

Localizzazione

COMUNE DI VARISELLA [TO]

Committente

Comune di Varisella [TO]

Progetto

Progetto Definitivo-Esecutivo

Capitolato Speciale Prestazionale: Materiali - parte 2/2

INTERVENTO LOCALE PER IL RINFORZO STATICO DI PILASTRI DEL PIANO SEMIINTERRATO
CUP E93B19000040001

Dettaglio ubicazione

Via Don Cabodi, 4, 10070 Varisella TO

Approvazione Committente

Validazione

Verifica



STUDIO TECNICO ASSOCIATO START
Sede legale: via J. Durandi, 2 - 10144 -
TORINO P.I. 11918080018

PSt

Nicola Ing. Morici



Collaboratori

n. Ver

Data

Descrizione Contenuto

Red.

Contr.

Appr.

1

8/2019

Capitolato Speciale Prestazionale 2/2

Scala

Nome File

Pos. archivio informatico

Id Dossier

Tip.In.

N. Proq.

Id.Inc.

Fase

Id. Elaborato

B

11

PSt

DE

CSA

N. 11b

Sommario

TITOLO 2	DISPOSIZIONI TECNICHE	4
QUALITÀ DEI MATERIALI		4
Parte 13	QUALITÀ DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI	4
1.1	Condizioni generali d'accettazione – prove di controllo	4
1.2	Caratteristiche dei vari materiali	5
1.3	Conglomerati cementizi semplici e armati (normali e precompressi)	9
1.3.1	Materiali	9
1.3.2	Tipi e classi dei conglomerati cementizi	16
1.3.3	Qualifica preliminare dei conglomerati cementizi	22
1.3.4	Controlli in corso d'opera	24
1.3.5	Resistenza dei conglomerati cementizi	25
1.3.6	Durabilità dei conglomerati cementizi	27
1.3.7	Tecnologia esecutiva delle opere	29
1.3.8	Metodo di Figg per la determinazione del grado di permeabilità all'aria del conglomerato cementizio	39
1.4	Casseforme, armature di sostegno, centinature e attrezzature di costruzione	41
1.5	Ripristino/adeguamento di elementi strutturali in conglomerato cementizio	42
1.5.1	Miscele per il ripristino di superfici degradate	42
1.5.2	Requisiti dei materiali	44
1.5.3	Accettazione e specifiche prestazionali dei materiali per interventi di ripristino/adeguamento	45
1.5.4	Trattamenti prima del ripristino/adeguamento e fasi esecutive	52
1.5.5	Prove e controlli	73
1.6	Acciaio per c.a. e c.a.p.	74
1.6.1	Generalità	74
1.6.2	Acciaio per cemento armato in barre e rotoli - B450C – B450A	75
1.6.3	Reti e tralicci in barre di acciaio elettrosaldate	77
1.6.4	Zincatura a caldo degli acciai	78
1.6.5	Acciai inossidabili	80
1.7	Acciaio per carpenteria	83
1.7.1	Profilati e lamiere	85
1.7.2	Bulloni non precaricati	72
1.7.3	Tirafondi	72
1.7.4	Connettori per il taglio	72
1.8	Ancoranti per uso strutturale	74
1.9	Betoncino per incamiciatura fibrorinforzata	75
1.10	Murature	77
1.11	Prodotti per rivestimenti interni ed esterni	78
1.12	Prodotti per pavimentazione	81
1.13	84	
1.14	Demolizioni e Rimozioni	85
1.14.1	Demolizione di murature e fabbricati	85

1.14.2	Demolizione di pavimentazione totale o parziale di strati in conglomerato bituminoso realizzato con frese.....	85
1.14.3	Rimozione.....	87
Parte 14	ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI.....	88
2.	ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI	88

Titolo2 DISPOSIZIONITECNICHE

QUALITÀDEIMATERIALI

MODODIESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO

VERIFICHE E ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI

NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

Parte 13 QUALITÀDEIMATERIALIEDEICOMPONENTI

1.1 Condizioni generali d'accettazione – prove di controllo

I materiali da impiegare per i lavori di cui all'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia e nel successivo paragrafo titolante *“Caratteristiche dei vari materiali”*; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio.

In particolare per i materiali e prodotti per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato su GUUE, al termine del periodo di coesistenza il loro impiego nelle opere è possibile soltanto se in possesso della Marcatura CE, prevista dalla Direttiva 89/106/CEE “Prodotti da costruzione” (CPD), recepita in Italia dal DPR 21/04/1993, n.246, così come modificato dal DPR 10/12/1997, n. 499.

Tutti i materiali dovranno essere conformi al REGOLAMENTO (UE) N. 305/2011 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 9 marzo 2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio

I materiali proverranno da località o fabbriche che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché corrispondano ai requisiti di cui sopra.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione Lavori, la quale dovrà attenersi alle direttive di carattere generale o particolare eventualmente impartite dai competenti Uffici della Società.

L'accettazione dei materiali non è in ogni modo definitiva se non dopo che siano stati posti in opera e l'opera sia stata collaudata.

Quando la Direzione Lavori abbia rifiutata una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese della stessa Impresa.

Nonostante l'accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori, l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, anche se non incluse nelle presenti Norme purché facenti riferimento ad una normativa in uso.

I campioni saranno prelevati in contraddittorio. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.

Le diverse prove ed esami sui campioni saranno effettuate presso i laboratori ufficiali specificati nell'art. 20 della Legge 5/11/1971 n. 1086.

La Direzione Lavori potrà a suo giudizio, autorizzare l'esecuzione delle prove presso altri laboratori di sua fiducia.

1.2 Caratteristiche dei vari materiali

I materiali da impiegare nei lavori dovranno avere i requisiti fissati qui di seguito e negli articoli successivi; dovranno pertanto essere forniti di un'ideale certificazione d'origine, che attesti la conformità delle proprie caratteristiche alle specifiche richieste nelle presenti Norme. Le norme UNI via via citate si intendono nella versione più recente o se ritirate nella versione di sostituzione o nella norma UNI EN assorbente quella ritirata.

In particolare per i materiali e prodotti recanti la Marcatura CE sarà onere del Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, accertarsi del possesso della marcatura stessa e richiedere ad ogni fornitore, per ogni diverso prodotto il Certificato ovvero Dichiarazione di Conformità alla parte armonizzata della specifica norma europea ovvero allo specifico Benestare Tecnico Europeo. Nel caso di mancanza della certificazione di conformità alle presenti norme e alle norme europee armonizzate, il materiale non sarà ritenuto idoneo all'impiego ed immediatamente allontanato dal cantiere, a totale cura e spese dell'Impresa.

In caso di difformità con quanto fissato nel presente articolo, varrà quanto prescritto dalla Norma specifica. La scelta di un tipo di materiale nei confronti di un altro, o tra diversi tipi dello stesso materiale, sarà fatta di volta in volta, in base al giudizio della Direzione Lavori, la quale, per i materiali da acquistare, si assicurerà che provengano da produttori di provata capacità e serietà.

Acqua: dovrà essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui l'acqua medesima è destinata e rispondere ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 1086 del 5/11/1971, (D.M. in vigore).

Leganti idraulici - Calci aeree - Pozzolane: dovranno corrispondere alle prescrizioni:

- della legge 26/05/1965 n.595;
- delle "Norme sui requisiti d'accettazione e modalità di prova dei leganti idraulici" D.M. 14-1-1966 modificato con D.M. 3/06/68, D.M. 31/08/1972, D.M. 13/09/93;
- delle "Norme per l'accettazione delle calci aeree" R.D. 16-11-1939 n. 2231;
- delle "Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico", R.D. 16-11-1939 n. 2230;
- d'altre eventuali successive Norme che dovessero essere emanate dai competenti Organi.

I materiali dovranno trovarsi, al momento dell'uso in perfetto stato di conservazione.

Il loro impiego nella preparazione di malte e conglomerati cementizi dovrà avvenire con l'osservanza delle migliori regole d'arte.

Durante il corso della fornitura dei leganti, la Direzione Lavori farà eseguire periodicamente, da laboratori ufficiali o da altri laboratori di sua fiducia, prove su campioni di leganti prelevati in contraddittorio con l'Impresa stessa.

Le spese per il prelievo, la formazione, l'invio dei campioni, le prove, gli esami e le relative certificazioni, sono a cura e spese dell'Impresa.

Ghiaie - Ghiaietti - Pietrischi - Pietrischetti – Sabbie per opere murarie (da impiegarsi nella formazione dei conglomerati cementizi, escluse le pavimentazioni): dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge n. 1086 del 5-11-1971 (D.M. in vigore).

Le dimensioni massime degli aggregati costituenti la miscela dovranno essere compatibili con quanto prescritto nel norme tecniche vigenti e in ogni caso le maggiori fra quelle previste come compatibili per la struttura cui il conglomerato cementizio è destinato.

Per le caratteristiche di forma valgono le prescrizioni fissate dall'art. 2 delle Norme citate nel seguente comma D).

Pietrischi - Pietrischetti - Graniglie - Sabbie - Additivi per pavimentazioni: dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R. (Fascicolo n. 4, Ed. 1953 ed eventuali successive modifiche) ed essere rispondenti alle specifiche riportate nelle rispettive norme d'esecuzione lavori.

Ghiaie - Ghiaietti per pavimentazioni: dovranno corrispondere, come pezzatura e caratteristiche, ai requisiti stabiliti nella "Tabella UNI 2710 - Ed. giugno 1945" ed eventuali successive modifiche.

Dovranno essere costituiti da elementi sani e tenaci, privi d'elementi alterati, essere puliti e praticamente esenti da materie eterogenee, non presentare perdita di peso, per decantazione in acqua, superiore al 2%.

Argilla espansa: dovrà essere ottenuta mediante clinkerizzazione in forni rotanti ad una temperatura di circa

1473 K; peso in mucchio 320÷630 kg/m³ secondo la granulometria.

Materiali ferrosi: saranno esenti da scorie, soffiature, saldature e da qualsiasi altro difetto. Gli acciai per c.a., c.a.p. e carpenteria metallica dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5-11-1971 n. 1086 (D.M. in vigore).

Il lamierino di ferro per formazione di guaine per armature per c.a.p. dovrà essere del tipo laminato a freddo, di qualità extra dolce ed avrà spessore di 0,2 mm.

I bulloni normali saranno conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme UNI 5727-65 e UNI 5593; quelli ad alta resistenza devono appartenere alle classi delle norme UNI 3740-65.

I tubi d'acciaio senza saldatura, per costruzioni meccaniche, dovranno soddisfare la norma UNI 7729 ed appartenere al tipo S375.

Acciaio inossidabile: dovrà presentare elevata resistenza alla corrosione ed al calore e rispondere, per composizione chimica, caratteristiche e prescrizioni generali, alla norma UNI 6900-71.

Le lamiere d'acciaio inox saranno laminate a freddo a norma UNI 8317.

