

INDICE

1.	QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI – MODO DI ESECUZIONE E ORDINE DA TENERSI DEI LAVORI	1
1.1	Premessa	1
1.2	Qualità, requisiti, provenienza e accettazione dei materiali	1
1.3	Accettazione, qualità ed impiego dei materiali	2
2.	MOVIMENTAZIONE TERRENI	3
2.1	Premessa	3
	Classificazione del materiale	3
	Allontanamento delle acque dall'area di lavoro	4
	Pulizia preliminare dell'area	4
	Programma lavori	4
2.2	Saggi e tracciati	5
2.3	Scavi	5
	Scavi di sbancamento	6
	Scavi di fondazione	6
	Norme generali	7
	Materiale di risulta	8
	Verifica tolleranze plano-altimetriche e accettazione lavoro	8
2.4	Rilevati e reinterri	9
	Provenienza dei materiali	9
	Depositi intermedi di accumulo del materiale di cava	9
	Posa in opera	10
	Mezzi di compattazione	11
	Operazioni di compattazione	11
	Verifica tolleranze plano-altimetriche e accettazione	11
2.5	Modalità di mantenimento	12
3.	CALCESTRUZZI	13
3.1	Caratteristiche delle materie prime	13
	Cemento	13
	Aggregati	14
	Acqua di impasto	15

Additivi	15	
Aggiunte	15	
3.2	Requisiti per il calcestruzzo fresco 15	
	Lavorabilità 15	
	Misura della consistenza..... 16	
	Rapporto acqua/cemento..... 17	
	Granulometria e dimensione massima degli aggregati..... 17	
	Massa volumica 17	
	Contenuto d'aria 18	
3.3	Requisiti per il calcestruzzo indurito 18	
	Resistenza a compressione 18	
	Massa volumica 19	
	Durabilità	19
3.4	Specifiche del calcestruzzo 20	
3.5	Confezionamento e posa in opera 21	
	Impianto di produzione..... 21	
	Stoccaggio delle materie prime 21	
	Apparecchiature di dosaggio 23	
	Processo di produzione..... 23	
3.6	Controllo di conformità del calcestruzzo 27	
	Conformità per la resistenza a compressione 27	
	Conformità per proprietà diverse dalla resistenza..... 28	
3.7	Controlli di produzione 28	
	Controllo al ricevimento delle materie prime..... 28	
	Controllo del calcestruzzo 28	
	Controllo delle apparecchiature..... 28	
3.8	Controlli al ricevimento del calcestruzzo in cantiere 29	
3.9	Posa in opera delle miscele 29	
	Stagionatura 30	
	Casseformi e finitura 31	
3.10	Acciaio di armatura..... 33	
	Acciai per barre ad aderenza migliorata 34	
3.11	Unioni e giunti..... 34	
	Sigillanti	35

4.	PARATIA DI PALI TRIVELLATI.....	37
4.1	Caratteristiche tecniche	37
4.2	Soggezioni geotecniche ed ambientali	37
4.3	Miscela cementizia	38
4.4	Modalità esecutive	39
	Attrezzature	39
	Preparazione del piano di lavoro e tracciamenti	39
	Perforazione	40
	Attraversamento di trovanti e/o formazioni rocciose	41
	Armatura	42
	Formazione del fusto del palo	43
	Scapitozzatura.....	43
4.5	Tolleranze geometriche	43
4.6	Documentazione.....	44
4.7	Prove di controllo	45
	Prova sulla consistenza del conglomerato cementizio (slump test).....	45
	Prove di controllo sui pali.....	46
5.	TIRANTI	49
5.1	Introduzione	49
5.2	Normativa di riferimento	49
5.3	Requisiti generali.....	50
5.4	Miscele di iniezione e loro componenti.....	50
	Caratteristiche dei componenti.....	50
	Cemento	50
	Inerti	51
	Additivi	51
5.5	Caratteristiche di resistenza della miscela cementizia.....	51
	Controlli e documentazione	51
5.6	Dispositivi di protezione	52
5.7	Centratori e distanziatori	52
5.8	Dispositivi per l'iniezione	52
5.9	Caratteristiche delle armature metalliche	53
5.10	Modalità esecutive	53

Prescrizioni generali	53
Impianti di preparazione delle miscele cementizie.....	53
Caratteristiche degli iniettori.....	54
Perforazione	54
Note	55
Controlli e documentazione (Tabelle 4 e 5)	55
5.11 Prescrizioni generali per il collaudo	56
Definizioni	56
Procedura di collaudo.....	57
6. TRINCEA DRENANTE.....	66
6.1 Premessa	66
6.2 Geocomposito drenante.....	66
6.3 Tubazioni in HDPE.....	67
Normativa di riferimento	67
Caratteristiche generali	68
Marchatura	68
Criteri di accettazione	69
Movimentazione dei materiali.....	69
Trasporto	69
Carico, scarico e movimentazione	70
Accatastamento dei tubi.....	70
Conservazione dei raccordi, valvole e pezzi speciali	70
Modalità e procedure di posa in opera.....	71
Scavo	71
Letto di posa	71
Posa in opera.....	71
Reinterri e riempimenti	72
Sistemi di giunzione	72
Attrezzature impiegate	73
Saldatura per elettrofusione	73
Saldatura mediante elementi termici di contatto (testa a testa)	76
Procedure di collaudo.....	80
Tubazioni e pezzi speciali impiegati.....	80

6.4	Materiale inerte drenante.....	81
	Caratteristiche generali.....	81
	Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale.....	81
	Controlli in corso d'opera.....	81
6.5	Materiale naturale per tampone in argilla.....	81
	Composizione del materiale.....	82
	Posa in opera.....	82
	Compattazione del materiale.....	84
6.6	Valori di riferimento	86
	Verifica finale.....	86
7.	SISTEMA DI MONITORAGGIO	86

1. QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI – MODO DI ESECUZIONE E ORDINE DA TENERSI DEI LAVORI

1.1 Premessa

Il presente documento ha lo scopo di precisare le caratteristiche dei materiali e le modalità di posa in opera delle opere da realizzarsi nella discarica di Sant’Arcangelo Trimonte (BN), definite nel Progetto Esecutivo “ OPERE DI MESSE IN SICUREZZA DEL SITO DELLA DISCARICA” per la realizzazione degli interventi di messa in sicurezza definitiva del sito della discarica.

1.2 Qualità, requisiti, provenienza e accettazione dei materiali

I materiali da impiegare per la realizzazione delle opere descritte nel presente Capitolato devono corrispondere ai requisiti prescritti nei successivi Capitoli; nel caso in cui non siano espressamente dichiarate le caratteristiche del materiale, l’Impresa deve fare riferimento a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia.

In mancanza di particolari prescrizioni, i materiali impiegati devono essere delle migliori qualità esistenti in commercio.

La Direzione Lavori ha la facoltà di prescrivere le qualità dei materiali che si devono impiegare in ogni singolo lavoro, quando trattasi di materiali non contemplati nel presente Capitolato.

I materiali occorrenti devono provenire da località e/o Aziende che l’Impresa ritiene di sua convenienza, purché ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, siano riconosciuti della migliore qualità e comunque rispondenti ai requisiti di cui sopra. L’impresa deve quindi sottoporre per approvazione alla Direzione Lavori ogni materiale in fase di approvvigionamento in cantiere e durante la posa in opera.

Nel caso in cui la Direzione Lavori dovesse rifiutare una qualsiasi provvista come non atta all’impiego, l’Impresa, a sua cura e spese, deve sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute.

I materiali rifiutati devono essere allontanati immediatamente dal cantiere, a cura e spese della stessa Impresa.

Nonostante l’accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori, l’Impresa risulta essere la sola ed unica responsabile della riuscita delle opere, anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

Le opere devono essere eseguite secondo un programma dei lavori presentato e disposto dall’Impresa, previa accettazione della Direzione Lavori o dalle disposizioni che verranno ordinate volta per volta dalla Direzione Lavori. Resta invece di esclusiva competenza dell’Impresa la loro organizzazione per aumentare il rendimento della produzione lavorativa.

L'impiego, da parte dell'Impresa, di prodotti provenienti da operazioni di riciclaggio è ammesso, purché il materiale rientri nelle successive prescrizioni di accettazione. La loro presenza deve essere dichiarata alla Direzione Lavori.

L'Impresa deve demolire e rifare, a sua cura e spese, i lavori eseguiti senza la necessaria diligenza e con materiali per qualità, misura e peso diversi dai prescritti, anche in caso di sua opposizione e protesta.

In merito all'eventuale opposizione o protesta, da esprimersi nelle forme prescritte dalla normativa vigente, verrà deciso secondo la procedura stabilita dalle norme medesime.

Qualora la Direzione Lavori presuma che esistano difetti di costruzione, può ordinare le necessarie verifiche.

1.3 Accettazione, qualità ed impiego dei materiali

I controlli di qualificazione in fase di approvvigionamento devono essere realizzati a cura dell'Impresa.

Le prove di controllo in corso d'opera rimangono a carico dell'Impresa e devono essere eseguite da un laboratorio (ufficiale quando previsto dalla legge) di gradimento della Committente e della Direzione Lavori.

In correlazione a quanto è prescritto circa la qualità e le caratteristiche dei materiali per la loro accettazione, l'impresa è obbligata a prestarsi in tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegarsi, nonché a quelle di campioni di lavori eseguiti, da prelevare in opera, sottostando a tutte le spese per il prelievo, la formazione dei campioni, le analisi in sito e/o l'invio degli stessi a laboratori specializzati (ufficiali quando previsto dalla legge) indicati dalla Committente e/o dalla Direzione Lavori, nonché per le corrispondenti prove ed esami.

Il prelievo dei saggi e/o campioni per le prove prescritte deve avvenire in contraddittorio e dell'operazione deve essere redatto apposito verbale con tutte le indicazioni utili ad individuare univocamente i prelievi effettuati, la loro conservazione e la loro autenticità che deve essere garantita, secondo i casi, da punzonature e/o sigilli e/o fotografie.

Le diverse prove ed esami sui campioni devono essere effettuate presso laboratori specializzati, secondo quanto previsto nel presente documento.

I risultati ottenuti in tali laboratori di fiducia della Committente sono i soli riconosciuti validi dalle due parti e ad essi esclusivamente si farà riferimento a tutti gli effetti del presente appalto.

2. MOVIMENTAZIONE TERRENI

2.1 Premessa

La movimentazione dei terreni comprende le seguenti categorie di lavoro:

- scavi che si distinguono in:
 - scavi di sbancamento
 - scavi di fondazione
- rilevati e reinterri.

Nell'esecuzione di qualunque operazione di movimentazione dei terreni, l'Impresa dovrà attenersi alle norme, leggi e regolamenti vigenti all'atto del lavoro.

Inoltre dovrà predisporre tutti gli accorgimenti necessari per garantire la piena ed assoluta sicurezza degli operai, la perfetta riuscita dell'opera ed il rispetto dei tempi di esecuzione previsti dai programmi.

I mezzi meccanici predisposti per la movimentazione dei terreni dovranno essere ben proporzionati all'opera da eseguire ed essere dotati di una sufficiente riserva, atta a garantire la continuità e regolarità del lavoro.

Al termine della movimentazione dei terreni e prima di procedere all'attività successiva, si dovrà aspettare l'approvazione dei lavori effettuati da parte della Direzione Lavori.

Classificazione del materiale

I terreni vengono qualificati e classificati secondo quanto riportato nella norma CNR – UNI 10006:1963 “Costruzione e manutenzione delle strade – Tecnica di impiego delle terre” ed il suo aggiornamento (limitatamente alle parti A, B e C) la cui denominazione è UNI 10006:2002 “Costruzione e manutenzione delle strade, tecniche di impiego delle terre”. In particolare si ha:

- Materiale sciolto: comprende terreni, terre, sabbia e materiali sciolti di piccola pezzatura in generale, nonché le rocce profondamente alterate, oppure diaclasate, fratturate e fessurate.

Lo scavo può essere effettuato con il normale impiego di mezzi meccanici senza richiedere l'uso del martellone.

I trovanti di volume sino a $1,00\text{ m}^3$ in sbancamenti saranno pure considerati in questa categoria.

- Roccia: comprende in generale tutti quei materiali litici, duri e compatti il cui scavo viene effettuato mediante l'utilizzo di martelloni o ricorrendo all'uso di esplosivi.

I trovanti di volume superiore a $1,00\text{ m}^3$ in sbancamenti saranno pure considerati in questa categoria.

Per la contabilizzazione dei prezzi corrispondenti alla suaccennata classificazione, dovrà essere cura dell'Impresa avvisare la Direzione Lavori di ogni cambio di categoria, richiedendo che la stessa

Direzione Lavori provveda a determinare i volumi dei materiali corrispondenti alle diverse categorie, quando questi materiali siano ancora in sito.

Allontanamento delle acque dall'area di lavoro

L'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, all'allontanamento e allo smaltimento delle acque di qualsiasi provenienza (meteoriche e/o sotterranee) e quantità, eventualmente raccoltesi in corrispondenza dell'area di lavoro, durante le operazioni di movimentazione dei terreni e comunque fino all'attività successiva.

L'allontanamento delle acque dovrà avvenire senza intralciare le attività di cantiere.

Dovrà essere eseguito con tutti i mezzi che si ravviseranno più opportuni per mantenere costantemente asciutto il fondo dello scavo e tali mezzi dovranno essere sempre in perfetta efficienza, nel numero e con le portate e le prevalenze necessarie e sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento.

I sistemi impiegati per l'eliminazione delle acque dovranno essere sicuri ed idonei, in modo che non ne derivi alcun intralcio al normale svolgimento dei lavori nell'area di cantiere e nelle zone limitrofe e nessun danno alle opere in costruzione, al personale di cantiere ed alla proprietà.

Pulizia preliminare dell'area

Tutte le aree interessate da lavori di movimentazione del terreno (ad esempio strade di accesso, scavi, rilevati, depositi di materiali, etc.) dovranno essere ripuliti ed approntati adeguatamente a cura dell'Impresa.

La superficie di lavoro dovrà essere sgomberata da tutti gli oggetti estranei quali strutture varie, resti vegetali (ceppi, radici, arbusti e sterpaglie), materiali di scarico e rifiuti provvisoriamente accumulati, rinvenuti alla consegna del cantiere.

Sarà a cura e spese dell'Impresa l'allontanamento e lo smaltimento di tutto il materiale rinvenuto, salvo diversamente specificato dalla Committente.

Programma lavori

Prima di iniziare, l'Impresa potrà eseguire un rilievo topografico dell'area e fornirlo alla Direzione Lavori, la quale provvederà ad effettuare una verifica con il rilievo di progetto, per tenere conto di variazioni altimetriche legate ad eventuali movimentazioni. In caso contrario, l'Impresa accetterà tacitamente quello eseguito in fase di Progetto Definitivo o quanto indicato dalla Direzione Lavori.

