GBRG ENGINEERING srl
Sede Legale: Via Togliatti 54
Sede Op.va: Via dei Fiori 2/d
20080 Zibido S. Giacomo (MI)
Tel. 02/9000.33.63 Fax 02/922.709.38
giuseppe.giunta@gbrg.it
www.gbrg.it

COMUNE DI LUNGAVILLA
P.zza Cap. Albini n°3 - 27053
R.U.P. – Arch. Chiara Nobile
comune.lungavilla@legalpec.it

COMUNE DI LUNGAVILLA
PROVINCIA DI PAVIA

OPERE DI AMPLIAMENTO DELLA SCUOLA PRIMARIA E SECONDARIA DI PRIMO GRADO PER LA REALIZZAZIONE DELLE MENSE SCOLASTICHEDI CUI AL PNRR
NUOVA COSTRUZIONE – VIA DIONIGI MASSAZZA N°57/A

PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO
STRUTTURE
CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE TECNICA

MARZO 2023

Progettista:

GBRG ENGINEERING Srl
Sede Legale - Via Palmiro Togliatti n.54
Sede Operativa - Via dei Fiori n.2/d
Zibido San Giacomo (MI)
ING. GIUNTA GIUSEPPE
Tel. 02-9000.33.63 - Fax 02/922.70.938 giuseppe.giunta@gbrg.it - www.gbrg.it

ORDINE DEGLI INGEGNERI - MILANO - GIUSEPPE GIUNTA 19575

PARTE SECONDA – PRESCRIZIONI TECNICHE

***** Art. 1 LEGISLAZIONE E NORMATIVE TECNICHE…….

CAPO 1 – OPERE STRUTTURALI – MODALITA' ESECUTIVE

Art. 2 QUALITÀ, PROVENIENZA E IMPIEGO DEI MATERIALI……

Art. 3 DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ E MARCATURA CE……..

CAPO 2 – OPERE STRUTTURALI – MODALITA' ESECUTIVE

Art. 4 ACQUA D'IMPASTO……..

Art. 5 LEGANTI E ADDITIVI……...

Art. 6 AGGREGATI……...

Art. 7 ACCIAIO PER C.A. E MATERIALI METALLICI FERROSI……

Art. 8 MANTI IMPERMEABILIZZANTI ADERENTI……

Art. 9 BITUMI……

Art. 10 PRODOTTI PER MANTI IMPERMEABILIZZANTI NON ADERENTI……

CAPO 3 – OPERE STRUTTURALI – MODALITA' ESECUTIVE

Art. 11 TOLLERANZE ESECUTIVE……

Art. 12 DEMOLIZIONI……..

Art. 13 MOVIMENTI TERRA……...

Art. 14 SCAVI IN PRESENZA DI ACQUA DI FALDA……...

Art. 15 GESTIONE TERRE DA SCAVI……

Art. 16 VERIFICA DEL TRATTAMENTO DEL TERRENO DI PROGETTO ……

Art. 17 TRATTAMENTO DEL TERRENO CON INIEZIONI …….

Art. 18 OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO ……..

Art. 19 TRATTAMENTI SUPERFICIALE DI OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO……

Art. 20 OPERE IN CARPENTERIA METALLICA ……..

Art. 21 PROTEZIONE E RICOPRIMENTO DI ELEMENTI METALLICI FERROSI……

Art. 22 IMPERMEABILIZZAZIONE IN GENERALE ……...

Art. 23 IMPERMEABILIZZAZIONE PARETI CONTROTERRA ……..

Art. 24 IMPERMEABILIZZAZIONE ESTERNA DI OPERE INTERRATE A CIELO APERTO…...

Art. 25 IMPERMEABILIZZAZIONE ESTERNA DI OPERE INTERRATE A FORO CIECO …….

Art. 26 IMPERMEABILIZZAZIONE ESTERNA DI OPERE INTERRATE A CIELO APERTO…...

Art. 27 MICROPALI ……..……

CAPO 5 - PRESCRIZIONI TECNICHE PER L'ESECUZIONE DI NOLI E TRASPORTI

Art. 28 OPERE PROVVISIONALI……

Art. 29 NOLEGGI……...

Art. 30 TRASPORTI……...

CAPO 6 - LAVORI DIVERSI NON SPECIFICATI NEI PRECEDENTI ARTICOLI

Art. 31 LAVORI DIVERSI NON SPECIFICATI NEI PRECEDENTI ARTICOLI……...

Art. 32 SEGNALETICA…….

PARTE SECONDA
PRESCRIZIONI TECNICHE

ART. 1 LEGISLAZIONE E NORMATIVE TECNICHE

Le opere contemplate dal presente progetto devono essere conformi alla legislazione e alla normativa vigenti, al Decreto Ministeriale del 2018 in applicazione della legge 5 novembre 1971, n. 1086, ed a tutte le successive norme e disposizioni emanate dai competenti organi.
Inoltre si fa riferimento anche ai dettami di:
direttive della UE, se direttamente applicabili,
istruzioni e norme di enti normatori (UNI, CEI, CEN, ISO, ecc.), fermo restando il concetto generalmente applicabile dell'esecuzione "a perfetta regola d'arte".
Per quanto riguarda l'aspetto ambientale si deve fare riferimento al D.Lgs. n°152 del 4 Aprile 2006- "Norme in materia Ambientale" e ulteriori disposizioni correttive e integrative

CAPO 1 – OPERE STRUTTURALI

ART. 2 QUALITÀ, PROVENIENZA E IMPIEGO DEI MATERIALI

I materiali (intesi come materiali, prodotti, composti, forniture, componenti, ecc.) devono corrispondere alle prescrizioni del presente Capitolato Speciale ed essere della migliore qualità: possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del Direttore Lavori.

2.1 Controllo sei requisiti di accettazione

Ai sensi dell'art. 15 comma 7 e 8 del Capitolato Generale di Appalto gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie ovvero specificatamente previste in questo Capitolato Speciale di appalto, sono disposte dalla Direzione dei lavori o dall'organo di collaudo, imputando la spesa a carico delle somme previste nel quadro economico dell'appalto.
Per le stesse prove la Direzione dei lavori provvede al prelievo del relativo campione ed alla redazione di apposito verbale di prelievo. La certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali riporta espresso riferimento a tale verbale.
La direzione dei lavori o l'organo di collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte dal Capitolato Speciale di Appalto, ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico dell'Appaltatore.
L'Impresa è poi tenuta a provvedere con congruo anticipo, rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, alla composizione delle miscele che intende adottare: ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali si sono ricavate le ricette ottimali.

2.2 Accettazione dei materiali

I materiali da impiegare nei lavori dovranno essere:

a) prequalificati corredandoli di tutti i certificati di prove sperimentali o di dichiarazioni a cura del Produttore necessari ad attestare, prima dell'impiego, la loro conformità in termini di caratteristiche meccanico-fisico-chimiche alle prescrizioni del presente Capitolato Speciale;

b) identificati riportando le loro caratteristiche nel Documento di Trasporto con cui il materiale viene consegnato in cantiere o a piè d'opera. L'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione Lavori una copia del DdT (Documento di Trasporto) e dell'eventuale documentazione allegata;

c) certificati mediante la documentazione di attestazione rilasciata da un Ente terzo indipendente (Marcatura CE) ovvero, ove previsto, autocertificati dal Produttore. L'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione Lavori una copia dei certificati;

d) accettati dal Direttore Lavori medianti controllo delle certificazioni cui ai punti precedenti e, se necessario, mediante prove sperimentali di accettazione;

e) ulteriormente verificati nel caso in cui il Direttore Lavori ravvisi difformità nella fornitura dei materiali, nelle lavorazioni o nell'opera ultimata rispetto a quanto richiesto dal presente Capitolato Speciale.

Tutti gli oneri per prelievi, prove di laboratorio e certificati relativi ai punti a), b), c) e d) rimangono ad esclusivo carico dell'Appaltatore mentre le prove di laboratorio e le certificazioni relative al punto e) sono a carico della Committente, permanendo – anche per quest'ultime - a carico dell'Appaltatore l'onere dei prelievi, dell'eventuale conservazione dei campioni e delle prove che diano esito negativo.
Nel caso il materiale risulti non conforme agli standard ed ai controlli previsti ai punti a), b), c) o d), lo stesso non sarà ritenuto idoneo all'impiego e dovrà essere immediatamente allontanato dal cantiere, sostituendolo con altra fornitura che corrisponda alle caratteristiche volute. Le opere già costruite utilizzando materiale non conforme dovranno essere demolite a totale cura e spese dell'Appaltatore.
Nonostante l'accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori, l'Appaltatore resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

2.3 Conformità e Non Conformità al Capitolato Speciale

Il presente Capitolato Speciale determina le caratteristiche dei materiali e le modalità esecutive ritenute idonee per eseguire le lavorazioni in modo conforme alle aspettative di qualità della Committente.
Il Personale della Direzione Lavori è preposto a rilevare, utilizzando un apposito modulo di "Non Conformità", gli scostamenti riscontrati nei materiali utilizzati, nelle forniture, nelle caratteristiche di una parte dell'opera o nelle sue modalità esecutive, rispetto alle prescrizioni del Progetto e del Capitolato Speciale.

Le lavorazioni oggetto di procedura di "Non Conformità" non verranno contabilizzate fino a quando il Direttore dei Lavori dichiarerà la chiusura della procedura, attestando l'intervenuta risoluzione della non conformità. Le "Non Conformità" che non troveranno risoluzione causeranno la demolizione dell'opera non conforme.

2.4 Impiego dei materiali

L'Appaltatore che nel proprio interesse o di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità è redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite.
Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza da parte del Direttore dei Lavori l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, viene applicata una adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.

2.5 Provvista dei materiali

Se gli atti contrattuali non contengono specifica indicazione, l'Appaltatore è libero di scegliere il luogo ove rifornirsi dei materiali necessari alla realizzazione del lavoro, purchè essi abbiano le caratteristiche prescritte dai documenti tecnici allegati al contratto.
Le eventuali modifiche di tale scelta non comportano diritto al riconoscimento di maggiori oneri, nè all'incremento dei prezzi pattuiti.
Nel prezzo dei materiali sono compresi tutti gli oneri derivanti all'Appaltatore dalla loro fornitura a piè d'opera, compresa ogni spesa per eventuali aperture di cave, estrazioni, trasporto da qualsiasi distanza e con qualsiasi mezzo, occupazioni temporanee, ripristino dei luoghi, indennizzi ed indennità a Terzi.

2.6 Sostituzione dei luoghi di provenienza dei materiali previsti in contratto

Qualora gli atti contrattuali prevedano il luogo di provenienza dei materiali, il Direttore dei Lavori può prescriverne uno diverso, ove ricorrano ragioni di necessità o convenienza.
Qualora i luoghi di provenienza dei materiali siano indicati negli atti contrattuali, l'Appaltatore non può cambiarli senza l'autorizzazione scritta del Direttore dei Lavori, che riporti l'espressa approvazione del responsabile unico del procedimento.

2.7 Difetti di costruzione

L'Appaltatore deve demolire e rifare a sue spese le lavorazioni che il Direttore Lavori accerta eseguite senza la necessaria diligenza o con materiali diversi da quelli prescritti contrattualmente o che, dopo la loro accettazione e messa in opera, abbiano rivelato difetti o inadeguatezze.
Qualora il Direttore Lavori presuma che esistano difetti di costruzione, può ordinare che le necessarie verifiche siano disposte in contraddittorio con l'Appaltatore che dovrà farsi carico di tutte le attività necessarie a consentire l'espletamento delle verifiche.
Quando i vizi di costruzione siano accertati, le spese delle verifiche sono a carico dell'Appaltatore, in caso contrario l'Appaltatore ha diritto al rimborso di tali spese e di quelle sostenute per il ripristino della situazione originaria, con esclusione di qualsiasi altro indennizzo o compenso.

ART. 3 DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ E MARCATURA CE

I prodotti che riportano la marcatura CE – che ne attesta l'idoneità per un dato impiego previsto, secondo un insieme di prestazioni minime che si rifanno ai requisiti essenziali del Regolamento UE n°305/2011 - beneficiano di presunzione di rispondenza alle caratteristiche dichiarate.

3.1 Marcatura CE - Materiali

Tutti i materiali forniti dall'Appaltatore da impiegare nei lavori dovranno presentare – ove previsto dalla Normativa italiana vigente alla data dell'offerta - la Marcatura CE, a garanzia della conformità del prodotto a tutte le direttive e norme ad esso applicabili.
Materiali non rispondenti a tale requisito, non saranno ritenuti idonei all'impiego e dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere, sostituendoli con altri che corrispondano alle caratteristiche volute. L'utilizzo di un prodotto sprovvisto di Marcatura CE dovrà essere preventivamente autorizzato dal Direttore Lavori previa motivata richiesta scritta dell'Appaltatore.

3.2 Marcatura CE - Macchinari

Tutti i macchinari, impianti, equipaggiamenti, dispositivi, strumenti e attrezzature da impiegare nei lavori dovranno presentare la Marcatura CE, a garanzia della conformità del prodotto a tutte le direttive e norme ad esso applicabili.
Macchinari sprovvisti della Marcatura CE o immessi sul mercato prima dell'entrata in vigore della Marcatura CE non saranno ritenuti idonei all'impiego e dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere, sostituendoli con altri che corrispondano alle caratteristiche volute. L'utilizzo di un prodotto sprovvisto di Marcatura CE dovrà essere preventivamente autorizzato dal Direttore Lavori previa motivata richiesta scritta dell'Appaltatore.

CAPO 2 – MATERIALI

ART. 4 ACQUA D'IMPASTO

L'acqua da impiegare per la confezione delle malte, dei calcestruzzi e delle miscele per iniezioni, dovrà essere in conformità a quanto espressamente riportato nella UNI EN 1008.
Tale conformità dovrà essere garantita, per tutta la durata dei lavori, da chi confezionerà i vari conglomerati.
Da escludersi in ogni caso l'impiego di acque di riciclo.
L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta in relazione al tipo di conglomerato cementizio, tenendo conto dell'acqua contenuta negli aggregati (nella definizione della curva granulometrica risultante si farà riferimento alla condizione "satura a superficie asciutta" della Norma UNI 8520 - 2 e successivi aggiornamenti).
La quantità di acqua contenuta come umidità superficie sarà valutata con gli usuali mezzi a disposizione (per es. sonde, microonde, ecc.) al momento del confezionamento.
In particolare, dovrà essere dichiarato dal produttore del calcestruzzo l'assorbimento d'acqua della sabbia e degli aggregati secondo UNI EN 1097 parte 6, punti 8 e 9, risultando tale requisito fondamentale anche per la valutazione del rapporto a/c in cantiere secondo la UNI 6133 o UNI 11201.

ART. 5 LEGANTI E ADDITIVI

5.1 CALCI IDRAULICHE

Le calci idrauliche in polvere dovranno essere fornite esclusivamente in sacchi; i loro requisiti di accettazione e le relative modalità di prova saranno conformi alle norme di cui al D.M. 14 gennaio 1966 e al D.M. 31 agosto 1972, mentre per la loro conservazione e accettazione all'atto dell'impiego valgono le norme stabilite per i cementi.
Le calci idrauliche in zolle potranno essere utilizzate solo su espressa autorizzazione della DL. In tal caso, dovranno essere approvvigionate in stretta correlazione ai fabbisogni, evitando la costituzione di scorte; esse verranno inoltre trasportate e conservate, anche in cantiere, come prescritto dall'art. 3 della legge 26 maggio 1965, n. 595. In ogni caso, la calce che all'atto dell'impiego si presenti sfiorita, polverulenta o non perfettamente anidra sarà rifiutata. Lo spegnimento, da effettuarsi negli appositi bagnoli, dovrà avvenire con adeguato anticipo rispetto al momento in cui occorre avere disponibile il grassello, tenendo anche conto dei tempo occorrente all'idratazione delle zolle: la conservazione avverrà in vasche di muratura, disposte in serie rispetto ai bagnoli e depresse rispetto alla bocca di scarico degli stessi, curando tuttavia che l'impiego avvenga prima dell'inizio della presa, poiché tutto il prodotto che in tale momento non fosse stato ancora utilizzato dovrà essere gettato a rifiuto.

5.2 GESSI

Dovranno essere ottenuti per frantumazione, cottura e macinazione di pietra da gesso e presentarsi asciutti, di fine macinazione da non lasciare residui sullo staccio da 56 maglie a cm^2 ed esenti da materie eterogenee. In relazione all'impiego saranno indicati come gessi per muro, per intonaco e per pavimento.
I gessi per l'edilizia non dovranno contenere quantità superiori al 30% di sostanze estranee al solfato di calcio.

5.3 CEMENTO

I cementi impiegati dovranno essere controllati e certificati secondo quanto previsto nella norma UNI EN 197/1 e provvisti di marcatura CE.
Il cemento dovrà pervenire da impianti di produzione in grado di garantire:

- la continuità
- la costanza

della fornitura per tutta la durata dei lavori in sintonia con le miscele definite in fase di qualifica.
In conformità alle UNI EN 197, i requisiti meccanici, chimici e fisici del cemento dovranno essere controllati dal Contraente Generale, in contradditorio con il fornitore, effettuando il prelievo dalle autocisterne presso l'impianto di confezionamento, durante la qualificazione degli impasti e in corso d'opera, secondo le modalità e le cadenze come indicato di seguito:

- alla qualifica stessa
- ad ogni cambio di fornitore o di cemento dello stesso fornitore (stesso tipo e classe ma proveniente da cementerie ubicate in luoghi differenti)
- ogni 500 ton in corso d'opera; in questo caso sarà a discrezione della D.L. con cui sarà concordata la frequenza da parte del Contraente Generale e del fornitore di cemento.

Per i cementi da impiegare dovrà essere disponibile, su richiesta della D.L.:

- l'analisi chimica richiesta completa, compresa la determinazione del contenuto di K20 e Na2O equivalente e totale
- il calore specifico di idratazione del cemento impiegato (fino a un massimo di 7 gg; prova secondo UNI EN 196-9. Questo requisito potrà risultare importante in particolare per i getti massivi per i quali è opportuno contenere il calore termico di idratazione).

L'appaltatore o il produttore del calcestruzzo dovranno farne diretta richiesta al fornitore del cemento.
In particolare, per i getti di massa, per i quali gli aspetti termici legati all'idratazione del legante risultano di primaria importanza, sarà fornito dal produttore di cemento il valore medio del calore specifico a 1, 3 e 7 gg in modo che la D.L. possa procedere alle debite valutazioni del caso unitamente all'appaltatore (valore dell'innalzamento del picco termico, tempi di disarmo per evitare shock termici, ecc.).
In caso di ambienti chimicamente aggressivi si farà riferimento a quanto previsto nelle norme UNI 9156.
Il cemento potrà essere fornito in sacchi o sfuso, a convenienza dell'Appaltatore, e dovrà essere immagazzinato in silos metallici o depositi coperti e protetti dall'umidità.
Il cemento depositato o trasportato in sotterraneo, ove possano verificarsi stillicidi, dovrà essere contenuto in sacchi impermeabili; pertanto nel caso in cui il cemento non sia fornito in confezioni impermeabili, l'Appaltatore dovrà provvedere a metterlo in adeguati contenitori prima di trasportarlo in sotterraneo.
Il cemento dovrà essere utilizzato entro quattro mesi dalla data della confezione in cementificio. I silos metallici saranno completamente svuotati e puliti a intervalli non superiori a quattro mesi.
Al momento dell'uso, il cemento dovrà essere in perfetto stato di conservazione. Il cemento che presentasse grumi o segni di deperimento sarà allontanato dai cantieri e sostituito a cura e spese dell'Appaltatore.
È facoltà della D.L. richiedere la ripetizione delle prove su una stessa partita qualora sorgesse il dubbio di un degradamento delle caratteristiche del cemento, dovuto a una causa qualsiasi.
Ciascun silo del cantiere o della centrale di betonaggio sarà destinato a contenere cemento di un unico tipo, unica classe e unica provenienza, e a tale scopo chiaramente identificato.
La scelta del tipo e classe di cemento sarà subordinato alla Rck di progetto e della classe di esposizione secondo quanto indicato nella UNI EN 206-1 e ad altri peculiari aspetti delle singole strutture quali ad esempio tempistiche di disarmo, calore di idratazione, ecc.
Come riferimento generale si potrà fare riferimento alle seguenti indicazioni:

- Opere di Fondazione
  Cemento CE tipo II/ A-L classe 32,5R
- Opere in elevazione fuori terra
  Cemento CE tipo II/ A-L classe 32,5R
- Confezione delle malte e delle miscele per le iniezioni
  Cemento CE tipo II/ A-L classe 42,5 o 32,5, con un grado di finezza di blaine non inferiore a 4200 ± 200).

5.4 ADDITIVI PER CALCESTRUZZO

5.4.1 GENERALITA'

L'utilizzo degli additivi dovrà essere sperimentato in prove preliminari utilizzando gli inerti e il cemento realmente utilizzati e sarà dichiarato nel mix design delle miscele che verranno qualificate e approvate dalla D.L.
Nel caso di uso contemporaneo di più additivi il contrarente generale dovrà fornire alla D.L. conferma scritta del produttore o dei produttori della loro compatibilità fisica, chimica e tecnica.
L'uso congiunto di più additivi dovrà quindi essere approvato esclusivamente dalla D.L.

5.4.2 ADDITIVI SUPERFLUIDIFICANTI

Gli additivi superfluidificanti impiegati dovranno tassativamente essere conformi alle seguenti caratteristiche:

- essere a base di carbosillati eteri di seconda generazione o, in subordine, a base di polimeri solfonati idrosolubili (la approvazione di questi ultimi sarà preventivamente sottoposta alla accettazione della D.L.).
- essere conformi alle norme UNI 934-2 ed esenti da cloruri.
- produrre un abbassamento al cono di Abrams (slump), secondo le modalità previste dalla norma UNI EN 12350-2, di consistenza al getto S4-S5 (18-22 cm).

Tale consistenza dovrà essere mantenuta per almeno 60 minuti dal confezionamento senza che avvengano aggiunte arbitrarie di acqua durante il tragitto dalla centrale di confezionamento e/o nella fase di messa in opera.

In particolare, questa esigenza sarà perseguita nel periodo caldo dell'anno.
La consistenza S4-S5 (18-22 cm di slump) è da interdersi tassativamente come lavorabilità al momento del getto vero e proprio.
Dopo 60 minuti sarà tollerata una perdita di lavorabilità di 2-3 cm dello slump iniziale fino a un tempo massimo di 90 minuti dal confezionamento.
Dopo tale periodo si procederà a una verifica dello stato del calcestruzzo: in accordo con la D.L. si procederà o al non utilizzo del calcestruzzo o eventualmente con una ritempera dello stesso mediante un aggiunta di additivo in ragione di ca 0,3-0,5 alt/100 kg di legante.
La percentuale aggiunta dovrà essere confermata dalla qualità sotto l'aspetto reoligico (assenza di bleeding e segregazione) del calcestruzzo ottenuta in tale modo e dovrà in ogni caso essere approvata dalla D.L..

- dovranno consentire una riduzione dell'acqua di almeno il 20% (tipo superfluidificamente della serie Glenium Sky) rispetto allo stesso calcestruzzo non additivato a parità di consistenza S4-S5, mantenendo la lavorabilità nei termini sopraindicati.

In particolare: nella fase di messa definizione e di approvazione della miscela dovrà essere procurata, da chi produrrà il calcestruzzo sia esso l'Appaltatore che fornitore esterno, accurata documentazione che attesti l'effettiva riduzione dell'acqua e del mantenimento della lavorabilità nei termini sopra previsti. Le prove che verranno sottoposte a riguardo dovranno essere eseguite impiegando inerti asciutti di cui sia noto l'assorbimento (secondo UNI EN 1097 parte 6, punti 8 e 9, v. oltre).

- Il dosaggio sarà definito in funzione delle caratteristiche dei materiali utilizzati nel confezionamento e in funzione delle condizioni tecnico-operative (temperature, tempo di tragitto, ecc.) nel rispetto di quanto sopra.

- Il produttore dovrà essere in conformità alle UNI EN ISO 9001-2000.

5.4.3 ADDITIVI RITARDANTI E ACCELERANTI

Potranno essere utilizzati additivi ritardanti in caso di:

- opere che necessitano getti continui e prolungati al fine di garantirne la monoliticità

- getti in particolari condizioni tecnico-operative (per es. per temperature esterne elevate, lunghi tragitti dalla centarle di betonaggio, stazionamenti prolungati in cantiere)

In ogni caso:

- potranno essere scelti superfluidificanti a lungo mantenimento della lavorabilità (effetto ritardante) già nella fase di messa a punto delle miscele

- qualora siano utilizzati ritardanti specifici di indurimento, verrà sempre e comunque impiegato un superfluidificante per ridurre l'acqua e incrementare la lavorabilità.

In entrambe le situazioni il superfluidificante dovrà ridurre l'acqua almeno del 20% rispetto allo stesso calcestruzzo non addivato di pari consistenza (miscela che comprovi tale caratteristica dell'additivo scelto) e il produttore dovrà essere in conformità alla UNI EN ISO 9001:2000 (v. paragrafo "Additivi superfluidificanti").
Potranno essere utilizzati additivi acceleranti qualora sorgano, per ragioni progettuali od operative, esigenze come per esempio resistenze tecnico-operative a breve stagionatura, basse temperature in fase esecutiva, ecc.
In ogni caso:

- già nella fase di messa a punto delle miscele potranno essere scelti superfluidificanti che consentano sviluppo rapido delle resistenze iniziali.

- qualora siano utilizzati acceleranti specifici (per es. i cosiddetti "antigelo"), verrà sempre e comunque impiegato congiuntamente un superfluidificante per ridurre l'acqua e incrementare la lavorabilità, in sintonia con quanto sopra espresso

Gli additivi acceleranti specifici dovranno essere privi di cloruri e conformi alle norme UNI EN 934-2.
I superfluidificanti sia ritardanti che acceleranti dovranno inoltre presentare le seguenti tassative caratteristiche (v. paragrafo additivi):

- saranno a base di policarbosillati eteri di seconda generazione

- consentire una riduzione d'acqua almeno del 20% rispetto a allo stesso calcestruzzo di pari lavorabilità senza additivo.

- essere conformi alla UNI EN 934-2
- produrre un abbassamento al cono di Abrams (slump), secondo le modalità previste dalla norma UNI EN 12350-2, di consistenza al al momenti del getto S4-S5 (18-22 cm)
- il produttore dovrà essere conforme alla UNI EN ISO 9001:2000.

5.4.4 ADDITIVI AERANTI

In caso di calcestruzzi soggetti a cicli gelo-disgelo potranno essere impiegati additivi aeranti in grado di ottenere un aria inglobata sotto forma di microbolle (diametro 100-300 micron) omogeneamente diffuse nella massa del calcestruzzo e aventi una distanza reciproca (spacing) non superiore a 300-400 micron.
Gli aeranti usati dovranno essere conformi alla UNI EN 934-2 e ASTM C260.
L'aria inglobata sarà misurata secondo la procedura prevista dalla UNI EN 12350-7.
Il valore di aria occlusa dovrà rispettare i valori previsti dalla EN 206-1 o dalla UNI 11104 o quelli altrimenti previsti progettualmente.
L'appaltatore dovrà tenere conto, nella definizione del mix del calcestruzzo, dell'effetto di riduzione di resistenza rispetto allo stesso conglomerato senza aerante (il che comporterà una riduzione del rapporto a/c e un aumento del dosaggio di cemento o passaggio a superiore classe di cemento).
In ogni caso la valutazione di conformità del mix con inglobamento di aria dovrà essere approvato dalla D.L., che definirà con l'appaltatore la frequenza delle misurazioni dell'aria inglobata (almeno una per ogni giorno di getto).

5.4.5 ADDITIVI ANTIGELO

In caso di basse temperature esterne e del calcestruzzo di potranno usare additivi acceleranti di indurimento (da escludersi tassativamente gli acceleranti di presa quali cloruro di calcio), i cosiddetti "antigelo", tali da abbassare il punto di congelamento dell'acqua d'impasto.
Dovranno essere impiegati soltanto su disposizione della D.L. che dovrà approvarne preventivamente tipo e dosaggio.
In ogni caso saranno utilizzati additivi antigelo privi di cloruri e conformi alle EN 934-2 e saranno assolutamente privi di cloruri in caso di calcestruzzi armati.

5.4.6 AGGIUNTE: CENERI VOLANTI E MICROSILICA (FUMI DI SILICE)

Eventuali aggiunte al calcestruzzo dovranno essere rispettivamente conformi alle seguenti norme:

- ceneri volanti: EN 450 con un dosaggio massimo del 33% sul peso del cemento
- fumi di silice: EN 13263 con un dosaggio minimo del 5% e massimo dell'11% in peso del cemento.

5.4.7 FUMI DI SILICE

I fumi di silice dovranno tassativamente (tipo Meyco MS 610 o prodotto similare):

- essere composti di SiO_2 ≥85% in peso
- essere attivati e compattati
- avere un peso specifico medio di 2,2 kg/lt e un peso in mucchio di 0,6 kg/lt
- avere una finezza compresa tra 20 e 35 m2/gr
- il produttore dovrà essere in conformità alle UNI EN ISO 9001:2000.

Le aggiunte e il loro dosaggio dovranno essere approvati dalla D.L. mediante prove preliminari.
Il fornitore dovrà garantire la costanza per tutta la durata del loro impiego.

5.5 ADDITIVI PER INIEZIONI (Dywidag)

5.5.1 INIEZIONI DI CAVI E ANCORAGGI DI BULLONI, DI TIRANTI, DI CHIODI

Verranno utilizzati additivi specifici quali:

- superfluidificanti (tipo Rheobuild 1000 o prodotto similare) atti a ridurre l'acqua di impasto ed incrementare la fluidità nel rispetto delle esigenze operative (per es. tesature a breve stagionatura)

- agenti espansivi in polvere a base di componenti organici (tipo Flowcable o prodotto similare), aventi caratteristiche espansive, antibleeding, elevata fluidità, elevata riduzione d'acqua(rapporti a/c di 0,34 - 0,36), capacità di far ottenere veloci resistenze iniziali.

Il loro utilizzo sarà approvato dalla D.L. sulla base di prove preliminari o sulla base della documentazione del fornitore che ne dovrà garantire la costanza durante tutto il tempo di impiego.

5.5.2 INIEZIONI DI CEMENTO IN GENERE

Verranno utilizzati additivi specifici quali:

- superfluidificanti atti a ridurre l'acqua di impasto ed incrementare la fluidità (tipo Rhebuild 2000PF o prodotto similare)

- aggiunta di bentonite in ragione di qualche percento sul peso del cemento.

In tale caso preferibilmente la bentonite dovrà essere lasciata in ammollo in acqua per almeno 24 ore (formazione di latte di bentonite) prima del suo utilizzo con il cemento.
Potranno altresì utilizzarsi anche additivi specifici per inieizioni con cemento e bentonite atti a disperdere meglio le particelle solide e consentire una riduzione d'acqua (tipo Rheosoil GI o prodotto similare).
Il loro utilizzo sarà approvato dalla D.L. sulla base di prove preliminari o sulla base della documentazione del fornitore che ne dovrà garantire la costanza durante tutto il tempo del loro impiego.

5.5.3 INIEZIONI SPECIALI IN TERRENI

L'utilizzo di iniezioni di consolidamento e/o impermeabilizzazione in terreni sarà approvato dalla D.L. sulla base di prove preliminari o sulla base della documentazione del fornitore che ne dovrà garantire la costanza durante tutto il tempo di impiego.
INIEZIONI CON CEMENTI MICROFINI

- si impiega cemento a base di clinker di cemento Portland puro $\geq$ 92% in peso (tipo Rheocem o prodotto similare) avrà finezza con blaine tra 6500 e 9000 m2/kg e si adotteranno tassativamente rapporti acqua/cemento non superiori a 1.

- verrà congiuntamente impiegato un additivo superfluidificante specifico per il microcemento impiegato.

INIEZIONI CON NANOSILICA COLLOIDALE

- si impiega in particolare per terreni limo-sabbiosi con K = 10-4-10-5 m/sec ed è caratterizzata da una viscosità inferiore a 10 cP a 20°C, da una dimensione delle particelle di SiO_2 compresa tra 4 e 16 nanometri e da una concentrazione mediamente del 15% (tipo Meyco MP 325 o prodotto similare).

- ad essa verrà aggiunto opportuno accelerante in grado di modulare la gelificazione della nanosilica (formazione del gel).

5.6 LACCHE RITARDANTI

Potranno essere impiegate opportune lacche ritardanti sia per applicazioni in negativo che positivo per la realizzaione di calcestruzzi con aggregati a vista.
Tali lacche ritardanti dovranno tassativamente (tipo Rheoface o prodotto similare):

- essere prive di solventi di tipo organico
- consentire una facile pulizia dei casseri
- facilità di applicazione mediante rulli a pelo corto oppure con apparecchiatura per la spruzzatura tipo airless.

Nella loro applicazione verranno seguite le indicazioni del fornitore.
Il loro utilizzo sarà approvato dalla D.L. sulla base di prove preliminari o sulla base della documentazione del fornitore che ne dovrà garantire la costanza durante tutto il tempo di impiego.

ART. 6 AGGREGATI

6.1 AGGREGATI PER CALCESTRUZZI E MALTE

6.1.1 GENERALITA'

Le sabbie, le graniglie, i pietrischetti ed i pietrischi da impiegare nella formazione dei calcestruzzi e delle malte dovranno avere attestazione di conformità rispettivamente alle EN 12620 e alle EN 13139 (Attestato di conformità CE).
In ogni caso gli inerti dovranno:

- essere costituiti da elementi resistenti e poco porosi
- essere non gelivi (questo nel caso in particolare di getti sottoposti ai cicli gelo- disgelo)
- non avere forma allungata e/o piatta
- non contenere cloruri, solfati solubili, gesso, sostanze organiche e materiali pericolosi (per es. pirite, pirrotina, marcasite, ecc.).

Possibilmente la cava di provenienza sarà la stessa per tutta la durata dei getti di calcestruzzo.
In caso di cambiamento della cava o degli inerti nell'ambito della stessa prescelta inizialmente, da parte dell'appaltatore dovrà essere certificata e accuratamente documentata la qualità dei nuovi aggregati e delle sabbie, che potranno venire utilizzati esclusivamente previa autorizzazione della D.L.
Dal punto di vista granulometrico, ad esclusione dei magroni, tutti i calcestruzzi dovranno presentare le seguenti caratteristiche:

- confezionati con almeno 3 pezzature di inerti (per es. sabbia 0-5; pietrischetto 5-12 e ghiaia 12-25)
- il peso specifico dovrà essere non inferiore a 2,60 kg/alt (peso specifico assoluto)
- il diametro massimo dichiarato dovrà essere presente in ragione almeno del 5% di trattenuto al diametro stesso.
- nella composizione granulometrica nessuna frazione potrà essere dosata in percentuale maggiore del 45%, salvo autorizzazione della D.L.

La scelta del diametro massimo dovrà essere:

- minore di 1/5 della dimensione minima delle strutture
- minore della spaziatura minima tra le barre di armatura diminuita di 0,5 mm
- minore di 1,3 volte lo spessore del copriferro

In caso di pompaggio del calcestruzzo, la sabbia dovrà presentare:

- modulo di finezza compreso tra 2,4 e 3,0
- percentuale al vaglio 0,25 compresa tra il 10 e il 20%
- percentuale al vaglio 0,125 compresa tra il 5 e il 10%.

Sarà discrezione della D.L. chiedere la curva granulometrica tutte le volte che lo riterrà in modo da poter verificare la conformità rispetto alla curva definita in fase di qualifica.
rima di utilizzare gli aggregati nelle opere permanenti, l'Appaltatore dovrà presentare al D.L. le prove fisiche e chimiche eseguite su adeguati campioni di materiale.
Le prove di laboratorio includeranno:

- Analisi granulometrica (UNI 8520 - 2 E SUCC. AGGIORNAMENTI,);
- Esame petrografico (UNI 8520 - 2 E SUCC. AGGIORNAMENTI,);
- Coefficiente di forma (UNI 8520 - 2 E SUCC. AGGIORNAMENTI);
- Resistenza all'usura (UNI 8520 - 2 E SUCC. AGGIORNAMENTI);
- Contenuto di argilla (UNI 8520 - 2 E SUCC. AGGIORNAMENTI);
- Sostanze organiche (UNI 8520 - 2 E SUCC. AGGIORNAMENTI);

- Degradabilità (UNI 8520 - 2 E SUCC. AGGIORNAMENTI);
- Contenuto cloruri solubili in acqua (UNI 8520 - 2 E SUCC. AGGIORNAMENTI);
- Reattività agli alcali (UNI 8520 - 2 E SUCC. AGGIORNAMENTI)
- Contenuto di solfati solubili (UNI 8520 - 2 E SUCC. AGGIORNAMENTI).

I limiti di accettabilità delle prove dinanzi citate saranno quelle stabiliti dalla successiva tabella.
Durante il corso dei lavori, e con l'intervallo che sarà stabilito dal DL, l'Appaltatore dovrà provvedere a sottoporre campioni di aggregati (prelevati in contraddittorio dai depositi in cantiere), alle prove elencate precedentemente.
L'Appaltatore dovrà fare pervenire tempestivamente al D.L. una copia delle prove eseguite.

6.1.2 AGGREGATO LEGGERO

Il conglomerato cementizio alleggerito deve essere confezionato con aggregati leggeri artificiali costituiti da granuli di argilla espansa idrorepellente (assorbimento ≤ 2% a 30' secondo UNI 7549).
Per i granuli di argilla espansa è richiesta una superficie a struttura prevalentemente chiusa, come richiesto dalla normativa vigente (Circolare 15 ottobre 1996, n. 252 AA.GG./S.T.C.. Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al decreto ministeriale 9 gennaio 1996.

6.1.3 PROVE

Nella tabella seguente sono riepilogate i principali requisiti cui devono essere sottoposti gli aggregati, con l'indicazione delle norme di riferimento, delle tolleranze di accettabilità e della frequenza.
Controlli dei requisiti degli inerti (sabbia e aggregati) saranno effettuati ogni 3000 mc di materiali impiegati o comunque secondo le disposizioni della D.L..

CARATTERISTICHE	PROVE	NORME	TOLLERANZA DI ACCETTABILITÀ
Gelività degli aggregati	Gelività	UNI 8520 - 2 E SUCC. AGGIORNAMENTI	Perdita di massa <4% dopo 20 cicli 10 cicli
Resistenza alla abrasione	Los Angeles	UNI 8520 - 2 E SUCC. AGGIORNAMENTI	Perdita di massa LA 30% 40% classe B
Campattezza degli aggregati	Degradabilità alle soluzioni solfatiche	UNI 8520 - 2 E SUCC. AGGIORNAMENTI	Perdita di massa dopo 5 cicli ≤10% 20%
Presenza di gesso e solfati solubili	Analisi chimica degli aggregati	UNI 8520 - 2 E SUCC. AGGIORNAMENTI	SO_3 ≤0.05% 0.20%
Presenza di argille	Equivalente in sabbia	UNI 8520 - 2 E SUCC. AGGIORNAMENTI	ES ≥80 ES >70 (B) VB ≤0,6 cm³/g di fini 1% classe B
Presenza di pirite, marcasite e pirotina	Analisi petrografica	UNI 8520 - 2 E SUCC. AGGIORNAMENTI	Assenti
Presenza di sostanze organiche	Determinazione colorimetrica	UNI 8520 - 2 E SUCC. AGGIORNAMENTI	Per aggregato fine: colore della soluzione più chiaro dello standard di riferimento
Presenza di forme di silice reattiva	Potenziale reattività dell'aggregato: metodo chimico Potenziale attività delle miscele cemento aggreganti: metodo del prisma di malta	UNI 8520 - 2 E SUCC. AGGIORNAMENTI	UNI 8520 - 2 E SUCC. AGGIORNAMENTI UNI 8520 - 2 E SUCC. AGGIORNAMENTI
Presenza di cloruri solubili	Analisi chimica	UNI 8520 - 2 E SUCC. AGGIORNAMENTI	Cl ≤0,05% <0.10% (B)
Coefficiente di forma e di appiattimento	Determinazione dei coefficienti di forma e di appiattimento	UNI 8520 - 2 E SUCC. AGGIORNAMENTI	Cf ≥0,15 (Dmax=29mm) Cf ≥0,12 (Dmax=64mm)
Frequenza delle prove	La frequenza delle prove sarà definita dal progettista e/o prescritta dalla Direzione Lavori. Comunque dovranno essere eseguite prove: prima dell'autorizzazione all'impiego; per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo cava; ogni 8.000 m³ di aggregati impiegati.		

Tabella 20 B - Caratteristiche degli Aggregati

CARATTERISTICHE	PROVE	NORME	LIMITI DI ACCETTABILITÀ
Gelività degli aggregati	Gelività	UNI EN 1367-1	perdita di massa <4% dopo 20 cicli (Categoria F4 UNI EN 12620). Cat. F2 per Classe di Esposizione XF1 e XF2; Cat. F1 per C.E. XF3 e XF4
Assorbimento dell'aggregato grosso per classi di esposizione XF	Assorbimento	UNI EN 1097-7	< 1%
Resistenza alla abrasione	Los Angeles	CNR 34 e UNI EN 1097-2	Perdita di massa L.A. 30% Cat. LA_{30} Per Classi di resistenza C60 o superiori si impiegherà la categoria $L.A._{20}$
Compattezza degli aggregati	Degradabilità al solfato di magnesio	UNI EN 1367-2	perdita di massa dopo 5 cicli ≤10%
Presenza di gesso e solfati solubili	Analisi chimica degli aggregati	UNI EN 1744-1	$SO_3 \leq 0,1\%$
Contenuto di polveri	Aggr. grosso non frantumato o frantumato da depositi alluvionali	Passante a 0,063 mm, UNI EN 933-2	$\leq f_{1,5}$
	Aggr. grosso frantumato da roccia		$\leq f_{4,0}$
	Sabbia non frantumata		$\leq f_{3,0}$
	Sabbia frantumata		$\leq f_{10}$
Equivalente in sabbia e valore di blu		UNI EN 933-8-9	ES ≥80 MB ≤ 1 g/kg di sabbia
Presenza di pirite, marcasite, pirrotina	Analisi petrografica	UNI EN 932-3	assenti
Presenza di sostanze organiche	Determinazione colorimetrica	UNI EN 1744-1	Per aggregato fine: colore della soluzione più chiaro dello standard di riferimento
Presenza di forme di silice reattiva, incluso quarzo ad estinzione ondulata	– prova accelerata su provini di malta	UNI 8520-22	Espansione < 0,1%
	– metodo del prisma di malta (se è superato il limite per la prova accelerata)		Espansione < 0,05% a 3 mesi oppure < 0,1% a 6 mesi
Presenza di cloruri solubili	Analisi chimica	UNI EN 1744-1	Cl^- < 0,1 % rispetto al peso di cemento per c.a.p. e < 0,2 % per c.a. normale
Coefficiente di forma e di appiattimento	Determinazione dei coefficienti di forma SI e di appiattimento FI	UNI EN 933-3 UNI EN 933-4	FI e SI ≥ 0,15 (Dmax=32 mm) FI e SI ≥ 0,12 (Dmax=64 mm)
Dimensioni per il filler	Passante ai vagli	EN 933-10	Vaglio 2 mm = 100 0,125 mm 85-100 0,063 mm 75-100
Frequenza delle prove	La frequenza sarà definita dalla Direzione Lavori. Dovranno comunque essere eseguite prove: in sede di prequalifica, per ogni cambiamento di cava o		

La curva granulometrica risultante dovrà:

- essere tale da ottenere la massima densità (peso specifico) possibile ottenibile con gli inerti, il cemento e gli additivi prescelti
- essere contenuta nel fuso granulometrico dichiarato dal produttore del calcestruzzo nella fase di qualifica degli impasti ; a discrezione della D.L. potrà essere accettata una tolleranza di ± 10%, rispetto alla curva risultante di riferimento, ai vari diametri granulometrici, sempre che ciò non infici le caratteristiche reologiche (fluidità, assenza di bleeding e di segregazione) e prestazionali
- unitamente, consentire l'ottenimento della lavorabilità, del pompaggio del calcestruzzo, delle prestazioni previste progettualmente (resistenze, durabilità, modulo elastico, ritiro, viscosità, ecc.).