La designazione degli acciai è fatta per composizione chimica, dove «x» sta per «acciaio legato», il primo numero indica la percentuale di carbonio moltiplicato per 100 ed i numeri finali indicano i tenori degli elementi di lega in %.

Oltre alla classificazione UNI sarà abitualmente usata anche la classificazione AISI (American Iron and Steel Institute).

Acciaio zincato: profilati, lamiere e tubi d'acciaio, di qualsiasi sezione, spessore o diametro, tanto in elementi singoli quanto assemblati in strutture composte, dovranno essere zincati per immersione in zinco fuso, nel rispetto delle prescrizioni della norma d'unificazione Progetto SS UNI E 14.07.000 (rivestimenti metallici protettivi applicati a caldo - rivestimenti di zinco ottenuti per immersione su oggetti diversi, fabbricati in materiale ferroso).

Per tutti i manufatti in lamiera zincata quali coperture, condotti, canali di gronda, converse, scossaline, compluvi, infissi, serrande, serbatoi per acqua e simili, se non altrimenti disposto dovranno essere impiegate lamiere zincate secondo il procedimento Sendzimir.

Lo strato di zincatura, inteso come massa di zinco, espressa in grammi al metro quadrato, presente complessivamente su ciascuna faccia della lamiera, se non diversamente specificato, non dovrà essere inferiore a:

- 190 g/m² per zincatura normale;
- 300 g/m² per zincatura pesante.

Prodotti plastici metacrilici: caratterizzati da infrangibilità, leggerezza ed elevatissima resistenza agli agenti

atmosferici, dovranno rispondere alle prescrizioni di cui alle seguenti norme di unificazione:

UNI 7067-72 - Materie plastiche metacriliche per stampaggio ed estrusione. Tipi, prescrizioni e prove.

UNI 7074-72 - Lastre di polimetilmetacrilato. Tipi, prescrizioni e prove.

Le lastre potranno essere di tipo I (colorate in forma e successivamente polimerizzate in blocco) e di tipo II (prepolimerizzate e termoestruse).

In ogni caso saranno assolutamente prive di difetti superficiali e di forma.

I lucernari, sia a cupola (a semplice od a doppia parete anticondensa) che continui, saranno fabbricati con lastre di polimetilmetacrilato delle migliori qualità (plexiglass, perspex, ecc.).

Legnami: di qualunque essenza essi siano, dovranno soddisfare, sia per le opere definitive sia per quelle provvisorie, a tutte le prescrizioni ed avere i requisiti delle precise categorie di volta in volta prescritte e non dovranno presentare difetti incompatibili con l'uso cui sono stati destinati.

I legnami rotondi o pali dovranno provenire da vero tronco e non dai rami, saranno diritti in modo che la congiungente i centri delle due basi non esca in alcun punto dal palo.

Dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e rettificati in superficie; la differenza fra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare il quarto del maggiore dei due diametri.

I legnami grossolanamente squadrati ed a spigolo smussato, dovranno avere tutte le facce spianate, tollerandosi in corrispondenza ad ogni spigolo l'alburno e lo smusso in misura non maggiore di 1/5 della minore dimensione trasversale dell'elemento.

I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadrati a sega e dovranno avere tutte le facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alburno né smussi di sorta.

I legnami, in genere, dovranno corrispondere ai requisiti di cui al D.M. 30 Ottobre 1912 ed alle Norme UNI in vigore.

I legnami di tipo lamellare dovranno essere di qualità I secondo la normativa DIN 4074, con giunzioni a pettine secondo la normativa DIN 88140 e la loro essenza lignea sarà preferibilmente di abete rosso o larice.

Le strutture di legno lamellare dovranno essere prodotte da stabilimenti in possesso del certificato di incollaggio di tipo A, in conformità alla norma DIN 1052. Gli eventuali trattamenti protettivi, gli spessori e le modalità applicative degli stessi, dovranno essere del tipo previsto negli elaborati progettuali.

Leganti ed emulsioni bituminosi: dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti norme C.N.R. "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali" - Fascicolo n. 2 - Ed. 1951; "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali" Fascicolo n. 3 - Ed. 1958.

Leganti bituminosi: dovranno corrispondere ai requisiti di cui alle "Norme per l'accettazione dei bitumi per

usi stradali" - Fascicolo n. 7 - Ed. 1957 del C.N.R.

all'azione di microrganismi, essere antinquinanti ed isotropi.

Tubazioni in PVC: in cloruro di polivinile rigido serie pesante, dei tipi 302, 303/1 e 303/2, secondo le vigenti Norme UNI, con giunti a bicchiere muniti di guarnizione di gomma.

Ogni tubo dovrà portare impresso, in modo evidente, leggibile ed indelebile, il nominativo del produttore, il diametro nominale, l'indicazione del tipo; dovrà essere munito inoltre del marchio di conformità alle Norme UNI rilasciato dall'Istituto italiano dei plastici.

Materiali di qualsiasi provenienza da impiegare nelle lavorazioni:

- materiali per rilevati e/o riempimenti;
- aggregati grossi e fini per conglomerati, drenaggi, fondazioni stradali, ecc.;
- pietrame per murature, drenaggi, gabbioni, ecc..

I materiali da impiegare nelle lavorazioni sopra indicate dovranno essere sottoposti dalla Direzione Lavori, prima del loro impiego, alle verifiche e prove di laboratorio, per accertarne l'idoneità in relazione alle particolari utilizzazioni previste. Dopo che la Direzione Lavori avrà espresso il proprio benestare sulla base dei risultati delle prove di laboratorio, il materiale potrà essere impiegato nella produzione, fermo restando che l'Impresa stessa sarà responsabile, a tutti gli effetti della rispondenza alle specifiche norme contrattuali. Gli oneri per prove di qualsiasi natura, richieste dalla DL per l'accettazione e per le verifiche di idoneità sono a totale ed esclusivo carico dell'Impresa.

1.3 Conglomerati cementizi semplici e armati (normali e precompressi)

1.3.1 Materiali

1.3.1.1 Cemento

I cementi potranno essere normali, ad alta resistenza, ad alta resistenza e rapido indurimento.

Nella confezione dei conglomerati sono ammessi:

- cemento tipo III;
- cemento tipo IV.

Devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di certificato di conformità, rilasciato da un organismo europeo notificato, ad una norma armonizzata della serie UNI EN 197-1 ovvero ad uno specifico Benestare Tecnico Europeo (ETA), purchè idonei all'impiego previsto nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla Legge 26/05/1965 n.595. L'Impresa dovrà approvvigionare il cemento presso cementerie che diano garanzie di bontà, costanza del tipo, continuità di fornitura.

E' escluso l'impiego di cementi alluminosi.

Sotto il controllo della Direzione Lavori, dovranno essere verificate presso un Laboratorio Ufficiale le resistenze meccaniche ed i requisiti chimici e fisici del cemento secondo le Norme di cui alla Legge 26/5/1965 n. 595 D.M. 3/6/1968 e s.m.i..

Per ogni carico di cemento giunto in cantiere, sarà onere del Direttore dei Lavori, accertarsi del possesso della Marcatura CE e richiedere ad ogni fornitore, per ogni diverso prodotto, il Certificato ovvero Dichiarazione di conformità alla parte armonizzata della specifica norma europea ovvero allo specifico Benestare Tecnico Europeo.

È facoltà della Direzione Lavori richiedere la ripetizione delle prove su una stessa partita qualora sorgesse il dubbio di un degradamento delle caratteristiche del cemento, dovuto ad una causa qualsiasi.

È vietato l'uso di cementi diversi per l'esecuzione di ogni singola opera o elemento costruttivo; ciascun silo del cantiere o della centrale di betonaggio sarà destinato a contenere cemento di un unico tipo, unica classe ed unica provenienza, ed a tale scopo chiaramente identificato.

È ammesso l'impiego di cementi speciali rispondenti ai requisiti suddetti ed alle prescrizioni delle presenti Norme, atti al confezionamento di conglomerati cementizi fluidi e superfluidi a basso rapporto a/c senza additivazione in fase di betonaggio.

Qualora il calcestruzzo risulti esposto a condizioni ambientali chimicamente aggressive si devono utilizzare cementi per i quali siano prescritte, da norme armonizzate europee e fino alla disponibilità di esse, da norme nazionali, adeguate proprietà di resistenza ai solfati e/o al dilavamento o ad eventuali altre specifiche azioni aggressive.

Le norme delle serie UNI, UNI-EN citate nel testo si intendono nella loro versione corrente ovvero se ritirate dalla norma che le sostituisce.

1.3.1.2 Aggregati

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

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla Tab. 11.2.III del DM 17/1/2018 a condizione che la miscela di calcestruzzo, confezionato con aggregati riciclati, venga preliminarmente qualificata e documentata, nonché accettata in cantiere, attraverso le procedure di cui al predetto DM.

Tab. 11.2.III

Origine del materiale da riciclo	Classe del calcestruzzo	percentuale di impiego
demolizioni di edifici (macerie)	= C 8/10	fino al 100%
demolizioni di solo calcestruzzo e c.a. (frammenti di calcestruzzo $\geq 90\%$, UNI EN 933-11:2009)	$\leq C20/25$	fino al 60%
	$\leq C30/37$	$\leq 30\%$
	$\leq C45/55$	$\leq 20\%$
Riutilizzo di calcestruzzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati - da qualsiasi classe	Classe minore del calcestruzzo di origine	fino al 15%
	Stessa classe del calcestruzzo di origine	fino al 10%

Per tutti i tipi di conglomerato cementizio dovranno essere impiegati esclusivamente gli aggregati della categoria A di cui alla Norma UNI 8520-2 aventi caratteristiche nei limiti di accettazione della Norma medesima, salvo particolari deroghe di carattere eccezionale che la Direzione Lavori, previa attenta valutazione delle locali condizioni di reperibilità degli aggregati, potrà concedere esclusivamente riguardo ai valori di perdita in massa per abrasione; in caso di deroga, la classe di resistenza progettualmente prevista, esclusivamente per i calcestruzzi cementizi di tipo I e II, dovrà essere aumentata di 5 MPa, all'Impresa nulla sarà dovuto per questo aumento di classe.

Dovranno essere costituiti da elementi non gelivi privi di parti friabili e polverulente o scistose, argilla e sostanze organiche; non dovranno contenere i minerali pericolosi: pirite, marcasite, pirrotina, quarzo ad estensione ondulata, gesso e solfati solubili (per questi ultimi si veda la tabella 15 A).

Sotto il controllo della Direzione Lavori, dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (UNI 8520 parte 4) presso un Laboratorio Ufficiale, l'assenza dei minerali indesiderati suddetti e di forme di silice reattiva verso gli alcali del cemento (opale, calcedonio, tridimite, cristobalite, quarzo cristallino in stato di alterazione o tensione, selce, vetri vulcanici, ossidiane), per ciascuna delle cave di provenienza dei materiali. Tale esame verrà ripetuto con la frequenza di almeno una volta all'anno.

