



Cofinanziato dall'Unione europea
Meccanismo per collegare l'Europa



Regione Lombardia

Direzione Generale Infrastrutture e Mobilità



FERROVIENORD



Società Esercizi
Aeroportuali S.p.A.

CODICE
COMMESSA

M 2 0

LIVELLO
PROGETTAZIONE

D

D.P.R.
207/10

9

PROGRESSIVO
ELABORATO

0 0 1

CATEGORIA
OPERA

I T

NUMERO
OPERA

- -

REVISIONE

R 0

SCALA

MXP-AT RAILINK - COLLEGAMENTO FERROVIARIO
MALPENSA TERMINAL 2 - LINEA RFI SEMPIONE
Progetto Definitivo

DISCIPLINARE DESCRITTIVO E
PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI
Disciplinare descrittivo e prestazionale opere civili

	Data	Descrizione	Redatto	Controllato
Revisioni	3			
	2			
	1			
	0	01/2018	PRIMA EMISSIONE	

FERROVIENORD

NORD_ING

Progettista



NORD_ING

Collaborazione



Engineering and Technical Services
S.p.A.

Via A. Mazzini, 32 - Villa d'Almè (BG) - tel. 035/6313111 - fax. 035/545066
e-mail: info@etseng.it - url: www.etseng.it

Sistema Qualità Certificato UNI EN ISO 9001:2000 - Cert. n. SQ00461 CSICERT

REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	DATA
CODICE ARCHIVIO COLLABORATORE			AGG.

SOMMARIO

CAPITOLO 1: QUALITÀ DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI.....	5
Art. 1 - Materiali in genere.....	5
Art. 2 - Acqua, calci, cementi ed agglomeranti cementizi, pozzolane, gesso.....	5
Art. 3 - Materiali inerti.....	6
3.1. Materiali inerti e additivi chimici per conglomerati cementizi e per malte.....	6
3.2. Materiali inerti per opere di rinterro.....	6
Art. 4 - Armature per cemento armato.....	7
Art. 5 - Acciaio per carpenteria metallica (strutturale e non strutturale).....	7
CAPITOLO 2: OPERE DI LINEA: SCAVI, RINTERRI, RILEVATI, DEMOLIZIONI.	8
Art. 6 - Scavo in genere in adiacenza alla linea.....	8
Art. 7 - Scavi di sbancamento.....	8
Art. 8 - Scavi di fondazione o in trincea.....	8
Art. 9 - Scavi subacquei o con aggettamento.....	9
Art.10 - Rinterri.....	9
Art. 11 – Rilevati.....	10
11.1 Rilevato per il corpo stradale ferroviario.....	10
11.2 Rilevato in prossimità delle opere d'arte.....	12
11.3 Strato supercompattato.....	12
11.4 Raddoppio in sede in presenza di esercizio.....	12
Art. 12 - Demolizioni e rimozioni.....	13
CAPITOLO 3: ESECUZIONE DI STRUTTURE IN CALCESTRUZZO E IN ACCIAIO.....	15
Art. 13 - Materiali e forniture.....	15
Art. 14 - Opere e strutture in calcestruzzo (semplice ed armato).....	16
14.1 Generalità.....	16
14.2 Qualità dei materiali.....	16
14.3 Cemento.....	16
14.4 Inerti.....	17
14.5 Acqua.....	20
14.6 Additivi.....	20
14.7 Esecuzione.....	21
14.8 Confezione.....	21

14.9	Trasporto.....	22
14.10	Laboratorio di riferimento	23
14.11	Posa in opera	24
14.12	Casseforme ed opere provvisorie.....	25
14.13	Stagionatura e disarmo	25
14.14	Finitura delle superfici.....	26
14.15	Giunti di discontinuità ed opere accessorie.....	27
14.16	Predisposizione di fori, tracce, cavità, ecc.	28
14.17	Accettazione dei conglomerati cementizi.....	28
14.18	Controllo di cemento, inerti, acqua, additivi	28
14.19	Controlli di resistenza sul calcestruzzo fresco.....	29
14.20	Controlli di resistenza sul calcestruzzo indurito.....	30
14.21	Controlli vari.....	31
14.22	Conglomerati cementizi preconfezionati.....	31
Art. 15	- ARMATURE PER C.A. E C.A.P.	32
15.1	Qualità dei materiali	32
15.2	Stoccaggio ed esecuzione delle opere	33
15.3	Accettazione delle opere	34
Art. 16	- Strutture prefabbricate di calcestruzzo armato e/o precompresso	35
16.1	Generalità.....	35
16.2	Qualità dei materiali	36
16.3	Esecuzione delle opere.....	37
16.3	Produzione dei manufatti	37
16.4	Sforno e Stoccaggio.....	39
16.5	Dispositivi di ancoraggio ai mezzi di sollevamento incorporati nel manufatto	40
16.6	Stoccaggio	41
16.7	Rifinitura	41
16.8	Trasporto.....	42
16.9	Montaggio	42
16.10	Unioni.....	44
16.11	Accettazione delle opere	44
16.12	Controlli e collaudi	45
16.13	Solai prefabbricati in c.a.p.....	47
16.14	Accettazione delle opere	47
Art. 17	- Opere e strutture in acciaio.	48

17.1 Generalità.....	48
17.2 Controlli di accettazione e certificati.....	48
17.3 Procedimenti di saldatura.....	48
17.4 Montaggio delle strutture in acciaio.....	51
17.5. Normativa di riferimento.....	51
17.6. Materiali.....	51
17.7. Tolleranze.....	52
Art. 18 - Opere di impermeabilizzazione	52
18.1 Qualità dei materiali	53
18.2 Accettazione delle opere	55
Art. 19- Obbligo di garantire le assistenze murarie.....	56
Art. 20 - Palificate	56
20.1 Pali trivellati ad elica continua.....	56
20.3 Preparazione del piano di lavoro	56
20.4 Prove tecnologiche preliminari.....	57
20.5 Materiali.....	57
20.6 Modalità esecutive dei pali trivellati ad elica continua.....	59
20.10 Scapitozzatura.....	61
20.11 Prove e controlli sui pali.....	61
Art. 21 Rivestimento in conglomerato cementizio proiettato.....	64
Art.22 Rivestimento in conglomerato cementizio proiettato fibrorinforzato	66
CAPITOLO 4: OPERE DI SMALTIMENTO ACQUE E FOGNATURE	68
Art 23 Condotti di fognatura	68
23.1 Condotti di fognatura gettati in opera	68
23.2 Tubi prefabbricati in conglomerato (semplice o armato).....	69
23.3 Tubi in PVC.....	69
23.4 Giunzioni con elementi a tenuta elastica	70
23.5 Camerette d'ispezione	70
23.6 Chiusini per camerette e manufatti di fognatura	70
23.7 Pozzettazione stradale	71
23.8 Tubi in cemento armato infissi mediante spinta idraulica.....	72
23.9 Tubi d'acciaio infissi mediante spinta idraulica.....	72
23.10 Spurgo di condotti.....	73
Art 24 Allacciamenti privati alla rete di fognatura e pozzettazione esistente.....	73

Art 25 Drenaggio acque sede ferroviaria in aree non interessate da pozzi di captazione acqua idropotabile	74
CAPITOLO 5 - GALLERIA ARTIFICIALE SCATOLARE	75
Art 26 Generalità	75
26.1 Pali trivellati diametro 1000 mm	75
26.2 Colonne di terreno consolidato (jet-grouting) diametro reso 800 mm.....	77
CAPITOLO 6 - GALLERIA NATURALE	78
Art. 27 Generalità	78
27.1 Scavo	79
27.2 Modalità esecutive	79
27.3 Scavi in presenza di acqua.....	80
27.4 Scavo in presenza di gas	81
27.5 Gallerie naturali scavate con TBM.....	82
CAPITOLO 7 - MURI DI SOSTEGNO PREFABBRICATI	89
Art.28 Generalità	89
Art.29 Facciate dei muri prefabbricati	90

NORME TECNOLOGICHE E COSTRUTTIVE

CAPITOLO 1: QUALITÀ DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI

Art. 1 - Materiali in genere.

Quale regola generale si intende che i materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti, realizzati con materiali e tecnologie tradizionali e/o artigianali, siano comunque adeguati dal punto di vista tecnologico per gli scopi di previsto impiego. La scelta di un tipo di materiale nei confronti di un altro, o tra diversi tipi dello stesso materiale, dovrà essere fatta di volta in volta, in base ad insindacabile giudizio della D.L., la quale, per i materiali da acquistare, si assicurerà che provengano da produttori di provata capacità e serietà e capaci di garantire forniture di caratteristiche costanti nel tempo. Nel caso di prodotti industriali la rispondenza a questo capitolato può risultare da un attestato di conformità rilasciato dal produttore e comprovato da idonea documentazione e/o certificazione.

Art. 2 - Acqua, calci, cementi ed agglomeranti cementizi, pozzolane, gesso.

a) Acqua

L'acqua per l'impasto con leganti idraulici dovrà essere limpida, priva di sostanze organiche o grassi e priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva per il conglomerato risultante.

b) Calci

Le calci aeree ed idrauliche, dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2231; le calci idrauliche dovranno altresì rispondere alle prescrizioni contenute nella legge 6 maggio 1965, n. 595 ("Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici") nonché, ai requisiti di accettazione contenuti nel D.M. 31 agosto 1972 ("Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomeranti cementizi e delle calci idrauliche").

c) Cementi e agglomeranti cementizi

I cementi dovranno rispondere ai limiti di accettazione contenuti nella norma europea EN 197/2006 ed essere appartenenti ad uno dei 5 tipi previsti dalla norma da CEM I a CEM V. I cementi dovranno essere identificati con la denominazione del tipo di cemento (CEM), seguita da un numero indicante la classe di resistenza e dallo sviluppo della resistenza iniziale normale o rapida (N, R). I calcestruzzi dovranno rispondere ai limiti di accettazione della norma europea EN 206, e dovranno essere specificati attraverso la classe di resistenza a compressione, la classe di esposizione, la dimensione massima dell'inerte e la classe di contenuto di cloruri.

Per i cementi di importazione, la procedura di controllo qualità e di certificazione potrà essere svolta nei luoghi di produzione da analoghi laboratori esteri di analisi. Gli agglomerati dovranno essere conservati in magazzini coperti, ben riparati dall'umidità e da altri agenti capaci di degradarli prima dell'impiego.

d) Pozzolane

Le pozzolane saranno ricavate da strati mondi da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o di parti inerti; qualunque sia la provenienza dovranno rispondere a tutti i requisiti indicati nelle

“Norme per la accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico” del CNR ed. 1952

Art. 3 - Materiali inerti.

3.1. Materiali inerti e additivi chimici per conglomerati cementizi e per malte.

3.1.1. Gli aggregati per conglomerati cementizi, naturali e di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature. La ghiaia / pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature, ed in particolare non superiori a 25 mm per strutture in cemento armato ed a 30 mm per i getti di calcestruzzo magro.

3.1.2. I conglomerati cementizi per strutture in cemento armato dovranno rispettare tutte le prescrizioni di cui al D.M. 14.01.2008 e relative circolari esplicative, nonché ai requisiti in materia di durabilità indicati in UNI-EN 206-1. Il mix design dovrà essere sottoposto all'approvazione della direzione lavori, avendo cura di minimizzare le quantità di cemento ed il rapporto acqua-cemento, per ridurre il ritiro e garantire l'impermeabilità del calcestruzzo; in particolare per le opere immerse in acqua e per la soletta; il rapporto acqua-cemento dovrà di norma essere inferiore a 0.5 e a 0.45 per i calcestruzzi della soletta.

3.1.3. Gli additivi per impasti cementizi si classificano in fluidificanti, superfluidificanti, ritardanti, acceleranti, impermeabilizzanti e combinazioni delle caratteristiche dette. Per le modalità di controllo ed accettazione il Direttore dei Lavori potrà far eseguire prove od accettare l'attestazione di conformità alle norme secondo i criteri dell'art. 1. L'impiego dovrà rispettare i dosaggi indicati dalla Case Produttrici.

Si richiama in particolare l'attenzione dell'Appaltatore sulla necessità di adottare additivi di comprovate caratteristiche impermeabilizzanti antiritiro e superfluidificanti, nei dosaggi previsti per la realizzazione della soletta del ponte in oggetto, anche se successivamente impermeabilizzata, sia per ridurre gli effetti di ritiro, sia per proteggere comunque la superficie di intradosso direttamente esposta all'umidità indotta dal sottostante corso d'acqua. L'Appaltatore si farà carico di informare la D.L. sulle caratteristiche degli additivi proposti, e sulle referenze del produttore per riceverne formale approvazione.

3.2. Materiali inerti per opere di rinterro.

Le opere di rinterro di scavi di fondazione e di ripristino dei piani originari nelle parti scavate, saranno eseguite con materiali costituiti da ghiaie o da detriti di cava o frantoio. Le ghiaie da impiegarsi dovranno essere costituite da elementi omogenei derivati da rocce durissime di tipo costante, e di natura consimile fra loro, escludendosi quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica, sfaldabili facilmente, gelive o rivestite di incrostazioni. Gli aggregati grossi non dovranno essere di forma allungata o appiattita (lamellare). Il pietrisco dovrà provenire dalla spezzatura di rocce preferibilmente silicee, a struttura microcristallina, o di calcari puri e di alta resistenza alla compressione, all'urto, all'abrasione, al gelo ed avranno spigolo vivo: dovranno essere ripuliti da materie terrose, limose, da sabbie o da ogni sostanza eterogenea. Sono tassativamente escluse le rocce marnose.

I detriti di cava da impiegarsi dovranno essere costituiti da elementi sostanzialmente omogenei, non sensibili all'azione dell'acqua (quindi non solubili, non plasticizzabili, non gelivi), privi di

incrostazioni, ripuliti da materie argillose e limose, ripuliti da materie di tipo organico. Si dovranno evitare pezzature a forma allungata o appiattita. La granulometria dovrà essere assortita in modo da realizzare una minima percentuale dei vuoti; di norma la dimensione massima degli aggregati non deve superare i 10 centimetri. Per gli strati superiori si farà uso di materiali lapidei più duri; la granulometria dovrà essere tale da dare la minima percentuale di vuoti; la dimensione massima degli aggregati non dovrà superare i 4 centimetri.

Art. 4 - Armature per cemento armato.

Gli acciai da adottare per le armature di strutture in calcestruzzo saranno tutte del tipo B450C in barre ad aderenza migliorata, escluse le reti elettrosaldate e gli acciai da precompressione ove previsti, che avranno indicazioni a parte. Le barre, di qualunque diametro, sagoma, lunghezza e funzione (portante, di ripartizione, di distanziamento) dovranno tassativamente presentarsi pulite e totalmente prive di ruggine; la marchiatura dovrà risultare visibile alla D. L. per i controlli di corrispondenza tra l'acciaio impiegato e la relativa certificazione di provenienza e di qualità. Gli acciai per l'armatura del calcestruzzo normale devono rispondere alle prescrizioni contenute nel vigente D.M. 14.01.2008 e relative circolari esplicative. Si fa assoluto divieto di impiegare acciai non qualificati all'origine.

Art. 5 - Acciaio per carpenteria metallica (strutturale e non strutturale)

Gli acciai impiegati dovranno corrispondere alle caratteristiche indicate nelle tavole di progetto definitivo; dovranno presentarsi esenti da scorie, soffiature, bruciature, paglie o qualsiasi altro difetto (anche latente) di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili: sottoposti ad analisi chimica dovranno risultare esenti da impurità e da sostanze anormali. La struttura micrografica dovrà essere tale da dimostrare la buona riuscita del processo metallurgico di produzione e da escludere qualsiasi alterazione derivante da successive lavorazioni a macchina o a mano che possano menomare sicurezza e proprietà fisiche e meccaniche. La D.L. si accerterà della provenienza e delle caratteristiche chimico-fisiche dei materiali acquisendo la certificazione di marcatura CE e la documentazione delle prove di qualificazione del prodotto e verificando le risultanze di tutte le prove di accettazione e di resistenza eseguite come previsto nel D.M. 14.01.2008; ulteriori prove presso laboratori autorizzati potranno essere richieste all'occorrenza. Il materiale può essere classificato e designato anche con le sigle previste da norme non italiane purché, dalle tavole di confronto denominazioni-caratteristiche, il materiale di previsto impiego risulti di qualità non inferiore a quella prescritta in progetto. Per le equivalenze, il particolare fra le designazioni UNI (I), DIN (D), BSI (GB), ecc., si veda la appendice C di UNI – EN 10025.

CAPITOLO 2: OPERE DI LINEA: SCAVI, RINTERRI, RILEVATI, DEMOLIZIONI.

Art. 6 - Scavo in genere in adiacenza alla linea

Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro, a mano o con mezzi meccanici, dovranno essere eseguiti nel rispetto delle dimensioni delle strutture (segnatamente di fondazione) indicate in progetto, senza eccedere nella volumetria di scavo; tuttavia, in particolari situazioni in cui si possa manifestare rischio di instabilità o di scoscendimento delle superfici di scavo, si potrà, in accordo con la D.L., operare con pendenze più aperte. Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Appaltatore dovrà comunque procedere in modo da impedire franamenti, garantendo comunque la geometria di scavo e la stabilità delle pendenze.

Gli scavi di scotico del terreno coltivo di copertura del rilevato esistente e quelli di ammorsamento del rilevato dovranno essere eseguiti secondo un piano da sottoporre ad approvazione della D.L.; detto piano dovrà prevedere l'esecuzione per campioni degli scavi e dei rinterri: nella pianificazione generale dei lavori si avrà cura di evitare i periodi di maggiore piovosità.

Gli scavi in adiacenza a strade esistenti o all'alveo di canali si realizzeranno, qualora le pareti di scavo non presentino normali garanzie di sicurezza e di affidamento, per tratte di lunghezza non superiore ai 5 m previo consolidamento delle pareti di scavo a mezzo interventi ritenuti idonei dall'Appaltatore, e a cura ed onere di quest'ultimo.

Art. 7 - Scavi di sbancamento.

Per scavi di sbancamento o sterri andanti si intendono quelli occorrenti per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, per tagli di terrapieni, per rimozione di terreno vegetale superficiale, piani di appoggio per platee di fondazione, rampe incassate o trincee stradali, ecc., e in generale tutti quelli eseguiti a sezione aperta.

Art. 8 - Scavi di fondazione o in trincea.

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli incassati ed a sezione ristretta necessari per dar luogo all'esecuzione di muri o strutture di fondazione propriamente detti, e che risultino al di sotto del piano di sbancamento. In ogni caso saranno considerati come scavi di fondazione quelli necessari all'alloggiamento di fognature, condutture, fossi e cunette.

Le profondità indicate nei disegni sono teoriche di progetto: l'Appaltatore ha piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, ferme restando le livellazioni dei piani di posa per le fondazioni, e senza che ciò possa rappresentare motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere. Qualora di convenienza dell'Appaltatore, e in coerenza con le indicazioni della Relazione Geotecnica, gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti con sponde a scarpa naturale, senza che ciò possa però autorizzare contabilizzazione di maggiori volumi di scavo. E' vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, di por mano alla realizzazione di strutture di qualsivoglia tipo prima che la D.L. abbia verificato ed accettato i piani delle fondazione. Gli scavi per fondazione saranno eseguiti

di norma a pareti verticali e perciò dovranno, all'occorrenza, essere solidamente puntellati e sbadacchiati con robuste armature, in modo da proteggere le maestranze da qualsiasi pericolo, e da impedire ogni smottamento di materiale durante l'esecuzione tanto degli scavi che delle successive operazioni.

Per quanto riguarda gli scavi per la realizzazione delle opere di sostegno in adiacenza alla linea, fermi restando gli obblighi di cui sopra, potranno essere realizzati nei tratti più critici, in accordo con la D.L. opere provvisoriale atte a mantenere in sicurezza il binario, costituite da palancole ; la loro estensione ed altezza verrà stabilita in accordo con la D.L. nei tratti più critici.

Gli scavi dovranno comunque essere eseguiti a campioni di lunghezza limitata, provvedendo di volta in volta alla realizzazione delle opere di sostegno ed all'immediato riempimento con materiale arido drenante nella parte inferiore dello scavo.

L'appaltatore dovrà presentare il programma di esecuzione delle opere di scavo, sostegno e rinterro per approvazione da parte della D.L.

Art. 9 - Scavi subacquei o con aggotamento.

Se dagli scavi in genere e da quelli di fondazione, malgrado l'osservanza delle prescrizioni di cui agli Articoli precedenti, l'Appaltatore non potesse far defluire l'acqua per via naturale (come nel caso di acque sorgive o filtrazioni), è facoltà della D.L. di ordinare l'esecuzione degli scavi in subacqueo, oppure di prescrivere l'aggotamento della venuta d'acqua. Sono considerati come scavi in subacqueo soltanto quelli eseguiti in acqua a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello costante a cui si stabiliscono le acque sorgive negli scavi, sia naturalmente, sia dopo un parziale prosciugamento ottenuto con macchine o con l'apertura di canali di drenaggio. Il volume di scavo eseguito in acqua, sino ad una profondità non maggiore di 20 cm dal suo livello costante, verrà perciò considerato come scavo ordinario. Qualora la D.L. ordinasse il mantenimento degli scavi in asciutto sia durante l'escavazione, sia durante i getti delle strutture di fondazione, gli esaurimenti relativi verranno contabilizzati in economia, procurando l'Appaltatore le macchine e gli operai necessari. Per i prosciugamenti praticati durante l'esecuzione delle opere di fondazione o comunque entro scavo, l'Appaltatore dovrà adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare il dilavamento dei conglomerati.

Art.10 - Rinterri

Per le opere di rinterro si potranno impiegare, a giudizio della D. L., gli stessi materiali provenienti dagli scavi solo se ritenuti idonei e di caratteristiche soddisfacenti le prescrizioni del Capitolo I; in particolare tutto il materiale prelevato dallo strato superficiale di coltivo o di humus vegetale, per almeno 1.0 m di spessore, dovrà essere allontanato dall'area di cantiere e non si potrà in alcun caso ritenere idoneo a successivi rinterri. Sarà ammesso l'impiego di materiali, purché idonei, provenienti da scavi in aree di cantiere adiacenti quali ad esempio scavi di strutture o manufatti interrati. Qualora si dovesse provvedere, ai fini dei rinterri, alla fornitura di materiale di altra provenienza, esso dovrà rientrare nelle tipologie A1, A2, A3 della classifica CNR-UNI 10006, con l'avvertenza che l'ultimo strato per spessore minimo di 30 cm dopo compattazione, dovrà essere costituito da materiali dei gruppi A1, A2-4, A2-5 da prelevarsi in cava di prestito. Per le parti restanti, quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti dove l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla D.L. Il rinterro sarà realizzato a strati successivi di spessore non superiore

a 30 cm dopo costipazione con rullo di peso non inferiore a 6 t. Per rinterri da addossarsi alle murature, si dovranno sempre impiegare materie sciolte, o ghiaiose restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale di tutte quelle che a seguito di assorbimento di acqua, si gonfiano generando spinte attive aggiuntive. Nella formazione dei rinterri dovrà essere usata ogni diligenza affinché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale spessore, disponendo le materie bene sminuzzate con regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le eventuali strutture murarie di contenimento su tutti i lati e da evitare sfiancature dovute a spinte male distribuite.

E' obbligo dell'Appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rinterri durante la loro realizzazione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'asestamento delle terre, affinché, al momento del collaudo, i rinterri eseguiti abbiano le dimensioni prescritte in progetto.

Art. 11 – Rilevati

Con il termine rilevati sono definite tutte le opere, in terra ad opportuni conglomerati, destinate a formare il corpo stradale e i piazzali ferroviari.

Per una più dettagliata classificazione delle opere, nel seguito sono stati assunti i seguenti significati:

- Per rilevato si intende il riempimento per costruire, con materiali di riporto, stabiliti piani di posa per l'alloggio delle strutture ferroviarie poste a quota superiore a quella del piano campagna;
- Per strato supercompattato si intende lo strato interposto tra la piattaforma stradale e il ballast.

11.1 Rilevato per il corpo stradale ferroviario

I rilevati devono essere eseguiti impiegando terre appartenenti ai gruppi A1, A2-4 e A2-5, di cui alla norma UNI 10006, provenienti dagli scavi o da cave di prestito.

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

- a) Le terre impiegate devono essere stese a strati adeguati ai mezzi di costipamento, ma comunque non superiori a 50 cm (materiale sciolto) per le terre del gruppo A1 e non superiori a 30 Cm (materiale sciolto) per le terre dei gruppi A2-4 e A2-5.

Su ciascuna sezione trasversale i materiali impiegati per ciascun strato devono essere dello stesso gruppo o sottogruppo.

In relazione alla difficoltà di ottenere i prescritti valori minimi della densità AASHO modificata e del modulo di deformazione come più avanti prescritto, Il Costruttore, prima di usare terre del gruppo A2-5, deve effettuare opportune prove geotecniche ed in situ che attestino la possibilità di raggiungere i prescritti parametri. Di tali prove deve essere informata la Direzione Lavori.

- b) La superficie superiore degli strati deve avere una pendenza trasversale pari a circa il 3% e comunque tale da garantire lo smaltimento delle acque meteoriche; deve essere evitata la formazione di avvallamenti o solchi. Detta pendenza deve essere mantenuta durante il lavoro e il transito dei mezzi di cantiere, impiegando allo scopo le livellatrici e apposite squadre di operai.

- c) Le terre devono essere inumidite o essiccate mediante aerazione, fino ad ottenere l'umidità ottimale corrispondente alla densità massima rilevata dalle prove di compattazione.
- d) Ogni strato deve essere costipato in modo da raggiungere in ogni punto la densità secca pari al 95% della densità AASHO modificata (norma CNR – B.U. n. 69), prima di porre in opera un altro strato. Il valore del modulo di deformazione (norma CNR – B.U. n. 9) deve risultare non inferiore a 200 kg/cm² per le zone di rilevato a distanza inferiore a 1 m dai bordi degli strati stessi e di 400 kg/cm² per la restante zona centrale.
- e) Per la formazione dei rilevati possono essere impiegati frammenti rocciosi delle dimensioni non maggiori di 25 cm, così da poter formare strati dello spessore massimo di 50 cm.
- f) Non devono essere impiegati materiali di natura argillo-scistosa o comunque alterabili o molto fragili. Il materiale la cui dimensione sia compresa fra 7,1 e 25 cm deve essere di pezzatura disuniforme e non deve costituire più del 30% del volume del rilevato. Deve poi risultare un accurato intasamento dei vuoti in modo da ottenere, per ogni strato, una massa ben assestata e compatta.
- g) Nel caso di impiego di frammenti rocciosi, in luogo della prova di densità, si devono eseguire, durante la formazione degli strati, solo prove per la determinazione del modulo di deformazione. La densità AASHO modificata viene determinata secondo i metodi delle prove di cui alla norma CNR – B.U. n. 69 in relazione alla massima dimensione degli elementi.
- h) Le scarpate dei rilevati devono avere pendenze non superiori a quelle indicate sui disegni di progetto.
- i) Per la fondazione dei rilevati, si deve eseguire lo scortico di cui al punto 6.2.1, per lo spessore di 50 cm e si deve costipare mediante rullatura il piano di posa del rilevato in modo da ottenere una densità secca non inferiore al 95% della densità AASHO modificata. Il modulo di deformazione deve risultare non inferiore a 200 kg/cm². Deve poi essere steso lo strato drenante di cui al punto 6.2.3.d.
- j) Per l'intera larghezza della piattaforma si deve intervenire, nell'ultimo strato di rilevato, con fitocidi, antigerminali e taletossici.
- k) Nel caso di allargamento di un rilevato esistente, il terreno sodo del rilevato su cui va addossato il nuovo materiale deve essere ritagliato – con ogni cautela – a gradoni orizzontali, dell'altezza massima di 50 cm; tale operazione deve essere eseguita avendo cura di procedere per fasi, facendo immediatamente seguire ad ogni gradonatura la stesa del relativo nuovo strato (tale da coprire la gradonatura stessa) e il suo costipamento.
- l) Nel caso di sospensione della costruzione del rilevato, alla ripresa del lavoro il rilevato già eseguito deve essere ripulito dalle erbe e dalla vegetazione in genere che vi fosse insediata, e deve essere aerato; inoltre devono essere praticati dei solchi per migliorare il collegamento del nuovo materiale (il quale deve essere conforme al punto 6.2.4.1.a, secondo capoverso), e devono essere ripetute le prove di controllo delle compattazioni.
- m) Sulle scarpate dei rilevati, subito dopo la loro costruzione, deve essere posato uno strato di terreno vegetale umifero dello spessore di 30 cm, da stendere a cordoli orizzontali opportunamente costipati. La tenuta dello strato di terreno vegetale deve essere migliorata tramite gradoni di ancoraggio. Se il rivestimento viene eseguito contemporaneamente alla formazione del rilevato stesso, detti gradoni non sono necessari. La semina deve essere eseguita con semi (di erbe ed arbusti tipo ginestra e simili), scelti in relazione al periodo di

semina ed alle condizioni locali, sì da ottenere i migliori risultati. La semina deve, se necessario, essere ripetuta fino ad ottenere un adeguato ed uniforme inerbimento. Si può anche provvedere all'inerbimento mediante altri sistemi, purchè concordati con la Direzione Lavori.

