere previste, in corrispondenza di ciascun giunto, opportune sedi preparate nello strato sabbioso di base. Qualora risultasse necessario procedere in modo diverso da quanto sopra specificato l'APPALTATORE dovrà comunque evitare il ricorso a blocchi o mattoni o mucchi di sabbia, mentre è consentito l'impiego di sacchetti di sabbia.

L'APPALTATORE dovrà curare la manutenzione continua dei rinterri in modo da mantenere il piano viabile perfettamente piano, senza avvallamenti o convessità, tale da garantire la viabilità e la sicurezza della sede stradale fino al ripristino della pavimentazione, fatte salve diverse prescrizioni degli Enti locali interessati.

Alla profondità prevista in progetto, e ove richiesto dal progetto o dalla DIREZIONE LAVORI, dovranno essere posti in opera un opportuno segnale di presenza e identificazione della rete, realizzato con rete, nastro, mattoni in cotto o cls, secondo la tipologia prevista dal progetto.

8.2.2 Manufatti per tombini e sottopassi

Per tombini o sottopassi realizzati in opera valgono le prescrizioni per le opere in C.A.

Il rinterro dell'opera dovrà essere fatto tenendo conto delle prescrizioni riportate nella sezione Movimenti di Terra ed in particolare, ove applicabile, di quanto previsto al punto 2.4.2, rilevato in prossimità delle opere d'arte.

8.2.3 Tubazioni per drenaggi

Le tubazioni in cemento saranno eseguite impiegando casseforme pneumatiche oppure tubi prefabbricati, in conformità ai tipi normali ed agli spessori indicati nei disegni tipo di progetto.

a) Tubazioni eseguite con casseforme pneumatiche

Il calcestruzzo impiegato per la costruzione della platea, i rinfianchi e la volta sarà del tipo IV.

b) Tubazioni eseguite con elementi prefabbricati

I tubi prefabbricati dovranno essere eseguiti a regola d'arte e di spessore rapportato al diametro, col calcestruzzo avente resistenza cubica a rottura a compressione semplice a 28 giorni di maturazione, non inferiore a 25 MPa. Dovranno essere ben stagionati; risultare compatti e di perfetto impasto e lavorazione, sonori alla percussione, senza screpolature o sbavature e sagomati sulle testate a maschio e femmina così da costituire un giunto di tenuta che dovrà essere sigillato in opera con malta di cemento, dosata a Kg 400 di cemento normale per mc di sabbia.

Nel caso che la resistenza risultante dalle prove sia inferiore al valore richiesto, la partita dovrà essere rifiutata e allontanata dal cantiere.

Di norma non potranno essere posti in opera tubazioni fino a quando non saranno noti i risultati positivi delle prove. La posa in opera dei tubi dovrà essere fatta interponendo tra tubo e platea in calcestruzzo un letto di malta dosata a q.l. 4 di cemento normale per mc di sabbia.

La platea, i rinfilanti e la volta saranno eseguiti con calcestruzzo del tipo IV.

8.2.4 Recinzioni

Recinzione con paletti e rete metallica

Recinzione con rete metallica altezza cm 200 posta in opera su paletti metallici a T da mm 50, spessore mm 7 e cantonali, posti ad interasse di m 2,50, il tutto fornito e posto in opera. Sono compresi: lo scavo; il blocchetto di fondazione in calcestruzzo con cemento tipo 325 a q.li 2 al mc, delle dimensioni di cm 40x40x40; n. 3 ordini di fili di ferro zincato per tesatura a croce di S.Andrea. È inoltre compreso quanto altro occorre per dare l'opera finita. con rete plastificata e zincata.

8.3 Prescrizioni Ed Oneri Generali

L'APPALTATORE dovrà fornire tutti i materiali di consumo necessari all'attuazione delle opere, oltre ai carburanti e lubrificanti per le proprie macchine, grassi, solventi, stracci ecc. Dovrà quindi provvedere ai materiali per la realizzazione delle giunzioni dei tubi (come elettrodi, ossigeno e acetilene), ai materiali per la costruzione di opere murarie ed accessorie (come mattoni, cemento e inerti) per ancoraggio tubazioni (come cemento e zanche), per armature e/o ponteggi (come tavole, reggette, chiodi e gattelle) ai materiali per rinterri e ripristini (come sabbia, ghiaia, pozzolana, pietrisco e bitume).

La suddetta elencazione fatta a puro titolo esemplificativo, senza peraltro escludere l'obbligo dell'APPALTATORE alla fornitura di tutti quei materiali di consumo necessari per l'esecuzione dei lavori.

I materiali forniti dall'APPALTATORE dovranno essere conformi a quanto indicato nel progetto, nelle specifiche e rispondente ai requisiti elencati nelle Specifiche di controllo qualità.

8.4 Collaudi

Tutte le reti saranno soggette a collaudo per determinare l'efficienza, la funzionalità e la rispondenza alle norme specifiche.

Le operazioni di collaudo vanno effettuate a cura dell'APPALTATORE con proprio personale e, con le proprie attrezzature.

La DIREZIONE LAVORI si riserva il diritto di presenziare ai collaudi.

L'APPALTATORE dovrà sottoporre, per approvazione, il piano dei collaudi, in cui saranno stabiliti:

- modalità del collaudo;
- opere temporanee necessarie;
- attrezzature necessarie;
- personale necessario;
- norme, specifiche e tolleranze;
- quanto altro possa essere necessario per la buona riuscita delle operazioni.

Prima di procedere al collaudo dovrà essere effettuata una minuziosa verifica onde accertare lo stato di completezza dell'installazione e la rispondenza di queste ai disegni di progetto.

Potranno essere eseguiti collaudi parziali.

In tal caso, in fase di collaudo totale, dovranno essere disponibili:

- gli esiti del collaudo parziale;
- le possibilità di verificare con estrema cura il punto di giunzione tra un collaudo parziale già eseguito e la parte di impianto in fase di collaudo.
-

8.5 Specifica di controllo qualità per opere varie

8.5.1 Campo di applicazione

La presente specifica si applica ai vari tipi di attività connesse con la costruzione di Opere Varie.

I documenti da applicare per la gestione e registrazione dei controlli sulle opere dovranno essere i PCQ e le relative schede di controllo.

8.5.2 Documenti di riferimento

La presente specifica fa riferimento alle Sezioni:

- III Movimenti di terra;
- IV Opere in conglomerato cementizio
- V Sub-ballast - Pavimentazioni stradali
- VI Opere Varie;

- a tutta la documentazione di progetto quale disegni, specifiche tecniche ecc.;
- alle seguenti norme e regolamenti:
 - Norma ISO/R 345-1985
 - Norme UNI 6484-69; 8901; 8744; 5687; 9178/88; 6717/70; 5753; 7549; 7548; 8859; 7070-82; 5744-66; 7356; 3740;
 - D.MM. 14/1/2008
 - Norme DIN 68800 parte III; 53571;
 - Norma ASTMMD 100377
 - Norme FFSSCT113;CT116;GT113;GT116
 - Norme CNR UNI 10011/85

8.5.3 Reti di distribuzione

Per le reti interrate di proprietà e competenza di Enti erogatori di servizi, (per esempio gas, acqua, energia elettrica). L'APPALTATORE deve chiedere le autorizzazioni necessarie perché gli stessi Enti distributori eseguano i lavori o comunque li facciano realizzare sotto la loro sorveglianza e responsabilità.

Per queste attività il Responsabile di C.Q. deve:

- accertarsi dell'esistenza della richiesta,
- verificare che la consegna dei lavori e del cantiere risponda ai requisiti richiesti all'Ente,

- attuare le misure di sicurezza che l'Ente possa richiedere,
- ottenere a fine lavori tutta la documentazione certificativa degli Enti in questione che sancisca la fine dei lavori di loro competenza e l'agibilità delle reti, da parte dell'utente.

Quanto sopra deve risultare nei P.C.Q.

Materiali e manufatti

Tutti i materiali e manufatti dovranno provenire da fornitori qualificati e notificati alla DIREZIONE LAVORI ed essere conformi alle specifiche di Progetto.

Per tutti i materiali e manufatti non già contemplati sulla presente Specifica di C.Q., il Responsabile di C.Q. dell'APPALTATORE dovrà emettere una specifica di C.Q. ed accompagnarla all'ordine di acquisto.

Tale documento di C.Q. dovrà essere sottoposto alla approvazione della DIREZIONE LAVORI insieme alla riformulazione o redazione ex-novo del relativo P.C.Q., e accompagnare l'ordine di acquisto.

Tutti i materiali e manufatti da impiegare nella realizzazione delle reti di distribuzione debbono essere controllati per verificare che:

- siano conformi a quanto specificato nell'ordine di acquisto se non altrimenti previsto nella specifica di C.Q. per le forniture in oggetto;
- siano corredati di tutta la documentazione certificativa eventualmente prevista nella richiamata specifica di C.Q.

Le verifiche in oggetto saranno effettuate all'atto della ricezione in cantiere nelle aree di stoccaggio previste. Prima dell'accettazione in cantiere il Responsabile di C.Q. ha comunque qualificato che le aree di stoccaggio ed i mezzi di movimentazione sono idonei, in accordo ai progetto, alla specifica di fornitura del materiale ed ai Capitolato di costruzione.

Quanto sopra deve essere registrato sui relativi P.C.Q.

Scavi

Si applicano sostanzialmente le prescrizioni della specifica di C.Q. relative agli scavi.

Durante l'esecuzione degli scavi il responsabile di C.Q. dovrà effettuare i seguenti controlli, annotandoli sui P.C.Q.

- a) controllo, all'inizio di ogni lotto di scavo:
 - della applicazione della corretta metodologia operativa prevista dal progetto o più adatta alla natura del terreno e alle difficoltà di esecuzione;
 - della qualità e funzionalità dei mezzi di scavo impiegati;
- b) controllo delle dimensioni di ogni scavo eseguito, dell'andamento del fondo e della sua conformità al progetto;
- c) verifica delle condizioni di stabilità dello scavo e prescrizione delle opere di protezione ritenute necessarie per evitare franamenti.
- d) corretto smaltimento dei materiali di risulta: trasporto a discarica o riutilizzo.

Gli ultimi due controlli saranno effettuati per ogni lotto di scavo, con frequenza giornaliera.

Tutti i risultati dei controlli dovranno essere annotati sui relativi P.C.Q.

Posa in opera reti interrate

Cavi interrati

I controlli da eseguire sono i seguenti:

- controllo corretta posa in opera in accordo al progetto e alle prescrizioni di capitolato e con adeguate metodologie di tiraggio nei caso di cavi posti in opera in tubi interrati;
- controllo posizionamento fascette identificative;

- controllo della corretta terminazione dei cavo tagliato e della relativa sigillatura, da eseguire per ogni taglio;

Tubazioni interrato

a) Posa in opera

I controlli da eseguire sono i seguenti:

- controllo pulizia interna dei tubi da posare;
- controllo esecuzione dei giunti, in accordo al progetto, ai capitolato ed alle procedure di connessione già comunicate alla DIREZIONE LAVORI;
- controllo omogeneità rivestimento isolante, da eseguire con un adeguato analizzatore, verificando che l'isolamento sopporti una tensione di almeno 10° KV.

Il controllo sarà eseguito a spot per ogni lotto giornaliero di lavoro.

b) Collaudi

Sulle tubazioni, prima di procedere al loro rinterro debbono essere eseguite i seguenti collaudi:

b1) prove di tenuta idraulica

La prova sarà eseguita riempiendo con acqua la rete, o il tratto di rete in collaudo e mettendola in pressione ad un valore pari a 1,5 volte la pressione di esercizio.

La pressione sarà misurata con un manometro di tipo Bourdon, con fondo scala tale che il valore della pressione di prova sia compreso tra il 25 e il 75% del fondo scala.

La prova deve essere prolungata per 24 ore e non dare luogo ad apprezzabili cadute di pressione.

b.2) Prove di isolamento elettrico

Da eseguire su ogni tronco di tubazione, prescelto dal Responsabile di C.Q. e comunicato alla DIREZIONE LAVORI.

Le prove saranno eseguite con apparecchiatura "RISOLTEST ACIT 3" ed i valori minimi di accettabilità sono i seguenti:

- rete acqua	20.000 Ohm x mq.
- condotta media pressione	50.000 Ohm x mq.
- rete bassa pressione	20.000 Ohm x mq.

I suddetti collaudi debbono essere annotati su apposite schede di controllo da allegare ai P.C.Q.

Riempimento degli scavi

a) Materiali di riempimento

I materiali utilizzati sono quelle indicati come tipo A e tipo B nel Capitolato di Costruzione.

Il materiale di tipo A deve essere accompagnato, per ogni lotto di fornitura da un certificato di analisi granulometrica, da effettuare in accordo alle prescrizioni del punto 2.2.5.b.

Il materiale di tipo B dovrà essere sottoposto ad ispezione visiva, prima della messa in opera, da parte del Responsabile dei lavori e il risultato dell'ispezione annotato sul P.C.Q.

b) Posa in opera del riempimento

In fase di posa in opera debbono essere controllati a spot, almeno ogni 50 m. lineari di scavo:

- corretto alloggiamento e rinfianco dei tubi, soprattutto in corrispondenza delle giunzioni,
- il corretto spessore degli strati di riempimento,
- la compattazione: macchinari e spessore dello strato compattato,

Tutti questi controlli saranno riportati sui relativi P.C.Q.

8.5.4 Manufatti per tombini e sottopassi

Si farà riferimento a quanto indicato nelle specifiche di C.Q. dove applicabili.

8.5.5 Recinzioni

Materiali

Tutti i materiali dovranno rispondere alle specifiche indicate al punto 2.5.

I fornitori dovranno essere qualificati e notificati alla DIREZIONE LAVORI e dovranno certificare, per ogni lotto di materiale fornito, la conformità alle specifiche di cui sopra.

Controlli di posa in opera

I controlli di posa in opera saranno effettuati per ogni lotto su base giornaliera e gli esiti relativi riportati sul P.C.Q.

Essi riguarderanno:

- controllo certificati di fornitura e rispondenza al progetto;
- controllo posizionamento planimetrico;
- controllo corrispondenza al progetto e ai capitolato della metodologia di posa in opera; controllo dimensionale a spot dell'opera realizzata.

□ SPECIFICHE TECNICHE PER LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA

9.1	Prescrizioni sulle caratteristiche delle tavole, dei testi e sul numero di copie	197
9.2	Elaborati grafici opere stradali.....	197
9.3	Studi, indagini e relazioni specialistiche.....	204
9.4	Opere d'arte maggiori	214
9.5	Opere d'arte minori	253
9.6	Interventi mitigazione ambientale, ripristino e compensazione.....	263
9.7	Interferenze ed espropri	273
9.8	Cantieri cave e discariche	274
9.9	Impianti tecnologici	275
9.10	Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti	277
9.11	Parte economica	278
9.12	Piano di sicurezza e di coordinamento	279
9.13	Fascicolo dell'opera	280

9.1 Prescrizioni sulle caratteristiche delle tavole, dei testi e sul numero di copie

Gli elaborati del progetto esecutivo dovranno essere prodotti, redatti e resi disponibili tramite software comuni e standardizzati.

Tutti gli elaborati dovranno essere così presentati:

1. n° 2 copie su CD - ROM;
2. un n° sufficiente di copie su supporto cartaceo per l'approvazione da parte degli Enti ed Amministrazioni territorialmente competenti di cui una copia in originale e sfasciolata.

Le tavole del progetto esecutivo dovranno essere prodotte nei formati A3/A2/A1/A0 e la copia in originale dovrà essere su lucido.

L'Amministrazione rimarrà esclusiva proprietaria degli elaborati prodotti dal Progettista.

9.2 Elaborati grafici opere stradali

9.2.1 Parte generale

9.2.1.1 Relazione generale

L'elaborato deve descrivere le conclusioni del progetto definitivo approvato illustrandone le caratteristiche geometriche, ed evidenziando se queste sono state variate rispetto agli studi precedenti.

La relazione generale dei progetti riguardanti gli interventi complessi sarà corredata:

a) da una rappresentazione grafica di tutte le attività costruttive suddivise in livelli gerarchici dal più generale oggetto del progetto fino alle più elementari attività gestibili autonomamente dal punto di vista delle responsabilità, dei costi e dei tempi;

b) da un diagramma che rappresenti graficamente la pianificazione delle lavorazioni nei suoi principali aspetti di sequenza logica e temporale (ferma restando la prescrizione all'impresa, in sede di capitolato speciale d'appalto, dell'obbligo di presentazione di un programma di esecuzione delle lavorazioni riguardante tutte le fasi costruttive intermedie) con la indicazione dell'importo dei vari stati di avanzamento dell'esecuzione dell'intervento alle scadenze temporali contrattualmente previste; nel caso in cui riguardi opere e impianti di speciale complessità, o di particolare rilevanza sotto il profilo tecnologico, o nel caso di opere o impianti caratterizzati dalla presenza di almeno due dei seguenti elementi in modo rilevante:

- 1) utilizzo di materiali e componenti innovativi;
 - 2) processi produttivi innovativi o di alta precisione dimensionale e qualitativa;
 - 3) esecuzione in luoghi che presentano difficoltà logistica o particolari problematiche geotecniche, idrauliche, geologiche e ambientali;
 - 4) complessità di funzionamento d'uso o necessità di elevate prestazioni per quanto riguarda la loro funzionalità;
 - 5) esecuzione in ambienti aggressivi;
 - 6) necessità di prevedere dotazioni impiantistiche non usuali;
- nonché nel caso di progetto integrale di un intervento.

La relazione dovrà altresì illustrare con tabelle riepilogative i dati principali del progetto (caratteristiche geometriche, fabbisogno materiali ecc.) ed i costi di realizzazione. Verranno infine evidenziate le interferenze con opere pubbliche e servizi pubblici o privati esplicitando i contenuti degli accordi intercorsi.

La relazione conterrà altresì, note riguardanti:

- obiettivi del progetto
- criteri generali del progetto
- condizioni generali e specifiche del traffico da servire;

- tipo di utenza cui è destinata la strada;
- scelta della sezione trasversale (in conformità con la normativa vigente);
- descrizione del tracciato;
- inserimento di dettaglio nel paesaggio per vincoli ambientali, archeologici e naturali;
- condizioni orografiche, geologiche e di giacitura;
- condizioni idrologiche-idrauliche;
- condizioni dell'esposizione e del clima;
- strumenti e metodi impiegati per il rilievo topografico;
-
- descrizione delle problematiche di carattere ambientale, di interferenza con aree archeologiche, immobili di interesse storico artistico ecc.
- descrizione delle opere d'arte principali e delle opere d'arte minori;
- scelta dei materiali per la sovrastruttura;
- dettagliate indicazioni sulle cave di prestito e sulle discariche, criteri di scelta in relazione alla quantità e alle caratteristiche dei materiali;
- sistemazione discariche e delle cave;
- dettagliate indicazioni sui cantieri e sulla viabilità secondaria e di servizio ai fondi interclusi;
- prescrizioni del capitolato speciale d'appalto.

La relazione generale sarà accompagnata dalle seguenti relazioni specialistiche:

- geologica;
- idrogeologica;
- idraulica;
- geotecnica.

Per tali relazioni vedere capitolo successivo.

9.2.1.2 Corografia generale

SCALA 1: 25.000

CONTIENE:

- indicazione cartografica della direzione del Nord;
- evidenziazione dei confini comunali, provinciali intersecati dal tracciato planimetrico;
- identificazione della rete di trasporto principali (strade, ferrovie ecc.) e dei corsi d'acqua principali interessanti il tracciato;
- le connessioni con gli attuali o futuri insediamenti previsti nei piani regolatori urbanistici, e con le zone di interesse industriale, turistico e di servizi;
- aggiornamento della rete viaria principale rispetto alla situazione rappresentata dalla cartografia (esistente e prevista);
- tracciato planimetrico riferito all'asse della strada riportato su cartografia IGMI;
- evidenziazione delle direzioni principali del tracciato;
- indicazione delle opere d'arte principali evidenziate per tipologia ed estensione (es.: viadotto L=.. m galleria naturale L=.. m, ecc.);
- quadro d'insieme delle tavole che evidenzia la collocazione nelle planimetrie 1:10.000;
- svincoli o intersezioni.

9.2.1.3 Profilo generale

SCALA 1:10.000/1.000

DATI CONTENUTI :

- andamento del terreno segnato dalle quote più significative riferite al livello del mare, lungo l'asse di progetto con un passo di 100 m.;
- andamento altimetrico del progetto;
- indicazione dei principali elementi delle livellette.
- Nella parte inferiore:
- indicazione delle principali opere d'arte ed interferenze con le infrastrutture;
- linea fondamentale di riferimento con la relativa quota s.l.m.;
- quote terreno;
- quote progetto;
- distanze progressive;
- scala grafica chilometrica ed ettometrica.
- limiti delle provincie e dei comuni attraversati dalla strada;

9.2.2 Progetto delle infrastrutture

9.2.2.1 Relazione sui rilievi planoaltimetrici, sul tracciato geometrico e tabulato di tracciamento

L'elaborato indicherà i metodi e gli strumenti impiegati per rilievo topografico, le approssimazioni adottate e i punti trigonometrici di riferimento principali dai quali viene generata la rete dei capisaldi.

Verrà altresì realizzato il tracciato geometrico indicandone le specifiche di riferimento al sistema di coordinate adottato per tutti i calcoli analitici per i quali verranno presentate le elaborazioni in forma tabulare specificandone il programma ed eventualmente i procedimenti dello stesso.

Tutti i punti verranno indicati e calcolati nelle doppie coordinate : Gauss e Soldner-Cassini.

9.2.2.2 Schede monografiche dei punti a terra di riferimento delle poligonali di base e d'asse

L'elaborato deve descrivere in forma particolareggiata i capisaldi d'inquadramento nella rete nazionale (IGM) e Soldner-Cassini e quelli di base in coordinate locali rettilinee per mezzo di monografie corredate delle coordinate e degli schizzi planoaltimetrici e fotografie a colori.

Anche per i riferimenti laterali delle poligonali d'asse verranno predisposti analoghi disegni che serviranno per la materializzazione, controllo, riposizionamento dei punti notevoli della poligonale d'asse posti sul terreno.

DATI CONTENUTI PER OGNI MONOGRAFIA

- una breve descrizione che permetta una individuazione chiara del caposaldo da ricercare;
- coordinate X,Y,Z e N,E, quota di capisaldi delle rete nazionale e catastale
- uno schizzo planimetrico a piccola scala

- uno schizzo planimetrico anche fuori scala indicante almeno tre punti di riferimento e le relative distanze dal caposaldo
- una fotografia a colori che inquadri la zona circostante al fine di individuare con certezza il caposaldo (si esclude qualsiasi fotografia che inquadri il solo caposaldo).
- piastrina di riconoscimento posta su cippo o pilastro la cui caratteristiche saranno stabilite dal Committente.

9.2.2.3 *Planimetria generale*

SCALA 1 : 5.000

DATI CONTENUTI :

- indicazione geografica del Nord
- confini comunali e provinciali intersecati dal tracciato
- tracciato planimetrico del progetto riportato su cartografia da restituzione aerofotogrammetrica numerica
- indicazione delle direzioni principali del tracciato
- elementi geometrici principali del tracciato
- area di occupazione della strada con l'indicazione specifica lungo il tracciato delle zone di scavo e di rilevato
- indicazione delle opere d'arte principali
- identificazione delle principali interferenze della strada (svincoli o intersezioni, corsi d'acqua, ferrovie, elettrodotti, gasdotti, acquedotti ecc.)
- indicazioni sulla sistemazione delle aree interessate, quali deviazioni, abolizioni, cave, discariche ecc.