Ove fosse presente silice reattiva si procederà all'esecuzione delle prove della Norma UNI 8520 parte 22, punto 3, con la successione e l'interpretazione ivi descritte.

Per quanto riguarda gli eventuali controlli di accettazione da effettuarsi a cura del Direttore dei Lavori, questi sono finalizzati almeno alla determinazione delle caratteristiche tecniche riportate nella Tabella 1. I metodi di prova da utilizzarsi sono quelli indicati nelle Norme Europee Armonizzate citate, in relazione a ciascuna caratteristica.

Tabella 1: Caratteristiche degli Aggregati

CARATTERISTICHE TECNICHE
Descrizione petrografica semplificata
Dimensione dell'aggregato (analisi granulometrica e contenuto dei fini)
Indice di appiattimento
Dimensione per il filler
Forma dell'aggregato grosso (per aggregato proveniente da riciclo)
Resistenza alla frammentazione/frantumazione (per calcestruzzo $R_{ck} \geq C50/60$ e aggregato proveniente da riciclo)

Nella Tabella 1 sono riepilogate alcune delle principali prove cui devono essere sottoposti gli aggregati. Le frequenze delle prove di controllo saranno prescritte dalla D.L.

La curva granulometrica delle miscele di aggregato per conglomerato cementizio dovrà essere tale da ottenere il massimo peso specifico del conglomerato cementizio a parità di dosaggio di cemento e di lavorabilità dell'impasto e dovrà permettere di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, lavorabilità, aria inglobata, ecc.) che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, viscosità, durabilità, ecc.).

La curva granulometrica dovrà risultare costantemente compresa nel fuso granulometrico approvato dalla Direzione dei Lavori e dovrà essere verificata ogni 1000 m³ di aggregati impiegati.

Particolare attenzione dovrà essere rivolta alla granulometria della sabbia al fine di ridurre al minimo il fenomeno dell'essudazione (*bleeding*) nel conglomerato cementizio.

All'impianto di betonaggio gli aggregati dovranno essere suddivisi in almeno 3 pezzature; la più fine non dovrà contenere più del 15% di materiale trattenuto al vaglio a maglia quadrata da 5 mm di lato.

Le singole pezzature non dovranno contenere sottoclassi in misura superiore al 15% e sovraclassi in misura superiore al 10% della pezzatura stessa.

La dimensione massima (D_{max}) dell'aggregato deve essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto; dovrà pertanto risultare:

- minore di 0,25 volte la dimensione minima delle strutture;

- minore della spaziatura minima tra le barre di armatura, diminuita di 5 mm;
- minore di 1,3 volte lo spessore del copriferro tranne che per interni di edifici.

1.3.1.3 Acqua di impasto

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008:2003.

Proverrà da fonti ben definite che diano acqua rispondente alle caratteristiche specificate all'art. 2.

Sono ammesse come acqua di impasto per i conglomerati cementizi l'acqua potabile e le acque naturali rispondenti ai requisiti di seguito riportati.

Sono escluse le acque provenienti da scarichi (industriali ecc.).

L'acqua di impasto dovrà avere un contenuto in sali disciolti inferiore a 1 g/l.

In merito al contenuto di ione cloruro nell'acqua per i manufatti in cemento armato normale o precompresso, si dovrà tener conto dei limiti previsti dalla Norma UNI EN 1008 per il contenuto totale di tale ione

UNI 11417-1

Per il cloruro, indipendentemente dal contenuto di questo ione nelle acque, deve essere rispettato il contenuto totale nel calcestruzzo in accordo a quanto stabilito dalla EN 206-1.

La quantità di materiale inorganico in sospensione dovrà essere inferiore a 2 g/l; la quantità di sostanze organiche (COD) inferiore a 0,1 g/l.

L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta in relazione al tipo di conglomerato cementizio, tenendo conto dell'acqua contenuta negli aggregati, (si faccia riferimento alla condizione "satura a superficie asciutta" della Norma UNI 8520 parte 5).

1.3.1.4 Additivi

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

L'Impresa dovrà impiegare additivi garantiti dai produttori per qualità e costanza di effetto e di concentrazione; le loro caratteristiche dovranno essere verificate preliminarmente in sede di qualifica di conglomerati cementizi.

Nel caso di uso contemporaneo di più additivi l'Impresa dovrà fornire alla Direzione Lavori la prova della loro compatibilità.

Ad ogni carico di additivo giunto in cantiere, sarà onere Del Direttore dei Lavori accertarsi del possesso della Marcatura CE e richiedere ad ogni fornitore il Certificato ovvero Dichiarazione di Conformità alla parte

armonizzata della specifica norma europea ovvero allo specifico Benestare Tecnico Europeo. L'Impresa dovrà inoltre consegnare alla Direzione lavori, copia fotostatica del documento di trasporto.

La quantità di additivo liquido che superi 3 l/m^3 di calcestruzzo deve essere presa in conto nel calcolo del rapporto a/c.

Gli additivi dovranno essere aggiunti al conglomerato cementizio nel premiscelatore in soluzione con l'acqua d'impasto con un sistema meccanico che consenta di aggiungere l'additivo con una tolleranza sulla quantità prescritta non superiore al 5% ed inoltre che assicuri la sua uniforme distribuzione nella massa del conglomerato cementizio durante il periodo di miscelazione.

Additivi fluidificanti, superfluidificanti e iperfluidificanti

Allo scopo di realizzare conglomerati cementizi impermeabili e durevoli a basso rapporto a/c ed elevata lavorabilità (vedi tab. 15 C) si farà costantemente uso di additivi fluidificanti e superfluidificanti del tipo approvato dalla Direzione Lavori.

A seconda delle condizioni ambientali e dei tempi di trasporto e lavorazione, potranno essere impiegati anche additivi del tipo ad azione mista fluidificante-aerante, fluidificante-ritardante e fluidificante-accelerante.

Non dovranno essere impiegati additivi a base di cloruri o contenenti cloruri di calcio.

Il loro dosaggio dovrà essere definito in fase di qualifica dei conglomerati cementizi sulla base delle indicazioni del fornitore.

Per conglomerati cementizi che debbono avere particolari requisiti di resistenza e durabilità, se previsti in progetto, dovranno essere impiegati additivi iperfluidificanti a base acrilica (caratterizzati da una riduzione d'acqua di almeno il 30%).

Additivi aeranti

Per conglomerati cementizi soggetti durante l'esercizio a cicli di gelo-disgelo, si farà costantemente uso di additivi aeranti.

La percentuale di aria inglobata varierà secondo quanto riportato nella Tabella 2 in rapporto alla dimensione massima degli aggregati (D_{\max}) e sarà misurata sul conglomerato cementizio fresco prelevato all'atto della posa in opera secondo la relativa Norma UNI 6395.

L'Impresa dovrà adottare le opportune cautele affinché, per effetto dei procedimenti di posa in opera e compattazione attuati, non si abbia una riduzione del tenore d'aria effettivamente inglobata al di sotto dei limiti della tabella.

Gli aeranti dovranno essere conformi a quanto indicato nella norma ASTM C 260.

Tabella 2: Dosaggio richiesto di aria inglobata

Dmax Aggregati (mm)	% aria occlusa *
10,0	7,0
12,5	6,5
20,0	6,0
25,0	5,0
40,0	4,5
50,0	4,0
75,0	3,5

(*) Tolleranza $\pm 1\%$

Il contenuto d'aria inglobata nel conglomerato cementizio indurito potrà essere verificato con il procedimento descritto nello Standard ASTM C 457 o con procedimento similare.

In alternativa all'uso di additivi aeranti è consentito l'impiego di microsfele di plastica di diametro compreso tra 0,010 e 0,050 mm.

L'Impresa dovrà preventivamente fornire in proposito un'adeguata documentazione, basata sull'esecuzione di cicli gelo-disgelo secondo la Normativa UNI.

Additivi ritardanti e acceleranti

Gli additivi ritardanti riducono la velocità iniziale delle reazioni tra il legante e l'acqua aumentando il tempo necessario ai conglomerati cementizi per passare dallo stato plastico a quello rigido, senza influenzare lo sviluppo successivo delle resistenze meccaniche, dopo la maturazione a 28 d.

Gli additivi acceleranti aumentano la velocità delle reazioni tra il legante e l'acqua e conseguentemente lo sviluppo delle resistenze dei conglomerati cementizi senza pregiudicare la resistenza finale degli impasti.

I tipi ed i dosaggi impiegati dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

Additivi antigelo

Gli additivi antigelo, che dovranno essere esenti da cloruri, abbassano il punto di congelamento dell'acqua d'impasto ed accelerano alle basse temperature i processi di presa e indurimento dei conglomerati

STUDIOTECNICOASSOCIATO START

P.I. 11918080018

Sede legale: via J. Durandi, 2 – 10144 – TORINO

www.startprogetti.it

cementizi.

Dovranno essere impiegati soltanto su disposizione della Direzione Lavori, che dovrà approvarne preventivamente tipo e dosaggio.

Aggiunte

Nei calcestruzzi è ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purchè non ne vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali.

Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 450-1. Per quanto riguarda l'impiego si potrà fare utile riferimento ai criteri stabiliti dalle norme UNI EN 206-1:2006 ed UNI 11104:2004.

I fumi di silice devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 13263-1.

1.3.2 Tipi e classi dei conglomerati cementizi

Ai fini delle presenti Norme Tecniche di Appalto, vengono presi in considerazione tipi e classi di conglomerato cementizio:

- i "tipi" sono definiti nella Tabella 3, nella quale sono indicate alcune caratteristiche dei conglomerati cementizi e sono esemplificati i relativi campi di impiego;
- le "classi" indicano la resistenza caratteristica cubica del conglomerato cementizio a ventotto giorni di maturazione, espressa in MPa.