11.2 Rilevato in prossimità delle opere d'arte

A ridosso delle spalle dei manufatti, per graduare con continuità la rigidità del sottofondo dal manufatto al rilevato, al di sotto del piano di piattaforma e longitudinalmente all'asse della ferrovia, si devono formare due coppie di strati della lunghezza rispettivamente di 20 e 10 m.

Ogni coppia deve essere formata da:

- a) Un primo strato di misto cementato, dello spessore di 20 cm; il misto cementato deve essere rispondente alla norma CNR – B-U- n. 29, con fuso tipo A1, con le seguenti specificazioni: l'inerte deve essere misto calcareo; il cemento deve essere compreso tra il 3,5 e il 4% del peso dell'inerte secco; l'acqua d'impasto deve essere pari al 6% del peso dell'inerte secco; la resistenza alla compressione su provini cilindrici compattati a 7 giorni di stagionatura, come previsto dalla norma CNR, deve essere non superiore a 40 kg/cm² e non inferiore a 15 kg/cm²; per ottenere tali risultati possono essere impiegati additivi. L'aggregato da impiegare deve avere una resistenza all'abrasione tale che la perdita in peso nella prova Los Angeles (norma CNR – B.U. n. 34) sia inferiore a 40. Deve essere compattato fino a raggiungere la densità secca pari al 95% di quella ottenuta con prova AASHO modificata;
- b) Un secondo strato, dello spessore di 25 cm, costituito da misto naturale compattato fino a raggiungere una densità secca pari al 95% della densità AASHO modificata.

11.3 Strato supercompattato

La piattaforma sarà realizzata con uno strato supercompattato con spessore ≥ 30 cm. Per le caratteristiche dei materiali da impiegare e le modalità di posa in opera e compattazione, il progetto dovrà far riferimento alle prescrizioni contenute nel Capitolato di Costruzione.

Lo strato di supercompattato sarà conformato "a schiena d'asino" con pendenza del 3,5% onde consentire lo smaltimento delle acque meteoriche. Tale sagoma è simmetrica rispetto all'asse della piattaforma nei tratti in rettilineo, mentre nei tratti in curva il vertice spartiacque, in funzione della sopraelevazione, è disassato in modo tale da minimizzare il volume della massicciata, garantendo sempre e comunque lo spessore minimo di 35 cm sotto il piano di posa della traversa in corrispondenza dell'asse della rotaia più bassa (rotaia interna alla curva).

11.4 Raddoppio in sede in presenza di esercizio

Nei tratti in cui l'esistente linea deve essere raddoppiata e ristrutturata in presenza dell'esercizio ferroviario, un binario nuovo viene costruito a fianco del binario esistente. La piattaforma del nuovo binario deve essere separata dal corpo stradale ferroviario esistente tramite una palancolata (o sistemi equivalenti). L'infissione delle palancole deve essere appropriata in relazione allo spessore di terreno da rimuovere e al dislivello tra il binario esistente e quello nuovo da affiancare.

Le caratteristiche dell'opera finita (linea a due binari completamente ristrutturata) devono essere uguali a quelle che si sarebbero ottenute costruendo l'opera stessa "a piena sezione", anziché per fasi, in presenza di esercizio; devono essere messi in atto tutti gli accorgimenti costruttivi necessari per ottenere questo risultato. Ad esempio, per l'allargamento dei rilevati esistenti, si deve procedere come indicato al precedente punto 11.1.

L'Offerente, in sede di offerta, deve specificare la procedura che intende adottare per realizzare il raddoppio delle tratte suddette in presenza di esercizio dettagliando, in particolare, il sistema che intende impiegare per sostenere il corpo stradale ferroviario esistente durante la costruzione del binario nuovo e gli accorgimenti che intende adottare per assicurare la qualità finale dell'opera.

Art. 12 - Demolizioni e rimozioni.

Le eventuali demolizioni di murature, calcestruzzi, scogliere di sponda, come pure le eventuali rimozioni di massi o di altro materiale in alveo o sulle rive ecc., devono essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da non danneggiare eventuali residue opere, da prevenire qualsiasi infortunio alle maestranze e da evitare incomodi o disturbo.

Rimane pertanto vietato gettare o spingere nell'alveo materiali in genere; si dovrà altresì evitare il più possibile di sollevare polvere, per cui tanto le opere oggetto di demolizione o di rimozione che i materiali di risulta dovranno essere opportunamente bagnati. Nelle demolizioni e rimozioni l'Appaltatore deve inoltre provvedere alle eventuali necessarie puntellature per sostenere le parti che devono restare e disporre in modo da non deteriorare i materiali risultanti, se previsto o prevedibile il loro reimpiego nei limiti concordati con la D.L., sotto pena di rivalsa di danni a favore del Committente.

I materiali di risulta, di cui non è previsto lo smaltimento, riutilizzabili ma non effettivamente reimpiegati, restano di proprietà dell'Appaltatore.

Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando, anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, le parti indebitamente demolite saranno ricostruite e ripristinate a cura e spese dell'Appaltatore, senza che ciò possa giustificare alcun compenso. I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e rimozioni devono sempre dall'Appaltatore essere trasportati fuori del cantiere nei punti indicati od alle pubbliche discariche.

Tutte le demolizioni dovranno essere effettuate avendo cura di non danneggiare le opere esistenti. L'Impresa è pienamente responsabile di tutti i danni che le demolizioni possano arrecare alle persone e alle cose.

Le demolizioni saranno eseguite con razionale successione ed adottando tutte le precauzioni necessarie per non interessare eventuali opere o strutture adiacenti.

Prima dell'inizio delle demolizioni dovrà essere sottoposto all'approvazione del Direttore dei Lavori un progetto di sviluppo per stati di avanzamento delle demolizioni stesse comprensivo delle opere provvisorie funzionali a garantire la stabilità nelle fasi temporanee di tutte le strutture.

Nelle demolizioni di strutture in conglomerato cementizio armato dovrà essere eseguito anche il taglio dell'armatura, salvo diversa prescrizione della Direzione Lavori.

Lo smaltimento dei materiali di demolizione dovrà avvenire in accordo alle Normative vigenti e con le disposizioni della competente ASL; comunque l'Appaltatore deve fornire certificato di avvenuto regolare smaltimento rilasciato da società o ente autorizzato.

Per il taglio di travi, pareti, solette, pilastri in calcestruzzo anche fortemente armato si utilizzeranno seghe con disco diamantato. La corona del disco in acciaio sarà munita di placchette costituite da impasto di polvere di diamante industriale e metallo.

Nel caso di elementi di grosso spessore si potrà ricorrere al taglio con cavo diamantato, cioè attraverso un cavo d'acciaio di lunghezza variabile sulla cui superficie verranno fissate perline

diamantate di diverso diametro, messo in movimento da una puleggia rotante. Il circuito del filo deve essere protetto per evitare danni in caso di rottura.

Qualora fosse necessario e previa approvazione della Direzione Lavori sarà possibile l'utilizzo di altre tecnologie di demolizione controllata quali carotaggio, idrodemolizione, ecc.

Si dovrà sempre provvedere al contenimento dell'acqua utilizzata per il raffreddamento delle attrezzature.

L'operazione di taglio dovrà essere condotta in sicurezza da personale specializzato con precisione e rapidità, in assoluta assenza di vibrazioni, di polveri e rumorosità. Il materiale di risulta deve essere celermente allontanato dalla zona d'intervento.

CAPITOLO 3: ESECUZIONE DI STRUTTURE IN CALCESTRUZZO E IN ACCIAIO.

Art. 13 - Materiali e forniture

Gli impasti di conglomerato cementizio dovranno essere eseguiti in conformità di quanto previsto nell'allegato 1

I materiali occorrenti per la costruzione delle opere d'arte dovranno provenire da quelle località che l'impresa riterrà di sua convenienza, purché ad insindacabile giudizio della Direzione dei lavori siano riconosciuti della migliore qualità della specie e rispondano ai requisiti appresso indicati.

Quando la Direzione dei lavori avrà rifiutato qualche provvista perché ritenuta a suo giudizio insindacabile non idonea ai lavori, l'impresa dovrà sostituirla con altra che risponda ai requisiti voluti ed i materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dalla sede del lavoro o dai cantieri a cura e spese dell'impresa.

Tutti i materiali impiegati nelle strutture dovranno essere conformi alle prescrizioni del D.Min.Infrastrutture 14.01.2008 "Norme tecniche per le costruzioni" emanate in ottemperanza all'Art.60 del D.P.R. 380/2001 (ex Art. 21 della legge 5/11/1971 n° 1086).

I materiali e prodotti per uso strutturale dovranno essere:

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

In particolare, per quanto attiene l'identificazione e la qualificazione, possono configurarsi i seguenti casi:

- materiali e prodotti per uso strutturale per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato su GUUE e sia terminato il periodo di coesistenza. In questo caso il loro impiego è possibile soltanto se in possesso della Marcatura CE, prevista dalla Direttiva 89/106/CEE "Prodotti da costruzione" (CPD), recepita in Italia dal DPR 21/04/1993, n.246, così come modificato dal DPR 10/12/1997, n. 499;
- materiali e prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile una norma armonizzata ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, in questo caso la qualificazione dovrà essere effettuata secondo le modalità e le procedure indicate nel citato D.M. 14.01.2008.

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

- a) laboratori di prova notificati ai sensi dell'art.18 della Direttiva n.89/106/CEE;
- b) laboratori di cui all'art.59 del DPR n.380/2001;

In mancanza di particolari prescrizioni i materiali dovranno essere della migliore qualità esistente in commercio.

A meno che non sia appositamente indicato nelle voci di Elenco Prezzi, l'Impresa potrà approvvigionare i materiali e le forniture ovunque lo ritenga opportuno, purché nel rispetto delle normative e dei vincoli di contratto e fatta salva l'approvazione della Direzione Lavori alla quale vanno preventivamente consegnati i certificati comprovanti la rispondenza dei materiali approvvigionati ai requisiti richiesti.

Le difficoltà che si dovessero presentare all'Impresa per l'approvvigionamento di materiali aventi i requisiti minimi da contratto sono sempre e comunque da ritenersi compensate dai prezzi offerti dall'Impresa per ogni materiale.

Art. 14 - Opere e strutture in calcestruzzo (semplice ed armato)

14.1 Generalità

L'Impresa sarà tenuta all'osservanza del D.P.R. 380/2001 (ex legge 5/11/1971 n° 1086), nonché delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 60 della predetta legge (D.M. 14.01.2008 e successivi aggiornamenti).

Prima dei getti, per tutte le classi di resistenza previste dal progetto, l'Impresa avrà cura di presentare alla Direzione dei Lavori i risultati dello studio preliminare di qualificazione dei conglomerati cementizi in modo da comprovare che i conglomerati proposti abbiano resistenze non inferiori a quelle richieste.

Tale studio, da eseguire presso un Laboratorio ufficiale, dovrà indicare anche natura, provenienza e qualità degli inerti, granulometria degli stessi, tipo e dosaggio di cemento, rapporto acqua-cemento, tipo e dosaggio di eventuali additivi, tipo di impianto di confezionamento, sistemi di trasporto, getto e maturazione.

La Direzione dei Lavori autorizzerà l'inizio del getto dei conglomerati cementizi solo dopo aver avuto dall'Impresa i certificati dello studio preliminare rilasciati da un Laboratorio ufficiale ed aver effettuati gli opportuni riscontri, ivi comprese ulteriori prove di laboratorio.

L'esame e la verifica, da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti delle opere e dei certificati preliminari di qualificazioni, non esonera in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per pattuizioni del contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, essa Impresa rimane diretta responsabile delle opere a termine di legge; pertanto essa sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

14.2 Qualità dei materiali

14.3 Cemento

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

Nel caso in cui esso venga approvvigionato allo stato sfuso, il relativo trasporto dovrà effettuarsi a mezzo di contenitori che lo proteggano dall'umidità, ed il pompaggio del cemento nei silos deve essere effettuato in modo da evitare miscelazione fra tipi diversi.

L'Impresa deve avere cura di approvvigionare il cemento presso cementerie che diano garanzia di bontà, costanza del tipo, continuità di fornitura.

Pertanto all'inizio dei lavori essa dovrà presentare alla Direzione dei Lavori un impegno, assunto dalle cementerie prescelte, a fornire cemento per il quantitativo previsto i requisiti chimici e fisici. Tale dichiarazione sarà essenziale affinché la Direzione dei Lavori possa dare il benestare per l'approvvigionamento del cemento presso le cementerie prescelte, ma non esimerà l'Impresa dal far controllare periodicamente, anche senza la richiesta della Direzione dei Lavori, le qualità del cemento presso un Laboratorio ufficiale per prova di materiali.

Le prove dovranno essere ripetute su una stessa partita qualora sorgesse il dubbio di un degrado delle qualità del cemento, dovuto ad una causa qualsiasi.

14.4 Inerti

Generalità

La provenienza degli inerti costituenti la miscela sarà da cumulo esistente nell'ambito del sedime aeroportuale o da scavi da eseguire sempre nell'ambito del sedime. In caso di impossibilità di riutilizzo di inerti provenienti dal sedime aeroportuale, gli inerti proverranno da cave di prestito esterne.

e) Ghiaia, pietrisco e sabbia. - Le ghiaie, i pietrischi e le sabbie da impiegare nella formazione dei calcestruzzi dovranno corrispondere alle condizioni di accettazione considerate nelle norme di esecuzione delle opere in conglomerato semplice od armato di cui alle norme vigenti.

Le ghiaie ed i pietrischi dovranno essere costituiti da elementi omogenei derivanti da rocce resistenti, il più possibile omogenee e non gelive; tra le ghiaie si escluderanno quelle contenenti elementi di scarsa resistenza alla compressione.

La granulometria degli aggregati litici per i conglomerati sarà prescritta dalla Direzione dei lavori in base alla destinazione, al dosaggio ed alle condizioni della messa in opera dei calcestruzzi. L'impresa dovrà garantire la costanza delle caratteristiche della granulometria per ogni lavoro.

Le caratteristiche degli aggregati dovranno essere verificate:

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

Il Direttore dei Lavori potrà autorizzare frequenze diverse in funzione delle caratteristiche dei materiali utilizzati.

Sia le sabbie che gli aggregati grossi dovranno avere massa volumica reale non minore di 2.60 t/m³.

Per quanto riguarda gli aggregati esposti a rischio di reagire chimicamente con gli alcali contenuti nel cemento si farà riferimento a quanto previsto ai punti successivi.

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

giornalmente: la determinazione del contenuto di solfati e cloruri;

settimanalmente: un'analisi mineralogica mirata a rilevare elementi potenzialmente reattivi agli alcali, integrata da prove di potenziale reattività in presenza di alcali.

Il Direttore dei Lavori potrà autorizzare frequenze diverse in funzione delle caratteristiche dei materiali utilizzati.

Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie contenenti una percentuale superiore al 15% in peso di elementi piatti o allungati la cui lunghezza sia maggiore di 5 volte lo spessore medio.

Gli inerti dovranno essere suddivisi in almeno 3 pezzature: la più fine non dovrà contenere più del 5% di materiale trattenuto al vaglio a maglia quadrata da 5 mm di lato.

Le singole pezzature non dovranno contenere frazioni granulometriche, che dovrebbero appartenere alle pezzature inferiori, in misura superiore al 15%, e frazioni granulometriche, che dovrebbero appartenere alle pezzature superiori, in misura superiore al 10% della pezzatura stessa.

Le miscele di aggregati fini e grossi, mescolati in percentuale adeguata, dovranno dar luogo ad una composizione granulometrica costante, che permetta di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, lavorabilità, aria inglobata, ecc...) che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, viscosità, curabilità, ecc...).

La curva granulometrica dovrà essere tale da ottenere la massima compattezza del calcestruzzo con il minimo dosaggio di cemento, compatibilmente con gli altri requisiti.

Particolare attenzione sarà rivolta alla granulometria della sabbia, al fine di ridurre al minimo il fenomeno di essudazione nel calcestruzzo.

La dimensione massima degli aggregati deve essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto, tenendo conto della lavorabilità dell'impasto, dell'armatura metallica e relativo copriferro, delle caratteristiche geometriche della carpenteria, delle modalità di getto e di messa in opera.

Deposito

Gli aggregati dovranno essere depositati in modo da evitare la contaminazione di sostanze estranee e di terriccio.

Le varie pezzature dovranno essere tenute separate fra loro in modo che non si frammischino.

Per ogni cumulo, accessibile da autocarri e/o pale cariatrici, dovrà essere apposto un cartello, di idonea dimensione e lettura, indicante la classe granulometrica dell'aggregato eventualmente integrata dalla denominazione locale ricorrente.

La superficie di appoggio di ogni cumulo dovrà essere conformata in modo tale da consentire il naturale allontanamento dell'acqua piovana e di percolazione.

L'impianto dovrà essere dotato di un numero di tramogge tale da consentire l'insilaggio distinto dei diversi tipi di aggregato. Le tramogge dovranno pertanto essere in numero almeno pari al numero di classi granulometriche di volta in volta utilizzate.

In caso di scarico diretto da autocarri o pale meccaniche, le tramogge dovranno avere larghezza superiore a quelle degli automezzi stessi ed essere munite di eventuali sovrasponde in modo tale da evitare rischi di travasi.

Le tramogge in cui scaricano gli automezzi adibiti alla consegna dovranno essere identificati con un cartello, di idonea dimensione e lettura, indicante la classe granulometrica dell'aggregato eventualmente integrata dalla denominazione locale ricorrente.

Lo stato di manutenzione delle tramogge dovrà assicurare che non avvenga frammistione fra gli aggregati delle diverse classi granulometriche.

Dovrà essere posto in atto ogni accorgimento per evitare la segregazione del materiale; in particolare le stipe dovranno essere costituite a strati orizzontali e non a forma tronco-conica o piramidale ed il materiale non dovrà essere gettato dall'alto, ma lateralmente.

In caso di segregazione, prima dell'impiego si dovrà provvedere ad un rimescolamento del materiale.

In ogni momento dovranno essere approvvigionati in cantiere o presso la centrale di impasto, aggregati in quantità tale da consentire non meno di 3 giorni di betonaggio a pieno regime.

Gli aggregati dovranno corrispondere alle caratteristiche specificate ed essere scistososi o silicomagnesiaci.

Essi dovranno, altresì, essere lavati abbondantemente con acqua dolce in modo che siano asportati completamente i cloruri ed i solfati.

Apparecchiatura di dosaggio

Per ogni carico di almeno tre metri cubi di calcestruzzo, le caratteristiche delle apparecchiature di dosaggio devono essere tali da realizzare e mantenere, nelle normali condizioni operative, la tolleranza del $\pm 3\%$. Se più impasti o pesate costituiscono un unico carico, la tolleranza del $\pm 3\%$ si applica al carico complessivo.

Gli aggregati devono essere dosati in massa attraverso pesatura. Gli aggregati leggeri fino ad una massa in mucchio pari a 600 kg/m^3 possono essere dosati a volume.

Controllo delle apparecchiature

Deve essere predisposto un programma di controlli, sia interni che di terzi, delle tarature degli strumenti e delle apparecchiature utili al dosaggio degli aggregati che rispetti le frequenze minime del seguente prospetto.

Oggetto	Esame/prova	Finalità	Frequenza minima
Mucchi, depositi, ecc.	Ispezione visiva	Verificare la conformità alle specifiche	Una volta alla settimana
Apparecchiatura di pesatura	Ispezione visiva del funzionamento	Verificare che l'apparecchiatura di pesatura sia in buone condizioni e che funzioni senza impedimenti	Ogni giorno

		Verificare la rispondenza al DLgs 29/12/92 n.517	Annuale e comunque ogni 50.000m ³ prodotti per sistema di pesatura (o catena metrica)
		Taratura	All'inizio del lavoro ed almeno una volta all'anno.
		Revisione	Bimestrale
Eventuali apparecchiature per la misurazione in continuo dell'umidità degli aggregati	Confronto della U.R. effettiva con la U.R. rilevata	Verificare accuratezza	All'installazione Mensile
Mescolatori (autobetoniere incluse)	Ispezione visiva	Verifica dell'usura dell'apparecchiatura di muscolazione	Ogni 2.000 m ³ prodotti e/o trasportati

I controlli sulle bilance dovranno garantire e documentarne la riferibilità metrologica.

14.5 Acqua

Proverrà da fonti ben definite che diano acqua rispondente alle caratteristiche specificate.

L'acqua dovrà essere limpida e dolce ed esente delle predette sostanze nocive.

L'acqua dovrà essere aggiunta nella minore quantità possibile in relazione alla prescritta resistenza ed al grado di lavorabilità del calcestruzzo, tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti in modo da rispettare il previsto rapporto acqua-cemento.

14.6 Additivi

La Direzione dei Lavori deciderà a suo insindacabile giudizio se gli additivi proposti dall'Impresa potranno o no essere usati, in base alle conoscenze disponibili da precedenti lavori o sperimentazioni.

Su richiesta della Direzione dei Lavori, l'Impresa dovrà inoltre esibire prove di Laboratorio ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle disposizioni vigenti; dovrà comunque essere garantita la qualità e la costanza di caratteristiche dei prodotti da impiegare.

14.7 Esecuzione

14.8 Confezione

La confezione dei calcestruzzi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione dei Lavori. Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli inerti, dell'acqua, degli eventuali additivi e del cemento; la dosatura del cemento dovrà sempre essere realizzata con bilancia indipendente e di adeguato maggior grado di precisione.

La dosatura effettiva degli inerti dovrà essere realizzata con precisione del 3%; quella del cemento con precisione del 2%.

Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta all'anno. Per l'acqua e gli additivi è ammessa anche la dosatura a volume.

La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere realizzata con precisione del 2% ed i relativi dispositivi dovranno essere tarati almeno una volta al mese.

I dispositivi di misura del cemento, dell'acqua e degli additivi dovranno essere di tipo individuale. Le bilance per la pesatura degli inerti possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale).

I sili del cemento debbono garantire la perfetta tenuta nei riguardi dell'umidità atmosferica.

Dovrà essere eseguita la compensazione del peso delle sabbie, in relazione alla loro umidità, con conseguente variazione del quantitativo d'acqua immesso.

La compensazione del quantitativo d'acqua immesso con il peso degli aggregati grossi, sarà operata sulla percentuale di umidità corrispondente alle rilevazioni effettuate durante i più recenti controlli periodici effettuati sugli stessi.

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

La lavorabilità non dovrà essere ottenuta con maggiore impiego di acqua di quanto previsto nella composizione del calcestruzzo. Il Direttore dei Lavori potrà consentire l'impiego di aeranti, plastificanti o fluidificanti, anche non previsti negli studi preliminari.

In questi casi, l'uso di aeranti e plastificanti sarà effettuato a cura e spese dell'Impresa.

La produzione ed il getto del calcestruzzo dovranno essere sospesi nel caso che la temperatura scenda al disotto di 0°C, salvo diverse disposizioni che la Direzione dei Lavori potrà dare volta per volta, prescrivendo, in tal caso, le norme e gli accorgimenti cautelativi da adottare; per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi.

Miscelazione in autobetoniera

Gli impasti dovranno essere confezionati in betoniere aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesata senza debordare.

Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti di omogeneità. Per quanto non specificato, vale la norma U.N.I. 7163-79.

Nel caso di impianto privo di mescolatore fisso, le autobetoniere devono essere in grado di ottenere una miscelazione intima dei materiali componenti ed una consistenza del calcestruzzo uniforme nell'intero carico.

Onde garantire la corretta miscelazione dell'impasto, occorre che l'autobetoniera:

- non sia caricata per un volume di calcestruzzo reso superiore a quello indicato dal suo costruttore;
- 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, ruoti alla massima velocità prevista dalla casa costruttrice per almeno quattro minuti primi.

14.9 Trasporto

Il trasporto dei calcestruzzi dall'impianto di betonaggio al luogo di impiego dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di segregazione dei singoli componenti e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del calcestruzzo medesimo.

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli. Saranno accettate, in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo ed, eccezionalmente, i nastri trasportatori.

L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'Impresa adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua-cemento del calcestruzzo alla bocca d'uscita della pompa.

Qualora il trasporto del conglomerato avvenga mediante autobetoniera l'omogeneità dell'impasto sarà controllata, all'atto dello scarico, con la prova di omogeneità.

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

In linea di massima, in relazione alle condizioni ambientali, salvo che non vengano previste idonee misure (quali l'aggiunta di additivi ritardanti), il calcestruzzo dovrà essere messo in opera entro 2 h dal momento in cui è stata introdotta l'acqua nella miscela (corrispondente all'ora di carico dell'autobetoniera). A tal fine il Documento di Trasporto (DDT) dovrà riportare l'ora di consegna convenuta e la durata prevista delle operazioni di getto.

Tipo e quantità di ogni eventuale aggiunta di acqua e/o additivi che dovesse essere effettuata in fase preliminare alla consegna, sotto la responsabilità del produttore, deve essere prevista in produzione, non alterare le prestazioni prescritte ed essere registrata sul documento di trasporto. Non sono ammesse aggiunte di acqua o additivi alla consegna.

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

In ogni caso la lavorabilità dell'impasto verrà controllata con le prove di consistenza al cono di Abrams (slump test) sia all'uscita dell'impianto di betonaggio o dalla bocca dell'autobetoniera, sia al termine dello scarico in opera; la differenza fra i risultati delle due prove non dovrà essere maggiore di 5 cm e comunque non dovrà superare quanto specificato dalla Norme U.N.I. vigenti, salvo l'uso di particolari additivi.

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

14.10 Laboratorio di riferimento

Attrezzature

Il laboratorio di riferimento deve essere attrezzato almeno delle seguenti apparecchiature:

- termometri di ambiente (min e max) e per calcestruzzo;
- forno per l'essiccazione dei campioni di aggregato;
- serie di setacci UNI;
- bilancia di precisione (lettura minima 1g);
- attrezzatura per la determinazione dell'equivalente in sabbia;
- cilindri graduati e burette;
- contenitore rigido, di volume noto, per la determinazione della densità del cls fresco;
- cono di Abrams;
- porosimetro;
- mescolatore per calcestruzzo da laboratorio;
- adeguato numero di cubiere secondo UNI;
- vasca/ambiente di maturazione secondo UNI;
- bilancia con portata compresa tra 20 e 50 kg;
- pressa per le prove di compressione, di classe 1 (min 200 t) conforme alla UNI EN 12390-4 in caso di produzione di calcestruzzo autocompattante (SCC);
- ulteriori attrezzature necessarie al controllo di questo materiale.

Controllo dell'apparecchiatura di prova

In assenza di disposizioni normative, le apparecchiature di misurazione vanno controllate con frequenza minima annuale od ogni qual volta emergano dubbi sulla loro affidabilità. I verbali di verifica delle tarature vanno conservati.

14.11 Posa in opera

Sarà eseguita con ogni cura e regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posizionato le armature metalliche impiegando opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio.

Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., 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 di progetto e di capitolato.

I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione dei Lavori. Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento.

I getti potranno essere iniziati solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione dei Lavori.

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 dovrà tener registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro. 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 e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta fine di cemento immediatamente dopo il disarmo; ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la Direzione dei Lavori, a suo esclusivo giudizio, riterrà tollerabili, fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Impresa.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che, con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere dai getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0,5 cm sotto la superficie finita, e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento; queste prestazioni non saranno in alcun caso oggetto di compensi a parte.

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 e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a 50 cm ottenuti dopo la vibrazione.

Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli preventivamente approvati dalla Direzione dei Lavori.

È vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore.

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.

La Direzione dei Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa; per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare 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.

Quando il calcestruzzo fosse gettato in presenza di 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.

14.12 Casseforme ed opere provvisionali

Le casseforme possono essere metalliche o in legno, a scelta dell'Impresa.

Le casseforme dovranno essere in grado di resistere a tutte le sollecitazioni a cui saranno sottoposte (pressione del calcestruzzo fresco, peso proprio del calcestruzzo, peso proprio dell'attrezzatura, sovraccarico accidentale, vento, ecc.).

La superficie interna delle casseforme deve essere opportunamente trattata in modo tale da evitare l'assorbimento d'acqua e opportunamente liscia e ripulita in maniera da evitare distacchi in fase di scasso.

Le giunzioni dei vari pannelli del cassero dovranno essere particolarmente curate, al fine di garantire una continuità della superficie, conforme al progetto.