L'Impresa dovrà inoltre eseguire la picchettatura del perimetro esterno dell'area di lavoro, in modo che risultino chiaramente visibili i limiti da rispettare durante le operazioni di movimentazione dei terreni.

Prima di iniziare i lavori di movimentazione con lo scotico dell'area, l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori una relazione dettagliata in cui indicherà i mezzi e le modalità di esecuzione dei lavori, nonché il cronoprogramma dettagliato delle opere con gli avanzamenti previsti, in accordo con le richieste del Committente.

Durante i lavori, l'Impresa dovrà attenersi a tale programma, previamente approvato dalla Direzione Lavori; sarà facoltà della Direzione Lavori disporre variazioni a tale programma, prima dell'inizio dei lavori e/o nel corso di essi.

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

L'Impresa, tenuto conto del tempo concesso per l'esecuzione dei lavori, dovrà dare dimostrazione che i predisposti mezzi d'opera in genere e specificatamente gli impianti ausiliari siano largamente proporzionati per la razionale esecuzione dei lavori.

2.2 Saggi e tracciati

Al termine delle operazioni di preparazione dell'area e prima di iniziare i lavori di scavo e/o riporto, l'Impresa è tenuta ad eseguire la picchettatura completa o parziale dell'area, in modo che risultino indicati i limiti delle varie categorie delle opere in progetto (scavi, riporti, strade, etc.), in base alle dimensioni riportate negli elaborati di progetto.

A tempo opportuno e secondo le indicazioni della Direzione Lavori, l'Impresa dovrà posizionare le modine o garbe utili e necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate, tanto degli scavi che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelle manomesse durante l'esecuzione dei lavori.

Qualora alla movimentazione dei terreni siano connesse opere murarie e/o in calcestruzzo (semplice, armato e precompresso), l'Impresa dovrà procedere al tracciamento di esse, pure con l'obbligo della conservazione dei picchetti ed eventualmente delle modine, come per i lavori di movimentazione dei terreni.

L'impresa é tenuta all'accertamento della presenza di eventuali sottoservizi prima di cominciare qualsiasi operazione di scavo.

Eventuali scavi eseguiti dall'Impresa per comodità di lavoro o altri motivi, al di fuori delle linee indicate nei disegni e senza autorizzazione scritta della Direzione Lavori, non saranno contabilizzati agli effetti del pagamento.

L'Impresa, inoltre, dovrà provvedere, a sua cura e spese, al riempimento dei vani rimasti al di fuori delle linee indicate con materiali che saranno specificati dalla Direzione Lavori di caso in caso.

2.3 Scavi

Si definisce scavo ogni movimentazione di masse di terreno dal sito originario finalizzata alla formazione di strutture quali fondazioni, canalizzazioni rete fognaria, argini di vario tipo e funzione, etc..

Il materiale di scavo, salvo casi eccezionali, è costituito da materiale sciolto.

Gli scavi possono essere eseguiti a mano e/o con mezzi meccanici.

Si distinguono in:

- scavi di sbancamento;
- scavi di fondazione.

Le superfici finali devono essere sagomate e le scarpate profilate come indicato negli elaborati grafici di progetto.

Scavi di sbancamento

Sono così denominati i movimenti di terreno, occorrenti per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, (piani di appoggio, platee di fondazione, vespai, rampe incassate o trincee stradali, etc.) e in generale tutti quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superficie ove sia possibile l'allontanamento delle materie di scavo evitandone il sollevamento, sia pure con la formazione di rampe provvisorie, ecc.

Saranno pertanto considerati scavi di sbancamento anche quelli che si trovino al di sotto del piano di campagna, o del piano stradale di progetto (se inferiore al primo) quando gli scavi rivestano i caratteri sopra accennati.

Scavi di fondazione

Sono così denominati gli scavi chiusi da pareti (di norma verticali o subverticali) e a parete ristretta, riproducenti il perimetro dell'opera, necessari per dar luogo a muri, pilastri di fondazione, tubazioni, condotte di qualsiasi natura, fossi, cunette, etc..

Vengono anche denominati scavi a sezione obbligata.

Gli scavi di fondazione dovranno essere eseguiti fino alle quote previste da progetto. Qualora si riscontrassero situazioni particolari, la Direzione Lavori si riserva piena facoltà di variare le quote nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Impresa motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali compensi, avendo soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito.

I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra falde inclinate, dovranno, a richiesta della Direzione Lavori, essere disposti a gradini ed anche con determinate contropendenze, le pareti saranno verticali od a scarpa a seconda delle prescrizioni della Direzione Lavori.

Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpa aventi la pendenza minore di quella prescritta dalla Direzione Lavori, ma, in tal caso, non sarà pagato il maggiore scavo di fondazione e di sbancamento eseguito di conseguenza.

È vietato all'Impresa, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano ai getti prima che la Direzione Lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.

L'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, al riempimento con materiali idonei dei vuoti residui degli scavi di fondazione rimasti intorno alle murature ed ai necessari costipamenti sino al primitivo piano del terreno o a quota di progetto, previa approvazione della Direzione Lavori.

Per gli scavi di fondazione si applicheranno le norme previste dal D.M. 11/03/1988 e successivi aggiornamenti.

Gli scavi di fondazione verranno considerati scavi subacquei solo se eseguiti a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello costante a cui si stabilizzano le acque eventualmente esistenti nel terreno.

Norme generali

Nell'esecuzione degli scavi (di sbancamento e di fondazioni), l'Impresa dovrà scrupolosamente rispettare le prescrizioni assumendosene l'onere e farsi carico degli oneri di seguito elencati a titolo descrittivo e non limitativo.

L'Impresa dovrà profilare le scarpate degli scavi con le inclinazioni appropriate, in relazione alla natura e alle caratteristiche fisico-meccaniche del terreno, la cui stabilità dovrà essere accertata con apposite verifiche geotecniche a carico della stessa; inoltre dovrà rifinire il fondo e le pareti dello scavo non provvisoriale secondo le quote e le pendenze di progetto.

L'Impresa dovrà prendere tutte le precauzioni possibili ed usare i metodi di scavo più idonei allo scopo per evitare sfornellamenti e smottamenti oltre le linee di scavo indicate nei disegni di progetto. Qualsiasi smottamento, movimenti di massi o terra, che si verifichino nelle aree di scavo comporterà l'onere della rimozione del materiale da parte dell'Impresa.

Nel caso in cui il fondo risultasse smosso, l'Impresa dovrà compattare detto fondo fino ad ottenere una compattazione pari al 95% della massima massa volumica del secco ottenibile in laboratorio (prova di compattazione AASHO modificato – CNR 69/1978 e CNR 22/1972).

Se negli scavi si dovessero superare i limiti di progetto, non si terrà conto del maggior lavoro eseguito dall'Impresa e la stessa dovrà, a sua cura e spese, ripristinare i volumi scavati in eccesso, utilizzando materiali e mezzi idonei.

Comunque la Direzione Lavori avrà sempre la facoltà, a suo insindacabile giudizio, di stabilire la sospensione e la limitazione dello scavo se lo riterrà necessario per la stabilità delle scarpate, specialmente nei periodi di pioggia.

L'Impresa dovrà eseguire, ove previsto dagli elaborati di progetto e/o richiesto dalla Direzione Lavori, scavi campione con prelievi di saggi e/o effettuazione di prove ed analisi per la definizione delle caratteristiche geotecniche (a totale carico dell'Impresa).

Tutte le cautele necessarie (indagini preliminari, sondaggi, scavi campione, etc.) dovranno essere adottate dall'Impresa per evitare il danneggiamento di manufatti e reti interrati di qualsiasi natura; inclusa, ove necessario, la temporanea deviazione ed il tempestivo ripristino delle opere danneggiate o provvisoriamente danneggiate.

Dovrà inoltre recintare ed apporre opportuni sistemi di segnaletica alle aree di scavo.

L'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, con qualsiasi sistema (paratie, palancole, sbadacchiature, puntellamenti, armature a cassa chiusa, etc.) al contenimento delle pareti degli scavi, in modo da proteggere contro ogni pericolo, gli operai, ed impedire ogni smottamento di materia durante l'esecuzione sia degli scavi che delle murature, in accordo a quanto prescritto negli elaborati di progetto ed in conformità alle norme di sicurezza e compensate con i prezzi relativi. Essa sarà la sola ed unica responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntellazioni e sbadacchiature.

L'Impresa dovrà segnalare l'avvenuta ultimazione degli scavi, per eventuale ispezione da parte della Direzione Lavori, prima di procedere alle fasi di lavoro successive.

In caso di inosservanza, la Direzione Lavori potrà richiedere all'Impresa di rimettere a nudo le parti occultate, senza che questa abbia diritto al riconoscimento di alcun maggior onere o compenso.

Per l'esecuzione degli scavi e relativi trasporti di materiale, l'Impresa sarà libera di adoperare tutti quei sistemi, materiali, mezzi d'opera ed impianti che riterrà di sua convenienza, purché siano riconosciuti rispondenti allo scopo dalla Direzione Lavori e non siano pregiudizievoli per la buona riuscita ed il regolare andamento dei lavori.

Allorché, in corso di lavoro, gli impianti di cantiere risultassero deficienti e/o comunque non rispondessero alle esigenze dei lavori in atto, l'Impresa è tenuta ad aumentarli, a modificarli e, se necessario, a sostituirli totalmente, e ciò a sue spese senza che possa invocare, a scarico di responsabilità, l'approvazione data e le eventuali modifiche suggerite dalla Direzione Lavori, né pretendere compensi e/o indennità di sorta oltre ai prezzi di contratto.

Nel caso che, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni nelle quali i lavori si svolgono lo richiedano, l'Impresa è tenuta a coordinare opportunamente la successione e l'esecuzione delle opere di scavo con altre attività previste in cantiere essendo gli oneri relativi compensati nei prezzi contrattuali.

Materiale di risulta

I materiali provenienti dagli scavi in genere dovranno essere trasportati, a cura e spese dell'Impresa, al nelle apposite aree di deposito e custoditi opportunamente, per essere poi ripresi a tempo opportuno.

È possibile il reimpiego di tale materiale di risulta per la realizzazione dei reinterri previsti, per la copertura giornaliera dell'area attiva dei conferimenti della discarica e per la copertura provvisoria di sponde e pareti del corpo rifiuti.

Verifica tolleranze plano-altimetriche e accettazione lavoro

L'Impresa dovrà eseguire, a sua cura e spese, un controllo plano-altimetrico (rilievo topografico) dell'area di scavo, rilevando tutti i punti singolari delle linee di scavo, degli impluvi ed espluvi ed un numero sufficiente di punti nei piani inclinati da concordare con la Direzione Lavori.

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

- tolleranza altimetrica: ± 10 cm rispetto alla quota di progetto;
- tolleranza planimetrica: ± 20 cm rispetto all'ubicazione di progetto delle linee di scavo e di fondo.

Nel caso in cui non vengano rispettate le tolleranze plano-altimetriche, l'Impresa, a sua cura e spese, dovrà provvedere al riporto e al costipamento (compreso l'onere della fornitura) di materiale idoneo.

Il rilievo consentirà alla Direzione Lavori il controllo della superficie e il computo dei volumi di scavo.

Dopo tali controlli la Direzione Lavori accetterà lo scavo effettuato, evidenziando eventuali difformità e gli oneri a carico dell'Impresa.

2.4 Rilevati e reinterri

Con il termine “rilevati” vengono definite tutte le opere in terra che si innalzano sopra il piano campagna.

Con il termine “reinterri” si intendono i lavori di riempimento degli scavi effettuati.

In linea di massima i materiali da impiegare saranno specificati negli elaborati di progetto, ovvero indicati dalla Direzione Lavori.

Provenienza dei materiali

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro, l'Impresa dovrà impiegare i materiali ritenuti idonei, provenienti dalle operazioni di scavo effettuate precedentemente e stoccati all'interno del cantiere nelle apposite aree individuata a nord e a sud del sito.

Il materiale dovrà essere privo di qualsiasi materia estranea, quale terreno organico, piante, materiale di discarica e di qualsiasi altro tipo non idoneo a giudizio della Direzione Lavori alla costruzione dei rilevati. Saranno altresì considerati non idonei ciottoli o blocchi con dimensioni superiori ai 10 cm, salvo diversa indicazione della Direzione Lavori.

I materiali provenienti dalle operazioni di scavo o comunque con alto contenuto di materiale organico o abbondante presenza di frazioni fini, quali limi o argille, saranno utilizzati esclusivamente come terreno vegetale per inerbimento.

Qualora, una volta esauriti i materiali ritenuti idonei provenienti dagli scavi, occorressero ulteriori quantitativi di materie per la formazione dei rilevati, l'Impresa potrà ricorrere al prelievo del materiale necessario da cave di prestito, previa autorizzazione della Direzione Lavori e della Committente.

Depositi intermedi di accumulo del materiale di cava

L'Impresa potrà formare, su delle opportune aree in cantiere assegnate dalla Direzione Lavori o dalla Committente, dei depositi intermedi di accumulo di materiale per il riporto, se il recapito di tale materiale al cantiere dovesse procedere ad un ritmo più veloce della sua messa in opera.

Posa in opera

La posa in opera del materiale deve essere eseguita con regolarità per strati di spessore altezza massima finita minore o uguale a 30-50 cm, con modalità e attrezzature atte a evitare segregazione, brusche variazioni granulometriche e del contenuto d'acqua e fino all'ottenimento degli spessori richiesti dal progetto, così come indicato negli elaborati grafici.

Per evitare disomogeneità dovute alle segregazione che si può verificare durante lo scarico dai mezzi di trasporto, il materiale dovrà essere depositato subito a monte del posto d'impiego, per esservi successivamente riportato dai mezzi di stesa.

Il terreno da impiegare non dovrà presentare elementi di dimensioni maggiori di 300 mm (100 mm nell'ultimo metro); questi debbono essere, pertanto, scartati nel sito di prelievo o frantumati, prima del carico sui mezzi di trasporto.

Ciascuno strato può essere messo in opera, pena la rimozione, soltanto dopo avere accertato, mediante prove di controllo, l'idoneità dello strato precedente.

La procedura di stesura e compattazione sarà così articolata:

- riporto e stesura del materiale con estensione degli strati, in direzione perpendicolare alla scarpata, la superficie di stesura di ciascuno strato sarà maggiore della sagoma di progetto del rilevato; la maggiore estensione orizzontale degli strati sarà tale da permettere la compattazione dell'intera sagoma di progetto e consentire la riprofilatura dello stesso con mezzi meccanici;
- compattazione di ciascun strato con estensione in direzione perpendicolare alla scarpata oltre la sagoma di progetto del rilevato di 0.5-2.0 m, cioè ad una distanza di 1.0-1.5 m dal bordo esterno del rilevato per garantire la sicurezza degli operatori;
- riprofilatura finale della parete partendo dall'alto verso il basso con mezzo meccanico per raggiungere la sagoma prevista.