Tabella 3: Tipi di impiego e classi dei conglomerati cementizi (Norme UNI 9858 e ENV 206)

STUDIOTECNICOASSOCIATOSTART

P.I. 11918080018

Sede legale: via J. Durandi, 2 – 10144 – TORINO

www.startprogetti.it

TIP O DI CO NGL OM ERA TO CE ME NTI ZIO	IMPIEG O DEI CONGL OMERA TI CEMEN TIZI	CE M E N TI A M M ES SI a) *	M A S S I M O R A P P O R T O A / C A M M E S S O	C O N S I S T E N Z A U N I 9 4 1 8 a b b a s s a m e n t o a l c o	A C Q U A E S S U D A T A U N I 7 1 2 2	C L A S S I f c k R c k C l a s s i d i r e s i s t . m i n i m e
---	--	---	---	--	--	---

I	- Impalcati in c.a. e c.a.p., pile e spalle di ponti, viadotti, cavalcavia, sottovia, ponticelli di luce superiore a 8,00 m, new jersey; - Barriere e parapetti in cemento armato	CE M III CE M IV	0 , 4 5	S 4 1 6 ÷ 2 0 c m * *	≤ 0 , 1 %	≥ 3 2 / 4 0 M p a
---	--	---------------------------------	------------------	---	---------------------------	---

II	- Muri di sottoscarpa e controripa in c.a., ponticelli di luce fino a 8,00 m - Tombini scatolari ; - Fondazioni armate (plinti, pali, diaframmi, ecc.); - Conglomerati cementizi per cunette, cordoli, pavimentazioni; - Rivestimenti ed archi rovesci	CE M III CE M IV	0 , 5 0	S 4 1 6 ÷ 2 0 c m * *	≤ 0 , 1 %	≥ 2 5 / 3 0 M P a

III	- Muri si sottosca rpa e controri pa in conglom erato cementi zio anche se debolm ente armato (fino ad un max di 30 kg di acciaio per metro cubo); - Fondazi oni non armate (pozzi, sottopli nti, ecc.); - Rivestim enti di tubazio ne (tombini tubolari,	CE M III CE M IV	0 , 5 5	S 4 1 6 ÷ 2 0 c m * *	≤ 0 , 2 %	≥ 2 0 / 2 5 M P a

- a) - Per le barriere in conglomerato cementizio tipo New Jersey, si farà esclusivamente uso di cemento tipo III 42,5 o 42,5R
- * - In presenza di concentrazioni di solfati e CO₂ aggressiva, valgono le prescrizioni del successivo punto 15.6
- ** - Tranne che per particolari manufatti quali pareti sottili a vibrazione programmata, barriere New Jersey o simili che richiedano abbassamenti al cono minori; e/o diverse prescrizioni progettuali.
- *** - Il simbolo f_{ck} si riferisce a provini cilindrici mentre il simbolo R_{ck} si riferisce a quelli cubici
- **** - Salvo diverse esigenze e/o prescrizioni progettuali.

1.3.3 Qualifica preliminare dei conglomerati cementizi

L'Impresa è tenuta all'osservanza della Legge 5/11/1971 n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" nonché delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della predetta legge (D.M. del 17/01/2018). Nel seguito sarà inteso, qualora di nuova emanazione, in luogo del D.M. 17/1/2018 il vigente D.M. emanato in applicazione dell'art. 21 della L.1086/1971.

L'Impresa, sulla scorta delle prescrizioni contenute nei progetti esecutivi delle opere in conglomerato cementizio semplice e armato (normale e precompresso), relativamente a caratteristiche e prestazioni dei conglomerati cementizi stessi, eseguirà le suddette opere avuto particolare riferimento a:

- caratteristiche meccaniche del calcestruzzo in opera, secondo le indicazioni del §11.2.10 D.M. 17/1/2018 e norme di settore ivi riportate;
- classe di esposizione in funzione delle condizioni ambientali (UNI EN 206);
- durabilità delle opere (§11.2.11 D.M. 17/1/2018 e norme di settore ivi citate);
- lavorabilità (abbassamento al cono di ABRAMS UNI 9418/89);
- diametro massimo dell'aggregato (UNI 8520);
- tipi di cemento e dosaggi minimi ammessi;
- eventuali tipi di additivi e di aggiunte minerali e relativi dosaggi ottimali da utilizzarsi;
- contenuto d'aria del conglomerato cementizio fresco (UNI 6395);
- ritiro idraulico (UNI 6555);
- resistenza ai cicli di gelo-disgelo (UNI 7087);

STUDIOTECNICOASSOCIATOSTART

P.I. 11918080018

Sede legale: via J. Durandi, 2 – 10144 – TORINO

www.startprogetti.it

- impermeabilità (ISO DIS 7032) (DIN 1048);
- accorgimenti da adottare in caso di lavorazioni da eseguirsi in presenza di temperature rigide (al di sotto di 278 K);
- in caso di maturazione accelerata a vapore: descrizione del ciclo termico e descrizione dell'impianto che l'Impresa intenderà utilizzare.

L'Impresa dovrà qualificare i materiali e gli impasti 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).

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 e dopo aver effettuato, in contraddittorio con l'Impresa, impasti di prova del calcestruzzo per la verifica dei requisiti di cui alla Tabella 3.

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 UNI 9858/91, le prescrizioni sulla qualificazione dei materiali, la composizione degli impasti e le modalità di prova, dovranno essere comunque rispettate.

Gli impianti per la produzione con processo industrializzato del calcestruzzo devono essere idonei ad una produzione costante, disporre di apparecchiature adeguate per il confezionamento, nonché di personale esperto e di attrezzature idonee a provare, valutare e mantenere la qualità del prodotto.

Gli impianti devono dotarsi di un sistema permanente di controllo interno della produzione allo scopo di assicurare che il prodotto risponda ai requisiti previsti dalle norme del D.M. in vigore e che tale rispondenza sia costantemente mantenuta fino all'impiego.

Il sistema di controllo della produzione di calcestruzzo confezionato con processo industrializzato in impianti di un fornitore, predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2000, deve fare riferimento alle specifiche indicazioni contenute nelle Linee guida sul calcestruzzo preconfezionato elaborato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP.

Detto sistema di controllo deve essere certificato da organismi terzi indipendenti che operano in coerenza con la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006, autorizzati dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP. sulla base dei criteri di cui al DM 9/5/2003 n. 156.

I documenti che accompagnano ogni fornitura di calcestruzzo confezionato con processo industrializzato devono indicare gli estremi di tale certificazione.

Il Direttore dei Lavori, che è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture provenienti da impianti non conformi; dovrà comunque effettuare le prove di accettazione e ricevere, prima dell'inizio della fornitura, copia della certificazione del controllo di processo produttivo.

Si puntualizza che per la realizzazione delle opere in conglomerato cementizio dovrà essere impiegato esclusivamente "conglomerato cementizio a prestazione garantita" secondo la Norma UNI 9858/91.

In nessun caso verrà ammesso l'impiego di "conglomerato cementizio a composizione richiesta" secondo la stessa Norma; tutto ciò dicasi anche per il calcestruzzo non strutturale utilizzato per spianamenti, sottofondazioni, riempimenti, ecc., che dovrà essere confezionato con materiali idonei ed avere classe di resistenza > di 12/15 MPa.

1.3.4 Controlli in corso d'opera

La Direzione Lavori eseguirà controlli periodici in corso d'opera per verificare la corrispondenza tra le

caratteristiche dei materiali e degli impasti impiegati e quelle definite in sede di qualifica.

1.3.5 Resistenza dei conglomerati cementizi

Per ciascuna determinazione in corso d'opera delle resistenze caratteristiche a compressione dei conglomerati cementizi, dovranno essere eseguite due serie di prelievi da effettuarsi in conformità alle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 1086 del 5/11/1971 (D.M. del 17/01/2018).

I prelievi, eseguiti in contraddittorio con l'Impresa, verranno effettuati separatamente per ogni opera, per ogni singola parte di essa e per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio previsti negli elaborati progettuali.

Per ogni prelievo eseguito dovranno essere confezionati minimo 4 provini, per le strutture in c.a. e minimo 6 provini per le strutture in c.a.p..

Di tali operazioni, effettuate sotto il controllo della Direzione Lavori, secondo le Norme UNI vigenti, verranno redatti appositi verbali numerati progressivamente e controfirmati dalle parti.

I provini, contraddistinti col numero progressivo del relativo verbale di prelievo, verranno custoditi in locali ritenuti idonei dalla Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firma del Direttore dei Lavori, o del Responsabile Controllo Qualità Materiali da lui incaricato, nei modi più adatti a garantire la autenticità e la corretta stagionatura. In particolare per la preparazione, la forma, le dimensioni e la stagionatura dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-1:2002 e UNI EN 12390-2:2002.

La domanda di prove al laboratorio deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo.

Con i provini della prima serie (coppia) di prelievi, verranno effettuate presso i Laboratori della Direzione Lavori, alla presenza dell'Impresa, le prove atte a determinare le resistenze caratteristiche alle differenti epoche di stagionatura di seguito elencate:

- 7 d per i cementi armati;
- 3 d e 7 d per i cementi armati precompressi.

Potranno inoltre essere confezionati e sottoposte a prova ulteriori quantità di provini secondo le disposizioni che al riguardo saranno impartite dalla Direzione Lavori. I risultati delle prove di rottura, effettuati sui provini della prima serie (coppia) di prelievi, saranno presi a base per la contabilizzazione provvisoria dei lavori, a condizione che il valore della resistenza caratteristica a compressione a 28 d di maturazione accertato per ciascun tipo e classe di calcestruzzo, non risulti inferiore a quello della classe indicata negli elaborati progettuali. Circa il procedimento da seguire per la determinazione della resistenza a

compressione dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-3:2003 e UNI EN 12390-4:2002.

Nel caso che, la resistenza caratteristica ricavata dalle prove della prima serie di prelievi, risultasse essere inferiore a quella prevista, la Direzione Lavori, nell'attesa dei risultati ufficiali, potrà a suo insindacabile giudizio ordinare la sospensione dei getti dell'opera interessata senza che l'Impresa possa accampare per questo alcun diritto.

I provini della seconda serie di prelievi dovranno essere sottoposti a prove presso Laboratori Ufficiali.

I controlli di accettazione dovranno essere eseguiti su miscele omogenee secondo le disposizioni del D.M. in vigore.

Se dalle prove eseguite presso Laboratori Ufficiali, sui provini della seconda serie di prelievi, risultasse un valore (f_{ck} o R_{ck}) inferiore di non più del 10% rispetto a quello della classe indicata negli elaborati progettuali, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, effettuerà una determinazione sperimentale della resistenza meccanica del conglomerato cementizio in opera e successivamente una verifica della sicurezza.

Nel caso che tale verifica dia esito positivo, il conglomerato cementizio verrà accettato, ma verrà applicata una penale.

Qualora, poi, la resistenza caratteristica risultasse minore di quella richiesta di più del 10%, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dal Progettista.

Nulla sarà dovuto all'Impresa se la resistenza (f_{ck} o R_{ck}) risulterà maggiore a quella indicata negli elaborati progettuali.

Nel caso in cui le resistenze a compressione dei provini prelevati durante il getto non soddisfino i criteri di accettazione della classe di resistenza caratteristica prevista nel progetto, oppure sorgano dubbi sulla qualità e rispondenza del calcestruzzo ai valori di resistenza determinati nel corso della qualificazione della miscela, oppure si renda necessario valutare a posteriori le proprietà di un calcestruzzo precedentemente messo in opera, si può procedere ad una valutazione delle caratteristiche di resistenza attraverso una serie di prove sia distruttive che non distruttive.

Tali prove non devono, in ogni caso, intendersi sostitutive dei controlli di accettazione.