Per le opere provvisorie di sostegno delle casseforme, l'Impresa porterà alla preventiva conoscenza della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la esclusiva responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere provvisionali e la loro rispondenza a tutte le norme di legge e ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardare. Il sistema prescelto dovrà comunque essere adatto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni progettuali.

14.13 Stagionatura e disarmo

A posa ultimata sarà curata la stagionatura dei getti in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici dei medesimi, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo.

Il sistema proposto dall'Impresa dovrà essere approvato dalla Direzione dei Lavori.

Durante il periodo della stagionatura i getti dovranno essere riparati da possibilità di urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

Prima del disarmo, tutte le superfici non protette dal getto dovranno essere mantenute umide con continua bagnatura e con altri idonei accorgimenti per almeno 7 giorni.

La rimozione delle armature di sostegno dei getti potrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto stabilito nelle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 05.11.1971 n°1086 (D.M. 14.01.2008 e successivi aggiornamenti).

Subito dopo il disarmo si dovranno mantenere umide le superfici in modo da impedire l'evaporazione dell'acqua contenuta nel conglomerato, fino a che non siano trascorsi 7 giorni dal getto.

Dovrà essere controllato che il disarmante impiegato non macchi o danneggi la superficie del conglomerato. A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione chimica, escludendo i lubrificanti di varia natura.

Nel caso che le murature in calcestruzzo vengano rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali di pietra, laterizi od altri materiali da costruzione, i getti dovranno procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentirne l'adattamento e l'ammorsamento.

14.14 Finitura delle superfici

Dopo che ogni singola parte sia stata disarmata, la superficie in vista dovrà presentare le seguenti caratteristiche:

- avere angoli vivi e ben tirati;
- avere uniforme colore proprio del cemento solido, non sono consentiti schiarimenti dovuti alla separazione della calce, screziature, corpi estranei;
- essere compatte, quindi non sono consentiti nidi di ghiaia o di sabbia; pori di aria; zone magre; screpolature di ritiro o di assestamento; danni del gelo o degli additivi antigelo, scarpellature e fresature; perdite di sabbia in superficie (irruvidimenti); distacchi della pellicola di cemento; presenza di alghe, funghi, macchie di olio, fuliggine, ruggine e simili; corrosioni dovute sia agli acidi che all'aggressione di solfati e simili.

Se non diversamente disposto, le superfici in vista dovranno essere trattate con prodotti idrorepellenti.

Le eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere pertanto asportate e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta fine di cemento immediatamente dopo il disarmo; ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la D.L., a suo esclusivo giudizio, riterrà tollerabili, fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Appaltatore.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che, con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere dai getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0,5 cm sotto la superficie finita, e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento; queste prestazioni non saranno in alcun caso oggetto di compensi a parte aggiuntivi.

14.15 Giunti di discontinuità ed opere accessorie

È tassativamente prescritto che nelle strutture da eseguire 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 di eventuali assestamenti.

Tali giunti vanno praticati ad intervalli ed in posizioni opportunamente scelte tenendo anche conto delle particolarità della struttura (gradonatura della fondazione, ripresa fra vecchie e nuove strutture, ecc.).

I giunti saranno 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, ecc.) affioranti in faccia vista secondi linee continue o spezzate.

I giunti, come sopra illustrati, dovranno essere realizzati a cura e spese dell'Impresa, essendosi tenuto debito conto di tale onere nella formulazione dei prezzi di elenco relativi alle singole classi di conglomerato.

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, allegato al presente Capitolato, prevedrà espressamente le voci relative alla speciale conformazione del giunto, unitamente alla fornitura e posa in opera dei manufatti predetti con le specificazioni di tutti i particolari oneri che saranno prescritti per il definitivo assetto del giunto.

I manufatti, di tenuta o di copertura dei giunti, possono essere costituiti da elastomeri a struttura etilenica (stirolo butadiene), a struttura paraffinica (butilene), a struttura complessa (silicone poliuretano, polioossipropilene, polioossicloropropilene), da elastomeri cosiddetti protetti (neoprene o da cloruro di polivinile).

In luogo dei manufatti predetti, può essere previsto l'impiego di sigillanti.

I sigillanti possono essere costituiti da sostanze oleoresinose, bituminose siliconiche a base di elastomeri polimerizzabili o polisolfuri che dovranno assicurare la tenuta all'acqua, l'elasticità sotto le deformazioni previste, una aderenza perfetta alle pareti, ottenuta anche a mezzo di idonei primes, non colabili sotto le più alte temperature previste e non rigidi sotto le più basse, mantenendo il più a lungo possibile nel tempo le caratteristiche di cui sopra dopo la messa in opera.

È tassativamente proibita l'esecuzione di giunti obliqui formanti angolo diedro acuto .

In tali casi occorre sempre modificare l'angolo diedro acuto in modo da formare con le superfici esterne delle opere da giuntare angoli diedri non inferiori ad un angolo retto con facce piane di conveniente larghezza in relazione al diametro massimo degli inerti impiegati nel confezionamento del conglomerato cementizio di ogni singola opera.

Nell'esecuzione di manufatti contro terra si dovrà prevedere in numero sufficiente ed in posizione opportuna l'esecuzione di appositi fori per la eventuale evacuazione delle acque di infiltrazione.

I fori dovranno essere ottenuti mediante preventiva posa in opera nella messa del conglomerato cementizio di tubi a sezione circolare o di profilati di altre sezioni di P.V.C. o simili.

14.16 Predisposizione di fori, tracce, cavità, ecc.

L'Impresa avrà 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 dei Lavori, circa fori, tracce, cavità, incassature, ecc, nelle solette, nervature, pilastri, murature, ecc. per sedi di cavi, per attacchi di parapetti, mensole, segnalazioni, parti di impianti, ecc.

Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni così prescritte dalla Direzione dei Lavori, saranno a totale carico dell'Impresa, sia per quanto riguarda le rotture, i rifacimenti, le demolizioni e le ricostruzioni 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.

14.17 Accettazione dei conglomerati cementizi

14.18 Controllo di cemento, inerti, acqua, additivi

Per gli inerti, l'acqua, i cementi e gli eventuali additivi si procederà all'esecuzione delle prove previste dalle normative vigenti.

Per gli inerti inoltre dovranno essere eseguite giornalmente per ogni singola classe le determinazioni della granulometria e dell'umidità.

Controllo del calcestruzzo in corso di lavorazione

In particolare, in corso di lavorazione, sarà controllata la consistenza, l'omogeneità, il contenuto d'aria ed il rapporto acqua-cemento.

Prova di consistenza

Si eseguirà misurando l'abbassamento al cono di Abrams (slump test), come disposto dalla Norma U.N.I. 7163-79. Tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi fra 2 e 20 cm. Per abbassamenti inferiori a 2 cm si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo il metodo D.I.N. 1048, o con l'apparecchio VEBE'.

Prova di omogeneità

È prescritta in modo particolare quando il trasporto del conglomerato avviene mediante autobetoniera.

Essa verrà eseguita vagliando due campioni di conglomerato, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadra da 4,76 mm.

La percentuale in peso di materiale grosso nei due campioni non dovrà differire più del 10%. Inoltre l'abbassamento al cono dei due campioni prima della vagliatura non dovrà differire più di 3 cm.

Prova del contenuto d'aria

È richiesta ogni qualvolta si impieghi un additivo aerante. Essa verrà eseguita con il metodo U.N.I. 6395-72.

Prova rapporto acqua-cemento

Il rapporto dovrà essere controllato determinando l'acqua contenuta negli inerti e sommando tale quantità all'acqua di impasto.

14.19 Controlli di resistenza sul calcestruzzo fresco

In applicazione delle Norme si provvederà al prelievo dagli impasti, al momento della posa in opera nei casseri, del calcestruzzo necessario per la confezione di n°6 provini in modo da costituire tre serie di prelievi di due provini ciascuna.

I prelievi, eseguiti o fatti eseguire dalla Direzione dei Lavori in contraddittorio con l'Impresa, ed a spese di quest'ultima e secondo le Norme U.N.I. vigenti, verranno effettuati separatamente per ogni opera e per ogni tipo e classe di calcestruzzo previsti nei disegni di progetto.

Di tali prelievi, verranno redatti appositi verbali numerati progressivamente e controfirmati dalle parti. I provini contraddistinti col numero progressivo del relativo verbale di prelievo verranno custoditi a cura e spese dell'Impresa in locali indicati dalla Direzione dei Lavori previa apposizione di sigilli e firma del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.

Con i provini della prima serie verranno effettuate, con l'attrezzatura del laboratorio di cantiere o di altra disponibile presso laboratori posti in vicinanza, prove preliminari atte a determinare la resistenza caratteristica a 28 giorni di stagionatura secondo le disposizioni che al riguardo saranno impartite dalla Direzione dei Lavori.

I provini della seconda serie saranno inviati, nel numero prescritto dalle vigenti norme di legge, ai Laboratori ufficiali per la determinazione della resistenza caratteristica cubica a compressione a 28 giorni di maturazione - Rck.

I provini della terza serie saranno utilizzati all'occorrenza, nel caso si rendesse necessario eseguire altre prove.

Tutti gli oneri relativi alla serie di prove di cui sopra, in essi compresi quelli per il rilascio dei certificati, saranno a carico dell'Impresa.

Nel caso che il valore della resistenza caratteristica ottenuta sui provini della prima serie di prelievi risulti essere inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto approvati dal Direttore dei Lavori, questi potrà, a suo insindacabile giudizio, ordinare la sospensione dei getti

dell'opera d'arte interessata in attesa dei risultati delle prove della seconda serie di prelievi, eseguite presso Laboratori ufficiali.

Qualora anche dalle prove eseguite presso Laboratori ufficiali risultasse un valore della Rck inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto approvati dalla Direzione dei Lavori, ovvero una prescrizione del controllo di accettazione non fosse rispettata occorre procedere, a cura e spese dell'Impresa, ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata dal quantitativo di conglomerato non conforme sulla base della resistenza ridotta del conglomerato ovvero ad una verifica delle caratteristiche del conglomerato messo in opera mediante prove complementari, o col prelievo di provini di calcestruzzo indurito messo in opera o con l'impiego di altri mezzi di indagine. Tali controlli e verifiche formeranno oggetto di una relazione supplementare nella quale si dimostri che, ferme restando le ipotesi di vincoli e di carico delle strutture, la Rck è ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, secondo le prescrizioni delle vigenti norme di legge.

Nel caso che la Rck non risulti compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, l'Impresa sarà tenuta a sua cura e spese alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione dei Lavori. Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Impresa se la Rck risulterà maggiore a quella di progetto.

14.20 Controlli di resistenza sul calcestruzzo indurito

La Direzione dei Lavori si riserva di prelevare campioni di conglomerato cementizio anche da strutture già realizzate e stagionate, oppure di effettuare, in caso eccezionale, sulle opere finite, armate o non, misure di resistenza a compressione, non distruttive, a mezzo sclerometro, prelievo di carote o di altri sistemi.

Ciascuna prova o misura di resistenza a mezzo sclerometro verrà eseguita nel modo seguente:

- nell'intorno del punto prescelto dalla Direzione dei Lavori verrà fissata una area non superiore a 0,1 mq; su di esso si eseguiranno 10 percussioni con sclerometro, annotando i valori dell'indice letti volta per volta;
- si determinerà la media aritmetica di tali valori;
- verranno scartati i valori che differiscono dalla media più di 15 centesimi dell'escursione totale della scala dello sclerometro;
- tra i valori non scartati, se non inferiori a 6, verrà dedotta la media aritmetica, che attraverso la tabella di taratura dello sclerometro, darà la resistenza a compressione del calcestruzzo;
- se il numero dei valori non scartati è inferiore a 6 la prova non sarà ritenuta valida e dovrà essere rieseguita in una zona vicina.

Di norma, per ciascun tipo di sclerometro verrà adottata la tabella di taratura fornita dalla relativa casa costruttrice; la Direzione dei Lavori si riserva di effettuare in contraddittorio la taratura dello sclerometro direttamente su provini che successivamente verranno sottoposti a prova distruttiva di rottura a compressione. Per l'interpretazione dei risultati è buona norma procedere anche a prove di confronto su strutture le cui prove di controllo abbiano dati risultati certi.

Nella eventualità di risultati dubbi, si dovrà procedere al controllo diretto della resistenza a rottura per compressione mediante prove distruttive su provini prelevati direttamente in punti opportuni delle strutture già realizzate, mediante carotature, tagli con sega a disco, estrazione di grossi blocchi, ecc. (Norme U.N.I. 6132-72).

È fatto divieto di conservazione dei provini di calcestruzzo da parte del fornitore dello stesso. I provini dovranno essere conservati in cantiere all'interno di apposti container climatizzati.

Il trasporto dei provini al laboratorio per le analisi dovrà essere effettuato da un soggetto rappresentante del laboratorio stesso.

Il Direttore Lavori o un suo Assistente, dovrà presenziare comunque ai prelievi di getti relativi ad opere strutturalmente significative individuate dal progettista.

14.21 Controlli vari

Fermo restando quanto detto la Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di prelevare, in ogni momento e quando lo ritenga opportuno, ulteriori campioni di materiali o di calcestruzzo, da sottoporre ad esami o prove di laboratorio.

14.22 Conglomerati cementizi preconfezionati

È ammesso l'impiego di conglomerati preconfezionati, purché rispondenti in tutto e per tutto a quanto avanti riportato. Valgono in proposito le specifiche prescrizioni di cui alla Norma U.N.I. 7163-79 per quanto non in contrasto con le prescrizioni di cui al D.M. 14.01.2008 e successivi aggiornamenti.

Anche per i calcestruzzi preconfezionati si ravvisa la necessità di predisporre ed effettuare i prelievi per le prove di accettazione nei cantieri di utilizzazione all'atto del getto per accertare che la resistenza del conglomerato risulti non inferiore a quella minima di progetto.

La garanzia di qualità dei calcestruzzi preconfezionati potrà essere comprovata a seguito di apposite prove sistematiche effettuate dai laboratori di cui all'art. 20 della Legge 5.11.1971, n°1086 e di altri autorizzati con decreto del Ministero dei Lavori Pubblici come previsto dall'articolo citato.

Tuttavia queste prove preliminari o di qualificazione hanno il solo carattere complementare e non possono in nessun caso ritenersi sostitutive delle indispensabili prove di controllo in corso d'opera, i cui certificati dovranno essere allegati alla "Relazione a struttura ultimata" di cui all'art. 6 della Legge 5.11.1971, n° 1086.

L'Impresa resta l'unica responsabile per l'impiego di conglomerato cementizio preconfezionato nelle opere in oggetto dell'appalto e si obbliga a rispettare ed a far rispettare scrupolosamente tutte le norme regolamentari e di legge stabilite per i materiali (inerti, leganti, ecc.) sia per il

confezionamento e trasporto in opera del conglomerato dal luogo di produzione, poiché, in relazione alle modalità ed ai tempi di trasporto in cantiere, possono subire modifiche qualitative anche sensibili.

L'Impresa, inoltre, assume l'obbligo di consentire che la Direzione dei Lavori, abbia libero accesso al luogo di produzione del conglomerato per poter effettuare in contraddittorio con il rappresentante dell'Impresa i prelievi e i controlli dei materiali, previsti nei paragrafi precedenti.

Art. 15 – Armature per C.A. e C.A.P.

15.1 Qualità dei materiali

Gli acciai per armature di c.a. e c.a.p. debbono corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche stabiliti dalle Norme Tecniche di cui al D.M. 14.01.2008 emanate in applicazione del DPR 380 e successivi aggiornamenti.

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dal D.M. 14.01.2008 e successivi aggiornamenti.

L'unità di collaudo per acciai in barre tonde lisce e in barre ad aderenza migliorata è costituita dalla partita di 30 tonnellate max; ogni partita minore di 30 tonnellate deve essere considerata unità di collaudo indipendente.

L'unità di collaudo per acciai per c.a.p. è costituita dal lotto di spedizione del peso max di 30 tonnellate, spedito in un'unica volta, e composto da prodotti aventi grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione).

Acciai per c.a. normale

Barre ad aderenza migliorata – B 450 C

È obbligo della Direzione Lavori sottoporre a controllo in cantiere le barre di armatura. I campioni verranno prelevati in contraddittorio con l'Impresa e 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 benestare per la posa in opera delle partite sottoposte all'ulteriore controllo in cantiere soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prove 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.

Reti e tralicci elettrosaldati

Dovranno essere impiegati tondi di acciaio ad alta resistenza - trafilati a freddo con resistenza a trazione di 60 kg/mm ed un allungamento dell'8%.

L'acciaio dovrà essere esente da scorie, soffiature, bruciature, e qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili. La sua struttura micrografica dovrà essere tale da dimostrare l'ottima riuscita del processo metallurgico di fabbricazione e da escludere qualsiasi alterazione derivante dalla successiva lavorazione a macchina od a mano che possa menomare la sicurezza d'impiego. Sottoposto ad analisi chimica, dovrà risultare esente da impurità e da sostanze anomale.

La rete o il traliccio saranno ottenuti saldando elettricamente tutti i punti d'incrocio delle singole maglie. La saldatura deve avvenire in modo che si stabilisca la continuità di struttura dei due fili, e la penetrazione di un filo nell'altro dovrà essere compresa tra 1/4 ed 1/2 del diametro del filo.

Acciai per c.a.p.

Fili, barre, trecce, trefoli

Rotoli e bobine di fili, trecce e trefoli provenienti da diversi stabilimenti di produzione devono essere tenuti distinti: un cavo non dovrà mai essere formato da fili, trecce o trefoli provenienti da stabilimenti diversi.

Durante l'allestimento dei cavi gli acciai non dovranno essere piegati; i fili di acciaio dovranno essere del tipo autoraddrizzante.

Le legature dei fili, trecce e trefoli costituenti ciascun cavo dovranno essere realizzate con nastro adesivo ad intervalli di cm 70.

Allo scopo di assicurare la centratura dei cavi nelle guaine si prescrive l'impiego di una spirale costituita da una treccia di acciaio armonico del diametro di mm 6, avvolta intorno ad ogni cavo con passo di 80-100 cm.

Le filettature delle barre dovranno essere protette fino alla posa in opera con prodotto antiruggine privo di acidi. Se l'agente antiruggine è costituito da grasso, è necessario sia sostituito con olio prima della posa in opera per evitare che all'atto dell'iniezione gli incavi dei dadi siano intasati di grasso.

Nel caso sia necessario dare alle barre una configurazione curvilinea si dovrà operare soltanto a freddo con macchina a rulli.

Acciai controllati in stabilimento

È obbligo della Direzione Lavori sottoporre a controllo in cantiere le barre di armatura. I campioni verranno prelevati in contraddittorio con l'Impresa e 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 benestare per la posa in opera delle partite sottoposte all'ulteriore controllo in cantiere soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prove 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.

15.2 Stoccaggio ed esecuzione delle opere

Stoccaggio

Prima del loro utilizzo, le barre dovranno essere conservate in un luogo asciutto e al riparo dall'umidità. In particolare dovranno essere tenute sollevate rispetto al suolo.

Taglio e piegatura delle barre

Le armature metalliche dovranno essere tagliate e sagomate in conformità alle prescrizioni della vigente normativa. È tassativamente vietato piegare a caldo le barre; la piegatura dovrà essere eseguita esclusivamente impiegando piegatrici meccaniche o mordiglioni manuali.

Qualora le sagomature dell'acciaio siano eseguite presso centri di trasformazione (come definiti nel cap.11 del D.M. 2008), quest'ultimi dovranno essere dotati di un sistema di controllo della lavorazione, di un direttore tecnico e essere notificati presso il Servizio Tecnico Centrale.

Formazione e collocazione delle gabbie

Qualora si proceda alla composizione delle gabbie metalliche fuori opera, tutti gli incroci dei ferri o comunque i punti di contatto tra ferro e ferro dovranno essere accuratamente fissati con legatura in filo di ferro ricotto per garantire l'indeformabilità delle gabbie stesse nel trasporto dal luogo di composizione al luogo di posa in opera.

In alternativa le gabbie potranno anche venire composte puntandole con saldatura purché eseguita in modo da non danneggiare le barre interessate (utilizzando acciaio dichiarato saldabile dalla ferriera).

Le giunzioni delle barre, quando non siano evitabili, si devono realizzare possibilmente nelle regioni di minor sollecitazione e secondo le prescrizioni della normativa vigente.

Il posizionamento di ciascun ferro sarà ottenuto legandolo con filo di ferro in corrispondenza di ciascun incrocio con le staffe o con le altre barre in modo da ottenere una gabbia entro la quale gli stessi non possono muoversi.

Per evitare l'affioramento delle armature sulle superficie dei getti è obbligatorio l'uso di distanziatori. La superficie dell'armatura più esterna deve distare dalle facce esterne del conglomerato (copriferro) almeno 3 cm (almeno 4 cm per le fondazioni). Copriferrini maggiori di 5 cm, che possono essere fissati in casi particolari e chiaramente indicati sui disegni, richiedono opportuni provvedimenti intesi ad evitare il distacco (per esempio reti).

La gabbia sarà mantenuta in posizione all'interno dei casseri mediante opportuni distanziatori in modo che la posizione dell'armatura risulti quella indicata nei disegni.

Collegamenti di messa a terra

Ai fini di assicurare la continuità delle discese nell'ambito della protezione dell'edificio contro le scariche di origine atmosferica, l'Appaltatore dovrà attenersi alle prescrizioni del progetto dell'impianto elettrico.

15.3 Accettazione delle opere

Le barre non dovranno essere imbrattate da altre sostanze.

Le armature metalliche che presentino superficie grassa o ricoperta da prodotti verniciati dovranno venire preventivamente passate alla fiamma e quindi ben ripulite.

Al momento del getto dovranno risultare pulite e scevre di corrosioni localizzate, scaglie di trafilatura, ruggine libera, ghiaccio, olio ed altre sostanze nocive all'armatura, al calcestruzzo ed alla loro aderenza

Nessun materiale di nessun genere potrà essere incorporato nel calcestruzzo, eccetto il filo di ferro ed i distanziatori interni delle casseforme.

L'Appaltatore dovrà prendere precauzioni affinché i ferri siano collocati nella corretta posizione e in modo tale che non ci siano spostamenti durante i getti.

La D.L., a questo proposito procederà senz'altro alla sospensione dei getti ed alla demolizione di quanto già gettato quando dovesse constatare movimenti od anche solo possibilità di movimento in elementi di armatura metallica e situazioni di non rispetto del copriferro minimo specificato.

Art. 16 - Strutture prefabbricate di calcestruzzo armato e/o precompresso

16.1 Generalità

Prima dell'aggiudicazione dell'appalto l'Impresa dovrà fornire i nominativi dei produttori prescelti che dovranno possedere il marchio CE e rispettare tutte le prescrizioni e i controlli interni che derivano dall'essere assoggettati a tale marchio.

Prima dell'inizio dei lavori il produttore di elementi prefabbricati dovrà fornire al Committente gli elaborati (disegni, particolari costruttivi, ecc.) firmati dal *progettista per il produttore* e dal *responsabile della produzione*, secondo le rispettive competenze, contenenti istruzioni per il corretto impiego dei singoli manufatti, esplicitando in particolare:

- destinazione del prodotto;
- requisiti fisici rilevanti in relazione alla destinazione;
- prestazioni statiche per manufatti di tipo strutturale;
- modalità di trasporto e montaggio;
- prescrizioni per le operazioni integrative o di manutenzione, necessarie per conferire e mantenere nel tempo le prestazioni e i requisiti;
- tolleranze dimensionali;
- certificato di origine firmato dal produttore e dal tecnico responsabile della progettazione;
- estremi dell'autorizzazione del Servizio Tecnico Centrale, copia dell'estratto del registro di produzione e gli estremi dei certificati di verifica preventiva del laboratorio ufficiale nel caso che la serie di fabbricazione sia controllata.

Nella documentazione di cui sopra il *progettista per il produttore* deve indicare espressamente:

- le caratteristiche meccaniche delle sezioni, i valori delle coazioni impresse, i momenti di servizio, gli sforzi di taglio massimo, i valori dei carichi di esercizio e loro distribuzioni, il tipo di materiale protettivo contro la corrosione per gli apparecchi metallici di ancoraggio/appoggio, indicazioni per il loro corretto impiego;

- le prescrizioni relative al carico sui mezzi di trasporto, alle modalità di sollevamento e agli eventuali presidi provvisori (puntelli, rompitratta, controventi) da disporre durante il montaggio;
- se la sezione di manufatto resistente deve essere completata in opera con getto integrativo, la resistenza richiesta;
- la possibilità di impiego in ambiente aggressivo, e le eventuali variazioni di prestazioni che ne conseguono;
- l'eventuale necessità (in relazione all'impiego) di applicare sulle superfici intonaci o rivestimenti protettivi contro il fuoco.

Tutti gli elaborati (disegni, calcoli ecc.) forniti dal prefabbricatore dovranno essere verificati, relativamente al coordinamento e compatibilità con le altre opere realizzate in cantiere e alle assunzioni sulle ipotesi di carico, dal progettista generale dell'opera e dal direttore del cantiere che dovranno apporre la loro firma su detti elaborati.

16.2 Qualità dei materiali

Prove preventive sulle miscele di inerti - cemento - additivi potranno essere svolte, a descrizione della D.L., per effettuare gli opportuni confronti con le prestazioni o con la composizione del calcestruzzo richiesta di progetto.

Per gli elementi precompressi è suggerito l'uso dei seguenti componenti della miscela:

- cemento Portland tipo 525 dosaggio 350 kg/m^3 ;
- inerti lavati e vagliati, suddivisi in 3 classi granulometriche fino a $D_{\max} \text{ mm } 20$, per la realizzazione della densità massima.
- deve essere misurata la quantità di acqua assorbita dagli inerti per il calcolo della corretta quantità di acqua da aggiungere all'impasto;
- rapporto acqua-cemento 0,48, compreso il quantitativo di acqua contenuto negli inerti;
- additivo 0,8% in peso sul cemento;
- slump pari a cm 20;
- resistenza ad 1 giorno 35 N/mm^2 ;
- resistenza a 28 giorni $\geq 50 \text{ N/mm}^2$.

16.3 Esecuzione delle opere

16.3 Produzione dei manufatti

Generalità

Data la tipologia e la modalità di esecuzione delle opere risulta di rilevante importanza l'effettuazione di verifiche in corso d'opera, per le quali è data facoltà alla Direzione Lavori di eseguire prove e verifiche durante il corso dei lavori, sia sui materiali che sugli impasti, i manufatti e la posa.

La D.L. potrà effettuare, a sua discrezione, una visita presso lo stabilimento, al fine di controllare la rispondenza degli elementi prodotti alle prescrizioni del presente capitolato. La Ditta se richiesto dalla D.L. sarà tenuta ad effettuare anche presso lo stabilimento tutte le misurazioni che saranno ritenute necessarie per controllare la geometria dei manufatti.

Le casseforme dovranno consentire l'esatta realizzazione dei manufatti secondo i disegni del Committente, con le tolleranze indicate successivamente e dovranno avere il medesimo livello prestazionale di progetto.

Ogni elemento deve essere munito di opportuni dispositivi per il trasporto ed il sollevamento e per gli presidi antinfortunistici conformemente a schemi e criteri prescritti dalla Ditta costruttrice.

Tali dispositivi devono essere in grado di sopportare, senza che si producano lesioni nella struttura, il peso proprio dell'elemento da sollevare, le azioni dinamiche e gli sforzi derivanti dalla aderenza dell'elemento sui casseri e sulle piste.

In genere tutte le parti metalliche necessarie per la solidarizzazione e che non siano completamente avvolte nel calcestruzzo dovranno essere protette adeguatamente dalle azioni aggressive, unitamente a rondelle, bulloni e spessori metallici in genere anche se questi ultimi saranno successivamente ricoperti di malta o calcestruzzo.

Gli elementi prefabbricati, sia precompressi sia ad armatura ordinaria, quali travi, pilastri, solai autoportanti e lastre di solaio, parapetti, pannelli in genere, cornici ed altri eventuali, dovranno presentarsi privi di disallineamenti apprezzabili rispetto al loro asse e di scostamenti sensibili rispetto al piano dell'elemento.

Le tolleranze di produzione e di montaggio dovranno essere indicate sui disegni di progetto.

Gli elementi prefabbricati verranno realizzati in ambienti al coperto al riparo dagli agenti atmosferici, nel rispetto della normativa vigente.

Casseforme

Le casseforme devono garantire la permanente rispondenza alle tolleranze dimensionali del progetto.

Il materiale da impiegare nella costruzione delle casseforme deve essere inerte nei confronti dell'impasto di calcestruzzo.

La superficie deve essere priva di irregolarità, le casseforme devono permettere agevolmente la pulizia prima del getto e devono essere dotate dei necessari accorgimenti (smussi, sfiati, ecc.) atti a consentire la rapida fuoriuscita dell'aria e quindi un perfetto riempimento.