9.2.2.4 *Planimetria di progetto*

SCALA: 1: 1.000

DATI CONTENUTI :

- indicazione geografica del Nord
- indicazione delle direzioni principali del tracciato
- confini comunali, provinciali e regionali intersecati dal tracciato
- l'asse del tracciato planimetrico con i relativi elementi geometrici caratteristici (con le progressive e coordinate rettilinee) quali:
 - ⇒ vertici planimetrici
 - ⇒ punti inizio e fine degli elementi geometrici e relative lunghezze
- la piattaforma stradale con l'indicazione specifica delle zone di scavo e di rilevato
- opere d'arte maggiori e minori identificate per mezzo
 - ⇒ di progressive d'inizio e fine
 - ⇒ tipologia
 - ⇒ estensione
- identificazione delle principali interferenze della strada:
 - ⇒ reti di trasporto
 - ⇒ corsi d'acqua
 - ⇒ servizi

che andranno evidenziate con le corrispondenti progressive riferite all'asse strada;

- indicazione dei capisaldi di riferimento e quelli I.G.M. della poligonale di base

- indicazione specifiche sulla sistemazione delle aree interessate, quali deviazioni, viabilità di servizio, accessi, intersezioni ecc.
- distanze chilometriche ed ettometriche
- sezioni trasversali con relativa numerazione.

La planimetria deve essere sovrapposta alla planimetria dello stato attuale

9.2.2.5 Planimetria di tracciamento

SCALA 1 : 1.000

DATI CONTENUTI :

- Indicazione geografica del Nord
- Asse di tracciamento planimetrico con i relativi elementi geometrici segnati con le progressive e coordinate
- Indicazione vertici planimetrici
- Tabella relativa ai dati geometrici in corrispondenza di ciascun vertice planimetrico contenente:
 - ⇒ coordinate rettilinee del vertice
 - ⇒ angolo di deviazione
 - ⇒ angolo al vertice
 - ⇒ raggio della curva circolare
 - ⇒ lunghezza di tutte le tangenti
 - ⇒ lunghezza del tratto di curva circolare
 - ⇒ lunghezza del tratto di curva a raggio variabile
- ⇒ parametro della curva a raggio variabile

9.2.2.6 Profili longitudinali d'asse generale e dei cigli (dx e sx) di ciascuna carreggiata

SCALA : 1:1.000/1:100

DATI CONTENUTI:

Nella parte superiore

- limite delle province e dei comuni attraversati dalla strada
- elementi geometrici delle livellette (lunghezza pendenza e differenza di quote tra vertici consecutivi)
- indicazione dei vertici delle livellette, con i relativi elementi geometrici (progressive, raggio del raccordo altimetrico, tangenti e freccia massima)
- andamento del terreno e del progetto lungo l'asse di tracciamento
- indicazione di tutte le opere d'arte, specificandone il tipo e la grandezza con la relativa progressiva d'inizio e fine e l'estensione;
- intersezioni con strade di ogni tipo e interferenze dandone ubicazione chilometrica e franchi verticali

Nella parte inferiore:

- linea fondamentale di riferimento con la relativa quota s.l.m.
- quote del terreno

- quote di progetto del piano viabile di rotolamento lungo l'asse di tracciamento
- distanze parziali
- collocazione e numerazione progressiva delle sezioni trasversali
- distanze progressive
- andamento planimetrico con indicazione di:
 - rettili $L=$
 - curve planimetriche con l'indicazione dei raggi e dei parametri delle curve a raggio variabile
- scala grafica chilometrica ed ettometrica
- pendenze trasversali, andamento dei cigli espresso in %, specificando se Dx o Sn

9.2.2.7 Sezioni trasversali tipo del corpo stradale e della sovrastruttura

SCALA: 1:50

DATI CONTENUTI:

- larghezza della piattaforma pavimentata
- composizione della piattaforma (moduli di corsia e franchi marginali)
- indicazione sul riferimento del Q.P. (quota progetto)
- punti di rotazione della sagoma
- conformazione delle scarpate
- pendenza trasversale in rettilo e curva
- composizione del corpo stradale con spessori dei vari strati
- spessore dello scotico
- eventuali bonifiche
- eventuali gradonature con pendenze dei gradoni
- eventuali berme e loro larghezza
- cunette di piattaforma
- muri
- drenaggi
- arginelli
- barriere di sicurezza
- fossi di guardia
- recinzioni e barriere anti-rumore (eventuali)

9.2.2.8 Particolari costruttivi

DATI CONTENUTI:

- margine interno
- margine laterale
- banchine
- barriere di sicurezza
- canalette drenaggio sui rilevati
- cigli e cunette
- piazzole di sosta
- corsie di arrampicamento
- passaggi e nicchie in gallerie
- marciapiedi e cordoli

- elementi marginali in viadotto
- barriere anti-rumore (eventuali)
- by-pass
- illuminazione
- fossi di guardia

9.2.2.9 Sezioni trasversali*

SCALA 1:200

DATI CONTENUTI:

- andamento del terreno
- sagoma della piattaforma stradale comprensiva del pacchetto di pavimentazione
- conformazione della scarpata
- scotico, bonifica, gradonatura
- muri, fossi di guardia, cunette
- barriere di sicurezza
- recinzioni eventuali
- quote terreno
- quote progetto
- distanze parziali
- computo delle aree di scavo e rilevato per ciascuna sezione

□ L'elaborato descriverà le sezioni trasversali desunte dal rilievo diretto del terreno presentando una sufficiente ampiezza a monte e a valle del corpo stradale. Il numero delle sezioni sarà almeno pari alle variazioni longitudinali del terreno e la piattaforma stradale sarà indicata con la relativa inclinazione trasversale risultante dalla rotazione della sagoma.

9.2.2.10 Stralci planimetrici per tratti con situazioni particolari*

SCALA 1:500 ovvero 1:200

DATI CONTENUTI:

- Tutte le indicazioni già presenti nella planimetria (vedi punto 1.3.2) del tratto soggetto a provvedimento;
- nuove sezioni trasversali a integrazione del progetto stradale
- elementi geometrici e di tracciamento del provvedimento progettuale in oggetto.

□ Dove necessitino allargamenti in curva, provvedimenti per assicurare la visibilità ecc., detti particolari, verranno disegnati in scale più appropriate su un supporto topografico da rilievo aerofotogrammetrico integrato da rilievo topografico diretto

9.2.2.11 Planimetria degli svincoli, delle intersezioni a raso, delle aree di servizio e di parcheggio

SCALA 1:500

DATI CONTENUTI :

- indicazione sulla canalizzazione del traffico
- le relative sezioni trasversali
- tutte le indicazioni planimetriche di cui al punto 1.2. 4

9.2.2.12 Profilo longitudinale degli svincoli

SCALA 1:500/1:50

DATI CONTENUTI:

- indicazione innesti (con relativa progressiva) da e per le strade principali
- tutte le indicazioni di cui al punto 1.2. 6

9.2.2.13 Segnaletica

SCALA 1:1.000

CONTIENE:

- indicazione geografica del Nord
- indicazione delle direzioni principali del tracciato
- indicazioni geometriche degli elementi costituenti la segnaletica orizzontale e verticale e specifica ubicazione con relative progressive, schemi dei segnali di indicazione

9.3 Studi, indagini e relazioni specialistiche

9.3.1 Geologia e idrologia

9.3.1.1 Relazione geologica ed idrogeologica

CONTENUTI:

- inquadramento geologico-strutturale generale;
- caratteri geolitologici dei depositi superficiali e delle formazioni di substrato;
- descrizione delle indagini in sito;
- lineamenti geomorfologici ed individuazione delle aree di instabilità in atto o potenziale;
- interazione tra opere in progetto, ed unità geologico-strutturale;
- individuazione dei Comuni dichiarati sismici dalla normativa vigente;
- inquadramento idrogeologico generale.
- descrizione delle caratteristiche di permeabilità di tutte le unità litologiche individuate;
- scheda riassuntiva delle misure piezometriche;

- descrizione dei punti d'acqua riportati nella carta idrogeologica e riassunti in una scheda che dovrà indicare:
 - . ubicazione dei punti rilevati e loro coordinate
 - . stratigrafia di ogni sito rilevato
 - . portata delle sorgenti
 - . caratteristiche funzionali e costruttive dei pozzi
- descrizione del modello prescelto per l'interpretazione idrogeologica dell'area;
- previsioni sulle interferenze di natura idrogeologica con l'opera in progetto.

9.3.1.2 Carta geologica

SCALA : 1: 10.000

CONTIENE:

L'elaborato, che riporta la distribuzione delle unità litostratigrafiche affioranti nell'area di studio, i rapporti stratigrafici e i lineamenti tettonici che intercorrono e caratterizzano le unità stesse, la giacitura degli strati, le coperture quaternarie e recenti, rappresenta ed integra i dati contenuti nella relazione geologica ed idrogeologica.

9.3.1.3 Carta geomorfologica

SCALA : 1: 10.000

CONTENUTI :

L'elaborato riporta le formazioni di copertura e quelle di substrato raggruppando queste ultime in gruppi omogenei per caratteristiche chimico-fisiche e composizionale, le forme di erosione e di accumulo della superficie in studio evidenziandone i caratteri morfografici e morfometrici, interpretandone l'origine, in funzione dei processi passati e presenti che le hanno generate stabilendone la sequenza cronologica, con una particolare distinzione tra le forme ancora in evoluzione e quelle non più in attività.

Tale elaborato rappresenta ed integra i contenuti geomorfologici riportati nella relazione geologica ed idrogeologica.

9.3.1.4 Carta Idrogeologica

SCALA 1: 10.000

CONTIENE:

L'elaborato riporta la distribuzione dei complessi idrogeologici nell'area interessata dal progetto, la loro permeabilità, l'andamento delle isofreatiche con l'indicazione delle principali direzioni di flusso e l'ubicazione dei pozzi, delle sorgenti e dei piezometri.

Tale elaborato riporta ed integra i contenuti della Relazione Geologica ed Idrogeologica.

9.3.1.5 Profilo geologico

SCALA : 1: 10.000/1.000

CONTIENE:

- profilo longitudinale del terreno;
- profilo longitudinale dell'asse in progetto;
- limiti delle formazioni geologiche presenti e di ogni unità litologica nell'ambito delle formazioni stesse, compresi i depositi di copertura di spessore significativo;
- giacitura degli strati sedimentari;
- traccia delle superfici di discontinuità di origine tettonica (faglie e sovrascorrimenti);
- ubicazione ed estensione in profondità delle indagini geognostiche ed indicazione, nei sondaggi, della quota di rilevamento della falda acquifera;
- traccia del probabile sviluppo delle falde acquifere in funzione dello studio idrogeologico eseguito;
- descrizione sintetica di tutte le unità litologiche rappresentate e delle formazioni di appartenenza.

9.3.1.6 Ubicazione indagini geognostiche e geofisiche

SCALA : 1 : 1000

CONTENUTI :

- ubicazione di tutte le indagini eseguite nell'area interessata dal progetto;
- simbologia per i diversi tipi di indagini e codice identificativo di ciascuna di esse, riportato in planimetria.

9.3.1.7 Risultati indagine geofisica

CONTENUTI:

- Descrizione dei metodi di indagine prescelti, in funzione delle caratteristiche locali e delle caratteristiche locali e delle finalità da conseguire;
- presentazione dei dati di campagna con riferimento alle sigle identificative utilizzate su planimetrie e profili geologici;
- presentazione dei risultati delle elaborazioni eseguite e dei metodi di calcolo.

9.3.1.8 Carta geomorfologica di dettaglio

SCALA 1: 1.000

CONTIENE :

Con riferimento alla carta geomorfologica in scala 1: 5.000 e ai rilievi di dettaglio, l'elaborato riporta le forme di erosione e di accumulo della superficie rilevata, evidenziandone i caratteri morfografici e morfometrici, interpretandone l'ordine, in funzione dei processi che le hanno generate.

9.3.1.9 Carta geologico-strutturale di dettaglio

SCALA 1: 1.000

DATI CONTENUTI :

L'elaborato riporta la distribuzione delle unità litostratigrafiche che affiorano nell'area in esame, i rapporti stratigrafici, la giacitura e i lineamenti tettonici che intercorrono e caratterizzano le unità stesse.

9.3.1.10 Ubicazione dei siti dichiarati sismici

SCALA 1 : 25.000

DATI CONTENUTI :

Legenda con grado di sismicità attribuita ad ogni singolo comune interessato dall'opera in progetto.

9.3.2 Geologia e geotecnica

9.3.2.1 Risultati indagine geognostica

A) Stratigrafie dei sondaggi e dei pozzetti

DATI CONTENUTI :

Per ogni sondaggio devono essere fornite le seguenti indicazioni:

- denominazione del cantiere;
- committente; impresa esecutrice;
- sigla identificativa;
- posizione planaltimetrica del sondaggio (coordinate e quota);
- inclinazione del sondaggio, rispetto alla verticale e suo orientamento;
- data di inizio e fine perforazione;
- natura e caratteristiche dei terreni e/o delle formazioni geologiche, con particolare riferimento allo stato di consistenza dei terreni a carattere coesivo (completato dai valori ottenuti con la prova al penetrometro e scissometro tascabile da eseguirsi in numero non inferiore a tre determinazioni ogni 50 cm di carota estratta), allo stato di addensamento e/o aggregazione di quelli a carattere granulare ed allo stato di fratturazione delle rocce completato dai valori dell'indice R.Q.D. (Rock Quality Designation); dal numero di giunti per metro lineare, dalla natura e caratteristica delle discontinuità;
- profilo stratigrafico del foro con denominazione e rappresentazione simbolica dei terreni di copertura e/o delle formazioni geologiche attraversate, con profondità dal piano campagna, quote sul livello del mare e spessore;
- modi di perforazione impiegati nei diversi tratti ;
- caratteristiche dell'attrezzatura di perforazione e del carotiere ;
- indicazioni sulla velocità e spinta di avanzamento ;
- diametro del foro e del rivestimento ;
- eventuali franamenti delle pareti, rifluimenti dal fondo, cavità, perdite dell'acqua o fango di circolazione ecc.;
- provvedimenti adottati per la stabilizzazione del foro ai diversi livelli;

- profondità di prelievo dei campioni rimaneggiati ed indisturbati ;
- profondità e valori Nspt;
- percentuale di carotaggio;
- profondità e tipo delle falde acquifere incontrate e quota della stabilizzazione dell'acqua nel foro ;
- indicazione dei piezometri installati e disegno dello schema esecutivo ;
- indicazione del tipo delle profondità alle quali sono state eventualmente effettuate prove speciali (prelievo di campioni con campionatori speciali, misure di permeabilità, prelievo di campioni d'acqua, prove in foro) ;
- risultati delle prove di permeabilità.

9.3.2.2 Risultati indagine geognostica.

B) Prove geotecnic

DATI CONTENUTI:

Per ogni prova devono essere fornite le seguenti indicazioni:

- denominazione del cantiere;
- committente; impresa esecutrice;
- sigla identificativa;
- posizione pianoaltimetrica (coordinate e quota) ;
- data di inizio e fine ;
- caratteristiche dell'attrezzatura ;
- grafici dei parametri misurati in funzione della profondità;
- tabelle riassuntive.

9.3.2.3 Relazione sui rilievi geologico - strutturali di dettaglio

DATI CONTENUTI :

Con riferimento alla carta geologico - strutturale di dettaglio:

- descrizione delle caratteristiche geomorfologiche dell'area in studio;
- inquadramento geologico strutturale dell'area;
- descrizione dell'affioramento;
- sezioni litostratigrafiche di dettaglio;
- caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso.

9.3.3 Geotecnica

9.3.3.1 Relazione Geotecnica

DATI CONTENUTI:

- descrizione sintetica delle indagini in sito ed in laboratorio;
- sintesi dei dati acquisiti dalle indagini in situ e dalle analisi in laboratorio;
- suddivisione dei litotipi descritti nella relazione geologica in litotipi caratterizzati da omogeneità di risultati delle indagini ed analisi;
- attribuzione dei parametri geotecnici ai vari litotipi ed esposizione della metodologia seguita;
- individuazione delle tipologie delle opere di sostegno degli scavi a cielo aperto e dei metodi di scavo;

- individuazione delle tipologie di fondazione delle opere d'arte;
- verifica di portanza delle fondazioni e valutazione dei cedimenti;
- verifica di stabilità delle scarpate degli scavi non sostenute e dei rilevati, nonché delle opere di sostegno;
- valutazione dei cedimenti in corrispondenza dei rilevati;
- bonifica del piano di posa di rilevati e di trincee ed indicazione degli spessori di terreno da sostituire;
- caratteristiche geotecniche dei materiali da costruzione.

9.3.3.2 Profilo geotecnico longitudinale

SCALA 1 : 1.000

DATI CONTENUTI :

- profilo longitudinale del terreno
- profilo longitudinale dell'asse in progetto;
- limiti stratigrafici delle unità litologiche;
- andamento delle falde acquifere;
- verticali delle indagini geognostiche con indicazione dei valori N_{spt} (sondaggi), q_c (prove pen. statiche) e dei dati delle indagini geofisiche, in funzione della profondità.

9.3.4 Certificati delle prove di laboratorio

DATI CONTENUTI:

Per ogni sondaggio:

- descrizione di ogni campione;
- descrizione delle modalità di analisi o prove;
- tabella riassuntiva delle prove eseguite e dei parametri misurati;
- certificati delle prove effettuate sia in forma di diagramma che numerica.

Per ulteriori dettagli si rimanda a "Norme tecniche per la esecuzione di prove di laboratorio".

9.3.5 Idrologia e idraulica

9.3.5.1 Corografia dei bacini

SCALA: 1:25.000

DATI CONTENUTI:

- individuazione delle aste fluviali;
- delimitazione dei bacini imbriferi;
- ubicazione delle stazioni di misura delle portate e delle precipitazioni;
- localizzazione delle opere in progetto.

9.3.5.2 Relazione Idrologica

DATI CONTENUTI:

L'elaborato fornirà l'inquadramento idrologico del territorio e le caratteristiche del reticolo idrografico. In corrispondenza di ciascuna sezione di attraversamento, caratterizzata da un tombino, un ponticello, un ponte o un viadotto, saranno stimate le portate al colmo di eventi di piena con differenti tempi di ritorno. Le stime saranno effettuate elaborando i dati idrometrici e pluviometrici disponibili e confrontando i risultati con quelli forniti da metodi di stima statistico-probabilistici a scala regionale e da studi o Piani di Bacino eventualmente disponibili. Lo studio idrologico dovrà comunque recepire eventuali raccomandazioni o linee guida redatte in materia da Enti competenti sul territorio quali Province, Regioni o Autorità di Bacino.

- dati pluviometrici ed idrometrici;
- caratteristiche geomorfologiche e morfometriche dei bacini versanti;
- individuazione dell'Autorità di Bacino competente sul territorio;
- riferimenti a norme, raccomandazioni e linee guida emanate da Enti competenti sul territorio in materia di difesa del suolo, ove disponibili;
- descrizione della metodologia di studio adottata;
- elaborazioni probabilistiche per gli scrosci (precipitazioni con durata < 1h), le piogge intense e di breve durata (da 1 a 24 ore) e quelle di più giorni di durata;
- elaborazioni probabilistiche dei dati di portata e dei dati idrometrici, ove disponibili;
- definizione delle portate di progetto per differenti tempi di ritorno da adottarsi per il dimensionamento delle opere (ad esempio ponti, tombini, fossi di guardia, cunette di piattaforma, drenaggio trasversale e longitudinale, ecc.)
- confronto dei risultati con quelli forniti da metodi di regionalizzazione o da Piani di Bacino, ove disponibili;

9.3.5.3 Relazione Idraulica

DATI CONTENUTI:

L'elaborato conterrà il dimensionamento e la verifica idraulica delle opere di attraversamento di corsi d'acqua e del sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche di piattaforma.

Saranno descritti i metodi di calcolo e giustificate le scelte progettuali. Lo studio idraulico dovrà comunque recepire eventuali raccomandazioni o linee guida redatte in materia da Enti competenti sul territorio quali Province, Regioni o Autorità di Bacino.

Per ciascun corso d'acqua principale interferente con opere in progetto saranno fornite:

- indicazioni in merito alla tendenza morfo-evolutiva del corso d'acqua;
- valutazione della capacità di trasporto solido del corso d'acqua e di eventuali fenomeni erosivi nel tratto interessato dalle opere;
- ricostruzione delle aree inondate e delle modalità di allagamento in occasione di significativi e recenti eventi di piena, ove possibile;
- identificazione e rappresentazione tramite stralcio planimetrico a scala adeguata, delle condizioni di rischio idraulico delineate per il corso d'acqua dal locale Piano di Assetto Idrogeologico, ove possibile;

Per ciascuna opera interferente con corsi d'acqua principali sarà redatta la verifica di compatibilità idraulica in regime di moto permanente ed nelle seguenti condizioni:

- assenza dell'opera (condizioni indisturbate);

- presenza dell'opera nella configurazione definitiva;
- ove necessario, per l'importanza dell'opera, durante le fasi più significative di costruzione, tenendo conto delle opere provvisorie previste, qualora comportino interazioni più severe con le condizioni di deflusso in piena rispetto alla condizione di opera realizzata.

In relazione saranno forniti:

- descrizione del metodo di verifica e del codice di calcolo utilizzato per la valutazione del profilo idraulico e delle altre caratteristiche del moto;
- descrizione delle condizioni al contorno fissate;
- verifica del franco idraulico, che dovrà risultare superiore di almeno 1 metro alla quota del carico idraulico totale corrispondente al livello idraulico di massima piena per $Tr=200$ anni;
- verifica della variazioni dei livelli idrici, con evidenziazione degli effetti di rigurgito eventualmente indotti;
- verifica della variazione delle aree inondate;
- valutazione della variazione della capacità di trasporto solido della corrente, ove necessario;
- valutazione degli effetti di restringimento dell'alveo e/o di indirizzamento della corrente;
- valutazione dell'effetto di riduzione della capacità di invaso della piena dovuto all'eventuale sottrazione di volume all'area inondata;
- quantificazione dello scalzamento prevedibile in corrispondenza delle opere in alveo e progettazione delle eventuali opere di protezione necessarie;
- valutazione delle problematiche indotte sulle opere stradali (rilevati, ecc.) dall'azione di trascinarsi delle acque in condizioni di piena e dimensionamento delle eventuali opere di difesa;

Per le opere di attraversamento minori (ponticelli e tombini), la verifica idraulica potrà essere effettuata in regime di moto uniforme con valutazione speditiva delle perdite di carico localizzate. Il dimensionamento idraulico dei manufatti dovrà comunque considerare e definire i seguenti elementi essenziali:

- franco idraulico; che per i tombini dovrà comunque risultare superiore al 30% dell'altezza utile dell'opera;
- effetti dovuti al rischio di ostruzione;
- effetti di erosione allo sbocco e relative protezioni.

Per il sistema di smaltimento delle acque di piattaforma:

- descrizione dettagliata del sistema di raccolta e smaltimento delle acque;
- dimensionamento e verifica idraulica di tutte le opere con tempo di ritorno come da tabella seguente:
 - drenaggio della piattaforma stradale dell'asse principale (cunette, tubazioni, ecc.) $Tr=25$ anni;
 - drenaggio della piattaforma stradale delle strade secondarie (cunette, tubazioni, ecc.) $Tr=10$ anni;
 - fossi di guardia dell'asse principale $Tr=50$ anni;
 - fossi di guardia delle strade secondarie $Tr=25$ anni;
 - impianti di sollevamento $Tr=25$ anni;
 - impianti in galleria $Tr=100$ anni.
- identificazione dei recapiti finali e quantificazione degli apporti.

9.3.5.4 Planimetria aree di esondazione

SCALA: adeguata

DATI CONTENUTI:

L'elaborato conterrà la delimitazione delle aree soggette ad esondazione dei corsi d'acqua principali per le portate determinate nello studio idrologico nelle condizioni ante e post-operam. Il documento potrà altresì contenere indicazione di aree di esondazione ad evidenza storica o delle perimetrazioni di rischio idraulico redatte dalla competente Autorità di Bacino, ove disponibili.

- localizzazione delle opere in progetto;
- indicazione delle aste fluviali;
- sezioni trasversali;

- delimitazione delle aree di esondazione nelle condizioni ante e post-operam;
- delimitazione delle fasce fluviali come contenute nel Piano di Assetto Idrogeologico, ove disponibili.

9.3.5.5 Profili Idraulici

SCALA: adeguata

DATI CONTENUTI:

L'elaborato conterrà l'andamento della superficie idrica e del fondo dei corsi d'acqua principali nei tratti interferenti con le opere di progetto, nelle condizioni ante e post-operam.