Il valor medio della resistenza del calcestruzzo in opera (definita come resistenza strutturale) è in genere inferiore al valor medio della resistenza dei prelievi in fase di getto maturati in condizioni di laboratorio (definita come resistenza potenziale). E' accettabile un valor medio della resistenza strutturale, misurata con tecniche opportune (distruttive e non distruttive) e debitamente trasformata in resistenza cilindrica o

cubica, non inferiore all'85% del valore medio definito in fase di progetto. Per la modalità di determinazione della resistenza strutturale si potrà fare utile riferimento alle norme UNI EN 12504-1:2002, UNI EN 12504-2:2001, UNI EN 12504-3:2005, UNI EN 12504-4:2005 nonché alle Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

1.3.6 Durabilità dei conglomerati cementizi

La durabilità delle opere in conglomerato cementizio è definita dalla capacità di mantenere nel tempo, entro limiti accettabili per le esigenze di esercizio, i valori delle caratteristiche funzionali in presenza di cause di degradazione.

Le cause di degradazione più frequenti sono i fenomeni di corrosione delle armature, i cicli di gelo-disgelo, l'attacco di acque aggressive di varia natura e la presenza di solfati, di cloruri, anidride carbonica aggressiva ecc..

Al fine di ottenere la prestazione richiesta in funzione delle condizioni ambientali, nonché per la definizione della relativa classe, si potrà fare utile riferimento alle indicazioni contenute nelle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ovvero alle norme UNI EN 206-1:2006 ed UNI 11104:2004.

La degradazione va prevenuta applicando nelle fasi di progettazione e di esecuzione le Norme UNI 8981/87 e 9858/91.

La Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista (che dovrà documentare nel progetto delle opere l'adozione delle istruzioni di cui alla Norma UNI 8981/87) e con l'Impresa, verificherà in fase di qualifica dei materiali e degli impasti l'efficacia dei provvedimenti da adottare in base alle suddette Norme UNI.

Devesi tenere conto infatti che la durabilità si ottiene mediante l'impiego di conglomerato cementizio poco permeabile, eventualmente aerato, a basso rapporto a/c, di elevata lavorabilità, con adeguato dosaggio di cemento del tipo idoneo, mediante compattazione adeguata, rispettando i limiti del tenore di ione cloruro totale nel conglomerato cementizio e curando scrupolosamente la stagionatura.

Oltre all'impiego di tale conglomerato cementizio riveste fondamentale importanza anche lo spessore del copriferro e la eventuale presenza di fessurazioni dei manufatti.

In presenza di concentrazioni sensibili di solfati e di anidride carbonica aggressiva nelle acque e nei terreni a contatto dei manufatti, dovranno essere osservate le istruzioni di cui alle Norme UNI 8981/87 parte 2a e parte 3a, impiegando i tipi di cemento corrispondenti alle classi di resistenza chimica moderata, alta ed altissima, secondo le prescrizioni delle Norme UNI 9156/87 e 9606/90; inoltre, per i conglomerati dei tipi II e

III, il rapporto acqua cemento dovrà essere inferiore di 0,05 rispetto a quelli della Tabella 3.

In alternativa ad una prova globale di durabilità, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, farà eseguire, sempre in fase di qualifica, prove di resistenza ai cicli di gelo disgelo, di permeabilità, d'assorbimento d'acqua, di scagliamento in presenza di cloruro, di resistenza all'azione di soluzioni aggressive.

La prova di resistenza al gelo sarà svolta sottoponendo i campioni a 300 cicli di gelo e disgelo, secondo UNI 7087; la conseguente variazione delle proprietà caratteristiche dovrà essere contenuta entro i limiti sotto riportati:

	riduzione del modulo d'elasticità:	20%
	perdita di massa:	2%
	espansione lineare:	0.2%
	coefficiente di permeabilità:	
	. prima dei cicli	10^{-9}
	. dopo i cicli	cm/se
		c
		10^{-8}
		cm/se
		c

La prova di permeabilità sarà eseguita misurando il valore della profondità di penetrazione dell'acqua in pressione in mm nel calcestruzzo indurito secondo la norma UNI EN 12390-8:2002, o, se disponibile, secondo il metodo di Figg (specifica Autostrade riportata al successivo punto 15.8).

La prova d'assorbimento d'acqua alla pressione atmosferica sarà eseguita secondo il procedimento UNI 7699.

La prova di scagliatura sarà eseguita secondo la relativa Norma UNI in preparazione.

La prova di penetrabilità dello ione cloruro o solfato sarà eseguita secondo la UNI 7928 o rispettivamente 8019.

Per le parti d'opera con resistenza caratteristica $R_{ck} > 35\text{Mpa}$ (elevazioni, pulvini, solette), dove viene richiesto dal progetto una classe di esposizione specifica, verranno eseguiti, per ogni giorno di getto, in alternativa i controlli sottoindicati:

- prove di mix design;
- prove di permeabilità sui provini;
- determinazione del modulo elastico.

1.3.7 Tecnologia esecutiva delle opere

Si ribadisce che l'Impresa è tenuta all'osservanza delle Norme Tecniche emanate in applicazione della Legge 05/11/1971 n. 1086 (D.M. in vigore) nonché delle Leggi 02/02/1974 n. 64 (D.M. 19/06/1984; D.M. 29/01/1985; DM.LL.PP. 24/01/86; D.M. 04/05/1990; con relative istruzioni e successivi aggiornamenti) e le Norme UNI vigenti, in quanto applicabili, ed in particolare della Norma UNI 9858/91.

1.3.7.1 Confezione dei conglomerati cementizi

La confezione dei conglomerati cementizi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione Lavori.

Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli aggregati, dell'acqua, degli additivi, delle aggiunte minerali e del cemento; la precisione delle apparecchiature per il dosaggio e i valori minimi saranno quelli del punto 9.1.2.2 del prospetto della Norma UNI 9858; dovrà essere controllato il contenuto d'umidità degli aggregati.

Alla fine d'ogni turno di lavoro l'Impresa dovrà trasmettere al Responsabile del Controllo Qualità dei Materiali, incaricato dal Direttore dei Lavori, copia dei tabulati riportanti i dati di carico d'ogni impasto eseguito durante il turno stesso.

La mancata consegna dei tabulati comporterà la non accettazione del conglomerato cementizio prodotto durante l'intera giornata lavorativa.

La dosatura effettiva degli aggregati e del cemento dovrà essere realizzata con precisione del 3%.

Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta l'anno e comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori.

Per l'acqua è ammessa anche la dosatura a volume.

La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere realizzata con precisione del 3% ed i relativi dispositivi dovranno essere tarati almeno una volta ogni due mesi o comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori.

I dispositivi di misura del cemento, dell'acqua degli additivi e delle aggiunte dovranno essere del tipo individuale.

Le bilance per la pesatura degli aggregati possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale).

I silos del cemento degli additivi e delle aggiunte minerali debbono garantire la perfetta tenuta nei riguardi dell'umidità atmosferica.

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

Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti d'omogeneità di cui ai successivi paragrafi.

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

Se al momento della posa in opera la consistenza del conglomerato cementizio non è quella prescritta, lo stesso non dovrà essere impiegato per l'opera ma scaricato in luogo appositamente destinato dall'Impresa e reso noto alla Direzione Lavori in sede di prequalifica dei conglomerati cementizi.

Tuttavia se la consistenza è minore di quella prescritta (minore slump) e il conglomerato cementizio è ancora nell'autobetoniera, la consistenza può essere portata fino al valore prescritto mediante aggiunta d'additivi fluidificanti, e l'aggiunta sarà registrata sulla bolla di consegna.

Si pone assoluto divieto all'aggiunta d'acqua durante le operazioni di getto.

La produzione ed il getto del conglomerato cementizio dovranno essere sospesi nel caso che prevedibilmente la temperatura possa scendere al di sotto di 273 K, salvo diverse disposizioni che la Direzione Lavori potrà dare volta per volta, prescrivendo in tal caso le norme e gli accorgimenti cautelativi da adottare, tenuto conto di quanto esposto nel paragrafo che segue.

1.3.7.2 Disposizioni alle quali attenersi per la realizzazione (confezione, getto, stagionatura e disarmo) del conglomerato cementizio, in presenza di temperature inferiori ai 278 K (soglia minima al di sotto della quale sono messi in crisi i normali tempi di maturazione) nonché in presenza di temperature al di sotto di 273 K

Affinché il materiale sottoposto alle temperature esterne sopracitate non subisca danni irreparabili dovuti ad aumento di volume, (formazione del ghiaccio) e quindi al generarsi di tensioni interne, si rende necessaria l'adozione (in ordine cronologico) dei seguenti accorgimenti:

1. Rimuovere dall'interno dei casseri e della superficie dei ferri d'armatura eventuali residui di ghiaccio o di brina eventualmente venutasi a formare durante le ore in cui la temperatura subisce i cali maggiori (es. ore notturne).

2. Riscaldare il conglomerato cementizio durante la miscelazione attraverso il riscaldamento dei suoi ingredienti (prioritariamente l'acqua).
3. Calcolare il raffreddamento del calcestruzzo durante il trasporto.
4. Tenere conto dell'inevitabile raffreddamento del conglomerato cementizio durante il getto dalla betoniera nel cassero.
5. Isolare termicamente il getto per mantenere la temperatura a minimo 283 K riducendo la dissipazione del calore d'idratazione sviluppata.

Come si evince dalla lettura dei punti 2 e 3, l'Impresa, oltre a dover rispettare i parametri dichiarati in sede di studio progettuale, dovrà garantire una temperatura del conglomerato cementizio, tale da permettere l'ottenimento, durante la fase di maturazione, di minimo 283 K.

Al fine di conferire al getto un adeguato isolamento termico, atto a mantenere una temperatura costante di 283 K all'interno dei casseri, risulta necessario coibentare i casseri stessi, nonché proteggere le superfici esposte (solette) con idonee coperture.

Tutto ciò premesso, nella scelta degli accorgimenti occorrerà tenere conto dei seguenti parametri:

- spessore minimo della struttura;
- temperatura dell'ambiente;
- dosaggio di cemento;
- resistenza termica del cassero e dell'eventuale protezione aggiuntiva, affinché sia garantita la temperatura di cui sopra per un periodo minimo di permanenza nei casseri del conglomerato di 7 (sette) giorni.

Le disposizioni di cui sopra non sostituiscono, ma integrano, quelle che devono essere le caratteristiche peculiari di un conglomerato cementizio qualitativamente elevato, ossia il mantenimento del rapporto acqua/cemento entro il limite richiesto, un'adeguata lavorabilità tale da consentire un regolare deflusso ed assestamento del conglomerato entro i casseri e tra i ferri d'armatura, la quantità d'aria microocclusa in funzione del diametro massimo (D_{max}) dell'aggregato ed infine, una corretta maturazione affinché si prevenga la formazione di fessure da "ritiro plastico".

I dettagli operativi, atti a garantire le prestazioni richieste, saranno inseriti dall'Impresa nello studio progettuale, secondo quanto previsto nelle Norme Tecniche vigenti.

1.3.7.3 Trasporto

Il trasporto dei conglomerati cementizi dall'impianto di betonaggio al luogo d'impiego dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di segregazione dei singoli componenti e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del conglomerato cementizio medesimo. Saranno accettate in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo ed, eccezionalmente, i nastri trasportatori.