I criteri costruttivi da seguire nel dimensionamento devono rivolgersi soprattutto alla deformazione massima indotta sulle pareti dalla spinta del calcestruzzo, dalle movimentazioni particolari che la cassaforma può subire nel corso del suo impiego e dall'energia (di vibrazione) impiegata per la compattazione del calcestruzzo. Durante le operazioni di movimentazione delle casseforme non devono essere alterate le caratteristiche fisico-meccaniche dell'elemento prefabbricato.

Trattamento superficiale

Il disarmante deve essere distribuito uniformemente sulle superfici bagnate delle casseforme, deve essere applicato prima del posizionamento delle armature, previa eliminazione dalla superficie dei casseri dei residui di calcestruzzo del getto precedente, non deve disturbare l'azione di presa ed indurimento del calcestruzzo e non deve essere nocivo per le armature e per le casseforme.

Lo strato di calcestruzzo soggetto a ritardo di presa e successivo lavaggio non deve essere preso in conto nella valutazione del ricoprimento delle armature e della sezione resistente.

Compattazione

Le caratteristiche di addensamento (per vibrazione, centrifugazione, scuotimento o altro) devono essere tali da consentire l'adeguata compattazione del calcestruzzo senza arrivare a fenomeni di separazione degli inerti dalla pasta di cemento. Particolare cura dovrà essere per assicurare la compattezza in corrispondenza dei cambiamenti di sezione trasversale, nei volumi ridotti, negli incroci e addensamenti locali di armature e nelle riprese dei getti. Il calcestruzzo durante le fasi di posa e di compattazione dovrà essere protetto contro le radiazioni solari, forti venti, gelate, acqua e neve.

Armature

L'armatura sarà fissata e solidarizzata per evitare spostamenti oltre le tolleranze e per mantenere il copriferro specificato. Il copriferro di progetto dovrà essere mantenuto mediante distanziatori adeguatamente inseriti per posizione e numero. Il posizionamento dei cavi di precompressione sarà eseguito con sistemi tali da assicurare un fissaggio adeguato per mantenere la loro posizione nel rispetto delle tolleranze. La tesatura dei cavi sarà eseguita in conformità con il programma di tesatura prestabilito, la pressione al martinetto e gli allungamenti saranno controllati.

Maturazione

Per la maturazione naturale si devono eseguire particolari controlli sulla resistenza dei manufatti che maturano in condizioni di temperatura, umidità, e ventilazioni estreme, e cioè spiccatamente estive o invernali.

Per la stagionatura artificiale è necessario determinare per via sperimentale il ciclo di stagionatura più idoneo al raggiungimento delle caratteristiche strutturali richieste nei tempi dettati dal ciclo

produttivo scelto, ed all'ottenimento di manufatti privi di cavillature e lesioni pregiudizievoli. Il ciclo di stagionatura scelto deve essere poi controllato nelle temperature, nei tempi e nelle eventuali altre caratteristiche.

A tutti gli elementi di serie omogenee deve venir applicato un ciclo di maturazione e di disarmo tale da garantire l'ottenimento delle caratteristiche prefissate.

Particolari cautele nella definizione del ciclo termico dovranno usarsi nel caso in cui, a pressione ambiente la temperatura superi i 70° C nel calcestruzzo a 4 cm dalle superfici e in cui la variazione di temperatura nella massa in maturazione superi i 20° C da punto a punto. Si dovrà inoltre limitare opportunamente il gradiente termico nel tempo onde evitare una riduzione della resistenza a una limitazione delle microfessurazioni.

16.4 Sformo e Stoccaggio

Generalità

Le casseforme non dovranno essere rimosse fino a quando la resistenza del calcestruzzo non sia adeguata a:

- evitare danni alle superfici e il distacco delle parti più fragili del calcestruzzo, come spigoli o sporgenze;
- sorreggere le azioni applicate all'elemento comprese quelle derivanti dall'adesione alla cassaforma nella formatura;
- impedire deformazioni dovute a fenomeni elastici e anelatici del calcestruzzo che superino, oltre le tolleranze, le previsioni di progetto.

Durante le operazioni di movimento del cassero non devono essere alterate le caratteristiche fisico-meccaniche dell'elemento prefabbricato.

L'operazione di sformatura può avvenire solamente quando il calcestruzzo presenta caratteristiche di resistenza (per elementi precompressi il raggiungimento dell' R_{ck} di progetto) sufficienti a fronteggiare le sollecitazioni di sformo senza fessurazioni o deformazioni pregiudizievoli.

Gli elementi prefabbricati possono essere prodotti normalmente in stampi fissi o mobili.

L'operazione di sformatura induce nell'elemento prefabbricato sollecitazioni dovute a:

- peso proprio;
- forze di aderenza;
- effetto di eventuali coazioni impresse.

16.5 Dispositivi di ancoraggio ai mezzi di sollevamento incorporati nel manufatto

Nella sformatura e successive fasi transitorie di movimentazione i prefabbricati sono sostenuti dai mezzi di sollevamento mediante apposite predisposizioni ricavate od incorporate nell'elemento prefabbricato.

I dispositivi di ancoraggio, dimensionati dal progettista, devono essere chiaramente indicati negli elaborati tecnici, come pure le loro modalità di impiego in fase di sollevamento.

In ogni fase le componenti della forza di sollevamento devono indurre nel prefabbricato e nelle sue singole parti sollecitazioni inferiori a quelle ammissibili in fase di montaggio o deve essere verificato lo stato limite prescelto.

Per quanto attiene al dimensionamento dei dettagli di sollevamento devono essere presi in conto a seconda delle varie fasi:

- peso proprio del manufatto;
- forze di aderenza dello stampo;
- vento;
- effetti dinamici che dovranno essere valutati a seconda del tipo di sollevamento e del sistema di aggancio.

Per ciascun elemento, nel progetto, devono essere indicati: i settori limite entro cui devono essere contenute le risultanti delle forze di sollevamento; i punti di aggancio.

Nei casi in cui siano stati previsti più di due punti di sollevamento occorre inoltre fornire prescrizioni sui dispositivi ausiliari al sollevamento (bilancini).

Le componenti di trazione devono essere affidate unicamente ai dispositivi metallici.

Deve essere assicurata la corretta trasmissione degli sforzi tra i dispositivi metallici ed il calcestruzzo tenendo particolarmente conto dell'età di stagionatura di questo.

I materiali relativi ai dispositivi di ancoraggio di cui sopra, se realizzati in carpenteria metallica, dovranno rispettare le prescrizioni di cui al D.M. 14.01.2008.

Per i ganci ad occhiello realizzati in tondo di cemento armato si utilizzeranno i diametri non superiori a 24 mm limitando l'ancoraggio per sola aderenza sino a 20 mm con un diametro minimo di 8 mm, in ogni caso non sensibilmente arrugginito. I ganci ad occhiello saranno dotati di uncini terminali di forma regolamentare, La sagomatura verrà eseguita su mandrini di diametri pari ad almeno cinque volte il diametro del tondo stesso.

Il collegamento del manufatto alle funi di sollevamento può essere realizzato mediante fori, ganci ad occhiello, boccole filettate o altri dispositivi reperibili in commercio.

È consigliabile adottare opportune modalità di sforno per ridurre le forze di aderenza allo stampo, che possono raggiungere i 4 kN/m^2 di superficie bagnata.

16.6 Stoccaggio

La permanenza in stoccaggio, se necessaria, dovrà avere durata tale da rendere il manufatto idoneo all'impiego.

Le aree di stoccaggio devono essere organizzate in modo da non assoggettare gli elementi a sollecitazioni parassite.

I manufatti andranno perciò depositati preferibilmente in situazione isostatica, evitando l'insorgere di deformazioni permanenti che non siano compatibili con il successivo impiego.

I sostegni debbono garantire la stabilità degli elementi prefabbricati senza ricorrere a mutuo contrasto tra gli elementi stessi. Dovrà inoltre essere assicurata la stabilità contro il ribaltamento.

Dovranno pure essere tenute sotto controllo le condizioni termoigrometriche ambientali.

Adottando la stagionatura artificiale per il passaggio dall'ambiente di maturazione a quello naturale si dovrà tener conto della differenza di temperatura e di umidità onde evitare fenomeni pregiudizievoli. I manufatti dovranno essere contrassegnati in modo visibile e duraturo, per lo meno fino all'eventuale getto di completamento, con la sigla di progetto, la data di fabbricazione ed il peso, quest'ultimo se al di sopra di 8 kN.

Le sollecitazioni parassite possono derivare da:

- flessione da peso proprio in direzione diversa da quelle di calcolo;
- flessione da maturazioni differenziali;
- flessioni da ritiro differenziale.

16.7 Rifinitura

Guasti o difetti, che incidano sulla resistenza a sulla durabilità del manufatto, non possono essere soggetti ad interventi di semplice ripasso.

Per elementi precompressi le testate dei cavi devono essere adeguatamente protette dalle azioni aggressive degli agenti atmosferici.

Tutte le testate ove affiorano i trefoli dovranno essere completamente protette con due mani di pittura epossidica-catramosa; la qualità ed il tipo devono essere preventivamente approvate dalla D.L.

L'Impresa è invitata a mostrare preventivamente alla D.L. tutti i difetti dei getti; quelli "minori" dovranno essere riparati con resina epossidica.

La D.L. ha il potere di giudicare, in relazione all'importanza funzionale del manufatto, quali possano essere considerati difetti "minori" e quali invece non siano accettabili e richiedano o ripristini più consistenti o lo scarto del pezzo.

Si definisce ripasso la serie di operazioni attive che seguono la sformatura e che consistono principalmente nel rifinire, completare o correggere l'aspetto esteriore dell'elemento prefabbricato.

Qualora sia previsto, in questa fase tecnologica, un lavaggio con acqua, occorre evitare che si determinino fessure da shock termico.

16.8 Trasporto

L'elemento deve posare sul mezzo di trasporto secondo gli schemi statici previsti, tenendo conto delle variazioni geometriche che il mezzo può subire durante la marcia.

Dovranno essere prese in considerazione le forze dovute oltre che al peso proprio anche alle azioni dinamiche di varia natura (es. vibrazioni di marcia, forze inerziali di armatura e di curvatura, ecc.) integrando, se necessario, la resistenza dei prefabbricati con vincoli ausiliari od elementi provvisori di irrigidimento predisposti sul mezzo di trasporto.

Queste forze non devono determinare nell'elemento sollecitazioni incompatibili con le sue caratteristiche di resistenza, tenuti presenti gli eventuali vincoli ausiliari predisposti sul mezzo di trasporto.

Non può essere effettuato il trasporto finché la stagionatura dell'elemento non assicuri il raggiungimento delle caratteristiche di resistenza richieste in relazione alla modalità del trasporto stesso.

Per il trasporto a bilico su autotreno, nel realizzare le condizioni di frenata, si disporranno gli appoggi (semplici oppure a bilancino) su ralla di rotazione fissata alla motrice, e su ralla di rotazione con slitta di scorrimento fissata al rimorchio.

16.9 Montaggio

L'Impresa, e per essa il Costruttore, ad ogni effetto di legge ed in forma esclusiva, ha la piena incondizionata responsabilità del montaggio della struttura. Prima della fornitura in cantiere degli elementi prefabbricati dovrà essere predisposto dal fornitore il piano di montaggio delle strutture prefabbricate.

Le squadre di montatori saranno formate da personale addestrato e qualificato.

Mezzi di sollevamento

Prima dell'inizio del montaggio, dovrà essere fatta un'ispezione al cantiere per verificare l'adeguatezza degli accessi, dei mezzi d'opera e delle previste assistenze, delle strutture di supporto già realizzate, nonché delle disposizioni antinfortunistiche. Nel rispetto delle vigenti norme antinfortunistiche, i mezzi di sollevamento dovranno essere proporzionati per la massima prestazione prevista nel programma di montaggio; inoltre nella fase di montaggio dell'elemento prefabbricato, devono aver velocità di posa commisurata con le caratteristiche del piano di appoggio e con quella dell'elemento stesso.

La velocità di discesa, tenute presenti le caratteristiche del piano di appoggio e quelle dell'elemento prefabbricato stesso, deve essere tale da poter considerare non influenti le forze dinamiche d'urto.

L'insieme composto da apparecchio di sollevamento, tirante e apparecchio di sospensione, dovrà essere studiato e predisposto per ottenere in ogni fase il rispetto degli schemi progettuali redatti.

Posizionamento

Gli elementi vanno posizionati come e dove indicato in progetto.

In presenza di getti integrativi eseguiti in opera, che concorrono alla stabilità della struttura anche nelle fasi intermedie, il programma di montaggio sarà condizionato dai tempi di maturazione richiesti per questi, secondo le prescrizioni di progetto.

Il raggiungimento della posizione può essere ottenuto:

- per riscontro;
- per tracciamento.

Si ha posizionamento per riscontro quando l'elemento trova la sua sede predisposta e realizzata in precedenti fasi della costruzione. Queste sedi devono essere proporzionate per reggere con sicurezza e senza deformazioni le vicissitudini inerenti la posa ed alla successiva registrazione.

Si ha posizionamento per tracciamento quando i riferimenti per individuare la posizione di posa sono inaccessibili o invisibili. In questo caso sono necessarie operazioni di tracciamento con tecniche e sussidi tecnici che devono essere adeguati alle tolleranze prescritte in progetto.

Durante le fasi di montaggio la corretta posizione dei supporti, le condizioni dei giunti e la sistemazione globale della struttura saranno controllate effettuando le necessarie correzioni.

Le lastre di solaio verranno posate sulle travi mediante interposizione di cuscinetti d'appoggio in neoprene o materiale simile o garantendo comunque un adeguato vincolo sul supporto.

Le lastre di solaio verranno generalmente accostate l'una all'altra al fine di realizzare superfici continue e per consentire, ove necessario, la realizzazione di getti integrativi di conglomerato. Inoltre al fine di evitare l'eventuale ristagno di acqua infiltrata nelle cavità esistenti (solai alveolari) si dovrà provvedere alla preventiva formazione di opportuni fori di scolo.

Tutti i pezzi devono essere muniti del contrassegno di individuazione riscontrabile sui disegni di progetto per facilitare il loro corretto posizionamento in corso d'opera.

Stabilità durante il montaggio

L'elemento può essere svincolato dall'apparecchiatura di presa solo dopo che è stata assicurata la sua stabilità.

L'elemento deve essere stabile di fronte all'azione del:

- peso proprio del manufatto;
- vento;
- azioni di successive operazioni di montaggio;
- azioni orizzontali convenzionali;
- azioni dovute a sollecitazioni esterne di progetto (sisma, ecc.).

L'attrezzatura impiegata per garantire la stabilità nella fase transitoria che precede il definitivo completamento dell'opera deve essere munita di apparecchiature, ove necessarie, per consentire, in condizioni di sicurezza, le operazioni di registrazione dell'elemento (piccoli spostamenti delle tre coordinate, piccole rotazioni, ecc.) e, dopo il fissaggio definitivo degli elementi, le operazioni di recupero dell'attrezzatura stessa, senza provocare danni agli elementi stessi.

Deve essere previsto nel progetto un ordine di montaggio tale da evitare che si determinino strutture temporaneamente labili o instabili nel loro insieme.

16.10 Unioni

La realizzazione delle unioni dovrà rispettare fedelmente le indicazioni di progetto.

Nelle unioni effettuate con getto di sutura si porrà particolare attenzione alla qualità del calcestruzzo (problemi legati a piccoli volumi di getto, scelta di idonea granulometria degli inerti e degli opportuni additivi, ecc.) ed ai relativi tempi di maturazione.

Tutti gli ancoraggi alle strutture portanti dovranno essere effettuati mediante piastre, tirafondi e bulloni in acciaio trattati e protetti adeguatamente dalle azioni aggressive esterne.

Tutti i giunti strutturali, anche tra elementi prefabbricati, dovranno contenere armature o dispositivi di appoggio appositamente dimensionati per trasmettere le azioni previste nel dimensionamento dell'opera. Non è mai consentito fare affidamento sull'attrito conseguente ai carichi gravitazionali per assicurare la trasmissione di forze orizzontali tra parti della struttura.

16.11 Accettazione delle opere

Le opere eseguite si intenderanno accettate solo se rispondenti a quanto prescritto relativamente ai materiali da utilizzare e alle modalità di esecuzione delle opere, nonché alle prescrizioni contenute nelle tavole progettuali.

Ogni modifica al disegno del manufatto prefabbricato, che l'Impresa intenderà richiedere per soddisfare le esigenze costruttive dei casseri, dovrà essere concordata col progettista e approvata dalla D.L.; anche se essa consisterà in variazioni dimensionali minime.

Dovrà essere verificata la rispondenza delle opere eseguite a quanto prescritto nei disegni e nelle istruzioni di progetto e di montaggio, specialmente nei riguardi dell'accuratezza della posa degli elementi prefabbricati e del rispetto delle tolleranze e della disposizione delle armature e dei sistemi di appoggio e giunzione.

Gli spigoli dovranno essere smussati e la superficie dovrà presentarsi senza lesioni di sorta.

Gli elementi che dovessero presentare cavillature, anche minime, saranno scartati e dovranno essere sostituiti a totale carico dell'Impresa. Solamente in casi particolari, ed a proprio insindacabile giudizio, la D.L. potrà esaminare la possibilità di effettuare interventi di ripristino, che saranno comunque a totale carico dell'Impresa.

I giunti a vista fra elementi prefabbricati accostati, ad esempio lastre di solaio, dovranno risultare allineati e complanari e si dovranno ritoccare se giudicati non accettabili dalla D.L.

Verifiche delle tolleranze dimensionali e della corrispondenza dei manufatti al progetto

La direzione lavori è tenuta a verificare la corrispondenza dei manufatti al progetto sotto tutti gli aspetti rilevabili al montaggio (forme, dimensioni, e relative tolleranze), escludendo l'impiego di manufatti non rispondenti, e la corrispondenza della marcatura CE.

16.12 Controlli e collaudi

Controllo di produzione e di accettazione

I controlli sui materiali dovranno essere eseguiti in conformità alle prescrizioni di legge vigenti.

Per il calcestruzzo impiegato con fini strutturali nei centri di produzione dei componenti prefabbricati di serie, il tecnico abilitato che assume le responsabilità stabilite dalla legge per il direttore dei lavori dovrà effettuare il controllo continuo del conglomerato secondo le prescrizioni di cui al D.M. 14.01.2008.

Il tecnico suddetto provvederà alla trascrizione giornaliera dei risultati su appositi registri di produzione con data certa, da conservare per dieci anni da parte del produttore. Detti registri devono essere disponibili per i competenti organi del Ministero dei lavori pubblici - Servizio tecnico centrale, per i direttori dei lavori e per tutti gli aventi causa nella costruzione.

Le prove di stabilimento dovranno essere eseguite a ventotto giorni di stagionatura e ai tempi significativi nelle varie fasi del ciclo tecnologico, secondo le modalità delle norme vigenti.

Inoltre dovranno eseguirsi controlli del calcestruzzo a ventotto giorni di stagionatura da parte di Laboratorio Ufficiale o autorizzato per non meno di un prelievo ogni cinque giorni di produzione effettiva per ogni tipo di calcestruzzo omogeneo.

Sarà cura del tecnico abilitato, che assume la responsabilità del direttore dei lavori, di annotare sullo stesso registro i risultati delle prove di stabilimento e quelle del Laboratorio Ufficiale o autorizzato.

Ogni fornitura dovrà essere accompagnata da un documento attestante i risultati delle prove a compressione su cubi di calcestruzzo ottenute in stabilimento, e dovrà successivamente essere integrata con la documentazione dei risultati delle prove del Laboratorio Ufficiale o autorizzato.

Procedure per il collaudo statico

Fermo restando il disposto delle norme tecniche sulle opere in c.a. - c.a.p. e acciaio, relative al collaudo statico, su strutture prefabbricate già assemblate e poste in opera si devono eseguire controlli atti a verificare la rispondenza dell'opera ai requisiti di progetto; data la tipologia e le modalità di esecuzione delle opere è significativa e rilevante la funzione del collaudatore in corso d'opera.

Fondamentale è il preventivo controllo della posa degli elementi prefabbricati e del rispetto del progetto nelle tolleranze e nelle disposizioni delle armature e dei giunti.

Le prove di carico, ove ritenute necessarie dal collaudatore, dovranno accertare il comportamento statico dei prefabbricati nel complesso strutturale; esse rispetteranno le modalità sotto indicate e non potranno avere luogo prima che sia stata raggiunta per i getti in opera la resistenza che caratterizza la classe del conglomerato prevista e, in mancanza di precisi accertamenti al riguardo, non prima di 28 giorni dall'ultimazione del getto.

A questi effetti si deve tener conto delle eventuali variazioni di temperatura durante la maturazione dei getti. Le prove di carico possono essere eseguite, prima del montaggio, su singoli componenti isolati, purché i risultati ottenuti siano rappresentativi, a giudizio del collaudatore, dell'effettivo comportamento dei componenti inseriti nel complesso. Di regola si dovranno riprodurre sulle strutture le sollecitazioni massime di progetto. In relazione al tipo della struttura ed alla natura dei carichi le prove devono essere convenientemente protratte nel tempo.

Ove la prova di carico sia omessa, sarà pur sempre compito e responsabilità del collaudatore condurre altre verifiche, ad esempio mediante ispezione in corso d'opera, l'impiego di prove non distruttive (sclerometriche, ecc.), il prelievo dei campioni, ecc. Nel caso di serie controllata devono essere acquisiti dal collaudatore i risultati delle prove sui materiali (acciai e calcestruzzo indurito) eseguite dal Laboratorio Ufficiale o autorizzato.

Uso e manutenzione

Ogni elemento prodotto deve essere contrassegnato in modo indelebile con le seguenti caratteristiche:

- marchio identificativo del produttore;
- identificazione dello stabilimento di produzione;
- numero identificativo dell'elemento (se necessario);
- data del getto;
- peso dell'elemento (se superiore agli 8 KN).

I dati di cui sopra vanno accompagnati a parte (per es. nella bolla di consegna) con le seguenti informazioni integrative:

- nome del produttore;
- indirizzo dello stabilimento di produzione;
- identificazione del prodotto (denominazione commerciale);
- norme tecniche coinvolte.

Il produttore dovrà fornire al committente la documentazione necessaria per il montaggio degli elementi prefabbricati nel complesso strutturale dell'opera. Tale documentazione dovrà di regola comprendere:

- i disegni d'assieme che indichino la posizione e le connessioni degli elementi nel complesso dell'opera;
- la relazione sulle caratteristiche dei materiali richiesti per le unioni degli elementi e le eventuali opere di completamento;

- le istruzioni di montaggio con i necessari dati per la movimentazione, la posa, la regolazione ed il completamento, comprese le misure antinfortunistiche relative al piano di sicurezza.

Oltre ai dati sopraelencati, la documentazione dovrà essere completata, ove richiesto, con i dati relativi all'isolamento termico e acustico e alla resistenza al fuoco.

Va inoltre fornita al committente la documentazione progettuale degli elementi prefabbricati, consistente in:

- una relazione di calcolo completa delle necessarie verifiche di resistenza e di esercizio;
- disegni esecutivi per la produzione degli elementi compresi i particolari costruttivi ed i dati sui materiali.

Per le strutture prefabbricate infine il produttore fornirà al committente un apposito fascicolo di istruzioni per il corretto impiego della costruzione, con esplicitati la destinazione d'uso, le prestazioni statiche previste, le prescrizioni per eventuali operazioni integrative o di manutenzione programmate per preservare nel tempo le prestazioni dichiarate.

Alla proprietà della costruzione spetta la responsabilità del suo corretto uso, con il rispetto delle previste destinazioni e dei limiti di sovraccarico, con l'attività di ordinaria manutenzione e con gli eventuali ulteriori interventi previsti dalle citate istruzioni di esercizio.

Nel caso di cambiamento d'uso dell'opera, la proprietà deve provvedere a fare effettuare una verifica strutturale di progetto dell'intera opera da tecnico a ciò abilitato, detta verifica firmata, dovrà essere conservata agli atti.

16.13 Solai prefabbricati in c.a.p.

Si prevedono orizzontamenti realizzati con elementi di solaio e travi in calcestruzzo armato precompresso.

Gli elementi prefabbricati a lastra alveolare dovranno essere realizzati nel rispetto della specifica normativa di marcatura CE.

Il produttore dovrà fornire tutta la documentazione tecnica prevista dalle normative, compreso il piano di montaggio degli elementi stessi.

16.14 Accettazione delle opere

Le opere dovranno essere rispondenti alle indicazioni di progetto con particolare riguardo alla disposizione delle armature e ai getti che devono essere omogenei e ben collegati con le strutture adiacenti.

Non potranno essere accettati ferri in vista, screpolature, macchie di ruggine o altri difetti emersi a opere ultimate.

Art. 17 - Opere e strutture in acciaio.

17.1 Generalità

Tutte le strutture metalliche vengono realizzate con profilati, lamiere e piatti in acciaio come prescritto sui disegni esecutivi di progetto.

Tutti i materiali dovranno essere nuovi ed esenti da difetti occulti.

Le carpenterie metalliche quali scale, pianerottoli, parapetti, griglie, botole e chiusini, dovranno essere protette dalla corrosione mediante zincatura a caldo (in quantità non inferiore a 400 g/m²).

Per le strutture metalliche rivestite, per le quali non è previsto uno specifico ciclo di pitturazione, dovrà comunque essere applicata una mano di primer antiruggine ai fosfati di zinco o altro primer di adeguate caratteristiche data a pennello od a spruzzo.

Dovranno essere forniti:

- certificati di collaudo degli acciai secondo EN 10204;
- certificati di marcatura CE.

Le strutture metalliche dovranno essere lavorate presso Centri di Trasformazione riconosciuti dal Servizio Tecnico Centrale del C.S.LL.PP.

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche si rimanda alle prescrizioni di legge sia per quanto riguarda il numero dei saggi da prelevare che per le modalità di prelievo e di prova.

Le analisi chimiche devono essere riferite al prodotto finito.

17.2 Controlli di accettazione e certificati

Il Costruttore è tenuto ad accompagnare ogni fornitura con:

- certificati di collaudo degli acciai secondo EN 10204;
- certificati di marcatura CE.

Le strutture metalliche dovranno essere lavorate presso Centri di Trasformazione riconosciuti dal Servizio Tecnico Centrale del C.S.LL.PP.

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche si rimanda alle prescrizioni di legge sia per quanto riguarda il numero dei saggi da prelevare che per le modalità di prelievo e di prova.

Le analisi chimiche devono essere riferite al prodotto finito.

17.3 Procedimenti di saldatura

Saranno necessarie delle prove preliminari dei procedimenti di saldatura per la scelta degli elettrodi, del preriscaldamento e delle tecniche esecutive, in numero e tipo da stabilire.

Possono essere impiegati i seguenti procedimenti:

- saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti;
- saldatura automatica ad arco sommerso;
- saldatura automatica o semiautomatica sotto gas protettore (CO₂ o sue miscele).

Elettrodi

Per la saldatura manuale ad arco devono essere impiegati elettrodi rivestiti rispondenti al D.M. 14.01.2008.

Per gli altri procedimenti di saldatura si devono impiegare i fili, i flussi (o i gas) e la tecnica esecutiva usati per le prove di qualifica del procedimento di cui al punto seguente.

Gli elettrodi devono essere usati con il tipo di corrente e di polarità per cui sono stati omologati. Devono altresì essere adottate tutte le precauzioni prescritte dal produttore degli elettrodi con particolare riguardo alla conservazione dell'asciutto e, in genere, alla preessiccazione degli elettrodi a rivestimento basico.

Il diametro dell'anima degli elettrodi rivestiti, per saldatura manuale, usati nella saldatura di un giunto, deve essere fissato in relazione allo spessore, al tipo di giunto ed alla posizione della passata nel giunto; in generale deve essere non maggiore di 6 mm, per saldature in piano e di 5 mm per saldature in verticale.

Prove preliminari dei procedimenti di saldatura

Vale quanto prescritto nel D.M. 14.01.2008 che si intende qui integralmente riportato.

Qualifica dei saldatori

Sia in officina che in cantiere, le saldature da effettuare con elettrodi rivestiti devono essere eseguite da operai che abbiano superato le prescritte prove di qualifica per la classe relativa al tipo di elettrodo ed alle posizioni di saldatura previste. Le saldature da effettuare con altri procedimenti devono essere eseguite da operai sufficientemente addestrati all'uso delle apparecchiature relative ed al rispetto delle condizioni operative stabilite in sede di approvazione del procedimento.

Classi di saldature

Vale quanto prescritto nel D.M. 14.01.2008 che si intende qui integralmente riportato.

Esecuzione delle saldature

Devono essere adottate le sequenze di saldatura e le condizioni di vincolo più opportune, al fine di ridurre per quanto possibile le tensioni residue da saldatura e facilitare l'esecuzione dei giunti saldati; devono essere osservate anche le prescrizioni che verranno stabilite per il preriscaldamento

locale in relazione agli spessori, ai tipi di acciaio ed alla temperatura ambiente durante la costruzione.