La curva granulometrica dovrà risultare costantemente compresa nel fuso granulometrico approvato dalla Direzione dei Lavori e dovrà essere verificata ogni 1000 mc di aggregati impiegati e/o comunque ogni qual volta lo ritenesse la D.L..
Particolare attenzione dovrà essere rivolta alla granulometria della sabbia al fine di ridurre al minimo il fenomeno dell'essudazione (bleeding, prova secondo UNI 7122) nel conglomerato cementizio, che non dovrà superare lo 0,1% dell'acqua di impasto.

6.2 AGGREGATO MINERALE PER TRATTAMENTI ANTIUSURA

L'aggregato minerale per trattamenti antiusura delle superfici del calcestruzzo, laddove richiesto dal D.L., sarà costituito da una miscela di aggregati selezionati naturali a granulometria assortita da aggiungere al cemento prima dell'applicazione.
Il materiale sarà del tipo atto ad essere applicato a spolvero sulla superficie del calcestruzzo fresco-su-fresco, previa miscelazione di cemento.
L'Appaltatore potrà utilizzare un prodotto approvato dal DL.

ART. 7 ACCIAIO PER C.A. E MATERIALI METALLICI FERROSI

7.3 GENERALITA'

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere conformi, per quanto attiene a condizioni tecniche generali di fornitura, dimensioni e tolleranza, qualità e prove, Norme Tecniche per le costruzioni (NTC2018) e alla normativa UNI vigente all'epoca della esecuzione dei lavori.
L'Appaltatore è tenuto a sostituire con materiale nuovo, meritevole di collaudo, tutti i pezzi che subiscano guasti o rotture durante il trasporto ovvero durante e dopo la loro posa in opera, quando tali rotture risultassero dipendenti da struttura difettosa o da qualità dei materiale non corrispondente alle presenti norme tecniche.
I materiali ferrosi dei tipi di seguito indicati dovranno inoltre presentare, a seconda della loro qualità, i requisiti caso per caso precisati.

7.4 ACCIAIO TONDO PER CONGLOMERATI CEMENTIZI

L'acciaio da impiegarsi per armature dei conglomerati cementizi armati, dovrà corrispondere ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche per le costruzioni (NTC2018), in applicazione della legge 5 novembre 1971, n. 1086, ed a tutte le successive norme e disposizioni emanate od emanande dai competenti organi.
L'acciaio di armatura sarà di qualità B450C.
L'acciaio dovrà essere esente da scorie, soffiature, saldature o da qualsiasi altro difetto.
Al momento dell'uso non sarà assolutamente ammesso se intaccato da ruggine.
La stessa norma prevede le modalità di prelievo dei campioni ed il tipo di prova, che consistono nella determinazione delle grandezze:

- tensione caratteristica di snervamento;
- tensione caratteristica a rottura ftk;
- allungamento a rottura As;

e nelle prove di piegamento e aderenza.
Di regola saranno accettati soltanto acciai ad aderenza migliorata di produzione qualificata; per questi la frequenza dei controlli in cantiere è stabilita, secondo la norma citata, dalla DL.
Per piccole forniture e comunque eccezionalmente sarà consentito l'impiego di acciaio ad aderenza migliorata di produzione non controllata, che sarà sottoposto ai controlli in cantiere con la frequenza minima prevista dalla legge.
Per motivi speciali, In particolare quando è richiesta elevata duttilità come per i ganci di sollevamento di componenti prefabbricate o per armature piegate da raddrizzare in opera, sarai consentito l'impiego di acciai in barre tonde lisce, che saranno soggette a rigidi controlli di cantiere in quanto prodotti non qualificata.
La saldabilità delle barre sarà certificata dalla documentazione prevista dalle norme; in aggiunta la DL si riserva di prelevare a sua discrezione campioni da sottoporre ad analisi chimica per la determinazione del contenuto in carbonio equivalente, che andrà confrontato con il valore dichiarato.

7.5 RETE E TRALICCI ELETTROSALDATI PER COMGLOMERATI CEMENTIZI

La sarà costituita da fili di acciaio ad alta resistenza (tipo UNI EU 60-80) trafilati a freddo, con resistenza alla trazione di 600 N/mm² ed allungamento 8%.
La rete sarà ottenuta mediante saldatura elettrica di tutti i punti d'incrocio delle singole maglie.
La saldatura dovrà essere tale che si stabilisca una continuità di struttura dei due fili e la penetrazione di un filo nell'altro dovrà essere compresa tra un quarto ed un mezzo del diametro dei fili stessi.
La rete dovrà essere inoltre conforme a quanto stabilito dal D.M. 14 febbraio 1992 e successive integrazioni e dalla UNI 8927.
Le reti e i tralicci elettrosaldati saranno soggetti alle stesse prove previste per le barre ordinarie con in aggiunta la prova di resistenza al distacco offerta dalla saldatura nel nodo.
Saranno accettati di regola reti e tralicci ad aderenza migliorata e di produzione qualificata.

7.6 FIBRE DI ACCIAIO PER COMGLOMERATI CEMENTIZI

Le fibre saranno ottenute per trafilatura d'acciaio a basso contenuto di carbonio e sagomando gli elementi in modo da aumentare la resistenza allo sfilamento dalla matrice cementizia.
Il processo seguiti per la produzione delle fibre dovrà possedere la certificazione secondo gli standard UNI EN ISO 9001.
Le fibre metalliche saranno zincate e rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- lunghezza 20÷60 mm
- diametro 0,5÷0,7 mm
- uncinatura alle estremità
- resistenza alla trazione >1000 N/mm²
- allungamento a rottura ≥ 1% min.

Le fibre dovranno essere confezionate in "placchette" con una sostanza solubile nell'acqua dell'impasto, in modo tale da assicurare una loro distribuzione uniforme nel calcestruzzo.

7.7 BARRE, PROFILATI, TUBI, LAMIERE, BULLONI

I materiali ferrosi da impiegarsi per le opere varie di carpenteria, dovranno essere esenti da scorie, soffiature, brecciature o da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura o simili.
Le barre ed i profili normali, le lamiere sia piane che striate di qualsiasi forma, dimensione e spessore, dovranno essere di qualità Fe360-430-510 (che alla luce della UNI EN 10027-1 diventano S235-275-355) e conformi alla UNI EN 10025.
I tubi correnti saranno del tipo non legato qualità Fe360 (che alla luce della norma UNI EN 10027-1 diventa S235), conformi alla UNI 8863.
I tubi per micropali e per il rinforzo di colonne formate con getti di iniezione, saranno del tipo Fe510 (che alla luce della UNI EN 10027-1 diventa S355) senza saldatura. I manicotti di giunzione saranno ad alta resistenza e di lunghezza adeguata.
Le travi IPE ed HEA saranno di qualità Fe360-430-510 (che alla luce della UNI EN 10027-1 diventano S235-275-355) e conformi alla UNI EN 10025.
Le centine oltre che reticolari potranno essere costituite da profilati "T" ad ali larghe aventi un profilo HE conforme alla UNI 5237.
I bulloni in acciaio saranno di qualità A 5.8 o A 8.8 e conformi alle UNI 3740.
Eventuali altri materiali ferrosi dovranno corrispondere alle caratteristiche di qualità e di lavorazione precisate in progetto, o stabilite di volta in volta da MM.
La zincatura di manufatti in ferro, laddove stabilito da MM, dovrà essere conforme alle norme UNI 5742, 5743, 5745. La quantità di zinco non sarà inferiore a 400 g/m² di superficie realmente coperta.

7.8 LAMIERE GRECATE

Le lamiere grecate per la formazione di solai saranno costituite da acciaio zincato tipo S280 GD definito dalla norma UNI EN 10147 ed equivalente, per le prestazioni meccaniche al tipo Fe 360 prescritto dalla norma UNI-CNR 10022.
Le lamiere grecate hi-bond presentano impronte capaci di ancorare il getto di conglomerato cementizio, impedendo sia lo scorrimento longitudinale che il distacco verticale.
Le lamiere saranno ottenute mediante piegato a freddo per ottenere le nervature e le impronte che garantiscono la collaborazione con il calcestruzzo.
Sono ammissibili tolleranze di +/- 1,5 mm sull'altezza della lamiera, +/- 0,5 mm sulla larghezza, per le tolleranze sugli spessori si fa riferimento alla UNI EN 10143

7.9 LAMIERE INA ACCIAIO ZINCATE

Saranno definite, come da norme UNI, in lamiere di spessore maggiore od uguale a 3 mm e lamiere di spessore inferiore a 3 mm.
Saranno fornite in vari modi (profilati, fogli e rotoli) ed avranno come base lamiera Fe KP GZ UNI 5753-84; le qualità e le tolleranze saranno definite dalle norme UNI 5753-84 per i vari tipi di lamiere e per i tipi di zincatura.
Dopo le operazioni di profilatura, verniciatura e finitura, le lamiere da impiegare non dovranno presentare imperfezioni, difetti o fenomeni di deperimento di alcun tipo.

7.10 LAMIERE INA ACCIAIO ZINCATE PREVERNICIATE

Saranno ottenute con vari processi di lavorazione e finiture a base di vari tipi di resine, in ogni caso lo spessore dello strato di prodotto verniciante dovrà essere di almeno 30 micron, per la faccia esposta, e di 10 micron per l'altra (che potrà anche essere trattata diversamente).

7.11 LAMIERE INA ACCIAIO ZINCATE PLASTIFICATE

Avranno rivestimenti in cloruro di polivinile plastificato o simili con spessore non inferiore a 0,15 mm od altri rivestimenti ottenuti con vari tipi di pellicole protettive.

7.12 LAMIERE BUGNATE

Le lamiere bugnate saranno costituite da acciaio Fe 360 prescritto dalla norma UNI-CNR 10022.
Le forniture devono avvenire nei formati indicati nel prospetto della UNI 4630. Per le dimensioni sono ammesse le tolleranze seguenti:

- spessore (fuori bugnatura) 0,4 mm
- larghezza +15 mm
- lunghezza + 20 mm.

7.13 BARRE DYWIDAG

L'acciaio da impiegarsi per i tiranti in barre dovrà corrispondere ai requisiti stabiliti per l'acciaio da cemento armato precompresso dalle Norme Tecniche per le costruzioni (NTC2018) in applicazione della legge 5 novembre 1971, n. 1086, ed a tutte le successive norme e disposizioni emanate od emanande dai competenti organi.
Per le barre dovrà essere certificata una

- tensione caratteristica di snervamento fpyk >950 N/mm²;
- tensione caratteristica a rottura fptk >1050 N/mm².

La fornitura e posa in opera di armatura di precompressione in barre Dywidag a filettatura continua di diametro 26,5 mm sarà completa di acciaio, testate di ancoraggio, giunzioni a manicotto, guaine metalliche, giunzioni sfiato con relativi tubi d'iniezione e sfiato, raccordi, tappi a valvola e quanto altro necessario ad una corretta esecuzione, ad eccezione delle armature di frettaggio da compensarsi a parte.
Si intendono inclusi:

- le operazioni di confezione
- posa in opera su appositi supporti metallici (da compensarsi a parte)
- le operazioni di tesatura ed iniezione con boiacca di cemento additivata, effettuate utilizzando materiali, attrezzature e personale tecnico specializzato della Ditta fornitrice
- gli sfridi ed ogni altro onere e magistero per fornire le barre in opera a regola d'arte.

7.14 MANICOTTI FILETTATI

Creazione di giunzione mediante uso di speciali giunti meccanici per barre d'armatura (manicotti filettati) aventi sia lunghezza che diametro compatti a filettatura troncoconica, per la realizzazione della continuità in luogo della usuale sovrapposizione di n Ø.
Le giunzioni saranno realizzate per mezzo di manicotto filettato di piccola sezione realizzato in acciaio ad alta resistenza e saranno compresi, oltre agli oneri di installazione, gli oneri di esecuzione delle filettature troncoconiche alle estremità delle barre da giuntare, la fornitura del tappo di protezione in materiale plastico della parte di manicotto non occupato dalla barra di prima fase durante il getto del calcestruzzo, la piastrina di fissaggio del manicotto alla eventuale cassaforma, l'impiego di eventuali dime per il corretto posizionamento degli stessi l'avvitamento delle barre filettate ai manicotti per mezzo di chiave dinamometrica certificata ed ogni altro eventuale onere per la finitura del lavoro a regola d'arte.
Il manicotto dovrà essere fornito da Ditta con sistema di qualità certificato in grado di accompagnare ogni fornitura con test di trazione eseguiti in fase produttiva da un proprio laboratorio interno e dovrà avere le seguenti caratteristiche tecniche:

- tenore dell'acciaio 20MnV6
- RT>500 N/mmq

Le filettature troncoconiche delle barre e quelle del manicotto dovranno essere realizzate in modo che la barra, in opera, non presenti sezioni ridotte al di fuori del manicotto, garantendo così un perfetto accoppiamento che non renderà necessario l'uso di controdadi.

7.15 ACCIAIO INOSSIDABILE

Presenterà un contenuto di cromo superiore al 12% ed elevata resistenza all'ossidazione ed alla corrosione; dovrà essere conforme alla UNI 6900.

7.16 FERRO COMUNE

Il ferro comune sarà di prima qualità: dolce, eminentemente duttile, malleabile a freddo ed a caldo, tenace, di marcatissima struttura fibrosa; dovrà essere liscio senza pagliette, sfaldature, screpolature, vene, bolle, saldature aperte, soluzioni di continuità in genere ed altri difetti. La frattura dovrà presentarsi a grana fine e brillante. I manufatti di ferro che non dovranno essere zincati verranno forniti già protetti con una mano di appropriata vernice anticorrosiva.
I manufatti da sottoporre a zincatura dovranno essere eseguiti in modo tale che con la zincatura non si verifichino deformazioni termiche. La quantità di materiale apportata non dovrà essere inferiore a 0,5 kg per m^2 di superficie zincata.

ART. 8 MANTI IMPERMEABILIZZANTI ADERENTI

8.1 GENERALITA'

I materiali da usarsi per l'esecuzione delle opere di cui alla presente specifica dovranno essere corrispondenti alle prescrizioni dei disegni di progetto.
Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori la documentazione idonea a verificare la corrispondenza tra le prescrizioni di progetto e i materiali da utilizzare per l'esecuzione delle opere.
I materiali dovranno essere stoccati, a cura dell'Appaltatore, seguendo scrupolosamente le indicazioni delle ditte produttrici.
Verranno rifiutati e prontamente allontanati dal cantiere quei materiali che avessero subito lesioni o deterioramenti tali da compromettere le caratteristiche richieste e/o una corretta esecuzione delle opere.
Per quanto riguarda la definizione, le caratteristiche, le modalità di controllo e di collaudo si farà riferimento alle seguenti norme:

- UNI 4157/59 "Impermeabilizzazione delle coperture- Nomenclatura tipi, requisiti, campionatura-"
- UNI 4163/59 " Determinazione dell'indice di penetrazione dei bitumi"

8.2 MEMBRANA BITUMOSA ELASTOPLASTOMERICA

Le membrane prefabbricate, elastoplastomero-bituminose sono a base di bitume distillato, selezionato e modificato con un alto tenore di polimeri nobili elastomerici e plastomerici di qualità costantemente controllata che conferiscono al prodotto una eccezionale resistenza all'invecchiamento; sono armate con un tessuto non tessuto di poliestere, in modo da garantire la massima stabilità dimensionale.
Esse dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

Norma	Caratteristiche tecniche	unità di misura	Valori per coperture protette	Valori per coperture esposte
EN 1848-1	Lunghezza	m	10 ± 1%	8 ± 1%
EN 1848-1	Larghezza	m	1 ± 1%	1 ± 1%
EN 1849-1	Optometria	Mm	Conforme norma UNI 8626	Conforme norma UNI 8626
EN 1849-1	Spessore (sulla cimosa)	mm	4 ± 5%	4 ± 5%
EN 1849-1	Massa areica	kg/mq	4 ± 10%	5 ± 15%
EN 12311-1	Resistenza a trazione L/T	N/5cm	850 ± 20%	850 ± 20%
EN 12311-1	Allungamento a rottura L/T	%	50/50 ± 15	50/50 ± 15
EN 12310-1	Resistenza alla lacerazione L/T (metodo B)	N	≥200/200	≥200/200
EN 12370	Resistenza al punzonamento statico	kg	≥35(PS 5)	≥35(PS 5)
EN 1109	Flessibilità a freddo Flessibilità dopo invecchiamento	°C °C	≤-25 ≤-20	≤-25 ≤-20
ANSI/ASTM G53	Resistenza all'invecchiamento	4h UV a 60 °C 4hCON a 40 °C	Nessuna alterazione	Nessuna alterazione
EN 1107-1	Stabilità dimensionale a caldo L/T	%	± 0.3/0.3	± 0.3/0.3
EN 1110	Stabilità di forma a caldo	°C	≥140	≥140
EN 1928	Impermeabilità all'acqua	60 kPa	Assoluta	Assoluta
UNI 8202/22	Comportamento all'acqua (variaz. di massa)	%	≤1	≤1
EN 12039	Autoprotezione minerale: - perdita media massa areica - perdita media di ardesia	g/mq %	- -	≤300 ≤30
ASTM D36	Temperatura di rammollimento R&B	°C	≥150	≥150
Confezione	Rotoli su pallets	N	25	20

8.3 MEMBRANA BITUMOSA ANTIRADICE

La membrana realizzata con impermeabilizzante bitume-polimero e sarà elastoplastometrica con additivo antiradice, armata con tessuto non tessuto di poliestere a filo continuo Spunbond dovrà avere le seguenti caratteristiche tecniche:

- Punto di rammollimento R e B [ASTM D 36] sulla mescola prelevata nella vasca di impregnazione: 150°C;
- Armatura: "non tessuto" di poliestere;
- Stabilità di forma a 120°C (UNI 8202): stabile;
- Scorrimento a caldo (UNI 8202): <=1 mm;
- Flessibilità a freddo (UNI 8202): -10°C;
- Assorbimento dell'acqua (UNI 8202): <= 1%;
- Impermeabilità all'acqua (UNI 8202): assoluta;
- Permeabilità al vapore acqueo (UNI 8202) spessore 4mm: μ >80000
- Carico di rottura a trazione (UNI 8202) spessore 4mm: trasversale Kg/5cm 60
- longitudinaleKg/5cm 80
- Allungamento a rottura (UNI 8202) spessore 4mm: trasversale 50%
- longitudinale 50%
- Resistenza al punzonamento (UNI 8202) spessore 4mm: STATICO PS4
- DINAMICO PD4
- Resistenza alla lacerazione (UNI 8202-B) carico massimo: trasversale 12 Kg
  longitudinale 12 Kg

La membrana deve superare la resistenza alle radici secondo le norme UNI 8202 e DIN 4062

ART. 9 BITUMI

9.1 BITUMI DA SPALMATURA PER IMPERMEABILIZZAZIONE

I bitumi a base di solventi, di cui alla presente specifica, dovranno essere del tipo applicabili a freddo ed identificabili secondo la normativa UNI 4157/59.

9.2 BITUMI PER INCOLLAGGIO DI MEBRANE BITUMOSE

I bitumi da usarsi per l'incollaggio delle membrane saranno del tipo ossidato, cioè bitumi alla cui molecola viene sottratto parte dell'idrogeno mediante trattamento con aria calda, e devono avere:

- punto di rammollimento 85°C, intendendo per punto di remmollimento la temperatura alla quale il bitume assume un particolare grado remmollimento sotto determinate condizioni di prova (si fa riferimento alla norma UNI 5655/65);
- penetrazione DOW 40 a 25°C, intendendo la profondità alla quale un ago di determinate caratteristiche che penetra verticalmente in un campione del materiale sotto determinate condizioni di carico, tempo e temperatura (si fa riferimento alla norma di unificazione UNI 4163/59);
- fessurazione o punto di Frass – 8°C, intendendo la capacità che il campione di bitume ha di resistere a bassa temperatura.

Si precisa che questo tipo di bitume non deve essere portato al di sopra dei 210°C quando sparso a caldo, dato che a questa temperatura hanno inizio fenomeni di cracking con conseguente formazione al suo interno di granuli di carbone.

ART. 10 PRODOTTI PER MANTI IMPERMEABILIZZANTI NON ADERENTI

10.1 GENERALITA'

Ogni fornitura dovrà essere accompagnata da una dichiarazione del produttore che ne certifica la rispondenza alle specifiche tecniche di cui al presente Capitolato; in difetto, la Direzione Lavori sarà tenuta ad allontanare dal cantiere la relativa fornitura. Successivamente la Direzione Lavori avrà comunque la facoltà ordinare all'Impresa, a sua cura ed onere, il prelievo ,durante il corso dei lavori, di campioni di materiale da sottoporre a prove ulteriori da effettuare presso laboratori qualificati a cura della Direzione Lavori ed onere dell'Impresa.

Qualora anche da una sola delle prove di cui sopra risultassero requisiti inferiori a quelli stabiliti, la partita verrà rifiutata e l'Impresa dovrà allontanarla immediatamente dal cantiere, mentre nel caso di materiali già posti in opera, l'Impresa dovrà sospendere la lavorazione e procedere, a sua cura e spese, alla loro rimozione e alla sostituzione con materiali idonei.

10.2 PRODOTTI PER MANTI IN PVC

10.2.1 STRATO IMPERMEABILE STRUTTURATO, TRASPARENTE

Strato di tenuta realizzato con manto spessore 2,0 mm con superficie inferiore strutturata, colore trasparente; resistente all'attacco di microrganismi quali funghi, batteri e spore presenti nel terreno ed all'attacco delle radici.
Dimensioni standard bobine m 2.10x20
Caratteristiche

- Colore trasparente
- Finitura superficiale strutturata
- Massa areica 2.44±5%Kg/m2 UNI EN 1849-2
- Spessore con struttura 2,0 mm (UNI EN 1849-2)
- Carico a rottura 13 N/mm2 (UNI EN ISO 527-3)
- Allungamento a rottura 250 % (UNI EN ISO 527-3)
- Piegatura a bassa temperatura -25°C (UNI EN 495-5)
- Resistenza alla perforazione meccanica 600 mm (UNI EN 12691)
- Resistenza alla pressione idrostatica (6 h a 0,5 MPa) nessuna perdita UNI EN 1928 met. B
- Resistenza alla lacerazione ≥ 45 N/mm (ISO 34 provetta 2)
- Resistenza alle radici conforme (UNI CEN TS 14416)
- Resistenza al punzonamento statico ≥ 2100 N (UNI EN ISO 12236)
- Resistenza delle saldature:
  - Manuale rottura esterna – conforme UNI EN 12371-2
  - Automatica rottura esterna – conforme UNI EN 12371-2

Produzione certificata con sistema qualità UNI EN ISO 9001: 2000 (aziendale)
UNI EN ISO 14001: 2005 (ambientale)

CAPO 3 – OPERE STRUTTURALI – MODALITA' ESECUTIVE

ART. 11 TOLLERANZE ESECUTIVE

I manufatti avranno sezioni trasversali minime finite del tipo e delle dimensioni indicate nei disegni allegati, senza alcuna tolleranza esecutiva, in diminuzione, rispetto alla sagoma interna.
Saranno a carico dell'Appaltatore tutti quei provvedimenti (maggiori armature, demolizioni, slarghi, ricostruzioni, ecc.) che ad insindacabile giudizio dell'Ente Appaltante si rendessero necessari per ovviare alla mancata osservanza in sede costruttiva di quanto descritto al presente paragrafo.
Inoltre resta inteso che nessun compenso sarà riconosciuto all'Appaltatore per le maggiori sezioni e/o maggiori spessori che questi ritenesse opportuno adottare per garantire l'osservanza delle precedenti prescrizioni, o comunque riferibili alle modalità esecutive.

ART. 12 DEMOLIZIONI

12.1 GENERALITA'

Rientra nei compiti dell'Appaltatore:

- richiedere alle competenti Autorità locali tutte le necessarie autorizzazioni a procedere;
- garantire la piena funzionalità dei sottoservizi e vigilare sulla funzionalità della rete per tutta la durata dei lavori;
- realizzare tutte le opere provvisionali necessarie in presenza di fabbricati e/o manufatti preesistenti e proprietà di terzi (con puntellazioni e sbadacchiatura di parti pericolanti);
- non compromettere la stabilità di quanto realizzato;
- ricostruire le opere eventualmente danneggiate durante i lavori di demolizione, nello stato in cui si trovavano prima dei lavori stessi;
- reimpiegare i materiali di risulta quelli ritenuti idonei dalla DL fermo restando l'obbligo di allontanarli e di trasportare alle discariche autorizzate quelli rifiutati ;
- pulire le aree sulle quali vengono eseguite le opere di demolizione.

Durante le fasi di demolizione, andranno adottati tutti gli accorgimenti necessari per:

- procedere nel pieno rispetto del piano di sicurezza e coordinamento e delle normative vigenti in materia di salute dei lavoratori: si dovrà evitare in particolare di gettare dall'alto i materiali e di arrecare eccessivi disturbi alle persone e/o alle cose derivanti dalle vibrazioni, dai rumori e dalle polveri ;
- subordinare le operazioni alle indicazioni fornite dal monitoraggio in corso d'opera.

L'Appaltatore sarà pertanto responsabile di tutti i danni che una cattiva conduzione nelle operazioni di demolizioni potessero arrecare alle persone, alle opere e cose, anche di terzi.
In linea generale per le demolizioni le attrezzature dovranno essere preventivamente approvate dalla DL relativamente a numero, potenza e capacità operativa tali da consentire una produttività congruente con i programmi di lavoro previsti.
Saranno impiegate attrezzature quali scalpellatice a mano o meccanica, martello demolitore tagli eventuali con fiamma ossidrica o con attrezzature elettromeccaniche e/o manualiagenti, demolitori non esplosivi ad azione chimica con espansione lenta e senza propagazione dell'onda d'urto, idrodemolizione, taglio ad utensile diamantato (disco, filo), carotaggi. Nell'effettuazione delle demolizioni è fatto divieto nell'uso d'esplosivo.
Le demolizioni di manufatti potranno essere integrali o in porzioni a sezione obbligata, eseguite in qualsiasi dimensione anche in breccia, entro e fuori terra, a qualsiasi altezza, comunque nel pieno rispetto delle geometrie e delle prescrizioni progettuali al fine di non comprometterne l'equilibrio statico e/o la funzionalità.

12.2 DEMOLIZIONI PARZIALI

Nel caso di demolizioni parziali di strutture in c.a. o demolizione parziale di corree di guida, l'utilizzo del martello pneumatico è possibile esclusivamente dopo aver profilato la sagoma di scavo previo taglio con disco diamantato, carotaggi affiancati, filo diamantato.
Inoltre potrà essere richiesto il trattamento con il getto di vapore a 373 K (100°C) ed una pressione di 0,7÷0,8 MPa per ottenere superfici di attacco pulite e pronte a ricevere i nuovi getti; dove previsto, i ferri dovranno essere tagliati, sabbiati e risagomati secondo le disposizioni progettuali.
La demolizione della pavimentazione in conglomerato bituminoso per l'intero spessore o per parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di frese a tamburo funzionanti a freddo, con nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

12.3 IDRODEMOLIZIONE

L'idrodemolizione viene eseguita mediante getto di acqua avente portata variabile fino a circa 250 litri/minuto e pressione variabile fino a 1500 bar, con sistema robotizzato ad avanzamento automatico utilizzando carri semoventi a braccio telescopico radiale, atto a trasportare tutto il calcestruzzo degradato e/o preparare la zona di attacco fra vecchi e nuovi getti senza compromettere l'integrità dei ferri d'armatura messi a nudo.

12.4 TAGLIO AD UTENSILE DIAMANTATO

Questa lavorazione viene eseguita mediante l'utilizzo di macchine idrostatiche a utensili diamantati, disco o filo, per la realizzazione di tagli di strutture in calcestruzzo anche armato, sia in orizzontale sia in verticale.

12.5 CAROTAGGI

I carotaggi possono essere di diversi diametri e lunghezze, queste lavorazioni vengono eseguite mediante l'utilizzo di macchine idrostatiche elettriche a rotopercussione o semplicemente rotanti, tassellatori e trivello ad aria compressa o elettrici, o carotatrici per la realizzazione di fori passanti o non, in diversi diametri e lunghezze, su strutture in calcestruzzo anche armato.

12.6 RIPARAZIONE DI SOTTOSERVIZI

L'appaltatore ha l'obbligo e l'onere di riparare o di provvedere al pagamento delle spese di riparazione alle aziende erogatrici di eventuali sottoservizi (allacci fognari, tubazione di adduzione acqua, gas, ecc.) danneggiati dall'impresa durante l'esecuzione degli scavi e delle demolizioni.

ART. 13 MOVIMENTI TERRA

13.1 GENERALITA'

Con il termine "movimenti terra" si intendono tutte le tecnologie esecutive finalizzate alla effettuazione di scavi a cielo aperto e rinterri.
Nell'esecuzione degli scavi si deve tenere sempre presente che si opera in ambito urbano in vicinanza degli edifici ed in prossimità delle loro fondazioni.
Si deve altresì tenere presente che si opera in presenza di condotti di fognatura e di altri sottoservizi, occorre quindi che l'Appaltatore presti la massima attenzione per garantire la piena funzionalità di detti servizi essendo onere dell'Appaltatore vigilare sulla funzionalità della rete per tutta la durata dei lavori e in particolare nel corso dell'esecuzione delle opere provvisionali.
Saranno oneri specifici dell'Appaltatore i seguenti:

- portare a discarica autorizzata a propria cura e spese e sotto la Sua responsabilità il materiale di risulta proveniente dagli scavi in quanto produttore dello stesso (la DL si riserva tuttavia la facoltà, a suo insindacabile giudizio, e sempre a cura e spese dell'Appaltatore, di inviare in tutto o in parte il materiale di risulta a stoccaggio od a rinterro anche su altri lotti, comunque ubicati nell'ambito della tratta) ;
- gli oneri derivanti dalla posa in opera di eventuali sbadacchiature e puntellature;
- effettuare le lavorazioni anche con soluzione di continuità;
- subordinare le operazioni di scavo alle indicazioni fornite dal monitoraggio in corso d'opera;
- provvedere alla mobilitazione di attrezzature in numero, potenza e capacità operativa tali da consentire una produttività congruente con i programmi di lavoro previsti; le attrezzature dovranno essere altresì le più idonee alle condizioni ambientali, stratigrafiche ed idrogeologiche dei terreni interessati;
- adottare tutti gli accorgimenti necessari ad attenuare i disturbi alle persone derivanti dalle vibrazioni e dai rumori connessi alle attività in corso;
- eseguire tutti i controlli e le prove prescritti dal presente Capitolato, così come quelli integrativi che a giudizio della DL, si rendessero necessari per garantire le qualità e le caratteristiche prestazionali previste nel progetto,
- realizzare tutte le opere provvisionali che si rendesse necessario costruire per la presenza vicino all'opera di fabbricati e/o manufatti;
- adottare tutti i provvedimenti previsti nel piano di sicurezza e coordinamento;
- riparazione di eventuali danni causati, nonché le prestazioni di personale idoneo nel caso di necessità.
- l'immediato allontanamento delle acque meteoriche e/o di aggottamento che si dovessero depositare al piede degli scavi.

13.2 SCAVI

Le modalità di scavo potranno essere verificate dall'Appaltatore in funzione di sue esigenze operative specifiche, fermo restando il rispetto della Normativa vigente e delle prescrizioni progettuali. Una volta definite, come tipologia e come localizzazione, dovranno essere sottoposte alla approvazione preventiva della DL.
In tutti i luoghi ove avverranno scavi a cielo aperto e comunque nei luoghi di seguito indicati:

- nelle aree dove verranno effettuati gli scavi per la realizzazione di tutti i pozzi;
- nelle aree dove dovranno essere effettuati i consolidamenti da piano di campagna;
- in corrispondenza dei punti in cui si dovranno eseguire i sondaggi o dove andranno installate strumentazioni di misura che prevedono perforazioni verticali,

L'Appaltatore, preliminarmente a ogni operazione di scavo:

- avrà cura di provvedere a tutte le indagini necessarie ad accertare l'eventuale presenza di manufatti interrati o sottoservizi di qualsiasi natura, la cui esistenza non è stato possibile accertare in sede di progetto, e che potrebbero interferire con gli scavi da realizzare; eventualmente realizzare tutte le opere di deviazione e/o rimozione di tali ostacoli prima di dare il via alle attività di scavo;
- eseguirà la picchettazione completa del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti, alla inclinazione delle scarpate, alla formazione delle cunette;
- qualora ai lavori in terra siano connesse opere in c.a, dovrà procedere al tracciamento di esse, con l'obbligo della conservazione dei picchetti, ed eventualmente delle modine, come per i lavori in terra.
- procederà all'eventuale taglio delle piante, all'estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti, ecc. (diserbamento) e all'eventuale loro trasporto in aree apposite;
- procederà allo scoticamento, consistente nella rimozione ed asportazione di terreno vegetale, di qualsiasi composizione e qualunque contenuto d'acqua, per uno spessore minimo pari a 50 cm, salvo diversa e più restrittiva prescrizione.
- procederà alla eventuale demolizione di massicciate stradali esistenti;
- procederà alla ricerca mediante idonei strumenti rilevatori dei sottoservizi presenti lungo il perimetro dell'opera, potendosi ritenere ovviamente che se non vi sono attraversamenti di sottoservizi lungo detto perimetro gli stessi non dovrebbero essere presenti sull'"impronta" dell'opera;
- procederà all'esecuzione di saggi perimetrali, ultimata questa fase di ricognizione, fino a quota -2,00 m da p.c., ogni 5 m min., applicando laddove necessario le armature di sostegno

Quindi l'Appaltatore potrà dare corso agli scavi secondo le seguenti modalità:

- gli scavi potranno essere eseguiti a mano o con mezzi meccanici (è vietato l'uso di esplosivo);
- gli allacciamenti alle fognature degli scarichi, così come gli allacciamenti di acqua, gas, telefoni, elettricità, dovranno essere sempre mantenuti in regolare funzionamento in qualsiasi fase dei lavori, anche attraverso collegamenti provvisori richiesti dalle Aziende competenti;
- qualora, per la qualità del terreno o per qualsiasi altro motivo, fosse necessario puntellare, sbatacchiare ed armare le pareti degli scavi, l'Appaltatore dovrà provvedervi a sue spese, adottando tutte le precauzioni necessarie per impedire smottamenti e franamenti; in ogni caso resta a carico dell'Appaltatore il risarcimento per i danni dovuti a tali motivi, subiti da persone, cose o dall'opera medesima;
- è vietato sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano ai getti prima che la DL abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni;
- nel caso di franamento degli scavi è a carico dell'Appaltatore procedere alla rimozione dei materiali ed al ripristino del profilo di scavo; nessun compenso spetterà all'Appaltatore per il mancato recupero, parziale o totale, del materiale impiegato per le armature e sbadacchiature;
- nel caso che, a giudizio della DL, le condizioni nelle quali i lavori si svolgono, lo richiedano, l'Appaltatore sarà tenuto a coordinare opportunamente per campioni la successione e la esecuzione delle opere di scavo e murarie ;
- qualora negli scavi in genere si fossero superati i limiti assegnati, non si terrà conto del maggior lavoro eseguito e l'Appaltatore dovrà, a sua cura e spese, rimettere in sito le materie scavate in più, utilizzando materiali idonei;

- l'Appaltatore dovrà ottenere, a sua cura e spesa, la disponibilità delle aree di discarica e/o di deposito, dei loro accessi, comprese le relative indennità, nonché provvedere alla sistemazione e alla regolarizzazione superficiale dei materiali di discarica secondo quanto disposto dalla DL.
- i materiali provenienti dagli scavi e non idonei per altro impiego nei lavori, dovranno essere portati a rifiuto nelle discariche indicate in progetto o individuate in corso d'opera, qualunque sia la distanza, dietro formale autorizzazione della DL, fatte salve le vigenti norme di legge.
- nel caso che i materiali fossero ritenuti idonei a seguito di prove eseguite dall'Appaltatore, a sua cura e spese, e sotto il controllo della DL, dovranno essere trasportati in aree di deposito, custoditi opportunamente, eventualmente trattati per ridurli alle dimensioni prescritte dalle presenti Norme secondo necessità, ripresi e trasportati nelle zone di utilizzo.

13.3 RINTERRI

13.3.1 CON TERRENO PRECEDENTEMENTE SCAVATO

Il rinterro sarà effettuato con misto di ghiaia e sabbia, di norma proveniente dagli scavi stessi eseguiti nell'ambito del lotto.
Dovrà essere prestata la massima precauzione e diligenza, secondo le prescrizioni della DL, per i riempimenti dei vani circostanti alle tubazioni, condotti, manufatti e sottoservizi in genere.
Normalmente, in questi casi, il rinterro avverrà dapprima con sabbia disposta a strati ben battuti a più riprese fino a 50cm al di sopra dei sottoservizi; indi si procederà al riempimento dell'ulteriore scavo con materiale proveniente dallo stesso.
Il materiale sarà steso a strati successivi, di spessore non superiore a 30cm ed ogni strato, dopo averlo opportunamente bagnato, verrà costipato con mezzi idonei, secondo le disposizioni della DL.
Negli ultimi due strati verso la superficie superiore e comunque per uno spessore complessivo non inferiore a 50 cm, il peso specifico apparente dovrà raggiungere almeno il 95% di quello massimo ottenibile con il metodo Proctor (standard).
Il materiale dovrà essere posto in opera non nei periodi di gelo o su terreno gelato.
A rinterro ultimato e prima di iniziare la formazione dell'eventuale sottofondo stradale, il rinterro stesso dovrà risultare sia trasversalmente che longitudinalmente conforme alle livellette e sagome di progetto o prescritte dalla DL.

ART. 14 SCAVI IN PRESENZA DI ACQUA DI FALDA

14.1 GENERALITA'

L'Appaltatore dovrà altresì assicurare il regolare smaltimento e il deflusso delle acque presenti e stagnanti all'interno del terreno di scavo e delle acque meteoriche che si dovessero accumulare al piede degli scavi, compresi gli oneri per il loro trattamento secondo le vigenti norme di legge.
Nel caso particolare in cui nelle aree di intervento la quota di fondo scavo si trova al di sotto dell'ipotizzato livello della falda ("livello di riferimento"), il progetto prevede tutti gli opportuni accorgimenti esecutivi per abbassare e controllare temporaneamente la falda acquifera, al fine di prosciugare e mantenere agibile il fondo degli scavi garantendo continuità alle lavorazioni nei vari fronti di lavoro.

14.2 PROVVEDIMENTI

14.2.1 SISTEMI ATTIVI

Per abbassare e controllare temporaneamente la falda acquifera, al fine di prosciugare e mantenere agibile il fondo degli scavi garantendo continuità alle lavorazioni nei vari fronti di lavoro, ove non realizzabile il drenaggio per gravità, occorre ricorrere a sistemi attivi di captazione dell'acqua.
L'Appaltatore dovrà installare tutti gli impianti elettrici e le postazioni fisse e mobili che offrono tutte le garanzie di affidabilità e sicurezza per l'eduzione all'esterno dell'acqua quali:
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;
tubazioni e impianti idraulici necessari per l'eduzione dell'acqua all'interno degli scavi;
la manutenzione delle opere e condutture relative al controllo dell'acqua durante l'esecuzione dei lavori;
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 dovrà garantire lo smaltimento di un volume di acqua cautelativamente superiore a quello presente.
Ogni giorno lavorativo l'Appaltatore dovrà redigere un verbale di constatazione, in contraddittorio con la DL, nel quale riportare:
la quantità d'acqua edotta (l/sec);
estremi dell'eventuale prelievo per la determinazione delle caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua.
Tra questi sistemi rientra l'impiego di :

- Pozzi
- Well-point

14.2.2 SISTEMI PASSIVI

In questo caso lo scavo sarà effettuato previa realizzazione di opere provvisionali, quali:

- iniezioni di consolidamento di tipo cementizio
- diaframmi per il confinamento laterale e un tampone di fondo; i diaframmi se anche strutturali sono resi impermeabili a breve termine mediante impiego tubi-spalla, mentre per il tampone di fondo, si prevede la realizzazione di un consolidamento massivo mediante un trattamento colonnare verticale con jet-grouting

14.3 DEWATERING MEDIANTE WELL-POINT

14.3.1 GENERALITA'

Si prevede l'utilizzo di questo tipo di impianti per la captazione dell'acqua, nei casi in cui il battente idraulico e maggiore di circa 30 cm fino ad un massimo di 1,5-2 m ; sotto il battente di 30 cm battente l'Impresa è tenuta all'evacuazione dell'acqua a propria cura e spese.
L'impianto wellpoint è costituito da una serie di micropozzi (il numero complessivo in funzione della portata di filtrazione prevista), connessi ad una elettropompa mediante una serie di collettori, raccordi e giunti di collegamento.
In particolare:

- ogni singolo wellpoint è composto da una tubazione chiusa di sollevamento di Ø=1"1/4, lunghezza adeguata alle specifiche esigenze, con manicotti di giunzione e alla cui estremità inferiore è posizionato un filtro metallico per ghiaia o sabbia attraverso il quale avviene l'emungimento dell'acqua dal terreno (punta filtrante)

- il collegamento dei singoli well-point al collettore di aspirazione è realizzato mediante manicotti transflex
- i collettori di aspirazione in acciaio zincato hanno diametro idoneo e sono dotati di prese, raccordi interni a 90° e terminali a T con la elettropompa
- le elettropompe sono centrifughe autoadescanti, vuotoassistite con elettrodepressore (pompa del vuoto) di caratteristiche idonee per le portate di filtrazione stimate; nel caso di impiego in galleria è' consigliabile l'uso di depressori a secco (non lubrificati ad olio) o la realizzazione di una condotta per lo scarico dei fumi del depressore lubrificati ad olio .