Per ciascuna delle diverse configurazioni del corso d'acqua oggetto di verifica idraulica (allo stato attuale ed a seguito della realizzazione delle opere), saranno riportati:

- profilo e quote del terreno;
- profilo e quote della sponda o argine destro e sinistro;
- profilo e quota del fondo del corso d'acqua;
- profilo e quota della superficie libera;
- indicazione della quota rispetto al sistema di riferimento;
- indicazione e numerazione delle sezioni trasversali;
- distanze parziali e progressive;
- distanze ettometriche o chilometriche;
- opere in progetto;
- caratteristiche idrauliche del moto (portata, scabrezza, pendenza, velocità, carico totale, ecc.).

9.3.5.6 Sezioni trasversali

L'elaborato deve essere redatto con la finalità di acquisire una conoscenza approfondita delle quote di fondo e delle caratteristiche geometriche delle sezioni trasversali dei corsi d'acqua principali interferenti con le opere in progetto.

SCALA: adeguata

DATI CONTENUTI:

Per ciascuna delle diverse configurazioni del corso d'acqua oggetto di verifica idraulica (allo stato attuale ed a seguito della realizzazione delle opere), saranno riportati:

- quote di riferimento;
- quote di fondo del corso d'acqua;
- quote relative ai livelli idrici corrispondenti alle diverse portate di calcolo;
- caratteristiche idrauliche del moto (scabrezza, carico totale, ecc.);
- opere in progetto.

9.3.5.7 Planimetrie Idrauliche

SCALA: adeguata

DATI CONTENUTI:

L'elaborato conterrà lo schema idraulico di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche. Sarà riportata l'ubicazione planimetrica delle differenti tipologie di opere di drenaggio adottate e le loro caratteristiche dimensionali.

- tracciato planimetrico delle opere in progetto riportato su cartografia da restituzione aerofotogrammetria numerica, con indicazione di progressive e versi di percorrenza;
- elementi di inquadramento cartografico (indicazione Nord, coordinate assolute, limiti amministrativi, ecc.)
- identificazione delle opere d'arte principali e minori con progressiva inizio e fine, tipologia, estensione;
- indicazione di tutti gli elementi di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche e di piattaforma;
- versi di scorrimento;
- dimensioni, pendenza e lunghezza delle opere di drenaggio (tubazioni, canalette, fossi di guardia, ecc.);
- quote di scorrimento inizio e fine delle opere di drenaggio;
- interasse dei sistemi di raccolta (caditoie, embrici, ecc.);
- ubicazione planimetrica e dimensioni dei pozzetti;
- ubicazione planimetrica e dimensioni delle vasche di prima pioggia, ove previste;
- indicazione dei recapiti finali;
- ubicazione planimetrica e dimensioni dei tombini;
- lunghezza e pendenza dei tombini;
- quote di scorrimento imbocco e sbocco tombini.

9.3.5.8 Opere idrauliche tipo

SCALA: 1:50

DATI CONTENUTI:

L'elaborato conterrà piante, sezioni, prospetti e particolari atti ad individuare e definire in ogni dettaglio tutte le opere tipologiche adottate per la raccolta e l'allontanamento delle acque meteoriche e di piattaforma nei vari tratti in rilevato, trincea, galleria artificiale e naturale.

- Pianta, sezioni, prospetti e particolari delle opere di drenaggio quali (cunette, caditoie, pozzetti, tubazioni, embrici, fossi di guardia, ecc.)

9.4 Opere d'arte maggiori

9.4.1 Viadotti e ponti

9.4.1.1 Relazione di calcolo

In questo elaborato sono definiti i criteri di dimensionamento statico ed è riportata la determinazione dello stato di sollecitazione e deformazione e le verifiche degli elementi della struttura sia in fase costruttiva che d'esercizio;

L'elaborato verrà fornito per singola opera, di conseguenza non verranno prese in esame elaborati tipologici.

I calcoli delle strutture, comunque eseguiti, sono accompagnati da una relazione illustrativa dei criteri e delle modalità di calcolo che ne consentano una agevole lettura e verificabilità.

la relazione di calcolo delle strutture contiene:

- l'indicazione delle norme di riferimento;
- la specifica della qualità e delle caratteristiche meccaniche dei materiali e delle modalità di esecuzione qualora necessarie;
- l'analisi dei carichi per i quali le strutture sono state dimensionate;
- studio sulla durabilità dei cls in relazione alla classe di esposizione ambientale da individuare per tutti gli elementi costruttivi;
- le verifiche statiche e le verifiche di fessurazione per gli elementi in c.a. sia per le fasi costruttive che per le fasi di esercizio;
- i grafici delle caratteristiche di sollecitazione per le varie combinazioni di carico;
- il calcolo delle deformazioni in esercizio e, per vari di punta, in corso di costruzione.

9.4.1.2 Planimetria con individuazione dell'opera

SCALA: 1:500

DATI CONTENUTI :

- pianta impalcato e indicazione delle pile e delle fondazioni;
- progressiva dell'asse delle due spalle e coordinate;
- numero e lunghezza delle campate del viadotto;
- fossi e strade il cui percorso interferisce con l'opera in esame, evidenziando eventuali percorsi alternativi;
- opere predisposte alla difesa delle sottostrutture dall'azione dell'acqua mediante ubicazione e misure di ingombro;
- progressive dell'asse e coordinate delle pile;
- eventuali indicazioni riguardanti i sottoservizi presenti.

9.4.1.3 Profilo longitudinale con indicazione della geologia e dei sondaggi

SCALA: 1:1000/100

DATI CONTENUTI:

- dati del profilo longitudinale generale
- sondaggi effettuati con indicazione dei litotipi interessati e della posizione della falda.

9.4.1.4 Profilo di progetto

SCALA: 1:1000 / 1:100

DATI CONTENUTI:

- Indicare gli elementi costruttivi della livelletta (Pendenza, Raggi, punti di tangenza etc.);
- Individuare l'opera rispetto alla livelletta ed al terreno indicando le spalle, le pile e l'ingombro dell'impalcato;
- Indicare quote di progetto;
- Indicare quote di terreno;
- Indicare distanze parziali;
- Indicare distanze chilometriche;
- Indicare distanze ettometriche;
- Indicare elementi geometrici planimetrici del tracciato;
- Indicare differenza quota progetto, quota terreno nei punti rilevati;
- Indicare origine e destinazione della strada.

9.4.1.5 Pianta impalcato, sezioni longitudinali, trasversali e prospetto

SCALA 1:100-1:50-1:20

DATI CONTENUTI :

- prospetto con indicazione delle progressive e coordinate delle spalle, delle pile e franco di sottotrave su strade, ferrovie argini e fiumi (indicare quota media annua e quota di massima piena di progetto);
- pianta con l'indicazione della carreggiata stradale, dei cordoli e dei marciapiedi;
- pianta con l'indicazione delle travi, dei trasversi e delle zone di appoggio sui pulvini o sulle spalle;
- sezioni dell'impalcato, longitudinali e trasversali, relative alla sezione di campata, di appoggio ed in corrispondenza dei trasversi;
- disposizione e indicazione schematica dei tipi di apparecchi di appoggio e di altri eventuali vincoli utilizzati.
- sezione trasversale che fornisca una chiara definizione di tutti gli elementi strutturali stradali e funzionali rappresentati;
- piano quotato delle fondazioni a maglia opportuna;

9.4.1.6 Planimetria di tracciamento delle fondazioni e pianta scavi di fondazione

SCALA 1:200 -1:100

DATI CONTENUTI:

- geometria degli scavi e delle fondazioni;
- coordinate di tracciamento degli scavi, delle fondazioni e degli eventuali pali nel sistema di riferimento adottato;
- indicazione e tracciamento delle eventuali opere di sostegno provvisorio;
- eventuali interventi di consolidamento;
- pendenza delle scarpate degli scavi.

9.4.1.7 Carpenteria delle fondazioni

SCALA 1:50 /1:20

DATI CONTENUTI:

- pianta, sezione trasversale passante per l'asse della pila e sezione trasversale parallela all'asse del viadotto con l'indicazione delle dimensioni della fondazione e del magrone;
- dimensione e ubicazione di eventuali pali di fondazione (sia in sezione che in pianta);
- caratteristiche prestazionali dei materiali utilizzati con l'indicazione del copriferro e le classi di esposizione ambientale di tutti gli elementi costruttivi indicati negli elaborati;
- diametro, interasse e lunghezza dei pali e/o setti;
- dimensione del tappo di fondo in cls per pali /setti;
- indicazioni delle quote di intradosso ed estradosso dei plinti e intradosso del magrone, nel sistema di riferimento adottato;
- progressive e coordinate dell'asse pila;
- pianta e sezioni delle fondazioni con le relative dimensioni;
- eventuali opere di presidio idraulico;
- eventuali interferenze con i sottoservizi;
- eventuali opere di consolidamento

9.4.1.8 Carpenteria dell'impalcato: travi, trasversi, solette e predalles

SCALA 1:50 -1:20

DATI CONTENUTI:

- pianta dell'impalcato a differenti quote;
- pianta con le indicazioni delle tipologie delle predalles;
- sezioni longitudinale;
- sezioni trasversali;
- Posizione fori pluviali e montanti per barriere antirumore;
- caratteristiche prestazionali dei materiali previsti con l'indicazione del copriferro e le classi di esposizione ambientale di tutti gli elementi costruttivi indicati negli elaborati.

9.4.1.9 Carpenteria delle pile e dei pulvini

SCALA : 1:50-1:20

DATI CONTENUTI:

- prospetti e sezioni verticali ed orizzontali con l'indicazione di tutti gli elementi geometrici necessari a definire la pila in sezione ed in elevazione;
- pianta e sezioni con l'indicazione di tutte le misure e la disposizione sul pulvino degli appoggi e degli eventuali ritegni antisismici;
- posizionamento dell'impalcato rispetto al pulvino e connessioni travi-appoggi ed eventualmente travi-ritegni;
- dimensioni dei baggioli;
- progressive e coordinate dell'asse pila;
- caratteristiche prestazionali dei materiali utilizzati con l'indicazione del copriferro e le classi di esposizione ambientale di tutti gli elementi costruttivi indicati negli elaborati.

9.4.1.10 Carpenteria delle spalle: fondazione - elevazione

SCALA: 1:50-1:20

DATI CONTENUTI:

- pianta della fondazione con indicazione della disposizione dei pali e della sezione di spiccato;
- pianta con la disposizione degli appoggi e di eventuali ritegni antisismici;
- prospetti anteriore e posteriore con l'indicazione della posizione dell'impalcato;
- sezione trasversale e longitudinale;
- indicazione dei pali: numero, diametro, lunghezza;
- progressive e coordinate dell'asse spalla
- caratteristiche prestazionali dei materiali adottati con l'indicazione del copriferro e le classi di esposizione ambientale di tutti gli elementi costruttivi indicati negli elaborati;
- sistemazione a tergo delle spalle con eventuali materiali legati a cemento e geometria della zona trattata;

9.4.1.11 Carpenteria e armatura predalles

SCALA: 1:50

DATI CONTENUTI:

- pianta con le indicazioni delle tipologie delle predalles;
- armature delle predalles in pianta in sezione trasversale e longitudinale con l'indicazione di tutti i ferri delle armature trasversali e longitudinali e le loro posizioni;
- tracciato dei ferri con l'indicazione delle piegature, sovrapposizioni e lunghezze parziali e totali;
- caratteristiche prestazionali dei materiali previsti con l'indicazione del copriferro e le classi di esposizione ambientale delle predalles;

9.4.1.12 Opere di protezione in alveo

SCALA: 1:50-1:20

DATI CONTENUTI

- particolari e dimensioni di eventuali spessori di lamiera o ringrossi di calcestruzzo posti sulla superficie di pile, plinti e pali;
- piante, piani quotati, sezioni longitudinali e trasversali e particolari di dettaglio di materassi, gabbionate e paratie poste a protezione dell'opera d'arte;
- materiali utilizzati.

9.4.1.13 Apparecchi di appoggio, ritegni antisismici, giunti di dilatazione e catena cinematica

SCALA 1:200 - 1:10-1:5

DATI CONTENUTI:

- piante, sezioni e schema di vincolo e funzionamento degli apparecchi di appoggio fissi e mobili, materiali previsti, dimensioni caratteristiche e particolari della connessione alle travi dell'impalcato, alle spalle ed ai pulvini;
- dati concernenti l'angolo di rotazione, lo scorrimento, i carichi assiali e orizzontali massimi ammessi;
- piante e sezioni dei ritegni antisismici riportanti il posizionamento e le dimensioni;
- caratteristiche prestazionali, schemi di funzionamento e materiali previsti per gli stessi;
- posizionamento, sviluppo e dimensioni caratteristiche dei giunti di dilatazione;
- escursioni e materiali previsti per gli stessi;
- planimetria con l'ubicazione planoaltimetrica degli apparecchi d'appoggio;
- planimetria di tracciamento degli apparecchi d'appoggio;
- dati sulla preregolazione all'atto della posa in opera in funzione anche della temperatura ambientale;
- particolari esecutivi per la realizzazione della catena cinematica.

9.4.1.14 Armatura

SCALA 1:50-1:20-1:10

DATI CONTENUTI:

Armatura di precompressione:

- allungamento all'atto della tesatura per i singoli cavi;
- tracciato planoaltimetrico dei trefoli o cavi di precompressione;
- sequenze di tesatura, rilascio e ritensionamento dei singoli cavi;
- forza del martinetto per i singoli cavi;
- posizionamento e dimensioni degli apparecchi di ancoraggio dei cavi, nel caso di precompressione post-tesa;
- definizione delle posizioni e numerazione di tutte le barre o cavi;
- dettagli delle armature particolari di testata e di collegamento alla soletta;
- prescrizioni operative al sistema di precompressione adottato;
- caratteristiche degli acciai impiegati.

Armatura lenta:

- Armatura, in pianta e in sezione trasversale e longitudinale con indicazione di tutti i ferri trasversali e longitudinali e le loro posizioni;
- Tracciato dei ferri con l'indicazione delle piegature, sovrapposizioni e lunghezze parziali e totali;
- Particolari delle armature in corrispondenza delle armature di precompressione;
- Tabella dei materiali con descrizione delle caratteristiche di resistenza di tutti i materiali utilizzati compresi i cls, con l'indicazione del copriferro e le classi di esposizione ambientale di tutti gli elementi costruttivi indicati negli elaborati;
- Indicazione dell'ultima posizione e di eventuali posizioni omesse.

9.4.1.15 Opere di finitura e particolari

SCALA 1:50 -1:20-1:10

DATI CONTENUTI :

Gli elaborati riguarderanno dettagliatamente:

- le opere di impermeabilizzazione;
- le opere di drenaggio,
- le opere di evacuazione delle acque meteoriche sugli impalcati;
- le opere i sistemi di ancoraggio delle barriere di sicurezza;
- i sistemi di ancoraggio delle barriere antirumore e parapetti;
- le strutture secondarie (carpenteria più eventuale armatura) di servizio per l'ispezione dettaglio delle impermeabilizzazioni nei seguenti punti:
 - giunti strutturali
 - marciapiede
 - caditoie
 - risvolti
 - apparecchi di giunto

9.4.1.16 Metodologie costruttive

SCALA Opportune

DATI CONTENUTI :

- indicazioni della geometria delle eventuali demolizioni;
- indicazioni degli interventi di ripristino;
- disegni esecutivi delle opere provvisionali (con relativi calcoli statici);
- indicazione delle fasi di costruzione e della progressiva posa in opera delle varie parti strutturali, dei mezzi d'opera, provvisionali o definitivi;
- diagrammi delle deformate attese durante le singole fasi di varo di punta degli impalcati.

9.4.1.17 Elaborati specifici per impalcati in acciaio e acciaio - cls

9.4.1.17.1 Travate metalliche e impalcato a struttura mista – Pianta prospetto e sezione

SCALA: 1:100 ÷ 1:50 ÷ 1:20

DATI CONTENUTI:

- Un prospetto che indichi: la portata teorica, l'altezza baricentrica, il numero e l'ampiezza dei campi, le dimensioni dei pulvini delle pile e/o spalle, la quota del piano carrabile, l'ubicazione dei giunti delle briglie, la composizione della piattaforma, nonché gli apparecchi d'appoggio. SCALA 1:100
- Una pianta che indichi: il tracciato, gli stralci di tavolato, i controventi inferiori e superiori (se presenti), gli ingombri delle pile e/o spalle, i margini degli assi d'appoggio con i pulvini, l'ubicazione dei giunti, la portata teorica, la lunghezza dei campi e le dimensioni trasversali SCALA 1:100
- Una sezione che indichi le dimensioni trasversali della travata, la quota del piano carrabile, SCALA 1:50 o 1:20;
- Tabella dei materiali,
- Indicazione origine e destinazione strada

9.4.1.17.2 Travate metalliche e impalcato a struttura mista – Sezioni

SCALA: 1:10 /1:100

DATI CONTENUTI:

- Tutte le sezioni significative presenti sulla travata; nelle singole sezioni devono essere quotati tutti gli elementi presenti e le relative saldature; SCALA 1: 10
- I particolari riguardanti le cianfrinature (lavorazioni dei lembi delle lamiere) da eseguire per le saldature a piena penetrazione;
- Lo schema pianta della travata con indicazione delle sezioni – SCALA 1:100
- Quotatura delle giunzioni bullonate con indicato il numero e il diametro dei bulloni
- Indicazione di tutti i teorici che governano la geometria dei profilati

9.4.1.17.3 Travate metalliche e impalcato a struttura mista – Travi principali reticolari

SCALA: 1:10 / 1:5

DATI CONTENUTI:

- Prospetto e pianta della briglia superiore e inferiore con la posizione dei giunti
- Dimensionamento degli elementi costituenti la parete con le indicazioni delle saldature ove previste;
- Sezioni significative degli elementi costituenti la parete, comprese quelle dei giunti;
- Teorici delle varie triangolazioni che compongono la parete delle maglie triangolari;
- Schema di contromonta della parete

- Tutti i particolari costruttivi significativi SCALA 1:5
- Origine e destinazione della strada
- Dimensionamento delle giunzioni bullonate con diametri bulloni

9.4.1.17.4 Travate metalliche e impalcato a struttura mista – Travi principali a parete piena

SCALA: 1:10 / 1:5

DATI CONTENUTI:

- Prospetto, pianta superiore ed inferiore dell'impalcato (riportando la posizione dei giunti) e l'indicazione delle saldature ove previste;
- Disegni di tutti gli elementi che compongono la parete con le quote e le saldature ove previste
- Schema di contromonta della parete
- Tutti i particolari costruttivi significativi - SCALA 1:5
- Quotatura delle giunzioni bullonate con l'indicazione e il diametro dei bulloni
- Indicazione dell'origine e destinazione della strada

9.4.1.17.5 Travate metalliche e impalcato a struttura mista – Controventi inferiori e superiori

SCALA: 1:10 / 1:100

DATI CONTENUTI:

- Individuazione e quotatura di tutti gli elementi, sia quelli laminati sia quelli saldati che compongono i controventi e le relative piastre d'attacco; SCALA 1:10
- Indicazione delle saldature occorrenti all'unione degli elementi composti
- Indicazione di tutti i teorici che governano la geometria della controventatura
- Pianta con schema ove siano indicati i controventi in modo unifilare, con l'indicazione del profilo dell'elemento e le dimensioni generali della travata; SCALA 1:100
- Origine e destinazione della strada
- Dimensionamento delle giunzioni bullonate indicandone il numero e il diametro dei bulloni

9.4.1.17.6 Travate metalliche e impalcato a struttura mista – Parapetti, barriere e collegamenti

SCALA: 1:10

DATI CONTENUTI:

- Individuazione e quotatura di tutti gli elementi riguardanti i parapetti e gli attacchi delle eventuali barriere con l'indicazione delle saldature; SCALA 1:10
- Tutte le sezioni che si rendono necessarie a individuare l'inserimento di tutti gli elementi oggetto della tavola con le strutture portanti della travata SCALA 1:10
- Quotature delle giunzioni bullonate con il numero e il diametro dei bulloni.

9.4.2 Gallerie artificiali

9.4.2.1 Relazioni di calcolo delle strutture

La relazione deve fornire i criteri di dimensionamento statico adottati ed il calcolo delle sollecitazioni con la verifica degli elementi strutturali, per singola opera presa in esame.

I calcoli delle strutture, comunque eseguiti, sono accompagnati da una relazione illustrativa dei criteri e delle modalità di calcolo che ne consentano una agevole lettura e verificabilità.

la relazione di calcolo delle strutture contiene:

- l'indicazione delle norme di riferimento;
- la specifica della qualità e delle caratteristiche meccaniche dei materiali e delle modalità di esecuzione qualora necessarie;
- l'analisi dei carichi per i quali le strutture sono state dimensionate;
- le verifiche statiche
- le fasi costruttive
- i tabulati di calcolo

9.4.2.2 Planimetria con individuazione dell'opera

SCALA 1:1000-1:500

DATI CONTENUTI:

- stralcio planimetria stato attuale
- dati della planimetria di progetto;
- sezioni trasversali e piani quotati a maglia opportuna;
- definizione dell'ubicazione dell'opera con evidenziazione delle interferenze con il reticolo idrografico e con infrastrutture esistenti;
- progressive degli imbocchi e coordinate;
- opere di presidio utilizzate nelle zone di imbocco a difesa delle stesse (muri, fossi di guardia, gabbionate, etc.).

9.4.2.3 Pianta scavi

SCALA 1:200

DATI CONTENUTI:

- geometria degli scavi
- coordinate di tracciamento degli scavi nel sistema di riferimento adottato
- indicazione e tracciamento delle eventuali opere di sostegno provvisorio
- pendenza delle scarpate degli scavi
- eventuali interventi di consolidamento

9.4.2.4 Planimetria di tracciamento

SCALA 1:200

- geometria dell'opera
- coordinate di tracciamento delle fondazioni nel sistema

9.4.2.5 Profilo longitudinale con indicazione della geologia e dei sondaggi

SCALA 1:1000/100

CONTIENE :

- dati presenti nel profilo longitudinale generale;
- dati necessari a definire la successione stratigrafica esistente per la porzione di terreno interessata dall'opera;
- sondaggi effettuati con l'indicazione dei litotipi e della posizione della falda;
- tutte le caratteristiche dell'opera lungo il suo sviluppo con indicazione della lunghezza e delle progressive chilometriche dei punti iniziali e terminale.

9.4.2.6 Opere di consolidamento

SCALA 1:1000 - /100

CONTIENE :

- planimetria di progetto e di tracciamento con gli interventi di consolidamento, l'indicazione delle dimensioni, degli interassi, i dati di tracciamento degli interventi di consolidamento, le indicazioni delle sezioni; SCALE 1:1000 – 1:2000
- sezioni trasversali con la definizione degli interventi di consolidamento previsti, le distanze degli interventi di consolidamento dalle opere in progetto, l'indicazione delle dimensioni degli interventi e i materiali utilizzati; SCALE 1:200 – 1:100
- piante, sezioni e materiali utilizzati dei particolari costruttivi degli interventi – SCALE 1:50 – 1:20

9.4.2.7 Sezione tipo

SCALA 1:50

DATI CONTENUTI :

- dimensioni interne e spessori strutturali perimetrali;
- ubicazione e dimensioni delle canalette di servizio, delle cunette o tubazioni di drenaggio e dei cordoli perimetrali di carreggiata ed impermeabilizzazione
- sezione con indicate le quote rispetto alla pavimentazione stradale e gli eventuali interventi di consolidamento

9.4.2.8 Schema delle fasi costruttive

SCALA 1:50

DATI CONTENUTI :

- opere previste nella fase preliminare allo scavo;
- opere previste nella fase di scavo;
- opere previste nella fase di realizzazione delle strutture;
- opere previste nella fase di rinterro;
- opere previste nella fase di realizzazione degli imbocchi.

9.4.2.9 Pianta, sezione longitudinale e trasversale

SCALA 1:200-1:100-1:50

DATI CONTENUTI :

- piante ai livelli significativi;
- sezione longitudinale;
- piani quotati a maglia opportuna;
- sezioni trasversali;
- caratteristiche dei materiali utilizzati;
- progressive e coordinate degli imbocchi.