La superficie di ogni passata deve essere liberata dalla scoria prima che vengano effettuate le passate successive; egualmente la scoria deve essere localmente asportata in corrispondenza delle riprese di una medesima passata. Nella saldatura manuale si deve evitare l'accensione degli elettrodi sulle lamiere accanto al giunto. Le estremità dei cordoni di saldatura dei giunti di testa, nella saldatura automatica e semiautomatica, devono essere sempre fatte su prolunghe; nel caso di saldature manuali ciò deve essere fatto almeno per i giunti di I classe.

Nei giunti di testa ed in quelli a T a completa penetrazione effettuati con saldatura manuale, il vertice della saldatura deve essere sempre asportato per la profondità richiesta per raggiungere il metallo perfettamente sano, a mezzo di scalpellatura, smerigliatura, o altro adeguato sistema, prima di effettuare la seconda saldatura (nel caso di saldature effettuate dai due lati) o la ripresa. Qualora ciò non sia assolutamente possibile, si deve far ricorso alla preparazione a V con piatto di sostegno, che è peraltro sconsigliata nel caso di strutture sollecitate a fatica.

La parte da saldare deve essere protetta dalle intemperie; in particolare, quando viene fatto uso di saldatura con protezione di gas, dovranno essere adottati schemi efficaci di protezione contro il vento.

La preparazione dei lembi da saldare deve essere effettuata mediante macchina utensile, smerigliatrice ad ossitaglio automatico, e dovrà risultare regolare e ben liscia.

L'ossitaglio a mano può essere accettato solo se una adeguata successiva ripassatura alla smerigliatrice avrà perfettamente regolarizzato l'asperità del taglio.

I lembi, al momento della saldatura, devono essere esenti da incrostazioni, ruggine, scaglie, grassi, vernici, irregolarità locali ed umidità.

La distanza dei lembi dei giunti di testa e dei giunti a T a completa penetrazione devono essere secondo UNI 11001. Nei giunti a T con cordoni d'angolo i pezzi devono essere a contatto; è tollerato un giuoco massimo di 3 mm per spessori maggiori di 10 mm, da ridurre adeguatamente per spessori minori o per casi particolari.

Il disallineamento dei lembi deve non essere maggiore di 1/8 dello spessore con un massimo di 1.5 mm; nel caso di saldatura manuale ripresa al vertice, si può tollerare un disallineamento di entità doppia.

Controllo delle saldature

Le saldature devono essere controllate a cura del Costruttore con adeguati procedimenti (magnetoscopici, radiografici, ultrasuoni, ecc.) e non devono presentare difetti quale mancanza di penetrazione, depositi di scorie, cricche di lavorazione, mancanza di continuità, ecc.

I controlli eseguiti devono essere contromarcati con punzonature sui pezzi, in modo da consentire la loro identificazione successiva in base alla documentazione da inviarsi al Committente.

L'estensione di tali controlli sarà concordata con la D.L. che giudicherà sulla estensione dei controlli proposta dal Costruttore ed eventualmente, se carente, ne richiederà una estensione.

17.4 Montaggio delle strutture in acciaio

Il montaggio deve essere eseguito secondo le migliori tecniche ed in osservanza del D.M. 14.01.2008, delle leggi e norme antinfortunistiche vigenti.

Parti annegate nei getti

Le parti destinate ad essere incorporate in getti di conglomerato cementizio non devono essere verniciate, bensì accuratamente sgrassate e sabbiate.

17.5. Normativa di riferimento

Oltre alla normativa nazionale relativa alle opere strutturali, la normativa di riferimento relativa alle strutture metalliche è quella sotto indicata.

- Ente Ferrovie dello Stato - Istruzione n.° I/SC/PS-OM/2298 del 02 Giugno 1995 - Sovraccarichi per il calcolo dei ponti ferroviari – istruzioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo
- Ente Ferrovie dello Stato - Istruzione n.° 44/S – Specifica tecnica per la saldatura ad arco di strutture destinate a ponti ferroviari
- Ente Ferrovie dello Stato - Istruzione n.° 44/F – Verifica a fatica dei ponti ferroviari

Le strutture dovranno inoltre essere collegate tra loro e all'impianto di messa a terra secondo la normativa prevista dalle Ferrovie Nord concordandone i dettagli con la D.L..

17.6. Materiali

Dovranno essere utilizzati solo materiali nuovi ed esenti da difettosità; i materiali dovranno essere dotati di certificazione di origine comprovante le caratteristiche meccaniche e chimiche.

È facoltà della Direzione dei Lavori sottoporre a controllo in cantiere i profilati. In questo caso i campioni verranno prelevati in contraddittorio con l'Appaltatore ed inviati a cura della Direzione dei Lavori ed a spese dell'Appaltatore ad un Laboratorio Ufficiale.

Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.

Salvo indicazioni particolari riportate nei disegni si utilizzeranno i seguenti materiali:

- profilati	S 355 JO	UNI EN 10025
- piatti	S 355 JO	UNI EN 10025
- pioli Nelson ($f_yk = 355 \text{ N/mm}^2$)	EX ST 373K	DIN 17100
- tirafondi	S 355 JO	UNI EN 10025

- saldature con elettrodi E 52 4B UNI 5132

17.7. Tolleranze

a) Tolleranze di costruzione

Le tolleranze di costruzione dovranno essere compatibili con quelle relative all'opera finita, tenuto conto delle modalità di montaggio. Le tolleranze sul posizionamento delle linee dei baricentri delle aste rispetto agli unifilari teorici non dovrà essere superiore al minore tra i seguenti valori: 1/1000 della dimensione dell'elemento; 1 mm

b) Tolleranze finali

Le tolleranze finali dovranno corrispondere alle migliori regole costruttive, tenuto conto della funzionalità dell'opera. La tolleranza sulla dimensione generale di ogni elemento principale (archi, arcarecci, controventi) dovrà essere non superiore al minore tra i seguenti valori: 1/1000 della dimensione dell'elemento; 5 mm

Le tolleranze sul posizionamento delle piastre di appoggio non dovrà essere superiore a 3 mm.

15.6.3 Sigillatura delle piastre di base

Le piastre di appoggio degli arconi appoggeranno sulle pile in c.a. tramite letto di malta espansiva cementizia, non aggressiva nei confronti degli ancoraggi.

17.8 Trattamenti Protettivi

a) Acciaio FE 510 per carpenteria: tutte le superfici metalliche esposte saranno adeguatamente protette con opportuni trattamenti in modo da limitare gli interventi di manutenzione nel tempo. Le superfici saranno trattate nel modo seguente:

- sabbiatura grado SA 2.5 secondo Svensk Standard: trattamento di sabbiatura si dovrà eseguire anche all'interno degli elementi tubolari, in modo da asportare il più possibile incrostazioni di ruggine od altro.

- zincatura con trattamento di protezione contro la corrosione mediante immersione in vasche contenenti zinco fuso alla temperatura di circa 450°C previo decapaggio, lavaggio ecc. e quanto necessario per ottenere un prodotto finito secondo norma UNI EN ISO 1461

Art. 18 - Opere di impermeabilizzazione

Le opere di impermeabilizzazione servono a evitare la penetrazione di acqua in elementi strutturali.

Si prevede l'impiego di materiali prodotti da Ditte di comprovata affidabilità da applicare sulle superfici a vista della soletta previa pulizia accurata da polveri, bave di boiaccia, e previa sigillatura di vespai e incavature residue.

18.1 Qualità dei materiali

L'impermeabilizzazione delle opere in c.a. dovrà evitare che l'acqua possa penetrare all'interno dei manufatti e, ove previsto, dovrà contenere l'acqua all'interno della galleria per evitarne l'aspirazione nel terreno.

L'impermeabilizzazione sarà realizzata con la seguente stratigrafia:

1- L'impermeabilizzazione avverrà su strato in pendenza realizzato mediante cappa cementizia collaborante, o non. La superficie sarà opportunamente preparata attraverso:

- Predisposizione e regolarizzazione delle superfici orizzontali al fine di renderle lisce, regolari ed idonee a ricevere la stratigrafia impermeabile
- Predisposizione dei risvolti verticali a scendere al fine di renderli lisci, regolari ed idonei a ricevere la stratigrafia impermeabile
- Accurata pulizia con scopa delle superfici da rivestire

Il supporto dovrà essere reso liscio, pulito, asciutto, con angoli e spigoli regolari.

2- Realizzazione di strato di compensazione e regolarizzazione in tessuto non tessuto agugliato 100% di polipropilene del peso di 800 g/m², avente le seguenti caratteristiche:

- Resistenza a trazione media a norma EN ISO 10319: 40 (-13%) kN/m
- Allungamento a carico massimo medio a norma EN ISO 10319: > 50%
- Resistenza al punzonamento statico CBR a norma EN ISO 12236: 2,8 (-10%) kN
- Massa areica a norma EN ISO 9864: 800 (-10%) g/m²
- Capacità di flusso perpendicolare al piano a norma EN ISO 11058: 35 (-30%) l/m²s

Lo strato dovrà essere posato a secco con sovrapposizione dei teli di 10 cm circa.

3 – Realizzazione di manto impermeabile sintetico realizzato in PVC-P, senza armatura interna, prodotto mediante processo di "multi-extrusion" con materie prime di alta qualità. Con strato di segnalazione (signal layer) colore arancione.

Avente certificazione di prodotto e marchiatura CE in conformità alla norma EN 13491.

Spessore effettivo 2,0 mm (-5/+10%) a norma EN 1849-2.

Avente le seguenti caratteristiche:

- Massa areica secondo EN 1849-2: 2,7 kg/m² (-5/+10%)
- Impermeabilità all'acqua secondo EN 1928: Impermeabile (metodo B 24 ore a 0,5 N/mm²)
- Reazione al fuoco secondo EN 13501-1: Euroclasse E
- Resistenza al taglio della saldatura secondo EN 12317-2: $\geq 10,5$ N/mm²
- Resistenza alla trazione secondo EN 12311-2: ≥ 17 N/mm²
- Allungamento a rottura secondo EN 12311-2: ≥ 300 %

- Resistenza al punzonamento statico secondo EN ISO 12236: $\geq 2,5$ kN
- Resistenza alla lacerazione secondo EN 12310-2: ≥ 100 N/mm
- Stabilità dimensionale a caldo secondo EN 1110 (70°C / 2 ore): stabile
- Piegatura a bassa temperatura secondo EN 495-5: ≤ -25 °C
- Resistenza alle soluzioni acide ed alcaline secondo DIN 16726 (28 gg a 23 °C): $\pm 20\%$
- Produzione certificata secondo sistema ISO 9001 e ISO 14001.
- Non contiene sostanze tossiche o nocive per l'uomo e l'ambiente, prova di migrazione in accordo al D.M. 21.03.73 e successivi: migrazione cloruro di vinile $< 0,0005$ mg/dm².

Avente formulazione specifica per applicazioni in stratigrafie coperte, per l'impermeabilizzazione di gallerie ed opere interrato.

Lo strato dovrà essere posato a secco con sovrapposizione dei teli di 8-10 cm circa. Termosaldatura dei sormonti mediante aria calda con metodologie manuali ed automatiche, previa pulizia con specifico pulitore se necessario. Le termo-saldature manuali saranno realizzate mediante puntatura, presaldatura interna, saldatura finale esterna a tenuta.

4 – Realizzazione di manto di protezione meccanica realizzato in PVC-P, senza armatura interna, prodotto mediante processo di "multi-extrusion" con materie prime di alta qualità, realizzato in monocoloro nero.

Spessore effettivo 2,0 mm (-5/+10%) a norma EN 1849-2.

Avente le seguenti caratteristiche:

- Massa areica secondo EN 1849-2: 2,7 kg/m² (-5/+10%)
- Resistenza al punzonamento statico secondo EN ISO 12236: $\geq 2,5$ kN
- Produzione certificata secondo sistema ISO 9001.

Avente formulazione specifica per applicazione come strato di protezione meccanica.

Lo strato dovrà essere posato a secco con sovrapposizione dei teli di 8-10 cm circa. Saldatura continua dei sormonti mediante aria calda con metodologie manuali ed automatiche, previa pulizia con specifico pulitore se necessario.

5 - Protezione meccanica della stratigrafia impermeabile realizzata mediante getto di cappa cementizia realizzata con calcestruzzo di adeguata granulometria, avente spessore indicativo ≥ 6 cm. La cappa, armata con rete elettrosaldata, dovrà essere dimensionata per resistere senza rotture ai carichi statici ed alle sollecitazioni dinamiche cui sarà soggetta, sia in fase cantieristica che in fase di esercizio.

Lungo i perimetri della cappa cementizia dovrà essere applicato uno strato continuo ammortizzante in lastre/fogli di materiale espanso, per evitare il danneggiamento dei risvolti verticali dell'impermeabilizzazione dovuto alle dilatazioni termiche della cappa cementizia ed alle relative spinte sui bordi.

La posa della cappa cementizia e dell'eventuale armatura sarà realizzata avendo la massima cura di non danneggiare la stratigrafia impermeabile sottostante.

6 - Raccordo a scendere dell'impermeabilizzazione alle pareti realizzato con specifico profilo terminale a sezione sagomata, realizzato in lamiera di acciaio zincata rivestita su una faccia con manto in pvc-p.

Avente le seguenti caratteristiche:

- spessore 0,6 mm lamiera + 1,2 mm manto Mapeplan (PVC-P)
- sviluppo 165 mm

Posato a secco con successivo fissaggio meccanico alle pareti mediante applicazione di elementi di fissaggio (viti per cemento, tasselli ad espansione) idonei alla tipologia di supporto. I profili saranno posati avendo cura di mantenere un corretto allineamento.

Al disotto del profilo sarà applicata una guarnizione continua in polietilene espanso larghezza 50 mm spessore ≥ 3 mm.

Il risvolto a scendere del manto impermeabile di copertura sarà termosaldato in continuo al profilo terminale.

18.2 Accettazione delle opere

L'opera deve rispettare quanto indicato dal capitolato e del fornitore sia nelle caratteristiche dei materiali che nella posa. Il manto dovrà essere integro senza fessurazioni, infiltrazioni e ristagni; dovrà rispettare le pendenze e le sagome di progetto. La corretta applicazione della membrana dovrà garantire le prestazioni in opera del manto impermeabilizzante. Il trattamento di finitura della superficie superiore deve consentire la massima pulizia durante le operazioni di posa in opera e minor impatto ambientale, in termini di rilascio di sostanze pulverulenti.

Ove non diversamente specificato i valori e le tolleranze sono determinati secondo le Norme UNI 8202 e le Direttive Comuni UEAtc per le membrane bitume-polimero SBS.

La saldatura dei giunti verrà eseguita per termofusione con apposite saldatrici a controllo automatico di velocità, temperatura e pressione, predisposte per effettuare una doppia saldatura senza soluzione di continuità da un estremo all'altro del giunto, in modo da permettere la prova di tenuta del giunto ad aria compressa.

La tenuta dei giunti dovrà essere verificata con aria alla pressione di 0,4 bar; la eventuale perdita di pressione dopo 15-20 min non dovrà superare 0,1 bar.

Il controllo delle saldature dovrà essere sistematico; nel caso qualche prova dia esito negativo, l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, al rifacimento delle saldature difettose, eventualmente anche con sostituzione delle guaine compromesse, mentre la Direzione Lavori potrà ordinare che vengano sottoposti a prove tutti i giunti senza che per questo l'impresa stessa possa reclamare alcun compenso.

I giunti strutturali e le riprese di getto, ove non presente l'impermeabilizzazione, dovranno garantire la tenuta all'acqua attraverso l'impiego di idonei giunti idroespansivi o water-stop.

I giunti impermeabili idroespansivi dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- essere a base di gomme e polimeri o contenere componenti bentonitici;
- mantenere le proprietà in presenza permanente di acqua;
- assicurare impermeabilità con pressioni idrostatiche superiori a 1,5 atm;
- rigonfiamento in acqua non inferiore al 100%.

Il giunto sarà posizionato all'interno dello spessore di calcestruzzo.

Art. 19- Obbligo di garantire le assistenze murarie.

L'Appaltatore dovrà fornire ogni assistenza in termini di fornitura di materiali (calcestruzzi, betoncini di sigillatura, malte), di reperimento di maestranze e attrezzature per tutte le assistenze necessarie alla realizzazione delle opere a perfetta regola d'arte.

In particolare ogni qualvolta viene effettuata una operazione in cantiere da parte di personale appartenente a Fornitori dell'Appaltatore per opere specialistiche, l'Appaltatore garantirà l'assistenza di suo personale per le esigenze del caso. Segnatamente il montaggio delle strutture metalliche sarà effettuato da personale direttamente messo a disposizione dalla Casa fornitrice che provvederà anche ai mezzi di sollevamento e agli operatori specializzati, restandone pienamente responsabile. Tuttavia l'Appaltatore sarà tenuto a rendere disponibile personale, macchinari ed attrezzature previo accordo con i montatori per tutti gli interventi previsti od imprevisi che si possano ipotizzare, e nei tempi richiesti dalla Casa fornitrice stessa.

Art. 20 - Palificate

20.1 Pali trivellati ad elica continua

Con tale denominazione si vengono ad identificare i pali realizzati mediante infissione nel terreno per rotazione di una trivella ad elica - formata da un piatto in acciaio sagomato elicoidalmente e saldato attorno ad un'asta cava - continua, dall'estremo superiore a quello inferiore dell'asta.

L'utensile di scavo, a terminazione dell'elica, è munito di denti in acciaio duro che agevolano la penetrazione nel terreno. Per evitare l'ingresso di terreno all'interno dell'asta cava, in fase di perforazione, all'estremità inferiore dell'asta stessa viene collocato un tappo in acciaio.

La rotazione dell'attrezzo è garantita da una tavola rotary applicata in testa e dotata di coppia torcente e sforzo assiale sufficienti a penetrare il terreno vincendone la resistenza.

In fase di avanzamento non vi è asportazione di materiale. Una volta che l'estremità inferiore dell'elica ha raggiunto la profondità richiesta, inizia il getto del calcestruzzo che viene pompato attraverso l'asta cava coassiale all'elicoide con apertura simultanea del tappo in acciaio, mentre contemporaneamente viene estratta l'elica carica di terreno.

La gabbia di armatura viene posata nel calcestruzzo fresco, gettato fino al piano di lavoro.

20.3 Preparazione del piano di lavoro

L'Impresa dovrà aver cura di accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che, se incontrati durante l'esecuzione dei pali, possono recare danno alle maestranze di cantiere o a terzi.

Durante le operazioni di perforazione si dovrà tenere conto della esigenza di non peggiorare le caratteristiche meccaniche del terreno circostante il palo, si dovrà quindi minimizzare e/o evitare:

- rammollimento di strati coesivi, minimizzando e/o annullando l'intervallo di tempo tra la perforazione e il getto del palo;
- la diminuzione di densità relativa (D_r) degli strati incoerenti;

- la diminuzione delle tensioni orizzontali efficaci, proprie dello stato naturale.

20.4 Prove tecnologiche preliminari

La scelta delle attrezzature di scavo e gli associati dettagli esecutivi e di posa in opera del palo, dovranno essere comunicati preliminarmente all'esecuzione dei pali dall'Impresa alla D.L.

Nell'eventualità di particolare complessità della situazione geotecnica e/o stratigrafica, o in relazione dell'importanza dell'opera, l'idoneità delle attrezzature sarà verificata mediante l'esecuzione di prove tecnologiche preliminari.

Tali verifiche dovranno essere condotte in aree limitrofe a quelle interessanti la palificata in progetto e comunque tali da essere rappresentative dal punto di vista geotecnico ed idrogeologico.

I pali di prova, eventualmente strumentati (per la determinazione del carico limite), a cura dell'Impresa, saranno eseguiti in numero del 1% del numero totale dei pali con un minimo di 2 pali per opera, e comunque secondo le prescrizioni della D.L.; le prove di collaudo saranno eseguite in numero pari allo 0,5% del numero totale dei pali, con un numero minimo di 1 palo per opera.

I pali di prova dovranno essere realizzati in corrispondenza dell'opera, e predisposti al di fuori della palificata ad una distanza dalla stessa non inferiore ai 10 m presa ortogonalmente dal bordo più vicino dell'opera, in maniera tale da ricadere nella medesima situazione geotecnica e/o stratigrafica della palificata in progetto.

Tali pali dovranno essere eseguiti o posti in opera alla presenza della D.L., cui spetta l'approvazione delle modalità esecutive da adottarsi per i pali in progetto.

In ogni caso l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura, all'esecuzione di tutte quelle prove di controllo non distruttive, ed a ogni altra prova di controllo, che saranno richieste dalla D.L., tali da eliminare gli eventuali dubbi sulla accettabilità delle modalità esecutive.

Nel caso in cui l'Impresa proponga di variare nel corso dei lavori la metodologia esecutiva, sperimentata ed approvata inizialmente, si dovrà dar corso, sempre a sua cura, alle prove tecnologiche precedentemente descritte.

Di tutte le prove e controlli eseguiti, l'Impresa si farà carico di presentare documentazione scritta.

20.5 Materiali

Le prescrizioni che seguono sono da considerarsi integrative di quelle riguardanti le Opere in Conglomerato Cementizio, e che si intendono integralmente applicabili.

Armature metalliche

Le armature metalliche saranno di norma costituite da barre ad aderenza migliorata; le armature trasversali dei pali saranno costituite unicamente da spirali in tondino esterne ai ferri longitudinali.

Le armature saranno preassemblate fuori opera in gabbie; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro o con punti di saldatura elettrica.

I pali costruiti in zona sismica dovranno essere armati per tutta la lunghezza.

L'armatura di lunghezza pari a quella del palo dovrà essere posta in opera prima del getto e mantenuta in posto senza poggiarla sul fondo del foro.

Non si ammette di norma la distribuzione delle barre verticali su doppio strato; l'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo la circonferenza che ne unisce i centri, non dovrà in alcun caso essere inferiore a 7,5 cm con aggregati di diametro minimo non superiore ai 2 cm, e 10 cm con aggregati di diametro superiore.

Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo di 5.

Per i distanziatori in plastica, al fine di garantire la solidarietà col calcestruzzo, è necessario verificare che la loro superficie sia forata per almeno il 25%.

I centratori saranno posti a gruppi di 3-4 regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di 3-4 m. Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine e dovranno essere messe in opera prima/dopo il getto e mantenute in posto sostenendole dall'alto, ove fosse necessario è ammessa la giunzione, che potrà essere realizzata mediante sovrapposizione non inferiore a 40 diametri.

Qualora all'interno del tubo forma si dovesse riscontrare la presenza di terreno soffice o di infiltrazione di acqua la costruzione del palo dovrà essere interrotta, previo riempimento con conglomerato cementizio magro. Tale palo sarà successivamente sostituito, a cura e spese dell'Impresa, da uno o due pali supplementari, sentito il progettista.

L'Impresa esecutrice dovrà inoltre adottare gli opportuni provvedimenti atti a ridurre la deformazione della gabbia durante l'esecuzione del fusto.

A getto terminato, si dovrà comunque registrare la variazione della quota della testa dei ferri d'armatura. Al fine di irrigidire le gabbie di armatura potranno essere realizzati opportuni telai cui fissare le barre d'armatura.

Detti telai potranno essere realizzati utilizzando barre lisce verticali legate ad anelli irrigidenti orizzontali; orientativamente, a seconda delle dimensioni e della lunghezza del palo, potrà prevedersi un cerchiate ogni 2.5 – 3 m.

Per i pali trivellati, al fine di eseguire le prove geofisiche, l'Impresa dovrà fornire e porre in opera, a sua cura e spese, nel 5% del numero totale dei pali trivellati con un diametro $d \geq 700$ mm, con un minimo di 2 pali, due o tre tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, solidarizzati alla gabbia di armatura.

Conglomerato cementizio

Sarà conforme a ciò che è prescritto nei disegni di progetto e nelle sezione "calcestruzzi" del presente Capitolato.

Il conglomerato sarà confezionato in apposita centrale di preparazione atta al dosaggio a peso dei componenti. Le classi di aggregato da impiegare dovranno essere tali da soddisfare il criterio della massima densità (curva di Fuller) per la loro granulometria.

La dimensione massima degli inerti deve essere tale che $D_{max}/2,5 \geq i_{min}$ dove i_{min} è il valore minimo del passo fra le barre longitudinali, e comunque non superiore ai 40 mm.

Il cemento impiegato dovrà soddisfare i requisiti richiesti dalla vigente Legislazione, e dovrà essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali, in particolare l'aggressività da parte dell'ambiente esterno.

Il conglomerato cementizio dovrà avere una resistenza caratteristica cubica (R_{bk}) così come indicato in progetto, e comunque non inferiore a C25/30 ($R_{bk} \geq 30$ MPa).

Il rapporto acqua/cemento non dovrà superare il limite corrispondente alla classe di esposizione ambientale che dovrà essere non inferiore a XC3.

La lavorabilità in fase di getto, il calcestruzzo dovrà essere tale da dare uno “slump” al cono di Abrams (UNI EN 206) compreso fra 16 e 20 cm.

Per soddisfare entrambi questi requisiti, potrà essere aggiunto all’impasto un idoneo additivo fluidificante non aerante. E’ ammesso altresì l’uso di ritardanti di presa o di fluidificanti con effetto ritardante. I prodotti commerciali che l’Impresa si propone di usare dovranno essere sottoposti all’esame ed all’approvazione preventiva della DL.

Nel caso il calcestruzzo debba essere pompato per la formazione di pali a elica continua, lo slump dovrà essere compreso tra 210 e 220 mm (classe S5), dovrà possedere una curva granulometrica adeguata con un diametro massimo di inerte di 10-12 mm, preferibilmente arrotondato, e con sabbia da 0.3 mm. Il cemento sarà dosato in misura variabile tra 350 e 400 Kg/m³. Dovranno essere impiegati additivi fluidificanti ed eventualmente ritardanti di presa per:

- garantire il pompaggio senza addensamenti, e quindi ostruzioni, nelle curve della pompa e nel canotto di testa batteria;
- Evitare la segregazione degli inerti che compromette la qualità del fusto del palo e impedisce la posa della gabbia di armatura infissa dopo il getto;
- Rallentare la presa del calcestruzzo poiché, durante il getto di un palo, possono verificarsi dei ritardi nell’arrivo delle autobetoniere, dei guasti meccanici o degli intasamenti nella pompa; in tali circostanze il calcestruzzo inizia la presa impedendo la successiva infissione della gabbia di armatura.

I mezzi di trasporto dovranno essere tali da evitare segregazione dei componenti.

Il calcestruzzo dovrà essere confezionato e trasportato con un ritmo tale da consentire di completare il getto di ciascun palo senza soluzione di continuità, secondo le cadenze prescritte e rendendo minimo l’intervallo di tempo fra preparazione e getto, e comunque non inferiore a 15 m³/ora per pali di diametro $d < 800$ mm e di 20 m³/ora per pali di diametro $d \geq 800$ mm.

L’Impresa dovrà garantire la disponibilità del calcestruzzo necessario per soddisfare la produzione giornaliera di pali in accordo al programma di costruzione.

20.6 Modalità esecutive dei pali trivellati ad elica continua

Armati dopo il getto

Si utilizzeranno escavatori equipaggiati con rotary a funzionamento idraulico o elettrico montate su asta di guida, e dotate di dispositivo di spinta.

L’altezza della torre e le caratteristiche della rotary (coppia, spinta) dovranno essere commisurate alla profondità da raggiungere.

La perforazione sarà eseguita mediante una trivella ad elica continua, di lunghezza e diametro corrispondenti alle caratteristiche geometriche dei pali da realizzare.

L’anima centrale dell’elica deve essere cava, in modo da consentire il successivo passaggio del calcestruzzo. All’estremità inferiore dell’anima sarà posta una punta a perdere, avente lo scopo di impedire l’occlusione del condotto.

La perforazione avverrà di norma regolando coppia e spinta in modo da avere condizioni di infissione prossime al perfetto avvimento. In ogni caso il volume di terreno estratto per caricamento della trivella deve essere non superiore al volume teorico della perforazione.

Qualora si riscontrassero rallentamenti della perforazione in corrispondenza di livelli di terreno intermedi o dell'eventuale strato portante inferiore, l'Impresa, con l'accordo della Direzione Lavori potrà:

- ricorrere all'impiego di speciali punte utensili;
- eseguire prefori di diametro inferiore al diametro nominale di pali;
- ridurre la lunghezza di perforazione.

Formazione del fusto del palo

Il calcestruzzo verrà pompato pneumaticamente entro il cavo dell'asta di perforazione che verrà progressivamente estratta, di norma senza rotazione.

La cadenza di getto deve assicurare la continuità della colonna di conglomerato.