In condizioni climatiche sfavorevoli è indispensabile desistere dall'utilizzo immediato di tali materiali.

La compattazione deve assicurare sempre un addensamento uniforme all'interno dello strato.

Durante la costruzione dei rilevati occorre disporre in permanenza di apposite squadre e mezzi di manutenzione per rimediare ai danni causati dal traffico di cantiere oltre a quelli dovuti alla pioggia e al gelo.

Qualora si dovessero manifestare erosioni di sorta, l'Impresa dovrà provvedere al ripristino delle zone ammalorate a sua cura e spese.

Nel caso in cui si preveda un'interruzione dei lavori di costruzione del rilevato di più giorni, l'Impresa è tenuta ad adottare ogni provvedimento per evitare infiltrazioni di acque meteoriche nel corpo del rilevato.

Se nel rilevato dovessero avvenire cedimenti differiti, dovuti a carenze costruttive, l'Impresa è obbligata ad eseguire, a sua cura e spese, i lavori di ricarica.

Nel caso di sospensione prolungata della costruzione, alla ripresa delle lavorazioni la parte di rilevato già eseguita dovrà essere ripulita dalle erbe e dalla vegetazione che vi si fosse insediata; inoltre lo strato superiore dovrà essere scarificato, praticandovi dei solchi, per il collegamento dei nuovi strati; è prudente in questo caso ripetere le prove di controllo.

Nel caso in cui l'Impresa non raggiunga le caratteristiche di addensamento richieste è tenuta a ridurre gli spessori di stesa o ad aumentare il numero di passate del rullo compattatore.

Si precisa che all'Impresa sarà riconosciuto solo il volume di riporto previsto dagli elaborati di progetto, rimanendo a sua cura e spese, la fornitura, la messa in opera e la compattazione di volumi maggiori di materiale.

Mezzi di compattazione

Si dovranno impiegare rulli statici del tipo "a piastra" oppure rulli vibranti lisci con peso non inferiore a 10 t (5 t per metro lineare di tamburo).

Le prescrizioni di cui sotto sono delle richieste minime.

Si prevede un numero minimo di 4 passate di rullo vibrante per il materiale costituente il corpo rilevato.

Il giusto numero di passate sarà definito con la Direzione Lavori nella fase di lavorazione iniziale, valutando anche l'uso e l'opportunità di vibrare durante la compattazione.

Qualora la densità in sito e le prove di carico su piastra non raggiungano i limiti previsti, il numero di passate richiesto dovrà essere maggiore o lo spessore degli strati inferiore.

Non sarà concesso alcun pagamento extra all'Impresa per il suo adeguamento a prescrizioni più restrittive di quelle minime.

Operazioni di compattazione

I rulli compattanti dovranno operare in maniera sistematica, su strisce parallele le più lunghe possibili, con una sovrapposizione non inferiore a 20 cm.

La velocità operativa dei rulli non dovrà superare 4 km/h.

Le operazioni di compattazione dovranno essere dirette da un capo squadra competente.

Verifica tolleranze plano-altimetriche e accettazione

L'Impresa dovrà eseguire, a sua cura e spese, un controllo plano-altimetrico (rilievo topografico) del rilevato, rilevando tutti i punti singolari delle linee di scavo e degli impluvi ed espluvi ed un numero sufficiente di punti nei piani inclinati da concordare con la Direzione Lavori.

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

- tolleranza altimetrica: ± 10 cm rispetto alla quota di progetto;
- tolleranza planimetrica: ± 20 cm rispetto all'ubicazione di progetto delle linee di posa.

Nel caso in cui non vengano rispettate le tolleranze plano-altimetriche, l'Impresa, a sua cura e spese, dovrà provvedere al riporto e al costipamento (compreso l'onere della fornitura) di materiale idoneo.

Il rilievo consentirà alla Direzione Lavori il controllo della superficie e il computo del volume del rilevato.

Dopo tali controlli la Direzione Lavori accetterà il rilevato effettuato, evidenziando eventuali difformità e gli oneri a carico dell'Impresa.

2.5 Modalità di mantenimento

L'Impresa dovrà mantenere, a sua cura e spese, la superficie in ottimo stato di conservazione fino all'esecuzione dell'attività successiva.

Tramite apposite canalette si impedirà la corrivazione e/o il ristagno sulle superfici preparate.

3. CALCESTRUZZI

Il calcestruzzo è un materiale composito che si ottiene per miscelazione di cemento, aggregati (grossi e fini in proporzioni opportune) ed acqua e per successivo indurimento della pasta cementizia. Oltre a questi componenti, il calcestruzzo può contenere additivi e/o aggiunte.

La miscela cementizia che l'Impresa deve impiegare per la realizzazione delle opere oggetto del presente Capitolato ed essere del tipo “ a prestazione garantita”.

Il calcestruzzo può essere miscelato in cantiere, preconfezionato o prodotto in un impianto per componenti di calcestruzzo prefabbricato.

L'Impresa è tenuta all'osservanza della Legge del 5/11/1971, n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica", nonché delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della predetta legge (D.M. del 09/01/96 e successivi aggiornamenti).

Per le specifiche, prestazioni, produzione e conformità del calcestruzzo l'Impresa deve far riferimento alla norma UNI EN 206-1:2000 “Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità”. In particolare tale norma si applica al calcestruzzo per strutture gettate in sito, strutture prefabbricate e componenti strutturali per edifici e strutture di ingegneria civile.

3.1 Caratteristiche delle materie prime

I materiali impiegati per la formazione del calcestruzzo devono rispondere alle caratteristiche indicate dalle norme vigenti in materia in merito a cemento, aggregati, acqua, aggiunte ed additivi.

In particolare non devono contenere sostanze nocive in quantità tali da compromettere la durabilità del calcestruzzo e/o da causare la corrosione delle armature e devono essere idonei all'impiego previsto nel calcestruzzo.

Cemento

Il cemento è un legante idraulico, cioè un materiale inorganico finemente macinato che, mescolato con acqua, forma una pasta che rapprende ed indurisce a seguito di processi di idratazione. Una volta indurita, la pasta cementizia mantiene la sua resistenza e la sua stabilità anche sott'acqua.

I cementi impiegati devono soddisfare ai requisiti previsti dalla Legge 26/05/1965 n. 595 ed essere conformi alla norma UNI EN 197-1:2001 “Cemento - Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni”.

Essi sono raggruppati in cinque tipi principali come segue:

CEM I: cemento Portland;

CEM II: cemento Portland composito;

CEM III: cemento d'altoforno;

CEM IV: cemento pozzolanico;

CEM V: cemento composito.

In particolare il cemento da impiegarsi per realizzare opere impermeabili verso l'esterno (quali pozzi, vasche di raccolta acque di prima pioggia, platee di fondazioni, etc.) dovrà avere caratteristiche conformi anche alle "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei leganti idraulici" del D.M. 14/01/1966, modificato con D.M. 03/06/1968 e D.M. 31/08/1972 ed aggiornamenti successivi.

In caso di ambienti chimicamente aggressivi, l'Impresa deve far riferimento anche alle seguenti norme:

- UNI 9156:1997 "Cementi resistenti ai solfati. Classificazioni e composizione";
- UNI EN 197-2:2001 "Valutazione della conformità";
- UNI 8981-1:1999 "Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo - Definizioni ed elenco delle azioni aggressive";
- UNI 9606:1997 "Cementi resistenti al dilavamento della calce. Classificazione e composizione".

Aggregati

Gli aggregati sono costituiti da elementi minerali granulare integri o frantumati, aventi forma e dimensioni consone alla confezione del calcestruzzo.

Devono essere privi di elementi gelivi e friabili, sostanze organiche, polverulente e scistose, limose ed argillose, gesso, solfati solubili, pirite, pirrotite, marcasite, etc..

Vengono considerati idonei:

- gli aggregati normali e pesanti conformi alla norma UNI EN 12620:2003 "Aggregati per calcestruzzo";
- gli aggregati leggeri conformi alla norma UNI EN 13055-1:2003 "Aggregati leggeri - Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta per iniezione".

Le caratteristiche degli aggregati devono essere rispondenti alle norme UNI EN 8520-1:1999 "Aggregati per confezione di calcestruzzi. Definizione, classificazione e caratteristiche" e UNI 8520-2:2002 "Aggregati per confezione di calcestruzzi. Requisiti".

Nel caso in cui gli aggregati contengano composti silicei suscettibili di attacco da parte degli alcali (ioni sodio e potassio provenienti dal cemento o da altri materiali presenti nella miscela cementizia) e il calcestruzzo sia esposto ad un ambiente umido, l'impresa deve prendere idonei provvedimenti, previa approvazione della Direzione Lavori, per prevenire eventuali reazioni dannose tra alcali e silice. L'assortimento granulometrico delle miscele deve essere realizzato impiegando almeno due classi granulometriche diverse. L'impiego di aggregati in frazione unica è permesso solo per calcestruzzi di classe di resistenza $\leq 12/15$.

La dimensione massima dell'aggregato deve essere tale da permettere all'impasto di riempire ogni parte del manufatto, tenendo conto della sua lavorabilità, dell'armatura metallica e relativo copriferro

(se presenti), delle caratteristiche geometriche della carpenteria, delle modalità di getto e di messa in opera.

Acqua di impasto

L'acqua per gli impasti deve rispettare le prescrizioni della norma UNI EN 1008:2003 "Acqua d'impasto per il calcestruzzo. Specifiche di campionamento, di prova e di valutazione dell'idoneità dell'acqua, incluse le acque di ricupero dei processi dell'industria del calcestruzzo, come acqua d'impasto del calcestruzzo".

Additivi

Gli additivi sono prodotti che, aggiunti al calcestruzzo in piccole quantità (in massa) rispetto al cemento, inducono le modifiche richieste delle proprietà del calcestruzzo.

Devono rispettare i requisiti prescritti dalla norma UNI EN 934-2:2002 "Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Additivi per calcestruzzo. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura".

Nel caso di impiego contemporaneo di più additivi, la loro compatibilità deve essere controllata in fase di qualifica della miscela cementizia.

Aggiunte

Sono materiali finemente suddiviso che vengono impiegati per la formazione del calcestruzzo, con lo scopo di migliorare alcune proprietà o di ottenere proprietà speciali.

È ammesso l'impiego di aggiunte di due tipi:

- Tipo I (aggiunte inerti):
 - filler conformi alla norma UNI EN 12620:2003 "Aggregati per calcestruzzo";
 - pigmenti conformi alla norma UNI EN 12878:2001 "Pigmenti per la colorazione di materiali da costruzione a base di cemento e/o calce - Specifiche e metodi di prova".
- Tipo II (aggiunte pozzolaniche o ad attività idraulica latente):
 - ceneri volanti conformi alla norma UNI EN 450:1995 "Ceneri volanti per calcestruzzo. Definizioni, requisiti e controllo di qualità";
 - fumi di silice conformi al progetto di norma prEN 13263:1998.

In mancanza di indicazioni normative o della Direzione Lavori, non si deve tener conto di tali materiali nel computo del dosaggio di cemento.

3.2 Requisiti per il calcestruzzo fresco

Lavorabilità

La lavorabilità, designata con il termine "consistenza" nella normativa vigente, è un indice delle proprietà e del comportamento del calcestruzzo nell'intervallo di tempo tra la produzione e la compattazione dell'impasto in situ nella cassaforme.

Poiché le caratteristiche desiderate di durabilità e di resistenza meccanica possono essere effettivamente raggiunte solo se la movimentazione, la posa in opera e la stagionatura avvengano correttamente, la lavorabilità viene imposta dal tipo di costruzione e dalle modalità di posa in opera adottati, in particolare dal metodo di compattazione.

Le proprietà del calcestruzzo fresco collegate con la lavorabilità sono:

- la stabilità, ossia la capacità dell'impasto di mantenere, sotto l'azione di forze esterne, l'uniformità di distribuzione dei componenti;
- la mobilità, ossia la facilità con la quale l'impasto fluisce nella cassaforma fino a raggiungere le zone meno accessibili;
- la compattabilità, ossia la facilità con la quale l'impasto può essere assestato nella cassaforma e l'aria intrappolata rimossa.

Misura della consistenza

La lavorabilità dell'impasto si valuta attraverso misure di consistenza del calcestruzzo fresco. I metodi di misura più largamente adottati sono i seguenti:

- abbassamento del cono (norma UNI EN 12350-2:2001 “ Prova sul calcestruzzo fresco - Prova di abbassamento al cono”.

La prova è sensibile alle variazioni di consistenza del calcestruzzo corrispondenti ad abbassamenti compresi tra 10 mm e 20 mm, oltre questi due limiti, la misurazione dell'abbassamento può risultare inadeguata e quindi si devono prendere in considerazione altri metodi. Se l'abbassamento continua a variare sensibilmente durante il primo minuto dopo il sollevamento dello stampo, questo metodo di prova non è adeguato come misura della consistenza. La prova non è adatta se la dimensione massima dell'aggregato del calcestruzzo è maggiore di 40 mm.

La prova di consistenza deve essere eseguita in concomitanza a ciascun prelievo di campioni.

La lavorabilità è una proprietà del calcestruzzo fresco che diminuisce con il procedere delle reazioni di idratazioni del cemento. È pertanto necessario che l'impasto possenga la lavorabilità richiesta non solo al momento del confezionamento, ma soprattutto al momento della sua posa in opera.

Se l'intervallo di tempo che intercorre tra il confezionamento e il getto non è breve, e soprattutto se la temperatura ambiente è elevata, la lavorabilità iniziale deve essere maggiore di quella richiesta per la posa in opera. Dopo l'approvazione da parte della Direzione Lavori, l'Impresa può ricorrere, appena prima del getto, ad aggiunte di additivi superfluidificanti (norma UNI EN 934-2:2002 “Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Additivi per calcestruzzo - Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura”).

Rapporto acqua/cemento

Il rapporto acqua/cemento delle miscele deve essere stabilito in modo da garantire la durabilità del calcestruzzo, il raggiungimento della resistenza richiesta dagli elaborati di progetto e di tutte le altre prestazioni richieste alle miscele, sia allo stato fresco che indurito.

Per determinare il rapporto a/c occorre considerare gli aggregati nella condizione di saturazione a superficie asciutta (cioè l'aggregato non cede e non assorbe acqua dall'impasto); pertanto si deve tenere conto dell'umidità degli aggregati al momento dell'impasto, sia essa in eccesso o in difetto rispetto alla condizione sopra menzionata, in base ai valori di assorbimento determinati in fase di qualificazione, secondo la norma UNI EN 1097-6:2002 “ Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Determinazione della massa volumica dei granuli e dell'assorbimento d'acqua”.

Il suddetto rapporto deve essere controllato secondo le indicazioni riportate nella norma UNI 6393:1988 “Controllo della composizione del calcestruzzo fresco” e non deve discostarsi di + 0,02 da quello verificato in fase di qualificazione della relativa miscela.

Granulometria e dimensione massima degli aggregati

Gli aggregati impiegati per la realizzazione di calcestruzzi di classe di resistenza $\leq C12/15$ devono appartenere ad almeno due classi granulometriche diverse.