9.4.2.10 Opere di finitura e particolari (appoggi, giunti, tiranti, drenaggi, etc.) - impermeabilizzazioni

SCALA 1:20-1:10

DATI CONTENUTI :

- dettagli degli eventuali apparecchi di appoggio previsti;
- posizione e tipologia degli eventuali giunti adottati;
- dettagli principali dei tiranti (nel caso di utilizzo): testate, bulbi di ancoraggio, etc.;
- dettagli del posizionamento e delle tipologie di intervento adottate per il drenaggio delle acque;
- impermeabilizzazione;
- materiali adottati.

9.4.2.11 Piante e sezioni delle zone di approccio e di imbocco

SCALA 1:100-1:50-1:20

DATI CONTENUTI :

- piante delle zone di imbocco;
- sezioni longitudinali delle zone d'imbocco di monte e di valle

- sezioni trasversali delle zone d'imbocco di monte e di valle
- ubicazione e particolari dei muri andatori nella zona di approccio;
- opere di consolidamento in prossimità degli imbocchi;
- materiali adottati;
- progressive e coordinate degli imbocchi.

9.4.2.12 Carpenteria

SCALA 1:50

DATI CONTENUTI :

- carpenteria delle fondazioni, elevazioni e copertura definite in pianta, sezione trasversale passante per l'asse longitudinale e trasversale con l'indicazione delle dimensioni dell'opera e del magrone;
- indicazione delle quote di intradosso ed estradosso dello scatolare e intradosso del magrone, nel sistema di riferimento adottato

9.4.2.13 Armatura sezioni correnti e imbocchi

SCALA 1:50-1:20-1:10

DATI CONTENUTI :

- definizione delle posizioni e numerazione di tutte le barre d'armatura;
- distinta ferri delle armature, con definizione della forma e della lunghezza delle barre ordinate per diametro e dei relativi quantitativi parziali e globali;
- caratteristiche degli acciai impiegati
- indicazione dell'ultima posizione dei ferri indicati nella tavola e delle posizioni eventualmente omesse
- indicazione del copriferro

9.4.2.14 Armatura elementi prefabbricati

SCALA 1:50-1:20-1:10

DATI CONTENUTI :

- definizione e disposizione di tutte le armature correnti, di precompressione od ordinarie;
- dettaglio e disposizione delle armature di collegamento alle porzioni gettate in opera, tali da creare una sezione, monolitica;
- caratteristiche degli acciai impiegati.

9.4.3 Gallerie naturali - Elaborati di Carattere Generale

9.4.3.1 Planimetria Generale

SCALA: da 1:5000 a 1:2000

DATI CONTENUTI:

- Elementi topografici, idrografici e manufatti preesistenti.
- Dati necessari all'ubicazione dell'opera:
 - progressiva degli imbocchi;
 - origine e destinazione della strada.
- Ubicazione di tutte le opere previste nelle zone d'imbocco per la sistemazione definitiva (muri, paratie, gallerie artificiali, ecc.).
- Indicazione delle eventuali interferenze con manufatti preesistenti (edifici, strade, sottoservizi, ecc).

9.4.3.2 Planimetria ubicazione nicchie, by-pass, piazzole di sosta

SCALA: da 1:1000 a 1:500

DATI CONTENUTI:

- Pianta della sezione dell'intera galleria, compresi i tratti di galleria artificiale, secondo un piano passante per la quota del marciapiede di servizio.
- Progressive di inizio e fine dei tratti di galleria artificiale e naturale.
- Progressive delle nicchie, by-pass, piazzole di sosta.
- Quotatura di tutte le distanze tra gli assi di nicchie, by-pass, piazzole di sosta successive.
- Quotatura delle distanze tra gli assi di nicchie, by-pass, piazzole di sosta dello stesso tipo.
- Indicazione dei diversi tipi di nicchia, by-pass, piazzole di sosta previsti.

9.4.3.3 Profilo Generale

SCALA: da 1:5000/500 a 1:2000/200

DATI CONTENUTI:

- Dati necessari all'ubicazione dell'opera:
 - progressiva degli imbocchi.
 - quote di progetto e del p.c..
- Livellette, pendenze di progetto, raggi di curvatura.
- Indicazione delle eventuali interferenze con manufatti preesistenti (edifici, strade, sottoservizi, ecc).

9.4.3.4 Profilo di intradosso

SCALA: da 1:20 a 1:10.

DATI CONTENUTI:

- Profilo di intradosso con sagome di ingombro, particolari della raccolta della acque, del pozzetto porta cavi, degli impianti ed ogni altro elemento di completamento della sezione;

9.4.3.5 Relazione Tecnica Generale

DATI CONTENUTI:

- Localizzazione geografica dell'opera ed inquadramento geografico
- Caratteristiche geometriche del tracciato e delle sezioni tipo d'intradosso e di scavo.
- Eventuali interferenze con manufatti preesistenti presenti lungo il tracciato.
- Norme e riferimenti.
- Tecnica di scavo adottata e criteri di scelta.
- Fasi costruttive.
- Criteri di calcolo.
- Subsidenze indotte (analisi e previsione di intervento).
- Cantierizzazione (sistemazione imbocchi e aree dedicate, accessi, mitigazioni ambientali).
- Monitoraggio ambientale in corso d'opera.
- Operazioni di recupero discariche smarino.
- Programma di manutenzione.
- Programma per il monitoraggio in corso d'opera.
- Opere civili per la sicurezza.
- Stima dei tempi di realizzazione.

9.4.4 Gallerie naturali - Geologia

9.4.4.1 Carta Geologica

SCALA: da 1:5000 a 1:2000

DATI CONTENUTI:

- Elementi contenuti nelle planimetrie generali.
- Simbolismo delle formazioni in successione cronostratigrafica.
- Descrizione delle formazioni (età, caratteristiche granulometriche, mineralogiche, petrografiche, spessore degli strati, strutture sedimentarie e tettoniche).
- Indicazione delle formazioni geologiche affioranti nell'area.
- Indicazione delle principali aree d'affioramento delle formazioni, con inclinazione degli strati.
- Indicazione delle principali forme morfologiche (conoidi, aree in frana, ecc).
- Indicazione delle principali linee tettoniche rilevate (assi di faglie, sovrascorrimenti, sinclinali, ecc.), distinte incerte e presunte
- Ubicazione indagini

9.4.4.2 Carta Idrogeologica

SCALA: DA 1:5000 A 1:2000

DATI CONTENUTI:

- Elementi contenuti nelle planimetrie generali.
- Indicazioni grafico numeriche relative alla permeabilità.
- Indicazione delle indagini idrogeologiche eseguite.
- Schema della circolazione sotterranea.
- Aree di affioramento delle falde (sorgenti)
- Isofreatiche relative al periodo di effettuazione dei rilievi
- Isopiezometriche per falde contenute

9.4.4.3 Profilo Geologico e Idrogeologico longitudinale e Sezioni trasversali

SCALA: DA 1:5000/5000 A 1:2000/2000

DATI CONTENUTI:

- Elementi topografici e di tracciato contenuti nel profilo longitudinale generale
- Geologia:
 - Indicazione degli intervalli temporali deposizionali (ere, periodi).
 - Suddivisione delle formazioni per ambiente deposizionale (marine, continentali) e per facies (sedimentarie, ignee, metamorfiche).
 - Simbolismo delle formazioni in successione cronostratigrafica.
 - Descrizione delle formazioni (età, caratteristiche granulometriche, mineralogiche, petrografiche, spessore degli strati, strutture sedimentarie e tettoniche).
 - Simbolismi tettonici (faglie, faglie presunte, pieghe).
 - Limiti delle formazioni (continuità, eteropie, contatti tettonici, trasgressioni,...).
 - Lineamenti strutturali (assi delle pieghe e tipologia).
 - Livello di falda.
 - Simbolismi di verticali di sondaggio, prove penetrometriche, prove in sito, livelli piezometrici.

9.4.4.4 Planimetria con ubicazione delle indagini geognostiche

SCALA: DA 1:5000 A 1:2000

DATI CONTENUTI:

- Elementi contenuti nelle planimetrie generali.
- Dati necessari all'ubicazione dell'opera:
 - progressiva degli imbocchi;
 - origine e destinazione della linea;
- Ubicazione e definizione di tutte le opere previste nelle zone d'imbocco (muri, paratie, gallerie artificiali, ecc.).
- Indicazione con appropriata simbologia delle indagini eseguite:
 - ubicazione dei sondaggi eseguiti evidenziando le eventuali diverse campagne di esecuzione;
 - ubicazione delle stazioni geomeccaniche eseguite;
 - traccia delle stese di indagini geofisiche.

9.4.4.5 Relazione Geologica e Idrogeologica

DATI CONTENUTI:

- Localizzazione geografica dell'opera.
- Inquadramento geologico e idrogeologico locale (stratigrafia e tettonica, idrografia superficiale e profonda).
- Descrizione della cartografia geologica e idrogeologica prodotta.
- Possibili criticità in fase di realizzazione legate a problemi geologici e idrogeologici.
- Descrizione dettagliata delle indagini geologiche (rilevamenti), idrogeologiche (pozzi, prove di permeabilità, emungimento, ecc.) e geofisiche.
- Caratteristiche geologiche e idrogeologiche dei terreni presenti nell'area interessata dal tracciato (immersione e inclinazione degli strati, spessore, eteropie, discontinuità tettoniche, presenza di anticlinali, sinclinali, monoclinali, caratteristiche di permeabilità e individuazione di acquiferi, acquitard, acquiclude, ecc.).
- Ricostruzione dettagliata delle caratteristiche delle falde .
- Analisi del tracciato dal punto di vista geologico e idrogeologico.
- Zonizzazione geologica e idrogeologica lungo il tracciato.
- Modelli geologici e idrogeologici per ogni zona omogenea.
- Riferimenti bibliografici.

9.4.5 Gallerie Naturali – Geotecnica / Geomeccanica

9.4.5.1 Profilo Geotecnico / Geomeccanico con zonizzazione e diagrammi Scavo Meccanizzato

SCALA: DA 1:5000/500 A 1:2000/200

DATI CONTENUTI:

- Elementi topografici e di tracciato contenuti nel profilo longitudinale generale.
- Litologia delle formazioni presenti.
- Livello isofreatico di falda e di falda in pressione.
- Indicazione sondaggi, campioni indisturbati, campioni rimaneggiati , prove in sito.
- Zonizzazione geotecnica/geomeccanica con indicazione per ogni zona:
 - Unità geotecnica
 - Posizione della falda e relativa permeabilità
 - Stabilità dello scavo
 - Classi di scavo
 - Indicazioni delle sezioni da applicare
 - Problematiche nel corso dello scavo
 - Sezioni di monitoraggio
 - Sistema di avanzamento più idoneo

9.4.5.2 Profilo Geotecnico-Geomeccanico – Scavo tradizionale

SCALA: DA 1:5000/500 A 1:2000/200

DATI CONTENUTI:

- Elementi topografici e di tracciato contenuti nel profilo longitudinale generale.
- Geotecnica:
 - caratterizzazione geomeccanica di previsione con classi di scavo alla Bieniawski per tratte omogenee;
 - parametri geotecnici di progetto per tratte omogenee;
 - monitoraggio;
 - indicazione delle principali problematiche previste per lo scavo (gas, venute d'acqua, zone tettonizzate,...);
 - indicazione della sezione tipo prevista per tratte omogenee.

9.4.5.3 Relazione sulla caratterizzazione geotecnica/geomeccanica dei terreni e degli ammassi rocciosi interessati – scavo meccanizzato

DATI CONTENUTI:

- Descrizione delle indagini e prove eseguite, analisi e interpretazione delle stesse con indicazioni delle formulazioni adottate per ricavare i parametri fondamentali.
- Descrizione delle caratteristiche geotecniche dei litotipi interessati (granulari, coesivi, caotici, lapidei, etc.)
- Zonizzazione geotecnica e geomeccanica di dettaglio (criteri di zonizzazione, variabilità orizzontale e verticale dei parametri)
- Modello di comportamento (continuo, continuo equivalente, discontinuo) alla scala dell'opera
- Caratterizzazione geotecnica per ogni zona omogenea con eventuale trattamento dei dati delle indagini attraverso metodi statistici probabilistici, anche mediante confronto tra diverse metodologie e associazioni più affidabile prova – parametro
- Parametrizzazione geotecnica con valori probabilisticamente attesi, campo di variabilità, leggi di variazione con lo stato tensionale indotto e con il livello deformativo
- Eventuali diagrammi granulometrici per ogni zona omogenea
- Diagrammi profondità- limiti di Atterberg e contenuto naturale di acqua per ogni zona omogenea
- Caratteristiche di plasticità con carta di Casagrande per ogni zona omogenea
- Diagrammi con andamento delle principali caratteristiche:
 - Per i terreni granulari :
 - N_{spt} , ϕ' /profondità (De Mello), modulo elastico (da prove SPT, prove pressiometriche)/profondità
 - Per i terreni coesivi:
 - C_u /profondità, modulo elastico (da prove dilatometriche)/profondità;
 - Per tutti i terreni:
 - K_o , OCR, modulo di taglio dinamico (da prove SPT, prove cross/hole)/profondità

9.4.5.4 Relazione Geotecnica –Scavo tradizionale

DATI CONTENUTI:

- Descrizione delle indagini e prove eseguite
- descrizione delle caratteristiche geotecniche dei litotipi interessati (granulari, coesivi, lapidei, caotici, ecc.)
- zonizzazione geotecnica di dettaglio (criterio di zonizzazione, variabilità orizzontale e verticale dei parametri)
- modello di comportamento (continuo, continuo equivalente, discontinuo) alla scala dell'opera
- caratterizzazione geotecnica per ogni zona omogenea con eventuale trattamento dei dati delle indagini attraverso metodi statistico-probabilistici, anche mediante confronto tra diverse metodologie e associazione più affidabile prova-parametro
- parametrizzazione geotecnica con valori probabilisticamente attesi, campo di variabilità, leggi di variazione con lo stato tensionale indotto e con il livello deformativo
- problematiche di comportamento allo scavo (stabilità del fronte e del cavo, subsidenza, regime delle falde, carico idraulico, moti di filtrazione, ecc.)
- indicazioni sulle tecniche di back-analysis per la taratura dei parametri geotecnici dal monitoraggio in corso d'opera
- indicazione del più probabile comportamento del cavo e del fronte per ogni zona omogenea (deformazioni attese, luce libera di scavo, gradiente di deformazione accettabile)

9.4.6 Gallerie Naturali – Strutture

9.4.6.1 Relazione di calcolo - scavo meccanizzato

DATI CONTENUTI:

- Descrizione dei metodi di calcolo utilizzati
- Individuazione delle sezioni di calcolo
- Verifiche di stabilità del cavo con metodi numerici (FEM, FDM ,DEM) econ ausilio di analisi per la valutazione della stabilizzazione del fronte di scavo
- Simulazione delle fasi di scavo e delle fasi costruttive
- Dimensionamento del rivestimento definitivo
- Problematiche di comportamento allo scavo (stabilità del fronte e del cavo, subsidenza, regime delle falde, carico idraulico, moti di filtrazione, etc)
- Indicazione del più probabile comportamento del cavo e del fronte per ogni zona omogenea (deformazioni attese, luce libera di scavo, gradiente di deformazione accettabile)
- Valutazione della subsidenza indotta dallo scavo e valutazione degli effetti sulle preesistenze civili e tecnologiche interferenti con metodi analitici in forma chiusa con modellazioni numeriche bidimensionali a supporto
- Indicazioni sulle tecniche di back-analysis per la taratura dei parametri geotecnici dal monitoraggio in corso d'opera
- Monitoraggio

9.4.6.2 Relazione di Calcolo – scavo tradizionale

DATI CONTENUTI:

- descrizione dei metodi di calcolo utilizzati
- individuazione delle sezioni di calcolo
- verifiche di stabilità del cavo con metodi numerici (FEM,FDM,DEM) bidimensionali con ausilio di analisi assialsimmetriche per valutazione effetto fronte per gallerie profonde e con ausilio di analisi 3D
- tipologiche per gallerie superficiali
- verifica della stabilità del fronte con modellazioni assialsimmetriche FEM o FDM per gallerie profonde e, per gallerie superficiali, con metodi analitici, in casi
- di particolare criticità, da analisi tipologiche 3D
- simulazione delle fasi di scavo e delle fasi costruttive
- dimensionamento e verifica degli interventi di miglioramento, rinforzo e stabilizzazione del fronte e del cavo, nonché dei sostegni di prima fase
- dimensionamento e verifica del rivestimento definitivo
- valutazione della subsidenza indotta dallo scavo e valutazione degli effetti sulle preesistenze civili e tecnologici interferenti con metodi analitici in forma chiusa (per gallerie superficiali e urbane) con modellazioni numeriche bidimensionali a supporto.
- indicazione sulle tecniche back - analysis per la taratura dei parametri geotecnici del monitoraggio in corso d'opera
- monitoraggio

9.4.6.3 Rivestimento conci prefabbricati – Piano Sinottico

SCALA: DA 1:100 A 1:50

DATI CONTENUTI:

- Sezione normale 1:50 (sezione di un anello di conci sul piano normale all'asse di avanzamento, con riportati i principali assi di simmetria dell'anello, gli assi per le superfici di contatto tra i conci)
- Posizione degli anelli 1:100 (sezione di posizione di curva sinistra e destra, di anelli di concio su piano normale all'asse di avanzamento, con riportati gli assi principali dell'anello e l'asse della chiave e sezioni sul piano contenente l'asse di avanzamento)
- Sviluppo di anelli in curva 1: 50 (sezione di posizione di curva sinistra e destra, di due anelli affiancati nel verso di avanzamento con schema dei conci e dei particolari per l'innesto e il trasporto)

9.4.6.4 Rivestimento conci prefabbricati – Dettagli Costruttivi

SCALA: DA 1:20 A 1:1

DATI CONTENUTI:

- Vista interna 1:20 pianta del concio o della chiave con riportate le dimensioni e le quote dei diversi particolari, le posizioni degli organi d'attacco (bulloni), delle aperture per iniezioni, del cono per il gancio di sicurezza;
- Profilo 1:10 alzata laterale del concio o della chiave con riportate le dimensioni delle quote di particolari riguardanti scanalature per guarnizioni, strisce di materiale per la trasmissione degli sforzi tra i conci
- Sezione 1:5 /1:1 – Sezioni trasversali e longitudinali delle zone di contatto tra due conci di uno stesso anello o di due anelli diversi, con particolari riguardanti gli organi di attacco e la superficie di aderenza tra i conci (bullone di ancoraggio, strisce di materiale per la trasmissione degli sforzi, etc.)

9.4.6.5 Rivestimento conci prefabbricati – Armatura

SCALA: DA 1:10 A 1:5

DATI CONTENUTI:

- Vista interna 1:10 - pianta di un concio con riportate le posizioni dei ferri d'armatura con le indicazioni per ogni tipologia del numero dei ferri, del diametro, della distanza tra i ferri; è inoltre riportata la posizione delle diverse sezioni di concio
- Sezioni 1:10/ 1:5 – sezioni longitudinali e trasversali di concio con riportate le posizioni dei ferri d'armatura con l'indicazione per ogni tipologia del numero, del diametro, della distanza tra i ferri e uno schema di come vanno piegati
- Tabella ferri con riportata per ogni tipologia di ferri di armatura il numero della posizione, il numero dei ferri, il diametro, la lunghezza, la lunghezza totale di tutti i ferri impiegati, uno schema di come vanno piegati

- Tabella ferri riassuntiva con riportate le quantità dei ferri impiegate, distinte per ogni tipologia di ferro e le quantità totale
- Tabella dei materiali con caratteristiche di resistenza di tutti i materiali utilizzati

9.4.6.6 Rivestimento conci prefabbricati – Tolleranze dei conci

SCALA: DA 1:100 - 1:20 –1:10

DATI CONTENUTI:

- Conci sezione sinottica 1:100 – Sezione di un anello di conci con riportate le posizioni dei conci e della chiave
- Vista interna 1:20 – Pianta di un concio con riportate le dimensioni dei lati e le tolleranze previste
- Sezioni 1:10 1:20 – Sezioni longitudinali e trasversali di concio con riportate le dimensioni dei lati e degli spessori e le tolleranze previste
- Tabella con le deviazioni limite e le tolleranze riguardanti il rialzo, la larghezza, le scanalature per guarnizioni, i raggi, la corda dell'arco, gli archi, i pezzi infissi, le cassette, lo spessore dei conci

9.4.6.7 Scavo e Consolidamenti (Interventi di stabilizzazione e consolidamento del cavo) - scavo tradizionale

SCALA: DA 1:50 A 1:20

DATI CONTENUTI:

- Dati geometrici per la completa definizione dell'area di scavo.
- Sostegno delle pareti dello scavo:
- indicazione delle eventuali centine (tipo, interasse longitudinale, tipo di collegamento longitudinale);
- betoncino proiettato (spessore del rivestimento, se fibrorinforzato, indicazione della quantità di fibre a m3);
- rete di protezione.
- Indicazione della fasi di scavo e consolidamento, con quotatura dei piani di scavo provvisori.
- Descrizione degli interventi di consolidamento dell'ammasso:
- chiodi e bulloni (tipo di chiodo/bullone, lunghezza, tipo di ancoraggio, interasse);
- jet-grouting (numero di colonne, diametro, lunghezza, sovrapposizione, inclinazione, caratteristiche dell'eventuale armatura);
- infilaggi (numero, diametro, spessore del tubo, diametro della perforazione, lunghezza, sovrapposizione, inclinazione, tipo di cementazione);
- iniezioni (tipo di miscela impiegata);
- descrizione degli interventi di consolidamento del ponte con il numero e le disposizioni dei chiodi) tipo di chiodo, lunghezza, tipo di cementazione, ancoraggio, interasse, sovrapposizioni, inclinazione) Schema di disposizione dei drenaggi (tipo di tubi, lunghezza, sovrapposizione, diametro di perforazione, inclinazione, direzione e dell'inclinazione, tipo di rivestimento del dreno).
- Tabella dei materiali con descrizione delle caratteristiche di resistenza di tutti i materiali utili

9.4.6.8 Nicchie , by-pass, piazzole di sosta – Carpenterie e Armature – Particolari – scavo meccanizzato

SCALA: DA 1:50 A 1:20

DATI CONTENUTI:

- Carpenterie della sezione trasversale del rivestimento definitivo con l'indicazione di tutti gli elementi necessari alla completa definizione della geometria
- Indicazione delle riprese di getto previste dalle diverse lavorazioni
- Armatura della sezione trasversale con l'indicazione dei ferri di armatura ed esploso
- Carpenteria in pianta del rivestimento definitivo con l'indicazione di tutti gli elementi necessari alla completa definizione della geometria
- Armatura in pianta con l'indicazione dei ferri d'armatura
- Carpenteria in prospetto del rivestimento definitivo con l'indicazione di tutti gli elementi necessari alla completa definizione della geometria
- Armatura in prospetto con l'indicazione dei ferri d'armatura, comprese eventuali armature di ripartizione nel rivestimento della galleria
- Esploso dei ferri con l'indicazione delle piegature, sovrapposizione e lunghezze parziali
- Dettagli dell'impermeabilizzazione, dei tubi e della canaletta di raccolta acque
- Tabella dei materiali con descrizione delle caratteristiche di resistenza di tutti i materiali utilizzati
- Fasi di montaggio nicchie (nel caso dei prefabbricati)

9.4.6.9 Fasi Esecutive – scavo tradizionale

SCALA: DA 1:200 A 1:100

DATI CONTENUTI:

- Serie di sezioni prospettiche per ciascuna significativa fase di lavorazione nella successione prevista dal ciclo.
- Descrizione delle singole lavorazioni.
- Indicazione delle distanze minime e massime dal fronte previste per le diverse lavorazioni, sia per i rivestimenti provvisori che per i rivestimenti definitivi.

9.4.6.10 Nicchie, by-pass, piazzole di sosta, parcheggi pedonali – Fasi Esecutive – scavo tradizionale

SCALA: DA 1:50 A 1:20

DATI CONTENUTI:

- Serie di sezioni trasversali per ciascuna fase di lavorazione nella successione prevista dal ciclo di lavorazione.