Pertanto l'estrazione dell'asta di trivellazione deve essere effettuata ad una velocità congruente con la portata di calcestruzzo pompato, adottando tutti gli accorgimenti necessari ad evitare sbulbature, ovvero a evitare interruzioni del getto.

In particolare il circuito di alimentazione del getto dovrà essere provvisto di un manometro di misura della pressione.

Durante l'operazione si dovrà verificare che la pressione sia mantenuta entro l'intervallo di 50÷150 kPa. Il getto dovrà essere prolungato fino a piano campagna, anche nei casi in cui la quota finita del palo sia prevista a quota inferiore.

La gabbia, verrà inserita a getto concluso mediante l'ausilio di un vibratore.

Dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti atti ad assicurare il centramento della gabbia entro la colonna di calcestruzzo appena formata.

Se necessario, la gabbia dovrà essere adeguatamente irrigidita per consentirne la infissione.

L'operazione di infissione deve essere eseguita immediatamente dopo l'ultimazione del getto, prima che abbia inizio la presa del calcestruzzo.

Armati prima del getto

L'armatura verrà inserita entro l'anima della trivella elicoidale, il cui diametro interno deve essere congruente con il diametro della gabbia di armatura. All'interno della gabbia dovrà essere inserito un adeguato mandrino, da tenere contrastato sul dispositivo di spinta della rotary per ottenere l'espulsione del fondello a perdere, con effetto di precarica alla base del palo.

La gabbia dovrà essere costruita in conformità con il disegno di progetto.

Tolleranze geometriche

La posizione planimetrica dei pali non dovrà discostarsi da quella di progetto più del 5% del diametro nominale del palo salvo diversa indicazione della Direzione Lavori.

La verticalità dovrà essere assicurata con tolleranza del 2%.

Le tolleranze sul diametro nominale D, verificate in base ai volumi di conglomerato cementizio assorbito, sono le seguenti:

- per ciascun palo, in base all'assorbimento complessivo, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compreso tra “- 0,01 D” e “+ 0,1 D”;
- per ciascuna sezione dei pali sottoposti a misure dell'assorbimento dose per dose, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compreso tra “- 0,01 D” e “+ 0,1 D”;
- lunghezza: pali aventi diametro $D < 600 \text{ mm} \pm 15 \text{ cm}$;
pali aventi diametro $D \geq 600 \text{ mm} \pm 25 \text{ cm}$;
- quota testa palo: $\pm 5 \text{ cm}$;

L'Impresa è tenuta ad eseguire a suo esclusivo onere e spese tutte le opere sostitutive e/o complementari che a giudizio della Direzione Lavori, sentito il Progettista, si rendessero necessarie per ovviare all'esecuzione di pali in posizione e/o con dimensioni non conformi alle tolleranze qui stabilite, compresi pali aggiuntivi ed opere di collegamento.

Tracciamento

Prima di iniziare la perforazione, a cura e spese dell'impresa si dovrà indicare sul terreno la posizione dei pali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del palo quale risulta dalla pianta della palificata. Tale pianta, redatta e presentata alla Direzione Lavori dall'impresa, dovrà indicare la posizione di tutti i pali, inclusi quelli di prova contrassegnati con numero progressivo.

Se considerato necessario dalla Direzione Lavori, in corrispondenza di ciascun palo sarà posto in opera un avampozzo provvisorio di lamiera d'acciaio con funzioni di guida dell'utensile, di riferimento per la posizione planaltimetrica della sommità del palo e di difesa dall'erosione del terreno ad opera del liquido eventualmente presente nel foro.

Esternamente all'avampozzo saranno installati riferimenti atti a permettere il controllo della sua posizione planimetrica durante la perforazione.

20.10 Scapitozzatura

La scapitozzatura verrà eseguita con opportuna attrezzatura di demolizione del calcestruzzo, avendo cura di salvaguardare l'integrità dei ferri di armatura uscenti dal getto con funzione di ripresa. L'altezza di calcestruzzo da demolire è generalmente pari almeno all'altezza della trave di coronamento o alla soletta prevista in testa ai pali.

20.11 Prove e controlli sui pali

I controlli di integrità dei pali, mediante prove dirette o indirette di comprovata validità, dovranno interessare almeno il 5% dei pali di ogni opera con un minimo di 2 pali.

Prove di carico

In seguito vengono fornite le indicazioni tecniche generali per l'esecuzione di prove di carico su pali.

Le prove di carico hanno principalmente lo scopo di:

- accertare eventuali deficienze esecutive nel palo;
- verificare i margini di sicurezza disponibili nei confronti della rottura del sistema palo-terreno;
- valutare le caratteristiche di deformabilità del sistema palo-terreno.

Si definiscono:

- prove di collaudo le prove effettuate su pali e micropali facenti parte della fondazione, dei quali non bisogna compromettere l'integrità; il carico massimo da raggiungere nel corso della prova (P_{max}) è in generale pari a 1,5 volte il carico di esercizio (Carico utilizzato per le verifiche SLE);
- prove a carico limite le prove effettuate su pali e micropali appositamente predisposti all'esterno della palificata, spinte fino a carichi di rottura del sistema palo-terreno o prossimi ad essa; il carico massimo da raggiungere nel corso della prova (P_{max}) è in generale pari a $2,5 \div 3$ volte il carico di esercizio.

Il numero e l'ubicazione dei pali e micropali da sottoporre a prova di carico devono essere stabiliti in funzione dell'importanza dell'opera, dell'affidabilità, in termini quantitativi, dei dati geotecnici disponibili e del grado di omogeneità del terreno.

L'Impresa dovrà effettuare prove di carico assiale sull'1% dei pali e micropali, con un minimo di almeno due pali per ogni opera e le prove di collaudo saranno eseguite in numero pari allo 0,5% del numero totale dei pali, con un numero minimo di 1 palo per opera.

I pali soggetti a prova di carico assiale potranno, a discrezione della DL, essere sottoposti anche a prova di ammettenza meccanica per valutare, tramite correlazione, la capacità portante statica di pali soggetti solo a prove dinamiche.

Le caratteristiche dei pali o micropali di prova (lunghezza, diametro, modalità esecutive, caratteristiche dei materiali, ecc.) dovranno essere del tutto simili a quelle dei pali o micropali dimensionati in fase di progetto.

I carichi di prova saranno definiti di volta in volta dal progettista, in relazione alle finalità della prova stessa.

Prove non distruttive

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 provvederà a sottoporre alla approvazione della Direzione Lavori le specifiche tecniche di dettaglio.

Prove geofisiche

Possono essere eseguite mediante emissione di impulsi direttamente alla testa del palo o lungo il fusto entro fori precedentemente predisposti. Il primo tipo di controllo potrà essere eseguito per qualsiasi tipo di palo; il secondo sarà applicato ai soli pali trivellati di diametro > 800 mm.

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

I pali da sottoporre a controllo mediante prove geofisiche saranno prescelti dalla Direzione Lavori.

Prove geofisiche da testa palo verranno eseguite dall'Impresa a sua cura, sotto il controllo della Direzione Lavori, sul 15% del numero totale dei pali e comunque su tutti quei pali ove fossero state riscontrate inosservanze rispetto a quanto prescritto dal presente Capitolato.

L'Impresa dovrà provvedere, a sua cura, sotto il controllo della Direzione Lavori, all'esecuzione di controlli eseguiti entro fori precedentemente predisposti, sul 5%- del numero totale dei pali con un minimo di due.

Sui pali prescelti per tali prove, lungo il fusto dovrà 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 saranno solidarizzati alla gabbia di armatura, resi paralleli tra loro e protetti dall'ingresso di materiali. Gli stessi saranno almeno due per pali aventi diametro $d \leq 1200$ mm ed almeno tre per diametri superiori.

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

Carotaggio continuo meccanico

Il carotaggio dovrà 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 d'imposta.

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

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

Su alcuni spezzoni di carota saranno eseguite prove di laboratorio atte a definire le caratteristiche fisico-meccaniche e chimiche. Al termine del carotaggio si provvederà a riempire il foro mediante boiaccia di cemento immessa dal fondo foro.

Il carotaggio si eseguirà a cura dell'Impresa, quando ordinato dalla Direzione Lavori, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle indicazioni riportate nel presente Capitolato e alle disposizioni della medesima.

Scavi attorno al fusto del palo

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

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

Tali operazioni saranno eseguite, a cura e spese dell'Impresa, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle indicazioni riportate nel presente Capitolato e alle disposizioni della Direzione Lavori.

Art. 21 Rivestimento in conglomerato cementizio proiettato

Il rivestimento con conglomerato cementizio spruzzato sarà eseguito con idonee macchine spruzzatrici, negli spessori indicati in progetto.

Si dovrà curare in particolare l'aderenza del getto alle pareti, onde evitare vuoti a tergo del getto.

Per eventuali vuoti conseguenti ad irregolarità della sezione di scavo, l'Impresa dovrà procedere riempiendo, a sua cura e spese, con conglomerato cementizio spruzzato, dato anche a più strati ed armato con rete di acciaio elettrosaldato.

Nel caso invece di caverne naturali non previste negli elaborati progettuali o di cavità causate da cedimenti o frammenti non imputabili, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, a negligenza dell'Impresa, si potrà proporre alla Committente la contabilizzazione dei riempimenti di conglomerato o di murature di bloccaggio o di iniezione d'intasamento.

La proiezione dovrà avvenire ad umido cioè con procedimento in cui la pompa spinge la miscela composta da aggregati, cemento, acqua senza accelerante, in sospensione in un getto d'aria compressa nel condotto, ovvero per mezzo di una pompa a pistoncini, mentre l'accelerante viene introdotto e mescolato nella lancia.

Il dosaggio dell'accelerante dovrà avvenire esclusivamente a mezzo di dosatori sincronizzati con la pompa e regolati con il flusso di miscela cementizia in modo da mantenere sempre costante il dosaggio di additivo.

Gli acceleranti non dovranno influire negativamente:

- sulla sicurezza dell'ambiente di lavoro e non essere inquinanti per l'ambiente naturale;
- sull'intasamento di eventuali dreni.

Per ciascun additivo dovrà essere disponibile una scheda tecnica e una scheda di sicurezza, quest'ultima redatta in conformità alle prescrizioni della direttiva CEE 91/155.

La distanza fra la lancia e la superficie da trattare è funzione della velocità di uscita della miscela da proiettare; in generale questa distanza dovrà essere compresa tra 0,50 e 1,50 m.

Il numero di passate per ottenere lo spessore previsto sarà il più basso possibile in relazione alla tecnica di proiezione prevista e dal tipo di accelerante impiegato.

Tutte le venute d'acqua concentrate dovranno essere regimate e canalizzate superficialmente per evitare sottopressioni sulla superficie trattata e danneggiamenti al conglomerato proiettato.

L'interferro dovrà essere, in tutti i casi, uguale o superiore a 15 cm sia nel caso di barre che di rete elettrosaldato.

La distanza fra l'armatura e la parete da rivestire dovrà essere rigorosamente compresa fra 2 e 5 centimetri.

La superficie in vista del conglomerato cementizio, sulla quale sarà applicata l'eventuale impermeabilizzazione, dovrà presentarsi regolare, priva di asperità e di ferri sporgenti.

Eventuali irregolarità, che a giudizio insindacabile della Direzione Lavori potrebbero danneggiare l'impermeabilizzazione, dovranno essere conguagliate a cura e spese dell'Impresa mediante apporto di conglomerato cementizio.

I ferri eventualmente sporgenti dal rivestimento dovranno essere accuratamente ripiegati e inglobati nel conglomerato.

La composizione del conglomerato dovrà essere sottoposta dall'Impresa alla preventiva approvazione della Direzione Lavori.

Il dosaggio dei componenti dovrà essere fatto a peso in idonei impianti.

La qualifica preliminare del conglomerato cementizio, i controlli della resistenza del conglomerato, le prove sui materiali e sul conglomerato fresco, dovranno essere effettuati con l'osservanza di quanto disposto alla sezione "calcestruzzi" del presente Capitolato.

Il calcestruzzo proiettato sarà confezionato con impiego di aggregati di appropriata granulometria continua e di dimensioni non superiori a 10 mm, tali da poter essere proiettati a umido con le normali attrezzature da "spritz"; il rapporto acqua/cemento non dovrà essere superiore a 0,5.

La curva granulometrica dovrà presentare un andamento continuo, senza picchi né salti.

Per conseguire fluidità, coesione e rapidità di presa, senza compromettere le caratteristiche di resistenza del conglomerato, dovrà essere impiegato cemento ad alta resistenza dosato in ragione di almeno 500 kg/m³ di impasto, con l'adozione di additivi ad azione fluidificante ed accelerante di presa, compatibili con il cemento impiegato.

Trattasi in particolare di:

- additivo superfluidificante dosato all'1-1,5% sul peso del cemento;
- microsilicati dosati a 20-25 kg/m³ di conglomerato;
- additivo accelerante di presa che potrà essere a base di silicato, dosato in ragione del 12-15t sul peso del cemento o, in alternativa a base di alluminato dosato in ragione del 3-4 kg sul peso del cemento.

Gli acceleranti di presa dovranno essere compatibili con il cemento impiegato e non essere nocivi alle armature, né alle reazioni di idratazione del cemento e dovrà essere data dimostrazione della loro efficacia ai fini della durabilità del conglomerato proiettato.

L'impiego di acceleranti a base silicatica potrà essere autorizzato solamente dopo che siano state condotte prove di campo per determinarne il dosaggio ottimale massimo ai fini del raggiungimento delle resistenze minime richieste dopo 180 giorni dalla posa in opera.

Particolari condizioni la Direzione Lavori potrà autorizzare l'Impresa ad impiegare, a sua cura e spese, additivi ritardanti di presa allo scopo di prolungare la lavorabilità del conglomerato.

In questi casi la stessa Impresa, sempre a sua cura e spese, dovrà impiegare additivi acceleranti al momento del getto del conglomerato per annullare l'effetto ritardante.

Dovrà presentare una $R_{ck} \geq 30$ Mpa dopo 28 giorni, con una resistenza media a compressione monoassiale, dopo 48 ore dalla posa in opera, determinata su quattro campioni, che dovrà risultare non inferiore ai 13 Mpa, e comunque compatibile con quanto indicato dal progettista.

Tali resistenze saranno determinata mediante l'uso di appositi pannelli confezionati e cassaforme, collocate su una parete inclinata di $10^\circ - 20^\circ$ tali da realizzare tasselli di prova, di dimensioni 60 cm * 60 cm, e di 15 cm di spessore ottenuti proiettando ortogonalmente a questa il conglomerato.

Tali pannelli dovranno fornire 6 - 8 provini di conglomerato con rapporto altezza/diametro pari a $h/d = 2$ ed altezza pari a 10 cm.

Oltre alle prove suddette in ogni caso dovranno essere prelevate direttamente dalla parete carote di conglomerato cementizio proiettato in opera sulle quali determinare il peso specifico e la resistenza a compressione monoassiale.

La media dei valori del peso specifico, ricavati in sito non dovrà essere inferiore al 98% dei valori dichiarati nello studio preliminare di qualificazione.

Lo sfrido complessivo del calcestruzzo proiettato non dovrà essere superiore al 10 % del volume posto in opera.

In caso contrario, l'Impresa non è tenuta a chiedere indennizzo alcuno per sfridi superiori.

Il rivestimento di prima fase in conglomerato cementizio spruzzato, in relazione alle previsioni di progetto, potrà essere armato con rete in barre di acciaio a maglie elettrosaldate.

La rete di armatura, posta in opera preliminarmente ed inglobata nel conglomerato in fase di proiezione, dovrà essere conforme alle prescrizioni per gli acciai da armatura di cui al presente Capitolato.

Ove la geometria dello scavo lo consentisse, le reti elettrosaldate potranno essere opportunamente presagomate.

Dovrà essere particolarmente curato il fissaggio delle armature, con almeno 2 chiodi/m², su un primo strato di conglomerato proiettato dello spessore di almeno 2~3 centimetri, per evitare movimenti o distacchi durante la successiva proiezione.

Successivamente, verrà realizzato il completamento dello strato di conglomerato proiettato, sino al raggiungimento dello spessore previsto.

Per evitare movimenti e distacchi durante la proiezione del conglomerato, si dovrà usare in modo particolare il fissaggio delle armature.

Art.22 Rivestimento in conglomerato cementizio proiettato fibrorinforzato

Per le prescrizioni e gli oneri di una corretta posa in opera valgono le indicazioni precedentemente riportate nel presente Capitolato riguardanti il calcestruzzo proiettato.

Per fibre di acciaio per la confezione di conglomerato, deve intendersi fibre provenienti da filo liscio o deformato e trafilato a freddo, o da lamiera tagliata liscia o deformata, o da fibre estratte da fusione, comunque costituite di acciaio a basso contenuto di carbonio, di diametro equivalente ($D_{eq} = 2 \sqrt{A/\pi}$) (A dove A area della sezione della fibra) di 0,5 mm circa, avente $f_p (0,2) K > 800$ MPa ed allungamento minimo 1,0 %; le fibre dovranno essere lunghe tra 20 e 40 mm, "rapporto d'aspetto" L/D compreso tra 50 e 80, dove L = lunghezza della fibra, e D = diametro della fibra, ed avere le estremità sagomate per garantire l'ancoraggio meccaniche delle fibre stesse al conglomerato.

La quantità di fibre di acciaio da impiegare per l'armatura del conglomerato cementizio spruzzato dovrà essere definita negli elaborati di progetto; le fibre dovranno essere fornite sciolte, dovranno essere incorporate nel conglomerato in fase di impasto, avendo cura che la loro immissione effettuata direttamente con gli inerti, garantisca una dispersione omogenea con l'ulteriore miscelazione durante l'impasto.

Le fibre dovranno essere stoccate in appositi contenitori e protette dall'umidità.

In corso d'opera la Direzione Lavori procederà al controllo della quantità di fibra immessa mediante prelievo alla bocca della betoniera di tre campioni di conglomerato di volume predeterminato da cui estrarre le fibre riportandone il peso effettivo a quello teorico.

Il contenuto di fibre nella miscela dovrà essere determinato dalla media dei valori ricavati sui tre campioni, mediante separazione per lavaggio.

Nel caso si verifichi uno scostamento medio rispetto al quantitativo teorico in meno, non superiore al 10%, verrà applicata una penale; qualora lo scostamento fosse superiore al 10% il conglomerato sarà considerato non rinforzato.

Lo strato superficiale del conglomerato cementizio spruzzato, per uno spessore 3 cm, dovrà essere steso senza impiego di fibre d'acciaio, nel caso di presenza di manto di impermeabilizzazione, allo scopo di evitare possibili danni alla guaina stessa.

Le caratteristiche del conglomerato cementizio proiettato fibrorinforzato, dovranno essere verificate attraverso le seguenti prove:

- resistenza a compressione monoassiale;
- prova di assorbimento di energia.

Per quanto riguarda le prove di compressione monoassiale si ritiene valido quanto già riportato nel presente Capitolato ed al quale si rimanda, valido per il conglomerato cementizio non armato.

La prova di assorbimento di energia dovrà essere condotta in fase preliminare e nella fase di controllo, su una piastra quadrata di dimensioni 60*60*10 cm, ricavata da un pannello di conglomerato cementizio proiettato messo in opera su una parete verticale.

Dopo una maturazione di 28 giorni la suddetta piastra viene poggiata su di un supporto metallico quadrato tale da avere una luce libera di 50*50 cm, con la superficie di proiezione rivolta verso il basso, e caricata centralmente da un punzone avente superficie di impronta quadrata pari 100 cm², con una velocità di deformazione pari a 1,5 mm/min.

Durante la fase di carico verranno registrate le coppie dei valori sforzo-deformazione fino al raggiungimento di una deformazione di 25 mm.

A tale deformazione arrestare la prova, asportare il provino e fotografarlo.

L'energia assorbita in quel momento dovrà risultare non inferiore a 500 Joule (Nmm).

La prova di assorbimento di energia oltre che nella fase preliminare di studio della miscela, dovrà essere eseguita anche per il calcestruzzo proiettato posto in opera.

CAPITOLO 4: OPERE DI SMALTIMENTO ACQUE E FOGNATURE

Art 23 Condotti di fognatura

I condotti di fognatura a sezione circolare, ovoidale o policentrica e le relative camerette d'ispezione avranno le caratteristiche e le dimensioni indicate nell'elaborato.

Prima dell'inizio delle opere, l'Appaltatore dovrà effettuare il controllo ed il rilievo delle quote altimetriche delle fognature e dei corsi d'acqua interessati dallo svolgimento dei lavori.

Per la scelta dei tubi dovranno essere utilizzati i condotti in gres e/o PVC per diametri inferiori o uguali a m. 0,60 e condotti in cemento per diametri superiori. Inoltre si ritengono come integralmente trascritte e facenti parte della presente descrizione le disposizioni vigenti in materia d'opere in conglomerato cementizio armato e non armato, anche per quanto concerne la granulometria degli inerti.

Tutti i materiali di nuovo impiego dovranno essere campionati ed approvati dalla D.L.. Per ogni opera dovranno essere impiegati materiali della stessa natura e di colorazione uniforme. L'Appaltatore dovrà garantire che le forniture saranno conformi ai campioni approvati.

Nel corso della costruzione delle opere di fognatura è onere dell'Appaltatore concordare con il D.L. opportune visite e sopralluoghi dei tecnici dei competenti Enti Tutori.

23.1 Condotti di fognatura gettati in opera

I condotti ed i manufatti di fognatura gettati in opera saranno costruiti mantenendo il piano di fondazione costantemente all'asciutto.

Sul piano di fondazione si collocheranno, in giusto allineamento e livelletta, i pezzi speciali di fondo e, dopo verifica dell'esattezza della loro posa in opera, si rinalzeranno con malta di cemento e sabbia.

In seguito si passerà al getto della parte inferiore dei piedritti, lasciando la rientranza per il rivestimento in mattoncini o piastrelle, ove previsto.

Si procederà quindi al getto della parte superiore dei piedritti, lasciando le incassature per i pezzi speciali di collegamento, e successivamente della volta.

Quando il calcestruzzo della volta abbia fatto sufficiente presa, si toglieranno le armature e si procederà all'intonacatura interna del condotto.

I mattoncini interni per il rivestimento dei condotti dovranno essere ricavati da argilla d'ottima qualità, ben cotti e di lavorazione accurata, delle dimensioni di 25x8x5 cm. Il tipo prescelto sarà stabilito dalla D.L..

Sopra l'estradosso delle volte in calcestruzzo dei condotti si applicherà, previa lavatura, uno strato di cemento della qualità prescritta dalla D.L., si spolvererà di cemento puro e si liscerà colla cazzuola, così da ridurlo a superficie perfettamente levigata. La cappa dovrà essere protetta fino all'indurimento; dopo di che, sarà ricoperta con terra vagliata per almeno 30 cm; infine si procederà al rinterro ordinario.

Nelle riprese dei getti delle fognature si prescrive la fornitura in opera di nastro water-stop o guarnizioni idroespansive secondo le indicazioni della D.L..

23.2 Tubi prefabbricati in conglomerato (semplice o armato)

I tubi devono essere confezionati in calcestruzzo di caratteristiche uniformi, avere superfici esterne ed interne specularmente lisce ad estremità piene ed a spigoli vivi, con la fronte perpendicolare all'asse del tubo.

Non sono ammessi tubi con segni di danneggiamenti che possono diminuire la loro possibilità d'utilizzazione, ovvero la resistenza meccanica, l'impermeabilità e la durata nonché la sicurezza dei ferri contro la ruggine ed altre aggressioni.

I tubi dovranno essere prefabbricati da ditta specializzata, in apposito stabilimento, adoperando idonee apparecchiature ed effettuando un continuo controllo degli impasti e dei prodotti.

L'Appaltatore è tenuto a comunicare al Fornitore tutti i dati necessari alla valutazione delle condizioni di posa e di lavoro delle tubazioni, con particolare riguardo alle profondità di posa, alla natura del terreno, alle caratteristiche della falda freatica, alla natura dei liquami ed alle sollecitazioni statiche e dinamiche cui dovranno essere sottoposti i tubi.

Prima di dare corso all'ordinazione, l'Appaltatore dovrà comunicare alla D.L. le caratteristiche dei tubi (dimensioni, spessori, armature, peso, rivestimenti protettivi, ecc.), nonché le particolari modalità seguite nella costruzione.

I tubi dovranno essere rivestiti internamente con resine epossictramose.

La D.L. si riserva di effettuare una ricognizione presso lo stabilimento di produzione onde accertare i metodi di lavoro e le caratteristiche generali della produzione ordinaria del Fornitore.

Per quanto attiene alle modalità di posa ed alle dimensioni degli appoggi in cls, si farà riferimento agli elaborati progettuali rimanendo ben assodato che la posa dei tubi deve avvenire seguendo la pendenza di progetto e consentendo l'innesto dei vari elementi a regola d'arte, escludendo cioè ogni possibilità di perdita e sversamento.

I materiali in gres ceramico devono presentarsi d'impasto omogeneo, compatto anche in frattura, ben vetrificato, senza incrinature, difetti o asperità e, percossi al martello, devono dare suono metallico.

La tolleranza ammessa per le misure lineari è di $\pm 5\%$.

La durezza, misurata rispetto alla scala Mohs, sia della superficie esterna che in frattura, non deve essere inferiore a 7.

I tubi, i pezzi speciali e le mattonelle in gres ceramico devono riportare impresso in maniera indelebile e ben leggibile: il marchio di fabbrica, la data di produzione e, per le condotte, il diametro nominale.

23.3 Tubi in PVC

Devono essere utilizzati esclusivamente tubi in PVC rigido, serie pesante, conformi a norma UNI 7447/75 per condotte di scarico con giunzione a bicchiere ed anello elastomerico, colore RAL 8023, rosso mattone; tubi di caratteristiche diverse possono essere utilizzati soltanto dopo esplicita autorizzazione della D.L.. I tubi in PVC devono essere utilizzati soltanto per la connessione delle caditoie laterali alla fognatura centrale.

Non sono ammessi tubi con segni di danneggiamenti che possono diminuire la loro possibilità d'utilizzazione, ovvero la resistenza meccanica, l'impermeabilità e la durata di funzionamento.

I tubi, i pezzi speciali e le giunture devono riportare impresso in maniera indelebile e ben leggibile: il marchio di fabbrica, la data di produzione e, per le condotte, il diametro nominale.

La posa dei tubi deve avvenire seguendo la pendenza di progetto e consentendo l'innesto dei vari elementi a regola d'arte, escludendo cioè ogni possibilità di perdita e sversamento.

23.4 Giunzioni con elementi a tenuta elastica

Per il collegamento dei tubi si dovranno utilizzare giunzioni di tenuta. Esse dovranno essere realizzate con anelli di gomma sintetica per tubi in c.a., del tipo con estremità forgiata a bicchiere.

La gomma dovrà possedere elevata resistenza agli agenti aggressivi e mantenersi elastica anche a basse temperature.

La lunghezza degli anelli, la forma e gli spessori della relativa sezione dovranno essere tali da garantire la perfetta tenuta del giunto.

Per la posa dei tubi in gres sarà possibile utilizzare giunti con resine poliuretatiche liquide per colatura, curando la preparazione della superficie di posa per la perfetta aderenza del giunto.

23.5 Camerette d'ispezione

Le camerette d'ispezione, d'immissione e quelle speciali in genere verranno realizzate mediante elementi prefabbricati in cls di cemento armato. I giunti di collegamento dei singoli elementi prefabbricati dovranno essere perfettamente sigillati con malta cementizia.

Di norma i muri perimetrali avranno spessore al rustico non inferiori a cm. 30 e le solette a cm. 20.

Sopra le solette delle camerette sarà stesa, secondo le norme prescritte, una cappa di protezione in malta di cemento e spolvero di puro cemento.

Le pareti interne delle camerette saranno intonacate a rustico su tutte le parti a vista, con malta di cemento e successiva verniciatura con resine epossidiche.

Le parti calpestabili delle camerette saranno tutte rivestite con lastre di beola dello spessore minimo di 5 cm, da incastrarsi nelle murature per almeno 7 cm.

Nelle camerette che prevedono immissioni con scivoli di raccordo, questi saranno formati con ogni cura mediante calcestruzzo, sopra il quale sarà successivamente stesa la malta anticorrosiva prescritta. Per gli scivoli potranno essere impiegati, a richiesta della D.L., elementi di raccordo in granito. Nelle camerette che prevedono raccordi con variazioni di quota realizzati con salti, questi saranno realizzati con lastre di granito dello spessore minimo di cm. 5, incastrate nella muratura per 7 cm.. I gradini d'accesso alle camerette saranno realizzati con tubi elettrouniti in ARGON, in acciaio AISI 316/L

d = 21,3, spessore 2 mm. E saranno bene immersi nella muratura, avendo cura di non rovinare il rivestimento della stessa; essi saranno posti ad esatto piombo e perfettamente centrati rispetto al cammino d'accesso, alla distanza media di 30 cm. uno dall'altro.