Le classi granulometriche devono essere mescolate tra loro in percentuali tali da formare miscele rispondenti ai criteri di curve granulometriche teoriche o sperimentali, scelte in modo che l'impasto fresco ed indurito abbia i prescritti requisiti di resistenza, consistenza, omogeneità, aria inglobata, permeabilità, ritiro, acqua essudata etc.. Si deve comunque adottare una curva granulometrica che, in relazione al dosaggio di cemento, garantisca la massima compattezza e la migliore lavorabilità del calcestruzzo.

La curva granulometrica deve essere verificata su campioni prelevati secondo la norma UNI EN 932-1:1998 “Metodi di prova per determinare le proprietà generali degli aggregati – Metodi di campionamento” e analizzati secondo la norma UNI EN 933-1:1999 “Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Determinazione della distribuzione granulometrica - Analisi granulometrica per stacciatura”.

La determinazione della massima dimensione nominale deve essere eseguita in conformità alla norma UNI EN 933-1.

Massa volumica

La determinazione della massa volumica del calcestruzzo fresco viene effettuata secondo la norma UNI EN 12350-6:2001 “ Massa volumica del calcestruzzo. Determinazione su calcestruzzo fresco”.

Contenuto d'aria

Nei casi in cui sia necessario determinare questo parametro (ad esempio quando si impiegano additivi aeranti), esso deve essere misurato in conformità alla norma UNI EN12350-7:2002 “Prova sul calcestruzzo fresco - Contenuto d'aria - Metodo per pressione”.

Il contenuto d'aria viene specificato come valore minimo; IL limite superiore è pari al valore inferiore più il 4% assoluto.

3.3 Requisiti per il calcestruzzo indurito

Resistenza a compressione

La resistenza a compressione del calcestruzzo viene espressa in termini di resistenza caratteristica, definita come quel valore al di sotto del quale viene a trovarsi dal punto di vista probabilistico il 5% dell'insieme di tutti i possibili valori di resistenza misurati sul calcestruzzo in esame.

Il calcestruzzo viene classificato in base alla resistenza a compressione, espressa come resistenza caratteristica R_{CK} oppure f_{CK} . La resistenza caratteristica R_{CK} viene determinata sulla base dei valori ottenuti da prove a compressione a 28 giorni su cubi di 150 mm di lato; la resistenza caratteristica f_{CK} viene determinata sulla base dei valori ottenuti da prove a compressione a 28 giorni su cilindri di 150 mm di diametro e 300 mm d'altezza; i valori espressi in N/mm^2 elencati nella Tabella 3.1 risultano compresi in uno dei seguenti campi:

- Calcestruzzo non strutturale: 8/10 - 12/15;
- Calcestruzzo ordinario: 16/20 – 45/55;
- Calcestruzzo ad alte prestazioni: 50/60 – 60/75;
- Calcestruzzo ad alta resistenza: 70/85 – 100/115.

Classe di resistenza	f_{CK}	R_{CK}	Categoria del calcestruzzo
	N/mm^2	N/mm^2	
C8/10	8	10	Non strutturale
C12/15	12	15	
C16/20	16	20	Ordinario
C20/25	20	25	
C25/30	25	30	
C30/37	30	37	
C35/45	35	45	
C40/50	40	50	
C45/55	45	55	
C50/60	50	60	Alte prestazioni

C55/67	55	67	Alta resistenza
C60/75	60	75	
C70/85	70	85	
C80/95	80	95	
C90/105	90	105	
C100/115	100	115	

Tabella 3.1 Classi di resistenza per il calcestruzzo.

Massa volumica

La determinazione della massa volumica del calcestruzzo indurito viene effettuata secondo la norma UNI EN 12350-7:2001 “ Massa volumica del calcestruzzo. Determinazione su calcestruzzo indurito”.

Durabilità

La durabilità del calcestruzzo è definita come capacità da parte delle opere e/o elementi prefabbricati di mantenere per il tempo previsto (vita utile), entro limiti accettabili per le esigenze di esercizio e con normali interventi di manutenzione, i valori delle caratteristiche funzionali in presenza di cause di degradazione.

La degradazione delle strutture di calcestruzzo può avvenire per:

- azione chimica di sostanze aggressive presenti nell'ambiente di esercizio;
- azioni fisiche o meccaniche inerenti all'esercizio stesso o esercitate dall'ambiente.

Le cause più frequenti sono dovute alla presenza di solfati, ai fenomeni di corrosione delle armature, ai cicli gelo – disgelo, all’attacco di acque aggressive di varia natura (acque dilavanti, acque di mare, etc.)e alle reazioni alcali-silice.

È fondamentale per la durabilità della struttura evitare:

- la presenza di vuoti dovuti a inadeguata compattazione o a non omogenea distribuzione dell’impasto nelle casseformi;
- la formazione di fessure da ritiro plastico;
- l’interruzione anticipata della stagionatura protetta;
- la riduzione del copriferro al di sotto del limite minimo previsto.

Ai fini della durabilità, il calcestruzzo dovrebbe avere un coefficiente di permeabilità $k \leq 1 \times 10^{-11}$ m/s, o una resistenza alla penetrazione d’acqua secondo la norma ISO 7031 (UNI EN 07.04.113.0) con valore massimo non superiore a 50 mm e valore medio non superiore a 20 mm; i due limiti sono equivalenti per la definizione dell’impermeabilità del calcestruzzo. Il controllo della durabilità attraverso prove di penetrazione dell’acqua deve essere effettuato solo in circostanze particolari e solo su richiesta della Direzione Lavori, in quanto è una prova molto onerosa, sia dal punto di vista economico che tempistico.

Il controllo della durabilità si basa sulla misura della resistenza a compressione (resistenza caratteristica). Il criterio ha come riferimento la relazione permeabilità – rapporto a/c – resistenza meccanica; al diminuire del valore a/c, diminuisce il volume dei pori capillari o penetrabili dalle sostanze nell'ambiente di esposizione e di conseguenza diminuisce la permeabilità, mentre aumenta la resistenza meccanica.

I criteri in base ai quali si definisce la durabilità del calcestruzzo fanno riferimento a:

- tipo e contenuto di cemento;
- rapporto a/c;
- spessore del copriferro (nel caso di strutture armate, ordinarie e precomprese).

Questi criteri sono comuni a tutte le normative riguardanti la durabilità: all'aumentare dell'intensità dell'attacco si aumenta il contenuto minimo di cemento, si abbassa il rapporto a/c e si aumenta lo spessore del copriferro. Pertanto, tenuto conto che il controllo di qualità dei calcestruzzi si basa sulla resistenza caratteristica a compressione, la durabilità è tanto più alta, quanto maggiore è la resistenza caratteristica.

3.4 Specifica del calcestruzzo

Il calcestruzzo viene specificato in riferimento alle prestazioni richieste (calcestruzzo a prestazione garantita).

I dati fondamentali, da indicarsi sempre ed in conformità ai requisiti della norma UNI EN 206-1, sono:

- classe di resistenza (R_{CK});
- classe di esposizione ambientale;
- classe di consistenza, indicando il relativo metodo di misura;
- diametro massimo dell'aggregato;
- rapporto acqua/cemento (a/c);
- tipologia strutturale (semplice, armato o precompresso).

Se richiesto dalla Direzione Lavori devono essere definite ulteriori caratteristiche quali:

CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO FRESCO

- tipo, classe e contenuto minimo di cemento;
- contenuto d'aria;
- contenuto di cloruri;
- sviluppo di calore durante l'idratazione;
- requisiti speciali per gli aggregati;
- requisiti speciali per la temperatura del calcestruzzo fresco;
- requisiti tecnici aggiuntivi.

CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO INDURITO

- resistenza alla penetrazione dell'acqua ai fini della permeabilità;
- resistenza ai cicli di gelo-disgelo;
- resistenza all'azione combinata del gelo e di agenti disgelanti;
- resistenza agli attacchi chimici;
- requisiti tecnici aggiuntivi.

Nel caso di calcestruzzo preconfezionato, si devono prendere in considerazione condizioni supplementari relative al trasporto e alle procedure di cantiere (tempo e frequenza delle consegne, trasferimento per pompaggio o per nastro trasportatore, etc.)

La composizione della pasta cementizia deve essere stabilita in modo da soddisfare le specifiche prestazionali e minimizzare i fenomeni di segregazione ed essudazione del calcestruzzo fresco.

Il calcestruzzo armato, ordinario o precompresso, deve contenere una quantità di cemento sufficiente per assicurare un adeguato grado di protezione dell'acciaio contro la corrosione.

3.5 Confezionamento e posa in opera

Impianto di produzione

L'impianto deve avere un'adeguata capacità di stoccaggio delle materie prime (cementi, aggregati, aggiunte, additivi) per garantire la continuità della produzione e senza interruzione dei getti, secondo il previsto programma dei lavori. Inoltre deve essere dotato di strumenti ed attrezzature idonee a garantire il costante controllo dei dosaggi.

Stoccaggio delle materie prime

I materiali di tipo diverso devono essere movimentati e stoccati in modo da evitare miscele, contaminazioni o deterioramento.

CEMENTO

Il cemento può essere approvvigionato all'impianto di confezionamento in sacchi o sfuso. In particolare:

- sfuso: deve essere conservato in silos che garantiscano la perfetta tenuta verso l'umidità atmosferica. Ciascun silos deve contenere un cemento di un unico tipo e unica classe e, a tale scopo, deve essere chiaramente identificato da idonei contrassegni.
- In sacchi: deve essere sistemato su pedane poste su un pavimento asciutto in ambiente chiuso. I sacchi di cemento di diverso tipo e classe devono essere conservati separatamente e chiaramente identificabili.

Non è consentito il mescolamento di cementi diversi per tipo, classe di resistenza o provenienza; per ciascuna struttura si deve impiegare cemento di un unico tipo e classe.

AGGREGATI

Gli aggregati possono essere stoccati in tramogge o in cumuli e devono essere chiaramente identificabili mediante idonei contrassegni.

Il luogo di accumulo a terra degli aggregati deve essere di dimensioni adeguate per consentire l'immagazzinamento delle pezzature tra loro separate, in modo da impedirne la frammistione. La superficie di appoggio di ogni cumulo deve essere conformata in modo da consentire il naturale allontanamento delle acque meteoriche e di percolazione.

Nel caso in cui l'impianto sia dotato di tramogge, il loro numero deve essere almeno pari al numero di classi granulometriche di volta in volta utilizzate.

ACQUA D'IMPASTO

Nel caso in cui sia necessario l'accumulo di acqua d'impasto, questo deve essere realizzato mediante cisterne, serbatoi o bacini nei quali sia evitato il rischio di inquinamento con elementi dannosi al calcestruzzo.

In relazione alle condizioni ambientali, devono essere predisposte idonee protezioni per consentire all'acqua di mantenere una temperatura tale da assicurare che il calcestruzzo possa essere prodotto nelle adeguate condizioni.

AGGIUNTE

Le aggiunte minerali devono essere conservate in

- ambienti chiusi idonei, se consegnate non sfuse (es. in sacchi),
- silos, se consegnate sfuse in polvere,
- cisterne, se consegnate liquide.

I depositi devono essere chiaramente identificabili mediante idonei contrassegni e accuratamente protetti dall'umidità atmosferica e dalle impurità.

Le aggiunte consegnate non sfuse devono essere conservate nelle confezioni originali sigillate, su cui devono essere indicate le quantità, la data di scadenza e le modalità d'uso.

Non è consentito immagazzinare aggiunte di diverso tipo, miscelandole tra loro.

ADDITIVI

Gli additivi consegnati sfusi devono essere depositati in cisterne opportunamente protette per limitare gli effetti dell'umidità ambientale e delle basse/alte temperature.

Se consegnati non sfusi, devono essere conservati nelle confezioni originali sigillate, su cui devono essere indicate le quantità, la data di scadenza e le modalità d'uso, in ambienti chiusi idonei per la loro corretta conservazione.

I depositi devono essere chiaramente identificabili mediante idonei contrassegni e accuratamente protetti dall'umidità atmosferica, dalle basse/alte temperature e dalle impurità.

Non è consentito immagazzinare additivi di diverso tipo, miscelandoli tra loro.

Apparecchiature di dosaggio

Per ogni miscela di almeno 1 m³ di calcestruzzo, le caratteristiche delle apparecchiature di dosaggio devono essere tali da realizzare e mantenere, nelle normali condizioni operative, le tolleranze indicate nella Tabella 3.2.

Se più impasti vengono miscelati o rimiscelati in betoniera, le tolleranze indicate in Tabella 3.2 si applicano al carico complessivo.

Materia prima	Tolleranza
Cemento Acqua d'impasto Aggregato totale Aggiunte in quantità > 5% in massa rispetto al cemento	$\pm 3\%$ della quantità richiesta
Aggiunte in quantità $\leq 5\%$ in massa rispetto al cemento	$\pm 5\%$ della quantità richiesta

Tabella 3.2 Tolleranze previste per le materie prime.

I cementi, gli aggregati e le aggiunte in polvere devono essere dosati in massa mediante pesatura.

L'acqua d'impasto, gli aggregati leggeri, gli additivi e le aggiunte in forma liquida possono essere dosati in massa o a volume.

Processo di produzione

Dosaggio delle materie prime

Il cemento e le aggiunte in polvere possono essere dosati nello stesso dispositivo; l'acqua e le eventuali altre aggiunte liquide e gli additivi devono essere dosati con dispositivi separati, impiegati esclusivamente per ciascuno di essi.

Per le diverse classi granulometriche gli aggregati possono essere dosati per pesate singole o cumulative progressive.

Si deve eseguire la compensazione del peso delle sabbie, in relazione alla loro umidità, con conseguente variazione del quantitativo di acqua d'impasto immesso.

La compensazione del quantitativo di acqua d'impasto immessa con il peso degli aggregati grossi deve essere operata sulla base della percentuale di umidità corrispondente alle rilevazioni effettuate durante i più recenti controlli periodici effettuati sugli stessi.

Miscelazione delle materie prime

L'impasto deve avere le seguenti caratteristiche:

- coesività tale da poter essere trasportato e movimentato senza che si verifichi la segregazione dei singoli elementi;
- lavorabilità conforme a quella richiesta e riportata nel documento di trasporto.

La miscelazione può avvenire in betoniera o in miscelatore fisso.

MISCELAZIONE IN BETONIERA

Le betoniere devono essere in grado di ottenere una miscelazione intima dei componenti ed una consistenza del calcestruzzo uniforme nell'intero carico.

Al fine di garantire una corretta miscelazione occorre che:

- la betoniera non venga caricata per un volume di calcestruzzo superiore a quello indicato dal costruttore della macchina;
- i componenti dell'impasto, per quanto possibile, vengano immessi in modo uniforme durante il carico;
- al termine della fase di carico e prima di iniziare il trasporto, la betoniera ruoti alla massima velocità prevista dal costruttore della macchina per almeno 4 minuti.