9.4.6.11 *Impianto smaltimento acque – Profilo canalette e dettagli*

SCALA: DA 1:5000 A 1:200

DATI CONTENUTI:

- Profilo con l'indicazione della quota di fondo e della pendenza della canaletta e con la quota di progetto e la pendenza del piano ferro;
- Sezioni trasversali della canaletta

9.4.6.12 *Relazione impianto smaltimento acque*

DATI CONTENUTI:

DATI GENERALI

- Dati Generali
- Ubicazione dell'impianto di sollevamento
 - Descrizione dell'area interessata dalla rete di drenaggio
 - Elaborazioni statistiche sulle piogge intense
- Analisi dei dati pluviometrici:
 - studio delle piogge orarie e delle piogge di notevole intensità;
 - fonti di raccolta dei dati (Annali idrologici) e periodo di osservazione
- Elaborazione statistica delle precipitazioni:
 - metodo di studio;
 - elaborazione delle serie storiche (funzione di distribuzione adottata)
- Curve di possibilità climatica:
 - Leggi di regressione caratteristiche e curve di possibilità climatica;
 - Legame funzionale tra altezza di precipitazione e durata per tempo di ritorno
- Stima delle portate
 - Intensità pluviometriche:
 - tempo di ritorno
 - tempo di corrivazione
- Metodo impiegato per la valutazione delle massime portate
 - relazione impiegata
 - stima del coefficiente di deflusso
 - contributo idrico unitario
 - estensione del bacino contribuente
 - stima della massima portata
- Dimensionamento delle opere di drenaggio
 - valutazione delle massime portate transitanti
 - dimensionamento della cunetta di piattaforma
 - dimensionamento del collettore sottopiattaforma
- Stazione di sollevamento:
 - descrizione dello schema di smaltimento delle acque di drenaggio
 - massima portata e prevalenza geodetica
 - equipaggiamento della stazione di sollevamento (n° di elettropompe, funzionamento e inserimento, vasche di calma);
 - tubazione di scarico (dimensioni, portata di scarico, altezza critica, pendenza longitudinale minima, grado di riempimento, velocità di flusso)

9.4.7 Gallerie naturali - Fresa

9.4.7.1 Relazione sul sistema scavo meccanizzato

DATI CONTENUTI:

- Descrizione delle possibili tecniche di scavo meccanizzato per le condizioni in oggetto e rispettive criticità;
- Problematiche in corso di scavo distinte in base alla zonizzazione geologica e idrogeologica con particolare riguardo ai parametri che influiscono sulla scelta dello scavo meccanizzato;
- Riferimenti a lavori analoghi e performances di frese in condizioni simili;
- riferimenti all'analisi dei rischi confrontando tutte le possibili variabili (meccanizzato-tradizionale ; slurry - epbs-mix-commutabile; numero macchine, incidenti, costi);
- Indicazione dei possibili scenari geologici-idrogeologici che si possono incontrare in fase esecutiva ai fini della definizione dell'imprevisto geologica imprevedibile;
- Cantierizzazione per lo scavo meccanizzato;
- impatti in fase realizzativa.

9.4.7.2 Analisi dei Rischi

DATI CONTENUTI:

- Ubicazione della galleria
- Caratteristiche geologiche, idrogeologiche e geotecniche dei terreni attraversati
- Condizioni di copertura
- Condizioni urbane (principali interferenze)
- Applicabilità dei possibili sistemi di scavo (tradizionale e meccanizzato)
- Applicabilità delle possibili tecnologie di scavo meccanizzato:
 - Scudo aperto
 - Scudo a fango
 - Scudo a pressione di terra bilanciata
 - Scudo commutabile
- Numero delle macchine di scavo in funzione delle condizioni presenti e di valutazioni riguardanti:
 - Volumi persi e cedimenti indotti
 - Necessità di consolidamenti
 - Velocità di avanzamento
 - Problemi di manutenzione e/o riparazione, misure ausiliarie
- Identificazione dei rischi per ciascuna delle tecnologie di scavo meccanizzato
 - Stima dei volumi persi e dei cedimenti indotti da uno scudo aperto, a fango, a pressione di terra bilanciata
 - Frane e fornelli indotti (cause ed effetti)
- Valutazione economica dei rischi per ciascuna delle tecnologie di scavo meccanizzato:
 - costi dello scavo
 - costi per gli interventi esterni durante la manutenzione
 - costi per ridurre gli effetti dovuti ai cedimenti
 - costi per interventi di consolidamento delle opere di attraversamento (sottovia , cavalcavia, viadotti)

- costi dovuti ad eventi di crollo
- costi relativi al numero di macchine impiegate
- Analisi dei rischi
 - Metodologia
 - Casi studiati (differenti scenari: es. Scavo con scudo a fango, scavo con scudo a pressione di terra bilanciata, scavo con scudo commutabile)
 - Risultati dell'analisi probabilistica per ognuno dei differenti scenari
- Conclusioni

9.4.7.3 Specifiche tecniche

DATI CONTENUTI:

- Situazione presente:
 - Ubicazione urbana
 - Caratteristiche geometriche del tracciato
 - Situazione geologica, idrogeologica e geotecnica
- Metodo di scavo e relative misure per tratte omogenee
 - Metodologia di scavo più adatta
 - Provvedimenti da adottare durante la fasi di scavo e di manutenzione per ridurre i rischi sia nei confronti dello scavo che di opere interferenti
- Requisiti del sistema di scavo
- Limitazione dei cedimenti (volumi persi e relativi cedimenti, interventi)
 - Misure contro frane e crolli (localizzazione delle tratte interessate, interventi)
 - Zone di imbocco e uscita fresa (diaframma di concio di attacco, diaframma di sbocco)
 - Rivestimento
 - Tipo di rivestimento (conci, bullonatura, guarnizioni, tolleranze, procedure di controllo)
 - Iniezioni a tergo del rivestimento (tipo di iniezione, modalità e tempi di esecuzione)
 - Procedure di scavo e di sostegno del fronte
- Specifiche scudi meccanizzati
 - Requisiti generali
 - Modalità di funzionamento dello scudo nelle diverse tratte (come TBM in rocce litoidi, EPBS semiaperto, EPBS chiuso, EPBS con uso di schiume polimeriche, etc.,)
 - Ulteriori requisiti del sistema di scavo (sistema di alimentazione aria compressa, acqua, energia, altri mezzi)
 - Condizioni geotecniche particolari:
 - Localizzazione delle tratte interessate
 - Tipo di scudo (TBM, EPBS, Slurry shield), modalità d'impiego (aperto, semiaperto, chiuso) e ulteriori caratteristiche (utensili, impiego di schiume, etc.,)
- Tipologia dello scudo
 - Esigenze d'impiego
 - Interventi di manutenzione
 - Camera semplice o doppia
- Sostegno del fronte di scavo
 - Pressioni di sostegno
 - Misura delle pressioni di terra durante l'avanzamento (in calotta, in asse, in arco rovescio, in almeno tre punti lungo il convogliatore a coclea)
- Requisiti della ruota di scavo e varie
 - Tipo di utensili in dotazione

- Possibilità di sovrascavo variabile, con posizionamento dell'overcutter mediante sistema idraulico assistito dall'esterno (senza personale nella camera di lavoro)
- Modalità di esecuzione del cambio di utensili (dall'interno della camera di lavoro ma non davanti alla ruota)
- Spinta e torsione
- Pressione massima e media di sostegno del fronte
- Spinta esercitata dai martinetti della ruota al fronte
- Spinta esercitata dai martinetti dello scudo sui conci
- Momento torcente minimo della ruota di taglio
- Requisiti di dischi e utensili
- Lavori di manutenzione ed interventi in camera di lavoro
 - Requisiti dello scudo (camera semplice o doppia, camera iperbarica)
 - Accesso del personale nella camera di lavoro
 - Pianificazione degli interventi
 - Controllo del personale
 - Programma con modalità e fasi di lavoro durante le entrate del personale in camera di lavoro
 - Verifica, monitoraggio e restituzione grafica delle perdite d'aria compressa durante gli accessi con acquisizione; dei dati durante l'avanzamento, l'elaborazione e restituzione in tempo reale
- Monitoraggio del sistema guida e sistema gestione dati :
 - Sistema guida: lo scudo deve essere fornito di un sistema guida con misura della sua posizione assoluta visionabile in tempo reale; devono essere fornite almeno le seguenti informazioni:
 - Posizione dell'asse relativamente alla posizione teorica
 - Inclinazione verticale e orizzontale rispetto all'asse teorico
 - Rullaggio dello scudo
 - Planarità dell'anello
 - Tutti i dati devono essere registrati sul sistema di acquisizione dati ed evidenziati i valori di soglia, di attenzione e di allarme
 - Sistema acquisizione e gestione dati: i dati di monitoraggio devono essere registrati in tempo reale con una frequenza idonea per ogni tipologia. Devono essere registrati almeno i seguenti parametri
 - Momento torcente della ruota di taglio
 - Spinta della ruota di scavo (per gruppi di martinetti e totale)
 - Spinta dei martinetti (per gruppi e totale) sui conci
 - Pressione dell'aria nella camera iperbarica
 - Pressione di terra misurata in camera di lavoro su almeno tre livelli (calotta, asse scudo, arco rovescio)
 - Quantità di marino asportato dal convogliatore a coclea
 - Quantità di additivi e acqua aggiunti
 - Pressione di iniezione in corrispondenza di ogni punto di iniezione dalla coda dello scudo
- Rivestimento
 - Conci in cls prefabbricato
 - Spessore
 - Lunghezza media anello
 - Numero minimo dei conci
 - Tipologie di anelli
 - Per ogni concio (esclusa la chiave) valvola per iniezione della malta
- Calcestruzzo (resistenza minima, rapporto a/c
 - Casseforme (in acciaio) e precisione dei conci
 - Deviazione limite a T di 15° C (rialzo , larghezza, scanalature per guarnizioni, raggi, corda dell'arco, lunghezza dell'arco, pezzi infissi, cassette, spessore dei conci)
 - Tolleranze principali (planarità, forma, dimensioni, larghezza)
 - Modalità di controllo
- Getto e maturazione dei conci
 - Misure di "curing" del cls

- Protezione contro l'asciugamento e maturazione a vapore
- Temperatura massima durante la maturazione
- Controllo dei conci (sistema di misura e precisione)
- Armatura (posizione dell'armatura, copriferro)
- Superficie di contatto e bullonatura
- Verifiche delle sollecitazioni trasmesse ai conci
- Guarnizioni per la tenuta stagna
- Guarnizioni in gomma piuma
- Strati di compensazione delle deformazioni e di distribuzione degli sforzi
- Trasporto ed erezione dei conci
- Produzione e fornitura dei conci
- Specifiche per l'iniezione del vuoto di coda
 - Malta
 - Sistemi di iniezione

9.4.8 Gallerie naturali - Imbocco

9.4.8.1 Planimetria Generale

SCALA: DA 1:200 - 1:100

DATI CONTENUTI:

- Elementi cartografici originali con asse di tracciamento.
- Limiti degli scavi provvisori.
- Vista planimetrica delle opere di sostegno quotate rispetto all'asse di tracciamento.
- Progressive di imbocco galleria naturale, inizio e fine della dima e concio d'attacco, della galleria artificiale, del portale d'imbocco o del becco di flauto (tratteggiato).
- Indicazione delle sezioni trasversali.

9.4.8.2 Profilo longitudinale e sviluppata

SCALA: DA 1:200 A 1:100

DATI CONTENUTI:

- Profilo longitudinale:
 - Indicazione delle opere di sbancamento.
 - Disegno con indicazione di lunghezze e progressive delle seguenti opere:
 - Becco di flauto.
 - Galleria artificiale.
 - Dima e concio d'attacco.
- Indicazione della progressiva di inizio della galleria naturale.
- Quotatura del piano ferro, dei piani di scavo.

- Indicazione degli interventi di consolidamento.
- Indicazione delle quote del terreno originario e di progetto.
- Indicazione delle sezioni trasversali.
- Sviluppata in asse paratia:
 - Schema della disposizione dei drenaggi, dei tiranti, dei chiodi.
 - Geometria della sezione d'attacco della galleria, con relative dimensioni.
 - Descrizione del tipo di paratia:
 - Paratia di pali (tipo di pali); paratia in jet-grouting (numero e diametro delle colonne; eventuale armatura);
 - Quote necessarie per l'individuazione della trave di testata;
 - Profondità di infissione della paratia.

9.4.8.3 Fasi costruttive

SCALA: DA 1:500

DATI CONTENUTI:

Ognuna delle diverse fasi costruttive è rappresentata da uno stralcio planimetrico della zona d'imbocco con la schematizzazione degli interventi principali che comprendono:

- Fase 1 – esecuzione del piano di lavoro, realizzazione dei pali e del cordolo di collegamento al perimetro dell'area d'imbocco, esecuzione dei pali plastici
- Fase 2 – esecuzione per fasi progressive dello scavo e della tesatura tiranti fino a quota fondo scavo, demolizione dei pali in cls per la superficie d'ingombro della fresa per la galleria naturale
- Fase 3 - esecuzione del piano di lavoro a quota fondo scavo, realizzazione della struttura dio contrasto della fresa per la galleria naturale, realizzazione delle opere di smaltimento acque
- Fase 4 – posa dello scudo nella sella di alloggiamento, montaggio fresa, e back – up
- Fase 5 – avanzamento fresa con contrasto anelli di rivestimento esterni
- Fase 6 – demolizione degli anelli di rivestimento esterni ad esclusione dell'ultimo anello, collegamento con la galleria artificiale

9.4.8.4 Relazione di calcolo – elemento di spinta

DATI CONTENUTI:

- Normative di riferimento
- Caratteristiche dei materiali
- Valutazione dei carichi agenti
- Caratteristiche geometriche della sezione resistente dell'anello di irrigidimento, schematizzazione della struttura, verifica sezione e bullonatura
- Caratteristiche geometriche del telaio di contrasto, calcolo delle sollecitazioni, verifica delle aste, del telaio trasversale, dei controventi e dei puntoni
- Sella di fondazione: schematizzazione della struttura e dell'interazione con il terreno, sollecitazioni indotte dal telaio, dall'anello di contrasto e dai carichi permanenti, verifica delle sezioni e allo scorrimento

9.4.8.5 Opere d'imbocco: carpenteria, armature e particolari

SCALA: DA 1:200 – 1::20

DATI CONTENUTI:

- Pianta e sezione della carpenteria delle opere con le indicazioni di tutti gli elementi necessari alla completa definizione della geometria
- Sezione dell'opera con disposizione dei tiranti
- Tiranti: dettagli e particolari dell'ancoraggio
- Sezione longitudinale e trasversale del' armatura, particolare del cordolo in cls
- Tabella dei materiali con descrizione delle caratteristiche di resistenza di tutti i materiali utilizzati

9.4.8.6 Struttura metallica di spinta – carpenteria anello di irrigidimento

SCALA: DA 1:20 – 1:10

DATI CONTENUTI:

- Pianta e sezioni della carpenteria metallica dell'anello di irrigidimento
- Particolari della sella di appoggio
- Particolare posizione martinetto
- Schema di disposizione martinetti di spinta
- Tabella dei materiali

9.4.8.7 Struttura metallica di spinta – carpenteria telaio di contrasto

SCALA: DA 1:20 – 1:10

DATI CONTENUTI:

- Pianta e sezioni particolari longitudinali e trasversali della carpenteria del telaio di contrasto
- Tabella dei materiali

9.4.8.8 Sella alloggiamento fresa– carpenteria e particolari costruttivi

SCALA: DA 1:100

DATI CONTENUTI:

- Pianta dell'intervento e dell'alloggiamento fresa

- Sezione longitudinale e trasversale della carpenteria della sella con l'indicazione di tutti gli elementi necessari alla completa definizione della geometria
- Tabella dei materiali con descrizione delle caratteristiche di resistenza di tutti i materiali utilizzati

9.4.8.9 Sella alloggiamento fresa– armatura

SCALA: DA 1:50 A 1:20

DATI CONTENUTI:

- Armatura della sezione trasversale con l'indicazione di tutti i ferri delle armature longitudinali e trasversali
- Esploso dei ferri con indicazione delle piegature, sovrapposizioni e lunghezze parziali
- Tabella dei materiali con descrizione delle caratteristiche di resistenza di tutti i materiali utilizzati

9.4.9 Gallerie Naturali - Imbocco - Fasi Provvisorie – scavo tradizionale

9.4.9.1 Planimetria

SCALA: DA 1:200 A 1:100

DATI CONTENUTI:

- Elementi cartografici originari con asse di tracciamento.
- Limiti degli scavi provvisori.
- Vista planimetrica delle opere di sostegno quotate rispetto all'asse di tracciamento.
- Progressive di imbocco galleria naturale, inizio e fine della dima e concio d'attacco, della galleria artificiale, del portale d'imbocco o del becco di flauto (tratteggiato).
- Indicazione delle sezioni trasversali.

9.4.9.2 Profilo longitudinale e sviluppata

SCALA: 1:200/1:100

DATI CONTENUTI:

- Profilo longitudinale:
- Indicazione delle opere di sbancamento.
- Disegno con indicazione di lunghezze e progressive delle seguenti opere (tratteggiato):
- becco di flauto;
- galleria artificiale;
- dima e concio d'attacco.
- Indicazione della progressiva di inizio della galleria naturale.
- Quotatura del piano ferro, dei piani di scavo.
- Indicazione degli interventi di consolidamento.
- Schema della disposizione dei drenaggi, dei tiranti, dei chiodi.
- Indicazione delle quote del terreno originario e di progetto.
- Indicazione delle sezioni trasversali.

- Sviluppata in asse paratia:
- Schema della disposizione dei drenaggi, dei tiranti, dei chiodi.
- Geometria della sezione d'attacco della galleria, con relative dimensioni.
- Descrizione del tipo di paratia:
- paratia di pali (tipo di pali); paratia in jet-grouting (numero e diametro delle colonne; eventuale armatura);
- quote necessarie per l'individuazione della trave di testata;
- profondità di infissione della paratia;
- definizione delle caratteristiche geometriche dei tiranti e dei chiodi.

9.4.9.3 Sezioni Trasversali

SCALA: DA 1:200 A 1:100

DATI CONTENUTI:

- Quota di riferimento.
- Progressiva della sezione.
- Profilo altimetrico del terreno originario.
- Sezione trasversale della galleria con indicazione della quota del piano ferro, dell'ingombro in direzione trasversale, dell'asse della galleria e dell'asse di tracciamento.
- Descrizione delle strutture provvisorie di sostegno.
- Descrizione della geometria degli scavi.

9.4.9.4 Relazione Geotecnica e di Calcolo

DATI CONTENUTI:

- Descrizione delle indagini eseguite agli imbocchi
- Parametrizzazione geotecnica dei terreni e delle rocce interessati dalle opere
- Descrizione dei metodi di calcolo utilizzati per gli interventi previsti
- Calcoli e verifiche strutturali delle gallerie artificiali

9.4.9.5 Dima e Concio d'attacco – Carpenteria e Particolari Costruttivi

SCALA: DA 1:50 A 1:20

DATI CONTENUTI:

- Carpenteria della sezione trasversale e longitudinale della dima con l'indicazione di tutti gli elementi necessari alla completa definizione della geometria.
- Carpenteria della sezione trasversale e longitudinale del concio d'attacco con l'indicazione di tutti gli elementi necessari alla completa definizione della geometria.
- Indicazione delle riprese di getto previste dalle diverse fasi di lavorazione.
- Dettagli dell'impermeabilizzazione, dei tubi e della raccolta acque.
- Tabella dei materiali con descrizione delle caratteristiche di resistenza di tutti i materiali utilizzati.

9.4.9.6 Dima e Concio d'attacco – Armature

SCALA: DA 1:50 A 1:20

DATI CONTENUTI:

- Armatura della sezione trasversale con indicazione di tutti i ferri delle armature trasversali e longitudinali.
- Esploso dei ferri con indicazione delle piegature, sovrapposizioni e lunghezze parziali.
- Tabella dei materiali con descrizione delle caratteristiche di resistenza di tutti i materiali utilizzati.

9.4.9.7 Carpenteria, Armature, Particolari

SCALA: DA 1:50 A 1:20

DATI CONTENUTI:

- Carpenteria ed armatura delle travi di coronamento delle paratie provvisionali.
- Particolari delle testate dei tiranti.
- Sezione trasversale della paratia con descrizione degli elementi strutturali.
- Tabella dei materiali.

□□10 Gallerie Naturali - Imbocco - Sistemazione Definitiva – scavo tradizionale

9.4.10.1 Planimetria

SCALA: DA 1:200 A 1:100

DATI CONTENUTI:

- Elementi cartografici originari con asse di tracciamento.
- Vista planimetrica delle opere d'imbocco definitive, del portale, dei muri di sostegno, dei marciapiedi.
- Ubicazione e dimensioni delle opere di raccolta acque indicazione del percorso seguito dalle acque per mezzo di frecce.
- Progressive, ubicazione e dimensioni dei pozzetti di raccolta delle acque.
- Progressive di imbocco galleria naturale, inizio e fine della dima e concio d'attacco, della galleria artificiale, del portale d'imbocco.

9.4.10.2 Profilo Longitudinale

SCALA: DA 1:200 A 1:100

DATI CONTENUTI:

- Profilo longitudinale:
- Disegno con indicazione di lunghezze e progressive delle seguenti opere:
- Portale o becco di flauto;

- galleria artificiale;
- dima e concio d'attacco.
- Indicazione della progressiva di inizio della galleria naturale.
- Quotatura del piano viabile.
- Indicazione degli interventi di consolidamento.
- Indicazione dei fossi di guardia.
- Indicazione del terreno di ritombamento.
- Indicazione delle quote del terreno originario e di progetto.
- Indicazione delle sezioni.

9.4.10.3 Sezioni Trasversali

SCALA: DA 1:200 A 1:100

DATI CONTENUTI:

- Quota di riferimento.
- Progressiva della sezione finale.
- Profilo altimetrico del terreno.
- Indicazione delle opere di sbancamento.
- Indicazione delle interferenze con costruzioni esistenti.
- Sezione trasversale della galleria con indicazione della quota del piano viabile, dell'ingombro in direzione
- trasversale, dell'asse della galleria e dell'asse di tracciamento.

9.4.10.4 Galleria Artificiale e Portale d'imbocco – Carpenteria Pianta e Profilo

SCALA: DA 1:100 A 1:50

DATI CONTENUTI:

- Vista planimetrica e sezione prospettica corrispondente della galleria artificiale e del portale.
- Descrizione del sistema di raccolta dell'acqua.
- Ubicazione e schema geometrico dei by-pass, piazzole di sosta, parcheggi pedonali.
- Quotature e progressive relative alle seguenti opere:
- dima e concio d'attacco;
- galleria artificiale;
- portale;
- muri di raccordo;
- by-pass, piazzole di sosta, parcheggi pedonali.

9.4.10.5 Galleria Artificiale e Portale d'imbocco - Carpenteria sezioni

SCALA: DA 1:50 A 1:20

DATI CONTENUTI:

- Carpenteria delle sezioni trasversali tipo della galleria artificiale e dell'imbocco con l'indicazione di tutti gli elementi necessari alla completa definizione della geometria.
- Indicazione delle riprese di getto previste dalle diverse fasi di lavorazione.
- Dettagli dell'impermeabilizzazione, dei tubi e della raccolta acque.
- Tabella dei materiali con descrizione delle caratteristiche di resistenza di tutti i materiali utilizzati.

9.4.10.6 Galleria Artificiale e Portale d'imbocco - Armatura sezioni

SCALA: DA 1:50 A 1:20

DATI CONTENUTI:

- Armatura della sezione trasversale con indicazione di tutti i ferri delle armature trasversali e longitudinali.
- Esploso dei ferri con indicazione delle piegature, sovrapposizioni e lunghezze parziali.
- Tabella dei materiali con descrizione delle caratteristiche di resistenza di tutti i materiali utilizzati.