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

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli.

La durata massima consentita del trasporto dipenderà essenzialmente dalla composizione del calcestruzzo e dalle condizioni atmosferiche; all'atto dello scarico dovrà essere controllata l'omogeneità dell'impasto con la prova indicata nei seguenti paragrafi. È facoltà della Direzione Lavori di rifiutare carichi di conglomerato cementizio non rispondenti ai requisiti prescritti.

Questi ultimi, una volta rifiutati, non potranno essere oggetto d'eventuali "correzioni" ma dovranno essere definitivamente ed insindacabilmente riposti nell'apposito sito predisposto dall'Impresa.

1.3.7.4 Posa in opera

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

La posa in opera sarà eseguita con ogni cura ed a regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posto le armature metalliche.

Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento d'eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto e delle presenti Norme.

I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori.

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

Le casseforme dovranno essere atte a garantire superfici di getto regolari ed a perfetta regola d'arte; in tal senso l'Impresa provvederà, a sua cura e spese, alla posa d'opportuni ponteggi ed impalcature, previa presentazione ed approvazione da parte della Direzione Lavori dei relativi progetti.

Dovranno essere impiegati prodotti disarmanti aventi i requisiti di cui alle specifiche della Norma UNI 8866; le modalità d'applicazione dovranno essere quelle indicate dal produttore evitando accuratamente aggiunte

eccessive e ristagni di prodotto sul fondo delle casseforme.

La Direzione Lavori eseguirà un controllo della quantità di disarmante impiegato in relazione allo sviluppo della superficie di casseforme trattate.

Dovrà essere controllato inoltre che il disarmante impiegato non macchi o danneggi la superficie del conglomerato.

A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione specifica escludendo i lubrificanti di varia natura. Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data d'inizio e di fine dei getti e del disarmo.

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

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

Per la finitura superficiale delle solette è prescritto l'uso di staggie vibranti o attrezzature equivalenti; la regolarità dei getti dovrà essere verificata con un'asta rettilinea della lunghezza di 2,00 m, che in ogni punto dovrà aderirvi uniformemente nelle due direzioni longitudinale e trasversale; saranno tollerati soltanto scostamenti inferiori a 10 mm.

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

Quando le irregolarità siano mediamente superiori a 10 mm, la Direzione Lavori ne imporrà la regolarizzazione a totale cura e spese dell'Impresa mediante uno strato di materiali idonei che, secondo i casi e ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori potrà essere costituito da:

- malte o betoncini reoplastici a base cementizia a ritiro compensato;
- conglomerato bituminoso del tipo usura fine, per spessori non inferiori a 15 mm.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0,5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti saranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento espansivo.

È poi prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi dei casseri siano fissati nell'esatta posizione prevista utilizzando fili metallici liberi di scorrere entro tubetti di materiale PVC o simile, di colore grigio, destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio, armato o non armato. Lo scarico del

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

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

È vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore; è altresì vietato lasciar cadere dall'alto il conglomerato cementizio per un'altezza superiore ad un metro; se necessario si farà uso di tubi getto o si getterà mediante pompaggio.

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

L'Impresa dovrà porre particolare cura nella realizzazione dei giunti di dilatazione o contrazione di tipo impermeabile ("*water-stop*"), o giunti speciali aperti, a cunei, secondo le indicazioni di progetto.

Tra le successive riprese di getto non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze d'aspetto e la ripresa potrà effettuarsi solo dopo che la superficie del getto precedente sia stata accuratamente pulita, lavata e spazzolata; gli eventuali giunti di costruzione saranno sigillati, così come previsto nelle vigenti Norme Tecniche.

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti siano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa, anche se ciò comporta che il lavoro debba essere condotto a turni, durante le ore notturne ed anche in giornate festive, senza che all'Impresa non spetti nulla di più di quanto previsto contrattualmente.

In alternativa la Direzione Lavori potrà prescrivere l'adozione di riprese di getto di tipo monolitico.

Queste saranno realizzate mediante spruzzatura d'additivo ritardante sulla superficie del conglomerato cementizio fresco; dopo che la massa del conglomerato sarà indurita si provvederà all'eliminazione della malta superficiale non ancora rappresa, mediante getto d'acqua, ottenendo una superficie di ripresa scabra, sulla quale si potrà disporre all'atto della ripresa di getto una malta priva di ritiro immediatamente prima del nuovo getto di conglomerato cementizio.

Quando il conglomerato cementizio deve essere gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti approvati dalla Direzione Lavori, necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi la normale maturazione.

La temperatura del conglomerato cementizio all'atto del getto dovrà essere compresa tra 278 e 303 K.

1.3.7.5 Stagionatura e disarmo

Prevenzione delle fessure da ritiro plastico

A getto ultimato dovrà essere curata la stagionatura dei conglomerati cementizi in modo da evitare un

rapido prosciugamento delle superfici esposte all'aria dei medesimi e la conseguente formazione di fessure da ritiro plastico, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo, fermo restando che il sistema proposto dall'Impresa dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

A questo fine le superfici del conglomerato cementizio non protette dalle casseforme dovranno essere mantenute umide il più a lungo possibile e comunque per almeno 7 d, sia per mezzo di prodotti antievaporanti (curing), da applicare a spruzzo subito dopo il getto, sia mediante continua bagnatura, sia con altri sistemi idonei.

I prodotti antievaporanti (curing) ed il loro dosaggio dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori.

Le loro caratteristiche dovranno essere conformi a quanto indicato nella Norma UNI 8656 : tipi 1 e 2.

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

In particolare per le solette, che sono soggette all'essiccamento prematuro ed alla fessurazione da ritiro plastico che ne deriva, è fatto obbligo di applicare sistematicamente i prodotti antievaporanti di cui sopra.

È ammesso in alternativa l'impiego, anche limitatamente ad uno strato superficiale di spessore non minore di 20 cm, di conglomerato cementizio rinforzato da fibre di resina sintetica di lunghezza da 20 a 35 mm, di diametro d'alcuni millesimi di millimetro aggiunti nella betoniera e dispersi uniformemente nel conglomerato cementizio, in misura di $0,5 \div 1,5 \text{ kg/m}^3$.

Nel caso che sulle solette si rilevino manifestazioni di ritiro plastico con formazione di fessure d'apertura superiore a 0,3 mm, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alla demolizione ed al rifacimento delle strutture danneggiate.

Maturazione accelerata a vapore

La maturazione accelerata a vapore deve essere eseguita osservando le prescrizioni che seguono secondo il disposto del punto 10.7 della Norma UNI 9858/91:

- la temperatura del conglomerato cementizio, durante le prime 3 h dall'impasto non deve superare 303 K, dopo le prime 4 h dall'impasto non deve superare 313 K;
- il gradiente di temperatura non deve superare 20 K/h;
- la temperatura massima del calcestruzzo non deve in media superare 333 K (i valori singoli devono essere minori di 338 K);
- il calcestruzzo deve essere lasciato raffreddare con un gradiente di temperatura non maggiore di 10 K/h;
- durante il raffreddamento e la stagionatura occorre ridurre al minimo la perdita d'umidità per evaporazione.

Disarmo e scasseratura

STUDIOTECNICOASSOCIATOSTART

P.I. 11918080018

Sede legale: via J. Durandi, 2 – 10144 – TORINO

www.startprogetti.it

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

La rimozione delle armature di sostegno dei getti dovrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze e comunque mai prima di 48 (quarantotto) ore.

In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto stabilito nelle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5/11/1971 n. 1086 (D.M. in vigore).

Protezione dopo la scasseratura

Si richiama integralmente il punto 10.6 della Norma UNI 9858/91; al fine di evitare un prematuro essiccamento dei manufatti dopo la rimozione delle casseforme, a seguito del quale l'indurimento è ridotto e il materiale risulta più poroso e permeabile, si dovrà procedere ad una stagionatura da eseguire con i metodi sopra indicati.

La durata della stagionatura, intesa come giorni complessivi di permanenza nei casseri e di protezione dopo la rimozione degli stessi, va determinata in base alle indicazioni del punto 10.6.3, prospetti XII e XIII, della Norma UNI 9858.

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

L'Impresa avrà a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso d'esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi o sarà successivamente prescritto di volta in volta in tempo utile dalla Direzione Lavori, circa fori, tracce, cavità, incassature ecc. nelle solette, nervature, pilastri, murature, ecc., per la posa in opera d'apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere d'interdizione, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti.

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

Quando previsto in progetto, le murature in conglomerato cementizio saranno rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali in pietra, laterizi od altri materiali da costruzione; in tal caso i getti dovranno procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentire l'adattamento e l'ammorsamento.

Qualora la Società dovesse affidare i lavori di protezione superficiale dei conglomerati cementizi a ditte

specializzate, nulla è dovuto all'Impresa per gli eventuali oneri che dovessero derivarle dalla necessità di coordinare le rispettive attività.

1.3.7.7 Prova sui materiali e sul conglomerato cementizio fresco

Fermo restando quanto stabilito al precedente punto 15.5 riguardo alla resistenza dei conglomerati cementizi, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di prelevare, in ogni momento e quando lo ritenga opportuno, ulteriori campioni di materiali o di conglomerato cementizio da sottoporre ad esami o prove di laboratorio.

In particolare in corso di lavorazione sarà controllata la consistenza e il mix design del calcestruzzo.

La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono d'ABRAMS (slump), come disposto dalla Norma UNI 9418/89. Detta prova sarà effettuata ad ogni autobetoniera, nei pressi del getto, dal personale del laboratorio dell'Impresa o dal personale dei laboratori di fiducia della Direzione Lavori.

Quando la consistenza prevista progettualmente è definita come S1, S2, S3, S4 e S5, l'effettivo abbassamento in centimetri cui fare riferimento per la valutazione della prova sarà quello riportato nello studio progettuale.

Ad ogni controllo sarà redatto un apposito rapporto di prova strutturato secondo le indicazioni della Direzione Lavori.

Qualora l'abbassamento, con tolleranza di ± 1 cm, non fosse quello progettualmente previsto l'autobetoniera sarà allontanata dal cantiere; sarà premura della Direzione Lavori accertare che il conglomerato in essa contenuto non sia oggetto d'eventuali manipolazioni, ma sia definitivamente scartato in quanto non idoneo.

Tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi 2 e 23 cm.

Per abbassamenti inferiori a 2 cm si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo la Norma UNI 8020/89 o con l'apparecchio VEBE secondo la Norma UNI 9419/89.

Il mix design sarà valutato misurando l'omogeneità, il contenuto d'aria, il rapporto acqua/cemento e l'acqua essudata (bleeding) effettuando un prelievo di calcestruzzo fresco ogni 1000 mc di getto.

La prova d'omogeneità sarà eseguita vagliando ad umido due campioni di conglomerato, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadra da 4 mm.

La percentuale in peso di materiale grosso nei due campioni non dovrà differire più del 10%.