MISCELAZIONE IN MISCELATORE FISSO

Per i miscelatori fissi, onde garantire la corretta miscelazione dell'impasto, la durata della miscelazione deve essere maggiore di 30 secondi.

Il tempo¹ e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre una miscela rispondente ai requisiti progettuali di omogeneità.

Per quanto non specificato, vale la norma UNI EN 206-1.

Movimentazione del calcestruzzo

Il trasporto del calcestruzzo dall'impianto di confezionamento al luogo di impiego, ed il suo scarico, deve essere effettuato con mezzi e attrezzature idonei al fine di evitare la segregazione dei singoli componenti e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del calcestruzzo stesso.

Il trasporto del calcestruzzo al luogo d'impiego può avvenire con betoniere o autocarri.

TRASPORTO CON BETONIERA

Durante il trasporto e successivamente, in caso di attesa dello scarico, la betoniera deve rimanere costantemente in movimento.

¹ Il tempo di miscelazione decorre da quando tutti i componenti del calcestruzzo sono all'interno del mescolatore in rotazione.

In linea di massima, in relazione alle condizioni ambientali, salvo che non vengano previste idonee misure (quali l'aggiunta di additivi ritardanti), il calcestruzzo deve essere messo in opera entro 2 ore dal momento in cui è stata introdotta l'acqua d'impasto nella miscela (corrispondente all'ora di carico della betoniera).

In generale, non sono ammesse aggiunte di acqua o additivi alla consegna. In casi speciali è possibile aggiungere acqua d'impasto e/o additivi, sotto la responsabilità del Produttore, se ciò serve a riportare la consistenza al valore di specifica e purché non vengano superati i valori di specifica e l'aggiunta dell'additivo sia prevista nel progetto di miscela di calcestruzzo.

La quantità e la tipologia di acqua e/o additivi da aggiungere alla consegna nella betoniera (ciò non è possibile se si utilizzano autocarri) devono essere riportata nel documento di consegna – trasporto.

Le betoniere devono essere soggette a manutenzione programmata periodica e tenute in buone condizioni operative, in modo che le proprietà del calcestruzzo non ne vengano negativamente influenzate.

TRASPORTO CON AUTOCARRO

Il trasporto del calcestruzzo con autocarro può avvenire a condizione che:

- il calcestruzzo venga mescolato da un miscelatore fisso di impianto;
- il calcestruzzo abbia consistenza umida e la lunghezza del percorso e la sua accidentalità siano tali da non causare la segregazione dell'impasto;
- non siano stati immessi additivi aeranti;
- il cassone dell'autocarro sia a tenuta stagna ad evitare perdite di miscela;
- la messa in opera avvenga, in relazione alle condizioni ambientali, entro 20 – 40 minuti dall'immissione dell'acqua d'impasto nel miscelatore fisso.

La movimentazione in fase di messa in opera può avvenire con pompa o con nastro trasportatore.

MOVIMENTAZIONE CON POMPA

La movimentazione del calcestruzzo mediante pompa non ne deve alterare la composizione.

Si raccomanda che la pompabilità risulti assicurata da:

- una corretta composizione granulometrica;
- un adeguato contenuto di parti fini;
- l'eventuale inserimento di aggiunte e/o additivazioni atte ad evitare aggiunte di acqua d'impasto.

È assolutamente vietato aggiungere acqua d'impasto, additivi e qualsiasi altra sostanza nella tramoggia di alimentazione della pompa.

Nel caso di interruzione del flusso di pompaggio, per qualunque motivo, l'addetto alla pompa deve aver cura di procedere a frequenti brevi aspirazioni e spinte del calcestruzzo, al fine di tenerlo in movimento all'interno delle tubazioni.

Durante la messa in opera del calcestruzzo si raccomanda che:

- il terminale in gomma della pompa sia posto in posizione verticale per evitare la segregazione dell'impasto;
- nel caso di getti verticali, la tubazione della pompa venga fatta penetrare IL più possibile nel cassero per ridurre al minimo il rischio di segregazione dell'impasto;
- nel caso di getti su soletta, si eviti l'accumulo di rilevanti quantità di calcestruzzo.

MOVIMENTAZIONE CON NASTRO TRASPORTATORE

La movimentazione del calcestruzzo mediante nastro trasportatore deve essere tale da evitarne la segregazione.

A tal fine è indispensabile che:

- l'inclinazione del nastro sia tale da non causarne il riflusso del calcestruzzo a nastro fermo;
- la tensione del tappeto e la distanza tra i rulli sia tale da non causare evidenti sobbalzi alla massa del calcestruzzo;
- al termine del nastro, il calcestruzzo finisca in una tramoggia che ne permetta lo scarico verticale nel punto di messa in opera.

È assolutamente vietato aggiungere acqua d'impasto, additivi e qualsiasi altra sostanza direttamente sul nastro.

Documento di consegna del calcestruzzo

Alla consegna del calcestruzzo, il Produttore deve fornire all'Impresa un documento di consegna su cui siano riportate le informazioni seguenti:

- numero di serie;
- denominazione dell'impianto di confezionamento;
- dichiarazione di conformità alle specifiche d'ordine e alla norma UNI EN 206-1;
- identificazione della betoniera;
- nome del cliente;
- denominazione ed indirizzo del cantiere;
- data e ore di carico, di arrivo in cantiere e di inizio/fine scarico;
- quantità (m³) di calcestruzzo fornito;
- classe di resistenza;
- classe di esposizione ambientale;
- classe di consistenza o valore di riferimento;

- codice identificativo della ricetta impiegata per il confezionamento;
- dimensione massima dell'aggregato;
- tipo, classe di resistenza e contenuto di cemento;
- rapporto a/c;
- dosaggio ed tipo di eventuali additivi da aggiungere in cantiere.

L'Impresa dovrà esibire detta documentazione alla Direzione Lavori per accettazione.

È facoltà della Direzione Lavori di rifiutare carichi di calcestruzzo non rispondenti ai requisiti prescritti.

3.6 Controllo di conformità del calcestruzzo

Il controllo della conformità comprende l'insieme di azioni e decisioni da prendere, in accordo con i criteri di conformità preliminarmente adottati, al fine di verificare la conformità del calcestruzzo alle specifiche.

Tale controllo è parte integrante del controllo del processo di produzione.

Le disposizioni riportate nel seguito del presente Paragrafo si applicano anche al calcestruzzo per elementi prefabbricati.

I criteri da adottare per la valutazione della conformità sono riportati nella norma UNI EN 206-1.

Conformità per la resistenza a compressione

Nel piano di campionamento e di prova e nei criteri di conformità del calcestruzzo o delle famiglie di calcestruzzi occorre distinguere tra

- produzione iniziale: la produzione si considera iniziale fino al raggiungimento di almeno 35 risultati di prova;
- produzione continua: la produzione si considera continua quando sono disponibili almeno 35 risultati di prova, ottenuti in un periodo di tempo non maggiore di 12 mesi.

Se la produzione di un calcestruzzo di composizione particolare, o di una famiglia di calcestruzzi, è stata sospesa per più di 12 mesi, il Produttore deve adottare il piano di campionamento e prova e i criteri di conformità previsti per la produzione iniziale.

Il Produttore può adottare il piano di campionamento e prova ed i criteri di conformità previsti per la produzione iniziale anche per la produzione continua.

I campioni di calcestruzzo devono essere prelevati in maniera casuale e in conformità alla norma UNI EN 12350-1.

La frequenza minima di campionamento e di prova del calcestruzzo deve essere conforme a quanto indicato nel prospetto 13 della norma UNI EN 206-1.

Il risultato di prelievo deve essere quello ottenuto da un singolo provino o dalla media dei risultati ottenuti di due o più provini confezionati con il materiale di un unico prelievo e sottoposti a prova alla stessa età di maturazione.

Conformità per proprietà diverse dalla resistenza

I campioni di calcestruzzo devono essere prelevati in maniera casuale e in conformità alla norma UNI EN 12350-1.

La frequenza minima di campionamento e i metodi di prova del calcestruzzo devono essere conformi a quanto indicato nei prospetti 17 e 18 della norma UNI EN 206-1.

3.7 Controlli di produzione

Le materie prime, le apparecchiature, le procedure di produzione e il calcestruzzo devono essere, con riferimento alle specifiche ed ai requisiti riportate nella norma UNI EN 206-1, soggetti ad autocontrollo attuato mediante personale qualificato e la disponibilità di un laboratorio di riferimento correttamente attrezzato, allo scopo di fornire gli strumenti utili a:

- verificare la rispondenza delle materie prime impiegate alle norme vigenti e alle esigenze della propria produzione;
- progettare correttamente le miscele;
- controllare il livello qualitativo della produzione.

L'autocontrollo può essere demandato, purché in forma continuativa, ad una struttura esterna (laboratorio ufficiale).

Tutti i risultati devono essere registrati e conservati per almeno 2 anni.

Controllo al ricevimento delle materie prime

I componenti non devono essere impiegati senza prima essere stati controllati o senza che sia stata accertata la loro conformità ai requisiti specificati.

Le prove devono essere effettuate seguendo le indicazioni delle norme di prova e le frequenze minime riportate nel prospetto 22 della norma UNI EN 206-1.

Per ciascuna prova deve essere redatto un apposito verbale.

Controllo del calcestruzzo

Le prove sul calcestruzzo devono essere effettuate seguendo le indicazioni delle norme di prova e le frequenze minime riportate nel prospetto 24 della norma UNI EN 206-1.

Per ciascuna prova deve essere redatto un apposito verbale.

Controllo delle apparecchiature

Deve essere predisposto un programma dei controlli delle tarature degli strumenti e delle apparecchiature utili al dosaggio delle materie prime (bilance, dosatori degli additivi, misuratori dell'acqua d'impasto, etc.) che rispetti le frequenze minime riportate nel prospetto 23 della norma UNI EN 206-1.

3.8 Controlli al ricevimento del calcestruzzo in cantiere

Ai fini del controllo di accettazione, i prelievi, il confezionamento dei cubetti, la loro stagionatura devono essere eseguiti nel rispetto delle relative norme UNI in vigore all'atto dell'Appalto.

Per ogni prelievo effettuato, deve essere redatto un verbale redatto anche dal personale delegato dal Produttore al momento della consegna del calcestruzzo, chiamato ad assistere al prelievo.

È compito e responsabilità dell'Impresa:

- verificare che gli elementi contenuti nel documento di consegna corrispondano alle prescrizioni richieste e respingere il carico in caso di loro mancata corrispondenza;
- controllare che tipo e diametro massimo dell'aggregato corrispondano a quanto richiesto e in caso di difformità, respingere il carico;
- controllare che la consistenza del calcestruzzo consegnato sia corrispondente a quanto richiesto e specificato sul documento di consegna e in caso di non conformità, respingere il carico.

3.9 Posa in opera delle miscele

La posa in opera del calcestruzzo deve essere eseguita con ogni cura e a regola d'arte dopo aver preparato accuratamente le casseforme, gli scavi da riempire ed i piani di posa e dopo aver posizionato le armature metalliche.

Nel caso di getti contro terra, roccia, etc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni degli elaborati progettuali e di capitolato.

I getti, che devono risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto, possono essere iniziati solo dopo la verifica delle casseformi, degli scavi e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori.

Si avrà cura che, in nessun caso, si verifichino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento.

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione.

A questo scopo il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma o scavo e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a 50 cm misurati dopo la vibrazione.

Nel caso della trincea di ancoraggio si avrà un unico strato orizzontale di spessore pari a 15 cm, come da progetto.

L'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, misurata dall'uscita dello scivolo o dalla bocca del tubo convogliatore, non dovrà superare un metro.

Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli necessari a raggiungere la compattazione ottimale della miscela, approvati preventivamente dalla Direzione Lavori. La vibrazione del calcestruzzo dovrà proseguire fino a che praticamente cessi la fuoriuscita di bolle d'aria senza provocare segregazione.

Il calcestruzzo sarà posto in opera e assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchie o chiazze.

Le eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate mediante bocciardatura ed i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi adeguatamente con malta cementizia immediatamente dopo il disarmo ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, riterrà tollerabili fermo restando, in ogni caso, che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico della Impresa.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 5 mm sotto la superficie finita, e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento; queste prestazioni non saranno in nessun caso oggetto di compensi a parte.

Dal Giornale Lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo.

Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa deve tenere registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro.

È vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo successivamente (ad esempio con l'impiego di un vibratore).

Durante la posa in opera i vespai di ghiaia, eventualmente formatisi, dovranno essere dispersi prima della vibrazione del calcestruzzo.

Qualora il calcestruzzo fosse gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi il normale consolidamento; l'onere di tali accorgimenti è a carico dell'Impresa.

Stagionatura

La stagionatura è un insieme di precauzioni che, durante il processo di indurimento, permette di trasformare l'impasto fresco in un materiale resistente, privo di fessure e durevole. Mediante un adeguato periodo di stagionatura protetta, iniziato immediatamente dopo aver concluso le operazioni di posa in opera, IL calcestruzzo può raggiungere le sue proprietà potenziali nella massa ed in particolare nella zona superficiale.

La protezione consiste nell'impedire, durante la fase iniziale del processo di indurimento, i seguenti fenomeni:

- essiccazione della superficie del calcestruzzo, per evitare che gli strati superficiali diventino porosi;
- congelamento dell'acqua di impasto prima che IL calcestruzzo abbia raggiunto un adeguato grado di indurimento;
- movimenti differenziali dovuti a differenze di temperatura attraverso la sezione del manufatto, in quanto possono essere causa di fessurazioni.

La stagionatura deve avvenire a temperatura ambiente, nell'intervallo di 5–35°C con esclusione di qualsiasi intervento esterno di riscaldamento o raffreddamento, salvo diversa prescrizione della Direzione Lavori e/o progettuale.

A getto ultimato, l'Impresa deve curare, a sua cura e spese, la stagionatura per evitare un rapido prosciugamento delle superfici dei medesimi, 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 tutte le superfici dovranno essere mantenute umide per almeno 7 giorni dal getto per mezzo di:

- prodotti antievaporanti, conformi alle norme UNI 8656:1984 + FA 219-87:1987 “Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Classificazione e requisiti” e approvati dalla Direzione Lavori, da applicare a spruzzo subito dopo il getto;
- continua bagnatura;
- altri idonei sistemi, sempre previa approvazione della Direzione Lavori.

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

Durante il periodo della stagionatura, l'Impresa, a sua cura e spese, deve proteggere i getti da possibilità di urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

La rimozione delle armature di sostegno dei getti deve essere effettuata solo quando sono state sicuramente raggiunte le resistenze prescritte negli elaborati progettuali.

In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa deve attenersi a quanto prescritto dal D.M. 09/01/96 e successivi aggiornamenti e norme tecniche.

Casseformi e finitura

La superficie esterna dei getti in calcestruzzi deve essere esente da nidi di ghiaia, bolle d'aria, macchie, etc. che ne pregiudichino l'uniformità e la compattezza, sia ai fini della durabilità che dell'aspetto estetico dell'opera (ove richiesto).