9.4.10.7 By-pass, piazzole di sosta, parcheggi pedonali. - Carpenteria, Armature, Particolari

SCALA: DA 1:50 A 1:20

DATI CONTENUTI:

- Carpenteria della sezione trasversale del rivestimento definitivo con l'indicazione di tutti gli elementi necessari alla completa definizione della geometria.
- Armatura della sezione trasversale con indicazione dei ferri di armatura ed esploso.
- Carpenteria in pianta del rivestimento definitivo con l'indicazione di tutti gli elementi necessari alla completa definizione della geometria.
- Armatura in pianta con indicazione dei ferri di armatura.
- Carpenteria in prospetto del rivestimento definitivo con l'indicazione di tutti gli elementi necessari alla completa definizione della geometria.
- Armatura in prospetto con indicazione dei ferri di armatura, comprese eventuali armature di ripartizione nel rivestimento della galleria.
- Esploso dei ferri con indicazione delle piegature, sovrapposizioni e lunghezze parziali.
- Dettagli dell'impermeabilizzazione, dei tubi e della raccolta acque.
- Tabella dei materiali con descrizione delle caratteristiche di resistenza di tutti i materiali utilizzati

9.4.11 Gallerie naturali - Interferenze

9.4.11.1 Planimetria opere e sottoservizi principali esistenti

SCALA: DA 1:1000 A 1:500

DATI CONTENUTI:

- Base planimetrica quotata e aggiornata, conforme al resto del progetto, con indicazioni di facile riferimento in sito.
- Legenda tipologia sottoservizi.
- Indicazione planimetrica dei singoli sottoservizi con richiami sul livello di rischio, numero scheda e tipologia.

9.4.11.2 Schede opere e sottoservizi principali interferenti

DATI CONTENUTI:

- Schede con indicazione della posizione delle interferenze, la quota dal p.c., la copertura, il franco e la tipologia (distinti per livello di rischio).
- Schede singole per ogni interferenza indicante il proprietario, l'indirizzo, lo stato attuale in termini di posizione, descrizione, quota, angolo di incidenza, sviluppo lineare e dimensioni trasversali, il franco ed il tipo di intervento.

9.4.11.3 Relazione sulla valutazione delle subsidenze indotte e dei possibili danni agli edifici

DATI CONTENUTI:

- Premessa con inquadramento dell'area di studio, delle metodologie e fasi di analisi, della ubicazione, caratteristiche e modalità costruttive delle opere da realizzare, della natura e caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni, della posizione della falda, delle opere interferenti;
- Determinazione della distribuzione dei cedimenti verticali e delle componenti orizzontali
- Verifica preliminare del possibile danno ad un generico manufatto in seguito allo scavo
- Stima del rischio di danno e degli eventuali stati limite di servizio
- Calcolo delle deformazioni flessionali e di taglio
- Individuazione della categoria del danno
- Approfondimento dell'analisi per categorie di danno elevato
- Risultati
- Esposizione degli effetti sui manufatti interferenti risultanti dallo scavo, con indicazioni sulla necessità di intervento su quelli maggiormente interessati e predisposizione di un eventuale piano di monitoraggio
- Considerazioni finali

9.4.11.4 Planimetria Interventi

SCALA: 1:200

DATI CONTENUTI:

- Base planimetrica quotata e aggiornata, conforme al resto del progetto, con indicazioni di facile riferimento in sito.
- Legenda tipologia opere e sottoservizi.
- Indicazione planimetrica delle opere e dei singoli sottoservizi, delle aree di cantiere e degli interventi

9.4.11.5 *Sezioni trasversali e Sezione longitudinale geotecnica*

SCALA: 1:200

DATI CONTENUTI:

- Sezione quotata longitudinale geotecnica con l'ubicazione delle opere interferenti delle tecniche di consolidamento
- Sezioni trasversali quotate con l'ubicazione e le caratteristiche geometriche delle opere interferenti, degli interventi di consolidamento

9.4.12 Gallerie naturali - monitoraggio

9.4.12.1 *Relazione piano di monitoraggio*

DATI CONTENUTI:

- Obiettivi del piano di monitoraggio
- Grandezze monitorate
- Classi di danno o di rischio e soglie di attenzione
- Tipologia delle sezioni tipo (di taratura e di controllo)
- Strumentazione (descrizione strumento, caratteristiche costruttive, specifiche di installazione e di lettura)
- Raccolta, trasmissione ed elaborazione dati
- Piano delle misure
- Tavole con l'ubicazione delle strumentazioni
- Schema a blocchi del sistema di monitoraggio e controllo

9.4.12.2 *Sezioni trasversali di monitoraggio (imbocchi e zone accessibili)*

SCALA: 1:200

DATI CONTENUTI:

- Sezioni trasversali quotate con l'indicazione delle verticali monitoraggio
- Progressive delle sezioni, numero delle sezioni
- Tipologia degli strumenti da impiegare

9.4.12.3 *Planimetria sezioni strumentate di monitoraggio (imbocchi e zone accessibili)*

SCALA: 1:1000 A 1:500

DATI CONTENUTI:

- Base planimetrica quotata e aggiornata, conforme al resto del progetto con indicazione di facile riferimento in sito
- Legenda tipologica strumentazione da installare

- Indicazione planimetrica singole sezioni strumentate con evidenziazione delle interferenze da monitorare e dei sottoservizi vicini

9.4.12.4 Monitoraggio in macchina e in avanzamento

DATI CONTENUTI:

- Descrizione delle caratteristiche di monitoraggio del sistema guida
 - Misura della posizione assoluta dello scudo visionabile in tempo reale
 - Posizione dell'asse in relazione alla posizione teorica
 - Inclinazione verticale e orizzontale in relazione all'asse teorico
 - Rullaggio dello scudo (rotazione intorno al proprio asse)
 - Planarità dell'anello
 - Registrazione dei dati sul sistema di acquisizione ed evidenziazione dei valori di soglia, di attenzione e di allarme
- Descrizione delle caratteristiche sistema di acquisizione e gestione dati
 - Misura dei dati del monitoraggio in tempo reale con frequenza idonea alla tipologia del dato
 - Possibilità di elaborazioni matematiche sui valori misurati
 - Possibilità di registrazione in continuo in tempo reale mediante trasmissione in rete
 - Parametri minimi da registrare
 - Momento torcente della ruota di scavo
 - Spinta della ruota di scavo (per gruppi di martinetti e totale)
 - Spinta dei martinetti (per gruppi e totale) sui conci
 - Pressione dell'aria nella camera iperbarica
 - Pressione di terra o pressione dei fanghi misurata in camera di lavoro su almeno tre livelli (in calotta, in asse scudo, in arco rovescio)
 - Quantità di marino asportato dal convogliatore a coclea e da condutture idrauliche
 - Quantità di additivi e acqua aggiunti
 - Pressione di iniezione in corrispondenza di ogni punto di iniezione dalla coda dello scudo
- Descrizione delle caratteristiche di monitoraggio in avanzamento
 - Esecuzione dei sondaggi suborizzontali
 - Misura del livello di falda

9.4.13 Gallerie naturali - Cantierizzazione

9.4.13.1 Relazione Illustrativa

DATI CONTENUTI:

- Opere di pertinenza del cantiere (descrizione del progetto, opere di pertinenza, vincoli).
- Metodologia di esecuzione delle gallerie naturali.
- Localizzazione delle aree.
- Descrizione delle infrastrutture (descrizione generale, impianti, stoccaggio e movimentazione materiali, area per logistica).
- Approvvigionamento e smaltimento materiali.
- Tutela dell'assetto geologico e idrogeologico (fabbisogno idrico, raccolta e smaltimento acque meteoriche).
- Stima del fabbisogno energetico.

- relazione sull'utilizzo di cave e/o discariche per aree di cantiere (stoccaggio marino, conci, ecc.)
- relazione sul trasporto materiali.

9.4.13.2 Planimetria e profili

SCALA: DA 1:1000 A 1:500/200

DATI CONTENUTI:

- Planimetria (1:1000 - 1:500)
- Base planimetrica quotata e aggiornata con indicazione dell'area di cantiere.
- Ubicazione di tutte le infrastrutture, attrezzature e impianti presenti.
- Profili (1:500/200)

Elementi topografici, infrastrutture ed attrezzature presenti in particolari aree del cantiere caratterizzate da notevoli ingombri o movimentazioni. (aree stoccaggio e movimentazione materiali, carroponte, autogru, silos, ecc.).

9.4.14 Gallerie naturali - Sicurezza

9.4.14.1 Relazione di calcolo Pozzi di Ventilazione e accessi intermedi

DATI CONTENUTI:

- Descrizione delle opere
- Normative di riferimento
- Prescrizioni sui materiali
- Modello di calcolo
- Verifiche strutturali

9.4.14.2 Collegamenti trasversali - Stralci Planimetrici con ubicazione

SCALA: DA 1:1000

DATI CONTENUTI:

- Serie di planimetrie per ciascun collegamento con indicazione sia della progressiva planimetrica ed evidenziazione opere interferenti e dei sottoservizi

9.4.14.3 Collegamenti trasversali – Pianta, Sezioni tipo, Carpenteria e Armature

SCALA: DA 1:50 A 1:20

DATI CONTENUTI:

- Carpenteria della sezione trasversale del rivestimento definitivo con l'indicazione di tutti gli elementi necessari alla completa definizione della geometria
- Armatura della sezione trasversale con indicazione dei ferri ed esploso degli stessi.
- Carpenteria in pianta del rivestimento definitivo con l'indicazione di tutti gli elementi necessari alla completa definizione della geometria, dell'alloggiamento strumentazione TLC e delle opere di smaltimento acque
- Carpenteria in prospetto del rivestimento definitivo con l'indicazione di tutti gli elementi necessari alla completa definizione della geometria
- Esploso dei ferri con indicazione delle piegature, sovrapposizioni, lunghezze parziali
- Dettagli dell'impermeabilizzazione, dei tubi e della canaletta di raccolta acque, del pozzetto cavi
- Tabella dei materiali con descrizione delle caratteristiche di resistenza di tutti i materiali utilizzati

9.4.14.4 Collegamenti trasversali – Fasi Esecutive

SCALA: DA 1:100 A 1:50

DATI CONTENUTI:

- Serie di sezioni trasversali per ciascuna fase di lavorazione nella successione prevista dal ciclo di lavorazione con indicazione delle opere di rinforzo, miglioramento e stabilizzazione di prima fase
- Piante delle zone di intervento
- Prospetto degli elementi prefabbricati speciali predisposti per le aperture di collegamento e carpenterie del cunicolo
- Tabelle degli elementi di rinforzo e/o miglioramento in termini di lunghezza ed orientazione
- Caratteristiche

9.5 Opere d'arte minori

9.5.1 Opere di sostegno

9.5.1.1 Relazioni tecniche e di calcolo delle strutture

L'elaborato verrà consegnato per singola opera; non verranno presi in esame elaborati per opere tipologiche.

L'elaborato conterrà le motivazioni della scelta e del dimensionamento delle opere di sostegno previste, nonché tutte le indicazioni di calcolo e verifica delle opere sia per quanto riguarda la stabilità globale sia per quanto attiene la verifica statica delle strutture.

I calcoli delle strutture, comunque eseguiti, sono accompagnati da una relazione illustrativa dei criteri e delle modalità di calcolo che ne consentano una agevole lettura e verificabilità.

La relazione di calcolo delle strutture contiene:

- l'indicazione delle norme di riferimento;
- la specifica della qualità e delle caratteristiche meccaniche dei materiali e delle modalità di esecuzione qualora necessarie;
- lo studio di durabilità dei c.a. con riferimento alla classe di esposizione ambientale dei singoli elementi costruttivi costituenti l'opera;
- le fasi costruttive
- l'analisi dei carichi per i quali le strutture sono state dimensionate
- schema di calcolo e calcolo delle sollecitazioni;
- i grafici delle caratteristiche di sollecitazione;
- le verifiche statiche e le verifiche per azione sismica;
- le verifiche di fessurazione delle strutture in c.a.;
- tabulati dei calcoli.

9.5.1.2 Planimetria di tracciamento

SCALA 1:200

DATI CONTENUTI :

- progressive chilometriche d'individuazione dell'opera
- coordinate di tracciamento dell'opera

9.5.1.3 Pianta, Profilo e Sezione delle opere di sostegno (in destra ed in sinistra)

SCALA 1:200

DATI CONTENUTI :

- pianta, profilo e sezione dell'opera
- tipologia dell'opera

- progressive kilometriche d'individuazione dell'opera
- quote fondo scavo, estradosso fondazione, sommità opera
- profondità infissione paratie
- dimensioni geometriche dell'opera
- indicazione del recettore delle acque di drenaggio a tergo, dell'asse del tubo di drenaggio
- indicazione dei giunti di dilatazione
- indicazione del profilo della canaletta a monte dell'opera

9.5.1.4 Pianta degli scavi

SCALA -1:200

DATI CONTENUTI :

- geometria degli scavi
- coordinate di tracciamento degli scavi
- indicazione di eventuali opere di sostegno provvisorio
- pendenza delle scarpate degli scavi

9.5.1.5 Disegni di armatura

SCALA 1:50 – 1:20

Sezioni trasversali e piante che indichino:

- giunti di ripresa dei getti
- giunti strutturali
- materiali adottati con indicazione delle classi di esposizione degli elementi costruttivi costituenti l'opera
- indicazione dell'ultima posizione dei ferri indicati nella tavola e delle eventuali posizioni omesse;
- tracciato di tutti i ferri, con indicazione delle lunghezze parziali e totali e del numero di barre;
- indicazione del copriferro;
- posizioni e numerazione di tutte le barre di armatura nella sezioni;
- distinta ferri delle armature con definizione della forma e lunghezza della barra ordinate per diametro e dei relativi quantitativi parziali e globali

9.5.1.6 Carpenterie e Particolari costruttivi

SCALA 1:50 – 1:20

DATI CONTENUTI :

Per muri (di sostegno □ sottoscarpa □ controripa)

- Sezioni trasversali e piante che indichino:
- tutte le dimensioni geometriche del muro
- pendenza dell'eventuale rastremazione del paramento anteriore

- dimensione ed ubicazione di eventuali pali di fondazione
- materiali adottati con indicazione delle classi di esposizione degli elementi costruttivi costituenti l'opera
- indicazione delle quote di intradosso ed estradosso dei plinti, del magrone, della sommità del muro;
- indicazione del copriferro;
- tipologia del materiale di rinterro;
- tipologia del sistema di drenaggio (tubi drenanti, geotessili, impermeabilizzazioni, ecc.)
- posizione e geometria dei barbacani
- dimensioni e caratteristiche dell'eventuale paramento di finitura architettonica

Per pali micropali

Sezioni trasversali e piante che indichino:

- diametro, interasse e lunghezza dei pali;
- geometria dei cordoli
- dimensioni e caratteristiche dell'eventuale paramento di finitura architettonica
- lunghezza, interasse, pendenza, posizionamento e tipologia dei tiranti utilizzati;
- dimensioni della fondazione e forza di presollecitazione dei singoli tiranti;
- fasi esecutive dei tiranti;
- provvedimenti per l'impiego di tiranti eseguiti sotto battente idraulico;
- pendenza del pendio retrostante;
- indicazione di eventuali drenaggi;
- sezione globale del complesso pendio – paratia - corpo stradale;
- materiali adottati con indicazione delle classi di esposizione degli elementi costruttivi costituenti l'opera

Per diaframmi

- Sezioni trasversali e piante che indichino:
 - dimensioni trasversali e lunghezze dei pannelli;
 - geometria dei cordoli
 - numerazione dei pannelli
 - dimensioni e caratteristiche dell'eventuale paramento di finitura architettonica
 - lunghezza, interasse, pendenza, posizionamento e tipologia dei tiranti utilizzati;
 - dimensioni della fondazione e forza di presollecitazione dei singoli tiranti;
 - fasi esecutive dei tiranti;
 - provvedimenti per l'impiego di tiranti eseguiti sotto battente idraulico;
 - pendenza del pendio retrostante;
 - indicazione di eventuali drenaggi;
 - sezione globale del complesso pendio-paratia-corpo stradale;
 - materiali adottati con indicazione delle classi di esposizione degli elementi costruttivi costituenti l'opera

Per barriere paramassi

- planimetria con identificazione delle aree da proteggere
- documentazione fotografica dei siti
- sezioni trasversali e piante che indichino:
 - disposizioni barriere
 - interassi montanti
 - numero file e lunghezze
 - posizioni ancoraggi con particolari costruttivi (materiali, tipologia iniezioni, lunghezza ancoraggio)
 - particolari costruttivi (rete, montanti, funi, accessori)

Per opere di drenaggio e smaltimento delle acque

- materiale drenante a tergo del muro ;
- dimensioni e posizionamento dei collettori longitudinali a tergo dei muri;
- individuazione, diametro e pendenze dei fori di scolo;
- evidenziazione della presenza di geotessile;
- posizione, pendenza, diametro, lunghezza e materiali nel caso di utilizzo di microdreni;
- fossi di guardia
- caratteristiche dei materiali impiegati

9.5.1.7 Sezione tipo e particolari costruttivi

SCALA 1:50 – 1:20 – 1:10

DATI CONTENUTI :

- le pendenze delle scarpate a monte e a valle dell'opere di sostegno
- caratteristiche del materiale di riempimento dello scavo a tergo dell'opera
- caratteristiche del materiale di rivestimento del paramento
- caratteristiche del collettore longitudinale di drenaggio a tergo dell'opera
- individuazione, diametro e pendenze dei fori di scolo;
- evidenziazione della presenza di geotessile;
- posizione, pendenza, diametro, lunghezza e materiali nel caso di utilizzo di microdreni;
- caratteristiche e dimensioni dei fossi di guardia

9.5.2 Opere di attraversamento con cavalcavia

Stessi elaborati previsti per le opere d'arte maggiori.

9.5.3 Opere di attraversamento stradale con sottovia

9.5.3.1 Relazioni di calcolo delle strutture

- L'elaborato verrà consegnato per singola opera; non verranno presi in esame elaborati per opere tipologiche.
- L'elaborato conterrà le motivazioni della scelta e del dimensionamento delle opere di sostegno previste, nonché tutte le indicazioni di calcolo e verifica delle opere sia per quanto riguarda la stabilità globale sia per quanto attiene la verifica statica delle strutture.
- I calcoli delle strutture, comunque eseguiti, sono accompagnati da una relazione illustrativa dei criteri e delle modalità di calcolo che ne consentano una agevole lettura e verificabilità.
- La relazione di calcolo delle strutture contiene:
- l'indicazione delle norme di riferimento;
- la specifica della qualità e delle caratteristiche meccaniche dei materiali e delle modalità di esecuzione qualora necessarie;

- lo studio di durabilità dei c.a. con riferimento alla classe di esposizione ambientale dei singoli elementi costruttivi costituenti l'opera;
- le fasi costruttive
- l'analisi dei carichi per i quali le strutture sono state dimensionate
- schema di calcolo e calcolo delle sollecitazioni;
- i grafici delle caratteristiche di sollecitazione;
- le verifiche statiche e le verifiche per azione sismica;
- le verifiche di fessurazione delle strutture in c.a.;
- tabulati dei calcoli.

9.5.3.2 Planimetria di tracciamento

SCALA 1:200

DATI CONTENUTI :

- progressive kilometriche d'individuazione dell'opera
- coordinate di tracciamento dell'opera

9.5.3.3 Pianta, profilo sezioni

SCALA 1:100

DATI CONTENUTI :

- stralcio planimetria dello stato attuale 1:200;
- stralcio planimetria con l'ubicazione dell'opera;
- pianta, profilo e sezioni dell'opera con indicate le dimensioni geometriche, le quote di riferimento, gli eventuali interventi di consolidamento
- zone di imbocco con gli eventuali muri andatori

9.5.3.4 Pianta scavi

SCALA 1:200

DATI CONTENUTI :

- geometria degli scavi
- coordinate di tracciamento degli scavi;
- individuazione delle eventuali opere di sostegno provvisorio
- pendenza delle scarpate degli scavi;
- eventuali interventi di consolidamento

9.5.3.5 Disegni di armatura

SCALA 1:50 – 1:20

Sezioni trasversali e piante che indichino:

- giunti di ripresa dei getti
- giunti strutturali
- materiali adottati con indicazione delle classi di esposizione degli elementi costruttivi costituenti l'opera
- indicazione dell'ultima posizione dei ferri indicati nella tavola e delle eventuali posizioni omesse;
- tracciato di tutti i ferri, con indicazione delle lunghezze parziali e totali e del numero di barre;
- indicazione del copriferro;
- posizioni e numerazione di tutte le barre di armatura nella sezioni;
- distinta ferri delle armature con definizione della forma e lunghezza della barra ordinate per diametro e dei relativi quantitativi parziali e globali

9.5.3.6 Carpenterie

SCALA 1:50

DATI CONTENUTI :

- pianta e sezioni passanti per gli assi con l'indicazione delle dimensioni dell'opera;
- materiali adottati con indicazione delle classi di esposizione degli elementi costruttivi costituenti l'opera
- Indicazione delle quote di intradosso ed estradosso dell'opera;
- Indicazione dei trattamenti del rilevato nelle zone di transizione a tergo con evidenza delle caratteristiche dei materiali impiegati
- tipologia del sistema di drenaggio (tubi drenanti, geotessili, impermeabilizzazioni, ecc.)
- Indicazione del copriferro;
- Indicazione del sistema di drenaggio acque di linea.

9.5.3.7 Particolari costruttivi

SCALA 1:20

DATI CONTENUTI :

- pianta e sezioni dei particolari costruttivi
- materiali adottati;

9.5.3.8 Muri andatori – Carpenterie

SCALA 1:50

DATI CONTENUTI :

- Sezioni trasversali e piante che indichino:
- tutte le dimensioni geometriche del muro
- pendenza dell'eventuale rastremazione del paramento anteriore
- dimensione ed ubicazione di eventuali pali di fondazione
- materiali adottati con indicazione delle classi di esposizione degli elementi costruttivi costituenti l'opera
- indicazione delle quote di intradosso ed estradosso dei plinti, del magrone, della sommità del muro;
- indicazione del copriferro;
- tipologia del materiale di rinterro;
- tipologia del sistema di drenaggio (tubi drenanti, geotessili, impermeabilizzazioni, ecc.)
- posizione e geometria dei barbacani
- dimensioni e caratteristiche dell'eventuale paramento di finitura architettonica

9.5.3.9 Fasi costruttive

SCALA 1:100

DATI CONTENUTI :

- indicazione delle fasi costruttive
- quote e dimensioni

□□□ Opere di consolidamento del terreno

9.5.4.1 Relazioni di calcolo degli interventi

L'elaborato verrà consegnato per singola opera; non verranno presi in esame elaborati per opere tipologiche.

L'elaborato conterrà le motivazioni della scelta e del dimensionamento delle opere di sostegno previste, nonché tutte le indicazioni di calcolo e verifica delle opere sia per quanto riguarda la stabilità globale sia per quanto attiene la verifica statica delle strutture.

I calcoli delle strutture, comunque eseguiti, sono accompagnati da una relazione illustrativa dei criteri e delle modalità di calcolo che ne consentano una agevole lettura e verificabilità.

La relazione di calcolo delle strutture contiene:

- l'indicazione delle norme di riferimento;
- la specifica della qualità e delle caratteristiche meccaniche dei materiali e delle modalità di esecuzione qualora necessarie;
- lo studio di durabilità dei c.a. con riferimento alla classe di esposizione ambientale dei singoli elementi costruttivi costituenti l'opera;
- le fasi costruttive
- l'analisi dei carichi per i quali le strutture sono state dimensionate

- schema di calcolo e calcolo delle sollecitazioni;
- i grafici delle caratteristiche di sollecitazione;
- le verifiche statiche e le verifiche per azione sismica;
- le verifiche di fessurazione delle strutture in c.a.;
- tabulati dei calcoli.

9.5.4.2 Planimetria di progetto e di tracciamento

SCALA 1:500

DATI CONTENUTI :

- pianta degli interventi di consolidamento
- indicazione delle dimensioni, interassi, profondità, ecc.....ecc.....
- dati di tracciamento degli interventi
- indicazioni delle sezioni

9.5.4.3 Sezioni trasversali

SCALA 1:200– 1:100

DATI CONTENUTI :

- materiali utilizzati
- indicazione delle dimensioni degli interventi
- definizione degli interventi di consolidamento previsti in relazione
- distanze degli interventi di consolidamento dalle opere di progetto

9.5.4.4 Particolari costruttivi

SCALA 1:50 – 1:20

DATI CONTENUTI :

- piante, sezioni longitudinali e trasversali degli interventi di consolidamento
- particolari costruttivi
- materiali utilizzati

9.5.5 Opere provvisionali

9.5.5.1 Relazioni di calcolo delle opere

L'elaborato verrà consegnato per singola opera; non verranno presi in esame elaborati per opere tipologiche.