Inoltre lo slump dei due campioni prima della vagliatura non dovrà differire più di 3 cm.

La prova del contenuto d'aria è richiesta ogni qualvolta s'impieghi un additivo aerante e dovrà essere effettuata, dal personale del laboratorio dell'Impresa e dal personale del laboratorio della Direzione Lavori;

quando il contenuto percentuale d'aria microocclusa non sarà quello preliminarmente stabilito, l'autobetoniera sarà allontanata dal cantiere.

Sarà premura della Direzione Lavori accertare che il conglomerato in essa contenuto non sia oggetto d'eventuali manipolazioni, ma sia definitivamente scartato in quanto non idoneo.

Essa sarà eseguita secondo la Norma UNI 6395/72.

Il rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio fresco dovrà essere controllato in cantiere, secondo la Norma UNI 6393/88.

In fase d'indurimento potrà essere prescritto il controllo della resistenza a diverse epoche di maturazione, su campioni appositamente confezionati.

Sul conglomerato cementizio indurito la Direzione Lavori potrà disporre l'effettuazione di prove e controlli mediante prelievo di carote e/o altri sistemi anche non distruttivi quali ultrasuoni, misure di resistività, misure di pull out con tasselli, contenuto d'aria da aerante, ecc..

1.3.7.8 Armature per c.a.

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

L'uso dei distanziatori dovrà essere esteso anche alle strutture di fondazione armate. In assenza di tali distanziatori la Direzione lavori non darà il proprio assenso all'inizio delle operazioni di getto.

Copriferro ed interferro dovranno essere dimensionati nel rispetto del disposto di cui alle Norme d'esecuzione per c.a. e c.a.p., contenute nelle "*Norme Tecniche per le costruzioni*" (come da D.M. in vigore) emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5.11.1971 n. 1086.

Lo spessore del copriferro, in particolare, dovrà essere correlato allo stato limite di fessurazione del conglomerato, in funzione delle condizioni ambientali in cui verrà a trovarsi la struttura e comunque non dovrà essere inferiore a 3 cm.

Per strutture ubicate in prossimità di litorali marini o in presenza d'acque con componenti di natura aggressiva (acque selenitose, solforose, carboniche, ecc.), la distanza minima delle superfici metalliche delle armature dalle facce esterne del conglomerato dovrà essere di 4 cm.

Le gabbie d'armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera; in ogni caso in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm, in modo da garantire l'invariabilità della geometria della gabbia durante il

getto.

In presenza di ferri d'armatura zincati od in acciaio inox, il filo utilizzato per le legature dovrà avere le stesse caratteristiche dell'acciaio da sottoporre a legatura.

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

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

1.3.7.9 Protezione catodica delle solette d'impalcato di ponti, viadotti e cordoli

Di norma la Società provvede direttamente, tramite Impresa specializzata, alla fornitura e posa in opera degli impianti per la protezione catodica delle solette d'impalcato di ponti e viadotti.

Qualunque sia la tipologia dell'impianto l'impresa dovrà tenere conto, nei propri programmi di lavoro, dei tempi occorrenti per la loro fornitura e posa in opera e dovrà coordinarsi in tal senso con l'impresa specializzata.

L'Impresa, quando espressamente previsto, resta obbligata inoltre a prestare assistenza alla posa in opera degli impianti.

La fornitura e posa in opera di protezione catodica galvanica (senza corrente impressa) dei ferri d'armatura del calcestruzzo armato, contro la corrosione, avverrà mediante l'applicazione di anodi di sacrificio interni costituiti da un'anima multistrato di zinco puro rivestita da una speciale pasta conduttiva, protetta da un rivestimento in tessuto da applicare direttamente sui ferri d'armatura prima del getto di calcestruzzo. Ogni anodo dovrà essere fornito in cantiere in un imballo sottovuoto al fine di preservarlo da eventuali contaminazioni. Gli anodi galvanici dovranno essere in accordo con quanto prescritto dalla norma europea UNI EN 12696. Il prodotto dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- Peso totale (g): $570 \pm 10\%$
- Massa di zinco (g): $450 \pm 2\%$
- Lunghezza (mm): $300 \pm 5\%$
- Lunghezza (mm): $300 \pm 5\%$
- Lunghezza (mm): $300 \pm 5\%$
- Spessore (mm): $12 \pm 10\%$

1.3.8 Metodo di Figg per la determinazione del grado di permeabilità all'aria del conglomerato cementizio

Il metodo di Figg è diretto a fornire elementi di giudizio sulla capacità del conglomerato cementizio a

resistere agli attacchi chimico-fisici dell'ambiente. La prova si basa sul fatto che la relazione esistente tra un gradiente di depressione, creato in un foro di un blocco di conglomerato cementizio ed il tempo necessario perché tale gradiente si annulli, è pressoché lineare.

1.3.8.1 Apparecchiature e materiali impiegati nella prova

- Trapano a bassa velocità dotato di sistema di bloccaggio della profondità, con punte da 10 e 12 mm di diametro;
- cilindri di gomma del diametro di 12 mm e altezza di 10 mm;
- aghi ipodermici;
- calibratore di pressione dotato di pompa manuale per il vuoto con le apposite tubazioni per la connessione del sistema agli aghi ipodermici;
- silicone;
- n. 2 cronometri.

1.3.8.2 Metodologia di prova

Per eseguire la prova occorre delimitare un'area triangolare avente i lati di 10 cm; in corrispondenza dei tre vertici dovranno essere realizzati, perpendicolarmente alla superficie del conglomerato cementizio, dei fori da 40 mm di profondità aventi diametro di 12 mm per i primi 20 mm e diametro di 10 mm per i restanti 20 mm.

Nella parte superiore del foro è inserito un cilindro di gomma, di diametro uguale a quello del foro, opportunamente siliconato sulla superficie laterale per favorire l'adesione alle pareti del conglomerato cementizio e isolare completamente la parte inferiore del foro.

Quest'ultima è raggiunta con un ago ipodermico, tramite il quale è creata una depressione di poco superiore a 0,55 bar.

La prova consiste nel misurare il tempo occorrente per ottenere un incremento di pressione da -0,55 a -0,50 bar.

Per conglomerati cementizi poco permeabili ($T > 3000$ s), vista la proporzionalità indiretta tra tempo e pressione, la suddetta determinazione può essere assunta pari a cinque volte il tempo parziale corrispondente alla variazione di pressione tra -0,55 e -0,54 bar.

1.3.8.3 Classificazione del conglomerato cementizio in base al valore di permeabilità all'aria espresso in secondi

Nella tabella che segue è riportato, in funzione del tempo, il giudizio sulla qualità del conglomerato cementizio.

La categoria d'appartenenza, in rapporto alla permeabilità all'aria, verrà stabilita sulla base di tre prove effettuate su una superficie di 1,00 m² e sarà assegnata quando l'80% delle determinazioni, ricadono in uno degli intervalli riportati in tabella.

T	G	C
<	S	0
3	S	1
1	D	2
3	B	3
>	E	4

1.3.8.4 Resoconto di prova

Dovrà comprendere:

- data della prova;
- caratteristiche fisiche dell'area analizzata;
- provenienza e caratteristiche dell'impasto usato; tipo e granulometria degli aggregati; rapporto A/C; tipo e dosaggio del cemento; dosaggio e tipo d'eventuali additivi; contenuto d'aria nel calcestruzzo fresco;
- classe di permeabilità del conglomerato cementizio determinata sulla base dei risultati ottenuti, che dovranno essere tabellati e riportati su grafico;
- ogni altra informazione utile.

Al conglomerato che sarà definito come "scarso" sarà applicata una penale del 25%, sul valore dell'intero lotto che non soddisfa i requisiti.

1.4 Casseforme, armature di sostegno, centinature e attrezzature di costruzione

Per tali opere provvisorie l'Impresa porterà alla preventiva conoscenza della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando l'esclusiva responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle.

Il sistema prescelto dovrà comunque essere adatto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Nella progettazione e nella esecuzione delle armature di sostegno, delle centinature e delle attrezzature di

costruzione, l'Impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente fossero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in particolare:

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

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

Per quanto riguarda le casseforme è prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompresi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ed essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle strutture e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.

Per i getti di superficie in vista dovranno essere impiegate casseforme speciali atte a garantire rifiniture perfettamente piane, lisce e prive di qualsiasi irregolarità.

La Direzione Lavori si riserva, a suo insindacabile giudizio, di autorizzare l'uso di casseforme in legno; esse dovranno però essere eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto.

In ogni caso l'Impresa avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti.

1.5 Ripristino/adeguamento di elementi strutturali in conglomerato cementizio

1.5.1 Miscele per il ripristino di superfici degradate

Materiali

I materiali per il ripristino/adeguamento sono suddivisi nelle seguenti categorie:

- materiali cementizi a ritiro compensato¹ nei tipi A, B, C, D, G, H, I ed L;
- malte cementizie polimero modificate nei tipi E1 ed E2;
- malte di resina nei tipi F1, F2 ed F3;

I vari tipi di materiale, per i cui requisiti e specifiche prestazionali minime si rimanda ai punti 19.2 e 19.3, sono così definiti:

A) **Malte cementizie, premiscelate, tissotropiche (spruzzabili), a ritiro compensato, fibrerinfornate** con fibre in lega metallica a base cromo, amorfe, flessibili ed inossidabili², con rapporto d'aspetto l/d pari a 125,

¹ Si intendono a ritiro compensato malte, betoncini e calcestruzzi che compensano il ritiro igrometrico con una opportuna reazione espansiva nella fase iniziale dell'indurimento.

² L'inossidabilità è dovuta alla particolare formulazione a base di cromo, ed è stata valutata su provini di malta sottoposti ad un bagno di soluzione salina (NaCl e MgSO₄) per la durata di 12 mesi.

aventi lunghezza pari a 30 mm, caratterizzate da resistenza a trazione > 1.900 MPa, presenti nella malta in quantità > 0,9 % in peso sulla malta secca. Tali malte contengono anche fibre sintetiche³ poliacriliche.

B) **Malte cementizie, premiscelate, tissotropiche (spruzzabili), a ritiro compensato con ritentore d'umidità, contenenti fibre sintetiche poliacriliche.**

C) **Malte cementizie, premiscelate, reoplastiche⁴, colabili, a ritiro compensato, fibrorinforzate** con fibre rigide in acciaio a basso tenore di carbonio, con rapporto d'aspetto l/d pari a 50, aventi lunghezza pari a 30 mm, di forma tipo a "greca", aventi resistenza a trazione > 1.200 MPa, presenti nella malta in quantità > 7,5 % in peso sulla malta secca.

D) **Malte cementizie, premiscelate, reoplastiche, colabili, a ritiro compensato, contenenti fibre sintetiche poliacriliche.**

E) Malte cementizie polimero modificate, premiscelate, tissotropiche, contenenti fibre sintetiche poliacriliche:

tipo E1: a basso modulo elastico (≤ 16.000 MPa);

tipo E2: a modulo elastico normale (tra 20.000 e 23.000 MPa).