Casseformi

Le casseforme devono essere rigide e a perfetta tenuta, per evitare la fuoriuscita della pasta cementizia. Inoltre devono essere atte a garantire superfici di getto regolari ed a perfetta regola d'arte; in tal senso l'Impresa deve provvedere, a sua cura e spese, alla posa di opportuni ponteggi ed impalcature, previa presentazione ed approvazione da parte della Direzione Lavori.

Nel caso siano impiegate casserature a perdere inglobate nell'opera, si deve verificare la sua funzionalità (se è elemento portante) e che non sia dannosa per l'estetica o la durabilità (se è elemento accessorio).

Disarmanti

L'Impresa deve impiegare prodotti disarmanti aventi requisiti di cui alle specifiche della norma UNI 8866-1:1986 + A1:1989 "Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Definizione e classificazione". Le modalità di applicazione devono essere quelle indicate dal produttore, evitando accuratamente aggiunte eccessive e ristagni di prodotto sul fondo delle casseformi.

L'Impresa deve controllare che il disarmante impiegato non macchi o danneggi la superficie della struttura; a tale scopo si devono impiegare prodotti efficaci per la loro azione specifica; è vietato l'impiego di lubrificanti di qualsiasi natura e olii esausti.

Giunti e riprese di getto

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti vengano eseguiti con soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa; per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi e ciò neppure nel caso che, in dipendenza di questa prescrizione, il lavoro debba essere condotto a turni ed anche in giornate festive.

Tra le successive riprese di getto non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze d'aspetto, e la ripresa potrà effettuarsi solo dopo che la superficie del getto precedente sia stata accuratamente pulita, lavata e spazzolata con opportuni additivi di ripresa come specificato nelle tavole di progetto. L'Impresa, prima dell'utilizzo fornirà la documentazione tecnica relativa a tali additivi, se diversi da quelli previsti, per l'approvazione della Direzione Lavori.

Predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature, oneri vari

L'Impresa ha a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi, o sarà successivamente prescritto di volta in volta in tempo utile dalla Direzione Lavori, circa fori, tracce, cavità, incassature, per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, sede di tubi e di cavi, opere di interdizione, parapetti, mensole, segnalazioni, parti di impianti.

L'onere relativo è compreso e compensato nei prezzi unitari e pertanto è ad esclusivo carico dell'Impresa.

Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni così indicate dalla Direzione Lavori, saranno a totale carico dell'Impresa, sia per quanto riguarda le rotture, i rifacimenti, le demolizioni di opere di spettanza dell'Impresa stessa, sia per quanto riguarda le eventuali opere di adattamento di infissi o impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e la maggiore mano d'opera occorrente da parte dei fornitori.

Per l'assistenza alla posa in opera di apparecchi forniti e posti in opera da altre Ditte, l'Impresa sarà compensata con i relativi prezzi di elenco.

Tolleranze sulle strutture dei getti

L'Impresa è tenuta ad osservare le tolleranze di seguito indicate salvo diversamente specificato.

Le opere od elementi strutturali che presentino, rispetto alle dimensioni di progetto, differenze maggiori delle tolleranze ammesse, dovranno essere corrette o se necessario demolite e ricostruite ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori.

In conseguenza di ciò l'Impresa non può pretendere alcun indennizzo né riceverà alcun compenso per i lavori di demolizione o rifacimento restando peraltro responsabile di ogni eventuale ritardo.

	altezza h	totale max
Variazione della verticale per superfici di pilastri, pareti, spigoli e giunti	sino a 3 m	0,5 cm
	sino a 6 m	1,0 cm
	sino a 25 m	2,0 cm
Variazione di misure in altezza tra pavimento e soffitto	sino a 3 m	0,5 cm
	sino a 6 m	1,0 cm
	sino a 25 m	2,0 cm
Variazione rispetto alle quote di progetto		1,0 cm
Variazione di misure planimetriche nella posizione reciproca di travi-pilastri e pareti	per h > 6 m	1,0 cm
	per h > 15 m	2,5 cm

3.10 Acciaio di armatura

L'Impresa deve osservare le prescrizioni di cui ai punti 11.3.2 “Acciaio per cemento armato” e 11.3.3 “Acciaio per cemento armato precompresso” del D.M. del 14/01/2008 “Norme Tecniche per le costruzioni”.

Gli acciai da impiegare devono corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche stabilite dalle Norme Tecniche del citato decreto.

Le barre in acciaio che l'Impresa deve impiegare sono del tipo Ad aderenza migliorata – B450C controllate in Stabilimento.

In particolare le barre impiegate devono essere saldabili e marchiati dal Produttore.

L'Impresa deve fornire alla Direzione Lavori la documentazione di qualificazione prevista dalle normative vigenti.

È facoltà della Direzione Lavori sottoporre a controllo in cantiere le barre controllate in Stabilimento. Anche in questo caso i campioni devono essere prelevati in contraddittorio con l'Impresa ed inviati, a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, ad un laboratorio ufficiale. Di tale operazione deve essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dal D.M. del 14/01/2008 e successivi aggiornamenti.

La Direzione Lavori può dare il benestare per la posa in opera delle partite sottoposte all'ulteriore controllo in cantiere, soltanto dopo aver ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo.

Nel caso di esito negativo si deve come indicato nel D.M. del 14/01/2008.

Acciai per barre ad aderenza migliorata

L'Impresa fornirà alla Direzione Lavori la documentazione di qualificazione dell'acciaio per barre ad aderenza migliorata (Fe B44k controllato in Stabilimento) così come previsto dalle normative vigenti.

È facoltà della Direzione Lavori sottoporre a controllo in cantiere anche le barre controllate in Stabilimento. Anche in questo caso i campioni verranno prelevati in contraddittorio con l'Impresa ed inviati, a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, ad un laboratorio ufficiale. Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.

La Direzione Lavori darà il benestare per la posa in opera delle partite sottoposte all'ulteriore controllo in cantiere soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo.

Nel caso di esito negativo si procederà come indicato nel D.M. 14.01.2008 e successivi aggiornamenti e norme tecniche relative.

3.11 Unioni e giunti

Per “unioni” si intendono collegamenti tra parti strutturali atti alla trasmissione di sollecitazioni.

I materiali impiegati con funzione strutturale nelle unioni devono avere, di regola, una durabilità, resistenza al fuoco e protezione, almeno uguale a quella degli elementi da collegare. Ove queste condizioni non fossero rispettate i limiti dell'intera struttura vanno definiti con riguardo all'elemento significativo più debole.

Per “giunti” si intendono spazi tra parti strutturali atti a consentire ad essi spostamenti mutui senza trasmissione di sollecitazioni.

È tassativamente prescritto che nelle strutture da eseguirsi con getto di conglomerato cementizio vengano realizzati giunti di discontinuità (sia in elevazione che in fondazione) onde evitare irregolari ed imprevedibili fessurazioni delle strutture stesse per effetto di escursioni termiche, di fenomeni di ritiro e/o di eventuali assestamenti.

I giunti dovranno essere ottenuti ponendo in opera, con un certo anticipo rispetto al getto, appositi setti di materiale idoneo, da lasciare in posto, in modo da realizzare superfici di discontinuità (piane, a battente, a maschio e femmina, etc.)affioranti in faccia, vista secondo linee rette continue o spezzate.

La larghezza e la conformazione dei giunti saranno riportate negli elaborati di progetto; nel caso in cui non siano specificate, tali prescrizioni saranno stabilite dalla Direzione Lavori o sottoposte dall'Impresa alla Direzione Lavori per accettazione.

I giunti dovranno essere realizzati a cura e spese dell'Impresa, in quanto si è tenuto debito conto di tale onere nella formulazione dei prezzi di elenco. Solo nel caso in cui è previsto in progetto che IL giunto sia munito di apposito manufatto di tenuta o di copertura, l'elenco prezzi prevederà espressamente le voci relative alla fornitura e posa in opera dei manufatti predetti con le specifiche di tutti i particolari oneri che saranno prescritti per il perfetto definitivo assetto del giunto.

I manufatti di tenuta e/o di copertura dei giunti possono essere costituiti da:

- elastomeri a struttura
- etilica (stirolo, butadiene);
- paraffinica (butile);
- complessa (silicone, poliuretano, poliossipropilene, poliossicloloropropilene);
- elastomeri etilenici cosiddetti protetti (neoprene);
- cloruro di polivinile;
- sigillanti.

I giunti aventi superfici affacciate dovranno garantire un adeguato distanziamento delle superfici medesime per consentire i movimenti prevedibili.

Sigillanti

L'introduzione di giunti nelle strutture in c.a. crea delle aperture che dovranno essere sigillate, al fine di impedire il passaggio di gas, liquidi o di altre sostanze indesiderate all'interno e/o attraverso le stesse, nonché la penetrazione di vento e pioggia. Nei serbatoi, nei canali, nelle condotte e nelle vasche, i giunti dovranno essere sigillati per impedire la fuoriuscita del contenuto.

Inoltre, nella maggior parte delle strutture esposte all'azione degli agenti atmosferici, il calcestruzzo stesso dovrà essere protetto dalle conseguenze dannose provocate dai fenomeni di gelo e disgelo, di bagnatura e asciugatura, percolazione od erosione causati da qualsiasi afflusso concentrato o eccessivo d'acqua e/o percolato, in corrispondenza dei giunti. Occorre impedire che sostanze solide estranee, tra cui il ghiaccio, si raccolgano nei giunti aperti; in caso contrario, i giunti non riusciranno a chiudersi

liberamente in seguito. Qualora ciò accadesse, potrebbero generarsi elevate tensioni con conseguente innesco del processo di degrado del calcestruzzo.

Per impedire la penetrazione di liquidi (a volte in pressione), solidi o gas e proteggere il calcestruzzo dal degrado si dovranno impiegare sigillanti.

I sigillanti dovranno assolvere la loro funzione in presenza di ripetuti movimenti di contrazione e dilatazione, con il giunto che si apre e si chiude, ed esposti a condizioni di caldo, freddo, umidità, radiazione solare e ad agenti chimici aggressivi.

Nella maggior parte delle strutture in calcestruzzo, tutti i giunti tra calcestruzzo e calcestruzzo (di contrazione, dilatazione e costruzione), e il perimetro delle aperture lasciate per altri scopi, richiedono una sigillatura.

I sigillanti possono essere costituiti da sostanze oleoresinose, bituminose siliconiche a base di elastomeri polimerizzabili o polisolfuri che dovranno assicurare:

- la tenuta ai liquidi;
- l'elasticità sotto le deformazioni previste, cioè il diagramma sforzo-deformazione (allungamento) dovrà essere compatibile con le deformazioni elastiche del supporto;
- un'aderenza perfetta alle pareti, ottenuta anche a mezzo di idonei primer;
- la compatibilità chimica con il supporto al quale è destinato;
- la resistenza agli specifici aggressivi chimici;
- la durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni d'impiego, cioè con decadimento delle caratteristiche meccaniche ed elastiche che non pregiudichino la sua funzionalità;
- il mantenimento nel tempo delle caratteristiche di cui sopra dopo la messa in opera.

I sigillanti verranno considerati al momento della fornitura. La Direzione Lavori, ai fini della loro accettazione, potrà procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della stessa.

L'accettazione si intende comprovata quando il prodotto risponde alle specifiche di progetto o alle norme UNI e/o è in possesso di attestati di conformità, in loro mancanza si farà riferimento ai valori dichiarati dal Produttore ed accettati dalla Direzione Lavori.

Per il campionamento dei prodotti ed i metodi di prova si dovrà far riferimento alle norme UNI vigenti.

Per le modalità operative, l'Impresa dovrà seguire quanto indicato dal Produttore o dalla Direzione Lavori.

4. PARATIA DI PALI TRIVELLATI

La palificata sarà costituita da una cortina di pali trivellati accostati, del diametro 1000 mm e lunghezza variabile tra 30, 32 e 33,75 m collegati in testa da una trave in c.a. di caratteristiche geometriche diverse a seconda del tratto di palifica realizzato.

4.1 Caratteristiche tecniche

I pali devono essere realizzati come riportato negli elaborati grafici di progetto e devono avere le seguenti caratteristiche tecniche:

- diametro perforazione: 1000 mm
- diametro pali: 1000 mm;
- lunghezza pali: 30 m
- interasse pali: variabile
- rivestimento foro: metallico (provvisorio) qualora necessario
- tipo armatura: barre in acciaio ad aderenza migliorata B450C

I pali devono avere classe di resistenza C25/30 (nella nomenclatura di uso comune RCK non inferiore a 300 kg/cm²).

I pali devono essere armati per l'intera lunghezza di perforazione.

L'armatura deve protudere da bocca foro per una lunghezza sufficiente per la corretta realizzazione della struttura di collegamento secondo quanto specificato negli elaborati grafici di progetto.

4.2 Soggezioni geotecniche ed ambientali

L'Impresa deve attrezzarsi per il recupero e lo smaltimento dei fluidi di perforazione e, in generale, per lo smaltimento dei residui delle lavorazioni, in accordo alle normative vigenti in materia, al fine di evitare qualsiasi inquinamento delle acque e dei terreni. A tale scopo, essa deve prevedere apposite vasche di raccolta dei materiali di risulta allo stato fluido, barriere di contenimento per evitare eventuali spargimenti incontrollati nell'area, etc..

L'Impresa deve provvedere a propria cura e spese e sotto la propria responsabilità, all'ottenimento di tutti gli eventuali permessi ed autorizzazioni necessarie per il trasporto, l'eventuale trattamento e/o lo scarico delle acque reflue risultanti dalle lavorazioni, incluse le analisi, il trasporto, eventuale trattamento presso impianto di depurazione autorizzato e quant'altro necessario per garantire il pieno rispetto delle leggi vigenti al momento della produzione dei reflui.

L'Impresa è tenuta a classificare i residui in base alla norma vigente al momento della produzione dei residui stessi, e ad effettuare la loro classificazione nei modi richiesti dalla legge.

L'Impresa ha l'obbligo di provvedere al corretto smaltimento dei residui di lavorazione in accordo alla normativa vigente al momento della produzione degli stessi, sostenendo ogni onere relativo a prove di

classificazione, eventuale trasporto, oneri di messa a discarica, stoccaggio, trattamento e quant'altro richiesto, nulla escluso, per il corretto smaltimento dei residui stessi.

In ogni caso, le modalità che l'Impresa intende adottare per la raccolta, il trasporto, l'eventuale trattamento e smaltimento di tutti i residui delle lavorazioni devono essere preventivamente sottoposti, per approvazione, alla Direzione Lavori.

L'Impresa deve provvedere a restituire l'area, nelle condizioni compatibili con le successive lavorazioni o, comunque, secondo le disposizioni impartite dalla Direzione Lavori all'inizio delle lavorazioni.