La fornitura dell'impianto comprende:

- l'impiego delle attrezzature per l'installazione e lo smontaggio dell'impianto
- Il noleggio delle attrezzature e i consumi elettrici delle elettropompe per un funzionamento 24/24 h
- il controllo del corretto funzionamento dell'impianto e gli eventuali rabbocchi di olio del depressore delle elettropompe.

14.3.2 INSTALLAZIONE

Per l'installazione dell'impianto "wellpoint" si prevede :

- l'ausilio di una trivella elicoidale oleodinamica applicata al braccio di un escavatore idraulico di peso operativo pari a 16-18 t., adatte alla perforazione preliminare dei terreni per l'esecuzione dei prefiltri (per terreni a diversa granulometria media con una componente ghiaiosa)
- l'ausilio di una motopompa centrifuga autoadescante motore diesel 2 cilindri, per l'infissione nei terreni, dei wellpoint e/o per il prelavaggio dei fori dei prefiltri; nel caso di impiego in galleria è opportuno che la pompa di infissione non sia equipaggiata con motore endotermico ma con motore elettrico, in relazione principalmente ai fumi di scarico che potrebbero costituire un problema.
- l'esecuzione di prefiltri per tutta la lunghezza dei wellpoint, prelavaggio con motopompa e successivo riempimento con materiale idoneo tipo ghiaino o sabbia grossa
- la stesa del collettore di aspirazione e l'infissione dei wellpoint
- la posa dei cavi elettrici, collegamenti tra il quadro di distribuzione di cantiere ed i quadri delle singole elettropompe realizzati da personale specializzato che ne fornisca le certificazioni secondo le leggi vigenti
- l'adozione di un idoneo impianto di alimentazione di emergenza, essendo previsto un funzionamento ininterrotto del sistema di dewatering (24/24 ore)
- eventuali opere accessorie per lo scarico delle acque pompate dal terreno fino al punto di recapito, con eventuali pompe di sollevamento.

14.3.3 MODALITA' OPERATIVE

Predisposizione setti di compartimentazione
Per opere particolarmente estese si dovranno realizzare preventivamente dei setti di compartimentazione al fine di parzializzare le attività di prosciugamento e di esecuzione delle opere interne definitive.
Prove preliminari di portata - abbassamento
Le prove di portata-abbassamento, da valutare in funzione del grado di eterogeneità dei terreni interessati, consentono di definire un corretto dimensionamento dell'impianto wellpoint (numero e prestazioni delle pompe e numero e tipo di wellpoint) e di misurare il raggio di influenza prodotto dal pompaggio eseguito con l'impianto.
L'impianto "pilota" rimarrà installato nel terreno indipendentemente dall'esito della prova e integrato nell'impianto che verrà definito sulla base delle indicazioni che proverranno dalla prova medesima.
A tal fine si suggerisce, dopo la posa di circa qualche decina di wellpoint, di effettuare delle misure di portata sia totale che da alcuni wellpoint.
Inoltre, utilizzando dei wellpoint come tubi piezometrici disposti in più punti dello scavo, effettuare delle misure di abbassamento della falda freatica ad intervalli di tempo regolari. Una misura dovrà essere effettuata anche in corrispondenza all'allineamento dei wellpoint.
Si propone di eseguire le misure di portata e abbassamento in coincidenza ai seguenti intervalli di tempo: 0 / 10 min. / 15 min. / 30 min./ 60 min./ 300 min./ 1440 min.

Per quanto concerne l'eventuale adeguamento dell'impianto in funzione delle prove, questo potrà riguardare solo il numero di pompe da utilizzare (avendo già previsto di posare il numero massimo di wellpoint in rapporto alle condizioni idrogeologiche peggiori).
Per le misurazioni saranno utilizzati i seguenti strumenti:

- per le misure di portata, i misuratori di tipo Woltmann (meccanici a palette) dovranno essere collocati nell'impianto rispettando le prescrizioni previste per una corretta lettura del dato; cioè lungo un tratto rettilineo con a monte un tratto di tubazione di lunghezza almeno pari a 10 volte il diametro del tubo e a valle 8 volte il diametro del tubo onde evitare moti turbolenti che potrebbero falsare la rilevazione
- Per le misure del livello di falda nei piezometri, i freatimetri.

Well-point nell'impronta delle opere definitive
Nei casi in cui l'impianto di captazione è necessariamente disposto all'interno dell'impronta delle opere definitive da realizzare, occorre prevedere le seguenti fasi di captazione delle acque:
Prima fase

- gli impianti well-point e le elelettropompe sono fissati generalmente ai diaframmi
- l'aggottamento provvisionale avviene ad opera del sistema well-point che produce un abbassamento del livello di falda ad una quota inferiore a quella di fondo scavo, consentendo agli scavi di raggiungere la quota di fondo scavo in condizioni drenate
- raggiunto il fondo scavo, occorre eseguire degli scavi a trincea a reticolo all'interno dei quali sarà posizionata una tubazione drenante a perdere, protetta da una garza di nylon antintasamento; successivamente, le trincee saranno colmate con ghiaino monogranulare di diam. 1,0 – 2,0 cm.

Seconda fase

- viene predisposto il collegamento della tubazione drenante alle stesse elettropompe precedentemente utilizzate dall'impianto wellpoint, mediante un raccordo di collegamento.
- dopo il riavviamento delle elettropompe e, dopo aver verificato che la tubazione drenante è in grado di mantenere depresso il livello di falda, si procede allo smontaggio del sistema wellpoint e del collettore di aspirazione.

Terza fase

- L'impianto di drenaggio potrà essere completamente disattivato (tubazione drenante a perdere) una volta realizzati l'impermeabilizzazione, il getto della platea definitiva di fondazione e delle eventuali opere interne definitive il cui peso controbilanci le spinte idrauliche della falda presente al momento delle opere; inoltre una volta rimosse le elettropompe di aspirazione dalle paratie si potrà procedere al completamento del getto delle contropareti .
- Il completamento delle operazioni prevede la sigillatura dei fori delle tubazioni che collegano le trincee drenanti a perdere con le elettropompe di aspirazione. A tal fine , prima del getto della fondazione, dovrà essere prevista la posa di un giunto bentonitico (dimensioni mm 25 x 20) nell'intorno della flangia del tubo passante.
- Tale giunto è composto al 75% da Bentonite di Sodio Naturale ed al 25% da gomma butilica, in grado di espandersi a contatto con l'acqua sino a 6 volte il proprio volume iniziale senza che ciò comporti modifiche alle sue caratteristiche di tenuta, garantendo una resistenza alla spinta idraulica fino a 5 bar, avente durata illimitata, senza cessione di sostanze tossiche, in grado di non manifestare perdite per pressioni sino a 7 bar anche dopo numerosi cicli di idratazione intermittente ; il giunto in opera dovrà risultare privo di elementi protettivi di confezione e dovrà essere ancorato al piano di posa mediante rete in acciaio presagomata a maglia romboidale, fissata ogni 30 cm con appositi chiodi a penetrazione graduale. Le giunzioni dovranno avvenire per accostamento dei capi per almeno 5 cm, senza sovrapposizione.
- Conclusa l'impermeabilizzazione della flangia, sarà pompato all'interno del tubo del calcestruzzo additivato con impermeabilizzanti. Dopo l'avvenuta maturazione del calcestruzzo, il tubo sarà tagliato.

ART. 15 GESTIONE TERRE DA SCAVI

Si deve fare riferimento al documento di progetto " Gestione terre e rocce da scavo" allegato alla documentazione di Appalto in conformità al D.Lgs. n°152 del 4 Aprile 2006- "Norme in materia Ambientale" e ulteriori disposizioni correttive e integrative

ART. 16 VERIFICA DEL TRATTAMENTO DEL TERRENO DI PROGETTO

L'Appaltatore ha l'onere di verificare la rispondenza degli spessori di trattamento del terreno riportati nei disegni e nel presente capitolato, al fine della riuscita dello scavo in modo da non causare danni agli immobili e/o sottoservizi più direttamente interessati, né di avere infiltrazioni non controllabili con semplici aggottamenti durante la fase di scavo.
Qualora l'Appaltatore ritenga insufficienti le soluzioni tecniche e/o gli spessori di consolidamento, dovrà predisporre la documentazione che comprovi la necessità di integrazioni e formulare una richiesta di approvazione della stazione appaltante.

ART. 17 TRATTAMENTO DEL TERRENO CON INIEZIONI

17.1 GENERALITA'

Si prevede l'iniezione di miscele cementizie e chimiche, in linea generale, nei seguenti casi:

- per il preconsolidamento e/o l'impermeabilizzazione dei terreni delle gallerie di stazione e a foro cieco di linea;
- da piano di campagna, per il consolidamento e/o l'impermeabilizzazione dei terreni in corrispondenza di alcune testate delle gallerie di linea a cielo aperto, dei fondi di alcuni manufatti di linea e di stazione

I lavori dovranno essere eseguiti in accordo alla Nornativa vigente, ed in particolare alla seguente Norma UNI EN 12715 – Execution of special geotechincal work - Grouting
Nell'esecuzione dei trattamenti si deve tenere sempre presente che si opera in ambito urbano in vicinanza degli edifici ed in prossimità delle loro fondazioni, in presenza di condotti di fognatura e di altri sottoservizi.
Occorre quindi che l'Appaltatore presti la massima attenzione per garantire la piena funzionalità di detti servizi, avendo quale onere vigilare sulla funzionalità della rete per tutta la durata dei lavori ed in particolare nel corso dell'esecuzione delle opere provvisionali.
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 D.L., unitamente alla sequenza di esecuzione delle singole tratte o aree di intervento.
I trattamenti con iniezioni sono realizzati intorno o in prossimità degli edifici; in tutti i casi si deve evitare la perdita di consistenza del terreno trattato o in fase di trattamento. A tale fine il trattamento va eseguito a campioni sfalsando le zone di intervento ed attendendo un tempo sufficiente per la presa prima di riprendere la lavorazione nei tratti tra loro adiacenti.
Le pressioni di iniezione devono essere determinate in modo da non provocare indesiderati inconvenienti, quali sollevamenti nelle adiacenze o comunicazioni tra fori vicini, fermo restando il raggiungimento degli obiettivi progettuali.
Di norma le perforazioni saranno eseguite con o senza rivestimento, con circolazione di fluidi di perforazione per l'allontanamento dei detriti e per il raffreddamento dell'utensile, costituiti da fanghi bentonitici. La sigillatura dei fori è prevista entro le 24 ore successive.
Le modalità realizzative della perforazione dovranno essere concordate con la D.L.
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.
In relazione ad ogni singola situazione prevista, dovranno essere dettagliatamente indicate in sede di offerta le caratteristiche delle miscele impiegate e le modalità esecutive delle iniezioni del terreno (interasse fori, distanze delle valvole, quantità di miscela per ogni valvola, numero delle passate, pressioni limite, ecc.).
Prima di iniziare le lavorazioni, è necessario localizzare sulla zona da trattare, con la dovuta precisione, la posizione dei fori nei quali, dopo la perforazione, verrà effettuata l'iniezione.
Le posizioni saranno contrassegnate con marche od altro, in modo da renderle facilmente individuabili.
E' consentito esclusivamente l'impiego di prodotti stabili nel tempo, e che non cedano al terreno ed alle falde circostanti liquidi residuali inquinanti.
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 è a conoscenza della legislazione vigente a tutela delle acque utilizzate per uso potabile e in particolare della direttiva CEE 80/778 del 15.7.1980 e del Decreto attuativo DPR 236 del 24.5.1988 sostituite dal D.Lgs. n.31 del 2/02/2001 a tutela delle acque dall'inquinamento; ed è altresì a conoscenza del fatto che tutta la falda idrica del sottosuolo è utilizzabile per l'approvvigionamento dell'acqua potabile.
L'Appaltatore dovrà dichiarare in sede di offerta la composizione dei materiali e prodotti che intende immettere nel terreno e produrre ogni opportuna certificazione in merito ad essi.
Inoltre, per qualsiasi materiale o prodotto che intenda impiegare, l'Appaltatore dovrà attenersi a quanto disposto dal D.Lgs. 152/99 (tab 4) in materia di scarichi in acque superficiali ed in fognatura e dovrà acquisire il preventivo assenso alla loro immissione nel terreno da parte del Committente in accordo con le competenti Autorità.

Miscela cementizia

La miscela cementizia sarà normalmente costituita da cemento pozzolanico speciale tipo 425 ad alta finezza di macinazione in ragione di Kg 40÷60 per Kg 150 di acqua addittivato con Kg 6÷15 (in secco) di un prodotto inorganico, solido, del tutto assimilabile ai costituenti dei leganti idraulici, insolubile in acqua, chimicamente inerte e non tossico.
Il peso specifico della miscela sarà di g/cc 1,2÷1,3 e la viscosità apparente, misurata a mezzo Rheometer STV con gradiente di velocità di sec.-1 398,9 sarà al mas-simo di 12 centipoise.
L'immissione di detta miscela avverrà mediante iniezione attraverso tubi valvolati a mezzo doppio otturatore, anche in più fasi successive intercalate da un opportuno periodo di maturazione.
Durante l'esecuzione delle iniezioni, a richiesta della Direzione Lavori, saranno effettuate sulla miscela impiegata nell'esecuzione dell'opera, oltre alle analisi chimiche, altre prove di laboratorio, tra cui:

- la viscosità apparente;
- la densità;
- il tempo di decantazione e la percentuale del materiale decantato;

al fine di accertarne la rispondenza con le caratteristiche sopra indicate.

Miscele chimiche

Salvo parere contrario delle competenti Autorità si potranno utilizzare miscele chimiche del tipo joosten o similari (silicato e cloruro di calcio) limitatamente alle zone di sottopasso dei fabbricati e nelle zone in falda, o comunque in corrispondenza di situazioni particolarmente delicate.
In zone interessate alla falda, si dovrà realizzare uno strato di spessore adeguato (1,5 m) di terreno trattato con sole miscele cementizie con funzione di confinamento dei trattamenti chimici rispetto alla falda stessa.

17.2 MODALITA' ESECUTIVE

17.2.1 ATTREZZATURE E TECNICHE DI PERFORAZIONE

Le attrezzature impiegate dovranno essere in grado di eseguire le lavorazioni richieste con la necessaria continuità per assicurare la uniformità dei trattamenti; i tubi d'iniezione dovranno essere atti a resistere a pressioni non inferiori a 10 MPa; l'impianto di miscelazione dovrà essere munito di dispositivi di pesatura del cemento e di misura dell'acqua, dosatore di additivi e contacicli di miscelazione progressivo; la centrale d'iniezione sarà attrezzata con iniettori ad alta pressione, le linee di iniezione saranno munite di manometri posti a bocca foro, con certificato ufficiale di taratura.
Lo scavo della galleria o dei pozzi in corrispondenza delle tratte consolidate 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.
Le perforazioni per le iniezioni di trattamento del terreno saranno eseguite con le tecniche necessarie per garantire la stabilità del foro.
L'intervento modifica le caratteristiche meccaniche (resistenza e deformabilità) ed idrauliche (permeabilità) del terreno mediante l'immissione selettiva a pressione di adeguate miscele cementizie e chimiche, attraverso valvole predisposte su tubi in PVC, e preventivamente cementati in appositi fori di piccolo diametro realizzati da piano di campagna.
I trattamenti possono essere "di impregnazione" quando riempiono i vuoti esistenti nel terreno senza alterare le loro dimensioni, utilizzando miscele facilmente penetrabili, oppure "di intasamento" per ricomprimere il terreno, formando lenti e ramificazioni concentrate ad elevata resistenza e scarsamente deformabili, con miscele meno penetrabili nel mezzo interessato.
Le iniezioni di consolidamento e/o di impermeabilizzazione verranno realizzate con la tecnica "a volume e pressione controllati", e l'ausilio delle attrezzature e delle tecnologie necessarie per garantirne la corretta esecuzione a regola d'arte.
L'immissione della miscela avverrà, una volta completata la formazione della guaina di inghisaggio a riempimento della intercapedine tra tubo o elemento e terreno, attraverso le singole valvole opportunamente isolate mediante doppio otturatore (packer), anche in più fasi successive intercalate da un opportuno periodo di maturazione.
Si prevede l'utilizzo di miscele cementizie binarie standard (cemento-acqua, più eventuali additivi) con caratteristiche non inquinanti e di stabilità nel tempo, anche su tempi lunghi ed in presenza di acqua sia di infiltrazione che di falda.
Le fasi esecutive saranno le seguenti:

- Preparazione del piano di lavoro
- Tracciamento

- Perforazione
- Allestimento dei fori
- Iniezione selettiva

17.2.2 PREPARAZIONE DEL PIANO DI LAVORO

Preliminarmente ad ogni operazione di scavo l'Impresa avrà cura di accertare se l'area di lavoro sia attraversata da pubblici servizi o manufatti (ambienti) sotterranei. In ogni caso, la quota dei piani di lavoro dovrà essere posta, in genere, ad almeno 1.5–2.0 m da piano di campagna, al fine di evitare interferenze con i pubblici servizi superficiali. La posizione ed ogni altra indicazione riguardante i principali servizi esistenti nel sottosuolo, risultano dai disegni di progetto e sono desunte di massima da segnalazioni delle Aziende che gestiscono i servizi stessi e non da assaggi diretti o da rilievi. Tali pubblici servizi verranno spostati a cura degli enti erogatori. L'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese ad effettuare scavi di assaggio diretti. Gli allacciamenti alle fognature degli scarichi, così come gli allacciamenti di acqua, gas, telefoni, elettricità, dovranno essere sempre mantenuti in regolare funzionamento in qualsiasi fase dei lavori, anche attraverso collegamenti provvisori richiesti dalle Aziende competenti.
In ogni caso, preventivamente all'inizio dei lavori, l'Appaltatore è tenuto a realizzare, lungo il perimetro dell'opera da realizzare, uno scavo a mano e/o assistito con escavatore al fine di verificare l'effettiva assenza di interferenze con altri sottoservizi. Solo successivamente potrà effettuare l'eventuale scavo di sbancamento per portarsi alla quota di lavoro coincidente con la quota di imposta dei trattamenti.
Nel caso che, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni nelle quali i lavori si svolgono, lo richiedano, l'Impresa sarà tenuta a coordinare opportunamente per campioni la successione e la esecuzione delle opere di scavo.

17.2.3 TRACCIAMENTO

Prima di iniziare la perforazione l'Impresa dovrà, a sua cura e spese, indicare sul terreno la posizione dei punti di trattamento da contrassegnare con picchetti, marche od altro, sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun punto di trattamento.
L'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori la seguente documentazione:

- una planimetria dei trattamenti con la posizione di tutti i punti, contrassegnati con un numero progressivo;
- un programma cronologico di perforazione ed iniezione elaborato in modo da minimizzare gli effetti negativi della perforazione/iniezione sulle colonne consolidate già eseguite e sulle opere o edifici circostanti.

17.2.4 PERFORAZIONE

Le perforazioni comunque inclinate, anche in presenza d'acqua di qualunque entità e pressione, saranno eseguite, mediante sonda a rotazione o rotopercussione in ogni caso con asportazione di materiale, all'esterno oppure all'interno di gallerie e cunicoli, fino a raggiungere la profondità di progetto, escludendo l'uso di acqua, ed avranno diametro atto a collocare il tubo da iniezione del tipo a valvole distanziate al massimo di cm 35. Il diametro di norma sarà non inferiore a 75 mm.
Qualora le caratteristiche dei terreni o la presenza dell'acqua lo richiedesse, il foro dovrà essere sostenuto mediante idonee tubazioni di rivestimento durante la perforazione e nelle fasi successive.
In particolare le attrezzature di perforazione dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

- possibilità di eseguire, con e senza manovre d'asta, perforazioni con rivestimento provvisorio per tutta la lunghezza di progetto, con agevole e preciso posizionamento dei fori secondo la geometria troncoconica o cilindrica tipica dell'applicazione;
- testa di rotazione con foro passante e con ingombro verso l'esterno, rispetto all'asse della perforazione, tale da garantire il rispetto delle geometrie di progetto;
- slitta di scorrimento di costruzione sufficientemente rigida, dispositivi di guida delle aste ed apparecchi di stazionamento dell'attrezzatura tali da assicurare il rispetto delle tolleranze geometriche prescritte; la slitta non dovrà comunque subire spostamenti elastici superiori a mm 5 a seguito dell'applicazione, ad una qualsiasi delle sue estremità, di una forza di Kg 100 in qualunque direzione nel piano ortogonale dell'asse di perforazione.

La perforazione deve essere condotta impiegando utensili atti ad ottenere fori del diametro previsto in progetto o prescritto dalla Direzione Lavori ed a consentire la regolarità delle successive operazioni di posa in opera dei tubi per l'iniezione.
Di norma dovrà essere impiegato il rivestimento provvisorio, da tenere in opera fino ad avvenuto riempimento della cavità anulare tra il tubo e le pareti del perforo.
Al termine della perforazione il perforo dovrà essere accuratamente sgomberato dai detriti.
L'Appaltatore dovrà verificare la disponibilità nelle diverse aree di cantiere dello spazio operativo, e individuare le attrezzature più adeguate sia nei confronti della sicurezza del cantiere, sia nei confronti del personale che delle strutture circostanti.

17.2.5 ALLESTIMENTO FORI

Una volta realizzata la perforazione, si procederà alla posa in opera del tubo in PVC munito di valvole di non ritorno del tipo a "manchettes", conformemente a quanto indicato negli elaborati progettuali. Il tubo dovrà essere prolungato fino a fuoriuscire a boccaforo per un tratto sufficiente a consentire le successive operazioni di iniezione. Per i tratti in cui non dovrà essere realizzata l'iniezione, è possibile porre in opera spezzoni di tubo in PVC non valvolato.
I tubi valvolati per iniezione saranno realizzati in PVC rigido ad alta resistenza con valvole di gomma bloccate al tubo tramite due manichette in PVC saldate ai lati. I tubi dovranno avere estensione, diametro e spessore come previsto in progetto o stabilito ed ordinato dalla Direzione Lavori. Le eventuali giunzioni tra i diversi spezzoni di tubo dovranno essere tali da garantire le stesse caratteristiche geometriche e di resistenza del tubo corrente.
Si procederà quindi immediatamente alla formazione della "guaina", iniettando a bassa pressione da fondo foro la miscela semi-plastica per riempire l'intercapedine tra il tubo e le pareti del foro, provvedendo contemporaneamente alla estrazione del rivestimento utilizzato in via provvisoria per sostenere le pareti del foro.
Nel caso di perforazioni poste in posizione orizzontale o inclinate verso l'alto, dovranno essere adottati opportuni accorgimenti (tubetti di sfiato, otturatore sulla bocca del foro, ecc.) per evitare che la miscela cementizia riempia solo parzialmente la cavità o ne fuoriesca.
Al termine della iniezione di "guaina" si dovrà provvedere al lavaggio con acqua dell'interno del tubo, in maniera tale da garantire la possibilità di inserimento del packer per le successive iniezioni ad alta pressione dalle singole valvole.

17.2.6 INIEZIONE SELETTIVA

Trascorso un periodo di 12÷24 ore dalla formazione della guaina tra la parete del foro ed il tubo valvolato di spessore sufficiente a garantire la iniezione del terreno circostante ciascuna valvola, senza rifluimento della miscela nella zona circostante alle valvole contigue, si darà luogo alla esecuzione delle iniezioni selettive, "a pressione e volumi controllati", anche in più fasi successive dalla stessa valvola (comunque separate da un opportuno tempo di maturazione), in conformità alle indicazioni del progetto.
L'iniezione in più passate è finalizzata ad ottenere un trattamento il più omogeneo possibile all'interno del volume teorico da trattare, evitando che si creino situazioni locali particolari legate ad una diffusione lungo vie preferenziali della miscela iniettata con una singola passata.
Si procederà valvola per valvola, a partire dal fondo foro, per mezzo del packer (otturatore a tenuta) collegato al circuito di iniezione. Ottenuta l'apertura della valvola, si darà luogo alla iniezione fino a raggiungere i valori di volumi iniettati e di pressione prescritti in progetto. Tali valori predefiniti potranno essere raggiunti anche prevedendo più fasi di iniezioni. In tal caso per ogni passata verrà definito un volume e/o una pressione di arresto della iniezione, stabiliti in funzione degli obiettivi di progetto.
Tale sequenza, nonché i parametri di controllo adottati nella esecuzione delle iniezioni, dovranno essere verificate dalla Direzione Lavori, confrontando le previsioni progettuali con le prime risultanze in corso d'opera, analizzando i dati di iniezione raccolti e registrati, unitamente a quelli ottenuti dal sistema di monitoraggio delle opere in corso di realizzazione. Infatti solo una analisi globale di tutti i dati può consentire una verifica corretta dell'accettabilità di quanto si sta ottenendo in termini di miglioramento delle caratteristiche del terreno.
Le iniezioni delle miscele dovranno essere condotte senza che si manifestino sollevamenti del suolo tali da pregiudicare la sicurezza e la stabilità dei servizi di superficie e sottosuolo, dei manufatti e fabbricati interessati dai lavori; a tale fine dovranno essere regolate opportunamente le pressioni e le quantità delle miscele iniettate.
Si dovrà pertanto installare ogni necessaria strumentazione atta a controllare ed a contenere tali parametri di controllo entro valori tali da non provocare movimenti del suolo incompatibili e/o dannosi per le strutture interferenti.
Le quantità teoriche di miscela da iniettare saranno definite puntualmente in rapporto agli assorbimenti ed alla porosità del terreno riscontrati, basandosi comunque sul valore totale stimato di circa 270 litri (miscela cementizia + miscela chimica) per metro cubo di terreno trattato.
Analogamente, l'ordine di iniezione dei singoli fori e delle valvole dovrà essere opportunamente studiato di volta in volta in relazione alle singole situazioni.
La distanza minima tra due fori iniettati contemporaneamente o in immediata sequenza dovrà essere determinata in relazione alle pressioni ed ai volumi di iniezione in modo da non provocare indesiderati inconvenienti, quali sollevamenti nelle adiacenze o comunicazione tra i fori vicini, in cui la miscela non abbia ancora fatto presa.
Fino a quando le operazioni di iniezione non saranno globalmente concluse, al termine di ogni fase di iniezione si dovrà procedere al lavaggio del tubo, in modo da consentire passate successive sulla stessa valvola.
L'Appaltatore dovrà altresì provvedere a sua cura e spese alla installazione di opportune apparecchiature atte a fornire un controllo continuo e la registrazione nel tempo delle quantità iniettate per singole valvole e delle relative pressioni.
Tali dati dovranno essere conseganti entro le 24 ore successive alle fasi operative alla DL.
Le operazioni di perforazione e iniezione dovranno essere opportunamente alternate onde minimizzare i disturbi nel terreno al contorno dell'opera.
Il valore della pressione deve essere misurato a "bocca foro", in prossimità dei punti di iniezione finali.

L'interasse tra le raggiere di perforazione non potrà in ogni caso essere superiore a cm. 90.
Nei trattamenti di impregnazione l'iniezione dovrà essere normalmente eseguita utilizzando portate non superiori a 30 l/min, e comunque con valori che, in relazione alla effettiva pressione di impiego, siano tali da evitare fenomeni di fratturazione idraulica del terreno (claquage).
Nel caso in cui l'iniezione del previsto volume non comporti il raggiungimento della pressione prescritta, o viceversa, la valvola sarà nuovamente iniettata, trascorso un periodo di 12÷24 ore.
Fino a quando le operazioni di iniezioni non saranno concluse, al termine di ogni fase occorrerà procedere al lavaggio interno del tubo.
Quando particolari caratteristiche del terreno lo richiedano, saranno effettuati trattamenti ciclici all'interno dei fori iniettando, con passate successive, valvola per valvola, miscele con caratteristiche di penetrabilità diverse.

17.2.7 TRATTAMENTO DI INTASAMENTO

Ove previsto le iniezioni potranno essere realizzate anche in fase unica, in risalita o in avanzamento, attraverso le aste di perforazione.

17.2.8 TRATTAMENTO DI RICOMPRESSIONE

Verificato l'esatto posizionamento delle valvole, si eseguiranno delle iniezioni utilizzando portate e pressioni atte a produrre la fratturazione idraulica del terreno, registrando opportunamente la pressione di picco e la successiva pressione di alimentazione della frattura. L'iniezione sarà arrestata al raggiungimento dei previsti volumi di miscela.

17.3 IMPIANTI ED ELEMENTI TECNOLOGICI

17.3.1 IMPIANTI DI PREPARAZIONE DELLE MISCELE DI INIEZIONE

Le miscele saranno confezionate utilizzando impianti a funzionamento automatico o semi-automatico, costituiti dai seguenti principali elementi:

- bilance elettroniche per componenti solidi e liquidi;
- mescolatore primario ad elevata turbolenza (min. 1500 giri/min), che garantisca la massima diffusione dei composti nell'acqua e l'intima mescolanza delle materie e sostanze impiegate;
- vasca di agitazione secondaria.

Per la preparazione delle soluzioni colloidali a base di silicato di sodio reagenti per mezzo di composti inorganici, visti i tempi di reazione solitamente molto brevi, si potranno utilizzare piccole unità integrate e decentrate che effettueranno automaticamente il dosaggio e la miscelazione dei vari componenti.

17.3.2 IMPIANTO DI POMPAGGIO E DISTRIBUZIONE

Nei pressi dell'impianto di preparazione si impiegheranno delle pompe oleodinamiche o pneumatiche a pistoni, a velocità regolabile, munite di sistemi di registrazione delle pressioni e delle quantità di miscela pompata.
Gli iniettori avranno le seguenti caratteristiche minime:

- pressione massima di iniezione : ≈ 100 bar
- portata massima : ≈ 2 m³/h
- numero massimo di pistonate al minuto : ≈ 60

Tali iniettori, quando la distanza tra l'impianto di preparazione e la zona in cui dovrà essere effettuato il trattamento lo richiederà, fungeranno anche come sistemi di pompaggio della miscela alle stazioni di ripresa.
Queste stazioni, dotate di opportuni serbatoi ed adeguati agitatori, alimentano i gruppi di iniezione finali: tali gruppi di norma saranno corredati di una adeguata strumentazione per i controlli di processo e per la registrazione di tutti i parametri di iniezione.
Si impiegheranno pompe oleodinamiche a pistoni, a velocità regolabile, di ridotte dimensioni, aventi le seguenti caratteristiche minime:

- pressione massima di apertura valvola : ≈ 70 bar
- pressione massima di iniezione : ≈ 25 bar

- portata massima : ≈ 1 m³/h
- numero massimo di pistonate al minuto : ≈ 45

In particolari condizioni, il trasporto della miscela tra impianto di preparazione e i vari sistemi di ripresa sarà effettuato per mezzo di unità mobili corredate di idonei serbatoi.

17.3.3 RETE DI DISTRIBUZIONE

Per la distribuzione delle miscele dall'impianto di preparazione ai vari fori di iniezione verranno utilizzati tubi di materiale plastico o metallico con dimensioni e caratteristiche meccaniche che dovranno essere adeguate alle pressioni e portate di iniezione.
Le giunzioni tra i diversi spezzoni di tubo saranno ottenute per mezzo di manicotti filettati di spessore e lunghezza idonea.
Sarà realizzata, quando necessario, una rete di distribuzione con linea unica di andata e ritorno con sistema ad anello chiuso, sulla quale saranno collegati i vari gruppi di ripresa.

17.3.4 DISPOSITIVI PER L'INIEZIONE

- Tubi valvolati

Il tubo valvolato sarà costituito, in conformità alle esigenze di progetto, in PVC rigido, in vetroresina, o in materiale metallico di diametro non inferiore a 40 mm.
Il tubo valvolato sarà corredato di idoneo tappo di fondo, e gli eventuali spezzoni saranno giuntati tramite manicotti filettati o quanto occorra per la perfetta efficienza del tubo.
Le valvole di non ritorno garantiranno una perfetta tenuta fino alla pressione massima prevista.

- Tubi di adduzione miscela

Sono gli elementi terminali del circuito di alimentazione della miscela di iniezione, normalmente di materiale plastico, con struttura flessibile, che vengono introdotti nei fori alle diverse profondità di iniezione.
Le dimensioni e le caratteristiche meccaniche saranno conformi alle pressioni e alle portate di iniezione previste dal progetto.

- Otturatori (packer)

Sono gli elementi iniettanti terminali collegati al circuito di alimentazione per mezzo dei tubi di adduzione. Sono muniti di fori per il passaggio della miscela e composti da unità dilatabili semplici o doppie che, aderendo alla parete del foro o del tubo, selezionano la zona che dovrà essere trattata.
In base alla metodologia di iniezione, si utilizzeranno otturatori con unità dilatabili radialmente, semplici o doppi, di diverso tipo.

a) A calottina (singole o multiple). La dilatazione delle unità è ottenuta per mezzo della stessa pressione di iniezione.
b) Ad espansione con manovra di tipo meccanico. L'unità, composta da un cilindro di gomma viene preliminarmente deformata radialmente mediante compressione assiale prodotta da elementi meccanici.
c) Ad espansione mediante fluidi. Il gonfiaggio delle unità è ottenuta con l'immissione, attraverso idonei tubetti collettori, di fluidi a pressioni prestabilite. L'espansione, a seconda del tipo di fluido impiegato, sarà di natura:
    - pneumatica
    - idraulica
    - oleodinamica.

Le dimensioni e le caratteristiche dei componenti meccanici e delle unità di espansione degli otturatori dovranno essere conformi ed idonei sia alle strutture dei tubi e dei fori, sia alle pressioni e alle portate di iniezione.

17.4 MISCELE

Vengono distinte le seguenti principali categorie di miscele, ed i relativi campi di applicabilità orientativi:

- sospensioni di granuli solidi in acqua quali miscele cementizie, composte da cementi normali ed eventualmente da aggregati e argille; (Applicabilità: ghiaie e sabbie grosse)
- sospensioni di granuli solidi ad elevata penetrazione quali miscele composte da cementi fini o microfini eventualmente abbinati ad aggregati micronizzati; (Applicabilità: sabbie medio-fini);
- soluzioni colloidali di silicato di sodio o di liquore di silice che per mezzo di agenti acidi, sali polivalenti, e composti inorganici, si trasformano in gel di silice o silicati di calcio; (Applicabilità: sabbie medio fini, da pulite a poco limose)

17.4.1 MISCELE CEMENTIZIE

Le miscele saranno costituite da: acqua, cemento, ed eventuali aggregati ed additivi stabilizzanti, disperdenti e/o fluidificanti, acceleranti, correttamente miscelati mediante un idoneo impianto di preparazione.
I prodotti impiegati saranno stabili nel tempo e non inquinanti.
Acqua: si utilizzerà acqua chiara, dolce, possibilmente con durezza non superiore a 30 °F.
Cemento: il cemento impiegato sarà scelto in relazione alle caratteristiche del terreno, considerando in particolare, ove necessario, l'aggressività da parte dell'ambiente.
Aggregati: gli aggregati si useranno solo quando saranno considerati strettamente necessari e previa autorizzazione della Direzione Lavori. Saranno costituiti da polveri di calcare o sabbia fine.
Additivi: in casi particolari, previa autorizzazione della Direzione Lavori, sarà consentito l'impiego di additivi stabilizzanti, disperdenti e/o fluidificanti, acceleranti, purché non aeranti.

17.4.2 MISCELE CEMENTIZIE NORMALI

Dosaggio indicativo
Di norma le miscele cementizie di iniezione per i trattamenti di impregnazione saranno preparate adottando un dosaggio in peso dei componenti tale da soddisfare un rapporto cemento/acqua:

$0.2 \leq c/a \leq 0.6$

con impiego di additivi stabilizzanti e disperdenti; per ottenere la stabilizzazione potrà essere utilizzato un agente colloidale, ad esempio bentonite, con rapporto bentonite/acqua:

$\leq b/a \leq 0.04$

quale fluidificante deve essere utilizzato un additivo con rapporto in peso sul cemento pari a all'1%.
Per trattamenti di intasamento di rocce fessurate il dosaggio cemento/acqua può variare nell'intervallo:

$0.4 \leq c/a \leq 1.5$

Per quanto riguarda le miscele di guaina, esse saranno preparate adottando un dosaggio in peso dei componenti tale da soddisfare un rapporto cemento/acqua:

$c/a = 0.5 \div 1$

con impiego di additivi stabilizzanti e disperdenti; per ottenere la stabilizzazione potrà essere utilizzato un agente colloidale, ad esempio bentonite, con rapporto:

$b/a = 0.03 \div 0.05$

La miscela di guaina, dovrà avere le seguenti caratteristiche minime:

- rendimento volumetrico : ≥95%
- resistenza a compressione uniassiale a 28gg : ≥1.0 MPa

La miscela di iniezione, ad alta penetrabilità, dovrà avere le seguenti caratteristiche minime:

- resistenza a compressione uniassiale al momento dello scavo : ≥0.4 MPa
- resistenza a compressione uniassiale a 28gg : ≥3.0 MPa
- peso specifico :1.3 -1.5 t/mc
- viscosità Marsh :35-45 secondi
- viscosità apparente : 10-20 cP
- rendimento volumetrico : ≥95%
- pressofiltrazione a 7 atm a 30' :<100 cm³

17.4.3 MISCELE CEMENTIZIE MICROFONI

Caratteristiche dei cementi e dosaggi indicativi
Le miscele con cementi microfini saranno ottenute a seguito di processi di produzione tali da aumentare la finezza del cemento fino a valori di superficie specifica dell'ordine di 8500÷12000 cm²/g (Blaine).
I processi di macinazione e separazione dovranno quindi consentire di ottenere un fuso granulometrico delle particelle solide presenti nella sospensione caratterizzata dai seguenti valori:

D98 = 10÷20 micron
D50 = 3÷ 5 micron

La granulometria sarà determinata con idonee apparecchiature.

Il dosaggio, in relazione agli impieghi, potrà variare nell'intervallo:
0.4 ≤c/a ≤0.6
E' ammesso l'impiego di eventuali additivi disperdenti e fluidificanti inorganici.
Caratteristiche reologiche
Le miscele con cementi microfini dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

- viscosità Marsh : 27÷30 s
- viscosità apparente : 5÷10 mPa.s
- rendimento volumetrico : ≥95 %

17.4.4 MISCELE INTEGRATIVE A BASE DI SOLUZIONI COLLOIDALI

Queste miscele saranno caratterizzate da penetrabilità molto elevata e andranno ad integrare i trattamenti effettuati con miscele a base di leganti idraulici.
Le miscele integrative saranno normalmente costituite da acqua, soluzioni colloidali di silicato di sodio e reagenti esclusivamente di natura inorganica, correttamente miscelati mediante un idoneo impianto di preparazione.
I prodotti saranno stabili nel tempo e non inquinanti.
Caratteristiche reologiche.
Le miscele a base di soluzioni colloidali dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

- Viscosità apparente: 4÷15 cP

17.5 CONTROLLI

Nel corso dell'esecuzione delle iniezioni dovranno essere periodicamente eseguiti dall'Appaltatore una serie di controlli per verificare che la qualità delle lavorazioni e dei materiali impiegati rispondano alle specifiche previste dalla Committente.

17.5.1 FORI

Saranno ammesse le seguenti tolleranze dai disegni di progetto:

- coordinate piano-altimetriche : ± 5 cm
- scostamento dall'asse teorico : ± 2 %
- lunghezza : ± 15 cm

Il diametro dell'utensile di perforazione non dovrà risultare inferiore a quello di progetto.
L'Impresa è tenuta ad eseguire a suo esclusivo onere e spesa tutte le opere sostitutive e/o complementari che a giudizio della Direzione Lavori si rendessero necessarie per garantire piena funzionalità ai trattamenti in caso di esecuzione non conforme alle tolleranze stabilite.

17.5.2 TUBI DI INIEZIONE

- Ogni fornitura dovrà essere accompagnata da un documento di origine che certifichi le caratteristiche del prodotto.
- Il documento citato alla lettera a) dovrà essere registrato, archiviato e, se richiesto, messo a disposizione della Direzione Lavori.
- Si procederà per campionatura al controllo dimensionale e strutturale dei tubi e delle valvole.
- Si effettuerà, sempre per campionatura, il peso di un tubo per verificarne la sua massa volumica.
- Si verificherà per campionatura, e con adeguata attrezzatura, la pressione di apertura e di tenuta delle valvole di iniezione.

17.5.3 OTTURATORI

Ogni fornitura dovrà essere accompagnata da un documento di origine che certifichi le caratteristiche del prodotto.
Il documento citato alla lettera a) dovrà essere registrato, archiviato e, se richiesto, messo a disposizione della Direzione Lavori.

Si procederà per campionatura al controllo dimensionale e strutturale degli otturatori e delle unità dilatabili.

17.5.4 SISTEMI DI MISURA E DI CONTROLLO

Si effettueranno periodicamente, con attrezzature adeguate, le verifiche di taratura dei sistemi di misura e di controllo che caratterizzano le iniezioni, quali:

- apparecchiature di pesatura e dosaggio dei componenti per miscele;
- misuratori e/o registratori di pressione, portata, quantità, ecc.;
- apparecchiature di controllo e registrazione dei principali parametri di iniezione.

17.5.5 MISCELE DI INIEZIONE

Componenti per le miscele di iniezione
Tutte le forniture dei componenti per miscele dovranno essere accompagnate da documenti di origine che certifichino le caratteristiche del prodotto.
Per ogni singolo componente dovrà essere accertato che sia fornito in quantità sufficiente alla realizzazione di una intera opera di intervento.
Saranno utilizzati componenti stabili nel tempo, e che non cedano al terreno ed alle falde circostanti elementi residuali inquinanti.
Periodicamente, con la frequenza prevista dalla Direzione Lavori, si preleveranno dei campioni di prodotto con lo scopo di verificare, con idonee procedure ed attrezzature, le caratteristiche dichiarate dal produttore:

a) Cementi:

- massa volumica;
- curva granulometrica;
- finezza;
- resistenza meccanica a compressione a 28 giorni su provini secondo le Norme UNI EN 197-1.

b) Additivi stabilizzanti a base di argille bentonitiche:

- massa volumica;
- rigonfiamento;
- limite di liquidità;
- residuo trattenuto a umido dal setaccio da 200 mesh (Norme ASTM E 11-81);
- umidità;
- viscosità Marsh;
- decantazione;
- spessore pannello (30 min a 7 bar);
- acqua libera (30 min a 7 bar);
- concentrazione idrogenionica dell'acqua libera.

c) Aggregati:

- massa volumica;
- curva granulometrica;
- finezza.

d) Additivi fluidificanti:

- massa volumica;
- concentrazione idrogenionica;
- eventuali determinazioni secondo le Norme UNI 7102-72.