L'altezza libera interna delle camerette dovrà essere superiore a m. 1.70; ove ciò non fosse possibile, in relazione alle quote di scorrimento dei condotti, le camerette dovranno essere realizzate apribili a tutta lunghezza. In tal caso la copertura della cameretta dovrà essere realizzata in lamiera striata opportunamente sostenuta con un telaio a struttura metallica dimensionato per carichi di categoria.

23.6 Chiusini per camerette e manufatti di fognatura

Per la chiusura dei torrini d'accesso ai manufatti di fognatura saranno adottati chiusini in ghisa o in ghisa sferoidale accoppiata a calcestruzzo.

Il dimensionamento e le caratteristiche dei chiusini dovranno rispondere alle prescrizioni della norma UNI EN 124, per classe D 400, in qualsiasi situazione di posa.

I telai dei chiusini avranno forma quadrata, mentre i coperchi avranno forma rotonda, con le seguenti dimensioni minime:

- Lato minimo telaio cm. 80;
- Diametro minimo passo d'uomo cm. 62;
- Profondità minima d'incastro cm. 50.

Coperchi e telai dovranno essere opportunamente rettificati al tornio, avere superfici di appoggio lisce e opportunamente sagomate per evitare fenomeni di rollio e fuoriuscita dei coperchi.

I chiusini dovranno riportare nella fusione le seguenti marcature: UNI EN 124, classe corrispondente (minimo D 400), nome e/o sigla del fabbricante.

La superficie superiore del chiusino dovrà trovarsi, a posa avvenuta, in perfetto piano con la pavimentazione stradale.

Qualora, a causa d'assestamenti sotto carico o di rifacimenti della pavimentazione stradale nel corso dei lavori, la posizione del telaio non garantisca l'assoluta complanarietà fra chiusino e pavimentazione stradale, il telaio dovrà essere rimosso e riposato nella corretta posizione.

I chiusini non dovranno essere sottoposti a traffico prima che siano trascorse 24 ore dalla loro posa.

Ove le caratteristiche dei chiusini fossero difformi da quelle previste dal progetto o i chiusini fossero in cattive condizioni, a esclusivo ed insindacabile parere della D.L., sarà onere dell'Appaltatore la sostituzione dei medesimi.

23.7 Pozzettazione stradale

Le acque meteoriche verranno convogliate nella rete fognaria secondo schemi condizionati dallo stato di fatto e di progetto di detta rete.

Il collegamento "diretto" prevede: caditoia, del tipo a bocca lupaia, situata al margine della carreggiata, pozzetto in cemento prefabbricato in calcestruzzo, sifone, tubazione in gres e/o PVC da collegare allo sghembo della tubazione fognaria più vicina, realizzata al centro della carreggiata.

Normalmente i pozzetti saranno costituiti da pezzi speciali intercambiabili in cls. di cemento armato prefabbricato con griglia o coperchio in ghisa grigia e calcestruzzo su telaio.

Il dimensionamento e le caratteristiche dei chiusini dovranno rispondere alle prescrizioni della norma UNI EN 124, per la classe D 400.

La luce netta dei vari elementi sarà di mm 450.

I giunti di collegamento dei singoli elementi prefabbricati dovranno essere perfettamente sigillati con malta cementizia.

I pozzetti stradali saranno posti in opera su sottofondo in cls; la superficie del sottofondo dovrà essere perfettamente orizzontale ed a quota idonea a garantire l'esatta collocazione altimetrica del manufatto rispetto alla pavimentazione stradale. Si potranno verificare casi di collegamento "indiretto" che prevede, oltre a quanto indicato sopra, la formazione di una rete sussidiaria in tubazioni di gres con pozzetti d'ispezione, posti ad una distanza opportuna, le cui altezze, in alcuni casi, potranno essere condizionate dalle strutture dei manufatti sotterranei.

Il tracciato planimetrico e altimetrico di dette reti terrà conto dello stato di fatto dei sottoservizi e degli altri impianti previsti in sottosuolo e soprassuolo, e del punto di recapito finale.

Il dimensionamento delle tubazioni verrà determinato in relazione all'ampiezza del bacino interessato ed agli eventi meteorici presi in considerazione.

Saranno a carico dell'Appaltatore il progetto costruttivo e la relativa relazione, le forniture dei materiali e la loro posa in opera per dare la pozzettatura stradale completa in ogni sua parte.

I materiali di gres ceramico delle tubazioni di collegamento di detta pozzettatura devono essere a struttura omogenea, smaltati internamente ed esternamente con smalto vetroso, non deformati, privi di screpolature, lavorati accuratamente e con innesto a manicotto o bicchiere.

Il materiale delle tubazioni in gres dovrà corrispondere alle norme UNI.

23.8 Tubi in cemento armato infissi mediante spinta idraulica

La tubazione da infiggere sarà in cemento armato con acciaio qualità B450C a aderenza migliorata, con doppia armatura circolare e longitudinale, con spessori sagomati, ai sensi delle norme vigenti, in modo da poter resistere ai carichi permanenti ed accidentali trasmessi dalle opere sottopassate (strade, manufatti e rilevati ferroviari, ecc.).

Il calcestruzzo impiegato per la costruzione degli elementi della tubazione avrà una resistenza caratteristica $R'_{bk} = 350 \text{ kg/cm}^2$. Con cemento R42.5.

Gli elementi della tubazione, di lunghezza minima pari a m. 2, dovranno avere le giunzioni a perfetta tenuta idraulica per pressioni interne di almeno 0,7 atm, salvo una maggiore pressione stabilita contrattualmente; devono essere, inoltre, prive di saldature metalliche circonferenziali.

Ogni elemento dovrà avere due fori passanti per la formazione del cuscinetto di bentonite esterno, alimentato a pressione durante l'avanzamento e per l'iniezione del cemento a lavoro finito.

L'infissione della tubazione avverrà mediante macchina spingitubo oleodinamica.

La pendenza della tubazione e le sue tolleranze planimetriche verranno stabilite dalla D.L. per ogni singola opera, mentre le tolleranze altimetriche sono ammesse nelle seguenti misure:

- diminuzione della pendenza + 1 cm.;
- aumento della pendenza - 2 cm. ogni 10 ml. di tubazione, partendo da monte.

Potranno essere richiesti all'Appaltatore eventuali carotaggi dei terreni e sondaggi orizzontali preliminari alle operazioni di spinta della tubazione.

23.9 Tubi d'acciaio infissi mediante spinta idraulica

I tubi d'acciaio saranno di spessore adeguato a sopportare la spinta d'infissione nel terreno con macchine spingitubo. Il procedimento adottato sarà quello della spinta successiva dei vari spezzoni di tubo, allineati orizzontalmente sullo stesso asse di direzione, secondo una tecnica che consente generalmente di evitare intralci al traffico superiore e danni alla massicciata.

I vari elementi saranno infissi nel terreno mediante l'impiego di martinetti idraulici d'adeguata potenza e nel numero necessario, a partire da una fossa per l'alloggiamento del macchinario, praticata ad una estremità dell'attraversamento, aventi le caratteristiche di progetto.

Detto scavo sarà dotato di una adeguata opera reggi spinta, costituita da un muro in c.a. dimensionato ed armato in modo da contrastare efficientemente gli spingitubi.

Al primo spezzone di tubo verrà applicato uno scudo, in acciaio e di opportune dimensioni, che faciliterà l'immissione della colonna di tubi e permetterà il mantenimento della direzione prevista, mediante speciali martinetti idraulici direzionali, distribuiti lungo la circonferenza dello stesso, di quantità e potenza adeguata alla natura del terreno.

Sarà dotato, se necessario di taglienti parzializzatori disposti orizzontalmente e ad idonea distanza, che permetteranno di contenere il fronte di scavo nei limiti di sicurezza.

I tubi di circa 4-5 ml. verranno saldati previa preparazione in fase di costruzione di opportune smussature delle testate.

Se necessario, saranno interposte a debita distanza tra loro delle speciali stazioni intermedie di spinta, ricavate all'interno delle tubazioni: queste permetteranno di diminuire notevolmente gli sforzi longitudinali, ai quali altrimenti sarebbero sottoposti i vari elementi prefabbricati.

Speciali accorgimenti saranno adottati al fine di diminuire il coefficiente di attrito tra terreno e tubazioni secondo la resistenza incontrata in fase d'avanzamento delle condotte.

La pendenza della tubazione e le sue tolleranze planimetriche verranno stabilite dalla D.L. per ogni singola opera, mentre le tolleranze altimetriche sono ammesse nelle seguenti misure:

- diminuzione della pendenza + 1 cm.;
- aumento della pendenza - 2 cm. ogni 10 ml. di tubazione, partendo da monte.

Potranno essere richiesti all'Appaltatore eventuali carotaggi dei terreni e sondaggi orizzontali preliminari alle operazioni di spinta della tubazione.

23.10 Spurgo di condotti

L'Appaltatore, se richiesto dalla D.L. o dagli Enti Tutori, dovrà procedere allo spurgo di canali, fognature e tombini interessati dai lavori, senza che questo costituisca motivo per una richiesta di maggiori oneri.

Lo spurgo consiste nell'asportazione di sabbie e materie solide dal fondo e dalle pareti dei canali in modo che l'acqua possa scorrere liberamente. I materiali di spurgo non potranno essere depositati nemmeno provvisoriamente sulla strada, ma dovranno essere caricati su adatti veicoli chiusi e subito trasportate ai luoghi di scarico idonei, il tutto secondo i vigenti Regolamenti d'Igiene.

Nelle operazioni di spurgo l'Appaltatore dovrà avere cura di non danneggiare i manufatti, accollandosi l'onere di eventuali riparazioni del danno.

Per i tombini stradali e per gli altri condotti dove non si potesse effettuare lo spurgo con mezzi meccanici o manuali, si eseguirà la rottura della pavimentazione stradale, la rimozione e la successiva posa in opera delle coperture, oltre alle opere di disfacimento e rifacimento stradale.

Art 24 Allacciamenti privati alla rete di fognatura e pozzettatura esistente

Durante l'esecuzione dei lavori dovranno essere mantenuti in esercizio, anche mediante l'adozione di opere provvisoriale, gli allacciamenti privati alla rete di fognatura.

Gli allacciamenti esistenti dovranno essere collegati ai nuovi condotti che fanno parte del presente progetto.

Tutte le opere esistenti (la pozzettatura stradale, le manette di attraversamento) che verranno manomesse durante i lavori, se non diversamente prescritto, dovranno essere ripristinate nella medesima posizione e a regola d'arte per un corretto funzionamento.

Art 25 Drenaggio acque sede ferroviaria in aree non interessate da pozzi di captazione acqua idropotabile

Le acque meteoriche cadenti sulla sede ferroviaria saranno convogliate con adeguate pendenze alle canaline laterali della sede, le quali saranno interrotte ogni 50 m da camerette contenenti idonei pozzi perdenti con profondità pari a 10 m.

Le acque prima di entrare nel settore centrale, dove è alloggiato il pozzo, passeranno nei settori laterali per una sedimentazione delle parti grossolane; quindi, tramite un sifone "Mortara", passeranno nella zona centrale.

Detta zona conterrà la parte superiore del tubo disperdente Φ 60 cm in acciaio zincato, aperto sul fondo e finestrato lateralmente; tra il terreno naturale ed il tubo vi sarà una zona di circa 20 cm costituita da ghiaietto drenante.

La testata del tubo sporgerà circa 30 cm dal fondo del pozzetto in modo da consentire una seconda sedimentazione e rendere il moto delle acque da turbolento a laminare.

CAPITOLO 5 - GALLERIA ARTIFICIALE SCATOLARE

Art 26 Generalità

Le gallerie artificiali scatolari sono formate da due piedritti in paratie di pali trivellati e colonne jet grouting distanti tra loro della luce netta L , sulle cui teste sono appoggiati gli impalcati in calcestruzzo armato precompresso

Il manufatto sarà sagomato e dimensionato secondo progetto, nel rispetto delle vigenti leggi e norme tecniche sul c.a. per resistere all'effetto del sovraccarico oltre al peso della pavimentazione e del rilevato con lo spessore di terra in chiave indicato nella tabella, nonché alle spinte laterali indotte da un terrapieno orizzontale.

La scelta della struttura dovrà essere accompagnata dal calcolo di verifica statica relativo all'impiego specifico.

L'impresa dovrà garantire la segnalazione delle aree di lavoro per tutta la durata del cantiere secondo le vigenti normative e le prescrizioni contenute negli elaborati progettuali e le disposizioni impartite dall'Ufficio di Direzione Lavori e gli eventuali oneri occorrenti per la regolamentazione o le interruzioni del traffico durante le operazioni lavorative.

Gli elementi prefabbricati, dello spessore minimo di cm. 10, dovranno presentare la faccia in vista piana e ben rifinita: difetti di planarità verificati su 4 m. non dovranno superare 8 mm.; gli spigoli verticali in vista dovranno essere arrotondati; tutte le armature tese di ciascun elemento dovranno essere continue anche nel passaggio fra ritto, e copertura.

Il calcestruzzo dell'elemento prefabbricato dovrà avere classe di resistenza minima C35/45, il calcestruzzo dei giunti di sigillatura C28/35 con granulometria massima 15 mm e additivi antiritiro, il calcestruzzo della soletta di completamento C28/35.

L'acciaio dell'armatura dovrà essere del tipo B450C controllato in stabilimento.

Occorre che l'appaltatore tenga conto dei possibili errori di verticalità e posizionamento nell'esecuzione dei pali caratteristici delle proprie attrezzature in modo da evitare qualunque riduzione della sagoma della galleria o degli spessori delle pareti di rivestimento.

26.1 Pali trivellati diametro 1000 mm

Dovrà essere predisposto un impianto di cantiere per esecuzione pali trivellati la cui lavorazione dovrà essere eseguita nel rispetto delle prescrizioni contenute nelle vigenti Norme Tecniche.

L'impresa deve provvedere all'approntamento delle strade di accesso e di movimentazione interna, l'ammassamento ed il ripiegamento delle attrezzature, il carico, il trasporto e lo scarico delle attrezzature, sia in andata che nel ritorno, necessarie per l'esecuzione dei lavori e quanto altro necessario per dare ogni cantiere pronto al funzionamento.

L'impresa dovrà provvedere alle operazioni di ripristino delle aree di cantiere e delle relative strade di accesso al termine dei lavori, la segnalazione delle aree di lavoro per tutta la durata del cantiere secondo le vigenti normative e le prescrizioni contenute negli elaborati progettuali e le disposizioni impartite dall'Ufficio di Direzione Lavori e gli eventuali oneri occorrenti per la regolamentazione o le interruzioni del traffico durante le operazioni lavorative.

Prima di iniziare i lavori per l'esecuzione dei pali, dovrà essere predisposto un adeguato piano di lavoro, transitabile ai mezzi di perforazione ausiliari.

Nella preparazione dei piani di lavoro particolare attenzione sarà rivolta a garantire la stabilità delle attrezzature di perforazione; piani di lavoro e piste di transito saranno mantenuti in perfette condizioni per tutta la durata dei lavori.

L'impresa esecutrice accerterà che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici interrati e/o aerei, nonché manufatti sotterranei che, se incontrati dalla perforazione, possano recare danno alle maestranze di cantiere o terzi.

Prima di iniziare le lavorazioni sarà localizzata, sull'area di lavoro, la posizione dei pali, mediante picchetti riportanti il numero del palo.

La posizione planimetrica dei pali dovrà mantenersi in sommità entro una tolleranza rispetto alla posizione teorica, pari a 0,1 m per pali di diametro inferiore a un metro e al 10% del diametro del palo per pali di diametro superiori ad un metro.

La deviazione di verticalità o dell'asse teorico di ciascun palo non dovrà essere superiore al 1%.

La profondità del palo dovrà risultare conforme al progetto con tolleranza di +20 cm.

Le attrezzature di perforazione a seconda della metodologia utilizzata possono essere a rotazione oppure a benna mordente.

Il calcestruzzo utilizzato per i pali trivellati potrà provenire già preconfezionato da appositi fornitori qualificati e notificati alla Direzione Lavori, oppure da centrali di betonaggio dell'Impresa esecutrice; preliminarmente alle operazioni di getto verrà effettuato uno studio per la progettazione del mix design da impiegare per il confezionamento del calcestruzzo. Tale studio dovrà essere sottoposto al Committente per approvazione congiuntamente al progetto esecutivo e/o Costruttivo, il tutto con congruo anticipo rispetto all'inizio dei getti.

L'esecuzione del palo avverrà con parziale asportazione del terreno. La perforazione del terreno sarà effettuata mediante un utensile costituito da un'elica o coclea continua collegata in sommità ad una testa di rotazione.

L'elica continua in rotazione penetra nel terreno per la sua tendenza ad avvitarci spostando lateralmente un volume di terreno pari al volume occupato dall'asta cava e dall'elica, con un conseguente effetto di addensamento e costipazione del terreno all'intorno del palo stesso.

L'asse dell'elica continua è costituito da un tubo di piccolo diametro che durante la perforazione è chiuso all'estremità inferiore da un fondello, puntazza a perdere. Raggiunta la quota di progetto si procede all'estrazione dell'elica, con asportazione del terreno presente nelle sue spire, e al getto del calcestruzzo con idonea pompa a pressione attraverso l'asta cava intorno alla quale è avvolta l'elica. Il calcestruzzo durante il getto deve avere sufficiente pressione e peso in modo da provocare il distacco del fondello e poter fuoriuscire dalla base dell'elica. L'estrazione dell'elica durante la fase del getto deve avvenire senza rotazione e con gradualità in modo da permettere al calcestruzzo di occupare lo spazio lasciato libero senza discontinuità o interruzioni.

I pali trivellati a medio e grande diametro vengono eseguiti, per profondità fino a 20.00 m, in terreni sciolti a granulometria media con l'impiego di tubo forma infisso con morsa giracolonna.

E' a carico dell'impresa l'opera di trivellazione, il carico, scarico e trasporto alle discariche autorizzate dei materiali di risulta entro una distanza stradale di 10 km, la fornitura e getto del calcestruzzo con resistenza caratteristica cubica a 28 giorni di maturazione Rck 30 MPa. Sono compresi e compensati gli oneri per l'infissione del tuboforma fino alla profondità richiesta ed il ritiro graduale dello stesso durante la realizzazione del fusto, compresa l'eventuale presenza di armatura metallica e, ove occorra, la posa in opera di controcamicia di lamierino per il contenimento del getto nella parte in acqua, gli eventuali sovrassessori di scavo e di calcestruzzo sia alla base che lungo il fusto del palo, i noleggi e le forniture per dare i pali completi in ogni loro parte.

26.2 Colonne di terreno consolidato (jet-grouting) diametro reso 800 mm

Dovrà essere predisposto un impianto di cantiere per esecuzione di interventi di consolidamento del terreno la cui lavorazione dovrà essere eseguita nel rispetto delle prescrizioni contenute nelle vigenti Norme Tecniche.

E' a carico dell'impresa l'approntamento delle strade di accesso e di movimentazione interna, l'ammassamento ed il ripiegamento delle attrezzature, il carico, il trasporto e lo scarico delle attrezzature, sia in andata che nel ritorno, necessarie per l'esecuzione dei lavori e quanto altro necessario per dare ogni cantiere pronto al funzionamento.

L'impresa deve provvedere alle operazioni di ripristino delle aree di cantiere e delle relative strade di accesso al termine dei lavori, la segnalazione delle aree di lavoro per tutta la durata del cantiere secondo le vigenti normative e le prescrizioni contenute negli elaborati progettuali e le disposizioni impartite dall'Ufficio di Direzione Lavori e gli eventuali oneri occorrenti per la regolamentazione o le interruzioni del traffico durante le operazioni lavorative.

Il jet grouting è l'intervento che mediante disgregazione e miscelazione con una miscela legante di acqua – cemento immessa con getto ad altissima pressione produce la formazione di colonne di terreno consolidato verticali o subverticali, con inclinazione sulla verticale fino a 20°, per profondità fino a 20.00. Può essere utilizzato per interventi strutturali. Le colonne vengono eseguite mediante introduzione a rotazione di aste di diametro opportuno che vengono ritirate e ruotate a velocità prefissata iniettando attraverso appositi ugelli ad altissima pressione le miscele disgreganti e cementizie, con procedimento bifluido (miscela cementizia ed aria) onde ottenere lungo tutta la colonna una resistenza a compressione di terreno consolidato non inferiore a 10 MPa.

I trattamenti in galleria sono eseguiti dal fronte di scavo, in anticipo sugli avanzamenti, con andamento orizzontale o sub orizzontale e geometria troncoconica, per formare un arco di terreno consolidato intorno alla sezione di scavo.

Le tecniche di perforazione e le modalità di iniezione della miscela stabilizzante ipotizzate in sede di progetto esecutivo dovranno essere verificate ed eventualmente messe a punto, in relazione alla natura dei materiali da trattare ed alle caratteristiche idrogeologiche locali, mediante esecuzione di trattamenti di prova in numero rapportato alla quantità di trattamenti previsti in progetto. Tali modalità operative dovranno essere concordate con la DL, unitamente alla sequenza di esecuzione delle singole tratte o aree di intervento.

Le pressioni di iniezione devono essere determinate in modo da non provocare indesiderati inconvenienti, quali sollevamenti nelle adiacenze o comunicazioni tra fori o colonne vicine, non ancora indurite.

Di norma le perforazioni saranno eseguite con o senza rivestimento, a secco o con circolazione di fluidi di perforazione per l'allontanamento dei detriti e per il raffreddamento dell'utensile. I fluidi di perforazione potranno essere costituiti da: acqua, fanghi bentonitici o cementizi, aria. Le modalità realizzative della perforazione dovranno essere concordate con la DL.

I materiali che vengono introdotti nel terreno dovranno avere caratteristiche non inquinanti e comunque non nocive, anche a tempi lunghi ed in presenza di acqua sia di infiltrazione che di falda. Pertanto l'Appaltatore dovrà garantire che il prodotto solidificato non sia affetto da fenomeni di instabilità o reversibilità chimica e/o fisica, salvaguardando inoltre la falda da qualsiasi compromissione e tutelandone la possibilità di utilizzo.

L'Appaltatore dovrà verificare la disponibilità nelle diverse aree di cantiere dello spazio operativo, e individuare le attrezzature più adeguate nei confronti della sicurezza del cantiere, del raggiungimento degli obiettivi progettuali, della sicurezza del personale e delle strutture circostanti.

CAPITOLO 6 - GALLERIA NATURALE

Art. 27 Generalità

- a) Prima di cominciare gli scavi in sotterraneo l'appaltatore dovrà inviare alla direzione lavori gli elaborati di dettaglio del progetto che dovranno includere anche:
- la dettagliata descrizione dei metodi, delle fasi e delle sequenze di scavo che verranno adottate per ciascuna sezione tipo prevista nel progetto in accordo con le prescrizioni del progetto stesso;
 - l'organizzazione dei cantieri di lavoro, le misure di sicurezza;
- b) la pianificazione delle prove da effettuare in corso d'opera in accordo alle eventuali prescrizioni di progetto. L'appaltatore dovrà provvedere, con il procedere dei lavori, alla redazione del progetto "as built" che dovrà riportare tutti i dettagli relativi agli interventi effettivamente posti in opera e tutte le caratteristiche della galleria nella sua configurazione finale.
- c) la realizzazione delle opere (scavi, consolidamenti, opere di sostegno, rivestimenti, ecc.) dovrà avvenire in conformità al progetto. Ove la natura dei terreni in sito risultasse difforme da quella ipotizzata in sede di progetto, l'appaltatore dovrà fornire al progettista, tramite la direzione lavori, tutti i dati necessari affinché il progetto possa essere verificato ed eventualmente modificato a cura del progettista stesso.
- d) l'appaltatore dovrà provvedere all'esecuzione di tutte le prove ed i rilievi previsti dal progetto o dalle presenti prescrizioni ed eventualmente richiesta dalla direzione lavori. Avrà inoltre l'onere di provvedere alla registrazione e archiviazione di tutti i dati e alla segnalazione tempestiva, alla direzione lavori, di tutte le anomalie riscontrate.
- e) per gli interventi di miglioramento, rinforzo e stabilizzazione la direzione lavori potrà richiedere la realizzazione di adeguati campi prova per valutare la fattibilità e l'efficacia degli interventi stessi e per consentire il loro corretto dimensionamento. Le prove preliminari, ove previste, non costituiscono certificazione di qualità dei lavori, ma hanno soltanto lo scopo di provare la fattibilità e l'efficacia degli interventi previsti nel progetto. Gli oneri diretti e indiretti, connessi con la realizzazione dei campi prova sono compresi e compensati nei prezzi delle opere; solo nel caso in cui a seguito delle risultanze delle prove eseguite si ritenesse di non adottare gli interventi provati, all'appaltatore saranno compensati, a misura, i soli interventi eseguiti e sottoposti a prove di verifica.
- f) rientrano tra gli oneri dell'appaltatore i ritardi e, in generale, i condizionamenti di qualunque natura sui cicli di lavoro e sulla produzione legati alla posa in opera dell'impermeabilizzazione sull'arco rovescio sia questa prevista dal progetto o richiesta.
- g) l'appaltatore dovrà provvedere alla realizzazione e manutenzione di strade di accesso alle opere in costruzione adeguate al transito dei mezzi di lavoro e dei mezzi di locomozione per il personale operativo e direttivo.
- h) l'appaltatore dovrà adottare tutti gli accorgimenti necessari, sia definitivi che provvisori, atti ad evitare il prosciugamento di pozzi e sorgenti, nonché danni ai fabbricati, alle sedi stradali e alle opere interferenti con i lavori.
- a) l'appaltatore, con almeno trenta giorni di anticipo rispetto all'utilizzo di ogni discarica, dovrà comunicare formalmente al direttore dei lavori l'ubicazione della stessa. tale comunicazione dovrà

essere corredata da una planimetria dell'area interessata nonché da sezioni trasversali rilevate sul terreno almeno ogni 10 m al fine di consentire la valutazione dei volumi depositabili. il direttore dei lavori comunicherà l'accettazione o meno di tali discariche senza che per l'eventuale diniego l'appaltatore possa sollevare eccezione o riserve. di norma non sarà ammesso che siano attive più di due discariche contemporaneamente per ciascun fronte di avanzamento.

b) l'appaltatore dovrà garantire la presenza continua del personale necessario alla conduzione, manutenzione e guardiana degli impianti di servizio necessari per la sicurezza e operabilità dei cantieri in sotterraneo.

c) edegli oneri relativi alla realizzazione di discenderie, finestre o pozzi per eventuali attacchi intermedi non previsti dal progetto che si rendessero necessari per il rispetto dei tempi di costruzione, sono a carico dell'appaltatore.

d) è a carico dell'appaltatore l'installazione e la gestione dei cantieri necessari a realizzare l'opera per la parte di sua competenza. l'appaltatore è, inoltre, tenuto al controllo delle aree di cantiere ed alla regolamentazione degli accessi.

e) è a carico dell'appaltatore, quando necessario, il trattamento delle acque provenienti dalla galleria prima del loro scarico all'esterno.

f) è onere dell'appaltatore il mettere a disposizione della dl tutte le attrezzature ed il personale da questa richiesti per l'esecuzione di prove o controlli in opera inclusa l'adeguata illuminazione e ventilazione dei luoghi.

27.1 Scavo

Gli scavi potranno essere effettuati in terreni di qualsiasi natura, durezza e consistenza costituiti anche da materiali eterogenei e comunque sciolti.

Sarà in ogni caso cura dell'appaltatore provvedere, in accordo al progetto, ai lavori di consolidamento e sostegno delle pareti dello scavo, allo smaltimento delle acque (qualunque ne sia l'importanza, la portata e la pressione), all'adozione di tutte le cautele necessarie ad evitare danni di qualsiasi natura.

27.2 Modalità esecutive

Le attrezzature della galleria dovrà essere condotto dall'impresa con le dovute cautele, verificando in avanzamento l'efficacia dei trattamenti effettuati. Qualora si dovessero riscontrare variazioni sensibili nelle caratteristiche dei terreni attraversati rispetto a quelle assunte in progetto, l'impresa, a sua cura e spese, dovrà verificare puntualmente l'idoneità dei parametri adottati provvedendo eventualmente ad una loro ritaratura in corso d'opera. L'impresa in ogni caso dovrà procedere a continui sondaggi nei trattamenti effettuati per verificare la rispondenza alle prescrizioni progettuali relativamente a resistenze e spessori.

A carico dell'impresa si considerano tutte le operazioni di sondaggi, prove e campo prove; le verifiche in avanzamento, le operazioni di perforazione e posa in opera dei tubi valvolati; l'esecuzione delle iniezioni di guaina e di quelle di consolidamento, compresa la fornitura di tutti i materiali, la registrazione dei parametri di iniezione (pressione e volume) in automatico.