L'Impresa deve dichiarare inoltre di aver preso attenta visione dei risultati delle indagini geotecniche svolte e di aver effettuato tutte le verifiche e le indagini supplementari che egli ritiene necessarie per l'esecuzione dei lavori senza riserva alcuna.

4.3 Miscela cementizia

La miscela cementizia da adottare deve avere le seguenti caratteristiche:

- rapporto acqua/cemento: 0,45-0,5
- resistenza cubica a 28 giorni : $\geq C25/30$ ($R_{CK} \geq 30\text{N/mm}^2$)

Salvo diversamente specificato, i materiali impiegati devono essere conformi alla normativa vigente e in particolare:

- Cemento: deve essere conforme alle seguenti norme UNI
- UNI EN 197-1:2001 "Cemento - Composizione, specifiche e criteri di conformità per cementi comuni",
- UNI EN 197-2:2001 "Cemento - Valutazione della conformità",
- UNI EN 197-4:2005 "Cemento - Parte 4: Composizione, specifiche e criteri di conformità per cementi d'altoforno con bassa resistenza iniziale".

Qualora non lo fosse, l'Impresa deve eseguire adeguate prove per garantire i requisiti progettuali relativi al tempo di presa, indurimento, resistenza e durabilità.

- Acqua: deve essere conforme alla norma UNI EN 1008-1:2003 "Acqua d'impasto per il calcestruzzo - Specifiche di campionamento, di prova e di valutazione dell'idoneità dell'acqua, incluse le acque di recupero dei processi dell'industria del calcestruzzo, come acqua d'impasto del calcestruzzo".

Alla miscela acqua-cemento si possono aggiungere additivi quali ritardanti di presa o fluidificanti non areanti con effetto ritardante, nonché inerti, bentonite, filler o cenere volante, previa approvazione della Direzione Lavori.

Naturalmente l'adozione degli additivi svolge un ruolo importante sulle caratteristiche meccaniche finali delle miscele e della colonna di terreno stabilizzato e di ciò l'Impresa deve tener conto, avendo come obiettivo l'ottenimento delle caratteristiche minime di progetto.

Per le modalità di confezionamento e di posa in opera della miscela cementizia, i controlli da effettuarsi, nonché i requisiti per le materie prime, per il calcestruzzo fresco e quello indurito non definiti in questa sede, l'Impresa deve far riferimento a quanto riportato nel Capitolo 3.

L'Impresa deve accertare preventivamente che i materiali da impiegarsi siano disponibili in quantità sufficienti a coprire l'intero prevedibile fabbisogno per l'esecuzione delle colonne previste in progetto. Ogniqualvolta si dovessero verificare variazioni nelle caratteristiche dei materiali, l'Impresa deve fornire le prove di accettabilità dei materiali richieste dalla Direzione Lavori.

I prodotti commerciali che l'Impresa si propone di usare devono sempre e comunque essere sottoposti alla preventiva approvazione da parte della Direzione Lavori.

4.4 Modalità esecutive

Attrezzature

Il numero e la potenza delle attrezzature di perforazione e di iniezione devono essere adeguati a raggiungere le profondità di progetto, nonché a rispettare il programma cronologico di esecuzione dei lavori concordato con la Direzione Lavori.

La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi devono essere messi a punto mediante l'esecuzione di perforazioni di prova, pagate con i prezzi di elenco ed approvate dalla Direzione Lavori prima dell'inizio della costruzione dei pali di progetto.

L'ordine di esecuzione dei pali deve assicurare la non interferenza fra perforazioni ed iniezioni. Inoltre, si devono distanziare opportunamente le perforazioni successive in modo da consentire lo smaltimento delle eventuali sovrappressioni interstiziali indotte nell'intorno di ciascun palo.

La successione temporale del trattamento deve essere quindi studiata dall'Impresa e sottoposta all'approvazione della Direzione lavori.

Marcature disposte ad intervalli regolari (1m - 2 m) sugli organi di manovra degli utensili di scavo devono consentire il rapido apprezzamento della profondità alla quale gli utensili stanno operando.

La verticalità delle aste di guida rigide deve essere controllata.

Preparazione del piano di lavoro e tracciamenti

L'Impresa deve accertarsi che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che, se incontrati durante la perforazione, potrebbero recar danno al personale di cantiere o a terzi.

In particolare accertare mediante saggi l'ubicazione della tubazione di fondo della discarica e ogni altro sottoservizio al fine di verificare l'assenza di interferenze con i pali da eseguire. Se necessario prevedere adattamenti da sottoporre preventivamente alla D.L.

Prima di iniziare i lavori, l'Impresa deve redigere e presentare alla Direzione Lavori una pianta che riporti le posizioni di tutti i pali, inclusi quelli di prova, contrassegnati con un numero progressivo; lo stesso dicasi per il programma cronologico di esecuzione.

Inoltre prima di iniziare le perforazioni, l'Impresa deve indicare sul terreno, a sua cura e spese, la posizione dei pali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun elemento. Su ciascun picchetto deve essere riportato il numero progressivo dell'elemento come risulta dalla pianta approvata.

La quota del piano lavoro deve essere scelta tenendo conto delle quote del piano di posa delle strutture di collegamento dei pali e comunque deve essere ad almeno 1 m al di sopra del piano di posa.

Perforazione

In generale la perforazione deve essere condotta con modalità ed utensili tali da minimizzare il disturbo del terreno nell'intorno del foro.

Le tecniche di perforazione devono essere le più idonee in relazione alla natura del terreno attraversato.

In particolare l'Impresa, a sua cura e spese, deve adottare tutti gli accorgimenti atti ad evitare il franamento delle pareti del foro, la contaminazione delle armature, l'interruzione e/o inglobamento di terreno nella guaina cementizia che solidarizza l'armatura al terreno circostante.

La perforazione può essere eseguita a distruzione di nucleo oppure a rotazione, secondo la tipologia di terreno e/o di roccia da attraversare; non deve essere applicata la tecnica di rotopercolazione, in quanto non si devono produrre vibrazioni all'interno del terreno, a causa della vicinanza di strutture (vasche del percolato).

La scelta definitiva della tecnica da adottarsi è subordinata a preventivo assenso da parte della Direzione Lavori.

Il sostegno temporaneo delle pareti del perforo è costituito da un rivestimento metallico provvisorio (avampozzo), costituito da tubazioni in acciaio di diametro esterno pari al diametro nominale del palo e di lunghezza pari a 2-2,5 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 viene ottenuta imprimendole un movimento rototraslatorio mediante una morsa azionata da comandi oleodinamici, oppure applicandole in sommità un vibratore di adeguata potenza. In questo secondo caso la tubazione può essere suddivisa in spezzoni più lunghi di 2,5 m rigidamente collegati tra loro o anche essere costituita da un unico pezzo di lunghezza pari alla profondità del palo.

La perforazione all'interno dei tubi di rivestimento può essere eseguita mediante:

- secchione (bucket) manovrato da un'asta rigida o telescopica;

si deve conseguire la disgregazione del terreno e l'estrazione dei materiali dal foro.

La perforazione non deve essere approfondita al disotto della scarpa del tubo di rivestimento.

L'avampozzo provvisorio ha funzioni di guida dell'utensile, di riferimento per la posizione plano-altimetrica della sommità del palo, nonché di difesa dall'erosione del terreno ad opera del liquido eventualmente presente nel foro. Esternamente all'avampozzo devono essere installati riferimenti atti a permettere il controllo della sua posizione planimetrica durante la perforazione

La perforazione deve avvenire con circolazione di fluido che raffreddi l'utensile di perforazione e asporti i detriti.

Il tipo di fluido viene scelto dall'Impresa in relazione alla propria esperienza e convenienza ed in relazione ai terreni da attraversare ed alle modalità esecutive che la stessa intende adottare in perforazione. Il fluido di perforazione può essere costituito da:

- ◆ aria;
- ◆ acqua;
- ◆ fanghi bentonitici;
- ◆ fanghi polimerici biodegradabili;
- ◆ schiume.

Il fluido di perforazione scelto deve essere impiegato a basse pressioni.

Al termine della perforazione il foro deve essere accuratamente pulito, asportando i detriti in sospensione e sedimentati a fondo foro, azionando il fluido di circolazione senza operare con l'utensile disgregatore.

Infine l'Impresa deve procedere, alla presenza della Direzione Lavori, al controllo dell'inclinazione e della lunghezza del foro.

Attraversamento di trovanti e/o formazioni rocciose

Nel caso di presenza nel terreno di trovanti lapidei e/o di strati rocciosi o cementati e per conseguire una adeguata immorsatura del palo nei substrati rocciosi di base si deve far ricorso all'impiego di scalpelli frangiroccia azionati a percussione, di peso e forma adeguati. In alternativa, ed in relazione alla natura dei materiali attraversati, possono essere impiegate speciali attrezzature fresanti.

L'uso di queste attrezzature deve essere frequentemente alternato a quello del secchione, che hanno il compito di estrarre dal foro i materiali di risulta.

L'uso dello scalpello o delle speciali attrezzature fresanti viene compensato a parte soltanto per l'attraversamento di trovanti in roccia dura, non estraibili con i normali metodi di scavo e per l'immorsatura del palo nel substrato di base, quando quest'ultimo è costituito da roccia dura.

Armatura

La posa dell'armatura metallica deve avvenire al termine della perforazione di ciascun palo, senza soluzioni di continuità. In caso contrario la perforatrice deve restare in posizione fino alla successiva ripresa del lavoro e provvedere quindi alla pulizia del perforo, subito prima che inizino le operazioni di posa delle armature e di getto della miscela cementizia.

Le armature metalliche impiegate devono rispondere pienamente alle prescrizioni del progetto.

L'armatura verticale deve essere costituita da barre in acciaio ad aderenza migliorata Feb44k con sezione poco diversa dalla circolare, con esclusione di quelle forme che comportino la presenza di nicchie od incavi.

L'armatura trasversale deve essere costituita da una spirale in tondino ad aderenza migliorata, esterna ai ferri longitudinali, con passo non superiore ai 30 cm.

Le armature devono essere preassemblate fuori opera in "gabbie"; i collegamenti devono essere ottenuti con morsetti o con doppia legatura in filo di ferro oppure mediante punti di saldatura elettrica.

Le gabbie di armatura devono essere dotate di opportuni distanzieri non metallici oppure metallici con ricoprimento in materiale plastico, atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo, rispetto alla parete di scavo, di 7.5 cm per le barre verticali.

Si può eventualmente adottare una rotella cilindrica in calcestruzzo ($\phi \approx 15$ cm, larghezza 10 cm ca) con perno in tondino metallico legato a due ferri verticali contigui.

I centratori devono essere posti a gruppi di 3÷4 regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di 3÷4 m.

Gli assi dei ferri verticali saranno disposti su una circonferenza di diametro di 15 cm inferiore a quello nominale; tali misure potranno ridursi a 12 cm per barre verticali di diametro inferiore a 18 mm.

Non si ammette 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 deve in alcun caso essere inferiore a 7 cm con inerti inferiori ai 2 cm, a 10 cm con inerti di classe superiore.

Si osservi che le gabbie devono essere opportunamente irrigidite mediante l'inserimento, lungo la circonferenza all'interno dei ferri verticali, di anelli, possibilmente dello stesso diametro dei ferri verticali, posti ad interasse di 3 m.

Le gabbie di armatura devono essere perfettamente pulite, messe in opera prima dell'inizio del getto e mantenute in posto sostenendole dall'alto ed evitando in ogni caso di appoggiarle sul calcestruzzo già in opera.

Ai fini dell'esecuzione delle prove geofisiche descritte nel relativo paragrafo, l'Impresa dovrà fornire e porre in opera, a sua cura e spese, nel 2% del numero totale di pali trivellati di diametro ≥ 700 mm con un minimo di 2 pali, due o tre tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, solidarizzati alla gabbia di armatura.

Formazione del fusto del palo

La formazione del fusto con getto di calcestruzzo deve avvenire al termine delle operazioni di posa dell'armatura, senza soluzioni di continuità.

Il getto del conglomerato cementizio deve avvenire impiegando il tubo di convogliamento, costituito da sezioni non più lunghe di 2,5 m di un tubo in acciaio avente diametro interno 20 - 25 cm.

L'interno del tubo deve essere pulito, privo di irregolarità e strozzature.

Il tubo deve essere provvisto all'estremità superiore di una tramoggia di carico avente una capacità di 0.4-0.6 m³, e mantenuto sospeso da un mezzo di sollevamento.

Prima di installare il tubo di convogliamento l'Impresa deve eseguire un'ulteriore misura del fondo foro.

Per pali trivellati in presenza di acqua di falda, il tubo di convogliamento deve essere posto in opera arrestando il suo piede a 30-60 cm dal fondo della perforazione; prima di iniziare il getto si deve disporre entro il tubo, in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, un tappo formato da una palla di malta plastica oppure da uno strato di 30 cm di spessore di vermiculite granulare o palline di polistirolo galleggianti sul liquido, oppure ancora da un pallone di plastica.

All'inizio del getto si deve disporre di un volume di conglomerato cementizio pari a quello del tubo di convogliamento e di almeno 3 -4 m di palo.

Il tubo di convogliamento viene accorciato per tratti successivi nel corso del getto, sempre conservando una immersione minima nel conglomerato cementizio di 2,5 m e massima di 6 m.

Scapitozzatura

L'Impresa deve eseguire la scapitozzatura delle teste dei pali sino alla quota di progetto e/o comunque sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del calcestruzzo non rispondono a quelle di progetto.

Ove, al termine di tale operazione, la testa del palo risulti a quota inferiore di quella di progetto, è a cura e spese dell'Impresa procedere al ripristino del palo sino alla quota suddetta.

4.5 Tolleranze geometriche

I pali devono essere realizzate nella posizione e con le dimensioni di progetto.

Sono ammesse le tolleranze riportate di seguito, salvo più rigorose limitazioni indicate in progetto e/o richieste dalla Direzione Lavori:

- ◆ coordinate planimetriche del palo²: $\pm 7-10$ cm; può discostarsi da quella di progetto in funzione dell'eventuale presenza di manufatti al momento non rilevabili
- ◆ scostamento dalla verticale: ± 2 %;

² Le coordinate planimetriche vengono definite dal centro della circonferenza lungo la quale sono distribuite le barre longitudinali di armatura emergenti dalla testa del palo.

- ◆ lunghezza palo: ± 15 cm;
 - diametro palo³: \geq diametro di progetto(D)
- ◆ sezione armatura metallica \geq sezione di progetto.

L'Impresa è tenuta a sottoporre all'approvazione preliminare della Direzione Lavori:

- i disegni quotati dei dispositivi di sospensione delle gabbie di armatura durante il getto;
- la descrizione dei dispositivi e delle operazioni per la materializzazione dell'asse del palo sul piano di lavoro prima, durante e dopo la perforazione;
- il disegno dell'avampozzo (se previsto) e descrizione dei dispositivi e delle modalità per la sua posa.