17.5.6 **MISCELE**

Nel corso delle operazioni di iniezioni, si preleverà un campione della miscela di iniezione almeno ogni giorno e comunque per ogni fase esecutiva significativa del trattamento, o con frequenza indicata dalla D.L., sufficiente alle seguenti determinazioni:
Sul campione si determineranno:

- la massa volumica, mediante bilancia Baroid;
- la viscosità Marsh, mediante il cono Baroid e la tazza Baroid;
- la viscosità dinamica apparente, mediante adeguato viscosimetro coassiale;
- la temperatura, mediante un termometro a mercurio, scala -10 ÷ +50 °C, risoluzione ± 0,5 °C;
- la pressofiltrazione, mediante la filtro-pressa Baroid;
- la decantazione (Bleeding), mediante un cilindro graduato da 500 cm^3;
- il tempo di presa, mediante l'ago di Vicat;
- la resistenza meccanica a compressione monoassiale ad espansione laterale libera.

I provini saranno di forma cubica o eventualmente cilindrica e saranno conservati in ambiente a temperatura di 20 (± 2) °C e umidità relativa non inferiore al 90%. La sformatura dei provini avverrà dopo 24h dal loro confezionamento.
La determinazione della resistenza a compressione ad espansione laterale libera sarà effettuata, con una adeguata apparecchiatura di carico, su campioni aventi una stagionatura di 28 giorni, se non altrimenti specificato dalla D.L..
Il carico dovrà essere applicato gradualmente, senza urti, ed il gradiente di carico dovrà corrispondere a circa 0,5 (± 0,2) $N/(mm^2.s)$.
La massa volumica della miscela dovrà risultare pari ad almeno il 95% di quella teorica, calcolata assumendo come massa volumica i seguenti valori:

- acqua :1,00 g/cm^3
- cemento :3,00 g/cm^3
- aggregati (eventuali) :2,65 g/cm^3

Nelle prove di decantazione, per le miscele stabili, l'acqua separata dopo 24h non dovrà superare il 3% in volume.
Sui campioni di miscela costituiti generalmente da soluzioni di silicato di sodio e reagenti di natura inorganica, in alternativa o ad integrazione ad alcune delle prove precedentemente elencate, si determineranno:
a) il tempo di gelificazione;
b) la resistenza a penetrazione, mediante penetrometro tascabile;
c) la resistenza al taglio, mediante scissometro tascabile Controls.
La determinazione della resistenza a compressione ad espansione laterale libera sarà effettuata, con una adeguata apparecchiatura di carico, su campioni aventi una stagionatura di 28 giorni, se non altrimenti specificato dalla D.L.

17.6 DOCUMENTAZIONE

L'esecuzione di ogni trattamento di preconsolidamento con iniezioni sarà documentato mediante compilazione per ogni foro da parte dell'impresa, in contraddittorio con la Direzione Lavori, di una apposita scheda con le seguenti registrazioni:
a) Identificazione del foro iniettato.
b) Data di inizio dell'iniezione.
c) Data di conclusione dell'iniezione.
d) Attrezzatura impiegata per la perforazione e per la posa in opera dell'eventuale tubo di rivestimento.
e) Modalità di esecuzione della perforazione.
f) Diametro e lunghezza della perforazione.
g) Interasse della perforazione.
h) Lunghezza del tratto eventualmente rivestito.
i) Caratteristiche del tubo di iniezione (numero, passo e posizione delle valvole).
j) Attrezzatura impiegata per l'iniezione.
k) Modalità di esecuzione dell'iniezione.
l) Quantità di miscela di guaina iniettata.
m) Tabella delle iniezioni selettive indicanti per ogni valvola e per ogni fase:

- data;
- pressioni di apertura;
- quantità di miscela iniettata;
- pressioni raggiunte.

n) Tipo e caratteristiche della miscela utilizzata:

- composizione;
- massa volumica;
- viscosità Marsh;
- rendimento volumetrico o decantazione (Bleeding);
- dati di identificazione dei campioni prelevati per le successive prove di laboratorio.

o) Eventuali anomalie riscontrate durante l'iniezione.
p) Eventuali non conformità riscontrate.
q) Eventuali azioni correttive intraprese.
r) Eventuali osservazioni.

ART. 18 OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

18.1 CALCESTRUZZO

18.1.1 GENERALITA'

Il calcestruzzo sarà composto da cemento, sabbia, aggregati, acqua ed additivi.
L'Appaltatore dovrà confezionare, trasportare e posare il calcestruzzo in conformità alle specifiche tecniche ed alle vigenti norme tecniche riguardanti le costruzioni NTC 2018 , ai sensi dell'Articolo 21 della Legge 5/11/1971 n° 1086 e successive modifiche e integrazioni.
L'Appaltatore dovrà inoltre attenersi alle prescrizioni relative al confezionamento e alla posa in opera dei calcestruzzi normali contenute nella norma UNI EN 206-1 o nella UNI 11104 (si potrà fare riferimento anche alla norma UNI ENV 13670).
Per i calcestruzzi proiettati si farà riferimento alle norme UNI 10834 e UNI 14487.
Per i calcestruzzi auto compattanti si farà riferimento alle norme UNI 11040 fino alla UNI 11045.
Ovviamente si farà riferimento a ulteriori indicazioni integrative che fossero previste progettualmente ed avvallate dalla D.L..

18.1.2 COMPONENTI

Cemento: Il cemento dovrà essere conforme a quanto già prescritto.
b) Acqua d'impasto: L'acqua d'impasto dovrà essere conforme a quanto già prescritto.
c) Sabbia: La sabbia dovrà essere conforme a quanto già prescritto;
La graduazione della sabbia per calcestruzzi, eseguita con i setacci UNI dovrà essere conforme ai requisiti della seguente tabella.

Setaccio [mm]	Percentuale in peso passante
10.00	100
5.00	95-100
2.36	80-90
1.18	60-80
0.60	30-60
0.30	10-30
0.15	3-7

L'umidità contenuta nella sabbia, al momento dell'immissione in betoniera, sarà il più possibile costante e non potrà comunque superare l'8% in peso.
Come già espresso in precedenza, al confezionamento il produttore del calcestruzzo dovrà rilevare, mediante idonee apparecchiature (per es. sonde), il tasso di umidità presente, di cui terrà conto nell'aggiunta di acqua di impasto per rispettare il rapporto a/c massimo previsto.
Aggregati grossi: Gli aggregati grossi dovranno essere conformi a quanto già prescritto;
Le graduazioni individuali degli aggregati grossi per calcestruzzi, eseguita con i crivelli UNI, dovrà essere conforme ai seguenti requisiti:

Crivello mm	Percentuale in peso passante	
	Pietrischetto 5-20 mm	Pietrisco 20-30 mm
40.00	-	100
30.00	-	95-100
25.00	100	20-45
20.00	90-100	0-5
10.00	30-55	-
5.00	0-5	-

Salvo diverse istruzioni impartite dal Committente, gli aggregati grossi potranno essere proporzionati in peso in base alla relazione p = 100 d/D (curva di Fuller) dove p è la percentuale in peso passante al setaccio di maglia quadrata d, mentre D è il diametro massimo dell'inerte.
Potrà essere adottata peraltro altra curva granulometrica di riferimento (per es. Bolomey, Faury, Fuller cubica, ecc.) in funzione delle caratteristiche tecnico-operative e reologiche da ottenere (fluidità, lavorabilità, ecc.) e dei materiali impiegati (dosaggio di cemento, tipo di inerti, ecc.).
Additivi: Gli additivi (superfluidificanti, acceleranti, ritardanti, antigelo, aeranti, ecc.) saranno conformi a quanto già prescritto.
Microsilicati: I microsilicati dovranno essere conformi a quanto già specificato.

18.1.3 SPECIFICHE PER OPER IN CALCESTRUZZO ANORMALE A PRESTAZIONE GARANTITA

Per calcestruzzo a prestazione garantita si intende un calcestruzzo che deve essere fornito dal produttore con proprietà base e addizionali rispondenti ai requisiti specificati in conformità alla norma UNI EN 206-1 o 11104.
I requisiti base da specificare obbligatoriamente sono:

- classe di resistenza a compressione;
- classe di consistenza al momento del getto;
- classe di esposizione;
- dimensione massima nominale dell'aggregato;
- classe di contenuto di cloruri.

Tra i requisiti aggiuntivi si potranno specificare:

- contenuto d'aria (tassativo in caso di cicli gelo-disgelo, ma raccomandabile anche per tutte le tipologie di calcestruzzi, pur con una frequenza ridotta di misurazione);
- resistenza alla penetrazione d'acqua (in accordo alla UNI 12390-8).

Pertanto, salvo diversa indicazione, il calcestruzzo di tutti i manufatti (strutturali e non) dovrà avere requisiti indicati sulle tavole di progetto secondo lo schema richiamato nel seguito:

- Cemento (tipo e classe)
- Classe di resistenza a compressione (N/mm2 o in MPa)
- Classe di consistenza al momento del getto
- Classe di esposizione
- Dimensione max. nominale aggregati (mm)
- Classe di contenuto in cloruri
- Copriferro min (mm)

In particolare si evidenzia quanto segue.
Cemento
Facendo riferimento alla norma UNI EN 197-1, vale quanto già precedentemente detto.
Classe minima di resistenza a compressione
Per i valori di resistenza a compressione nel senso della durabilità si farà riferimento ai prospetti 7 del par. 4.3.1 della norma EN 206-1, e della UNI 11104 che dipendono dalla classe di esposizione.

In particolare si evidenzia che la classe di resistenza a compressione indicata nel seguito esprime un requisito per garantire la durabilità strutturale e che non coincide in generale con quella derivante dalle calcolazioni; il calcestruzzo da impiegare avrà pertanto una classe di resistenza almeno pari alla maggiore delle due, vale a dire che in ogni caso sarà prevalente la resistenza minima tra quella progettuale e quella relativa alla durabilità.
In altre parole, si adotterà il minore rapporto a/c tra quello previsto per la calsse di esposizione e quello previsto per le prestazioni strettamente strutturali.
Classe di esposizione
Le classi di esposizione vengono classificate in base ai rispettivi prospetti del par. 4.1 della norma EN 206-1 e della UNI 11104.
Aggregati
Il tipo di aggregato secondo UNI 8520 Classe A e le sue proprietà (dimensioni, forma, resistenza a gelo e disgelo, resistenza all'abrasione, presenza di fini, ecc.) deve essere scelto considerando:

- l'esecuzione dell'opera;
- l'impiego finale del calcestruzzo;
- le condizioni ambientali alle quali il calcestruzzo sarà esposto;
- ogni requisito per l'aggregato esposto o per le finiture lavorate del calcestruzzo;

Come già espresso, la dimensione massima nominale dell'aggregato deve essere scelta tenendo conto del copriferro e della larghezza della sezione minima.
Il contenuto in cloruri
E' espresso come percentuale di ioni cloruro rispetto alla massa del cemento, non deve superare il valore per la classe prescelta di cui al prospetto 10 del par. 5.2.7 della norma EN 206-1 e della UNI 11104.
Per la determinazione del contenuto in cloruri del calcestruzzo, si deve calcolare la somma dei contributi apportati dai materiali componenti utilizzando uno dei metodi di seguito riportati, oppure una loro combinazione:
- calcolo basato sul contenuto in cloruri permesso dalla norma relativa al componente oppure dichiarato dal produttore, per ciascun materiale componente;
- calcolo basato sul contenuto in cloruri dei materiali componenti ricavato mensilmente a partire dalla somma delle medie delle ultime 25 determinazioni del contenuto in cloruri più 1.64 volte lo scarto tipo calcolato per ciascun materiale componente.

La consistenza
Per tutti tipi di calcestruzzi, ad esclusione dei magroni, si dovrà avere una consistenza al getto S4-S5 (19-22 cm di slump).
Essa sarà misurata con uno dei metodi di prova seguenti:

- abbassamento al cono in conformità alla EN 12350-2; costituendo tale prova il metodo più diffuso e facile da applicare, esso costituirà in generale il termine di riferimento;
- Vebè in conformità alla EN 12350-3;
- indice di compattabilità in conformità alla EN 12350-4;
- tavola a scosse in conformità alla EN 12350-5;
- metodi specifici da concordare fra il progettista e produttore del calcestruzzo per applicazioni speciali.

In ogni caso:

- nella composizione granulometrica nessuna frazione potrà essere dosata in percentuale maggiore del 45%, salvo autorizzazione della D.L.La consistenza del calcestruzzo deve essere determinata al momento dell'impiego del calcestruzzo, vale dire al getto vero e proprio, ovvero, nel calcestruzzo preconfezionato in centrale esterna, al momento della consegna.
- il mantenimento della consistenza prevista (S4-S5) dovrà essere garantita per tutta la durata di ogni singolo scarico senza che avvengano, durante il tragitto in cantiere, aggiunte arbitrarie di acqua.
- al fine di valutare l'omogeneità del calcestruzzo il prelievo verrà effettuato a 1/5 e a 4/5 dello scarico di ogni singola autobetoniera.
- la frequenza e le modalità di prelievo saranno comunque decise dalla D.L..

Rapporto acqua/cemento
Poiché il calcestruzzo sarà in ogni caso a resistenza garantita, il rapporto acqua/cemento sarà tale da garantire necessariamente le prestazioni richieste.
Nel caso che sia espressa anche la classe di esposizione, il produttore del calcestruzzo dovrà fornire nella documentazione (per es. bolla di accompagnamento) il valore acqua /cemento relativo ad ogni singola consegna.

Sarà discrezione della D.L. fare effettuare la verifica del rapporto a/c in cantiere secondo la procedura prevista nella UNI 6393 o UNI 11201 ogni qual volta lo ritenesse necessario indipendentemente dalla frequenza prevista nella tabella al paragrafo 6.1.2.1. Come previsto da suddetta norma, sarà tollerata una differenza massima del 3% in più rispetto a quello dichiarato nella miscela di qualifica.

18.2 CALCESTRUZZO AUTOCOMPATTANTE

Si potrà fare impiego di calcestruzzo autocompattante (denominato anche reodinamico o SCC), cioè tale da poter essere messo in opera per sola gravità o energia di pompaggio, senza la necessità di vibrazione.
Il calcestruzzo potrà essere prescritto dal progettista nel caso che questi ne abbia valutato la valenza tecnico-esecutiva o eventualmente proposto dall'applicatore.
In questo caso sarà discrezione della D.L. l'approvazione della modifica.
Il calcestruzzo autocompattante potrà usarsi per esempio:

- in strutture o parti di esse fortemente armate per le quali occorre ottenere il massimo grado di compattezza e vi sono oggettive difficoltà di vibrazione a causa delle geometrie e della concentrazione dei ferri
- in strutture massicce per la facilità di getto
- in strutture per le quali sono importanti gli aspetti estetici (faccia a vista)
- in strutture per le quali si richiede un elevato grado di compattazione (rapporto tra il peso del calcestruzzo nella struttura con il peso proprio del calcestruzzo fresco a compattazione a rifiuto: 0.99-1.00).

Dal punto di vista tecnico-esecutivo l'appaltatore si dovrà attenere alle seguenti indicazioni relativamente ai materiali impiegati nel mix design:

- cemento conforme alle UNI EN 197/1
- filler calcareo o cenere volante: dosaggio ≥ 120 kg/m3
- rapporto a/c: secondo quanto indicato progettualmente in funzione sia delle resistenze che della classe di esposizione
- inerti: diametro ≤ 20 mm
- rapporto in volume acqua/parti fini 0,95÷1,03 (parti fini = cemento + componenti <125 micron); contenuto di fini ≥ 520 kg/m3
- impiego di superfluidificante avente tassativamente le seguenti caratteristiche (tipo Glenium SCC o Glenium Sky o prodotto similare):
- a base di poli-carbosillati-eteri
- conforme alle norme UNI EN 934-2
- consentire una riduzione di acqua ≥ 20% rispetto al calcestruzzo tal quale non additivato di pari lavorabilità S5
- impiego congiunto di un viscosizzante così caratterizzato (tipo Glenium Stream o prodotto similare):
- a base di soluzione acquosa di macropolimeri a base di cellulosa modificata
- dosaggio: 0,3÷1,0% in volume sul totale del cemento e delle parti fini inferiori a 125 micron
- il produttore sarà in conformità alle UNI EN ISO 9001:2000

Le caratteristiche del calcestruzzo reodinamico dovranno soddisfare le seguenti prove:

- Slump flow test secondo UNI 11041 : ≥ 65 cm;

tale prova sarà effettuata dopo l'aggiunta dell'agente viscosizzante ; il valore ≥ 65 cm sarà mantenuto per almeno 60 minuti dal momento del confezionamento del calcestruzzo o comunque per tutto il tempo necessario per la messa in opera nei casseri)

- V-Funnel test (tempo di efflusso dall'imbuto a V) secondo UNI 11042:10 -12 sec
- Scorrimento confinato attraverso l'anello a J secondo UNI 11045: $\Delta\varphi \leq 50$ mm rispetto allo scorrimento senza anello
- U box: ≤ di 30 mm secondo UNI 11044 (questa prova dovrà essere eseguita almeno nella messa a punto della miscela).

La miscela e la reologia dell'impasto sarà sottoposta ad approvazione della D.L. Sia progettualmente che esecutivamente in corso d'opera accurata attenzione andrà posta alla spinta idrostatica sui casseri.
Dove non altrimenti specificata, si farà riferimento alla spinta idrostatica con peso specifico del calcestruzzo pari a 2,5 ton/mc.

Pertanto l'esecutore dovrà adottare gli opportuni accorgimenti del caso (rinforzo dei casseri, tempistica esecutiva, velocità di salita del getto nei casseri, valutazione di tempi di presa, ecc.).
In ogni caso, d'accordo con la D.L. e il Progettista, l'esecutore potrà fare riferimento alla competenza tecnica del fornitore dei casseri per poter verificare l'idoneità dei casseri stessi all'impiego di calcestruzzi autocompattanti.
In alternativa ai calcestruzzi strettamente autocompattanti (diametro di 65 cm alla prova dello slump flow), in particolare per es. quando la centrale di confezionamento non è dotata di silos dedicato al filler o quando si sia opportuno adotatre conglomerati altamente lavorabili, si potranno adottare calcestruzzi ad alta capacità di fluidità (diametro allo slump flow di 55-65 cm) ottenuti mediante l'ausilio di specifici additivi denominati modificatori di viscosità (tipo RheoMATRIX 150 o prodotto similare).
Questi dovranno consentire il corretto bilancio tra fluidità e viscosità in modo da ottenere una elevata capacità di resistenza alla segregazione e una capacità ad attraversare ostacoli (armature, variazione di sezione, ecc) senza perdere energia.
Nell'impiego di questi utimi additivi specifici (modificatori di viscosità), il calcestruzzo andrà comuqnue additivato con superfluidificanti idonei, le cui caratteristiche sono richiamate al paragrafo "Additivi superfluidificanti".

18.3 CALCESTRUZZO PROIETTATO

Per calcestruzzo proiettato di riferimento si intende la miscela base costituita da cemento, acqua, aggregati, fibre ed additivi come essa viene immessa nella pompa prima dell'aggiunta dell'accelerante.
Il calcestruzzo proiettato verrà confezionato con le seguenti caratteristiche:

- aggregati di appropriata curva granulometrica continua avente diametro massimo di 12,5 mm e comunque in conformità al fuso previsto dalla UNI 10834 (par. 5.2 prospetto 4); nel caso si adotti un diametro massimo >8 mm la fornitura sarà costituita da almeno due classi granulometriche separate
- il dosaggio di cemento (conforme alla UNI EN 197-1) non sarà inferiore a 450 kg/m3
- il rapporto a/c non dovrà superare 0,50
- la consistenza al momento della proiezione dovrà essere S4-S5 (18-22 cm di slump)
- verrà utilizzato al confezionamento un additivo superfuidificante a base di policarbossillati eteri conforme alla UNI EN 934-2, in grado di dare una riduzione di acqua del 20% rispetto allo stesso calcestruzzo non additivato e un mantenimento della lavorabilità di almeno 60 minuti alla consistenza di cui sopra.
- verranno impiegati anche additivi acceleranti

Inoltre, in conformità alla norma di cui sopra (par. 5.7.1), dovrà consentire tassativamente l'ottenimento delle resistenze richieste con un dosaggio massimo consentito del 12 % in peso sul peso del cemento impiegato nel mix del calcestruzzo e in grado di garantire una resistenza a 28 giorni maggiore o uguale al 75 % rispetto a quella misurata su provini, aventi uguale forma e dimensioni, ricavati dalla piastra confezionata con il calcestruzzo proiettato di riferimento secondo le modalità previste dalla UNI 10834 (Appendice C)
La classe di resistenza del calcestruzzo proiettato sarà indicata con la sigla CP seguita dal valore della resienza cubica prevista (es. CP30).
Le resistenze di riferimento del calcestruzzo proiettato sarannno valutate su provini estratti per carotaggio, in opera o da pannelli e/o priastre di prova (UNI 10834, Appendice C) e per la misura e la valutazione dei risultati si seguirà quanto espresso al par. 6.2.4.1 della stessa norma.
Qualora le condizioni tecnico-esecutive e di sicurezza lo rendano necessario o sia comunque prevista progettualmente o sia richiesta dalla D.L. a suo insindacabile giudizio, la curva di interpolazione delle resistenze nelle le prime 24 ore potrà essere opportunamente compresa entro l'aerea J2 (v.fig.) come da norma UNI EN 14487-1 (par.4.3).

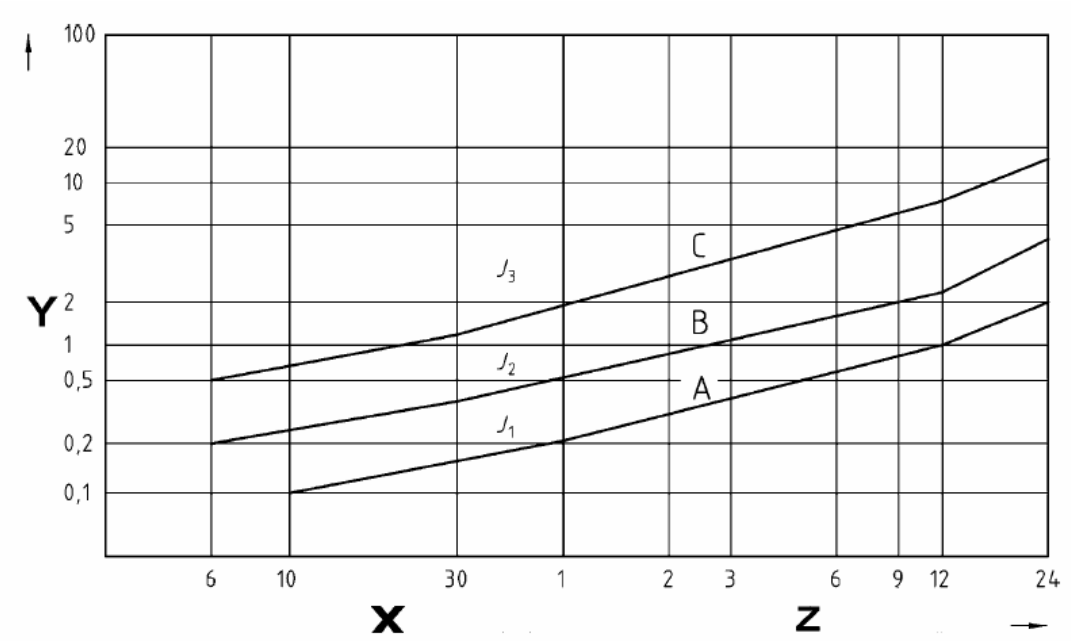


Figura 1 – Classi di resistenza del calcestruzzo proiettato giovane.
X è il tempo in minuti,
Z è il tempo
Y è la resistenza in MPa

La curva sarà valutata sul calcestruzzo in opera (non su priastra, provino, ecc.) in almeno 6 punti mediante penetrometro (entro la prima mezz'ora o comunque non oltre una resistenza di 1,2 MPa) e successivamente mediante estrazione di chiodi preventivamente sparati (appendice C.8 della norma UNI 10834).
Nel caso non sia prevista progettualmente ma se ne evidenzi l'opportunità durante l'esecuzione, tale rispondenza alla curva J2 potrà essere concordata tra D.L., appaltatore e progettista in modo da garantire gli aspetti tecnici e di sicurezza.
Il controllo sarà effettuato preferibilmente una volta al giorno o comunque sempre a discrezione della D.L.

18.4 MANUFATTI IN CALCESTRUZZO ARMATO GETTATO IN OPERA (C.A.O)

18.4.1 CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO

Il calcestruzzo durante la fase di produzione e posa in opera, sarà controllato con prelievi da effettuarsi in accordo con le modalità indicate nella norma UNI 6126 e le disposizioni che saranno impartite dal Committente.
Le prove e la relativa frequenza saranno in accordo con quanto specificato di seguito:

PROVA	NORMA	FREQUENZA
Compressione	UNI EN 12390 parte 3	(*)
Massa volumica	UNI EN 12390 parte 7	5000 m³
Consistenza	UNI EN 12350-2	Ogni 100 mc o almeno 1 volta al giornoin caso di minori mc. La frequenza potrà essere concordata in in ogni caso con la D.L.
Temperatura	A mezzo termocoppie e/o termometro	La frequenza sarà funzione della tipologia dei getti, specie quelli massivi e dcelle condizioni termo-igrometriche. Sarà definita in accordo con la D.L.
Impermeabilità	UNI EN 12390 parte 8	2500 m³
Contenuto d'aria	UNI EN 12350 parte 7	5000 m³
Acqua essudata	UNI 7122	5000 m³
Composizione	UNI 6393	10000 m³ od ogni qualvolta sorgessero problemi
Cono di Abrams	UNI EN 12350 parte 2	50 m³
Gelo e disgelo	UNI 7087	10000 m³
Durabilità delle opere	UNI 8981	2500 m³
Diametro massimo dell'aggregato	UNI EN 933-1	2500 m³
Resistenza a trazione per flessione	UNI EN 12390 parte 5	2500 m³
Resistenza a compressione sui monconi di provini rotti per flessione	UNI 6134	2500 m³

Resistenza a trazione indiretta	UNI EN 12390 parte 6	5000 m³; solo nei casi per i quali essa risulta di particolare importanza o comunque a giudizio della D.L.
Modulo elastico secante a compressione	UNI 6556	5000 m³; solo nei casi per i quali essa risulta di particolare importanza o comunque a giudizio della D.L.5000 m
Ritiro idraulico	UNI 6555	5000 m³; solo nei casi per i quali essa risulta di particolare importanza o comunque a giudizio della D.L.

(*) La frequenza sarà in sintonia con quanto previsto dalla norme Nuove Norme Tecniche (cap.11) e secondo la procedura prevista dal controllo di tipo A (lotti con massimo di 300 mc) o controllo di tipo B (lotti con almeno 1500 mc di calcestruzzo)

Inoltre:

- La D.L. avrà la facoltà di prescrivere ulteriori prelievi e prove qualora vi siano variazioni nei componenti dell'impasto o per altre ragioni che ne giustifichino la necessità.
- La forma e le dimensioni dei provini di conglomerato cementizio da sottoporre a prova di compressione, saranno conformi a quanto stabilito nella norma UNI EN 12390 parte 1. La preparazione e la stagionatura degli stessi provini, saranno conformi a quanto stabilito nella nonna UNI EN 12390 parte 2.

Pertanto:

- L'impresa dovrà prequalificare presso laboratori ufficiali i materiali e gli impasti ed i relativi risultati a 28gg in tempo utile prima dell'inizio dei lavori, sottoponendo all'esame della Direzione Lavori:
  - a) i campioni dei materiali che intende impiegare, indicando provenienza, tipo e qualità dei medesimi;
  - b) la caratterizzazione granulometrica degli aggregati;
  - c) il tipo e il dosaggio del cemento, il rapporto acqua/cemento, lo studio della composizione granulometrica degli aggregati, il tipo e il dosaggio degli additivi che intende usare, il contenuto di aria inglobata, il valore previsto della consistenza misurata con il cono di Abrams, per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio;
  - d) la caratteristica dell'impianto di confezionamento ed i sistemi di trasporto, di getto e di maturazione;
  - e) i risultati delle prove preliminari di resistenza meccanica sui cubetti di conglomerato cementizio da eseguire con le modalità più avanti descritte;
  - f) lo studio dei conglomerati cementizi ai fini della durabilità, eseguito secondo quanto precisato successivamente;
  - g) i progetti delle opere provvisorie e provvisionali (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).

NORME PRINCIPALI DI RIFERIMENTO

Unitamente alle norme UNI richiamate specificatamente nei singoli paragrafi, vengono qui riportate le principali nome UNI di riferimento per le prove da eseguire:

- UNI EN 12350-1:2001 sul calcestruzzo fresco – Campionamento
- UNI EN 12350-2:2001 Prova sul calcestruzzo fresco - Prova di abbassamento al cono
- UNI EN 12350-3:2001 Prova sul calcestruzzo fresco - Prova Vébé
- UNI EN 12350-4:2001 Prova sul calcestruzzo fresco - Indice di compattabilità
- UNI EN 12350-5:2001 Prova sul calcestruzzo fresco - Prova di spandimento alla tavola a scosse
- UNI EN 12350-6:2001 Prova sul calcestruzzo fresco - Massa volumica
- UNI EN 12350-7:2002 Prova sul calcestruzzo fresco - Contenuto d'aria – Metodo per pressione
- UNI EN 12390-1:2002 Prova sul calcestruzzo indurito - Forma, dimensioni ed altri requisiti per provini e per casseforme
- UNI EN 12390-2:2002 Prova sul calcestruzzo indurito- Confezione e stagionatura dei provini per prove di resistenza
- UNI EN 12390-4:2002 Prova sul calcestruzzo Prova indurito - Resistenza alla compressione
- UNI EN 12390-3:2003 Prova sul calcestruzzo indurito - Resistenza alla compressione dei provini
- UNI EN 12390-5:2002 Prova sul calcestruzzo indurito - Resistenza a flessione dei provini

- UNI EN 12390-6:2002 Prova su calcestruzzo indurito - Resistenza a trazione indiretta dei provini
- UNI EN 12390-7:2002 Prova sul calcestruzzo indurito - Massa volumica del calcestruzzo indurito
- UNI EN 12390-8:2002 Prova sul calcestruzzo indurito - Profondità di penetrazione dell'acqua sotto pressione

18.4.2 AUTORIZZAZIONE AI GETTI

La Direzione Lavori autorizzerà l'inizio dei getti di conglomerato cementizio solo dopo aver esaminato ed approvato la documentazione per la qualifica dei materiali e degli impasti di conglomerato cementizio; a suo insindacabile giudizio, la D.L. potrà richiedere di effettuare, in contradditorio con l'Appaltatore, impasti di prova del calcestruzzo per la verifica delle prestazioni richieste.
Peraltro prove in contradditorio con l'Appaltatore, potranno essere richieste ogni qual volta la D.L. ne ravvedesse la necessità.
Dette prove saranno eseguite sui campioni confezionati in conformità a quanto proposto dall'Impresa ai punti a), b), c) e f).
I laboratori, il numero dei campioni e le modalità di prova saranno quelli indicati dalla Direzione Lavori; tutti gli oneri relativi saranno a carico dell'Impresa.
Caratteristiche dei materiali e composizione degli impasti, definite in sede di qualifica, non possono essere modificati in corso d'opera salvo autorizzazione scritta della Direzione Lavori. Qualora si prevedesse una variazione dei materiali, la procedura di qualifica dovrà essere ripetuta.
Qualora l'Impresa impieghi conglomerato cementizio preconfezionato pronto all'uso, per il quale si richiama la Norma EN 206-1 o alla UNI 11104, le prescrizioni sulla qualificazione dei materiali, la composizione degli impasti e le modalità di prova, dovranno essere comunque rispettate.
Si puntualizza che per la realizzazione delle opere in conglomerato cementizio dovrà essere impiegato esclusivamente "conglomerato cementizio a prestazione garantita" secondo la Norma EN 206-1 o alla UNI 11104.
In nessun caso verrà ammesso l'impiego di "conglomerato cementizio a composizione richiesta" secondo la stessa Norma, tranne che per il magrone, utilizzato per spianamenti, sottofondazioni, riempimenti, ecc., che sarà confezionato con materiali idonei e dosato di norma con 150 kg di cemento tipo 29,5, per metro cubo di impasto.

18.4.3 CALCESTRUZZO NON CONFORME ALLA RESISTENZA RICHIESTA

In questo caso l'Appaltatore dovrà demolire e successivamente ricostruire le opere o le parti di opere non conformi alle prescrizioni a sue spese e seguendo le modalità che saranno impartite durante il corso dei lavori dal Committente e dalla D.L..
Prima di procedere alla demolizione, l'Appaltatore potrà a sue spese, eseguire carotaggi nella zona del calcestruzzo deficiente e provare i campioni estratti in laboratorio al fine di meglio delimitare la zona di intervento.
Tale procedura e i relativi risulati sranno comunque sottoposti alla approvazione del Committente e della D.L. ed eventualmente del progettista nel caso siano coinvolti aspetti statici o comunque ne necessitasse una sua valutazione.

18.4.4 CONFEZIONAMENTO DEL CALCESTRUZZO-GENERALITA'

Il confezionamento del calcestruzzo dovrà essere eseguito con idonei mezzi d'opera e modalità in modo da ottenere un impasto di consistenza omogenea e di buona lavorabilità.
L'Appaltatore dovrà sottoporre all'approvazione del Committente i disegni degli impianti che intende installare prima di procedere al loro acquisto o trasporto ai cantieri.
Il calcestruzzo per i getti in opera, sarà confezionato con impianti automatici o semiautomatici provvisti da almeno 3 scomparti per gli inerti, da betoniera a turbina o biconica e da dosatori dei componenti la miscela in grado di rispettare le seguenti tolleranze in peso:

- cemento 1.5 %
- acqua 1.5%
- inerti 3.0%
- additivi 1.0%

Gli impianti saranno anche provvisti di registrazione di ogni singolo impasto mediante registratore automatico scrivente.
Come già espresso, al confezionamento si dovrà tenere conto dell'umidità superficiale degli inerti, che andrà conteggiata nella valutazione del rapporto acqua/cemento.

18.4.5 MESCOLAMENTO DEL CALCESTRUZZO

La procedura sarà così articolata:

- Il tempo del mescolamento del calcestruzzo non dovrà essere inferiore a 5 minuti indipendentemente dal tipo di betoniera impiegata la D.L. avrà la facoltà di aumentare il tempo minimo di mescolamento qualora l'impasto non risultasse omogeneo.
  In tale fase verrà raggiunta la consistenza richiesta mediante prova al cono secondo UNI 12350-2.
  Tale verifica potrà non essere necessiamente eseguita ad ogni carico, come in precedenza espresso.
  Come elemento sostitutivo di valutazione, si potrà fare riferimento al manometro delle singole betoniere, rilevandone il valore in funzione della consistenza preliminarmente valutata (S4-S5 o, nel caso, autocompattante) sempre per singola betoniera.
  Tale criterio sarà perseguibile se e solo se si sarà definita la corrispondenza tra la consistenza valutata con la UNI 12350-2 e il valore del manometro, ed esclusivamente sempre e comunque con le stesse autobetoniere, i cui manometri dovranno essere dichiarati efficienti ed attendibili dal fornitore del calcestruzzo.
  In ogni caso tale procedura dovrà essere avallata dalla D.L.

- ll conteggio del tempo di mescolamento avrà inizio allorché tutti gli ingredienti, ad eccezione dell'ultima frazione d'acqua, saranno nella betoniera.
  Non è permesso un tempo eccessivo d'impasto tale che richieda l'aggiunta di acqua oltre quella stabilita per mantenere la consistenza del calcestruzzo.
  In altre parole, non sono ammesse aggiunte d'acqua oltre a quella totale di impasto (acqua presente come umidità negli inerti e acqua aggiunta alla miscelazione) atta a stabilire il rapporto acqua/cemento previsto.

- Relativamente a quanto espresso al punto precedente, valgono, come da EN 206-1, le seguenti definizioni:
  acqua totale di impasto: acqua aggiunta + acqua contenuta come umidità superficiale nell'inerte, + acqua contenuta negli additivi (qualora il loro contenuto superi i 3 lt/m3) + acqua derivante da impiego di ghiaccio o riscaldamento mediante vapore
  acqua efficace: differenza fra l'acqua totale di impasto presnete nel calcestruzzo fresco e l'acqua assorbità dagli inerti
  rapporto acqua/cemento: rapporto in massa trail contenuto d'acqua efficace ed il contenuto di cmento nel calcestruzzo fresco

- La betoniera non dovrà essere caricata oltre la sua capacità nominale (preferibilmente le autobetoniere saranno caricate all'80% della loro portata massima).

- Prima di iniziare un nuovo carico l'impasto precedente dovrà essere completamente scaricato.

- Il successivo carico sulla stessa betoniera potrà essere effettuato solo una volta che sarà scaricata tutta l'acqua di lavaggio impiegata solitamente dall'autista dopo lo scarico del calcestruzzo poiché l'acqua che dovesse rimanere nella autobetonierà altererà inevitabilmente il rapporto acqua/cemento del successivo carico.

L'esecutore sarà quindi interamente responsabile, unitamente al fornitore del calcestruzzo, di eventuali anomalie che in tale senso dovessero verificarsi nella reologia e nelle prestationi del calcestruzzo, fino alla demolizione delle parti strutturali ad esse soggette, con tutti gli oneri a carico dei suddetti.

18.4.6 TRASPORTO DEL CALCESTRUZZO

E' definita la seguente procedura:

- Il trasporto dei calcestruzzo fresco dall'impianto di betonaggio alla zona del getto dovrà essere effettuato mediante mezzi e modalità che evitino la separazione dei componenti, la perdita di materiale, l'evaporazione dell'acqua d'impasto, e che assicurino un approvvigionamento continuo del getto in corso di esecuzione; i mezzi e i metodi di trasporto dovranno essere approvati dalla D.L..

- L'intervallo di tempo tra la fine dell'impasto e la messa in opera non dovrà superare i 45 minuti quando la temperatura media dell'aria è superiore a 25°C ed i 60 minuti quando la temperatura è inferiore a 25°C.

- Fa in ogni caso riferimento quanto espresso alla voce Additivi nel caso di loro impiego.

- l calcestruzzo dovrà essere mantenuto in movimento durante il tempo di trasporto; il trasporto del calcestruzzo mediante veicoli non provvisti di dispositivo di agitazione sarà permesso solo se il tempo tra l'impasto e la messa in opera non supera 15 minuti, salvo diversa autorizzazione del Committente e della D.L..

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

18.4.7 PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI DI POSA

Verrà adottata la seguente procedura:

- Le superfici di posa delle opere in calcestruzzo, al momento dei getto, dovranno essere libere da acqua, fango, olii, sostanze organiche, detriti, frammenti dì roccia e da qualsiasi altro materiale estraneo. Se necessario la pulizia sarà eseguita con l'impiego di acqua ed aria in pressione.
- L'Appaltatore non potrà effettuare getti in presenza d'acqua o ghiaccio, salvo esplicita autorizzazione del Committente e della D.L.

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

18.4.8 GETTO DEL CALCESTRUZZO

L'Appaltatore dovrà attendere alla segeunte procedura:

- Dovrà comunicare anticipatamente alla D.L. il programma di getto indicando: luogo del getto, la struttura interessata dal getto,la calsse di resistenza e di consistenza del calcestruzzo
- Valutare preventivamente la tempistica esecutiva di getto onde evitare discontinuità nella realizzazione, istruendo i vari operatori relative alle fasi di getto (stesura, vibrazione, stagionatura, ecc.).

I singoli getti, giornalieri e non, potranno iniziare solo dopo che la D.L. abbia verificato:

- La preparazione e rettifica di piani di posa
- La pulizia delle casseforme
- La posizione e corrispondenza al progetto delle armature e del copri ferro
- La posizione delle eventuali guaine dei cavi di precompressione
- La posisione degli inerfti previsti progettualmente (giunti, water stop, ecc.)
- L'umidficazione a rifiuto delle superfici assorbenti (v. paragrafo "Riprese di getto") o la stesura del disarmante
- Nei getti contro terra, la pulizia del sottofondo, la posizione di eventauli drenaggi, la stesura di materaile isolnate e/o di collegamento.

La procedura esecutiva del getto sarà così articolata:

- il calcestruzzo sarà normalmente posato mediante pompe, nastri trasportatori e benne.;canalette potranno essere impiegate purché abbiano una lunghezza non superiore a 5 m e non diano origine a segregazione dei componenti.
- la posa del calcestruzzo dovrà essere fatta con la massima cura al fine di evitare la disgregazione dei componenti.

In ogni caso:

- si dovrà evitare un salto di caduta libera del calcestruzzo superiore a 1 metro dalla estremità di uscita del mezzo convogliatore sia esso canala, pompa, secchione, ecc.
- nel getti verticali quali muri, pilastri, ecc. si dovrà gettare mediante tubo getto con tramoggia, facendo in modo che inizialmente l'estremità di uscita del tubo sia posizionata sul fondo e via via sollevata verso l'alto al procedere del convogliamento del calcestruzzo.
  Qualora la concentrazione delle armature o la geometria dei getti impedisse tale procedura, il getto verrà effettuato mediante "finestre" previste nel cassero in modo tale che la caduta libera non superi 1,5 m.; Le finestre verranno opportunamente "sigillate" al procedere in altezza con il getto.
  Alla chiusura di ogni singola finestra, il getto continuerà subito da quella superiore e così via via fino a completamento del getto stesso ; in tale evenienza si dovrà porre ulteriore attenzione che non avvengano fenomeni di segregazione e separazione dell'impasto anche a causa di "effetto parete" con il cassero
- L'Appaltatore dovrà provvedere a sufficienti ed adeguati mezzi d'opera al fine di assicurare un'esecuzione di getto continua e senza interruzioni.
  In particole dovrà attendere a una accurata valutazione delle tempistiche esecutive di getto.

- Il calcestruzzo sarà gettato in strati di altezza non superiore a 50 cm e esecutore avrà cura che le casseforme siano perfettamente riempite e sia esclusa la formazione di nidi di ghiaia.
- Qualora si verifichino interruzioni della posa del calcestruzzo per cause impreviste, il getto sarà interrotto in punti prestabiliti in accordo con il progettista e con la D.L, formando giunti di costruzione tali che non venga influenzata la stabilita dell'opera.

18.4.9 TEMPERATURA DI GETTO

Il calcestruzzo al momento del getto nelle casseforme non potrà in generale avere una temperatura inferiore a +8°C e superiore a +28°C.
La temperatura della superficie di posa (riprese di getto, terreno, roccia, ecc.) non dovrà essere inferiore a + 1°C.
In ogni caso non dovrà essere presente ghiaccio sulle superfici di posa.