27.3 Scavi in presenza di acqua

Tutte le acque che si raccolgono negli scavi di galleria, anche se connesse con le lavorazioni di cantiere, dovranno essere convenientemente raccolte e completamente estratte, a cura e onere dell'appaltatore, al fine di mantenere le zone di lavoro perfettamente libere dall'acqua in modo che non derivi alcun intralcio allo svolgimento dei lavori e nessun danno alle opere. In particolare, dovrà essere evitata la formazione di ristagni d'acqua, di qualunque provenienza, al piede degli scavi ed in corrispondenza delle zone di appoggio del priverivestimento o di parte dei rivestimenti definitivo per evitare rammollimenti del terreno che possono innescare instabilità degli scavi o cedimenti delle strutture. Per i tratti in discesa o quando sia necessario allontanare acqua proveniente da tratti in discesa, l'appaltatore dovrà installare tutti gli impianti elettrici e le postazioni fisse e mobili necessarie per la sua eduazione all'esterno prevedendo:

- stazioni di pompaggio anche se da ubicare in appositi nicchioni;
- gruppi elettrogeni di adeguata potenza e tali da garantire, nel caso di interruzioni di energia elettrica dovute a qualsiasi causa anche di forza maggiore, il funzionamento immediato e contemporaneo degli impianti di pompaggio;
- un adeguato numero di pompe mobili del tipo sommerso al fronte di avanzamento;
- tubazioni e impianti idraulici necessari per l'eduazione dell'acqua dall'interno della galleria e/o dagli eventuali attacchi intermedi in discenderia od a pozzo e per lo smaltimento all'esterno;
- la continua vigilanza diurna e notturna delle pompe e degli impianti in genere e quanto altro occorra per garantire, in ogni momento, il regolare funzionamento degli impianti stessi. La capacità totale delle pompe per ciascun attacco in discesa dovrà garantire lo smaltimento di una volta e mezzo la quantità di acqua di infiltrazione più quella utilizzata per il funzionamento delle attrezzature di perforazione al fronte. L'appaltatore dovrà mettere in opera, o avere la disponibilità, all'inizio dei tratti da eseguire in discesa, all'inizio di ciascun tratto servito da attacco intermedio in discenderia o a pozzo, uno o più apparecchi se necessario, per misurare la quantità di acqua edotta e smaltita all'esterno. Ogni giorno lavorativo l'appaltatore dovrà redigere un verbale di constatazione, in contraddittorio con la direzione lavori, nel quale riportare:
 - la quantità di acqua edotta (l/sec);
 - la temperatura;
 - la progressiva di avanzamento del fronte;
 - estremi dell'eventuale prelievo per la determinazione delle caratteristiche chimicofisiche dell'acqua; in presenza di venute d'acqua, l'appaltatore è tenuto a eseguire prelievi sistematici al fronte di scavo per analizzare l'eventuale aggressività delle acque stesse comunicandone tempestivamente l'esito alla direzione lavori. La valutazione dei provvedimenti da adottare dovrà tenere conto sia dell'esito delle suddette analisi sia della situazione idrogeologica della zona interessata dagli scavi con particolare riguardo alla permeabilità dei terreni e alle possibili modifiche dei flussi idrici sotterranei conseguenti alla costruzione della galleria. l'appaltatore dovrà installare appositi impianti di depurazione delle acque provenienti dalla galleria prima dello scarico all'esterno. Per venute d'acque cospicue, inoltre, la dl potrà richiedere all'appaltatore di prendere adeguati provvedimenti per irregimentare l'acqua e scaricarla all'esterno evitando che questa venga a contatto con il piano di lavoro caricandosi di impurità.

27.4 Scavo in presenza di gas

Qualora lo scavo avvenisse in presenza di gas accertata, l'appaltatore dovrà operare adottando i seguenti provvedimenti: installazione, esercizio, manutenzione e montaggio degli occorrenti maggior impianti di ventilazione (principali, di riserva, ausiliari), per l'immissione di aria pura e l'aspirazione dell'aria viziata, per la più elevata potenza richiesta dalla necessità di: - ridurre rapidamente la percentuale di gas infiammabile od esplosivo oppure tossico od altrimenti nocivo nell'atmosfera della galleria al di sotto dei limiti tollerabili ai sensi delle norme succitate; espellere rapidamente, nel caso di gas infiammabili od esplosivi, i gas prodotti dallo impiego dei prescritti esplosivi antigrisoutosi;) dotazione in cantiere, nel caso di gas infiammabili od esplosivi, dei sistemi e mezzi di illuminazione fissi e individuali adatti ad ambienti grisoutosi nonché macchine operatrici, apparecchiature e condutture elettriche di tipo antideflagrante, secondo la normativa vigente, compresi gli impianti esterni necessari per l'impiego e la manutenzione di tali attrezzature e mezzi; a) esecuzione di fori esplorativi nel fronte di avanzamento la cui lunghezza, se non definita dal progetto, deve essere proposta dall'appaltatore alla dl.

b) verifica continua, da parte di personale esperto, della concentrazione di gas di qualunque tipo estesa a tutto lo sviluppo della galleria e in particolare in corrispondenza dei fori esplorativi e registrazione dei controlli su apposito registro;

c) dotazione in cantiere dei mezzi prescritti dalla normativa per tutelare la sicurezza del personale e per il pronto intervento quali: elmetti speciali, stivali di gomma, estintori nel caso di gas infiammabili od esplosivi. per le maestranze scorta di: respiratori e autoprotettori; apparecchi atti ad accertare la percentuale di gas di qualunque tipo esistente nei vari punti in sotterraneo; collegamenti telefonici con l'esterno.) la disponibilità di una squadra di salvataggio e pronto soccorso per ciascun turno di lavoro provvista dei mezzi di emergenza necessari;) installazione, nel caso di gas infiammabili od esplosivi, di una rete di distribuzione di acqua in pressione e predisposizione di idonea attrezzatura per l'efficiente funzionamento dei mezzi di estinzione incendi e per la protezione del personale a essi addetto;

d) istruzione del personale sulla natura dei gas riscontrati e sui relativi pericoli.

Sono a carico dell'appaltatore anche:

a) il maggior consumo elettrico e di aria compressa derivante dall'organizzazione del lavoro descritta nei punti precedenti, la disponibilità di gruppi elettrogeni di idonea potenza per l'azionamento dei ventilatori in caso di mancanza di corrente elettrica di rete;

b) il maggior impiego di mano d'opera, i periodi di mancata produttività di quest'ultima per la prescritta uscita all'aperto nel caso in cui la concentrazione di gas sia superiore a quella tollerabile e l'attesa per l'accertamento che il gas non superi la percentuale tollerabile.

c) il maggior costo della mano d'opera impiegata in galleria in dipendenza del pagamento dell'indennità di gas e di ogni altro onere connesso con il personale;

d) ogni altro onere derivante:

e) dalle disposizioni impartite dagli uffici competenti in materia di prevenzione degli infortuni e di igiene del lavoro in sotterraneo; durante lo scavo di una galleria deve essere sempre eseguito un monitoraggio con lo scopo di:

- verificare la validità delle previsioni progettuali attraverso un confronto sistematico, in corso d'opera, tra le stesse previsioni e le prestazioni/comportamento del terreno nell'intorno della galleria e delle strutture di rivestimento; - assicurare che l'opera sia in grado di esplicare le sue

funzioni nel tempo, risultando idonea all'esercizio, resistente e stabile senza riduzioni significative della sua integrità o necessità di interventi di manutenzione straordinari.

- verificare che lo stato di sollecitazione del rivestimento rimanga entro i limiti fissati dal progetto anche nella fase di esercizio. queste verifiche vengono eseguite dalla dl insieme ai progettisti sulla base dei dati forniti dall'appaltatore. Quest'ultimo è comunque tenuto all'esame dei risultati sulla base della sua esperienza in modo da essere in grado di individuare per tempo eventuali situazioni potenzialmente pericolose e porvi rimedio.

Il sistema di monitoraggio deve essere installato e gestito secondo le indicazioni dei progettisti e in accordo con le specifiche di seguito riportate, che devono intendersi integrative alle eventuali specifiche particolari riportate dal progetto. Tuttavia, nei casi in cui si riscontrino situazioni più gravose rispetto a quelle previste, o condizioni geologiche particolari o suscettibili di evoluzioni che comportino rischi per la struttura, o zone alterate anche a seguito di movimenti o rilasci causati dallo scavo della galleria, o comunque in tutti i casi in cui lo ritenga necessario, la dl può richiedere che l'impresa integri il sistema con l'installazione di ulteriori sezioni strumentate e/o di strumentazione aggiuntiva. In questi casi la dl può anche chiedere che venga modificata la distribuzione o la composizione delle sezioni previste in progetto in modo da posizionarle nelle zone risultate di maggiore interesse senza aumentare il loro numero.

27.5 Gallerie naturali scavate con TBM

Le seguenti prescrizioni riguardano in particolare le EPB ma le specifiche tecniche e prestazionali della TBM che li Appaltatore intende impiegare dovranno essere consegnate prima dello sviluppo del progetto esecutivo della Galleria.

REQUISITI PRINCIPALI

La realizzazione delle gallerie circolari con scavo meccanizzato mediante TBM scudata deve garantire la massima limitazione dei cedimenti e il controllo dei flussi di materiale verso la camera di scavo in modo da rendere minimi i rischi nei confronti sia dello scavo che delle opere interferenti; a questo scopo le caratteristiche della TBM devono essere tali che in rapporto alle caratteristiche del terreno, alla velocità di avanzamento ed in generale ai metodi costruttivi adottati, si possa garantire un volume perso non superiore allo 0,5% del volume di scavo.

Il diametro dello scudo della TBM deve garantire la posa in opera di conci – almeno in numero di 5+1 aventi spessore minimo di 30 cm nel rispetto della sagoma limite interna indicata nel progetto definitivo di riferimento.

In nessun caso si accettano scudi aventi diametro interno superiore di più di 30 cm rispetto al diametro esterno del rivestimento indicato nel progetto definitivo.

Principali componenti del sistema:

TBM scudata

- sistema di guida laser
- Dispositivi per esecuzione sondaggi in avanzamento per prospezione terreno (anche non in asse galleria)
- Ruota fresante, accessori di taglio, ricambi
- Sistema per l'esecuzione di sovratagli
- Dispositivi per le iniezioni di fluidificanti per il condizionamento del terreno
- Sistema per le iniezioni di intasamento (mixer, pompa, tubazioni)

- Sistema di perforazioni per il trattamento del terreno dallo scudo (anche non in asse galleria)
- Coclea
- Erettore conci
- Dispositivi di misurazione istantanea del peso del materiale scavato (doppia bilancia sul nastro)
- Dispositivi di misurazione e regolazione delle pressioni al fronte nella camera di scavo
- Doppia camera ad aria compressa per interventi di manutenzione o d'altra natura
- Martinetti di spinta
- Sistema di comunicazione con l'esterno

Back-up

- magazzino tubazioni adduzioni aria pura
- Avvolgitore automatico cavo alimentazione elettrica fresa
- Avvolgitore automatico tubazioni acqua
- Illuminazione di emergenza
- Trasportatore

Impianti in galleria

- Locomotori diesel-idraulici
- Vagoni/nastri per trasporto
- Vagoncino trasporto personale
- Piattine porta conci prefabbricati
- Piattine di servizio
- Condotta alimentazione acqua
- Tubazione adduzione aria pura
- Condotta aspirazione aria
- Cavo di alimentazione elettrica fresa
- Tubazione per l'aria compressa
- Sistema aggettamento acque
- Armamento ferroviario
- Illuminazione

Impianti al pozzo di imbocco

- Sistema di scambio per i convogli
- Ribaltatore scarico vagoni/nastri
- Sistema evacuazione dello smarino
- Sistema approvvigionamento conci prefabbricati
- Impianto di sollevamento
- Scale accesso personale
- Sistema di produzione e pompaggio additivi del terreno
- Sistema produzione e pompaggio iniezioni di intasamento a tergo
- Elettroventilatori
- Pompa alimentazione acqua
- Compressore e sistema di controllo dell'aria compressa
- Cabine trasformazione elettrica
- Area stoccaggio, per limitata quantità, dei conci prefabbricati presso l'imbocco
- Stoccaggio principale dei conci presso l'impianto di fabbricazione

Impianti al pozzo di fuoriuscita

- Impianto di sollevamento
- Scale accesso personale

Sistema acquisizione e gestione dati

CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELLA TBM SCUDATA

La TBM scudata deve essere in grado di realizzare una galleria circolare limitando al massimo i cedimenti e i flussi di materiale verso la camera di scavo in modo da rendere minimi i rischi nei confronti sia dello scavo che delle opere interferenti.

La scelta della macchina deve essere adeguatamente motivata sulla base di un'attenta analisi di tipo "multicriteria", con riferimento alle caratteristiche del tracciato e quelle dei materiali risultanti dalle indagini geognostiche.

CONSOLIDAMENTI PREVENTIVI DEL TERRENO

Eventuali trattamenti localizzati del terreno per consentire l'avanzamento della fresa saranno di norma realizzati dal piano di campagna.

Ove questo non fosse possibile dovranno essere previsti eccezionalmente dallo scudo, mediante predisposizione nel mantello tubi muniti di valvole ed inclinati; mediante perforatrice eventualmente munita di valvole (preventer) per evitare ingressi incontrollati di acqua e materiale, da questi tubi potranno essere eseguiti iniezioni nel terreno, rinforzi in vetroresina o altro.

La sezione circolare formata mediante l'esecuzione di un preforo a distruzione di nucleo ed iniezione di miscele cementizie mediante una batteria di aste tubolari di immissione secondo le prescrizioni delle Norme Tecniche, avente resistenza caratteristica media, lungo il fusto della colonna, non inferiore a 20 MPa. Data in opera compreso:

- l'uso di attrezzature speciali composte da pompe ad alta pressione, sonde idrauliche semoventi, gruppi elettrogeni, impianti di miscelazione con relativi operatori e manovalanza;
- la fornitura dei materiali;
- il trattamento e l'allontanamento dei fanghi di spurgo; - l'impiego del rivestimento provvisorio;
- la fornitura di additivi stabilizzanti od antidilavamento;
- gli oneri connessi a particolari difficoltà esecutive quali la presenza di acque sotterranee, trovanti ed acclività di pendici;

ZONE DI IMBOCCO E DI USCITA DELLA TBM SCUDATA

Nelle zone di imbocco in ambiente aperto, dove viene assemblata la TBM e fatta partire, deve essere adeguatamente dimensionato un blocco di contropinta.

In corrispondenza degli imbocchi e degli arrivi TBM dovranno essere realizzati diaframmi facilmente penetrabili dalla ruota fresante e opportuni interventi di consolidamento per sostenere il terreno

MODALITA' DI SCAVO E DI SOSTEGNO DEL FRONTE

Le procedure di avanzamento e di sostegno del fronte incidono sugli spostamenti e sulla stabilità del terreno intorno alla zona di scavo e limitano i flussi di materiale verso la camera di scavo che possono provocare fenomeni di erosione locale, con conseguenti richiami in superficie.

Con il condizionamento del materiale di scavo la pressione di sostegno esercitata sul fronte deve contrastare le pressioni del terreno e dell'acqua sotterranea – funzione del profilo idro-geologico della linea.

Le pressioni saranno mantenute costantemente in equilibrio con le pressioni esterne del terreno attraverso il controllo della velocità di rotazione della testa, del materiale in ingresso nella testa con il materiale estratto dalla camera di scavo. Durante l'avanzamento le pressioni di terra saranno controllate in almeno tre punti posizionati in calotta, sull'asse e sull'arco rovescio e in almeno tre punti lungo lo sviluppo di coclea. L'influenza di questi fattori deve essere considerata ed attentamente pianificata.

RUOTA FRESANTE

La ruota di scavo deve essere munita di utensili idonei allo scavo dei diversi tipi di terreno incontrati

La ruota deve avere la possibilità di eseguire un sovrascavo variabile. La posizione dell'overcutter deve essere regolata mediante un sistema idraulico assistito dall'esterno, senza impiego di personale nella camera di lavoro. L'entità del sovrascavo incide sui cedimenti superficiali e la sua variabilità deve essere predeterminata a seconda delle condizioni geotecniche locali.

Il cambio degli utensili deve poter essere eseguito dall'interno della camera di lavoro ma non davanti alla ruota stessa.

Per evitare il ristagno di materiale tra ruota di taglio e fronte con conseguenze sull'avanzamento della fresa e l'usura degli utensili, la ruota fresante deve essere dimensionata con le opportune aperture.

Inoltre per evitare che eventuali blocchi argillosi possano causare fenomeni di clogging occorre che la macchina di scavo sia dotata di un numero sufficiente di linee di iniezione atte a garantire un adeguato condizionamento del fronte.

RIVESTIMENTO

Il rivestimento può essere realizzato in avanzamento per "anelli", ognuno dei quali ottenuto combinando i conci in calcestruzzo armato mediante la rotazione della posizione del concio di chiave.

Gli elementi prefabbricati saranno costruiti in stabilimenti fuori opera e quindi trasportati, evitando ripetuti carichi e scarichi, in cantiere ove si deve prevedere una possibilità di stoccaggio che garantisca almeno 3 giorni di attività con riferimento alla massima produzione giornaliera.

Attendendosi alle indicazioni di progetto per quanto riguarda i materiali, lo spessore dei conci, i giunti di tenuta, la disposizione, il sistema d'intasamento a tergo dei conci stessi (devono essere previste valvole anche nei conci), l'assoluta impermeabilità e la rispondenza alle prescrizioni relative alla protezione dalle correnti vaganti, l'appaltatore dovrà proporre la geometria definitiva dei conci prefabbricati, in base alle esigenze proprie del sito di erezione, posa, montaggio e serraggio di cui sarà provvista la TBM, adottando anche i conci di tipo universale.

Il rivestimento della galleria deve essere messo in opera immediatamente a seguito della macchina di scavo e la scelta del tipo unitamente alle modalità d'iniezione per il riempimento del vuoto tra mantello e rivestimento incidono in modo determinante sulla qualità dell'opera finita e sugli esterni in termini di cedimenti.

IMPIANTO DI FABBRICAZIONE CONCI

L'impianto di prefabbricazione dei conci per il rivestimento della galleria di linea sarà dimensionato con una capacità sufficiente per soddisfare l'avanzamento medio previsto per lo scavo con la fresa (TBM).

L'impianto di prefabbricazione sarà composto da:

- lavorazione ferro tondo;
- casseri allineati con sistema vibrante,
- impianto di betonaggio;
- distributore del calcestruzzo;
- camere di maturazione a vapore;
- sistema di sollevamento e trasporto a deposito esterno;
- vano di transizione tra le camere di maturazione a vapore ed il deposito esterno (stoccaggio principale dei conci presso l'impianto di fabbricazione);

L'impianto di betonaggio automatico avrà le seguenti caratteristiche:

- betoniera ad asse verticale;
- dosaggio del cemento e degli inerti a peso per mezzo di bilance indipendenti tra loro con tolleranza dell'1% sul peso del cemento e del 3% sul peso di ciascuna classe di inerti;
- dosaggio degli additivi a volume o a peso con tolleranza dell'1% in peso;
- dosaggio dell'acqua a peso o a volume con tolleranza dell'1% in peso;
- possibilità di rapida valutazione della quantità dell'acqua d'impasto in funzione del contenuto di umidità degli inerti;
- registrazione dei componenti di ogni singolo impasto mediante registratore automatico scrivente.

MONITORAGGIO

Durante lo scavo di una galleria deve essere sempre eseguito un monitoraggio con lo scopo di:

- verificare la validità delle previsioni progettuali attraverso un confronto sistematico, in corso d'opera, tra le stesse previsioni e le prestazioni/comportamento del terreno nell'intorno della galleria e delle strutture di rivestimento;
- assicurare che l'opera sia in grado di esplicare le sue funzioni nel tempo, risultando idonea all'esercizio, resistente e stabile senza riduzioni significative della sua integrità o necessità di interventi di manutenzione straordinari.
- verificare che lo stato di sollecitazione del rivestimento rimanga entro i limiti fissati dal progetto anche nella fase di esercizio. Ueste verifiche vengono eseguite dalla dl insieme ai progettisti sulla base dei dati forniti dall'appaltatore. Quest'ultimo è comunque tenuto all'esame dei risultati sulla base della sua esperienza in modo da essere in grado di individuare per tempo eventuali situazioni potenzialmente pericolose e porvi rimedio. Il sistema di monitoraggio deve essere installato e gestito secondo le indicazioni dei progettisti e in accordo con le specifiche di seguito riportate, che devono intendersi integrative alle eventuali specifiche particolari riportate dal progetto. Tuttavia, nei casi in cui si riscontrino situazioni più gravose rispetto a quelle previste, o condizioni geologiche particolari o suscettibili di evoluzioni che comportino rischi per la struttura, o zone alterate anche a seguito di movimenti o rilasci causati dallo scavo della galleria, o comunque in tutti i casi in cui lo ritenga necessario, la DL può richiedere che l'impresa integri il sistema con l'installazione di ulteriori sezioni strumentate e/o di strumentazione aggiuntiva. In questi casi la DL può anche chiedere che venga modificata la distribuzione o la composizione

delle sezioni previste in progetto in modo da posizzarle nelle zone risultate di maggiore interesse senza aumentare il loro numero.

E' onere dell'appaltatore, e si intende compresa nel prezzo dello scavo, l'esecuzione del monitoraggio della galleria con gli strumenti, le sezioni e le frequenze previste. Questo monitoraggio deve essere considerato il "minimo" da eseguire indipendentemente dalla prescrizioni di progetto. Quando il progetto prevede l'installazione di un sistema di monitoraggio, il "sistema di monitoraggio minimo" di seguito descritto deve essere integrato in quello previsto dal progetto. Rientrano, quindi, negli oneri dell'appaltatore:

- la predisposizione, nei tempi previsti dal contratto, degli elaborati di dettaglio del progetto di monitoraggio che devono riportare: l'ubicazione delle sezioni strumentate secondo la distribuzione prevista dal progetto e con le eventuali integrazioni necessarie a raggiungere la frequenza prevista per il monitoraggio minimo;
- l'elenco completo e le caratteristiche di tutti gli strumenti e di tutta l'attrezzatura prevista;
- le schede tecniche relative a ciascuno strumento che attestino la conformità alle specifiche di progetto;
- i dettagli delle modalità di installazione e collegamento;
- la frequenza delle letture;
- la modalità di presentazione dei dati. questi elaborati devono essere approvati dalla direzione lavori insieme agli strumenti ed alla attrezzatura prevista.
- la fornitura della strumentazione, che deve essere preventivamente approvata dalla dl, e la sua custodia in modo idoneo fino all'installazione;
- l'installazione e il collaudo di ogni strumento e la verifica della sua funzionalità prima e dopo l'installazione;
- il mantenimento in efficienza del sistema e degli strumenti fino al collaudo o per la durata indicata dal progetto;
- la lettura e la presentazione dei dati secondo le specifiche riportate negli elaborati di dettaglio;
- l'esame tecnico dei risultati e la redazione di un nota di commento da consegnare, assieme ai risultati, o entro breve termine dalla loro consegna, alla dl. Prima dell'installazione degli strumenti, l'appaltatore deve predisporre una istruzione tecnica operativa nella quale vengano descritte la modalità di installazione, lettura, gestione e manutenzione di ogni strumento. Tale istruzione deve essere trasmessa, per conoscenza, alla dl. tutte le operazioni devono essere eseguite da personale qualificato. L'appaltatore prima dell'inizio delle attività comunicherà, alla dl, il nome del tecnico responsabile delle attività di monitoraggio. L'appaltatore deve inoltre disporre, all'interno o presso il cantiere di un laboratorio ufficiale o autorizzato presso il quale eseguire le prove geotecniche richieste dal progetto di monitoraggio.

IMPERMEABILIZZAZIONE

Realizzata nelle gallerie e nei pozzi con guaine in PVC o tipo polietilene, dello spessore di mm 2 con sottostante strato di compensazione in geotessile in polipropilene del peso di g/mq 500 con resistenza non inferiore a 20 KN/M in entrambe le direzioni disposta tra il prerivestimento in conglomerato cementizio spruzzato od il preanello ed il rivestimento in conglomerato cementizio; eseguita in conformità delle prescrizioni di progetto e delle norme tecniche e secondo le

disposizioni della D.L. Compreso l'onere della regolarizzazione della superficie d'appoggio, l'unione di teli costituenti la guaina mediante saldatura a doppio cordone, il fissaggio alle pareti con speciali tasselli in plastica saldati, i tubi longitudinali di drenaggio fessurati al piede del diametro non inferiore a mm150 da pagarsi con la relativa voce di elenco; la captazione di eventuali venute d'acqua ed ogni altra prestazione ed onere.

CAPITOLO 7 - MURI DI SOSTEGNO PREFABBRICATI

Art.28 Generalità

Fornitura e posa in opera di muro di sostegno prefabbricato per strade di 1^a categoria, costituito da pannelli in c.a.v. prodotti in stabilimento in serie dichiarata, irrigiditi dalla parte interna da una costola, estendentesi per l'intera altezza e da una platea stabilizzante in c.a. gettata in opera, estendentesi sotto al terrapieno, atta a garantire da sola la stabilità della struttura agli stati limite di ribaltamento e scorrimento.

La struttura sarà posata su una fondazione, che è pagata a parte solo se ad essa non è affidato il compito di impedire il ribaltamento della parete prefabbricata.

Il muro sarà sagomato e dimensionato secondo una delle seguenti tre tipologie rappresentate nei disegni di progetto:

Tutte le tipologie saranno dimensionate non solo per resistere alla spinta del terreno agente sull'opera ma anche e comunque alla spinta di un terrapieno orizzontale avente un angolo d'attrito di 30°, un peso specifico della terra di 2,00 ton/m³ e un sovraccarico sul rilevato di 4,00 ton/m², in assenza di una spinta idraulica.

I pannelli dello spessore ai bordi non inferiore a 10 cm, dovranno presentare la faccia in vista piana e ben rifinita; difetti di planarità verificati su 4 m, non dovranno superare 5 mm; gli spigoli verticali in vista dovranno essere arrotondati.

Nel giunto verticale fra i pannelli sarà inserito un profilato in P.V.C., sagomato in modo da consentire un facile drenaggio delle acque presenti nel terrapieno, convogliarle alla base della parete e di trattenere i materiali del terreno di granulometria maggiore di 0,8 mm. La superficie dei fori e/o fessure non sarà inferiore a 20 cm² per m² di facciata.

Il calcestruzzo dei pannelli prefabbricati dovrà avere classe di resistenza minima C35/45, quello della platea gettata in opera C25/30.

L'acciaio dell'armatura sarà del tipo B450C controllato in stabilimento.

I prezzi comprendono e compensano:

L'impiego della struttura per:

- una vita nominale di 50 anni in condizioni di esposizione ambientale aggressiva o in condizioni di esposizione ambientale molto aggressiva della sola facciata;
- una vita nominale dell'opera di 100 anni in condizioni di esposizione ambientale ordinaria o in condizioni di esposizione ambientale aggressiva della sola facciata

La fornitura, il trasporto e la posa in opera dei pannelli, disposti verticalmente o con scarpa secondo le prescrizioni della D.L;

La costruzione della platea stabilizzatrice ubicata come da progetto; nella sezione d'incastro alla parete prefabbricata l'armatura tesa sarà costituita per almeno il 40% da ferri fuoriuscenti dal pannello prefabbricato;

- la sigillatura dell'articolazione tirante-pannello con malta reoplastica premiscelata a ritiro compensato;
- l'esecuzione di un bordino di rifinitura in malta cementizia al piede dei pannelli;
- la fornitura e posa in opera del profilato drenante nei giunti fra i pannelli;

Devono intendersi esclusi dai prezzi:

Gli scavi, che dovranno rispettare rigorosamente i disegni di progetto non essendo consentite rettifiche di quota, per cui eventuali eccedenze dovranno essere colmate con getti di calcestruzzo a carico dell'Impresa;

- la fondazione;

- l'eventuale drenaggio a tergo del muro;
- l'eventuale coronamento in sommità.

L'altezza del muro sarà misurata in verticale lungo la facciata del pannello, dall'estradosso della fondazione alla sommità del pannello.

Art.29 Facciate dei muri prefabbricati

Esecuzione sui muri di sostegno prefabbricati con facciavista rivestita in pietra naturale con pezzatura irregolare disposta Opus Incertum o simili, a scelta della Direzione Lavori, realizzata in stabilimento contemporaneamente all'elemento prefabbricato secondo le migliori tecniche per garantire un perfetto ancoraggio antigelivo.

Esecuzione sui muri di sostegno prefabbricati di facciata decorata con rilievo del calcestruzzo, con aggetti fino a 2 cm., disegni a scelta della D.L., realizzata in stabilimento eseguendo il getto su matrice in gomma o calcestruzzo lavato.