La strumentazione e le modalità dei controlli necessari per la verifica delle tolleranze sopraindicate, devono essere sottoposte all'approvazione della Direzione Lavori prima dell'inizio delle lavorazioni.

Una caratteristica importante è l'uniformità della fornitura, in modo da ottenere comportamenti sensibilmente uguali per tutti i pali.

L'Impresa è tenuta ad eseguire a sua cura e spese tutti i controlli e tutte le opere sostitutive e/o complementari che, a giudizio della Direzione Lavori, si rendessero necessarie per ovviare all'esecuzione di micropali non conformi alle tolleranze prescritte.

4.6 Documentazione

Per ogni palo, l'Impresa deve compilare una scheda di lavorazione e consegnarla alla Direzione Lavori entro 24 ore dall'ultimazione del palo.

Omissioni e ritardi nella fornitura delle schede possono costituire motivo per la Direzione Lavori di ordinare la sospensione dell'esecuzione dei pali, senza che ciò dia titolo all'Impresa ad ottenere rimborsi di oneri o dilazioni di termini conseguenti alla sospensione.

Nella scheda devono essere indicate:

- numero del palo e posizione nell'ambito della palificata
- data, ora di inizio e termine della perforazione;
- profondità effettiva del foro a fine perforazione;
- profondità effettiva della tubazione di riferimento (se richiesta);
- caratteristiche del fango di perforazione (ove impiegato);
- data, ora di inizio e termine posa dell'armatura;

³ Il diametro effettivo del palo viene determinato in due modi differenti:

- come valore medio D_m , riferito all'intera lunghezza del palo;
- elaborando il "profilo di getto" che fornisce diversi D_i ("i" tratti in cui la lunghezza del palo viene suddivisa).

- profondità effettiva del foro a inizio getto;
- data, ora di inizio e termine del getto
- valore dello “slump” del calcestruzzo;
- assorbimento totale effettivo del conglomerato cementizio;
- volume teorico del palo;
- “profilo di getto” (ove richiesto);
- note su eventuali anomalie.

La documentazione finale del lavoro deve comprendere non solo quanto sopraindicato ma anche:

- composizione e caratteristiche dei componenti della miscela;
- risultati delle misure di resistenza cubica a compressione.

Per ogni invio a discarica dell'effluente l'Impresa deve compilare e consegnare alla Direzione Lavori una scheda con le seguenti indicazioni:

- n° progressivo dell'invio e data;
- volume del materiale inviato a discarica e suo stato (fluido, rappreso, indurito);
- identificazione dei micropali i cui effluenti sono compresi nel materiale inviato a discarica.

4.7 Prove di controllo

L'Impresa, a sua cura e spese, deve provvedere all'esecuzione delle seguenti prove:

- una serie di prove di carico a rottura su cubetti di conglomerato cementizio prelevati in numero e modalità conformi alle norme vigenti e a quanto prescritto dalla Direzione Lavori;
- una prova con il cono Abrams per ogni palo realizzato di conglomerato cementizio impiegato;
- il rilievo della quantità di conglomerato cementizio impiegato per ogni palo.

Le modalità di prova devono essere conformi alla normativa vigente in materia.

Prova sulla consistenza del conglomerato cementizio (slump test)

L'apparecchiatura che deve essere a disposizione in cantiere per la misura della consistenza del conglomerato cementizio è costituita dai seguenti elementi:

- Cono di Abrams: un fusto tronco-conico in lamiera, alto 30,48 cm, le cui aperture di base hanno un diametro rispettivamente di 10,15 e 20,52 cm. È inoltre provvisto di due maniglie e di due alette poste sulla base maggiore, di lunghezza pari a 7,62 cm.
- Pestello di ferro: avente un diametro di 16 mm, una lunghezza di 61 cm rastremato all'estremità inferiore per il tratto di 2,5 cm circa, in modo da avere una testa sferica con raggio di circa 6 mm.

La determinazione della prova deve seguire le seguenti fasi:

- si pone a terra su superficie dura, liscia, ben livellata e pulita, il cono di lamiera;

- lo si riempie, in successione, con tre strati di conglomerato cementizio. Ogni strato verrà costipato con 25 colpi di pestello;
- dopo l'ultimo colpo di pestello (per il terzo strato) il conglomerato cementizio verrà rastremato, livellato e lisciato alla cima del cono;
- con ogni cura, si sfilerà il cono di lamiera dal conglomerato cementizio;
- si porrà il cono di lamiera a fianco del conglomerato cementizio e, aiutandosi con un regolo metallico ed un metro, si determinerà l'abbassamento in centimetri.

L'abbassamento dovrà essere compreso, per la tipologia di conglomerato cementizio utilizzato, tra 16 e 18 cm.

Prove di controllo sui pali

Prove di carico

Il numero dei pali da sottoporre alla prova di carico deve essere stabilito in base all'importanza dell'opera ed al grado di omogeneità del sottosuolo; tale numero deve essere pari ad almeno il 2% del totale del numero dei pali, con un minimo di due. La scelta dei pali di prova sarà affidata alla Direzione Lavori e comunque si dovrà tener presente la necessità di interessare le diverse situazioni del sottosuolo, evitandone la concentrazione.

Il carico di prova sarà in genere pari a 1.5 volte il carico di esercizio; tale rapporto potrà essere incrementato, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, sino a 2.5 per pali fuori opera. Al momento della prova il conglomerato cementizio del palo dovrà avere almeno ventotto giorni di stagionatura. Le modalità di applicazione e la durata del carico, così come la successione dei cicli di carico e scarico, saranno prescritti dalla Direzione Lavori anche in funzione della natura dei terreni di fondazione.

Il carico sarà applicato mediante un martinetto, che trova contrasto mediante un'adeguata zavorra o pali di reazione, il cui manometro dovrà essere corredato da un certificato di taratura di data non anteriore ad un mese. Le misure dei cedimenti dovranno essere rilevate mediante tre micrometri centesimali, disposti a 120° attorno al palo.

I supporti di tale struttura devono distare non meno di 3.0 m e non meno di tre diametri dal palo di prova e infine non meno di 2.0 m dall'impronta della zavorra o da eventuali pali di contrasto.

La struttura portamicrometri dovrà essere protetta da vibrazioni e urti accidentali e schermata dai raggi solari per minimizzare le deformazioni di natura termica. Di ciascuna prova dovrà essere redatto apposito verbale, controfirmato dalle parti, nel quale saranno riportati tra l'altro:

- data e ora di ogni variazione di carico, entità del carico, le letture ai micrometri ed il diagramma carichi - cedimenti. Al verbale verranno allegati i certificati di taratura dei manometri (o cella di carico).

Controlli non distruttivi

Scopo dei controlli non distruttivi è quello di verificare le caratteristiche geometriche e meccaniche dei pali, non compromettendone l'integrità strutturale. A tale scopo potrà essere richiesta l'esecuzione di:

- a) prove geofisiche
- b) carotaggio continuo meccanico;
- c) scavi attorno al fusto del palo.

Per tutti i controlli non distruttivi l'Impresa deve provvedere a sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori le specifiche tecniche di dettaglio.

Prove geofisiche

Possono essere eseguite mediante emissione di impulsi lungo il fusto entro fori precedentemente predisposti.

Il numero dei controlli viene di volta in volta stabilito dalla Direzione Lavori anche in relazione all'importanza dell'opera, al tipo di palo, alle caratteristiche geotecniche ed idrogeologiche dei terreni di fondazione e alle anomalie riscontrate durante l'esecuzione dei pali.

I pali da sottoporre a controllo mediante prove geofisiche vengono prescelti dalla Direzione Lavori. L'Impresa deve provvedere, a sua cura e spese, all'esecuzione di controlli eseguiti entro fori precedentemente predisposti, sul 2% del numero totale dei pali con un minimo di due.

Prove geofisiche da testa palo devono essere eseguite, a cura e spese dell'Impresa, sul 15% del numero totale dei pali e comunque su tutti quei pali ove fossero state riscontrate inosservanze rispetto a quanto prescritto dal progetto.

Sui pali prescelti per le prove lungo il fusto deve essere predisposta, prima delle operazioni di getto, l'installazione di tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, entro cui possono scorrere le sonde di emissione e ricezione degli impulsi.

I tubi vengono solidarizzati alla gabbia di armatura, resi paralleli tra loro e protetti dall'ingresso dei materiali. Gli stessi devono essere pari ad almeno due per pali aventi diametro pari a quello in oggetto (1000 mm).

Le prove devono essere eseguite alternando entro i fori le posizioni delle sonde trasmittente e ricevente.

Carotaggio continuo meccanico

Il carotaggio deve essere eseguito con utensili e attrezzature tali da garantire la verticalità del foro e consentire il prelievo continuo, allo stato indisturbato del conglomerato e, se richiesto, del sedime di imposta.

Allo scopo devono essere impiegati doppi carotieri provvisti di corona diamantata aventi diametro interno minimo pari a 60 mm.

Nel corso della perforazione devono essere rilevate le caratteristiche macroscopiche del conglomerato e le discontinuità eventualmente presenti, indicando in dettaglio la posizione ed il tipo delle fratture, le percentuali di carotaggio, le quote raggiunte con ogni singola manovra di avanzamento.

Su alcuni spezzoni di carota vengono eseguite prove di laboratorio atte a definire le caratteristiche fisico-meccaniche e chimiche.

Al termine del carotaggio l'Impresa deve provvedere a riempire il foro mediante boiaccia di cemento immessa dal fondo foro. Il carotaggio deve essere effettuato a cura e spese dell'Impresa, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto ai parametri di progetto e/o alle disposizioni della Direzione Lavori.

Scavi attorno al fusto del palo

Vengono richiesti ogni qualvolta si nutrano dubbi sulla verticalità e/o regolarità della sezione nell'ambito dei primi 4,0-5,0 m di palo.

Il fusto del palo deve essere messo a nudo e pulito con un violento getto d'acqua per essere accessibile all'ispezione visiva. Successivamente si deve provvedere a riempire lo scavo con materiali e modalità di costipamento tali da garantire il ripristino della situazione primitiva.

Tali operazioni devono essere eseguite, a cura e spese dell'Impresa, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto ai parametri di progetto e/o e alle disposizioni della Direzione Lavori.

5. TIRANTI

5.1 Introduzione

Nella presente nota vengono illustrate le procedure per la realizzazione ed il collaudo dei tiranti che riscontrano sulla trave di collegamento della testa dei pali di cucitura dell'argine di valle dei lotti 2, 3 e 4 dell'impianto in esame.

Prima dell'inizio dei lavori l'impresa esecutrice dei tiranti dovrà leggere attentamente quanto di seguito riportato ed eventualmente proporre alla D.L. possibili modifiche a materiali e procedure. Solo successivamente al completo accordo tra le parti ed alla completa assunzione della responsabilità del risultato finale, in termini di conformità dei tiranti, da parte dell'impresa esecutrice, si potranno iniziare i lavori in oggetto.

Inoltre, i primi tre tiranti da eseguire, a partire dal lato nord della trave di collegamento dei pali, dovranno essere realizzati e testati in accordo alle modalità riportate sul testo di AICAP (Associazione Italiana Cementi Armati Precompressi); "Ancoraggi nei terreni e nelle rocce", Maggio 1993. L'ubicazione e le caratteristiche dei suddetti tiranti saranno precisate dalla D.L.. L'esecuzione degli altri tiranti standard (di lunghezza totale pari a 40, 45, 50, 60 e 65m, 20 m di bulbo + restante di tratto libero) potrà avvenire anche prima del termine delle prove di carico sui tiranti preliminari di prova.

5.2 Normativa di riferimento

Le seguenti Norme e Raccomandazioni sono da considerare come riferimento per l'esecuzione ed il collaudo dei tiranti di ancoraggio:

- AICAP (Associazione Italiana Cementi Armati Precompressi); "Ancoraggi nei terreni e nelle rocce", Maggio 1993.
- Norme Suisse SN 533 191, marzo, 1980; "Ground Anchors".
- FIP — Commission IV, final draft 15.05.1990; "Recommendations for the Design and Construction of Prestressed Ground Anchorages".
- B.S.I., London, 1989; "British Standard Code of Practice for Ground Anchorages".
- DIN 4125 Teil 1 A1, Berlin, 1988; "Verpressanker".
- Bureau Securitas, Paris, 1986; "Recommendations concernant la conception, le calcul, l'execution et le controle des tirants d'ancrage".
- PTI, Phoenix, 1986; "Recommendations for prestressed rock and soil anchors".
- DM 27.07.1985; "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso".
- Circolare n.27996 del 31.10.1986 — capo B; "Istruzioni per l'impiego di ancoraggi per cavi da conglomerato cementizio precompresso".

— DM 11.03.1988; "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".

— DM 14.01.2008; "Nuove norme tecniche per le costruzioni" pubblicato su S.O. n. 30 della G.U. 04.02.2008, n. 29.

5.3 Requisiti generali

Nei tiranti permanenti sono presenti dispositivi atti a proteggere le armature anche in corrispondenza del tratto di fondazione. Questi dispositivi sono costituiti da una guaina corrugata in pvc, dotata di centratori esterni connessa, tramite giunzioni a tenuta, all'ogiva o puntale terminale, ed al tampone di separazione del tratto di fondazione (bulbo connesso) dal tratto libero dei trefoli. Un condotto di iniezione, dotato di sfiato, consente di eseguire il riempimento a volume controllato dell'interno di questa guaina corrugata (bulbo interno).

Gli ancoraggi dovranno essere realizzati nella posizione e con le dimensioni di progetto, con le seguenti tolleranze ammissibili, salvo più rigorose limitazioni indicate in progetto o richieste dalla D.L.:

- coordinate plano-altimetriche : ± 5 cm
- scostamento dall'asse teorico : ± 3 %
- lunghezza : ± 25 cm

In relazione alle apparecchiature di testata, i dispositivi di bloccaggio dei tiranti a trefoli dovranno essere conformi alle disposizioni dell'Allegato "B" della Circolare Ministero LL.PP. 30 giugno 1980 ed eventuali successivi aggiornamenti. Inoltre si adotteranno piastre di ripartizione le cui dimensioni vanno scelte in relazione alle caratteristiche geometriche e di portata dei tiranti ed alle caratteristiche di resistenza e deformabilità del materiale di contrasto.

5.4 Miscele di iniezione e loro componenti

Caratteristiche dei componenti

L'Appaltatore deve accertarsi preventivamente che i materiali, aventi le caratteristiche qui richieste, siano disponibili in quantità sufficiente a coprire l'intero prevedibile fabbisogno per l'esecuzione degli ancoraggi previsti in progetto.

Ogni qualvolta si verificheranno variazioni delle caratteristiche dei materiali, l'Appaltatore dovrà fornire le prove di accettabilità dei materiali richieste dalla D.L..

Cemento

Il cemento impiegato deve essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali considerando, in particolare, l'aggregabilità da parte dell'ambiente esterno. Il cemento deve possedere le caratteristiche di cui alla tabella 1, allegata.