Getti in clima freddo

Si adotteranno le seguenti precauzioni:

- Affinché la temperatura dell'impasto rispetti il limite suddetto di 8°C, durante la stagione fredda l'Appaltatore dovrà riscaldare all'occorrenza i componenti la miscela, in particolare gli inerti ed eventulamente l'acqua, fino ad una temperatura massima di +40°C.
  In caso dii fornitura di calcestruzzo da centrale esterna l'Appaltatore dovrà richiedere in ogni caso il rispetto delle suddetta temperatura.
  Al confezionamento gli inerti tassativaamente non dovranno presentare alcuna traccia di ghiaccio.
  In ogni caso, al momento del getto verrà accuratamente misurata la temperatura esterna e quella del calcestruzzo e ne verrà informata la D.L., alla quale saranno dichiarati i mezzi adottati per aumentare la temperatura del calcestruzzo.
  La temperatura di getto verrà registrata dall'Appaltatore almeno 1 volta per ogni singolo giorno di getto e comunque ogniqualvolta se ne presenti la necessità nell''ambito della stessa giornata e dovrà essere riportata su apposito registro di cantiere.
  I termometri per effettuare la misurazione della temperatura dell'aria, dell'acqua, dei calcestruzzo e degli altri materiali, saranno forniti dall'Appaltatore.
  Nel trasporto del calcestruzzo si dovrà tenere conto della perdita ΔT di temperatura dell'impasto, definita dalla seguente relazione, che potrà verificarsi nel tragitto dalla centrale di betonaggio, in particolare se questa è ubicata esternamente al cantiere:
  $\Delta T = 0{,}25\ (Tr - Ta) \cdot t$
  dove Tr è tempertura richiesta in cantrale, Ta la temperatura e t la durata di trsporto in ore.
- La temperatura minima di esterna non dovrà essere inferiore a 5°C durante l'esecuzione e nelle prime 12 ore dal getto, salvo adottare da parte dell'appaltatore le opportune precauzioni evidenziate nelle seguenti tabelle:

<u>Temperatura dell'aria</u>

Minima dimensione della sezione, mm	300 (solette)	300-900 (muri)	900-1800	>1800 (pile e plinti)
Minima temperatura ammessa del calcestruzzo dopo il getto, fino alla fine della maturazione protetta, °C				
Da 5 a –15 °C	13	10	7	5
Minima temperatura richiesta del calcestruzzo alla centrale, per durata del trasporto <0.5 ore.				
>-1 °C	16	13	10	7
Da –15 a -1 °C	18	16	13	10
Massimo ammissibile abbassamento superficiale di temperatura nelle prime 24 ore dopo la fine della protezione	25	22	17	11

<u>Resistenza termica (m².°C/W) della coibentazione per manufatti tipo</u>

Spessore minimo, mm	Temp. Minima	Solette	Pile, muri	Pulvini
<300	fino a – 5°C		0,8	
	fino a – 15°C		1,41	
500-1200	fino a – 5°C		0,5	
	fino a – 15°C		0,7	
>1800	fino a –15°C		0,35	

Esempio di chiave di lettura:

muro da 35 cm con T esterna di - 2°C: occorre mantenere una temperatura del calcestruzzo uguale o superiore a 10°C per tutto il tempo di protezione della struttura affinchè sia raggiunta una sufficiente resistenza al gelo.
Si calcola la relativa resistenza termica che verrà ottenuta sulla base delle specifiche resistenze termiche dei materiali di coibentazione usati.

- Il disarmo potrà avvenire non prima che venga raggiunta la resistenza al gelo (6 MPa) e in ogni caso tale da poter consentire la rimozione dei casseri e dei sostegni.

Getti in clima caldo

Verrà adottata la seguente procedura:

- Onde limitare la temperatura di 28°C al momento del getto, il produttore di calcestruzzo dovrà attendere alla limitazione delle temperature dei singoli componenti (evitare insolazione diretta degli inerti, tempertatura del cemento assai prossima a quella ambientale)
- Impiego di superfluidificanti con effetto di prolungato mantenimento della lavorabilità (v. capitolo relativo), tipo Glenium Sky
- Valutazione della temperatura del calcestruzzo lungo il corso dell'intero getto, in particolare quando esso si protragga a lungo o comunque possano verificarsi prolungati stazionamenti delle autobetoniere prima del getto vero e proprio.
- Causa la perdita di acqua per evaporazione, allo scopo di evitare aggiunte di acqua incontrollate, al momento del gettto si procederà alla valutazione del rapporto acqua/cemento mediante la UNI 6393 o preferibilmente la UNI 11201
- Accurata stagionatura umida nei termini descritti al relativo paragrafo.

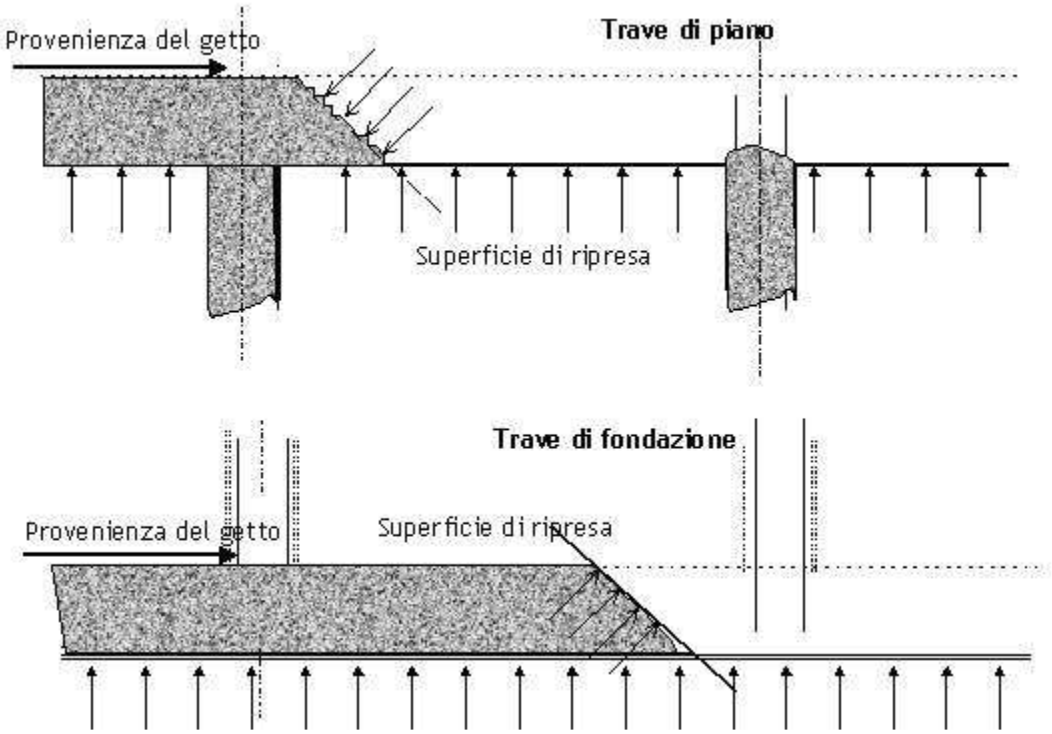
18.4.10 **RIPRESE DI GETTO**

Sono definite riprese di getto le superfici di separazione tra due getti successivi, in cui il getto già eseguito sia indurito al punto tale da non permettere l'entrata di un vibratore in operazione.
La procedura seguirà il seguente iter:

- Le riprese dei getti dovranno essere sempre limitate per quanto possibile; se si rendessero necessarie riprese accidentali, esse dovranno essere eseguite, di regola, in senso pressochè normale alla direzione degli sforzi di compressione, ed escludendo le zone di massimo momento flettente.
  In ogni caso verrà effettuata a monte di getti di grande estensione e/o volume una accurata preliminare valutazione della tipologia complessiva del getto tenendo conto degli aspetti tempistici, strutturali, di durabilità, estetici, in accordo con la D.L.
- Se una interruzione del getto producesse una superficie di ripresa mal orientata, il conglomerato dovrà essere demolito onde realizzare una nuova superficie opportunamente orientata per la ripresa.
- La riprese di getto orizzontali potranno essere realizzate mediante una delle seguenti tipologie:
  1) impiego di acqua ed aria in pressione sulla superficie del calcestruzzo già gettato ma ancora in fase di presa al fine di mettere a vista l'inerte grosso per consentire una maggiore aderenza con il getto successivo.
  In particolare, prima del nuovo getto dovranno essere eliminate sulle superfici orizzontali eventuali depositi o pozze di acqua.
  2) applicazione di un additivo ritardante sulla superficie del calcestruzzo già gettato ma ancora in fase di presa, in grado in grado di ritardarla per tutto il tempo fino al getto successivo e in grado quindi di garantirne la rivibribrabilità prima della realizzazione del nuovo getto.
  3) irruvidimento della superficie del calcestruzzo già gettato ma ancora in fase di presa mediante per esempio rastrellatura in grado di evidenziare una macrorugosità di almeno 5-8 mm.
  L'irruvidimento superficiale sarà eseguito preferibilmente lungo la direzione minore della superficie.
  Prima della applicazione del nuovo conglomerato, potrà essere necessario inumidire con acqua la superficie; tale procedura dipenderà in particolare dalle condizioni termo-igrometriche al momento del nuovo getto.
  4) applicazione mediante colaggio di malta reoplastica espansiva tipo Emaco Formula Reodinamico M1 o prodotto similare in misura di 10-12 kg/m2 in grado di ottenere una maggiore adesione con il getto successivo che verrà realizzato fresco-su-fresco sulla malta.
  5) in caso di calcestruzzo già indurito si dovrà procedere, prima del getto successivo, a una bocciardatura meccanica e/o manuale della superficie del calcestruzzo già gettato, fino ad ottenere una macrorugosotà diffusa ed omogenea di alcuni millimetri.

Prima del getto successivo di calcestruzzo la superficie andrà accuratamente pulita con acqua e aria in pressione e saturata a rifiuto con acqua.
6) su picocle superfici si potrà applicare uno strato di resina epossidica quale materiale di incollaggio con il getto successivo.
In tale eventualità occorrerà porre accurata attenzione alle tempistiche esecutive per consentire che la resina sia ancora in grado di ricevere il nuovo calcestruzzo e di ottenere la prevista adesione tra i due getti.
7) in ogni caso si potrà valutare l'opportunità di inserire spezzoni di armatura ulteriori rispetto alle armature presenti.

Relativamente alle riprese di getto in verticale su superfici orizzontali si adotterà il seguente criterio in modo da ottenere la ripresa di getto su piani il più possibile ortogonali alle direzione dei flussi di compressione ed avere al contempo una maggiore superficie di aderenza:



In ogni caso la decisione della scelta sulla più idonea ripresa di getto sarà concordata con la D.L.

- Le riprese di getto verticali potranno realizzarsi mediante una delle seguenti tipologie:
  1) impiego di appropriata armatura tipo Pernervometal ben ancorata alle armature orizzontali in grado di deformarsi alle spinte del getto successivo
  2) integrando le armature orizzontali con spezzoni di ferri disposti in particolare nelle zone con una minore concentrazione di ferri stessi (per es. nelle parti centrali).

In ogni caso la decisione della scelta sulla più idonea ripresa di getto sarà concordata con la D.L.

18.4.11 GIUNTI STRUTTURALI

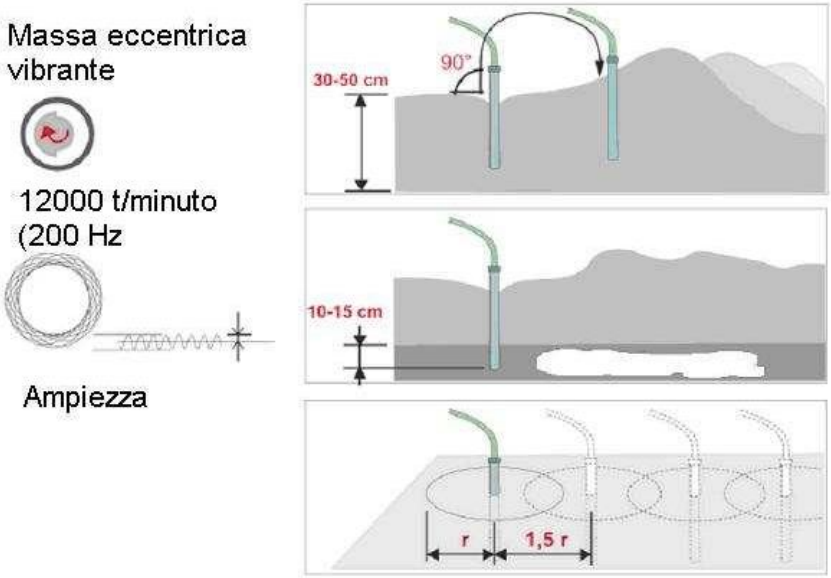
Onde evitare irregolari ed imprevedibili fessurazioni per effetto di escursioni termiche, fenomeni di ritiro e di eventuali assestamenti, nelle strutture da eseguire con getto di conglomerato cementizio, ove prescritto, devono essere realizzate giunti strutturali di discontinuità sia in elevazione che in fondazione ad intervalli ed in posizioni opportunamente scelte tenendo anche conto delle particolarità della struttura (gradonatura della fondazione, ripresa tra vecchie e nuove strutture, ecc.).
I giunti strutturali 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 secondo linee rette continue o spezzate.

E' tassativamente proibita l'esecuzione di giunti strutturali obliqui formanti angolo dietro acuto (muro andatore, spalla ponte obliquo, ecc.); In tali casi occorre sempre modificare l'angolo dietro acuto in modo da formare con le superfici esterne della opere da giuntare angoli dietri 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.
I giunti strutturali, come sopra illustrate, dovranno essere realizzati a cura e spese dell'Impresa, essendosi tenuto debito conto di tale onere relativamente alle singole classi di conglomerato.
Solo nel caso in cui è previsto in progetto che il il giunto strutturale sia munito di apposito dispositivo di tenuta o di continuità strutturale, occorrerà che il perfetto definitivo assetto della giunzione sia eseguito unitamente alla fornitura e posa in opera dei predetti dispositivi con le specificazioni di tutti i particolari oneri che saranno prescritti

18.4.12 **VIBRATURA DEL CALCESTRUZZO**

Il calcestruzzo, dopo essere stato posto in opera, dovrà essere costipato alla massima densità possibile mediante vibratori ad immersione o vibratori applicati alle casseforme.
I vibratori applicati alle casseforme saranno limitati a getti di spessore limitato ed ad elementi prefabbricati quali i conci per il rivestimento della galleria principale.
In ogni caso:

- La vibrazione per immersione dovrà essere eseguita immergendo il vibratore verticalmente le cui frequenze saranno comprese tra 90 e 250 Hz
  Nella vibrazione per immersione l'esecutore dovrà posse attenzione alla zona di infuenza dello strumento che in genere varia, in funzione del diametro, tra 0,20 e 0,60 m.
  L'esecutore si atterrà a tempi di immersione compresi mediamente, poiché si opera a consistenze S4-S5, tra 5 e 20 sec a seconda delle tipologie di getto
  (getti di mass, concentrazione delle armature, ecc.).
  L'estrazione del vibrtaore dovrà essere effettuata gradualmente in modo da richiudere il vuoto da esso lasciato.
  La seguente figura riporta la procedura correttta.



- Il vibratore dovrà penetrare in ogni suo punto per almeno 10 cm nella parte superiore dello strato orizzontale di calcestruzzo gettato precedentemente, rivibrandolo.
- I cumuli che si formano inevitabilmente quando il calcestruzzo devono essere livellati inserendo il vibratore entro la loro sommità
- Il calcestruzzo non dovrà essere spostato lateralmente con i vibratori mantenuti in posizione orizzontale allo scopo di evitare fenomeni di segregazione che ne deriverrebbero.

In linea di massima la durata di vibrazione per metro cubo di calcestruzzo sarà compresa tra 2 e 3 minuti allorché eseguita con vibratore ad immersione avente diametro di 60-70 mm.

18.4.13 STAGIONATURA E PROTEZIONE DEI GETTI

Una volta gettato il calcestruzzo, andrà eseguita accurata stagionatura umida della superfici esposte.
Nella stagione estiva la stagionatura potrà essere eseguita mediante una della seguenti procedure:

- Per le strutture casserate, mantenendo per un tempo adeguato le strutture entro i casseri.
  La durata di tale fase sarà definita in accordo con la D.L. tenendo conto delle resistenze idonee al disarmo ed in particolare per le strutture massive si dovrà porre attenzione affinchè non si creino gradienti termici tra le parti interne a temperatura più elevata e le parti esterne (ΔTinterno-esterno $\leq$ 20°C), che possano portare a fessurazione del conglomerato.
- Bagnatura continua con irrorazione di acqua nebulizzata.
  Quando possibile (superfici orizzontali), si potrà procedere a un annegamento con acqua in uno spessore di qualche centimetro tale da ricoprire l'intera superficie.
  In ogni caso è assolutamente vietato procedere a una bagnatura, specie nel periodo estivo, con getti di acqua a spot (saltuari).
- Teli di polietilene o fogli di plastica, preferibilmente adagiati in aderenza alla superficie del calcestruzzo; si dovranno evitare accartocciamenti dei teli stessi, che andranno ben ancorati alle estremità.
- Impiego di TNT (tessuto non tessuto), materiale geotessile, teli di juta tenuti inumiditi mediante nebulizzazione di acqua periodica in grado di mantenerne l'umidità per un sufficientemente prolungato tempo prolungato (v. tabella successiva).
  I teli in TNT andranno ben fissati per evitare accartocciamenti o sollevamenti in caso di vento.
- Impiego di stagionanti (curing compound) applicati subito dopo la finitura del getto (tipo Mackure C o prodotto similare).
  In ogni caso lo stagionante usato dovrà essere conforme alla UNI 8856.
  Tale procedura è da evitarsi nel caso di getti massivi (fondazioni, getti in grosso spessore, ecc.) quando sono convolti aspetti termici dovuti al calore di idratazione, poiché non si riescono ad evitare le differenze di temperatura tra le varie parti della struttura e tra questi e l'ambiente.

Relativamente al tempo di stagionatura ci si atterrà alla seguente tabella.

TABELLA 1 - INFLUENZA DELLE CONDIZIONI CLIMATICHE E DEI MATERIALI ADOTTATI SULLA DURATA DELLA STAGIONATURA

SVILUPPO DELLA RESISTENZA DEL CALCESTRUZZO	RAPIDO			MEDIO			LENTO		
TEMPERATURA DEL CALCESTRUZZO °C	5	10	15	5	10	15	5	10	15
CONDIZIONI AMBIENTALI DURANTE LA STAGIONATURA / TEMPI ESPRESSI IN GIORNI									
I Non esposto a insolazione diretta, UR dell'aria circostante ≥ 80%	2	2	1	3	3	2	3	3	2
II Insolazione diretta media o vento di media velocità o UR ≥ 50%	4	3	2	6	4	3	8	5	4
III Insolazione intensa o vento di forte velocità o UR < 50%	4	3	2	8	6	5	10	8	5

dove la distinzione fra sviluppo rapido, medio, lento terrà conto del tipo d i cemento e del rapporto a/c.
In ogni caso la scelta del metodo e del tempo di stagionatura saranno definiti in accordo con la D.L., che avrà comunque esclusiva competenza sulle rispettive scelte.
Facente parte la stagionatura del computo econonomico di appalto, tassativamente l'esecutore non potrà esimersi dall'effettuarla.
Nel periodo freddo dell'anno la stagionatura consisterà nell'evitare il fenomeno della formazione del ghiaccio, specie superficiale, che causerebbe sfogliamenti, distacchi, ecc. del calcestruzzo.
In tale caso la stagionatura sarà eseguita mediante una della seguenti procedure:

- Per le strutture casserate, mantenendo per un tempo adeguato le strutture entro i casseri.
  La scasseratura potrà avvenire quando sia raggiunta con sicurezza (per es. test su cubetti maturati in adiacenza alla struttura stessa) la resistenza di 6MPa contro gli effetti del gelo e tale in ogni caso da consentire di sostenere il manufatto.

- Applicazione di teli di polietilene (anche in più strati), integrati con lastrine di polistirolo, lana di roccia, ecc.

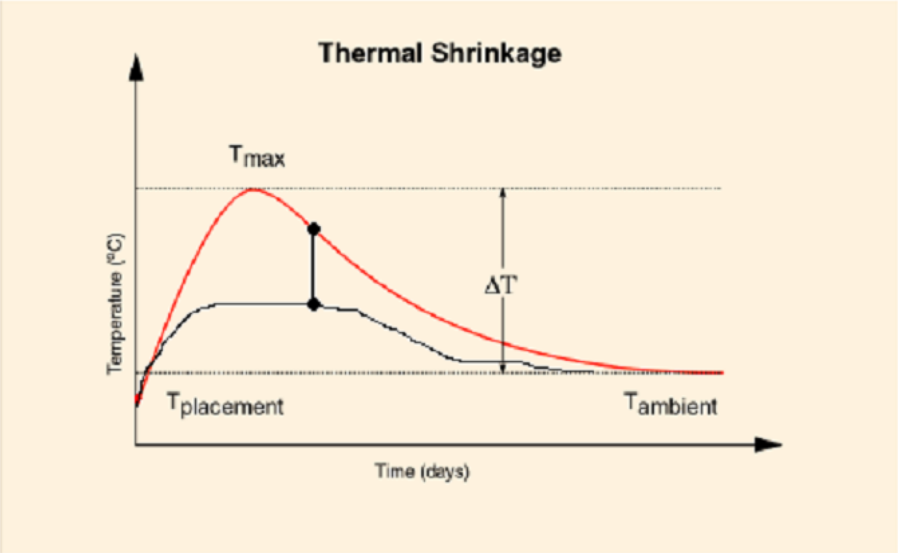
In ogni caso la stagionatura in clima freddo si dovrà protrarre per tutto il tempo finchè non sarà raggiunta una temperatura nella struttura di almeno 6 MPa.
La valutazione di tale resistenza sarà valutata su provini di calcestruzzo in cubetti di pvc (non di polistirolo) maturati nelle stesse condizioni del calcestruzzo reale (cubetti adiacenti alle stessa struttura).
In ogni caso la scelta e i tempi di stagionatura sranno definiti in accordo con al D.L., che avrà comunque esclusiva prerogativa sulle rispettive scelte.
Relativamente alla stagionatura umida, si sottolinea che, facendo essa parte del computo economico di appalto, eventuali conseguenze che derivassero da una impropria procedura e/o inadempienze applicative saranno soggette a insindacabile giudizio della D.L. e comunque tutti gli oneri necessari ad interventi riparatori sono ad esclusivo carico dell'Appaltatore.

18.4.14 **DISARMO E SCASSERATURE**

La procedura sarà così articolata:

- Il disarmo dovrà avvenire per gradi, in modo da evitare azioni dinamiche e non prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto la resistenza necessaria in funzione delle sollecitazioni provocate dall'eliminazione della carpenteria sostenente il manufatto.

- Si dovrà evitare il disarmo in corrispondenza del picco termico dovuto alla innalzamento della temperatura per effetto dell'idratazione del cemento.
  In particolare si dovrà evitare il disarmo nella prima fase discendente della temperatura quando lo stato di tensione passerà da compressione a trazione, come illustrato nella successiva figura.
  Questo aspetto sarà da tenere in specifica considerazione soprattutto in strutture relativamente massicce (per es. grossi muri, ecc.) e/o strutture vincolate (per es. muri su solette).
  L'appaltatore dovrà tenere conto delle tempestiche di disarmo descritte per procedere a una attenta valutazione delle altre tempestiche esecutive, tra cui anche quelle che prevedono il recupero giornaliero dei casseri.



- Relativamente alle strutture verticali di grosso spessore i casseri andranno allentati in sommità e tenuti staccati dalla superficie del calcestruzzo di alcuni centimetri per un tempo sufficientemente lungo (2-4 ore) prima della rimozione completa degli stessi.

- Relativamente ai getti massivi si dovrà evitare che allo scassero vi sia un gradiente termico superiore a 20°C tra la superficie e la parte più interna del calcestruzzo.
  Alla necessità si farà uso di termocoppie (a spese dell'appaltatore) preventivamente inserite nel getto per valutare correttamente lo sviluppo delle temperature.

- In clima freddo il disarmo dovrà necessiamente essere eseguito non prima di avere raggiunto la resistenza necessaria in funzione delle sollecitazioni provocate dall'eliminazione della carpenteria sostenente il manufatto ed in particolare la resistenza di 6 MPa necessaria per evitare gli effetti del gelo nelle successive 12 -24 ore dallo scassero stesso.

- Ove si presentasse la necessità di disarmare strutture o parti di esse in condizioni diverse da quelle previste dalla sopracitata normativa, l'autorizzazione allo scassero dovrà essere data dalla D. L.
  In questo caso l'Appaltatore sarà tenuto a consegnare alla medesima, con opportuno anticipo sulla data prevista per il disarmo, i calcoli di verifica delle strutture in fase transitoria.
- il disarmo delle casseforme dovrà effettuarsi quando il calcestruzzo abbia raggiunto un indurimento sufficiente per evitare danneggiamenti alla struttura. Salvo diverse prescrizioni impartite dal Committente, il disarmo non sarà effettuato prima di:
  - 24 ore per muri di qualsiasi tipo;
  - 36 ore per rivestimenti su volte e piedritti di gallerie, o 24 ore se autorizzato dal Committente;
  - 15 giorni per travi e solette.
- L'operazione di disarmo delle casseforme, il taglio e lo sfilaggio dei tiranti non dovranno provocare danni di qualsiasi genere sulla superficie del getto.

18.4.15 CRITERI DI ACCETTAZIONE DELLE OPERE

18.4.15.1 GENERALITA'

Dovrà essere verificata la rispondenza delle opere eseguite a quanto richiesto nei disegni esecutivi, sia per quanto riguarda le sagome sia per l'esattezza delle misure e delle resistenze richieste; che non siano state dimenticate tutte le predisposizioni di cui sia stato prescritto l'inserimento nei getti e che comportino pertanto necessarie rotture delle strutture per il proseguimento di opere successive e alterino le volute sagome richieste. Tutte le strutture in conglomerato, dovranno essere eseguite con migliori regole d'arte in modo da risultare perfettamente omogenee, ben collegate ed allineate nei piani orizzontali e verticali con spigoli vivi o smussati.
In nessun caso saranno ammessi ferri in vista, boiaccature o rappezzi con intonaci; dovrà essere controllato che le facce viste siano state regolarizzate in modo da togliere eventuali risalti e sbavature, riempiti i vuoti, profilata perfettamente la superficie, che gli angoli siano vivi e ben tirati; che abbiano uniformità di colore, siano compatte, non presentino nodi di ghiaia o di sabbia, pori d'aria, zone magre, screpolature di ritiro o di assestamento, scalpellature e fresature; perdite di sabbia in superficie, distacchi della pellicola di cemento in superficie, macchie di ruggine di salsedine, di olii, ecc.
Si dovrà accertare inoltre che non siano intervenuti cedimenti, deformazioni, screpolature, od altri difetti emersi a lavori ultimati.
Per la conservazione delle strutture in conglomerato cementizio, semplice od armato, l'Appaltatore dovrà adottare a sue spese tutte le cautele e quelle opere provvisorie che fossero riconosciute necessarie dall'Appaltante.
L'Appaltatore dovrà curare il perfetto collegamento delle strutture in conglomerato cementizio con quelle murarie, con i rivestimenti esterni, con gli elementi prefabbricati, ecc.
Pertanto l'Appaltatore dovrà affogare nei getti le staffe, zanche, piastre e quanto altro possa occorrere per predisporre solidi ancoraggi con gli elementi prefabbricati, con gli eventuali infissi.

18.4.15.2 TOLLERANZA DI POSIZIONAMENTO E DIMENSIONALI

Le opere in calcestruzzo dovranno essere eseguite in base alle dimensioni ed al posizionamento indicati sui Disegni Esecutivi e/o Costruttivi e/o dal Committente.
Le tolleranze relative alle strutture in calcestruzzo gettato in opera sono le seguenti:

- Deviazione dalla posizione relativa: ± 10 mm;
- Deviazione dalla verticale: ± 5 mm in 3 m con un massimo di ± 15 mm;
- Deviazione dalla pendenza: ± 5 mm in 6 m con un massimo di + 10 mm.

Le opere o elementi strutturali che presentino rispetto alle dimensioni di progetto differenze maggiori delle tolleranze ammesse, dovranno essere corrette o se necessario demolite e ricostruite, a giudizio del Committente.
Le opere in calcestruzzo dovranno essere eseguite in base alle dimensioni ed al posizionamento indicati sui Disegni Esecutivi e/o Costruttivi e/o dal Committente.
Le tolleranze relative alle strutture in calcestruzzo gettato in opera sono le seguenti:

- Deviazione dalla posizione relativa: ± 10 mm;
- Deviazione dalla verticale: ± 5 mm in 3 m con un massimo di ± 15 mm;
- Deviazione dalla pendenza: ± 5 mm in 6 m con un massimo di + 10 mm.

Le opere o elementi strutturali che presentino rispetto alle dimensioni di progetto differenze maggiori delle tolleranze ammesse, dovranno essere corrette o se necessario demolite e ricostruite, a giudizio del Committente.

18.5 ASPETTO SUPERFICIALE CALCESTRUZZI

18.5.1 GENERALITA'

La casseratura, il getto, la vibrazione e le finiture dovranno essere eseguiti in modo tale che le superfici dei calcestruzzi risultino il più possibile lisce , uniformi e regolari.
A tal proposito si elencano nel seguito alcuni criteri di classificazione.
Le superfici non casserate dovranno essere finite a semplice staggia, a frattazzo lungo o a lisciatura con frattazzo metallico e/o cazzuola.
Per le superfici casserate i gradi di finitura sono i seguenti:

- Grado F-1: si applicherà alle superfici che saranno ricoperte con rinterri oppure ove è previsto il rivestimento successivo con contropareti, laterizi o altri materiali; le irregolarità superficiali brusche e graduali non dovranno superare i 15 mm.
- Grado F-2: si applicherà alle superfici che saranno destinate ad essere esposte alla vista, ma senza funzione idraulica; le irregolarità superficiali non dovranno superare 3 mm se brusche e 8 mm se graduali.
- Grado F-3: si applicherà alle superfici destinate ad avere una funzione idraulica ed alle strutture a faccia vista; le irregolarità superficiali non dovranno superare 1 mm se brusche e 3 mm se graduali e quelle superficiali continue saranno rilevate con righello di 1.50 m.
- Grado F-4:si applicherà alle superfici dei conci prefabbricati e non sono ammesse irregolarità superficiali sia brusche che graduali.

Pertanto le superfici in vista dovranno presentare le seguenti caratteristiche:

- avere uniforme colore proprio del cemento solido, non sono consentiti schiarimenti dovuti alla separazione della calce, screziature, corpi estranei o affioramenti dei ferri sia d'armatura del c.a. che di sostegno dei casseri, ecc…;
- 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, scalpellature 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.

Dopo che ogni singola parte sia stata disarmata, saranno regolarizzate le facce viste in modo da togliere gli eventuali risalti e sbavature, da riempire i vuoti riempite cavità senza alterazione dei colori di facciate a vista, da profilare perfettamente la superficie in vista delle strutture con angoli vivi e ben tirati.
I tiranti di ancoraggio delle casseforme dovranno essere tali che possano essere tagliati ad almeno 10 mm dalla superficie senza che si creino sbeccature al calcestruzzo. Il foro necessario al taglio sarà sigillato con malta di cemento. I tiranti di ancoraggio delle casseforme per tutte le superfici con funzione idraulica devono essere dei tipo a tenuta stagna.
Quando, a giudizio del Committente, si riscontrassero difetti non rettificabili con normali procedimenti l'Appaltatore dovrà provvedere alla loro eliminazione mediante smerigliatura o ricostruendo parte della struttura difettosa.

18.5.2 CALCESTRUZZI A FACCIA A VISTA

Il calcestruzzo deve corrispondere alle specifiche del progetto strutturale e deve essere idoneo ad esposizione in ambiente ciclicamente secco e bagnato.
La finitura superficiale dei getti in calcestruzzo sarà a faccia a vista non dovrà presentare nidi di ghiaia, bolle d'aria, concentrazione di malta fine, macchie, scoloramenti, fessure che ne pregiudichino l'uniformità e la compattezza sia ai fini della durabilità e sia dell'aspetto estetico dell'opera.

Tutte le murature in calcestruzzo dovranno avere la stessa finitura superficiale, dovranno ricevere lo stesso trattamento di stagionatura; in particolare si dovrà curare che l'essiccamento della massa del calcestruzzo sia lenta ed uniforme. Il calcestruzzo dovrà avere un aspetto consistente, uniforme, opaco e con leggera colorazione, si dovranno evitare condizioni per le quali si possano formare efflorescenze sul calcestruzzo.
Si dovrà evitare che siano prodotte sulla superficie finita scalfiture, macchie o altro che ne pregiudichino la durabilità o l'estetica.
Si dovranno evitare macchie di ruggine dovute alla presenza temporanea dei ferri di ripresa, prendendo i dovuti provvedimenti per evitare che l'acqua piovana scorra sui ferri e successivamente sulle superfici finite del getto.

Qualsiasi danno o difetto della superficie finita del calcestruzzo dovrà essere eliminato a cura dell'Appaltatore, con provvedimenti preventivamente autorizzati dalla Direzione Lavori.
Sulla medesima superficie i giunti di ripresa laterali o verticali dovranno essere del tutto invisibili e posti in perfetta corrispondenza con il disegno modulare di progetto; al fine di evitare gli inconvenienti estetici dovuti a riprese di getto in corrispondenza di solette orizzontali od inclinate potranno essere utilizzati, previa approvazione della D.L., idonei sistemi di collegamento fra le armature costituiti da staffe inserite in cassette metalliche tipo Halfen HBT od equivalenti.
Per l'esecuzione dei getti in calcestruzzo a faccia a vista, l'Appaltatore dovrà rispettare le seguenti particolari prescrizioni:

- cemento: non saranno ammessi cambiamenti di tipo e provenienza del cemento nel corso dei lavori di costruzione e il dosaggio minimo dovrà essere pari a 300 daN/m³ (con dimensione massima nominale dell'inerte di mm. 30);
- inerti: si dovrà verificare che gli inerti, in proporzioni controllate, siano costantemente scevri da impurità come piriti, carbone, ossidi di ferro, ecc., che potrebbero macchiare la superficie dei getti;
- additivi: ne è consentito l'uso secondo le disposizioni della D. L.;
- sigillanti: se ne vieta espressamente l'uso;
- distanziatori dei casseri: devono essere realizzati in plastica o legno e devono risultare quanto più possibile mimetizzati nella facciata finita;
- tiranti dei casseri: devono presentare vani terminali realizzati con appositi tasselli in plastica e saranno tagliati al fondo del cassero medesimo in modo da consentire il ricoprimento con malta di cemento all'acetato di polivinile.

18.5.3 EFFETTO GHIAIETTO LAVATO CON LACCHE RITARDANTI

Dove richiesto il calcestruzzo dovrà avere un aspetto con effetto a ghiaietto lavato.
Tale effetto è ottenibile mediante l'utilizzo di particolari lacche ritardanti a base di solventi.
La lacca, applicata sui casseri, ritarda la maturazione della parte superficiale del calcestruzzo. In questo modo, una volta disarmato l'elemento e lavato con idropulitrice, verrà messa in evidenza la granulometria del calcestruzzo gettato.

18.6 CASSEFORME

18.6.1 GENERALITA'

Le casseforme, di qualsiasi tipo, dovranno avere in ogni caso dimensioni e spessori tali da garantire la perfetta rispondenza dei getti alle dimensioni, forme tolleranze e grado di finitura del progetto.
Tutte le opere provvisionali occorrenti per la esecuzione dei lavori, quali ponteggi, impalcature, centinature, puntellature e casserature dovranno essere dimensionate in modo tale da sopportare il peso totale di casseforme, armatura, cls e i carichi di lavoro, compresi gli effetti dinamici della posa e della compattazione del cls e del traffico di personale e mezzi d'opera; esse dovranno essere dotate inoltre di una resistenza sufficiente ad evitare deformazioni in fase di getto e maturazione del calcestruzzo.
Inoltre dovranno essere costruite in modo che al momento del primo disarmo, rimanendo in sito i necessari puntelli, le sponde dei casseri e le altre parti non essenziali alla stabilità possano essere rimosse senza pericolo di danneggiare l'opera.
Qualora i casseri e le armature che si vogliono adottare non rientrino nelle disposizioni correnti e confermate dall'uso, dovranno essere oggetto di disegni integrativi al progetto esecutivo, redatti a cura dell'Impresa esecutrice.
Le casseforme per i getti all'aperto potranno essere di legname, di legno lamellare, di fibroresina o di metallo.
Le casseforme per in getti in opera in sotterraneo saranno prevalentemente metalliche, ad eccezione per tratti particolari (curve, allarghi, camere e similari) ove è ammesso l'impiego di legname piallato o materiale equivalente.
Per il getto del rivestimento interno di pozzi potranno essere adottate casseforme metalliche rampanti munite di sistema di sollevamento idraulico.
Potranno essere previsti casseri in lamiera grecata o su particolare disegno dove indicati da progetto.

18.6.2 CASSEOFORME IN LEGNO

I casseri potranno essere formati con tavole o con pannelli di legno di cui al punto 4 della norma UNI EN 313/1.
Il legname dovrà essere sufficientemente stagionato in modo che non si verifichino ritiri tali da creare fessure fra i vari elementi componenti le casseforme.
Tavole
Dovranno avere spessore non inferiore a 25 mm, di larghezza standard esenti da nodi o tarlature ed avendo cura che la direzione delle fibre non si scosti dalla direzione longitudinale della tavola.

L'assemblaggio delle tavole verrà eseguito con giunti, tra l'una e l'altra, di 1/3mm (per la dilatazione) dai quali non dovrà fuoriuscire l'impasto; si dovranno prevedere (per evitare la rottura degli spigoli) listelli a sezione triangolare disposti opportunamente all'interno dei casseri.
Il numero dei reimpieghi previsto è di 4 o 5.
Pannelli
Dovranno avere spessore non inferiore ai 12 mm, con le fibre degli strati esterni disposte nella direzione portante, con adeguata resistenza agli urti, all'abrasione.
Il numero dei reimpieghi da prevedere è di 20 ca.
Stoccaggio
Il legname dovrà essere sistemato in cataste su appoggi con altezza dal terreno tale da consentire una sufficiente aerazione senza introdurre deformazioni dovute alle distanze degli appoggi. Le cataste andranno collocate in luoghi al riparo dagli agenti atmosferici e protette con teli impermeabili; la pulizia del legname (estrazione chiodi, raschiamento dei residui di malta, etc.) dovrà avvenire immediatamente dopo il disarmo e, comunque, prima dell'accatastamento o del successivo impiego.

18.6.3 CASSEFORME IN PLASTICA

Verranno usate per ottenere superfici particolarmente lisce, non dovranno essere usate per getti all'aperto; dovrà essere posta estrema attenzione alla preparazione delle superfici interne dei casseri evitando eccessiva durezza e levigatura delle stesse (per impedire la formazione di ragnatele e simili dovute all'effetto della vibrazione dell'impasto).
Il materiale di sigillatura dei giunti dovrà essere compatibile con quello dei casseri; il numero dei reimpieghi da prevedere è 50/60.

18.6.4 CASSEFORME METALLICHE

Nel caso di casseri realizzati con metalli leggeri (alluminio o magnesio) si dovranno impiegare delle leghe idonee ad evitare la corrosione dovuta al calcestruzzo umido; particolare attenzione sarà posta alla possibile formazione di coppie galvaniche derivanti dal contatto con metalli differenti in presenza di calcestruzzo fresco.
Nel caso di casseri realizzati in lamiere d'acciaio piane o sagomate, dovranno essere usati opportuni irrigidimenti, e diversi trattamenti della superficie interna (lamiera levigata, sabbiata o grezza di laminazione) con il seguente numero di reimpieghi:

- lamiera levigata 2
- lamiera sabbiata 10
- lamiera grezza di laminazione oltre i 10

Queste casseforme potranno essere costituite da pannelli assemblati o da impianti fissi specificamente per le opere da eseguire (tavoli ribaltabili, batterie, etc.), i criteri di scelta saranno legati al numero dei reimpieghi previsto, alla tenuta dei giunti, alle tolleranze, alle deformazioni, alla facilità di assemblaggio ed agli standards di sicurezza richiesti dalla normativa vigente.
La superficie, per facilitare il distacco dovrà essere convenientemente trattata mediante i più appropriati prodotti.

18.6.5 DISTANZIATORI

Come distanziatori per i casseri, si useranno tubi stellari in PVC, con coni d'appoggio dello stesso materiale che saranno poi sigillati mediante malta cementizia anti-ritiro, oppure saranno utilizzati altri sistemi da sottoporre preliminarmente all'approvazione della D.L.

18.6.6 DISARMANTE

Per facilitare il disarmo, la superficie delle casseforme potrà essere convenientemente trattata con prodotti opportuni, i quali non dovranno condizionare la riuscita del getto.
In particolare questi prodotti non dovranno combinarsi con gli impasti e pregiudicarne la presa; resistere ad elevate sollecitazioni di spinta; consentire il facile distacco dei casseri lasciando le superfici uniformi e gli spigoli perfetti; non dovranno lasciare macchie sulla superficie delle strutture finite e non dovranno essere incompatibili con eventuali successive finiture (es. intonaci o verniciature) cui tali superfici siano destinate. Saranno comunque impiegati secondo le prescrizioni e modalità indicate dalla ditta fabbricante.
I disarmanti saranno costituiti da oli puri con aggiunta di attivanti superficiali per ridurre la tensione superficiale, o da emulsioni cremose di acqua in olio con aggiunta di attivanti; è vietato l'utilizzo di olii esausti o di ogni altro materiale non espressamente prodotto allo scopo.