L'elaborato conterrà le motivazioni della scelta e del dimensionamento delle opere di sostegno previste, nonché tutte le indicazioni di calcolo e verifica delle opere sia per quanto riguarda la stabilità globale sia per quanto attiene la verifica statica delle strutture.

I calcoli delle strutture, comunque eseguiti, sono accompagnati da una relazione illustrativa dei criteri e delle modalità di calcolo che ne consentano una agevole lettura e verificabilità.

La relazione di calcolo delle strutture contiene:

- l'indicazione delle norme di riferimento;
- la specifica della qualità e delle caratteristiche meccaniche dei materiali e delle modalità di esecuzione qualora necessarie;
- le fasi costruttive
- l'analisi dei carichi per i quali le strutture sono state dimensionate
- schema di calcolo e calcolo delle sollecitazioni;
- i grafici delle caratteristiche di sollecitazione;
- le verifiche statiche;
- tabulati dei calcoli.

9.5.5.2 Planimetrie, carpenterie e disegni di armatura

Valgono gli stessi elaborati delle opere definitive.

□□□ Opere di attraversamento idraulico

9.5.6.1 Calcolo delle strutture

L'elaborato verrà consegnato per singola opera; non verranno presi in esame elaborati per opere tipologiche.

L'elaborato conterrà le motivazioni della scelta e del dimensionamento delle opere di sostegno previste, nonché tutte le indicazioni di calcolo e verifica delle opere sia per quanto riguarda la stabilità globale sia per quanto attiene la verifica statica delle strutture.

I calcoli delle strutture, comunque eseguiti, sono accompagnati da una relazione illustrativa dei criteri e delle modalità di calcolo che ne consentano una agevole lettura e verificabilità.

La relazione di calcolo delle strutture contiene:

- l'indicazione delle norme di riferimento;
- la specifica della qualità e delle caratteristiche meccaniche dei materiali e delle modalità di esecuzione qualora necessarie;
- lo studio di durabilità dei c.a. con riferimento alla classe di esposizione ambientale dei singoli elementi costruttivi costituenti l'opera;
- le fasi costruttive
- l'analisi dei carichi per i quali le strutture sono state dimensionate
- schema di calcolo e calcolo delle sollecitazioni;
- i grafici delle caratteristiche di sollecitazione;
- le verifiche statiche e le verifiche per azione sismica;

- le verifiche di fessurazione delle strutture in c.a.;
- tabulati dei calcoli.

9.5.6.2 Relazione idraulica

L'elaborato conterrà una identificazione dell'opera attraverso la progressiva dell'asse dell'opera ed il suo dimensionamento; inoltre sarà fornita una giustificazione della tipologia adottata

- la relazione conterrà:
- analisi e stima delle portate in transito nel corso d'acqua
- identificazione dei periodi di ritorno del fenomeno in esame
- verifica idraulica della sezione con calcolo del profilo idraulico;
- caratteristiche dei materiali utilizzati;
- caratterizzazione dei terreni in sito in base ai sondaggi effettuati

9.5.6.3 Planimetria generale

SCALA 1:500

DATI CONTENUTI

- progressiva d'intersezione dell'asta dell'alveo con l'opera di progetto;
- larghezza dell'alveo intersecato ed argini;
- richiamo alla tavola dove sono descritte nel dettaglio le sistemazioni previste
- indicazione di tutte le opere necessarie per la sistemazione e per l'attraversamento

9.5.6.4 Profilo del corso d'acqua

SCALA 1:500/50

DATI CONTENUTI :

- profilo del terreno
- profilo del fondo del corso d'acqua
- indicazione delle quote di fondo alveo, di scorrimento, del terreno, e delle altre significative nello stato attuale e di progetto
- distanze parziali e progressive
- distanze ettometriche
- opere previste comprese quelle di imbocco e sbocco

9.5.6.5 Sezioni trasversali

SCALA 1:100

DATI CONTENUTI :

- indicazione dello stato attuale e della relativa sistemazione prevista in progetto
- quote di riferimento

- quote di fondo del corso d'acqua attuali e di progetto
- quote di magra
- quote di piena
- opere d'arte

9.5.6.6 Particolari delle opere complementari

SCALA 1:50 - 1:20

DATI CONTENUTI :

per ogni opera prevista:

- piante e sezioni con tutti i dettagli ed i particolari
- rapporti altimetrici e planimetrici dell'opera complementare rispetto all'opera di attraversamento
- fasi costruttive
- materiali utilizzati

per opere in c.a.:

- piante, prospetti, sezioni longitudinali e trasversali
- definizione zona di imbocco con i particolari dei muri andatori
- carpenterie ed armature con elaborati equivalenti alle opere d'arte sopra descritte
- identificazione del sistema di impermeabilizzazione

9.6 Interventi mitigazione ambientale, ripristino e compensazione

9.6.1 Relazione descrittiva

DATI CONTENUTI :

- inquadramento complessivo del progetto con evidenziazione delle principali problematiche affrontate in materia di inserimento paesaggistico e ambientale;
- descrizione dei singoli interventi di mitigazione ambientale di stretta pertinenza del tracciato e di quelli di recupero e riqualificazione ambientale delle aree interessate dalla fase di cantierizzazione dell'opera (cantieri, viabilità di cantiere, etc.);
- Indicazione dei criteri di progettazione ai fini della scelta dei materiali e delle specie vegetali utilizzate
- Indicazioni circa la manutenzione delle opere

9.6.2 Corografia generale

SCALA 1:10.000

DATI CONTENUTI :

- indicazione geografica del nord;
- confini amministrativi;
- tracciato di progetto;

9.6.3 Planimetria generale

SCALA: 1:1000/2000

DATI CONTENUTI :

- individuazione delle aree interessate dalle opere di mitigazione, inserimento ambientale e compensazione, con indicazione delle opere a verde, barriere antirumore, vasche per il trattamento acque di prima pioggia e/o sversamenti accidentali, eventuali sistemi previsti per la salvaguardia dell'ambiente quali protezioni spondali, passaggi per la fauna, ripristino delle aree e piste di cantiere e della viabilità eventualmente dismessa, nonché eventuali altri interventi di compensazione diversi da quelli sopra menzionati.

9.6.4 Planimetria opere a verde

SCALA: 1: 500

DATI CONTENUTI:

- localizzazione degli interventi specifici previsti; indicazione delle tipologie di intervento, superficie occupata, essenze vegetali utilizzate, schemi di sesto di impianto.

9.6.5 Quaderno opere a verde

SCALA: 1: 200 - 100

DATI CONTENUTI :

- schede grafico-descrittive per ciascun intervento contenenti: stralcio planimetrico, indicazione dell'opera (terre armate, scarpate, muri cellulari, etc) o delle superfici (aree di cantiere, aree intercluse, aree residuali....) su cui si applica l'intervento, la tipologia dell'intervento adottato (idrosemina, messa a dimora di arbusti e alberi, rimboschimenti, inserimento di barriere acustiche vegetali, etc..), l'indicazione di tutte le specie utilizzate, i sestri di impianto, le quantità dei materiali e delle essenze naturali impiegate, nonché le specifiche tecniche per quanto riguarda le modalità di realizzazione dell'intervento.

9.6.6 Sezioni e dettagli degli interventi opere a verde

SCALA: 1: 50/20/10

DATI CONTENUTI :

- schede grafico-descrittive per particolari costruttivi e sezioni correnti di dettaglio in corrispondenza delle superfici su cui si applicano gli interventi (aree cantiere, aree intercluse...) e dei punti più significativi del tracciato: ciglio stradale, scarpata, al piede della scarpata, agli imbocchi delle gallerie, lungo i viadotti, lungo le sponde fluviali che interferiscono con il tracciato, etc., con indicazione delle opere di inserimento ambientale, della vegetazione esistente, nonché di eventuali interventi realizzati con utilizzo di tecniche di ingegneria naturalistica.

9.6.7 Interventi per sottopassi faunistici

SCALA: 1:500/200/50/20/10

DATI CONTENUTI :

- Stralci planimetrici, prospetti, sezioni e dettagli costruttivi delle opere di mitigazione dell'effetto barriera della strada favorevoli la biopermeabilità faunistica quali "inviti" e biocanali.

9.6.8 Interventi per la gestione delle acque

SCALA: 1:1000/500/200/100/50/20

DATI CONTENUTI :

- planimetria con indicazione del sistema di drenaggio superficiale dei punti di raccolta e individuazione dei ricettori finali. Stralci planimetrici di ciascuna opera di raccolta prevista. Piante, sezioni e dettagli per ciascuna tipologia di opera (vasche di prima pioggia, vasche per sversamenti accidentali, ecosistemi filtro, etc..).

9.6.9 Capitolato di esecuzione delle opere a verde

DATI CONTENUTI :

- descrizione delle lavorazioni preliminari, delle eventuali strutture di sostegno, della qualità e provenienza dei materiali, (terre, concimi, materiali vivaistici, etc..), delle modalità di esecuzione, di manutenzione e gestione delle opere

9.6.10 Relazione tecnica interventi di mitigazione acustica (barriere artificiali)

DATI CONTENUTI :

- relazione strutturale contenente i calcoli e le verifiche necessarie per il dimensionamento di tutti gli elementi occorrenti alla realizzazione dell'intervento (montanti, piastre, fondazioni.....).

9.6.11 Elaborati grafici degli interventi di mitigazione acustica (barriere artificiali)

DATI CONTENUTI :

- relazione strutturale contenente i calcoli e le verifiche necessarie per il dimensionamento di tutti gli elementi occorrenti alla realizzazione dell'intervento (montanti, piastre, fondazioni.....).
 - fondazioni
 - pianta e sezioni delle fondazioni con le relative dimensioni
 - coordinate di tracciamento delle fondazioni e degli eventuali pali, nel sistema di riferimento adottato
 - eventuali opere di presidio idraulico
 - eventuali interferenze con i sottoservizi
 - geometria degli scavi
 - coordinate di tracciamento degli scavi nel sistema di riferimento adottato
 - indicazione e tracciamento delle eventuali opere di sostegno provvisorio
 - pendenza delle scarpate

- carpenteria delle fondazioni SCALA 1:50
 - pianta, sezioni trasversali passante per l'asse della pila e parallela all'asse del viadotto con l'indicazione delle dimensioni della fondazione e del magrone
 - dimensioni e ubicazione di eventuali pali di fondazione, diametro, interasse e lunghezza dei pali o setti
 - indicazione delle quote d'intradosso ed estradosso dei plinti e intradosso del magrone, nel sistema di riferimento adottato
- armatura delle fondazioni SCALA 1:50
 - tutte le armature del plinto e degli eventuali setti o pali con indicazione delle lunghezze totali e parziali e della posizione delle sezioni
 - posizione delle eventuali saldature e indicazione delle caratteristiche della saldatura
 - indicazione del copriferro
- particolari costruttivi SCALA 1:100 /1:2
 - rappresentazioni delle modalità di costruzione, montaggio e assemblaggio delle barriere
 - schema planimetrico con indicazione delle coordinate dell'asse dei pali e delle distanze da eventuali punti critici
 - per le barriere posizionate su ponti e viadotti:
 - elementi di ancoraggio tra opere di protezione acustica, struttura in acciaio e ponte
 - dettaglio dei montanti, del passo e della geometria delle barriere
 - dettaglio della tipologia d'attacco

9.6.12 Planimetria sistemazione ambientale cave e discariche

SCALE 1: 10000 / 1:500

DATI CONTENUTI :

- progetto infrastruttura;
- individuazione e ubicazione delle colture e delle specie previste per il ripristino ambientale dell'area, opportunamente distinte e specificate nella legenda della tavola;
- rappresentazione delle opere di ingegneria naturalistica

9.6.13 Dettagli di sistemazione ambientale cave e discariche

SCALE 1: 50 / 1:10

DATI CONTENUTI :

- Piante, prospetti e sezioni degli interventi di ripristino ambientale

9.6.14 Archeologia

SCALE 1: 1:1000

DATI CONTENUTI :

- Indagini preliminari con metodologie sia i tipo diretto (saggi sul terreno e metodi geochimici), che indiretto (metodo elettrico, sismico, magnetico e gravimetrico) per i siti per i quali il rischio archeologico è giudicato con un grado di probabilità medio, con l'obiettivo di chiarire la natura e l'estensione della presenza archeologica prevista

- Relazione tecnica e relazione scientifica (contenente il tipo di rilevamento, la proposta d'intervento e la tempistica), la documentazione del sito e il computo metrico
- Cartografie di base di elevato dettaglio che riportino la tipologia di opera e/o di intervento progettuale (definizione geometrica dello scavo, profondità, etc.)

9.6.15 Monitoraggio ambientale

9.6.15.1 Relazione generale

SCALE 1: 1:1000

DATI CONTENUTI :

- Normative di riferimento
- Sintesi degli studi ambientali svolti preliminarmente alle attività di monitoraggio e nell'ambito dei progetti precedenti
- Eventuali risultati di campagne di monitoraggio preesistenti
- Articolazione ed estensione temporale delle attività di monitoraggio, per tutte le componenti analizzate distinguendo in: fase ante-operam, in corso d'opera e post-operam; in particolare, campagne di monitoraggio ad hoc, per le seguenti fasi di realizzazione:
 - ante-operam: monitoraggio sulla linea di progetto, nelle aree di cantiere e sulla viabilità interferita;
 - in corso d'opera: monitoraggio sulle aree di cantiere, sul fronte di avanzamento dei lavori e sulla viabilità interferita
 - post-operam: monitoraggio sulla nuova linea in esercizio.
- Esposizione degli obiettivi e dei requisiti del monitoraggio ambientale
- Criteri metodologici adottati
- Identificazione degli impatti da monitorare per le diverse tipologie di opere in progetto
- Definizione degli indicatori e dei parametri che saranno monitorati, distinti per le diverse tipologia di opera progettata
- Metodologia di valutazione della qualità ambientale attuale
- Identificazione delle diverse aree di monitoraggio
- Programmazione delle attività e previsione di eventuali accertamenti straordinari: si elaborerà un diagramma a blocchi che raffiguri la successione e la struttura organizzativa delle attività e delle figure responsabili delle varie fasi di monitoraggio programmate
- Criteri per il controllo della qualità delle attività di monitoraggio
- Specificazione dei sistemi informatici utilizzati per l'acquisizione, rappresentazione ed elaborazione dei dati

Per ogni ambito di indagine saranno elaborate delle linee guida in cui si indicheranno:

- - Sintesi metodologica per la campagna di misurazione ed analisi
- - Le fasi per le quali è prevista l'attività di monitoraggio (ante e/o in corso e/o post operam)
- - I parametri monitorati
- - Le attività previste.

9.6.16 Relazione di sintesi del Progetto di Monitoraggio

DATI CONTENUTI:

- Elenco delle norme di riferimento;
- Metodologie di misura per ogni componente;
- Programma temporale dei lavori di realizzazione dell'opera; si dovranno prevedere campagne di monitoraggio ad hoc, per le seguenti fasi di realizzazione:
 - ante-operam: monitoraggio sulla linea di progetto, nelle aree di cantiere e sulla viabilità interferita;
 - in corso d'opera: monitoraggio sulle aree di cantiere, sul fronte di avanzamento dei lavori e sulla viabilità interferita;
 - post-operam: monitoraggio sulla nuova linea in esercizio
- Numero dei punti di misura per ogni componente e nelle diverse fasi di realizzazione dell'opera;
- Programma temporale del monitoraggio;
- Stralci planimetrici con individuazione dei punti di misura.

9.6.17 Relazioni specifiche - rumore

DATI CONTENUTI:

- Indicazione della metodologia per la definizione dei parametri e delle procedure di misurazione
- Descrizione delle prescrizioni derivanti dalle fasi precedenti della progettazione
- Esposizione delle informazioni disponibili sullo stato attuale dell'ambiente per quel che riguarda la componente rumore
- Criteri utilizzati per la scelta delle aree da monitorare e indicazione delle aree di monitoraggio lungo la linea e nelle aree di cantiere, distinti per le diverse fasi (in corso d'opera, post operam)
- Criteri utilizzati per la scelta dei punti da monitorare e indicazione dei punti da monitorare, distinti per le diverse fasi (in corso d'opera, post operam,)

Per ogni area di monitoraggio verrà elaborata una scheda contenente la seguenti informazioni:

- codice di identificazione dell'area
- localizzazione dell'area
- caratteristiche ambientali dell'area
- caratteristiche insediative dell'area
- sorgenti di emissione attuali
- sorgenti di emissione nel corso d'opera
- punti di monitoraggio in corso d'opera, post operam in esterno
- punti di monitoraggio in corso d'opera, post operam in interno
- Principali indicazioni normative e delle misure prese per il corretto svolgimento del monitoraggio
- Articolazione temporale degli accertamenti, per le diverse fasi dei lavori
- Descrizione delle azioni
 - sopralluoghi
 - localizzazione del punto di misura
 - installazione della stazione di misura e strumentazione utilizzata
 - tempi di misura e parametri rilevati
 - altri indicatori rilevati (es. tipologia del flusso veicolare nel cantiere, sezione stradale nelle aree di cantiere, indicatori meteorologici, ecc.)

9.6.18 Suolo - relazione di monitoraggio

DATI CONTENUTI:

- Indicazione della metodologia per la definizione dei parametri e delle procedure di misurazione
- Descrizione delle prescrizioni derivanti dalle fasi precedenti della progettazione
- Esposizione delle informazioni disponibili sullo stato attuale dell'ambiente per quel che riguarda la componente suolo
- Criteri utilizzati per la scelta delle aree da monitorare e indicazione delle aree di monitoraggio lungo la linea e nelle aree di cantiere, distinti per le diverse fasi (ante operam, in corso d'opera)
- Criteri utilizzati per la scelta dei punti da monitorare, distinti per le diverse fasi (ante operam, in corso d'opera)
- Principali indicazioni normative e delle misure prese per il corretto svolgimento del monitoraggio
- Articolazione temporale degli accertamenti, per le diverse fasi di realizzazione
- Descrizione delle azioni:
 - sopralluoghi
 - localizzazione del punto di misura
 - metodica di esecuzione dei sondaggi
 - selezione delle trivellate e parametri rilevati
 - altri indicatori rilevati
- Descrizione di tutti i metodi di analisi scelti per la determinazione delle caratteristiche rilevate e la strumentazione utilizzata
- Sintesi delle informazioni acquisite, evidenziando i possibili rischi di degradazione fisica o chimica della risorsa suolo, nonché gli interventi indispensabili per la pianificazione degli interventi di mitigazione e di ripristino.
- Scheda di descrizione pedologica dei cantieri, con le seguenti informazioni:
 - Denominazione del cantiere e sigla identificativa
 - Geomorfologia
 - Distribuzione dei suoli prevalenti ed osservazioni pedologiche
 - Aspetti superficiali
 - Indicazioni sulla fertilità attuale e potenziale e sul comportamento nei confronti di eventuali agenti

9.6.19 Ambiente idrico superficiale - Relazione di monitoraggio

DATI CONTENUTI

- Indicazione degli obiettivi e della metodologia per la definizione dei parametri e delle procedure di misurazione
-
- Determinazione dei seguenti parametri:
 - . Analisi chimico-batteriologiche: pH, durezza totale, alcalinità, cloruri, solfati, azoto ammoniacale, nitriti, nitrati, conducibilità elettrica specifica, fosforo totale, ferro, ossidabilità al permanganato, calcio, magnesio, rame, cadmio, piombo, cromo, composti organoalogenati, idrocarburi policiclici aromatici, carica batterica a 36° e a 22°, coliformi totali, coliformi fecali, streptococchi fecali
 - Test di biotossicità
 - Test Microtox basato sull'emissione di luminescenza da parte del batterio *Vibrio fischeri*
 - Test con *Daphnia magna*
 - Misure idrologiche e di carattere chimico-fisico: portata con mulinello idrometrico o con metodo volumetrico o con metodo del galleggiante, temperatura dell'acqua, temperatura dell'aria, potenziale redox
- Descrizione delle prescrizioni derivanti dalle fasi precedenti della progettazione

- Esposizione delle informazioni disponibili sui parametri idrologici storici ed attuali dei principali bacini interessati dal progetto (portata minima e massima, variabilità)
- Criteri utilizzati per la scelta delle aree e dei punti idrici di campionamento, distinti per le diverse fasi (ante operam, in corso d'opera) Si predisporrà una tabella in cui si indicheranno i punti di campionamento, identificati con una sigla, il Comune in cui ricadono, il corso d'acqua, le opere di progetto interferenti
- Principali indicazioni normative e delle misure prese per il corretto svolgimento del monitoraggio
- Metodiche di monitoraggio adottate per le analisi chimico-batteriologiche e per i test di biotossicità effettuati in laboratorio
- Strumentazione utilizzata
- Articolazione temporale degli accertamenti, per le diverse fasi di realizzazione

9.6.20 Ambiente idrico sotterraneo – relazione di monitoraggio

DATI CONTENUTI:

- Indicazione degli obiettivi e della metodologia per la definizione dei parametri e delle procedure di misurazione
- Determinazione dei seguenti parametri:
 - Pozzi:
 - misura del livello statico
 - prova di portata a gradini e sua interpretazione alla luce della teoria dell'equilibrio (metodo Dupuit Thiem)
 - prova a portata costante
 - prova di risalita e interpretazione della prova secondo l'approccio di Jacob
 - determinazione della trasmissività tramite la portata specifica
 - Sorgenti:
 - misura di portata
 - curva di esaurimento

Negli stessi punti in cui vengono effettuati i prelievi dei campioni d'acqua si effettuano alcune misure di carattere idrologico e fisico-chimico chimico-batteriologico:

- Misure idrologiche e di carattere chimico-fisico: temperatura dell'acqua, temperatura dell'aria, potenziale redox
- Analisi chimico-batteriologiche: pH, durezza totale, alcalinità, cloruri, solfati, azoto ammoniacale, nitriti, nitrati, conducibilità elettrica specifica, fosforo totale, ferro, ossidabilità al permanganato, calcio, magnesio, rame, cadmio, piombo, cromo, composti organoalogenati, idrocarburi policiclici aromatici, carica batterica a 36° e a 22°, coliformi totali, coliformi fecali, streptococchi fecali
- Descrizione delle prescrizioni derivanti dalle fasi precedenti della progettazione
- Esposizione delle informazioni disponibili sui parametri idrologici storici ed attuali dei principali bacini interessati dal progetto (portata minima e massima, variabilità)
- Criteri utilizzati per la scelta delle aree e dei punti idrogeologici da monitorare. Si predisporrà una tabella in cui si indicheranno
 - regione e comune nei quali si localizzano i punti riportati
 - opere previste nel territorio comunale
 - nome delle sorgenti, dei pozzi e dei laghi da monitorare
 - numero dei punti prescelti per i rilevamenti, identificati con una sigla
- Principali indicazioni normative e delle misure prese per il corretto svolgimento del monitoraggio
- Metodiche di monitoraggio adottate per le analisi chimico-batteriologiche e per i test di biotossicità effettuati in laboratorio
- Strumentazione utilizzata
- Articolazione temporale degli accertamenti, per le diverse fasi di realizzazione
- Schede di rilevamento per ogni pozzo e ogni sorgente con:

- Codice di identificazione, denominazione del pozzo e data della rilevazione
- rilevatore, ente proprietario
- regione, comune, provincia, località e riferimento cartografico di localizzazione del punto di misura
- coordinate, quota dal piano di campagna, corrispondente progressiva delle opere interferenti, distanza dalle opere
- riferimento amministrativo: Ente gestore, proprietari, utilizzatore, responsabile
- scheda di monitoraggio contenente:
 - Pozzi:
 - nome del rilevatore, data
 - parametri di utilizzo: sì/no, modo di utilizzo
 - portata di utilizzo e periodo di utilizzo
 - parametri idrogeologici: descrizione geologica e topologia acquifero
 - dati del livello dinamico da prova di portata a gradini (portata, livello p.c., risalita)
 - portata specifica, conducibilità idraulica, trasmissività coefficiente di immagazzinamento portata di esercizio
 - parametri tecnici del pozzo: descrizione dell'opera, distribuzione, stato igienico, profondità, posizione dei filtri, pompa, informazioni sulla perforazione, diametro tubo di rivestimento, sigillatura del perforo, contatore di portata
 - parametri in situ: ora, temperatura aria, temperatura acqua, pH, Eh, conducibilità
 - episodi di inquinamento per : nitriti - nitrati, ferro - manganese, altri metalli pesanti, idrocarburi, idrocarburi alogenati, fitofarmaci
 - qualità specifiche, aree particolarmente problematiche, note, allegati
 - Sorgenti:
 - nome del rilevatore, data
 - parametri di utilizzo: sì/no
 - captazione, modalità di captazione, portata media utilizzata
 - stato igienico e di conservazione, capacità del serbatoio di accumulo
 - acquedotto: sezione tubo, diametro canaletta
 - parametri idrogeologici: metodo di misura istantanea della portata, portata
 - mese di portata più alta, mese di portata più bassa, regime
 - bacino idrogeologico: formazione geologica
 - parametri in situ: ora, temperatura aria, temperatura acqua
 - qualità specifiche, aree particolarmente problematiche, note, allegati

9.6.21 Vegetazione, flora e fauna

DATI CONTENUTI:

- Indicazione degli obiettivi e della metodologia per la definizione dei parametri e delle procedure di misurazione
- Descrizione delle fasi metodologiche principali per la caratterizzazione dello stato attuale e futuro della vegetazione, attraverso l'elaborazione di dati raccolti con telerilevamento
- Descrizione delle prescrizioni derivanti dalle fasi precedenti della progettazione
- Esposizione delle informazioni disponibili (carta fisionomico-strutturale della vegetazione, carta delle aree faunistiche omogenee, ecc.)
- Criteri utilizzati per la scelta delle aree e dei punti di fotointerpretazione all'interno delle aree di monitoraggio, distinti per le diverse fasi (ante operam, in corso d'opera). Si predisporrà una tabella in cui si indicheranno i punti di campionamento, identificati con una sigla, il Comune in cui ricadono, le opere di progetto interferenti
- Principali indicazioni normative e delle misure prese per il corretto svolgimento del monitoraggio

9.6.22 Atmosfera

DATI CONTENUTI:

- Indicazione degli obiettivi e della metodologia per la definizione dei parametri e delle procedure di misurazione
- Dovranno essere determinati almeno i seguenti parametri:
 - deposizione polveri
 - polveri aerodisperse PTS
 - bioaccumulo in talli lichenici
 - monitoraggio meteorologico fisso/mobile
- Descrizione delle prescrizioni derivanti dalle fasi precedenti della progettazione
- Criteri utilizzati per la scelta delle aree e dei punti da monitorare. Si predisporrà una tabella in cui si indicheranno:
 - localizzazione dell'area, identificata con un codice
 - caratteristiche ambientali dell'area
 - caratteristiche insediative
 - sorgenti di emissione attuali
 - sorgenti di emissione nel corso d'opera
 - numero punti di monitoraggio polveri aerodisperse
 - numero punti di monitoraggio deposizione
 - numero punti di monitoraggio bioaccumulo in talli lichenici
 - numero punti di monitoraggio meteorologico fisso/mobile
- Per ognuno dei parametri sopraindicati si esporranno le tecniche di rilevamento prescelte, la strumentazione utilizzata, l'articolazione temporale del monitoraggio ed i risultati attesi
- Principali indicazioni normative e delle misure prese per il corretto svolgimento del monitoraggio
- Criteri di scelta dei periodi di monitoraggio in relazione alle condizioni meteorologiche più sfavorevoli alla dispersione delle polveri (con valori minimi di precipitazioni).
- La stazione meteorologica automatica dovrà essere in grado di acquisire almeno i seguenti parametri:
 - velocità del vento
 - direzione del vento
 - temperatura
 - umidità relativa
 - pressione barometrica
- Si elaborerà una tabella in cui si descriveranno sinteticamente le caratteristiche meteorologiche (precipitazioni, turbolenza termica, attività anemologica) nei mesi di ante-operam e corso d'opera
- Articolazione temporale degli accertamenti, per le diverse fasi di realizzazione
- Descrizione delle azioni:
 - sopralluoghi
 - installazione dei dispositivi di misura
 - tempi di rilevazione e raccolta dei dati

Per ogni area di studio saranno svolte delle indagini preliminari per la raccolta delle seguenti informazioni:

- caratteristiche territoriali influenti sui processi di diffusione e di sedimentazione: morfologia, copertura superficiale del terreno, ostacoli naturali ed artificiali
- caratteristiche di qualità dell'aria di fonte pubblica rilevate in postazioni significative ai fini dello studio
- caratteristiche meteorologiche di fonte pubblica/privata rilevate in stazioni meteo significative ai fini dello studio

- caratteristiche delle sorgenti stazionarie (industrie, cave, ecc.) e mobili (strade, autostrade, ecc.) di inquinamento, con riferimento alle polveri

Saranno elaborate una scheda specifica per ogni parametro rilevato e per ogni punto di rilevamento

Ad ogni area di studio sarà associata una scheda di interventi contenente le prescrizioni generali e raccomandazioni specifiche definite a seguito del monitoraggio.

9.6.23 Prescrizioni generali – Ottemperanza del progetto alle prescrizioni definite negli atti autorizzativi degli enti centrali e locali

DATI CONTENUTI:

- Elaborazione di un quadro sinottico di verifica, per il controllo sull'adempienza del Progetto Esecutivo alle prescrizioni e condizioni contenute negli atti autorizzativi, su cui sono riportate, sinteticamente ed in forma schematica, tutte le prescrizioni, sia di carattere generale che puntuale. Correlati ad ogni prescrizione dovranno essere riportati i risultati della verifica effettuata sul Progetto esecutivo

9.7 Interferenze ed espropri

9.7.1 Planimetria con individuazione delle principali interferenze

SCALA 1:1000.

DATI CONTENUTI :

- tipo di impianto esistenti;
- Ente o Comuni di appartenenza;
- numero progressivo individuativo;
- progressiva di progetto.

9.7.2 Relazione giustificativa e stime delle interferenze

DATI CONTENUTI :

scheda tecnica dell'impianto contenente :

- ente o comune di appartenenza;
- tipo di impianto;
- progressiva di progetto;
- numero progressivo individuativo;
- ipotesi di spostamento;
- relazione e stima.

9.7.3 Piano particellare di esproprio

I piani particellari saranno redatti nelle vigenti scale catastali, riporteranno tutti gli ingombri necessari alle espropriazioni (e/o asservimenti) con campiture atte ad evidenziare la motivazione dell'occupazione.

I piani particellari saranno divisi per singoli Comuni, con numerazione progressiva delle particelle mediante numero individuativo.

DATI CONTENUTI :

- sagoma di ingombro del progetto
- campiture varie per titolo di occupazione

- numero individuativo per ditta
- evidenziazione dei fabbricati censiti da demolire
- evidenziazione del Comune interessato.

9.7.4 Elenco ditte da espropriare e/o asservire

DATI CONTENUTI :

- dati catastali delle ditte rilevati presso l'UTE;
- numero individuativo relativo al piano particellare;
- superficie in mq. da occuparsi;
- indennità di esproprio;
- motivazione dell'occupazione.

9.7.5 Relazione giustificativa delle indennità di esproprio

In tale relazione saranno presi in considerazione gli aspetti economici connessi alle espropriazioni (e/o asservimenti) necessari alla progettazione esecutiva.

L'elaborato evidenzierà la classificazione delle aree da occupare; in aree edificabili, aree agricole, l'individuazione delle colture effettive in atto e lo stato di conservazione dei fabbricati da demolire, riferimenti legislativi, criteri adottati e stima.

9.8 Cantieri cave e discariche

9.8.1 Localizzazione dei campi cantieri e viabilità secondaria, strade di servizio ai fondi interclusi e varianti alla viabilità esistente.

Indicazioni sulla organizzazione del cantiere tipo e del campo tipo, con le relative suddivisioni delle aree, alloggi, mensa, uffici, impianti, sistemi di depurazione. Verranno inoltre redatti i progetti esecutivi necessari per il successivo recupero paesaggistico ed ambientale, ed inoltre saranno valutate ed individuate le esigenze di viabilità a servizio dei cantieri e della viabilità secondaria.

Per tale viabilità, esistente e di nuova costruzione saranno studiati interventi e redatti i relativi progetti esecutivi.

SCALA 1:1.000

DATI CONTENUTI :

- tracciato planimetrico della strada in progetto con relativa zona di occupazione (scavo, rilevato);
- progressive (km);
- indicazione della localizzazione dei campi;
- indicazione della viabilità di servizio.

9.8.2 Relazione su cave e discariche

DATI CONTENUTI:

- analisi dei fabbisogni, con riferimento al bilancio delle terre (scavi e rilevati) ed al volume degli inerti necessari;
- considerazione generali sui materiali utilizzati dagli scavi e su quelli da reperire in cava;
- censimento delle aree di cava in esercizio con descrizione delle caratteristiche litologiche e stima delle quantità massime estraibili giornalmente per ogni singola cava;
- censimento delle aree di discarica esistenti con descrizione delle caratteristiche morfologiche e litologiche, nonché la stima dei volumi disponibili;
- legislazione vigente per le attività di cava e discarica, nella Regione interessata dalle opere;

- individuazione delle possibili aree di cava e discarica con definizione della ubicazione, estensione, caratteristiche dei materiali estraibili od in posto, e stima dei volumi (da estrarre o mettere a dimora);
- percorsi dei mezzi d'opera.

9.8.3 Corografia cave e discariche

SCALA 1 : 25.000

CONTENUTI :

- Simbologia che individua e differenzia i centri estrattivi in esercizio, quelli di futura apertura e le aree di discarica.
- Viabilità di cantiere.

9.8.4 Sistemazione cave e discariche

L'elaborato dovrà contenere il progetto esecutivo di sistemazione della discarica e delle cave, una volta ultimata il loro utilizzo per l'esecuzione dell'opera. Conterrà una relazione, disegni escutivi e computi metrici estimativi di dettaglio

9.9 Impianti tecnologici

Gli impianti tecnologici di riferimento sono i seguenti:

- Impianti di alimentazione e distribuzione elettrica in MT e BT
- Impianti di terra
- Impianti di illuminazione
- Impianti di ventilazione
- Impianti antincendio
- Impianti idraulici
- Impianti di TVCC
- Impianti di fonici ed SOS
- Impianti di comunicazione
- Impianti controllo traffico
- Impianti semaforici e segnaletica
- Impianti di trasmissione dati, automazione, controllo e gestione
- Impianti di servizio (luce e FM, climatizzazione, antintrusione, controllo accessi, ecc.)

Gli elaborati di seguito descritti dovranno essere prodotti in modo distinto per ciascun impianto tecnologico presente nel progetto.

9.9.1 Relazione generale

Il documento, comune alle altre opere, dovrà prevedere un apposito capitolo con una descrizione degli impianti tecnologici previsti.

Formato elaborato: A4

9.9.2 Relazione tecnica impiantistica

L'elaborato conterrà le motivazioni della scelta dell'impianto, la descrizione analitica e funzionale dello stesso, tutti i riferimenti legislativi e normativi.

Formato elaborato: A4

9.9.3 Relazione impianti di sicurezza

L'elaborato descriverà le modalità, la logica di gestione e il funzionamento integrato degli impianti di

sicurezza. Dovranno essere descritte le logiche di intervento e di funzionamento degli impianti di sicurezza in relazione agli eventi anomali più significativi.
Formato elaborato: A4

9.9.4 Relazioni di calcolo

9.9.4.1 Relazione di calcolo impianti

L'elaborato conterrà i riferimenti legislativi e normativi utilizzati per il dimensionamento. I calcoli, ivi contenuti, saranno introdotti da una relazione illustrativa dei criteri e delle modalità di calcolo che ne consentano una agevole lettura e verificabilità. I calcoli saranno eseguiti con riferimento alle condizioni di esercizio, alla destinazione specifica dell'intervento e dovranno permettere di stabilire e dimensionare tutte le apparecchiature, condutture, canalizzazioni e qualsiasi altro elemento necessario per la corretta funzionalità dell'impianto stesso, nonché consentire di determinarne il prezzo. Il dimensionamento degli impianti dovrà tener conto delle opere civili in cui si sviluppa e la progettazione esecutiva di queste ultime dovrà essere adeguata al dettaglio esecutivo dello stesso.
Formato elaborato: A4

9.9.4.2 Relazione di calcolo e specifiche tecniche opere strutturali

L'elaborato conterrà la descrizione, i calcoli delle opere strutturali strettamente connesse all'installazione delle opere impiantistiche nonché le caratteristiche funzionali, prestazionali e qualitative dei materiali occorrenti.
Formato elaborato: A4

9.9.5 Specifiche tecniche

L'elaborato riporterà tutte le caratteristiche funzionali, prestazionali e qualitative dei materiali, macchinari ed apparecchiature impiantistiche.
Formato elaborato: A4

9.9.6 Elaborati grafici

La scelta delle scale di misura, dei simboli e delle dimensioni dei fogli e degli elaborati dovranno essere conformi alla legislazione vigente e alle norme tecniche UNI e CEI in vigore e comunque tali da rappresentare con il necessario dettaglio e chiarezza l'opera in progetto.

- **Scherma a blocchi**
Contenente tutte le informazioni necessarie alla rappresentazione dell'architettura di sistema dell'impianto, le connessioni logiche tra i blocchi e l'individuazione dei livelli gerarchici.
- **Schemi unifilari**
Contenente tutte le informazioni relative alle caratteristiche nominali e dimensionali delle singole apparecchiature e delle relative connessioni riportate su uno sviluppo unifilare dell'impianto.
- **Schemi multifilari**
Contenente tutte le informazioni relative alle caratteristiche nominali e dimensionali delle singole apparecchiature e delle relative connessioni di cablaggio riportate su uno sviluppo multifilare dell'impianto.
- **Schemi funzionali**
Contenente tutte le informazioni atte a definire le funzioni dei componenti costituenti il sistema impiantistico.

- **Planimetrie con distribuzione impianti**
Contenente la rappresentazione planimetrica unifilare dell'impianto e tutte le informazioni necessarie alla corretta ubicazione, collocazione, le caratteristiche dimensionali e nominali delle apparecchiature e dei relativi collegamenti.
Scala grafica: 1:50
- **Lay-out planimetrico apparecchiature**
Contenente la rappresentazione planimetrica delle apparecchiature e dei componenti che costituiscono l'impianto in modo da consentire l'ubicazione, l'inserimento e la verifica degli ingombri nell'ambiente in cui sono inseriti.
Scala grafica: 1:50
- **Sezioni con ubicazione apparecchiature e distribuzione impianti**
Contenente la rappresentazione in sezione delle apparecchiature e dei componenti che costituiscono l'impianto in modo da consentire l'ubicazione, l'inserimento e la verifica degli ingombri nell'ambiente in cui sono inseriti.
Scala grafica: 1:50
- **Dettagli e particolari installativi**
Contenenti tutte le informazioni di dettaglio necessarie alla caratterizzazione di singoli componenti o parti di impianto con particolare riferimento alle modalità di installazione.
Scala grafica: 1:10
- **Planimetrie e sezioni opere strutturali con predisposizioni impiantistiche**
Contenente la rappresentazione in planimetria e in sezione delle opere strutturali e delle predisposizioni civili strettamente necessarie all'installazione impiantistica.
Scala grafica: 1:50
- **Tabelle collegamenti**
Contenente, per ciascun impianto, la completa caratterizzazione dei collegamenti elettrici, elettronici, idraulici e aeraulici e della loro posa.
Formato elaborato: A4
- **Tabella carichi**
Contenente la completa caratterizzazione dei carichi elettrici, elettronici, termici, idraulici e aeraulici specifici dell'impianto.
Formato elaborato: A4

9.10 Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti

Il piano di manutenzione sarà costituito dai seguenti documenti operativi: manuale d'uso, manuale di manutenzione, programma di manutenzione.

9.10.1 Manuale d'uso

Il manuale contiene l'insieme delle informazioni atte a permettere all'utente di conoscere le modalità di fruizione del bene, nonché tutti gli elementi necessari per limitare quanto più possibile i danni derivanti da una utilizzazione impropria, per consentire di eseguire tutte le operazioni atte alla sua conservazione che non richiedono conoscenze specialistiche e per riconoscere tempestivamente fenomeni di deterioramento anomalo al fine di sollecitare interventi specialistici.

Conterrà le seguenti informazioni:

- la collocazione nell'intervento delle parti menzionate;
- la rappresentazione grafica;

- la descrizione;
- le modalità di uso corretto.

9.10.2 Manuale di manutenzione

Il manuale si riferisce alla manutenzione delle parti più importanti del bene. Esso fornisce, in relazione alle diverse unità tecnologiche, alle caratteristiche dei materiali o dei componenti utilizzati, le indicazioni necessarie per la corretta manutenzione nonché per il ricorso ai centri di assistenza o servizio.

Il manuale contiene le seguenti informazioni:

- la collocazione nell'intervento delle parti menzionate;
- la rappresentazione grafica;
- la descrizione delle risorse necessarie per l'intervento manutentivo;
- il livello minimo delle prestazioni;
- le anomalie riscontrabili;
- le manutenzioni eseguibili direttamente dall'utente;
- le manutenzioni da eseguire a cura di personale specializzato.

9.10.3 Programma di manutenzione

Il documento prevede un sistema di controlli e di interventi da eseguire, a cadenze temporalmente o altrimenti prefissate, al fine di una corretta gestione del bene e delle sue parti nel corso degli anni. Esso si articola secondo tre sottoprogrammi:

- il sottoprogramma delle prestazioni, che prende in considerazione, per classe di requisito, le prestazioni fornite dal bene e dalle sue parti nel corso del suo ciclo di vita;
- il sottoprogramma dei controlli, che definisce il programma delle verifiche e dei controlli al fine di rilevare il livello prestazionale (qualitativo e quantitativo) nei successivi momenti della vita del bene, individuando la dinamica della caduta delle prestazioni aventi come estremi il valore di collaudo e quello minimo di norma;
- il sottoprogramma degli interventi di manutenzione, che riporta in ordine temporale i differenti interventi di manutenzione, al fine di fornire le informazioni per una corretta conservazione del bene.

9.11 Parte economica

9.11.1 Computo metrico estimativo

Il computo metrico - estimativo, a corpo e a misura, è redatto applicando alle quantità delle lavorazioni, i prezzi dell'elenco di cui all'art. 9.11.5

Il computo conterrà, nella parte descrittiva, chiari riferimenti ai disegni e sarà suddiviso per categorie.

La struttura del computo metrico dovrà essere articolato così come riportato nel progetto definitivo del macrolotto posto a base d'appalto; supercategorie (gruppo d'opere), categorie (opere -WBS) e subcategorie (parti d'opera).

9.11.2 Stima generale riassuntiva

La stima generale riassuntiva contiene il riepilogo dei lavori a base d'asta suddiviso per categorie di lavoro ed il riepilogo delle eventuali somme a disposizione per opere complementari, espropri ed indennizzi, opere di allaccio, spese tecniche, imprevisti, I.V.A., etc.

9.11.3 Elenco dei prezzi unitari

L'elenco prezzi è riferito a tutte le singole lavorazioni previste nel progetto e quantificate nel computo metrico, descrivendone i contenuti ed evidenziando gli oneri compresi, da quelli eventualmente

esclusi. Per ciascun articolo è indicata la relativa unità di misura ed il prezzo di applicazione così come risulta nelle analisi.

I prezzi da adottare nella valutazione del costo delle opere saranno quelli ricavati dagli elenchi prezzi netti offerti dal CG e approvati in fase di aggiudicazione dell'appalto. Nel caso di particolari lavorazioni le cui voci risultino mancanti in tali elenchi, il Progettista proporrà specifiche analisi così come illustrato all'articolo 10.4.

9.11.4 Analisi Prezzi

Eventuali nuovi prezzi dovranno essere corredati dalla relativa analisi redatta secondo le normative vigenti.

9.11.5 Quadro dell'incidenza percentuale della manodopera

Il quadro dell'incidenza percentuale della quantità di manodopera per le diverse categorie di cui si compone l'opera o il lavoro, sarà calcolato ai sensi di quanto espresso dall'Autorità per la vigilanza sui lavori pubblici, con la Determinazione n. 37/2000 del 26 luglio 2000.

Tale calcolo sarà altresì utilizzato anche ai fini della quantificazione degli oneri per la sicurezza.

9.12 Piano di sicurezza e di coordinamento

Il piano di sicurezza e coordinamento, che deve essere redatto ai sensi del D.lgs. 81/2008 e successive modificazioni, contiene una serie di prescrizioni legate a procedure logicamente prevedibili che verranno integrate e completate da quelle elaborate successivamente, come aggiornamento del piano stesso, dal coordinatore in fase di realizzazione dell'opera; il tutto integrato da quelle specifiche relative a tempi, modi e mezzi da impiegare, contenute nel piano operativo di sicurezza, redatto dall'appaltatore (oltre che da quelle relative ai piani operativi dei subappaltatori).

Il piano di sicurezza e coordinamento non deve costituire una mera raccolta di prescrizioni normative di carattere generale, né è un manuale generale sulla sicurezza; è invece costruito sulle specifiche lavorazioni previste dal progetto, mirando all'individuazione, all'analisi ed alla valutazione dei rischi connessi allo specifico intervento (dall'allestimento allo smobilizzo dei cantieri), considerando con particolare attenzione, oltre ai rischi legati alle diverse attività lavorative, anche quelli legati alla presenza di interferenze o alla sovrapposizione delle diverse fasi di lavoro o delle diverse imprese presenti in cantiere.

Esso, in sintesi, si articola nei seguenti argomenti:

⇒ Descrizione sommaria dell'opera e anagrafica di cantiere

- Informazioni generali e caratteristiche dell'opera
- Descrizione delle opere
- Indirizzo del cantiere

⇒ I soggetti coinvolti

- Elenco
- Subappalti e/o forniture previste

⇒ La notifica preliminare

⇒ Telefoni utili

⇒ Descrizione dei lavori, valutazione dei rischi e misure di prevenzione

- Generalità
- Elenco e pianificazione delle lavorazioni
- Fattori di rischio
- Misure di prevenzione
- Fattori di rischio particolari
- Interferenze

⇒ I cantieri

- L'allestimento
- Recinzione del cantiere
- Percorsi interni, aree di lavoro, parcheggi, rampe e viottoli
- Trasporti
- Servizi logistici ed igienico assistenziali
- Presidi sanitari
- Depositi di materiali e movimentazione
- cantieri mobili su sede stradale
- impianti di cantiere
- Impianto elettrico di cantiere
- Impianti idrici e fognari
- Prevenzione incendi
- Attrezzature di cantiere
- Macchine da cantiere
- Documentazione da tenere in cantiere
 - Documentazione riguardante il cantiere nel suo complesso
 - Documentazione relativa alle attrezzature ed agli impianti
 - Documentazione relativa ai singoli lavoratori
 - Documentazione relativa alle imprese subappaltatrici

⇒ Formazione informazione coordinamento

- Procedure preliminari
- Riunioni di primo livello
- Riunioni di secondo livello
- Consegna dei d.p.i.

⇒ Stima dei costi per la sicurezza

⇒ Il fascicolo

⇒ Allegati

- Digramma di gantt
- Allegati grafici
- Schede di analisi
 - Schede analisi rischi per attività
 - Schede misure di prevenzione e protezione
 - Schede attrezzature
 - Schede materiali
 - Schede di valutazione per rischi omogenei

9.13 Fascicolo dell'opera

Il fascicolo dell'opera , che deve essere redatto ai sensi del D.lgs. 81/2008 e successive modificazioni, contiene tutte le informazioni utili ai fini della prevenzione e della protezione dai rischi cui sono soggetti i lavoratori all'atto di lavori successivi sull'opera.