18.6.7 ESECUZIONE TIPICA

Casserature in genere

Le casseforme prima dell'impiego dovranno essere accuratamente pulite dalla polvere o qualsiasi altro materiale estraneo ed eventualmente trattate con idonee sostanze per facilitarne il disarmo, mediante getti d'aria, acqua o vapore.
Dovranno inoltre essere adottate tutte le precauzioni necessarie affinché non venga impedito il ritiro del conglomerato provocandone la fessurazione prima del disarmo.
Il Direttore dei Lavori potrà ordinare l'adozione degli opportuni accorgimenti per realizzare lo smusso degli spigoli delle travi e dei pilastri, senza che per questo l'Appaltatore possa pretendere speciali compensi; tutti gli spigoli vivi in calcestruzzo dovranno essere evitati mediante smussi di 15 per 15 mm, salvo quando diversamente specificato.
Nelle zone dei casseri in cui si prevede, dato il loro particolare posizionamento o conformazione, la formazione di bolle d'aria, si dovranno prevedere fori o dispositivo tali da permetterne la fuoriuscita.
Particolare attenzione dovrà essere posta nel parallelismo, perpendicolarità e nel perfetto accostamento dei casseri onde conseguire una superficie a tenuta che non consenta la perdita di boiacca o acqua del calcestruzzo affinché il costipamento per vibrazioni non provochi la perdita di una quantità apprezzabile di cemento o perdita dei componenti fini del calcestruzzo.
Tutte le legature o gli elementi di fissaggio ed allineamento che attraversano da parte a parte le opere destinate a contenere liquidi, dovranno essere tali da non compromettere, in ogni tempo, la tenuta idraulica dei manufatti.
In fase di montaggio delle casseforme si dovranno inserire piastre o inserti speciali previsti in progetto o prevedere cassette per riceverli, fori, tracce ed eventuali altri dispositivi. Nessun altro elemento metallico dovrà distare dalla faccia della superficie meno di quanto specificato per i ferri principali di armatura.
In particolare per le casseforme in legno l'Appaltatore dovrà attenersi alle seguenti particolari prescrizioni:

- alternare fra di loro, in uno stesso getto, tavole nuove e tavole precedentemente utilizzate, tenuto conto del diverso grado di assorbimento;
- bagnare le casseforme prima del getto al fine di evitare la contrazione delle stesse a seguito del riscaldamento prodotto dall'idratazione del cemento;
- ribattere e stuccare le teste dei chiodi di assemblaggio delle tavole affinché non vengano a contatto col calcestruzzo in fase di getto.

Prima dei getto verranno eseguiti, sulle casseforme predisposte, controlli della stabilità, delle dimensioni, della stesura del disarmante, della posa delle armature e degli inserti" controlli più accurati andranno eseguiti, sempre prima dei getto, per la verifica dei puntelli (che non dovranno mai poggiare su terreno gelato), per l'esecuzione dei giunti, dei fissaggi e delle connessioni dei casseri.

Casseri con elementi di lunghezza maggiore di 6 metri

Per elementi portanti di lunghezza libera superiore a 6 metri i casseri dovranno essere disposti in modo che la trave presenti una monta dell'ordine di un cinquecentesimo della luce; sotto i casseri e sotto i puntelli dovranno essere disposti opportuni cunei di disarmo.
Quando le membrature di grande estensione vengano realizzate in un unica soluzione dovranno essere previste nelle pareti laterali dei casseri delle aperture di controllo (finestre) le cui dimensioni consentano di assestare e vibrare gli strati inferiori. Queste aperture, il cui intervallo tanto verticalmente che orizzontalmente non dovrà superare la lunghezza di un metro, verranno chiuse solo dopo che il getto abbia raggiunto il livello corrispondente.

Casseri per getti inclinati

I casseri inclinati sui quali dovrà essere gettato il calcestruzzo dovranno risultare solidi e stabili più di quanto sia necessario per i getti in piano.
Per getti su superfici con inclinazione sull'orizzontale maggiore di 30 gradi deve essere previsto il controcassero (oppure una rete sufficiente a tenere in forma il calcestruzzo).

18.7 CASSERATURA PER MURI FACCIA A VISTA

La casseratura deve produrre una finitura liscia ed omogenea mediante fogli di materiale impermeabile disposti secondo lo schema regolare corrispondente alle caratteristiche architettoniche indicate nelle Tavole di Progetto.
Tutti gli spigoli vivi in calcestruzzo dovranno essere eseguiti mediante smussi a 45° di 20×20mm., salvo quando diversamente specificato.
I giunti dei pannelli ed i fori per le legature del cassero dovranno presentarsi secondo lo schema regolare indicato a nelle Tavole di Progetto con dimensioni del modulo di circa 122xh.140 cm. La distanza fra le legature dovrà corrispondere allo schema di progetto.
Il progetto esecutivo dei giunti fra pannelli, delle scanalature, dei dispositivi per il disarmo e gli altri elementi dovranno essere soggette alla preliminare approvazione della Direzione Lavori.

Sistemi modulari

Le casseforme dovranno essere eseguite con sistemi modulari prodotti in regime di qualità certificata (approvati dalla Direzione Lavori) costituiti da elementi a telaio rivestiti da un pannello multistrato di legno.

Pannello di rivestimento

I pannelli delle cassaforme dovranno essere in metallo oppure in compensato multistrato, d'elevata qualità, realizzato con fogli incrociati incollati spessore minimo 28 mm, rivestito su entrambe le superfici da un film protettivo a base di resina fenolica di almeno 240g/m², con spessori sigillati.

I pannelli di rivestimento opportunamente irrigiditi dovranno avere dimensioni e spessori per assicurare la resistenza e la stabilità dimensionale sotto le azioni che questi possono sopportare in servizio tenendo conto delle condizioni richieste per i paramenti in calcestruzzo e dell'incidenza sulla qualità della finitura superficiale.

Le dimensioni dei pannelli di rivestimento e quindi le impronte dovute alle dimensioni degli stessi dovranno essere conformi al progetto.

I pannelli di rivestimento dovranno essere fissati direttamente all'orditura irrigidente a travi d'orditura o su un supporto di spessore adeguato in funzione dell'azione della pressione massima esercitata dal calcestruzzo fresco sulla cassaforma.

La metodologia di fissaggio, in funzione della finitura superficiale richiesta per le singole opere strutturali, dovrà essere conforme a quanto previsto nelle Tavole di Progetto e comunque sempre verificata con la Direzione Lavori.

E' da prevedere un utilizzo dei pannelli di rivestimento al massimo per circa 15 – 20 reimpieghi affinché si possano costantemente ottenere finiture dirette, di alto livello qualitativo, d'aspetto liscio, di colore uniforme.

Distanziatori per casseri

Per tutti i muri devono essere utilizzati dei distanziali per cassero in cemento fibro rinforzato tipo Ruredil mod. Drufa-Rohr (tondo) 125/22 o Drufa Kruz, Dux Aperto ed i fori dovranno essere chiusi con tappi in cemento fibro rinforzato tipo Ruredil mod. Drufa-Stopfen lunghezza 50 mm incollato con apposito materiale adesivo e sigillante anti-ritiro o sistema equivalente approvato dalla D.L. da impiegarsi secondo lo schema indicato nelle Tavole di Progetto.

Non è consentito l'uso di blocchetti cementizi prefabbricati.

Disarmante

Per facilitare il disarmo, la superficie delle casseforme potrà essere convenientemente trattata con prodotti opportuni, i quali non dovranno condizionare la riuscita del getto né la successiva adesione dei prodotti di finitura.

In particolare questi prodotti non dovranno combinarsi con gli impasti e pregiudicarne la presa; resistere ad elevate sollecitazioni di spinta; consentire il facile distacco dei casseri lasciando le superfici uniformi e gli spigoli perfetti; non dovranno lasciare macchie sulla superficie delle strutture finite e non dovranno essere incompatibili con eventuali successive finiture (es. verniciatura protettiva anti graffito) cui tali superfici siano destinate. Saranno comunque impiegati secondo le prescrizioni e modalità indicate dalla ditta fabbricante.

Esecuzione

Tutte le facce delle casserature per le superfici destinate a rimanere "faccia a vista" dovranno essere pulite e trattate con sostanze antiadesive scasseranti approvate dalla D L.; il disarmante dovrà essere steso con uniformità a mezzo di rulli, spazzole o preferibilmente a spruzzo mediante idonea pistola.

Riprese di getto

Sulla medesima superficie i giunti di ripresa laterali o verticali dovranno essere del tutto invisibili e posti in perfetta corrispondenza con il disegno modulare di progetto; al fine di evitare gli inconvenienti estetici dovuti a riprese di getto in corrispondenza di solette orizzontali od inclinate potranno essere utilizzati, previa approvazione della D.L., idonei sistemi di collegamento fra le armature costituiti da staffe inserite in cassette metalliche tipo Halfen HBT od equivalenti.

18.8 CASSERI CON MATRICI

Lo spessore prescritto per il getto non dovrà mai essere ridotto a conseguenza delle scanalature impresse dalle matrici che andranno pertanto fissate sempre al di fuori della sezione di progetto del conglomerato.

18.8.1 CASSERI CON MATRICI IN POLISTIROLO ESPANSO

Dove prescritto saranno realizzati getti a faccia vista con l'utilizzo di matrici in fogli di polistirolo espanso stampato di densità 20 kg/m3 di spessore 25 mm con superfici pre-trattate per facilitare il disarmo.

Le matrici dovranno essere fissate ed allineate alle casseforme portanti esterne tramite chiodi senza testa applicati principalmente lungo i bordi, particolare cura dovrà essere posta nella giunzione fra fogli contigui in modo da mantenere il medesimo passo delle rigature.

Andrà applicato un disarmante a base di olio siliconico emulsionabile da dare a spruzzo che sarà lasciato asciugare prima del getto. Le matrici verranno disarmate dal getto tramite distacco e rottura dei fogli stessi e mai con l'utilizzo di solventi o benzina.

18.8.2 CASSERI CON MATRICI IN GOMMA

Dove prescritto saranno realizzati getti a faccia vista con l'utilizzo di matrici in gomma poliuretanica.
Le matrici verranno incollate o avvitate ai casseri nei getti in opera, incollate o adagiate a fondo cassero nei cantieri di prefabbricazione. I casseri in ferro dovranno essere sabbiati prima dell'incollaggio.
Una volta incollate o posizionate sui casseri le matrici, prima di ogni getto in cls è indispensabile applicare sulle matrici il disarmante. E' molto importante che il disarmante sia distribuito uniformemente e che eventuali eccessi siano eliminati onde evitare il formarsi di macchie sul cls.
Nei getti in opera è opportuno proteggere la matrice con teli in pvc, al fine di evitare la disgregazione o il disperdersi del disarmante, causa pioggia, rugiada o altro. In ogni caso prima della gettata è opportuno accertarsi che la matrice sia sufficientemente ricoperta di disarmante, in caso contrario si procederà con l'applicazione di una seconda mano.
Dopo 24 ore dal getto si potrà procedere al disarmo. Sarà opportuno disarmare quanto prima, in quanto la prolungata permanenza del calcestruzzo sulla matrice può provocare degli effetti di sottovuoto che potrebbero rendere molto difficile il disarmo. Qualora per massa del calcestruzzo, tipo di cemento o altro la temperatura a contatto con la matrice dovesse superare i 65°C sarà necessario adottare provvedimenti per ridurre le temperature. La fase di disarmo deve avvenire lentamente e gradualmente. In nessun caso le matrici devono essere ripiegate su se stesse o strappate con forza dal calcestruzzo.

18.9 LAVORAZIONI E POSA ARMATURE IN ACCIAIO PER C.A.

18.9.1 GENERALITA'

L'acciaio sarà lavorato e posto in opera in accordo ai disegni Esecutivi e/o Costruttivi che dovranno essere forniti al Committente per approvazione.
Sui disegni costruttivi delle armature si presenteranno le liste dei ferri riportanti sagomature, posizionamento, diametro, lunghezza, piegature, peso unitario, peso totale, ecc.
L'acciaio sarà del tipo ad aderenza migliorata conforme a quanto già prescritto.
L'acciaio sarà lavorato e posto in opera in accordo ai disegni Esecutivi e/o Costruttivi che dovranno essere forniti al Committente per approvazione.
Sui disegni costruttivi delle armature si presenteranno le liste dei ferri riportanti sagomature, posizionamento, diametro, lunghezza, piegature, peso unitario, peso totale, ecc.
L'acciaio sarà del tipo ad aderenza migliorata conforme a conforme a quanto stabilito dalle Norme Tecniche per le costruzioni (NTC2018)

18.9.2 TONDINI

Dovranno essere conformi a quanto stabilito dalle Norme Tecniche per le costruzioni (NTC2018)
L'Appaltatore non potrà procedere al getto delle strutture armate prima che esse siano state ispezionate ed approvate dalla Direzione Lavori, salvo diverse disposizioni.
Le barre dovranno essere fissate nella loro posizione finale e legate strettamente con fili di ferro tra loro in modo da formare una gabbia rigida.
Le barre dovranno essere prive di scaglie di ruggine e da residui di pitture, olii, incrostazioni ed altri materiali che ne possono pregiudicare l'aderenza al calcestruzzo.
La saldatura delle barre non è ammessa.
La distanza fra le cassaforme e l'armatura sarà realizzata mediante appositi distanziatori di cemento, materiale plastico o materiali equivalenti non ferrosi.
Lo spessore di ricoprimento dei ferri dovrà essere sempre indicato chiaramente sui disegni Esecutivi e Costruttivi.

18.9.3 FIBRE IN ACCIAIO

Per agevolare l'uniforme distribuzione delle fibre nell'impasto, le stesse dovranno essere confezionate in pacchetti di più fibre affiancate, tra loro unite con speciale collante rapidamente solubile in acqua.
La quantità minima di fibre d'acciaio da impiegare per l'armatura del conglomerato cementizio spruzzato non dovrà essere inferiore a 30 kg per m3 di impasto; le fibre dovranno essere incorporate nel conglomerato già impastato, avendo cura che la loro immissione e l'ulteriore miscelazione nell'impasto avvengano immediatamente prima della posa in opera.

18.9.4 RETE E TRALICCI ELETTROSALDATI

Dovranno essere conformi a quanto stabilito dalle Norme Tecniche per le costruzioni (NTC2018)
Saranno soggetti alle stesse prove previste per le barre ordinarie con in aggiunta la prova di resistenza al distacco offerta dalla saldatura nel nodo.

Saranno accettati di regola ad aderenza migliorata e di produzione qualificata.
Dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- Il materiale sarà conforme alle prescrizioni già riportate
- la rete sarà costituita da fili di acciaio ad alta resistenza (tipo UNI EU 60-80) trafilati a freddo, con resistenza alla trazione di 60 Kg/mmq ed allungamento 8%;
- lo spessore dei singoli fili e la dimensione delle maglie, le quali potranno essere quadrate o rettangolari, saranno corrispondenti ai valori indicati sui disegni di progetto;
- i punti di incrocio delle singole maglie dovranno essere saldati mediante saldatura elettrica;
- la saldatura dovrà avvenire in modo che si stabilisca una continua struttura dei due fili; la penetrazione di un filo nell'altro dovrà essere compresa tra un quarto ed un mezzo del diametro dei fili;
- per la prova della rete, si preleveranno delle barrette ognuna delle quali dovrà contenere almeno un punto di incrocio saldato;
- saranno ammessi scarti, nel diametro dei fili, dell'ordine del ± 3% rispetto alla sezione nominale;
- nelle dimensioni delle maglie saranno tollerati scarti non superiori al ± 5% rispetto alle dimensioni prescritte.

La rete elettrosaldata sarà impiegata per il rinforzo dello spritz-beton, del calcestruzzo gettato in opera e del calcestruzzo prefabbricato.
La rete posata per lo spritz-beton sarà fissata mediante piccole barre opportunamente spaziate e la distanza tra la superficie del terreno e le rete sarà in genere pari a 1/3 dello spessore del calcestruzzo spruzzato; il posizionamento della rete per il calcestruzzo gettato sarà ottenuto mediante opportuni distanziatori o cavallotti sagomati e dovrà essere indicato sui disegni Esecutivi e Costruttivi.
La rete prima della posa dovrà essere priva di ruggine intensa, di vernici, olii, incrostazioni ed altri materiali che ne possono pregiudicare l'aderenza al calcestruzzo.
Ove necessario, i pannelli di rete saranno tagliati per adeguarli alle reali dimensioni delle strutture. Le sovrapposizioni dei pannelli saranno in genere pari a due maglie, ma comunque mai inferiori a una maglia e legate con un giro di filo di ferro ogni 25 cm circa.

18.9.5 RIVESTIMENTO ANTICORROSIONE BARRE ARMATURA

Dalle barre la ruggine sarà preventivamente asportata mediante sabbiatura o spazzolatura.
Verrà applicato a pennello il protettivo anticorrosione tipo Masterseal 300 I o prodotto similare fino a totale ricoprimento delle barre stesse (ca 2mm di spessore).
Per la metodologia di preparazione attenersi alle schede tecniche del prodotto usato.
In ogni caso il rivestimento anticorrosione non verrà applicato a temperature inferiori a 5°C.

18.9.6 ANCORAGGIO BARRE DI RIPRESA

Verranno effettuati fori nel calcestruzzo esistente aventi diametro tale da consentire il riempimento di almeno un centimetro tutto attorno alla barra (quindi con diametro = diametro barra + 2 cm).
I fori saranno saturati d'acqua a rifiuto prima dell'inserimento della boiacca di ancoraggio, che sarà costituita da cemento reoplastico espansivo tipo Macflow o prodotto similare avente comunque le seguenti tassative caratteristiche:

- espansione contrastata secondo UNI 8147 a 24 ore : >0,03%
- fluidità al cono di Masch modificato: iniziale 15 -25 sec
30 min 25-35 sce
- bleeding secondo UNI 8998: assente
- resistenza a compressione: 1 g >20 MPa
7 gg >55 MPa
28 gg >65 MPa
- resistenza a trazione per flessione: 1 g >4 MPa
7 gg >7 Mpa
28 gg >8,5 MPa

- resistenza allo sfilamento delle barre d'acciaio secondo RILEM-CEB-FIP RC6-78:
  7 gg >15 MPa
- il produttore dovrà essere in conformità alle UNI ISO 9001:2000.

18.9.7 MALTE DA INGHISAGGIO

Gli inghisaggi fino a spessori di 5 cm verranno realizzati mediante colaggio di malta reoplastica a ritiro compensato tipo Emaco S55 o prodotto similare avente le seguenti tassative caratteristiche:

- espansione secondo UNI 8147: >0,03% a 1 giorno
- espansione in fase plastica secondo UNI 8996: >0,3%
- adesione al calcestruzzo secondo UNI EN 12615: ≥ 6 MPa
- resistenza allo sfilamento delle barre di acciaio secondo RILEM-CEB_FIP RC6-78:
  ≥30 Mpa
- impermeabilità all'acqua secondo UNI EN 12390/8: penetrazione <5 mm
- resistenza a compressione secondo UNI EN 12190: 1 g >35 MPa
  7 gg >65 MPa
  28 gg >75 Mpa
- resistenza a trazione per flessione secondo UNI EN 196/1: 1 g >6 MPa
  7 gg >8 MPa
  28 gg > Mpa

Gli inghisaggi fino a spessori tra 5 e 10 cm verranno realizzati mediante colaggio di malta reoplastica a ritiro compensato Emaco S33 o prodotto similare avente le seguenti tassative caratteristiche:

- espansione secondo UNI 8147: >0,03% a 1 giorno
- espansione in fase plastica secondo UNI 8996: >0,3%
- adesione al calcestruzzo secondo UNI EN 12615: ≥6 MPa
- resistenza allo sfilamento delle barre di acciaio secondo RILEM-CEB_FIP RC6-78:
  ≥30 Mpa
- impermeabilità all'acqua secondo UNI EN 12390/8: penetrazione <5 mm
- resistenza a compressione secondo UNI EN 12190: 1 g >35 MPa
  7 gg >65 MPa
  28 gg >75 Mpa
- resistenza a trazione per flessione secondo UNI EN 196/1: 1 g >6 MPa
  7 gg >8 MPa
  28 gg > Mpa
- il produttore sarà in conformità alle UNI EN ISO 9001:2000

La preparazione e la messa in opera del prodotto utilizzato saranno conformi a quanto esposto sulla scheda tecnica.

18.10 CALCESTRUZZO

Il calcestruzzo di tipo "impermeabile" (secondo EN 206-1 e norme correlate) avrà le seguenti caratteristiche:

- classe di resistenza alla compressione minima pari alla C25/30
- diametro massimo dell'aggregato di 32 mm.
- rapporto acqua/cemento (o acqua/legante ove previsto) deve essere <0.52 .
- misura della consistenza verrà determinata con :
- abbassamento al cono di Abrams, nella Classe fluida S4 (tra 160 e 210 mm)

- Classe esposizione minima XC2
- Resistenza trazione diretta f ctk <2.60 N/mm²
- contenuto di Cloruri cl. 0.10
- copriferro >35 mm
- verranno impiegati additivi superfluidifiicanti di tipo ritardante o accelerante (si rimanda ai relativi paragrafi per le loro caratteristiche specifiche e per quelle che devono conferire all'impasto) .
- l'impermeabilità del calcestruzzo soddisfa i requisiti della normativa EN 206-1 (EN 12390-8) o DIN 1048 con penetrazione massima consentita ≤ 30 mm

I controlli di qualità devono essere eseguiti da laboratori ufficiali ai sensi della norma EN 206-1.

18.11 DISPOSITIVI PARTICOLARI

Profili iniettabili
Indicato per la realizzazione dei giunti di lavoro e l'impermeabilizzazione degli stessi, è costituito da:

- un canale a U in HDPE di dimensioni larghezza 30mm, altezza 20 mm per il trasporto delle resine d'iniezione,
- strato intermedio flessibile in poliestere espanso di altezza variabile.

Il canale di iniezione, con lo strato intermedio, deve essere posato direttamente sui fondi cementiti puliti, rimuovendo preventivamente parti in plastica o metalliche provenienti da casserature o altro; il montaggio avviene per mezzo di spine a percussione attraverso fori spinati già praticati; in fase di montaggio l'espanso di opportuna altezza si adatta alla irregolarità del fondo, in modo da escludere sottoinfiltrazioni
La posa avviene fra l'armatura interna ed esterna nelle pareti, e nelle solette a contatto con terreno; il rivestimento pulito dei canali rappresenta una condizione necessaria per i successivi interventi di iniezione
La successiva iniezione elastica con resina acrilica a due componenti è eseguita per mezzo di impianto ad alta pressione, regolabile in modo continuo fino a 300 bar, permettendo di raggiungere la pressione adatta alle problematiche e al tipo di struttura.
Profili iniettabili per fessurazione programmata
Indicato per la formazione mirata di fessure e l'impermeabilizzazione delle stesse, è costituito da:

- un profilo in HDPE di dimensioni larghezza min 200 mm, altezza 30 mm con canale a U intermedio per il trasporto delle resine d'iniezione
- strato intermedio flessibile in poliestere espanso di altezza variabile.

La larghezza dell'elemento dovendo essere sempre pari ad almeno 2/3 dello spessore della parte strutturale, deve essere prevista la possibilità di allargare il profilo base a secondo delle circostanze.
Il profilo viene fissato mediante apposite staffe di sostegno nella posizione desiderata tra le armature, cioè posto a contatto con l'armatura almeno dal lato da cui viene poi effettuata l'iniezione; per ottenere un giunto diritto e chiaro sul lato visibile, all'interno dell'armatura è possibile inserire anche un listello triangolare.
La successiva iniezione elastica con resina acrilica a due componenti è eseguita per mezzo di impianto ad alta pressione, regolabile in modo continuo fino a 300 bar, permettendo di raggiungere la pressione adatta alle problematiche e al tipo di struttura.
Manicotto iniettabile
È un profilo iniettabile flessibile in poliestere espanso, indicato per elementi passanti singoli nel calcestruzzo: tubi, pozzetti, tubi fodera, tiranti ecc.., oppure per gruppi di elementi passanti(fasci tuberi), impiegabile indipendentemente dalla geometria degli elementi strutturali.
In presenza di elementi strutturali con spessori ridotti il manicotto viene montato al centro dell'elemento strutturale, altrimenti viene spostato ad una profondità di circa 20 cm dalla parte in cui successivamente avviene l'iniezione.
La successiva iniezione elastica con resina acrilica a due componenti deve avvenire a minore pressione possibile
Nastri per impermeabilizzazione buchi passanti per ancoraggio casseri
L'impermeabilizzazione è ottenuta con tappo flup e posa di nastro 10x10cm a base di Hypalon incollato con resina epossidica.

18.12 RESINA PER INIEZIONE IMPERMEABILIZZANTE

Il materiale flessibile bicomponente per le iniezioni è a base di resine acriliche modificate che deve rispondere ai seguenti requisiti:

- a contatto con l'acqua, capacità di rigonfiamento costante del 15% reattivo e reversibile

- non deve implicare alcun intervento migliorativo dell'adesione lungo i fianchi delle fessure o giunti (residui oleosi devono avere scarsa influenza) :
- ph>9 per proteggere i ferri di armatura e rendere impermeabile tutta la costruzione
- viscosità a 20ºC <13 m Pas
- elevata resistenza al gelo
- adatta a contatto con acque potabili
- consumo previsto in condizioni normali : 1litro /m

18.13 PRESTAZIONI DELLA SOCIETA' ESECUTRICE LA IMPERMEABILIZZAZIONE

- pianificazione del sistema di impermeabilizzazione comprensivo dei dettagli costruttivi e dei dispositivi particolari, compresa la redazione della documentazione di pre-qualifica del calcestruzzo e il suo mix-design.
- in fase di preparazione dei piani esecutivi e lista ferri del calcestruzzo, consulenza in merito ai requisiti previsti dal sistema, compresi la predisposizione dei dispositivi particolari e dell'eventuale armatura aggiuntiva di sostegno, nonché la verifica di idoneità dell'armatura antiritiro
- verifica di tutti i dati di armatura antiritiro durante l'esecuzione dell'opera interrata in relazione agli effetti rilevanti ai fini dell'impermeabilizzazione, con eventuale adattamento degli stessi in base ai piani già concordati
- controllo messa in opera di tutte i dispositivi necessari ai fini dell'impermeabilizzazione, dei punti deboli quali ad esempio elementi per giunti di betonaggio, elementi passanti, elementi per fessurazione predisposta e per casseri di testata, punti di giunzione ecc.
- in fase di costruzione, controlli sul calcestruzzo fresco (rapporto acqua/cemento, e prelievo dei campioni per l'analisi di laboratorio di consistenza, massa volumica e contenuto d' aria)
- in fase di costruzione controllo sulla confezione di provini per le analisi in laboratorio su calcestruzzo indurito (prova di impermeabilià profondità d'intiltrazione EN 206/1, resistenza alla trazione indiretta, resistenza a compressione)
- collaborazione per l'organizzazione del cantiere ai fini della posa del calcestruzzo soprattutto in presenza di impianto di drenaggio, in modo da evitare getti di calcestruzzo in presenza di acqua sorgiva e affluente (dilavamento del calcestruzzo fresco) e stabilire i tempi di spegnimento dell'impianto di drenaggio
- nell'imminenza del getto di calcestruzzo, acquisizione di indicazioni precise relative a ora, volume di getto e riferimenti alla parte d'opera
- impermeabilizzazione durevole di eventuali fessure di ritiro endogeno e di altre mancanze di tenuta del sistema (esclusi nidi di ghiaia, giunti di ripresa accidentali, danni dovuti a cause di forza maggiore)
- Controllo della qualità dei lavori di impermeabilizzazione e relativi protocolli (certificazione ISO 2001).

18.14 MODALITA' ESECUTIVE

Dei disegni costruttivi con indicazione di casseri, armature, tracciamento e tipo di canalizzazioni con l'indicazione degli impianti e dei sistemi di ancoraggio devono essere inviati:

- 1 esemplare alla società esecutrice della impermeabilizzazione per accettazione prima dell'esecuzione, in modo da rendere operante la garanzia
- 1 esemplare timbrato e firmato al committente per approvazione

Per evitare delle fessure dovute a cedimenti o restringimenti differenziali in corrispondenza di manufatti posti su diverso piano di fondazione interporre un pannello isolante o sabbia sul piano di fondazione
Per evitare lesioni alla soletta di fondo, posare sopra il magrone di fondazione due strati di polietilene. In presenza di roccia, interporre un pannello isolante; per pareti gettate contro diaframmi interporre pannello drenante tipo Deltadrain o Terradrain G20 TRT o simile
Disporre le armature in modo da consentire una vibrazione controllata; distanziatori, rispettivamente leganti casseri tipo Rachal, non sono ammessi.

L'impermeabilizzazione di tutti i punti sensibili quali elementi passanti quali tubi, pozzi, ancoraggi, travi, giunti di ripresa di dilatazione e di fessurazione come pure i fori nei casseri sono da concordare preventivamente con la società di impermeabilizzazione
Evitare assolutamente tubi elettrici, idraulici e/o condotte immersi nel calcestruzzo; evitare sui muri perimetrali di usare scatole metalliche o reti metalliche per ferri di ripresa (giunti di lavoro)
I distanziatori dei casseri devono essere rialzati di almeno 30mm dal livello superiore soletta, evitando quelli in legno
Sigillare i punti di appoggio delle casserature con nastri impermeabili per evitare fuoriuscite di malta che possano causare la formazione di nidi di ghiaia.
Ridurre al minimo l'altezza di caduta del calcestruzzo fresco per evitare la separazione dei suoi componenti (altezza massima 2.50), per altezze superiori prevedere l'uso di una prolunga adeguata.
La chiusura delle scatole di passaggio sarà eseguita con calcestruzzo impermeabile a carico dell'impresa.
Vibrare a regola d'arte il calcestruzzo per diminuire il rischio di formazione di nidi di ghiaia e assicurare la stabilità delle casserature: numero adeguato di vibratori e vibratore di riserva.
È strettamente vietato aggiungere acqua nelle autobetoniere o nel calcestruzzo in fornitura. Aggiunte in tal senso potranno essere autorizzate solo da Tecnici dei Laboratori di Controllo della Qualità.
Per la protezione contro un rapido raffreddamento ed essiccamento fare riferimento alle Norme EN 206-1.

18.15 PRESTAZIONI DI GARANZIA

Il pianificatore dell'impermeabilizzazione, il fornitore, l'impresa esecutrice dei lavori di impermeabilizzazione costituiscono un'unica entità e quali responsabili in solido devono fornire garanzia decennale di impermeabilità di tutte le superfici in calcestruzzo a contatto con l'acqua di falda e/o interrate nell'ambito norma EN 272

18.16 STRUTTURA IN ACCIAIO

18.16.1 ACCIAI STRUTTURALI NON LEGATI IN CONFORMITA' ALLE NORME EUROPEE

Norma Standard Norma	Calidades Grades Tipi	Límite elástico mínimo R_{eH} Minimum yield strength R_{eH} Limite elastico minimo R_{eH} MPa						Resistencia a la tracción R_m Tensile strength R_m Resistenza alla trazione R_m MPa		Alargamiento mínimo A Minimum elongation A Allungamento minimo A $L_0 = 5{,}65 \cdot \sqrt{S_0}$ %				Ensayo de flexión por choque Notch impact test Prova di resilienza	
		Espesor nominal (mm) Nominal thickness (mm) Spessore nominale (mm)						Espesor nominal (mm) Nominal thickness (mm) Spessore nominale (mm)		Espesor nominal (mm) Nominal thickness (mm) Spessore nominale (mm)				Temperatura Temperature Temperatura	Energía mín. absorbida Min. absorbed energy Energia min. assorbita
		≤16	>16 ≤40	>40 ≤63	>63 ≤80	>80 ≤100	>100 ≤125	>3 ≤ 100	>100 ≤125	>3 ≤40	>40 ≤63	>63 ≤ 100	>100 ≤125	°C	J
EN 10025-2: 2004	S235JR													+ 20	27
	S235J0	235	225	215			195	360-510	350-500	26	25	24	22	0	27
	S235J2*													-20	27
	S275JR													+ 20	27
	S275J0	275	265	255	245	235	225	410-560	400-540	23	22	21	19	0	27
	S275J2*													-20	27
	S355JR													+ 20	27
	S355J0	355	345	335	325	315	295	470-630	450-600	22	21	20	18	0	27
	S355J2													-20	27
	S355K2													-20	40
	S450J0	450	430	410	390	380	380	550-720	530-700	17				0	27
	E295*	295	285	275	265	255	245	470-610	450-610	20	19	18	16		
	E335*	335	325	315	305	295	275	570-710	550-710	16	15	14	12		
	E360*	360	355	345	335	325	305	670-830	650-830	11	10	9	8		

Elementi strutturali in acciaio

L'Appaltatore dovrà comunicare per iscritto al Direttore dei Lavori, prima dell'approvvigionamento, la provenienza dei materiali, in modo da consentire i controlli, anche nell'officina di lavorazione, secondo quanto prescritto dal D.M. 2018, dalle norme U.N.I. e da altre norme eventualmente interessanti i materiali di progetto.
Il Direttore dei Lavori si riserva il diritto di far eseguire un premontaggio in officina per quelle strutture o parti di esse che riterrà opportuno, procedendo all'accettazione provvisoria dei materiali entro 10 giorni dalla comunicazione dell'Appaltatore di ultimazione di vari elementi.
Prima del collaudo finale l'Appaltatore dovrà presentare una relazione che accerti i controlli effettuati in corso d'opera sulle saldature e relative modalità e strumentazioni.
Durante le varie fasi, dal carico al trasporto, scarico, deposito, sollevamento e montaggio, si dovrà avere la massima cura affinché non vengano superati i valori di sollecitazione, sia generali, sia locali, indotti dalle varie operazioni rispetto a quelli verificati nel progetto per ciascuna singola fase, ad evitare deformazioni che possano complicare le operazioni finali di messa in opera.
Particolari cautele saranno attuate ad evitare effetti deformativi dovuti al contatto delle funi e apparecchi di sollevamento. Le controfrecce da applicare alle strutture a travata andranno eseguite secondo le tolleranze di progetto.
I fori che risultino disassati andranno alesati, e qualora il diametro del foro risulti superiore anche alla tolleranza di cui al D.M. 27/07/1985, si avrà cura di impiegare un bullone di diametro superiore. Nei collegamenti in cui l'attrito contribuisce alla resistenza di calcolo dell'elemento strutturale si prescrive la sabbiatura a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione. Nelle unioni bullonate l'Appaltatore effettuerà un controllo di serraggio sul 10% del numero dei bulloni alla presenza del Direttore dei Lavori.

18.16.2 VERNICIATURE DI PROTEZIONE DALLA CORROSIONE

Tutte le strutture in acciaio andranno protette contro la corrosione mediante un ciclo di verniciatura, previa spazzolatura meccanica o sabbiatura di tutte le superfici, fino ad eliminazione di tutte le parti ossidate. Un ciclo di verniciatura sarà costituito da un minimo di tre strati di prodotti vernicianti mono o bicomponenti indurenti per filmazione chimica e filmazione fisica.

18.16.3 VERNICIATURE DI VERNICE INTUMESCENTE SU STRUTTURE IN ACCIAIO

Fornitura e posa in opera di vernice intumescente a solvente o a base acqua per protezione dal fuoco di strutture in acciaio, nuove o vecchie, zincate o non zincate.

Il trattamento antincendio dovrà essere eseguito mediante applicazione a spruzzo, a pennello, a rullo o con pompa airless, dato in opera a qualsiasi altezza, sia in verticale che in orizzontale e/o con qualsiasi inclinazione.
Prima di procedere all'applicazione del rivestimento intumescente, il supporto dovrà essere accuratamente pulito al fine di eliminare tracce di unto o grasso.
La preparazione preventiva delle strutture varierà a seconda del tipo di supporto da trattare e, più precisamente:
- Le strutture in acciaio nuove o vecchie non zincate dovranno essere preventivamente sabbiate con grado SA 2 + 1/2 (metallo quasi bianco) e protette con mano di fondo anticorrosivo adeguato
- Le strutture in acciaio nuove o vecchie zincate, andranno preventivamente trattate con mano di primer in qualità di promotore d'adesione con la vernice intumescente.
La determinazione dei quantitativi di vernice intumescente da applicare sui vari elementi in acciaio da proteggere sarà determinato in funzione di:
a. della classe dì resistenza al fuoco prevista (R 30)
b. del fattore di sezione dei singoli profili che compongono la membratura strutturale da proteggere
c. delle reali condizioni di carico
d. del tipo di esposizione al fuoco dei singoli elementi strutturali (pilastro, trave, ecc.) .
e. del tipo di incendio previsto dalla norma UNI 9503 (2007) in attesa dell'emanazione delle appendici nazionali degli Eurocodici.
La qualificazione dei protettivi e i criteri di dimensionamento dovranno essere conformi con quanto previsto dalle NTC08, secondo le modalità previste dalla ENV 13381-4 e suoi aggiornamenti.
La certificazione di resistenza al fuoco (progetto antincendio,certificazione sperimentale,corretta applicazione,corrispondenza in opera) sarà rilasciata da professionista abilitato in conformità con quanto previsto DM 4 maggio 1998 e dalla Lettera Circolare Min.Interno del 24 aprile 2008 riguardante la nuova modulistica per la presentazione del C.P.I da parte del Professionista incaricato iscritto agli albi previsti dalla legge 818 del 1984.

1-Verifiche

Queste verifiche riguardano sia la fornitura nel suo complesso sia le singole parti che la costituiscono indicate in contratto.
La Committente avrà il diritto di seguire lo svolgimento delle fasi di fornitura oggetto dell'ordine e di verificare la rispondenza della stessa alle prescrizioni dell'ordine, alle specifiche ed alle schede tecniche del prodotto.
In qualsiasi momento, la Committente può prelevare campioni dei prodotti impiegati per sottoporli alle prove ed esami che ritiene opportuni; il tutto a spese dell'Appaltatore.
Nello specifico si fa riferimento alla prova per verificare il meccanismo e la qualità dell'intumescenza del prodotto fornito e in cantiere (vedi capitolo 7)
Verifica che gli spessori del materiale applicato siano conformi a quanto calcolato per garantire la protezione al fuoco richiesta – Vedi norma specifica per le vernici intumescenti per la misurazione e verifica del prodotto applicato UNI 10898-1

3-Documenti di certificazione

L'Appaltatore ha l'obbligo di consegnare e fornire alla D.L.:
-Certificazione di qualità dell'Azienda Produttrice con schede tecniche dei materiali impiegati nella fornitura, comprensiva delle modalità di posa, uso e manutenzione necessaria;
- Certificazione della qualifica dei posatori;
- Certificazioni dei materiali e della corretta posa in opera ai fini della richiesta di rilascio Certificato Prevenzione Incendi;
-Produrre le campionature di posa in opera richieste dalla Direzione Lavori e mantenere in cantiere un proprio rappresentante con potere decisionale operativo a guida della squadra di lavoro;

18.16.4**FIBRE DI ACCIAIO PER CONGLOMERATI CMEENTIZI**

Le fibre saranno ottenute per trafilatura d'acciaio a basso contenuto di carbonio e sagomando gli elementi in modo da aumentare la resistenza allo sfilamento dalla matrice cementizia.
Il processo seguiti per la produzione delle fibre dovrà possedere la certificazione secondo gli standard UNI EN ISO 9001:2008.
Le fibre metalliche saranno zincate e rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- lunghezza 20÷60 mm
- diametro 0,5÷0,7 mm
- uncinatura alle estremità
- resistenza alla trazione >1000 N/mm²
- allungamento a rottura ≥ 1% min.

Le fibre dovranno essere confezionate in "placchette" con una sostanza solubile nell'acqua dell'impasto, in modo tale da assicurare una loro distribuzione uniforme nel calcestruzzo.

18.16.5BARRE, PROFILATI, TUBI, LAMIERE, BULLONI

I materiali ferrosi da impiegarsi per le opere varie di carpenteria, dovranno essere esenti da scorie, soffiature, brecciature o da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura o simili.
La realizzazione di strutture metalliche dovrà avvenire in conformità alle norme UNI EN 10025, UNI EN 10210, UNI EN 10219 rispettivamente per prodotti laminati, tubi senza saldatura e tubi saldati e comunque seguendo le prescrizioni contenute all'interno del D.M. 2018.
Per quanto concerne le modalità di fornitura in cantiere, gli acciai da carpenteria dovranno essere accompagnati dalla documentazione già indicata in relazione agli acciai per calcestruzzo armato. Sarà facoltà del D.L. rifiutare la fornitura in assenza di tutta la documentazione richiesta dalle vigenti normative.
Gli acciai da sottoporre a saldatura, oltre al rispetto delle normative sopra citate e rfierite agli acciai in generale, devono presentare una composizione chimica adeguata. Le eventuali operazioni di saldatura degli elementi dovranno essere eseguite in conformità alle indicazioni contenute al paragrafo 11.3.4.5 del D.M. 2018 e secondo i procedimenti codificari all'interno della norma UNI EN ISO 4063.
Le barre ed i profili normali, le lamiere sia piane che striate di qualsiasi forma, dimensione e spessore, dovranno essere di qualità S235-275-355 e conformi alla UNI EN 10025.
I tubi correnti saranno del tipo non legato e di qualità S235.
I tubi per micropali e per il rinforzo di colonne formate con getti di iniezione, saranno del tipo S355 senza saldatura. I manicotti di giunzione saranno ad alta resistenza e di lunghezza adeguata.
I profili IPE ed HE saranno di qualità S235-275-355 e conformi alla UNI EN 10025.
Le centine oltre che reticolari potranno essere costituite da profilati "T" ad ali larghe aventi un profilo HE conforme alla UNI EN 10025
I bulloni da utilizzarsi perla realizzazione dei collegamenti fra gli elementi strutturali in acciaio devono presentare caratteristiche dimensionali conformi alle prescrizioni contenute all'interno della norma UNI EN ISO 4016 e appartenere alle classi individuate dalla norma UNI EN ISO 898-1. Per le caratteristiche tecniche e dimensionali si faccia riferimento agli elaborati progettuali.
Eventuali altri materiali ferrosi dovranno corrispondere alle caratteristiche di qualità e di lavorazione precisate in progetto, o stabilite di volta in volta da MM.
La zincatura di manufatti in ferro, laddove stabilito da MM, dovrà essere conforme alle norme UNI 10240:1999 UNI EN 10346:2009 La quantità di zinco non sarà inferiore a 400 g/m² di superficie realmente coperta.
I controlli di accettazione dei prodotti sopra citati in cantiere dovranno essere svolti dalla D.L. in conformità alle indicazioni contenute all'interno del D.M. 2018. Qualora la fornitura dovesse provenire da un Centro di Trasformazione, è facoltà del D.L., previo l'accertamento che il Centro di Trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti stabiliti dal D.M. 2018, svolgere i controlli direttamente presso il Centro di Trasformazione stesso, secondo le modalità definite all'interno della stessa normativa.

18.16.6LAMIERE GRECATE

Le lamiere grecate per la formazione di solai saranno costituite da acciaio zincato tipo S280 GD definito dalla norma UNI EN 10147 ed equivalente, per le prestazioni meccaniche al tipo Fe 360 prescritto dalla norma UNI-CNR 10022
Le lamiere grecate hi-bond presentano impronte capaci di ancorare il getto di conglomerato cementizio, impedendo sia lo scorrimento longitudinale che il distacco verticale.
Le lamiere saranno ottenute mediante piegato a freddo per ottenere le nervature e le impronte che garantiscono la collaborazione con il calcestruzzo.
Sono ammissibili tolleranze di +/- 1,5 mm sull'altezza della lamiera, +/- 0,5 mm sulla larghezza, per le tolleranze sugli spessori si fa riferimento alla UNI EN 10143

18.16.7LAMIERE IN ACCIAIO ZINCATE

Saranno definite, come da norme UNI, in lamiere di spessore maggiore od uguale a 3 mm e lamiere di spessore inferiore a 3 mm.
Saranno fornite in vari modi (profilati, fogli e rotoli) ed avranno come base lamiera Fe KP GZ UNI 5753-84; le qualità e le tolleranze saranno definite dalle norme UNI 5753-84 per i vari tipi di lamiere e per i tipi di zincatura.
Dopo le operazioni di profilatura, verniciatura e finitura, le lamiere da impiegare non dovranno presentare imperfezioni, difetti o fenomeni di deperimento di alcun tipo.

18.16.8LAMIERE IN ACCIAIO ZINCATE PREVERNICIATE

Saranno ottenute con vari processi di lavorazione e finiture a base di vari tipi di resine, in ogni caso lo spessore dello strato di prodotto verniciante dovrà essere di almeno 30 micron, per la faccia esposta, e di 10 micron per l'altra (che potrà anche essere trattata diversamente).

18.17 PROVE DI CARICO E DI COLLAUDO STATICO

Prima di sottoporre le strutture in acciaio alle prove di carico, dopo la loro ultimazione in opera e, di regola, prima che siano applicate le ultime mani di vernice, verrà eseguita da parte della Direzione dei Lavori un'accurata visita preliminare di tutte le membrature per constatare che le strutture siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte ed a tutte le prescrizioni di contratto.
Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico ed al collaudo statico delle strutture, operazioni che verranno condotte, a cura e spese dell'Impresa, in conformità a quanto stabilito dal DM2018.

ART. 19 TRATTAMENTI SUPERFICIALE DI OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

19.1 RIVESTIMENTO EPOSSIDICO ANTISDRUCCIOLO PER AMBIENTI INTERNI

19.1.1 MATERIALI

Verniciatura bicomponente a base di resine epossidiche in emulsione acquosa, inodore, del tutto privo di solventi organici, da applicare su pavimenti, gradini in calcestruzzo a formare un rivestimento protettivo antiusura, impermeabile, facile da pulire, permeabile al vapore, prodotto “Mastertop 1110 “o similare avente le seguenti caratteristiche (spessore a secco di 90 micron):

- Adesione al calcestruzzo, DIN ISO 4624: >1,5 MPa
- Resistenza all’abrasione ASTM D4060, (mola CS10 carico 1000 g, 1000 cicli): <150 mg
- Fattore di resistenza µ al vapore d'acqua DIN 52615: 20000
- Resistenza alla temperatura all’aria: da -20 a +80 °C
- Resistenza chimica a 7 gg a 20°C: ottima a sali disgelanti, oli e combustibili

19.1.2 MODALITA’ APPLICATIVE

- preparazione del supporto con idoneo trattamento (abrasivazione, idrosabbiatura, ecc.) atto ad eliminare qualsiasi traccia di sporco, liquami, ecc. che abbiano imbibito il calcestruzzo originario
- applicazione della prima mano di rivestimento epossidico Mastertop 1110 o similare a rullo o pennello (il supporto deve essere saturato con acqua eliminando quella in eccesso)
- dopo 24 ore applicazione della seconda mano sulla quale, ancora umida, verrà steso inerte sintetico prodotto “Mastertop Filler Antiskid” o similare fino al grado di irruvidimento desiderato (dosaggio massimo del 6% sul peso della resina; ottimale il 3%
- il giorno successivo o comunque a maturazione avvenuta, verrà asportato l'inerte in esubero sulla superficie (per es. mediante scopa di saggina).

ART. 20 OPERE IN CARPENTERIA METALLICA

20.1 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Le strutture in acciaio dovranno uniformarsi alla normativa vigente al momento della loro esecuzione.
Dovranno in particolare osservare le seguenti norme e leggi:
D.M. 17.1.2018 "Norme tecniche per le costruzioni".
Legge 5 novembre 1971 n° 1086 “Norma per la discipl ina delle opere in conglomerato cementizio armato, precompresso e per le strutture metalliche”;
Norme UNI ed UNI-EN in generale; in particolare si considerano le norme:
UNI ENV 1991–1 Ottobre 1996 “ Eurocodice 1 – Basi di calcolo ed azioni sulle strutture - parte. 1 Basi di calcolo”

UNI ENV 1991-2-1 Ottobre 1996 "Eurocodice 1– Basi di calcolo ed azioni sulle strutture – parte. 2-1 Azioni sulle strutture – Massa volumica, pesi propri e carichi imposti"
UNI ENV 1991-2-2 Aprile 1997 – "Eurocodice 1– Basi di calcolo ed azioni sulle strutture – parte. 2-2 Azioni sulle strutture – Azioni sulle strutture esposte al fuoco "
UNI ENV 1991-2-3 Ottobre 1996 "Eurocodice 1 –Basi di calcolo ed azioni sulle strutture – parte. 2-3 Azioni sulle strutture – Carichi da neve"
UNI ENV 1991-2-4 Marzo 1997 – "Eurocodice 1 Basi di calcolo ed azioni sulle strutture – parte. 2-4 Azioni sulle strutture – Azioni del vento"
ENV 1991-2-5 – "Eurocode 1 Basis of design and actions on structures – part. 2-5 actions on structures – thermal action"
UNI ENV 1992-1-1 Gennaio 1993 – "Eurocodice 2 Progettazione delle strutture di calcestruzzo – part 1-1 Regole generali e regole per edifici"
UNI ENV 1993-1-1 Giugno 1994 – "Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture in acciaio – parte. 1-1 Regole generali e regole per edifici"
UNI ENV 1994-1-1 Febbraio 1995 – "Eurocodice 4 – Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo – parte. 1-1 Regole generali e regole per edifici"
UNI ENV 1997-1 Aprile 1997 – "Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte. 1 Regole generali".
CNR 10011/85 Costruzioni in acciaio Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione e la manutenzione
CNR 10012/85 Ipotesi di carico sulle costruzioni
CNR 10018/85 Apparecchi di appoggio di gomma e PTFE nelle costruzioni: istruzioni per il calcolo e l'impiego
UNI EN 10025
UNI EN 10210
UNI EN 10219-1
UNI EN ISO 377:1999
UNI 552:1986
EN 10002-1:2004
UNI EN 10045-1:1992
UNI EN ISO 4063:2001
UNI EN 287-1:2004
UNI EN 1418:1999
UNI EN ISO 15614-1:2005
UNI EN ISO 14555:2001
UNI EN 1011:2005
UNI EN ISO 9692-1:2005
EN ISO 3834:2006
UNI EN 14399-1
Nel caso in cui i riferimenti citati siano insufficienti deve essere fatto riferimento ad appropriate normative concordate tra D.L. progettisti e costruttore.

20.2 GENERALITA' E QUALITA' MATERIALI

Gli acciai impiegati saranno del tipo **S275** per le carpenterie metalliche. É ammesso l'uso di altri tipi di acciai di uguali o più elevate caratteristiche meccaniche e comunque rispondenti ai requisiti delle norme Eurocodice 3 e UNI EN 10025 EN 10210 EN 10219. I materiali oltre che essere costruiti con acciai di qualità previsti dalla Norma Uni EN 10025 devono essere esenti da soffiature, scorie di laminazione o altri difetti. I materiali devono essere inoltre adatti agli usuali processi di costruzione, incluso le lavorazioni a caldo e a freddo. Tutti i materiali devono essere esenti da olio, grasso vernice ed adatti alla zincatura a caldo dopo la lavorazione. Le qualità degli acciai da impiegare devono corrispondere a quelle indicate sui disegni esecutivi. Per le piastre saldate deve essere utilizzato acciaio **S275** se non altrimenti specificato. Per tutti gli acciai diversi dalle qualità **S275** devono essere specificati i valori di resilienza. L'acciaio grezzo deve essere opportunamente colorato ed immagazzinato in modo da garantire la possibilità di identificazione delle diverse qualità. Tutti i profilati laminati devono essere in accordo alla Norme UNI EN 10025. I certificati delle prove meccaniche devono essere resi disponibili e, quando richiesto, corredati con i valori della resilienza dichiarata dal Produttore.
L'acciaio non può essere avviato in costruzione prima che i certificati di cui in precedenza non siano stati controllati secondo le rispettive specifiche di appartenenza. Nell'eventualità che i certificati suddetti non siano ottenibili, il Fornitore deve provvedere in proprio all'esecuzione delle prove meccaniche sui materiali. Una copia di tutti i certificati, deve essere trasmessa alla Direzione

Lavori. Le giunzioni tra profilati oppure il collegamento tra questi e la struttura in cemento armato dovranno essere realizzati con dimensioni e forma come desumibile dagli elaborati grafici salvo diversa specifica indicazione della DIREZIONE LAVORI: I bulloni o brugole, salvo diversamente specificato, devono essere in accordo alle prescrizioni delle norme UNI EN ISO 4016:2002 e UNI 5592:1968. Le designazioni e classi di resistenza, lunghezze delle filettature, ecc. devono essere specificate sui disegni d'officina e sulle distinte dei materiali. Le quantità dei bulloni, salvo diversamente specificato, devono includere la scorta nella misura del 3% per ogni diametro e lunghezza. I certificati delle prove meccaniche di tutti i tipi di bulloni devono essere resi disponibili alla Direzione Lavori. I materiali impiegati nella costruzione di strutture in acciaio dovranno essere "qualificati", la marcatura dovrà risultare leggibile ed il produttore dovrà accompagnare la fornitura con l' attestato di controllo e la dichiarazione che il prodotto è qualificato.
Prima dell' approvvigionamento dei materiali da impiegare l' Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori, in copia riproducibile i disegni costruttivi di officina delle strutture, nei quali dovranno essere completamente definiti tutti i dettagli di lavorazione, ed in particolare:

- i diametri e la disposizione dei chiodi e dei bulloni, nonché dei fori relativi;
- le coppie di serraggio dei bulloni ad alta resistenza;
- le classi di qualità delle saldature;
- il progetto e le tecnologie di esecuzione delle saldature, e specificatamente:le dimensioni dei cordoni, le caratteristiche dei procedimenti, le qualità degli elettrodi;

Sui disegni costruttivi di officina dovranno essere inoltre riportate le distinte dei materiali, nelle quali sarà specificato numero, qualità, tipo di lavorazione, grado di finitura, dimensioni e peso teorico di ciascun elemento costituente la struttura. L' Impresa dovrà inoltre far conoscere per iscritto, prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare, la loro provenienza con riferimento alle distinte di cui sopra.
È facoltà della Direzione Lavori di sottoporre il progetto e le tecnologie di esecuzione delle saldature alla consulenza dell' Istituto Italiano della Saldatura, o di altro Ente di sua fiducia. La Direzione Lavori stabilirà il tipo e l' estensione dei controlli da eseguire sulle saldature, sia in corso d' opera che ad opera finita, in conformità a quanto stabilito dalle norme in vigore, e tenendo conto delle eventuali raccomandazioni dell' Ente di consulenza. Consulenza e controlli saranno eseguiti dagli Istituti indicati dalla Direzione Lavori; i relativi oneri saranno a carico dell'Impresa. Il taglio dei materiali con spessori fino ed incluso quelli sotto indicati, possono essere indifferentemente tranciati, tagliati a fiamma o segati a freddo:
S235 20 mm
S275 18 mm
S355 16 mm
I materiali di spessore superiore debbono essere tagliati con macchina ossi-taglio (il taglio manuale con cannello non è accettabile) oppure segati a freddo. Quando i materiali sono tranciati il bordo finito deve essere esente da strappi, sbavature, dentellature e distorsioni. Il taglio a fiamma dell'acciaio ad alta resistenza deve essere proceduto da un leggero preriscaldo in un'area nell'intorno della linea di taglio deve essere ridotta rispetto a quella normalmente usata per gli acciai di media resistenza e di spessore corrispondente. Precauzioni devono essere adottate al fine di evitare il taglio a fiamma di materiali in stato di tensione ed i particolare negli acciai ad alta resistenza. I bordi tagliati devono essere leggermente rifiniti dopo il taglio al fine di eliminare dentellature, bruciature, ecc.
Le forature e punzonature dei materiali con spessori fino ed incluso quelli sotto indicati, possono essere punzonati al diametro finale o forati:
S235 18 mm
S275 16 mm
S355 14 mm
I materiali di spessore superiore devono essere forati al diametro finale o punzonati con un diametro inferiore di 3 mm ed alesati successivamente al diametro finale. Le sopracitate limitazioni sono relative ai materiali punzonati mediante processi meccanici; nel caso di utilizzo di macchine idrauliche, le succitate limitazioni possono essere superate secondo modalità da concordarsi con la D.L. Nessun foro può essere punzonato quando gli spessori dei materiali sono superiori al diametro finale del foro. I fori finiti devono essere precisi nella forma ed esenti da strappi, sbavature e deformazioni.
L'otturazione mediante saldature di fori eseguiti in errata posizione non è permessa senza l'autorizzazione della direzione lavori. Nei casi in cui l'autorizzazione è preventivamente concessa il nuovo foro deve essere eseguito al trapano indipendentemente dallo spessore e dalla qualità del materiale, se attraversa o passa adiacente all'area di saldatura del foro precedente.
Presso - piegatura
Tutte le pieghe superiori a 5° sugli acciai ad alta resistenza devono essere eseguite a caldo e con una temperatura compresa fra 850° C e 1000° C. Idonei strumenti devono essere previsti per il controllo delle temperature (es. termometro a contatto o pirometro). Le pieghe sulle piastre in acciaio a media resistenza fino a 10 mm di spessore possono essere eseguite a freddo sino ad un angolo massimo di 175/100 (60°). Le pieghe, aperture e chiusure delle ali sugli angolari possono essere eseguite a freddo sino ad un angolo massimo di 60/100 (30°).

Comunque, in entrambi i casi sopramenzionati l'officina dovrà prendere le adeguate precauzioni per evitare il rischio del successivo infrangilimento dovuto alla zincatura a caldo. Le pieghe devono essere di uniforme sezione ed esenti da danneggiamenti superficiali dovuti alle incisioni delle attrezzature utilizzate sulle presse. La formazione di pieghe col metodo "tagli e saldatura" su particolari che non presentino la caratteristica funzionale di rompitratta, non è permessa senza la preventiva approvazione della Direzione Lavori.

20.3 COLLAUDO TECNOLOGICO DEI MATERIALI

Ogni volta che le partite di materiale metallico perverranno agli stabilimenti per la successiva lavorazione, l'impresa darà comunicazione alla Direzione dei Lavori specificando, per ciascuna colata, la distinta dei pezzi ed il relativo peso, la ferriera di provenienza, la destinazione costruttiva, i risultati dei collaudi interni.
La Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di prelevare campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta ogni volta che lo ritenga opportuno.
Le prove e le modalità di esecuzione saranno in conformità a quanto stabilito dalle Norme Tecniche per le costruzioni (NTC2018) sopracitato.

20.4 LAVORAZIONE

I tagli saranno effettuati con utensili che permettano collegamenti precisi e con angolazioni corrette. I tagli eseguiti alla fiamma di profilati, tubi e lamiere da saldare di testa, dovranno essere ripassati con la mola.
Le superfici degli elementi in getto dovranno essere esenti da spruzzi, scorie di saldature, bave di lavorazione, ecc.
I lembi destinati ad essere saldati in cantiere dovranno essere protetti con inibitori antiruggine ed anticorrosione. Tali prodotti dovranno essere applicati in officina ed essere tali da non costituire un ostacolo per una corretta saldatura.

20.5 UNIONI BULLONATE

Il Progetto Esecutivo è stato studiato in modo da ottimizzare il tipo e quantità di giunti da assemblare in opera; tutti i giunti da assemblare in opera sono di tipo bullonato, realizzato mediante impiego esclusivo di **bulloni ad alta resistenza di classe 10.9** e **dadi classe 10** secondo le definizioni del D.M. 17.01.2018 e della Norma UNI EN ISO 898-1 Le caratteristiche dimensionali dei bulloni e delle viti devono essere conformi alle Norme UNI EN ISO 4016 ed UNI EN ISO 5592 ed essere dotatii di marcatura CE secondo le vigenti norme e modalità.
Là dove è previsto l'impiego di viti a testa svasata, o "brugole", dovranno essere impiegati elementi conformi alle Norme EN 14399, UNI 5399.

20.6 SALDATURE

I saldatori impiegati nella fabbricazione e montaggio delle opere in ferro dovranno essere qualificati ed in possesso di patentino di abilitazione rilasciato da un Istituto o Ente riconosciuto.
Tutte le saldature dovranno essere eseguite utilizzando il procedimento elettrico manuale ed impiegando elettrodi di classe 4B omologati secondo le norme UNI5132. Gli elettrodi al momento dell'uso dovranno essere asciutti e ben conservati.
Le sequenze di saldatura dovranno essere eseguite in modo tale da non dare luogo a sforzi o deformazioni anomale nelle parti da saldare.

20.7 CONTROLLO DELLE SALDATURE

Su richiesta della Direzione Lavori, le saldature delle opere metalliche potranno essere sottoposte a prove e controlli radiografici o magnetoscopici.
I risultati degli esami radiografici dovranno soddisfare quelli richiesti per il raggruppamento B della UNI 7278 con l'eccezione che non saranno accettati difetti di mancanza di penetrazione al cuore della saldatura.

20.8 COLLAUDO DIMENSIONALE E DI LAVORAZIONE

La Direzione dei Lavori si riserva il diritto di chiedere il premontaggio in officina, totale o parziale delle strutture, secondo modalità da concordare di volta in volta con l'Impresa. Per i manufatti per i quali è prevista una fornitura di oltre 10 esemplari da realizzare in serie, deve prevedersi, all'atto del collaudo in officina, il premontaggio totale o parziale, di un solo prototipo per ogni tipo.

In tale occasione la Direzione dei Lavori procederà alla accettazione provvisoria dei materiali metallici lavorati. Analogamente a quanto detto al comma precedente, ogni volta che si rendono pronte per il collaudo le travate, l'Impresa informerà la Direzione dei Lavori indicando tipo e destinazione di ciascuna di esse. Entro 8 giorni la Direzione dei Lavori darà risposta fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione della travata stessa in cantiere.
Nel caso del collaudo in contraddittorio, gli incaricati della Direzione dei Lavori verificheranno sia per ognuna delle parti componenti le opere appaltate, quanto per l'insieme di esse, la esatta e perfetta lavorazione a regola d'arte ed in osservanza ai patti contrattuali. I pezzi presentati all'accettazione provvisoria devono essere scevri di qualsiasi verniciatura, fatta eccezione per le superfici di contatto dei pezzi uniti definitivamente fra loro, che debbono essere verniciati in conformità alle prescrizioni della Direzione dei Lavori.

20.9 MONTAGGIO

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo, è previsto nella relazione di calcolo. Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito e il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovrasollecitate.
Le parti a contatto con funi, catene od altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette.
Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto.
In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la controfreccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.
La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui. Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrali e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente. Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone oltre la tolleranza prevista dal D.M. 09 gennaio 1996 sopracitato, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore.
Nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza è prescritta l'esecuzione della sabbiatura a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione.
È ammesso il serraggio dei bulloni con chiave pneumatica purchè questo venga controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da Laboratorio ufficiale in data non anteriore ad un mese.
Per ogni unione con bulloni, l'Impresa effettuerà, alla presenza della Direzione Lavori, un controllo di serraggio su un numero di bulloni pari al 10% del totale ed in ogni caso su non meno di quattro. Dopo il completamento della struttura e prima dell'esecuzione della prova di carico, l'Impresa dovrà effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni, dandone preventiva comunicazione alla Direzione dei Lavori.
L'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato senza che venga interrotto il traffico di cantiere sulla sede stradale salvo brevi interruzioni durante le operazioni di sollevamento, da concordare con la Direzione Lavori.
Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in particolare:

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

ART. 21 PROTEZIONE E RICOPRIMENTO DI ELEMENTI METALLICI FERROSI

21.1 GENERALITA'

Il trattamento di protezione degli elementi dai processi di corrosione, previe specifiche operazioni di preparazione delle superfici (decapaggio, pulizia a fuoco, spazzolatura, sabbiatura), può essere ottenuto per via chimica (rivestimenti metallici per immersione o galvanici, rivestimenti chimici quali la fosfatazione o l'ossidazione anodica, aggiunta di elementi speciali o aumento della purezza) o per pitturazione a pennello (con vernici a base di piombo e zinco o fosfato o cromato di zinco).
I trattamenti di ricoprimento, intermedio e di finitura, è ottenuto mediante pitturazione a pennello o a spruzzo di prodotti vernicianti da realizzare con colori diversi per la verifica visiva dell'avvenuta copertura. Il trattamento per opere all'aperto sarà del tipo epossidico, per opere all'interno sarà a base di clorocaucciù.

21.2 TRATTAMENTO DI PROTEZIONE MEDIANTE ZINCATURA A CALDO (RIF UNI 5744-5766)

Tutte le parti in acciaio da proteggere con procedimento di zincatura a caldo sono immerse in vasche di zinco fuso a temperatura controllata (440-460°C).
Lo zinco da usare nel bagno di zincatura deve essere di una delle qualità commerciali di zinco di prima fusione con purezza non minore a quella dello zinco Zn a 98, 25 UNI 2013.
Per l'identificazione dello zinco si devono seguire le norme UNI 4179.
Lo strato di zincatura deve risultare continuo e senza macchie. Se necessario dovranno essere tolti eccessi di zinco o gocce, specialmente in corrispondenza dei giunti bullonati.
Il numero minimo di immersioni per le strutture in acciaio profilato e per le strutture composte con parti in acciaio aventi spessore maggiore di 5 mm, è di 6 (UNI 5743-66).
Per la zincatura di eventuali barre filettate o altro si devono proteggere le filettature con nastro isolante in tela (tipo telato, 2-3 strati avvolti strettamente).
E' indispensabile prevedere adeguate forature sia per lo scorrimento dello zincante durante il trattamento sia per la presa del pezzo da trattare possibilmente mai inferiori a diam. 14 mm.
Particolare attenzione deve essere data alla tecnica costruttiva delle strutture in tubolare.
Nei collegamenti fra tubi occorre sempre controllare che vi sia un canale aperto che permetta la libera circolazione dell'acido e dello zinco.
Si devono quindi evitare zone chiuse.
E' da evitare per quanto possibile il contatto piatto con piatto.
In caso contrario la saldatura fra le due parti deve essere assolutamente continua praticando un foro passante fra le due superfici accoppiate.
Dopo il montaggio delle strutture metalliche dovranno essere ripristinate eventuali parti di zincatura danneggiate, con ritocchi di vernice zincante a freddo.

21.3 TRATTAMENTO DI RICOPRIMENTO CON VERNICE PER ELEMENTI IN ACCIAIO ZINCATI A CALDO

Le superfici degli elementi in ferro zincati a caldo possono essere sovraverniciate con vernice a base di resine epossidiche specificatamente formulata .
Il ciclo di pitturazione sarà costituito dalle seguenti fasi:

- applicazione di una mano di smalto anticorrosivo a base di resine epossipoliamminiche e pigmenti anticorrosivi al fosfato o cromato di zinco, (Primer zincante a freddo) di spessore minimo del film 60 micron
- applicazione di una mano intermedia con smalto epossipoliamminico di spessore 40 micron;
- applicazione di due mani a finire di smalto poliuretanico di spessore 50 micron.

21.4 TRATTAMENTI DI PROTEZIONE E RICOPRIMENTO CON VERNICI

21.4.1 PREPARAZIONE SUPERFICI CON SABBIATURA

Per tutti gli elementi in acciaio per i quali si prevede un ciclo completo di protezione mediante pitturazione con vernici, la preparazione del supporto metallico dovrà essere eseguita dall'Impresa mediante sabbiatura, o spazzolatura meccanica, fino ad eliminazione di tutte le parti ossidate che presentino scarsa coesione e/o aderenza con il supporto.
Il tipo di pulizia, dovrà essere tale da permettere un ottimo attacco della mano di fondo del ciclo di verniciatura e dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.
Tale approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa relativa al raggiungimento dei requisiti finali del ciclo di verniciature anticorrosive in opera
L'operazione preparatoria delle superfici avviene mediante pulizia a getto con sabbia silicea o graniglia di acciaio spigolosa o lappa.
Prima di iniziare le operazioni l'Appaltatore dovrà verificare l'assenza di spigoli vivi per poi procedere con idonei sistemi all'eliminazione completa di eventuali sostanze estranee nocive alla pitturazione presenti sulla superficie da trattare quali: olio, grasso, composti per taglio, residui di saldatura ed altri contaminanti e tracce di acqua, umidità e polvere.
Durante l'operazione di sabbiatura verranno impiegati adeguati separatori per assicurare che l'aria compressa sia priva di acqua ed olio; i separatori devono essere regolarmente spurgati.
La verifica della qualità dell'aria sarà effettuata soffiando aria per due minuti su un foglio di carta bianca; non si dovranno rilevare tracce di contaminazione da oli, grassi e umidità.
Non è ammesso il riciclo della sabbia silicea.

Non si dovranno effettuare operazioni di sabbiatura quando la temperatura delle superfici metalliche sarà minore di 3°C sopra al punto di rugiada.
Per quanto riguarda il controllo visivo delle condizioni iniziale delle superfici grezze da pitturare e del grado di pulizia ottenuto si fa riferimento agli standard fotografici svedesi (Svensk Standard SIS 05 59 00 1067 della Sveriges Standardiseringskommission).
Per quanto non dettagliatamente specificato si fa riferimento alle norme dello Steel Structures Painting Council.
Per tutte le strutture metalliche si prevede un grado di sabbiatura Sa 2.5 secondo gli Standard Svedesi.
Il limite di rugosità dovrà essere: minimo di 35 micron d'incisione e mediamente intorno a 50 micron.

21.4.2 PITTURAZIONE DI PROTEZIONE E RICOPRIMENTO

Tutte le strutture in acciaio dovranno essere protette contro la corrosione mediante uno dei cicli di pitturazione A, B e C definiti nel seguito.
I cicli di verniciatura saranno formati da un minimo di tre mani di prodotti verniciati mono o bicomponenti indurenti per filmazione chimica o filmazione fisica le cui caratteristiche di composizione sono indicate nel seguito.
Dato che nelle caratteristiche formulative dei singoli stadi relativi ai cicli A, B e C sono presenti sostanze tossiche e potenzialmente cancerogene, come specificato dal D.M. 25 luglio 1987 n. 555 (S.O.alla G.U. n. 15 del 20.1.1988), rettificato con avviso pubblicato sulla G.U. n. 90 del 18.4.1988, si dovrà adottare una serie di misure procedurali ed organizzative, al fine di ottenere un controllo ambientale e sanitario, tenendo peraltro presente quanto disposto dal D.P.R. 20.2.1988 n. 141 (G.U. n. 104 del 5.5.1988).

CICLO «A»

Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da tre mani di prodotti vernicianti.
l° strato - Mano di fondo al clorocaucciù pigmentata con minio e cromato di zinco (Zn Cr 04), avente un ottimo potere bagnante sul supporto.
Caratteristiche formulative:

- tipo di legante	clorocaucciù
- PVC%(1)	≥ 36%
- % pigmenti sul totale polveri	≥ 82%
- tipi di pigmento	minio - ZnCrO4
- legante secco %	25%
- spessore del film	80 ÷100 μ
- metodo di applicazione	pennello

(1) Concentrazione volumetrica del pigmento.

2° strato - Mano intermedia al clorocaucciù pigmentata con rosso ossido, ferro micaceo, alluminio avente un ottimo potere di attacco alla mano sottostante.
Caratteristiche formulative:

- tipo di legante	clorocaucciù
- PVC%	≥ 41%
- % pigmento sul prodotto finito	≥ 14%
- tipi di pigmento	rosso ossido, ferro-micaceo,alluminio
- legante secco %	28%
- spessore del film	80 ÷100 μ
- metodo di applicazione	pennello

3° strato - Mano di finitura: clorocaucciù acrilica pigmentata con biossido di titanio, avente una ottima resistenza agli agenti atmosferici e chimici.
Caratteristiche formulative:

- tipo di legante	clorocaucciù acrilica
- PVC%	≥ 26%
- % pigmento sul prodotto finito	≥ 26%
- tipo di pigmento	biossido di titanio (TiO2)
- legante secco %	33%
- spessore del film	40 μ
- metodo di applicazione	pennello o rullo

CICLO «B»

Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da tre mani di prodotti vernicianti.
1° strato - Mano di fondo epossidica pigmentata con ZnCrO4 (cromato di zinco) avente un ottimo potere bagnante sul supporto.
Caratteristiche formulative:

- tipo di legante	epossidico

- PVC% ≥ 36%
- % pigmento sul totale polveri ≥ 25%
- tipo di pigmento cromato di zinco $ZnCrO_4$
- legante secco % 26%
- spessore del film 30÷40 μ
- metodo di applicazione pennello

2° strato - Mano intermedia epossidica pigmentata con biossido di titanio (TiO2), avente un ottimo potere di attacco alla mano sottostante.

Caratteristiche formulative:

- tipo di legante epossidico
- PVC% ≥ 40%
- % pigmento sul prodotto finito ≥ 11%
- tipo di pigmento biossido di titanio (TiO2)
- legante secco % 26%
- spessore del film 80÷100 μ
- metodo di applicazione pennello

3° strato - Mano di finitura poliuretanica di tipo non ingiallente e non sfarinante. Il tipo di polisocianato dovrà essere alifatico (né aromatico, né cicloalifatico), con un contenuto di monomeri volatili non superiore allo 0,7% (ASTM D 2615/67 T).

Caratteristiche formulative:

- tipo di legante poliuretanico
- PVC% ≥ 16%
- % pigmento sul prodotto finito ≥ 26%
- tipo di pigmento biossido di titanio (TiO2)
- legante secco % 39%
- spessore del film 30÷40 μ
- metodo di applicazione pennello o rullo

CICLO «C»

Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da quattro mani di prodotti verniciati.

l° strato - Mano di fondo oleofenolica i cui pigmenti inibitori dovranno essere di base: ossido di piombo (minio), cromati di zinco, fosfati di zinco, cromati di piombo, silico-cromati di piombo, in composizione singola o miscelati tra loro in modo da conferire la migliore resistenza alla corrosione.

E' ammessa la presenza di riempitivi a base di solfato di bario (BaSO4) e silicati in quantità non superiore al 45% sul totale dei pigmenti e riempitivi.

Caratteristiche formulative:

- tipo di legante oleofenolico
- % pigmenti sul totale polveri ≥ 55%
- tipi di pigmento ossido di piombo, cromati di zinco, fosfati di zinco, cromati di piombo, silico-cromati di piombo
- legante secco (resina) % ≥ 18%
- tipo di olio nel legante olio di lino e/o legno
- % olio nella resina secca ≥ 60%
- spessore del film secco 35÷40 μ
- metodo di applicazione pennello o rullo

2° strato - Mano intermedia oleo fenolica di colore differenziato dalla 1° mano, di composizione identica al 1° strato; il pigmento inibitore potrà essere sostituito con aggiunta di ossido di ferro per la differenziazione del colore, in quantità non superiore al 6% sul totale dei pigmenti e riempitivi.

Caratteristiche formulative :

- tipo di legante oleofenolico
- % pigmenti sul totale polveri ≥ 55%
- tipi di pigmento ossido di piombo, cromato di zinco, fosfato di zinco, cromati di piombo, silico-cromati di piombo, ossido di ferro
- legante secco (resina) % ≥ 18%
- tipo di olio nel legante olio di lino e/o legno
- % olio nella resina secca ≥ 60%
- spessore del film secco 35÷40 μ
- metodo di applicazione pennello, rullo, airless

3° strato - Mano intermedia alchidica modificata con olii vegetali e clorocaucciù, il cui rapporto in peso, a secco, dovrà essere di 2:1. Non sarà tollerata la presenza di colofonia.
Caratteristiche formulative :

- tipo di legante alchidico-clorocaucciù
- % pigmenti sul totale polveri ≥ 55%
- tipi di pigmento biossido di titanio (TiO2) ftalocianina bleu
- % di TiO2 sul totale pigmenti ≥ 30%
- legante secco (resina)% ≥ 40%
- tipo di olio nel legante olio vegetale
- % olio nella resina secca ≥ 60%
- spessore del film secco 35÷40 μ
- metodo di applicazione pennello, rullo, airless

4° strato - Mano di finitura alchidica modificata con olii vegetali e clorocaucciù di composizione identica al 3° strato, di colore differente dalla precedente mano.
Caratteristiche formulative :

- tipo di legante alchidico-clorocaucciù
- % pigmenti sul totale polveri ≥ 55%
- tipi di pigmento biossido di titanio (Ti02), ftalocianina bleu
- % TiO2 sul totale pigmenti ≥ 30%
- legante secco (resina) % ≥ 40%
- tipo di olio nel legante olio vegetale
- % olio nella resina secca ≥ 60%
- spessore del film secco 35÷40 μ
- metodo di applicazione pennello, rullo, airless

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA (CHIMICO-FISICHE) DEI CICLI
Le caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche) per cicli di verniciatura anticorrosiva applicata su supporti in acciaio tipo UNI 3351, devono essere sottoposti ordinatamente a :

1) trattamento di invecchiamento artificiale:

Agente aggressivo	*Durata*	*Temperatura*
Radiazione ultravioletta	6h	60°C
Corrosione per immersione continua in soluz.		
Aerate (U.N.I.4261-66)	12h	35°C
Corr. in nebbia salina (U.N.I.5687-73)		35°C
Radiazione ultravioletta	12h	60°C
Immersione in soluz.satura di Ca C12.	6h	35°C
	12h	

2) *controllo ingiallimento: secondo norma DIN 53230.*
Il prodotto di finitura deve essere non ingiallente (prova su prodotto non pigmentato).
3) *controllo Ruggine e Blistering (ASTM D 714-56) (DIN 53210):*

Ciclo «A» Blistering: 1°strato = 9F
2° strato = 9M
3° strato = 9F
Ruggine: RO (ruggine assente)

Ciclo «B» Blistering: 1°strato = 9M
2° strato = 9M
3° strato = 9F
Ruggine: RO (ruggine assente)

Ciclo «C» Blistering: 1° strato = 9F
2° strato = 9F
3° strato = 9M
4° strato = 9F
Ruggine: RO (ruggine assente)

4) *controllo adesione (DIN 53151):*

Ciclo «A»	Gto÷Gt1(stacco nullo al massimo del 5%)
Ciclo «B»	Gto (stacco nullo)
Ciclo «C»	Gto÷Gt1(stacco nullo al massimo del 5%)

5) *controllo spessore films secchi*:

Ciclo «A»	1°strato = 90 µ 2° strato = 80µ 3° strato = 40µ
Ciclo «B»	1° strato = 30µ 2° strato = 90µ 3° strato = 35µ
Ciclo «C»	1° strato = 35µ 2° strato = 35µ 3° strato = 35µ 4° strato = 35µ

6) *controllo resistenza all'abrasione*
si determina solo su prodotto di finitura mediante Taber Abraser, con mola tipo CS 10, dopo 1000 giri con carico di 1 Kg. Il valore espresso come perdita in peso deve essere inferiore a 10 milligrammi.

7) *controllo brillantezza*
controllata mediante Glossmetro Gardner con angolo di 60°, deve avere un valore iniziale superiore al 90% e finale non inferiore all'80%.

8) *Prova di piegatura a 180° (su lamierino d'acciaio UNI 3351) con mandrino ∅4 mm.*
Al termine non dovranno presentarsi screpolature o distacchi.

21.5 CICLO DI PROTEZIONE ANTINCENDIO

Ove previsto, il trattamento di protezione passiva al fuoco a base di vernice intumescente, certificato in accordo alla Normativa Italiana (Circolare 91 - Ministero dell'Interno - UNI 9502) sarà idoneo a garantire una resistenza al fuoco pari alla classe R 120. Esso sarà ottenuto mediante l'applicazione di 1600 gr/m² (due mani) di rivestimento intumescente a base acqua, per uno spessore medio di 800 micron, utilizzando primer e prodotti per garantire l'adesione tra gli strati: in particolare la protezione finale del rivestimento intumescente avverrà mediante l'applicazione di una mano intermedia di smalto epossipoliamminico, dello spessore di 60 micron, seguita da una applicazione di una mano di smalto poliuretanico a finire, dello spessore di 60 micron.

21.6 PROVE DI ACCETTAZIONE DEI PRODOTTI VERNICIANTI

L'Impresa dovrà preventivamente inviare presso un laboratorio ufficialmente riconosciuto quanto segue:

- campioni dei prodotti componenti il ciclo con relativi diluenti in contenitori sigillati del peso di 0,500 Kg e nel numero di tre per ogni prodotto (uno di questi campioni non deve essere pigmentato);
- schede tecniche dei prodotti verniciati compilate in tutte le loro voci e fogli per le:
  - caratteristiche di composizione: foglio A;
  - caratteristiche di applicazione: foglio B.

Il colore di finitura sarà indicato dalla Direzione Lavori; i pigmenti necessari per il raggiungimento del tono di colore richiesto dovranno essere, nella scheda riportante le caratteristiche di composizione, sottratti alla quantità percentuale di solvente.
Controllata la rispondenza del rivestimento con le caratteristiche di resistenza richieste, i prodotti componenti il ciclo saranno identificati mediante analisi spettrofotometrica all'infrarosso.
La Direzione Lavori potrà fare accertare in ogni momento sui prodotti presenti in cantiere la corrispondenza delle caratteristiche di resistenza, di composizione e di applicazione accertate in fase di gara e/o riprodurre gli spettri IR su detti materiali. Tali spettri dovranno essere uguali a quelli ricavati dai campioni.

21.7 MODALITA' DI IMPIEGO DEI PRODOTTI VERNICIANTI

I materiali dovranno pervenire sul luogo di impiego in recipienti originali chiusi, recenti leggibile il nome della ditta produttrice, la marca e la quantità del prodotto.
I recipienti dovranno essere immagazzinati in ambienti idonei, evitando locali a temperatura inferiore a 10°C e quelli in cui l'escursione della temperatura sia tale da compromettere la buona conservazione dei materiali stessi.
Ogni mano di vernice deve essere applicata uniformemente sull'intera superficie evitando la formazione di gocciolature, grinze, screpolature ecc., che nei casi si formassero devono essere spazzolate via e la superficie riverniciata.
Prima dell'applicazione della mano a finire dovranno essere effettuate tutte le necessarie operazioni di pulizia al fine di eliminare ogni e qualsiasi sostanza contaminante nociva alla successiva pitturazione; in particolare la pulizia dovrà riguardare anche l'asportazione di conglomerati, bitumi, asfalti, coibenti e materiali vari di risulta.
I colori delle verniciature e delle protezioni saranno scelti nell'ambito delle tonalità della serie RAL.
Tutti i cicli di pitturazione (di protezione o finitura) e le verniciature devono essere fatte in stagione favorevole, evitando il tempo umido e temperature eccessivamente elevate.
All'atto dell'applicazione le superfici da pitturare o da verniciare devono presentarsi prive di ogni traccia di materiale depositato durante le operazioni di preparazione del supporto.

21.8 RITOCCHI

Dopo il montaggio in opera per la protezione di tutti i giunti e per ripristinare tutte le parti verniciate, danneggiate da saldature, escoriazioni o altro, anche se causati da terzi, dovranno essere effettuati, a cura e spese dell'Appaltatore, i necessari ritocchi secondo le seguenti modalità:

- spazzolatura al grado ST 3;
- applicazione a pannello o spruzzo di 1 mano di mastice epossidico alluminato, allo spessore secco di 60 ÷ 70 micron;
- applicazione mano intermedia e finitura come da ciclo scelto.

Analogamente dovranno essere trattate tutte le parti eventualmente montate grezze quali piastre, fazzoletti, bulloni testi di dado, tiranti o altro.

21.9 LEMBI DA SALDARE

L'Appaltatore dovrà ricoprire i lembi da saldare con adatta protezione (nastratura) per evitare il danneggiamento durante la eventuale sabbiatura e successivamente togliere la protezione pulendo eventuali tracce di prodotti adesivi.
In caso di applicazione in officina dell'inibitore antiruggine, e' consigliabile applicarlo sui lembi da saldare per una fascia di circa 50 mm. Dopo le operazioni cianfrinatura e dovrà essere di tipo saldabile.
Qualora in Officina venga applicata anche una mano di verniciatura, oltre al primer, si dovrà provvedere a proteggere con nastro tutte le superfici su cui sia previsto di dover eseguire giunzioni saldate. Ad esempio: fazzoletti per diagonali verticali, zone di saldatura calastrelli, incroci di travi secondarie o controventi orizzontali, montanti, ecc.

21.10 CONTROLLI E TOLLERANZE

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore sottoporrà alla D.L. la procedura di controllo della qualità e fac-simile delle schede di controllo e di non conformità.
Su richiesta l'Appaltatore convocherà all'inizio dei lavori, e successivamente a intervalli regolari, un tecnico del fornitore dei prodotti, per l'ispezione dei lavori e dei risultati.
La procedura di controllo, svolta ad opera e ad onere dell'Appaltatore, prevederà almeno quanto descritto nel seguito:

- la verifica della qualità dell'aria compressa deve essere effettuata almeno due volte al giorno e comunque ogni qualvolta la linea di alimentazione viene messa in funzione;
- la registrazione della temperatura delle superficie dell'aria, del punto di rugiada, dell'umidità relativa e delle condizioni metereologiche, devono essere effettuate prima di ogni turno di lavoro o durante l'esecuzione, se le condizioni variano;
- il controllo del profilo e dell'aspetto delle superfici sabbiate deve essere effettuato prima dell'applicazione del primer; ogni 20 m² vanno eseguiti due controlli con rugosimetro o con placchette di confronto tipo Rugotest o altro strumento calibrato prima dell'impiego;
- alla registrazione della apertura dei contenitori dei prodotti vernicianti, deve seguire la verifica del loro stato di conservazione e della loro utilizzazione entro i tempi prescritti;

- il controllo degli spessori del film secco di ogni singola mano deve essere effettuato con idonei strumenti magnetici o elettromagnetici, opportunamente tarati secondo le istruzioni del fabbricante ogni giorno o quando cambi il "range" dello spessore dei rivestimenti; tutte le operazioni di controllo verranno eseguite dall'applicatore con proprio personale ed apparecchiature;
- durante il controllo degli spessori dovrà essere verificato che non ci siano lacerazioni disuniformità del film; verranno scelti almeno 2 punti per ogni 15 m² di superficie verniciati: su questi punti saranno effettuate 5 misurazioni, si scarteranno, come inaffidabili, i valori estremi, sui rimanenti 3 si computerà la media aritmetica che sarà considerata come il valore del punto; la media aritmetica dei punti sarà quindi il valore di spessore, del manufatto, da confrontare con i valori di capitolato; sugli spessori prescritti, per ogni singola mano, è ammessa una tolleranza del 10% in relazione ad una garanzia di 10 anni grado RE3. in caso di contestazione verranno applicate le norme SSPC-n. PA-2-73 T;
- il controllo della aderenza sulla mano di Primer zincante deve essere effettuata non prima di due settimane dall'applicazione (Norme SSPC n. 20 Par. 5.6) mediante il metodo della quadrettatura; allo scopo verrà utilizzato un coltello con 6 taglienti distanziati fra loro di 2 mm.: è accettabile un distacco massimo pari al 5% del numero totale dei quadretti (Norma DIN 53151 Grado GT1 - ASTM 3359 met B Grado 4B);
- il controllo della aderenza fra gli strati di finitura deve essere effettuato in riferimento alle Norme ASTM D 3359 MET A Grado aA.

Le non conformità rilevate dai controlli andranno evidenziate su apposita scheda con la descrizione delle azioni da intraprendere, e sottoposte alla D.L. per approvazione.

21.11 GARANZIE

L'Appaltatore deve garantire la condizione Re 3 della "Scala Europea dei gradi di arrugginimento per pitture anticorrosive" per tutti il periodo di garanzia previsto.
Per effetto di detta garanzia, durante i suddetti periodi il fornitore è tenuto a riparare od a rifare, a propria cura e spese, quelle parti che risultassero non eseguite a perfetta regola d'arte o avariate (per difetto di preparazione delle superfici, di applicazione delle pitture o di insufficiente resistenza di queste agli agenti atmosferici mostrando stacchi, crepe, bolle o affioramenti di ruggine).

ART. 22 IMPERMEABILIZZAZIONE IN GENERALE

Qualsiasi impermeabilizzazione sarà posta su piani predisposti con le opportune pendenze.
Le impermeabilizzazioni, di qualsiasi genere, dovranno essere eseguite con la maggiore accuratezza possibile, specie in vicinanza di fori, passaggi, cappe, ecc.; le eventuali perdite che si manifestassero in esse, anche a distanza di tempo e sino al collaudo, dovranno essere riparate ed eliminate dall'Impresa, a sua cura e spese, compresa ogni opera di ripristino.
Al fine di garantire la massima durabilità delle opere e contenere gli oneri di manutenzione derivanti da una cattiva posa dell'impermeabilizzazione, il Committente porrà la massima attenzione a che la posa venga eseguita a regola d'arte e si riserva comunque di far effettuare controlli di qualità relativamente alla posa da un Ente di Certificazione esterno.
L'Appaltatore dovrà procedere a stipulare con una primaria Compagnia Assicuratrice una polizza a copertura di tutti i danni che dovessero derivare da difetti del materiale o da errori di posa in opera della impermeabilizzazione. La durata della polizza sarà decennale.
Qualsiasi impermeabilizzazione sarà posta su piani predisposti con le opportune pendenze. Le impermeabilizzazioni, di qualsiasi genere, dovranno essere eseguite con la maggiore accuratezza possibile, specie in vicinanza di fori, passaggi, cappe, ecc.; le eventuali perdite che si manifestassero in esse, anche a distanza di tempo e sino al collaudo, dovranno essere riparate ed eliminate dall'Impresa, a sua cura e spese, compresa ogni opera di ripristino.

ART. 23 IMPERMEABILIZZAZIONE PARETI CONTROTERRA

23.1 BITUME DA SPALMATURA

In questa classe di manufatti rientrano le pareti controterra dei i muri di sostegno, delle spalle dei ponti e altri analoghi
L'impermeabilizzazione post-getto delle pareti controterra dovrà essere eseguita con bitume da spalmatura con le caratteristiche già descritte .
E' prevista la spalmatura a freddo con pennello o spazzolone di bitume a base di solventi , aventi le caratteristiche già indicate.
La superficie da trattare dovrà in ogni caso essere accuratamente pulita e preparata.
La soluzione di bitume dovrà essere stesa a freddo nella quantità necessaria per riempire le porosità della superficie comunque non inferiore ai 250 gr/mq steso in due mani.
Per la protezione dell'impermeabilizzazione in fase di successivo rinterro sono previsti pannelli di polistirene alta densità spessore minimo 30mm.

ART. 24 IMPERMEABILIZZAZIONE ESTERNA DI OPERE INTERRATE A CIELO APERTO

24.1 MANUFATTI INTERRATI SECONDARI

In questa classe rientrano manufatti superficiali quali i sottopassi pedonali, cunicoli tecnologici, le camerette di ispezione, i tombini , i tombotti, i canali, i pozzi le vasche di raccolta acque, e altri analoghi.

24.1.1 IMPERMEABILIZZAZIONE ESTERNA – TIPOLOGIE

Con riferimento alla quota di falda considerata con il valore di massima risalita - "falda di progetto" - indicata nei disegni, si considera la seguente casistica :

1) manufatti interamente fuori falda

2) manufatti con solettoni di fondo e pareti laterali in falda, la copertura fuori falda.

CASO 1. :

- per le pareti laterali, in presenza di strutture provvisionali a contatto o paratie nessun particolare presidio impermeabilizzante
- per le pareti laterali, in assenza di strutture provvisionali a contatto o paratie (realizzazione in trincea), impermeabilizzazione da realizzare con una spalmatura bituminosa a freddo
- per la copertura impermeabilizzazione da realizzare con la stesa di 2 *membrane elastomero-bituminose aderenti* o in alternativa un trattamento superficiale con malte cementizie osmotiche.

CASO 2. :

- per solettoni di fondo e pareti impermeabilizzazione da realizzare con un manto prefabbricato non aderente a singolo strato
- per la copertura impermeabilizzazione da realizzare con la stesa di 2 membrane elastomero-bituminose aderenti o in alternativa un trattamento superficiale con malte cementizie osmotiche

24.2 GALLERIE E MANUFATTI INTERRATI VARI

In questa classe rientrano manufatti quali le gallerie artificiali, le trincee ad U, i parcheggi sotterranei, i manufatti interrati vari.

24.2.1 IMPERMEABILIZZAZIONE ESTERNA – TIPOLOGIE

Con riferimento alla quota di falda considerata con il valore di massima risalita - "falda di progetto" - indicata nei disegni, si considera la seguente casistica :

1) manufatti interamente fuori falda
2) manufatti con solettoni di fondo e pareti laterali in falda, la copertura fuori falda;
3) manufatti totalmente in falda.

CASO 1. :

- per le pareti laterali, in presenza di strutture provvisionali a contatto nessun particolare presidio impermeabilizzante
- per le pareti laterali, in assenza di strutture provvisionali a contatto (realizzazione in trincea), impermeabilizzazione da realizzare con una spalmatura bituminosa a freddo protetta in fase di riempimento
- per la copertura impermeabilizzazione da realizzare con la stesa di 2 membrane elastomero-bituminose aderenti

CASO 2. :

- per solettoni di fondo e le pareti impermeabilizzazione da realizzare con un manto non aderente a doppio strato, settorizzato-collaudabile-iniettabile
- per la copertura impermeabilizzazione da realizzare con la stesa di 2 membrane elastomero-bituminose aderenti

- per manufatti monolitici spinti sotto le ferrovie o strade (metodo dello "spingitubo") solettoni di fondo, pareti e copertura da impermeabilizzare con sistema tipo "vasca bianca"

CASO 3.:

- per solettoni di fondo, pareti e copertura impermeabilizzazione da realizzare con un manto non aderente in doppio strato, settorizzato-collaudabile-iniettabile
- per manufatti monolitici spinti sotto le ferrovie o strade (metodo dello "spingitubo") con sistema tipo "vasca bianca"

24.3 IMPERMEABILIZZAZIONE ESTERNA – REALIZZAZIONE

24.3.1 PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI

La corretta ed adeguata preparazione dei supporti e dei piani di posa è fondamentale per la buona riuscita dell'opera, per questo motivo la D.L., l'Impresa generale di costruzioni, e l'Impresa specializzata di impermeabilizzazione devono concordare e coordinare le opere di preparazione dei piani di posa.
Prima dei lavori di posa deve essere realizzato un sopralluogo congiunto per il controllo delle superfici da rivestire, eventuali anomalie o non conformità dovranno essere evidenziate e contemporaneamente dovranno essere stabilite le opere di preparazioni necessarie, da effettuare tassativamente prima dei lavori di posa del sistema impermeabile.
Le superfici di posa del sistema impermeabile, devono risultare adeguatamente Le superfici di posa del sistema impermeabile, devono risultare adeguatamente regolari senza asperità emergenti e pulite; secondo necessità e convenienza la regolarizzazione dei piani di posa potrà essere realizzata con fresature o con cappe o rasature cementizie per le superfici orizzontali, o con intonaci o spritz-beton per le superfici verticali.
In particolare:

- i raccordi tra piani orizzontali e verticali vanno preparati per garantire una continuità di supporto al sistema impermeabile; tutti gli angoli a gli spigoli in corrispondenza dei rilievi dovranno essere arrotondati mediante la formazione di guscia secondo un raggio di curvatura di circa 6÷8cm.
- le cavità e bave di getto devono essere regolarizzate
- i tiranti delle casseforme così come eventuali altri ferri sporgenti sono da tagliare a filo del piano di posa per non costituire pericolo di punzonamento del manto impermeabile; le teste dei tiranti delle paratie eventualmente sporgenti dal piano di posa devono essere ricoperte con malta cementizia e devono essere raccordate dolcemente al piano di posa
- sulle superfici in cui si prevede successivamente di incollare delle strisce di compartimentazione, per garantire la migliore adesione occorre eliminare per una larghezza di 30 cm circa la pellicola superficiale di lattice di cemento mediante abrasione meccanica o sabbiatura

Inoltre l'assenza di acqua sulle superfici da rivestire è presupposto essenziale per la corretta esecuzione dell'opera e per la sicurezza dei lavoratori; l'aggottamento, il drenaggio e l'allontanamento delle acque di falda, di infiltrazione o di percolamento dovrà essere garantito dall'impresa generale di costruzioni mediante adeguati ed opportuni sistemi; deve essere anche garantita l'assenza di sottopressioni sulle superfici già rivestite con il sistema impermeabile, ma non ancora coperte dallo strato di controspinta.

24.3.2 LAVORAZIONI SUL PIANO DI FONDO

Il pacchetto impermeabile delle strutture di fondo deve essere posato su una superficie di posa regolare realizzata in calcestruzzo magro di adeguato spessore, senza sporgenze, pulito e asciutto con angoli e spigoli regolari e particolare cura sarà posta nella formazione delle guscie di raccordo con l'impermeabilizzazione delle pareti verticali .
Sul pacchetto impermeabile sarà gettato un massetto di protezione in cls generalmente non armato, avente spessore minimo di 5 cm e per evitare danneggiamenti del risvolto, lungo tutti i perimetri del massetto dovrà essere posizionato un elemento ammortizzante per assorbire i movimenti e le dilatazioni della stessa: tale elemento potrà essere realizzato con lastre di materiale espanso dello spessore di 1-2 cm .

24.3.3 LAVORAZIONI SULLE SUPERFICI VERTICALI

Nel caso di superfici di posa verticali, l'applicazione a secco degli strati protettivi e impermeabili sarà fatta mediante rondelle metalliche rivestite dello stesso materiale del manto impermeabilizzante fissate mediante chiodi a sparo, in numero di almeno 4 dischi/m².
La rondella sarà costruita in modo che la sua resistenza alla rottura sia inferiore a quella del manto impermeabile adottato affinchè le eventuali sollecitazioni anomale provochino la rottura della rondella e non del manto; il fissaggio dei fogli impermeabili alle

rondelle di ancoraggio andrà fatta esclusivamente per termosaldatura e, dopo questa operazione il foglio dovrà presentarsi senza gobbe o pieghe, ben disteso fra gli ancoraggi cui viene vulcanizzato.

24.3.4 LAVORAZIONI IN COPERTURA

Il pacchetto impermeabile sarà posato sull'estradosso della copertura già realizzata che deve presentare un profilo tale da formare pendenze non minore del 2% atte a favorire il deflusso delle acque; quando il profilo non è di natura strutturale occorre eseguire un massetto in cls generalmente non armato di spessore minimo di 5 cm ; nel caso in cui, poggiando la copertura direttamente sulle paratie perimetrali, sia previsto il deflusso delle acque all'esterno delle paratie stesse, il manto impermeabilizzante sarà opportunamente risvoltato sulle pareti laterali e prolungato per oltre 50 cm al di sotto della quota di imposta delle strutture di copertura.
Sul pacchetto impermeabile sara' gettato un massetto di protezione in calcestruzzo dello spessore non inferiore a 5 cm, armato con rete metallica e opportunamente dotato di giunti sigillati con bitume a caldo.
Al di sopra del massetto di protezione , se necessario, sarà steso uno strato drenante di ghiaietto dello spessore di circa 10÷15 cm onde facilitare il deflusso delle acque verso le zone di compluvio; allo scopo di evitare nel tempo l'intasamento dello strato drenante di ghiaia dovuto al trascinamento del materiale più fino presente nel terreno, è prevista la protezione dello stesso strato drenante con *con un tessuto non tessuto di polipropilene puro al 100% (*TNT), del peso non minore di 800 g/m².
I drenaggi posti lungo i compluvi delle coperture, sia longitudinali che trasversali, saranno costituiti da mezzi tubi forellati di cemento, del diametro di 30 cm, ricoperti da uno strato drenante di ghiaia in quantità non inferiore a 0,300 m³/m.

ART. 25 IMPERMEABILIZZAZIONE ESTERNA DI OPERE INTERRATE A FORO CIECO

25.1 IMPERMEABILIZZAZIONE ESTERNA – TIPOLOGIE

Con riferimento alla quota di falda considerata con il valore di massima risalita - "falda di progetto" - indicata nei disegni, si considera la seguente casistica :

1) manufatti interamente fuori falda
2) manufatti parzialmente o totalmente in falda

CASO 1. :

- manto non aderente a singolo strato

CASO 2. :

- sistema in doppio strato, settorizzato-collaudabile-iniettabile

25.2 IMPERMEABILIZZAZIONE ESTERNA – REALIZZAZIONE

25.2.1 PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI

La corretta ed adeguata preparazione dei supporti e dei piani di posa è fondamentale per la buona riuscita dell'opera, per questo motivo la D.L., l'Impresa generale di costruzioni, e l'Impresa specializzata di impermeabilizzazione devono concordare e coordinare le opere di preparazione dei piani di posa.
Prima dei lavori di posa deve essere realizzato un sopralluogo congiunto per il controllo delle superfici da rivestire, eventuali anomalie o non conformità dovranno essere evidenziate e contemporaneamente dovranno essere stabilite le opere di preparazioni necessarie, da effettuare tassativamente prima dei lavori di posa del sistema impermeabile.
Sui piedritti e sulla volta il manto sarà posato direttamente sul prerivestimento in calcestruzzo proiettato
Le superfici di posa del sistema impermeabile, devono risultare adeguatamente regolari senza asperità emergenti (il rapporto tra altezza e ampiezza delle irregolarità non deve superare 1:10) e pulite; secondo necessità e convenienza la regolarizzazione dei piani di posa potrà essere realizzata con fresature .
Inoltre l'assenza di acqua sulle superfici da rivestire è presupposto essenziale per la corretta esecuzione dell'opera e per la sicurezza dei lavoratori; l'aggottamento, il drenaggio e l'allontanamento delle acque di falda, di infiltrazione o di percolamento dovrà essere garantito dall'impresa generale di costruzioni mediante adeguati ed opportuni sistemi; deve essere anche garantita l'assenza di sottopressioni sulle superfici già rivestite con il sistema impermeabile, ma non ancora coperte dallo strato di controspinta.

25.2.2 LAVORAZIONI SUL PIANO DI FONDO

Il pacchetto impermeabile delle strutture di fondo deve essere posato su una superficie di posa regolare realizzata in calcestruzzo magro di adeguato spessore, senza sporgenze, pulito e asciutto con angoli e spigoli regolari e particolare cura sarà posta nella formazione delle guscie di raccordo con l'impermeabilizzazione delle pareti verticali .
Sul pacchetto impermeabile sarà gettato un massetto di protezione in cls generalmente non armato, avente spessore minimo di 5 cm e per evitare danneggiamenti del risvolto

25.2.3 LAVORAZIONI SULLE SUPERFICI VERTICALI

Nel caso di superfici di posa verticali, l'applicazione a secco degli strati protettivi e impermeabili sarà fatta mediante rondelle metalliche rivestite dello stesso materiale del manto impermeabilizzante fissate mediante chiodi a sparo, in numero di almeno 4 dischi/m².
La rondella sarà costruita in modo che la sua resistenza alla rottura sia inferiore a quella del manto impermeabile adottato affinchè le eventuali sollecitazioni anomale provochino la rottura della rondella e non del manto; il fissaggio dei fogli impermeabili alle rondelle di ancoraggio andrà fatta esclusivamente per termosaldatura e, dopo questa operazione il foglio dovrà presentarsi senza gobbe o pieghe, ben disteso fra gli ancoraggi cui viene vulcanizzato.

ART. 26 IMPERMEABILIZZAZIONE ESTERNA CON MANTI IN PVC

26.1 MANTO IN PVC IN SINGOLO STRATO

26.1.1 GENERALITA'

Il manto è costituito da:

- un singolo strato con funzione di impermeabilizzazione

26.1.2 IMPERMEABILIZZAZIONE

E' realizzata avendo cura di saldare per termo-fusione lo strato impermeabile a profili waterstop o a strisce realizzando così il giunto ermetico con la struttura, in cui:

- il singolo foglio in PVC trasparente, liscio avente spessore minimo di 2,0 mm, di elevata stabilità chimica e resistenza alle sostanze aggressive di percolamento, risponde alle norme tecniche di cui al presente Capitolato; i fogli avranno una larghezza non inferiore a 2,0 m; essi verranno stesi a secco in senso trasversale all'asse dei manufatti da impermeabilizzare, sormontati di circa 8 cm e saldati tra di loro per termofusione con apporto di aria calda con saldature eseguite manualmente o meccanicamente, avendo cura che il sormonto sia posizionato nella direzione di avanzamento del getto; la saldatura manuale è realizzata in tre fasi: puntatura dei teli, presaldatura con sacca interna, saldatura finale a tenuta idraulica; la saldatura meccanica andrà effettuata con apposite saldatrici semoventi a cuneo radiante con controllo automatico della velocità, temperatura e pressione, e predisposte per effettuare una doppia saldatura senza soluzione di continuità.

  - profili waterstop in PVC, rispondono alle norme tecniche di cui al presente Capitolato, e sono posti in corrispondenza dei giunti di dilatazione, dei giunti tra differenti lotti di costruzione, dei giunti terminali del sistema impermeabile; generalmente si impiegano profilati waterstop; in corrispondenza dei giunti di dilatazione i profilati waterstop avranno in particolare una larghezza non inferiore a 400 mm, avranno minimo 6 rilievi per l'ancoraggio e il nocciolo centrale di dilatazione; tali profili sono predisposti nella struttura prefissandoli sulle parete interne del cassero in modo tale che all'atto del getto del calcestruzzo risultino immorsati; nei Disegni Esecutivi e/o Costruttivi dovranno essere chiaramente indicati (posizione, geometria, tipo).

26.1.3 COLLAUDI

26.1.3.1 COLLAUDO IN PRESSIONE DELLE SALDATURE DOPPIA PISTA

Questa metodologia potrà essere utilizzata per il collaudo delle saldature dei sormonti realizzati con attrezzature automatiche a doppia pista, sia per saldature effettuate in cantiere che di prefabbricazione effettuate fuori opera.

Tale collaudo sarà realizzato insufflando aria nel canale di prova alla pressione di 1,5 atm, da un'estremità della camera d'aria ed inserendo un manometro all'altra estremità.
A distanza di 10 minuti non si dovrà registrare una diminuzione di pressione superiore del 10% della pressione iniziale, misurata dopo un periodo di assestamento di 5 minuti.
L'esito delle prove andrà verbalizzato in contradditorio.
In caso di esiti negativi delle prove, l'Impresa esecutrice dovrà provvedere, a sua cura ed onere, al rifacimento delle saldature difettose, eventualmente anche con la sostituzione delle membrane compromesse.
Se a causa di eccessivi fuori sagoma del sottofondo, o per altri motivi, una saldatura dovrà essere interrotta e ripresa, dopo aver sigillato il canale di prova da entrambi i lati, si avrà cura di sovrapporre alla giunzione una pezza di adeguate dimensioni e dello stesso materiale e la prova di pressione dovrà essere effettuata da entrambi i lati dell'interruzione.
In cantiere deve essere tenuto un registro con l'indicazione dell'esecuzione dei collaudi, del loro esito e degli eventuali punti difettosi riscontrati.

26.2 MANTO IN PVC IN SINGOLO STRATO, SETTORIZZATO – COLLAUDABILE – INIETTABILE

Il manto è costituito da :

- uno strato lato terreno con funzione di impermeabilizzazione
- un altro strato lato opera con funzione di impermeabilizzazione

26.2.1 IMPERMEABILIZZAZIONE

L'impermeabilizzazione è costituita da un sistema in doppio strato realizzato con :

- un foglio in PVC, liscio avente spessore minimo di 2,0 mm, non prelaminato, avente colorazione superficiale diversa (strato di segnalazione), di elevata stabilità chimica e resistenza alle sostanze aggressive di percolamento, rispondente alle norme tecniche di cui al presente Capitolato.
- un foglio in PVC, strutturato , trasparente con rilievi di 0,3-0,4 mm avente spessore minimo di 2,0 mm, non prelaminato, di elevata stabilità chimica e resistenza alle sostanze aggressive di percolamento, rispondente alle norme tecniche di cui al presente Capitolato.

I fogli di ogni strato avranno una larghezza non inferiore a 2,0 m; essi verranno stesi a secco in senso trasversale all'asse dei manufatti da impermeabilizzare, sormontati di circa 10 cm e saldati tra di loro per termofusione con apporto di aria calda, con saldature eseguite manualmente o meccanicamente, avendo cura che il sormonto sia posizionato nella direzione di avanzamento del getto.
La saldatura manuale è realizzata in tre fasi: puntatura dei teli, presaldatura con sacca interna, saldatura finale a tenuta idraulica
La saldatura meccanica andrà effettuata con apposite saldatrici semoventi a cuneo radiante con controllo automatico della velocità, temperatura e pressione, e predisposte per effettuare una saldatura senza soluzione di continuità.

26.2.2 SETTORIZZAZIONE COLLAUDO INIETTABILITA'

Il sistema, per garantire il più elevato grado di sicurezza di tenuta idraulica, prevede

- la settorizzazione con due tipologie di compartimentazione
- il collaudo oggettivo del sistema impermeabile a fine posa e la iniettabilità a posteriori per la riparabilità in caso di danno

26.2.2.1 SETTORIZZAZIONE

E' realizzata avendo cura di eseguire due tipi di compartimentazione in cui :

- la compartimentazione secondaria è ottenuta unendo per termosaldatura i due teli impermeabili tra loro posati in adiacenza, in modo da formare una intercapedine a mosaico con settori stagni aventi ampiezza massima di 100 m^2; essi verranno stesi a secco direttamente e saldati per termofusione con apporto di aria calda; la saldatura meccanica andrà effettuata con apposite saldatrici semoventi a cuneo radiante con controllo automatico della velocità, temperatura e pressione, e predisposte per effettuare una saldatura senza soluzione di continuità.

- la compartimentazione primaria è ottenuta unendo per termosaldatura i due teli impermeabili ai profili waterstop in PVC estruso a formare settori ermetici dell'impermeabilizzazione aventi dimensioni massime di 250 m^2 circa realizzando così il raccordo ermetico con la struttura; essi risultano posti in corrispondenza delle linee di compartimentazione, dei giunti di dilatazione, dei giunti tra differenti lotti di costruzione, dei giunti terminali del sistema impermeabile;generalmente si impiegano profili di larghezza non inferiore a 310 mm e con 4 rilievi per l'ancoraggio di altezza 30 mm per garantire un adeguato immorsamento nel getto; in corrispondenza dei giunti di dilatazione i profilati waterstop in PVC avranno in particolare una larghezza non inferiore a 400 mm, avranno minimo 6 rilievi per l'ancoraggio e il nocciolo centrale di dilatazione; i profili successivamente all'atto del getto del calcestruzzo risulteranno immorsati in esso.

26.2.2.2 COLLAUDO E INIETTABILITA'

Si possono eseguire attraverso:

- valvole di controllo e iniezione, in PVC da termosaldare ai teli impermeabili complete di tubazioni, raccordi, tubi di protezione, atte a collegare l'intecapedine (tra i due strati impermeabili) con il lato interno della costruzione

Le prove di collaudo della tenuta ermetica dell'impermeabilizzazione (manti e saldature) si effettuano mediante *prova vacuum*
L'eventuale iniezione di riparazione, senza demolizioni, si possono effettuare in qualsiasi momento (anche dopo anni di esercizio).

26.2.2.3 DETTAGLI COSTRUTTIVI

Pertanto l'Appaltatore dovrà sviluppare un disegno costruttivo relativo alla compartimentazione, con indicate le posizioni dei profili lineari e dei raccordi (croci, T, angoli di collegamento, ecc.), nonchè il tipo e l'esatta posizione delle valvole di iniezione per le riparazioni; queste ultime dovranno essere in numero minimo di 5 per comparto e risultare sempre accessibili.

26.2.3 COLLAUDO VACUUM

Questa metodologia verrà utilizzata per il collaudo sia della superficie dei manti che delle saldature dei sormonti, ogni singolo settore dovrà essere controllato e collaudato come segue.
Applicazione su una valvola di controllo della pompa aspirante a vuoto (vacuum), su un'altra valvola applicazione del manometro (vacuometro) per rilevare la depressione del settore, le altre valvole presenti nel settore saranno chiuse ermeticamente. Dopo aver creato il vuoto nel settore a circa -0,5 bar si attendono altri 5 minuti di assestamento e si rileva il valore indicato sul vacuometro. Il settore risulta collaudato se dopo 10 minuti la differenza di depressione tra le due letture è inferiore od uguale a 0,1 bar.
I collaudi vacuum verranno realizzati dopo:

- la posa in opera dei manti impermeabili
- la realizzazione dei massetti di protezione (superfici orizzontali)
- la posa dei ferri d'armatura (pareti verticali)
- la realizzazione dei getti.

L'esito delle prove sarà verbalizzato in contraddittorio tra Impresa di Applicazione specializzata, Impresa Generale, Direzione Lavori.

26.3 POSA ESTERNA CON MANTI IN PVC

26.3.1 POSA PRE-GETTO PER SOLETTE DI FONDO DI MANTO PVC IN SINGOLO STRATO

Sulla superficie di posa verrà applicato a secco uno strato di compensazione di tessuto non tessuto (TNT) in polipropilene puro al 100% agugliato con esclusione di colle del peso non minore di 800 g/m², imputrescibile resistente ai microrganismi; i teli saranno posati a secco e sormontati di circa 10 cm. che dovranno presentarsi ben distesi ed aderenti al supporto, senza pieghe e parti in tensione od in distacco dal supporto.
Sul TNT è poi applicato a secco il manto impermeabile in singolo strato realizzato con un foglio in PVC trasparente dello spessore non inferiore a 2 mm saldato ai profili waterstop in PVC posizionati nei giunti di dilatazione o terminali
Sul manto impermeabile è posto a secco uno strato di protezione di tessuto non tessuto (TNT) in polipropilene puro al 100% agugliato con esclusione di colle del peso non minore di 800 g/m², imputrescibile resistente ai microrganismi, accoppiato a un film

di protezione e scorrimento di polietilene LDPE dello spessore di 0,30 mm ; i teli saranno posati a secco e sormontati di circa 10 cm. e dovranno presentarsi ben distesi ed aderenti al supporto, senza pieghe e parti in tensione od in distacco dal supporto.
Sul pacchetto impermeabile sara' gettato un massetto di protezione in calcestruzzo dello spessore non inferiore a 5 cm

26.3.2 POSA PRE-GETTO PER SOLETTE DI FONDO PVC IN DOPPIO STRATO, SETTORIATO – COLLAUDABILE – INIETTABILE

Sulla superficie di posa verrà applicato a secco uno strato di compensazione di tessuto non tessuto (TNT) di in polipropilene puro al 100% agugliato con esclusione di colle del peso non minore di 800 g/m² imputrescibile resistente ai microrganismi; i teli saranno posati a secco e sormontati di circa 10 cm. e dovranno presentarsi ben distesi ed aderenti al supporto, senza pieghe e parti in tensione od in distacco dal supporto.
Sul TNT è poi applicato a secco il manto impermeabile in doppio strato settorizzato-collaudabile -iniettabile realizzato con 2 fogli in PVC aventi ognuno spessore 2,0 mm, di cui uno liscio e l'altro strutturato, insieme a tutte le valvole e le tubazioni di collaudo ed iniezione, i profili waterstop PVC estrusa di settorizzazione.
Sul manto impermeabile è posto a secco uno strato di protezione di tessuto non tessuto (TNT) in polipropilene puro al 100% agugliato con esclusione di colle del peso non minore di 800 g/m², imputrescibile resistente ai microrganismi , accoppiato a un film di protezione e scorrimento di polietilene LDPE dello spessore di 0,30 mm ; i teli saranno posati a secco e sormontati di circa 10 cm. e dovranno presentarsi ben distesi ed aderenti al supporto, senza pieghe e parti in tensione od in distacco dal supporto.
Sul pacchetto impermeabile sara' gettato un massetto di protezione in calcestruzzo dello spessore non inferiore a 5 cm

26.3.3 POSA PRE-GETTO PER PARETI LATERALI ENTRO PARATIE DI MANTO PVC IN SINGOLO STRATO

Sulla superficie di posa verrà applicato a secco uno strato di compensazione di tessuto non tessuto (TNT) in polipropilene puro al 100% agugliato con esclusione di colle del peso non minore di 800 g/m², imputrescibile resistente ai microrganismi; i teli saranno posati a secco e sormontati di circa 10 cm. che dovranno presentarsi ben distesi ed aderenti al supporto, senza pieghe e parti in tensione od in distacco dal supporto.
Sul TNT è poi applicato a secco il manto impermeabile in singolo strato realizzato con un foglio in PVC trasparente dello spessore non inferiore a 2 mm saldato ai profili waterstop in PVC posizionati nei giunti di dilatazione o terminali
Sul manto impermeabile è posto a secco uno strato di protezione costituito da un in PVC liscio dello spessore non inferiore a 1,5 mm.
La stratigrafia verticale sarà tenuta in posizione mediante applicazione di specifiche rondelle in PVC a rottura programmata ancorate o con chiodi infissi a sparo nella parete retrostante o con barra metallica posizionata alla sommità dello strato impermeabile.

26.3.4 POSA PRE-GETTO PER PARETI LATERALI ENTRO PARATIE DI MANTO PVC IN DOPPIO STRATO, SETTORIATO – COLLAUDABILE – INIETTABILE

Sul supporto verticale verrà applicato a secco uno strato di compensazione di tessuto non tessuto (TNT) di in polipropilene puro al 100% agugliato con esclusione di colle del peso non minore di 800 g/m² imputrescibile resistente ai microrganismi; i teli saranno posati a secco e sormontati di circa 10 cm. e dovranno presentarsi ben distesi ed aderenti al supporto, senza pieghe e parti in tensione od in distacco dal supporto.
Sul TNT è poi applicato a secco il manto impermeabile in doppio strato settorizzato realizzato con 2 fogli in PVC aventi ognuno spessore 2,0 mm , di cui uno liscio e l'altro strutturato, insieme a tutte le valvole e le tubazioni di collaudo ed iniezione, i profili waterstop PVC estruso di settorizzazione.
Sul manto impermeabile è posto a secco uno strato di protezione costituito da un foglio in PVC, liscio avente spessore minimo di 1,8 mm.

La stratigrafia verticale sarà tenuta in posizione mediante applicazione di specifiche rondelle in PVC a rottura programmata ancorate o con chiodi infissi a sparo nella parete retrostante o con barra metallica posizionata alla sommità dello strato impermeabile

26.3.5 POSA PRE-GETTO PER COPERTURA DI MANTO PVC IN SINGOLO STRATO

Sul supporto verticale è applicato a secco uno strato di compensazione in TNT di polipropilene puro al 100% agugliato con esclusione di colle del peso non minore di 800 g/m² imputrescibile resistente ai microrganismi; i teli saranno posati a secco e

sormontati di circa 10 cm. e dovranno presentarsi ben distesi ed aderenti al supporto, senza pieghe e parti in tensione od in distacco dal supporto.
Sul TNT è poi applicato a secco il manto impermeabile in singolo strato realizzato con un foglio in PVC trasparente dello spessore non inferiore a 2 mm

- incollando preventivamente sull'estradosso della struttura delle strisce larghe 25 cm, ricavate dal precedente foglio strutturato del manto impermeabile, posizionate nei giunti di dilatazione o terminali; si utilizza allo scopo specifico adesivo idrofugo a base poliuretanica bi-componente

26.3.6 POSA PRE-GETTO PER COPERTURA DI MANTO PVC IN DOPPIO STRATO, SETTORIATO – COLLAUDABILE – INIETTABILE

Sulla superficie di posa verrà applicato a secco uno strato di compensazione di tessuto non tessuto (TNT) di in polipropilene puro al 100% agugliato e termocoesionato con esclusione di colle del peso non minore di 800 g/m² imputrescibile resistente ai microrganismi; i teli saranno posati a secco e sormontati di circa 10 cm. e dovranno presentarsi ben distesi ed aderenti al supporto, senza pieghe e parti in tensione od in distacco dal supporto.
Sul TNT verrà applicato a secco il manto impermeabile in doppio strato settorizzato-collaudabile-iniettabile realizzato con 2 fogli in PVC aventi ognuno spessore 2,0 mm , di cui uno liscio e l'altro strutturato

- Incollando preventivamente sull'estradosso della struttura delle strisce di settorizzazione larghe 25 cm ricavate dal precedente foglio strutturato del manto impermeabile; si utilizza specifico adesivo idrofugo a base poliuretanica bi-componente

- predisponendo tutte le valvole e le tubazioni di collaudo ed iniezione

- risvoltando opportunamente il manto sulle pareti laterali, per oltre 50 cm al di sotto della quota di imposta delle strutture di copertura e fissandolo su esse con opportuno profilo di compartimentazione.

Sul manto impermeabile è posto a secco uno strato di protezione di tessuto non tessuto (TNT) in polipropilene puro al 100% agugliato con esclusione di colle del peso non minore di 800 g/m², imputrescibile resistente ai microrganismi , accoppiato a un film di protezione e scorrimento di polietilene LDPE dello spessore di 0,30 mm ; i teli saranno posati a secco e sormontati di circa 10 cm. e dovranno presentarsi ben distesi ed aderenti al supporto, senza pieghe e parti in tensione od in distacco dal supporto.
Sul TNT sara' gettato un massetto di protezione in calcestruzzo dello spessore non inferiore a 5 cm, armato con rete metallica e opportunamente dotato di giunti sigillati con bitume a caldo.

ART. 27 MICROPALI

27.1 GENERALITA'

Trattasi di micropali ad infissione che sfruttano il contrasto offerto dall'ancoraggio con la struttura esistente realizzata in opera a cura dell'appaltatore. Il micropalo dovrà essere dotato di valvole di iniezione per poter iniettare malte di cemento ad alta pressione.

27.1.1 PRESCRIZIONI GENERICHE

- Pali di dimensione e materiale come indicato dal progettista:

- Eseguire collaudi e prove di carico sui micropali, come richiesto da DM18 (si riporta immagine nel seguito);

Il numero e l'ubicazione delle prove di carico devono essere stabiliti in base all'importanza dell'opera e al grado di omogeneità del terreno di fondazione. In ogni caso, per ciascun sistema di fondazione il numero complessivo di prove non deve essere inferiore a:

- 1 se il numero di pali è inferiore o uguale a 20,
- 2 se il numero di pali è compreso tra 21 e 50,
- 3 se il numero di pali è compreso tra 51 e 100,
- 4 se il numero di pali è compreso tra 101 e 200,
- 5 se il numero di pali è compreso tra 201 e 500,
- il numero intero più prossimo al valore 5 + n/500, se il numero n di pali è superiore a 500.

- Si prevede l'esecuzione di 242+1 micropali. Il micropalo aggiuntivo sarà del tipo "pilota" ed idoneo per esserne testate le portanze.

- L'Appaltatore deve:
  - garantire con relazione timbrata e firmata da professionista abilitato che il micropalo eseguito esprime le portate minime richieste allo SLU-SLV
  - eseguire idonee prove di carico, al fine di dimostrare che il micropalo eseguito esprime le portate minime richieste allo SLU-SLV. Vedasi elaborato grafico di dettaglio per i carichi da testare.
  - Rispetto alle dimensioni indicate nei disegni sono ammesse le seguenti tolleranze:

sulle coordinate planimetriche: ≅ 5 cm
sulla verticalità: 2%

  - La formazione del fusto dovrà iniziare immediatamente dopo la perforazione di ciascun micropalo. In caso contrario la perforatrice dovrà restare in posizione fino alla successiva ripresa del lavoro e si dovrà provvedere quindi alla pulizia del preforo, subito prima che inizino le operazioni di posa delle armature e di getto della malta. In ogni caso non dovrà trascorrere più di un'ora tra il termine della perforazione e l'inizio del getto della malta.

La miscela cementizia per l'iniezione dovrà essere così composta:

- dosaggio cemento d'alto forno o pozzolanico tipo 325 ≅ 900 kg/m^3 (9 kN/m^3)
- rapporto acqua/cemento ≅ 0,50
- rapporto inerti/cemento ≅ 0,03
- rapporto fluidificanti/cemento ≅ 0,03
- rapporto bentonite/cemento ≅ 0,04

Come inerti sono ammessi ceneri volanti oppure polverino calcareo con il requisito di essere totalmente passanti al vaglio 0,075 mm.

- In corso di iniezione si preleva un campione di miscela per ogni micropalo, col quale sono confezionati cubetti di 15 cm di lato, da sottoporre a prove di resistenza cubica a compressione nella misura di almeno una prova per ogni micropalo, salvo diversa indicazione dell'Ufficio di Direzione Lavori.

L'esecuzione di ogni singolo micropalo deve essere documentata mediante la compilazione di una apposita scheda sulla quale si registrano i dati seguenti:

- identificazione del micropalo;
- data del getto;
- quantità di miscela posta in opera nella formazione del fusto;
- numero dei prelievi per il controllo della resistenza a compressione e valori della stessa;
- lunghezza totale del micropalo: quote fondo e testa micropalo;
- geometria dei tubi di armatura.

CAPO 4 - PRESCRIZIONI TECNICHE PER L'ESECUZIONE DI NOLI E TRASPORTI

ART. 28 OPERE PROVVISIONALI

Le opere provvisionali, gli apprestamenti e le attrezzature atti a garantire, per tutta la durata dei lavori, la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute dei lavoratori dovranno rispettare tutte le norme vigenti in materia di prevenzione degli infortuni.
Le principali norme riguardanti i ponteggi e le impalcature, i ponteggi metallici fissi, i ponteggi mobili, ecc., sono contenute nei D.Lgs. 81/2008.

ART. 29 NOLEGGI

I noli devono essere espressamente richiesti, con ordine di servizio, dalla Direzione dei Lavori e sono retribuibili solo se non sono compresi nei prezzi delle opere e/o delle prestazioni.
Le macchine ed attrezzi dati a noleggio devono essere in perfetto stato di esercizio ed essere provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro funzionamento.
Sono a carico esclusivo dell'Impresa la manutenzione degli attrezzi e delle macchine affinché siano in costante efficienza.
Il nolo si considera per il solo tempo effettivo, ad ora o a giornata di otto ore, dal momento in cui l'oggetto noleggiato viene messo a disposizione del committente, fino al momento in cui il nolo giunge al termine del periodo per cui è stato richiesto.
Nel prezzo sono compresi: i trasporti dal luogo di provenienza al cantiere e viceversa, il montaggio e lo smontaggio, la manodopera, i combustibili, i lubrificanti, i materiali di consumo, l'energia elettrica, lo sfrido e tutto quanto occorre per il funzionamento dei mezzi.
I prezzi dei noli comprendono le spese generali e l'utile dell'imprenditore.
Per il noleggio dei carri e degli autocarri verrà corrisposto soltanto il prezzo per le ore di effettivo lavoro, rimanendo escluso ogni compenso per qualsiasi altra causa o perditempo.

ART. 30 TRASPORTI

Il trasporto è compensato a metro cubo di materiale trasportato, oppure come nolo orario di automezzo funzionante.
Se la dimensione del materiale da trasportare è inferiore alla portata utile dell'automezzo richiesto a nolo, non si prevedono riduzioni di prezzo.
Nei prezzi di trasporto è compresa la fornitura dei materiali di consumo, la manodopera del conducente ed ogni altro onere.
Per le norme riguardanti il trasporto dei materiali si veda il Decreto 25 novembre 2011 e successive modificazioni.

CAPO 5 - LAVORI DIVERSI NON SPECIFICATI NEI PRECEDENTI ARTICOLI

ART. 31 LAVORI DIVERSI NON SPECIFICATI NEI PRECEDENTI ARTICOLI

Per tutti gli altri lavori diversi previsti nei prezzi dell'elenco, ma non specificati e descritti nei precedenti articoli, che si rendessero necessari, si seguiranno le norme che verranno di volta in volta concordate con la D.L.

ART. 32 SEGNALETICA

Sarà a cura e carico dell'Impresa provvedere al posizionamento di opportuna segnaletica, chiara ed inequivocabile, atta a salvaguardare l'incolumità degli utenti che dovessero transitare, a piedi o con un veicolo, in prossimità dei lavori.
Per tutte le situazioni cantieristiche e di pericolo, l'Impresa dovrà attenersi alla perfetta osservanza di quanto previsto nel "Nuovo Codice della Strada e regolamento d'attuazione" approvati con D.L. 30.04.1992, n. 285 e D.P.R. 16.12.1992, n. 495 e successivi aggiornamenti. La rimozione della stessa segnaletica, a chiusura del cantiere, sarà a cura e carico dell'Impresa.
Nel caso restino aperti nelle ore notturne scavi, o esista una zona nella quale i lavori non siano stati completati, sarà cura dell'Impresa provvedere a segnalare, anche con metodi luminosi il potenziale pericolo. Si dovrà altresì provvedere alla delimitazione dello scavo o del cantiere sia in sede stradale che fuori.
Qualora le opere di installazione o le stesse operazioni di cantiere dovessero essere tali da turbare il regolare svolgimento della viabilità, prima di iniziare i lavori stessi, dovranno essere presi gli opportuni accordi in merito con la Direzione Lavori. Nei casi di urgenza però, l'Impresa ha l'obbligo di prendere ogni misura, anche di carattere eccezionale, per salvaguardare la sicurezza pubblica, avvertendo immediatamente la D.L.