F) **Malte di resina premiscelate:** malte tissotropiche F1, malte colabili F2 e boiacche a bassissima viscosità F3.

(Le malte F1 sono adatte per l'incollaggio al calcestruzzo d'elementi metallici o di profilati sintetici e per l'incollaggio d'elementi in calcestruzzo; le malte F2 per inghisaggi di barre d'armatura; le malte F3 sono adatte alla saldatura per iniezione di fessure).

G) **Betoncini** cementizi, reoplastici, colabili, a ritiro compensato, fibrorinforzati con fibre rigide in acciaio a basso tenore di carbonio; ottenuti aggiungendo alla malta di cui al precedente punto C) aggregati selezionati (nella misura del 35% sul peso totale della miscela secca, malta più aggregato), non gelivi, non soggetti a reazione alcali-aggregato, lavati, d'idonea curva granulometrica, di diametro minimo pari a 5 mm, di diametro massimo in funzione dello spessore del getto e comunque non superiore a 12 mm.

H) **Betoncini** cementizi premiscelati, reoplastici, colabili, a ritiro compensato, contenenti fibre sintetiche poliacriliche.

I) **Calcestruzzi di cemento reoplastici** a ritiro compensato, ottenuti utilizzando come legante uno speciale cemento espansivo in luogo dei normali cementi e miscelando ad esso acqua ed aggregati; aventi classe di resistenza $\geq 40/50$ MPa, basso rapporto a/c, consistenza S4-S5, assenza di bleeding, elevata pompabilità.

L) **Boiacche a ritiro compensato**, ad elevata fluidità, prive di bleeding ottenute utilizzando uno

³ Le fibre sintetiche poliacriliche dovranno essere presenti in quantità > 0,08% in peso sulla malta secca ed avere diametro di 16 μ m e lunghezza di 8 mm.

⁴ Si definiscono reoplastici malte, betoncini e calcestruzzi che pur essendo autolivellanti sono molto coesivi cioè privi di segregazione e bleeding.

speciale legante cementizio espansivo, adatte per l'intasamento di guaine di precompressione degradate.

1.5.2 Requisiti dei materiali

Nelle successive tabelle 19.2a e 19.2b sono riportati i requisiti ed i corrispondenti metodi di prova rispettivamente per i materiali cementizi a ritiro compensato, per le malte cementizie polimero modificate, per le boiacche e malte di resina.

Tabella 19.2a - Requisiti e metodi di prova per materiali cementizi a ritiro compensato e per malte polimero modificate

Requisiti	Metodi di prova
Spandimento (*)	UNI 7044
Espansione contrastata (**)	UNI 8147 (***)
Espansione contrastata con stagionatura all'aria (**) (****)	UNI 8147 modificata
Aderenza al calcestruzzo	Metodo Autostrade
Aderenza ai ferri d'armatura	RILEM-CEB-FIP RC6-78
Resistenza a compressione	UNI EN 196/1
Resistenza a flessione	UNI EN 196/1
Modulo elastico statico	UNI 6556
Permeabilità all'acqua	Metodo Arredi
Resistenza cicli di gelo-disgelo	EN 104-840-3
Permeabilità allo ione Cl ⁻	Metodo TEL
Resistenza ai solfati	ASTM C-88

Spessore carbonatato in 10 anni	UNI 9944
------------------------------------	----------

- (*) Per boiacche da iniezione tipo L si misura la fluidità al cono di Marsh modificato che deve essere compresa tra 15 e 25 secondi;
- (**) Requisito non richiesto per malte cementizie polimero modificate;
- (***) Per betoncini e calcestruzzi UNI 8148;
- (****) Requisito richiesto solo per materiali tipo B

Tabella 19.2b - Requisiti e metodi di prova per boiacche e malte di resina

Requisiti	Metodi di prova
Aderenza al calcestruzzo, MPa	ASTM D 4541
Aderenza all'acciaio, MPa	ASTM D 4541
Pull out, MPa	RILEM-CEB-FIP- RC6-78
Resistenza a compressione, MPa	UNI EN 196/1*
Resistenza a flessione, MPa	UNI EN 196/1*
Modulo elastico statico, MPa	RILEM-PC8-TC 113-CPT-95
Viscosità, centipoise**	BROOKFIELD ISO 2555

* la prova è eseguita senza la stagionatura dei provini

** richiesta solo per le resine per iniezione

1.5.3 Accettazione e specifiche prestazionali dei materiali per interventi di ripristino/adeguamento

L'Impresa, prima dell'inizio dei lavori, dovrà fornire alla Direzione Lavori la documentazione tecnica per la qualifica dei materiali che intende impiegare, dimostrando la piena rispondenza di questi requisiti ed alle

prestazioni richieste. La Direzione Lavori in tempo utile rispetto al programma lavori esprimerà il suo parere, potendo comunque prescrivere, a spese dell'Impresa, l'esecuzione di prove su campioni di materiali prelevati in contraddittorio, indicando il laboratorio presso il quale effettuare le prove. Saranno altresì richieste, con le stesse modalità, verifiche su campioni di materiale di normale fornitura e dichiarazioni che attestino le prestazioni specifiche della partite di materiale, che sono consegnate di volta in volta dalle Società Produttrici.

Nelle successive tabelle sono indicate le prestazioni minime richieste per i singoli tipi di materiale, salvo migliori caratteristiche definite nel progetto.

Tabella 19.3a - Prestazioni richieste per i materiali cementizi a ritiro compensato

REQUISITI	PRESTAZIONI DEI MATERIALI							
	A	B		D	G	H	I	L
Spandimento, %	> 7 0	> 7 0		> 1 7 0	≥ 1 8 0 *	≥ 2 0 0 *	≥ 2 0 0 *	≥ 2 0 0 *
Espansione contrastata, %	≥ 0 , 0 4	≥ 0 , 0 5		≥ 0 , 0 4	≥ 0 , 0 3	≥ 0 , 0 4	≥ 0 , 0 3	≥ 0 , 0 4
Espansione contrastata con stagionatura all'aria, %	N . R . * * *	≥ 0 , 0 3		N . R . * * *	N . R . * * *	N . R . * * *	N . R . * * *	N . R . * * *
Aderenza al calcestruzzo,	≥	≥		≥	≥	≥	≥	≥

REQUISITI	PRESTAZIONI DEI MATERIALI							
	A	B		D	G	H	I	J
MPa	4	4		4	3	4	2	4
							, 5	
Aderenza ai ferri d'armatura, MPa	≥ 2 0	≥ 2 0		≥ 2 0	≥ 2 0	≥ 2 0	≥ 2 0	≥ 2 0
Resistenza a compressione cubica, MPa	≥	≥		≥	≥	≥	≥	≥
1 d								
3 d	2	2		2	3	3	2	2
28 d	5	3		8	0	0	0	0
	≥	≥		≥	≥	≥	≥	≥
	3	3		3	4	4	3	2
	5	0		5	0	0	0	0
	≥	≥		≥	≥	≥	≥	≥
	6	6		7	7	7	5	7
	0	0		0	0	0	0	7
Resistenza a flessione, MPa	≥	≥		≥	≥	≥	≥	≥
1 d								
3 d	8	4		4	8	5	2	7
28 d	≥	≥		≥	, 5	≥	≥	≥
	9	6		6	≥	6	3	6
	≥	≥		≥	9	≥	≥	≥

STUDIOTECNICOASSOCIATOSTART

P.I. 11918080018

Sede legale: via J. Durandi, 2 – 10144 – TORINO

www.startprogetti.it

REQUISITI	PRESTAZIONI DEI MATERIALI							
	A	B		D	G	H	I	J
	1 1	8		8	\geq 1 3	8	5	
Modulo elastico statico, MPa	\geq 2 3 , 0 0 0	\geq 2 5 , 0 0 0		\geq 2 5 , 0 0 0	\geq 2 5 , 0 0 0	\geq 2 5 , 0 0 0	\geq 2 5 , 0 0 0	
Permeabilità all'acqua, m/s	< 1 0 - 1 2	< 1 0 - 1 2		< 1 0 - 1 2	< 1 0 - 1 2	< 1 0 - 1 2	< 1 0 - 1 2	
Resistenza cicli di gelo- disgelo, numero di cicli	> 5 0	> 5 0		> 5 0	> 5 0	> 5 0	> 5 0	
Permeabilità allo ione Cl ⁻ ,m ² /s	< 1 • 1 0 - 1	< 1 • 1 0 - 1		< 1 • 1 0 - 1	< 1 • 1 0 - 1	< 1 • 1 0 - 1	< 1 • 1 0 - 1	

STUDIOTECNICOASSOCIATO START

P.I. 11918080018

Sede legale: via J. Durandi, 2 – 10144 – TORINO

www.startprogetti.it

REQUISITI	PRESTAZIONI DEI MATERIALI							
	A	B		D	G	H	I	J
	2	2		2	2	2	2	2
Resistenza ai solfati, numero di cicli	> 7	> 7		> 7	> 7	> 7	> 7	> 7
Spessore carbonatato in 10 anni	< 2 n n	< 2 m m		< 2 m m	< 2 n n	< 2 m m	< 2 n n	< 2 m m

* Per betoncini e calcestruzzi si valuta la consistenza misurando l'abbassamento in mm secondo la prova del cono d'Abrams

** Per le boiacche da iniezione si misura la fluidità al cono di Marsh modificato che deve essere compresa tra 15 e 25 secondi.

*** N.R. prestazione non richiesta

Tabella 19.3b - Prestazioni per le malte cementizie polimero modificate

REQUISITI	PRESTAZIONI DEI MATERIALI	
	E 1	E 2
Spandimento, %	≥ 90	≥ 90
Aderenza al calcestruzzo, MPa	≥ 4	≥ 5
Aderenza ai ferri d'armatura, MPa	≥ 10	≥ 11
Resistenza a compressione cubica, MPa	≥ 10	≥ 13
1 d	≥ 18	≥ 23
3 d	≥ 35	≥ 50
28 d		
Resistenza a flessione, MPa		
1 d	≥ 3	≥ 3
3 d	≥ 4	≥ 5
28 d	≥ 6	≥ 10
Modulo elastico statico, MPa	≤ 16.000	20.000-23.000
Permeabilità all'acqua, m/s	$< 10^{-12}$	$< 10^{-10}$
Resistenza cicli gelo-disgelo, numero di cicli	> 50	> 50
Permeabilità allo ione Cl^- , m^2/s	$< 1 \times 10^{-12}$	$< 5 \times 10^{-12}$
Resistenza ai solfati, numero di cicli	> 7	> 7

Spessore carbonatato in 10 anni	< 2 mm	< 2 mm
---------------------------------	--------	--------

Tabella 19.3c - Prestazioni per malte di resina

REQUISITI	PRESTAZIONI DEI MATERIALI		
	F 1	F 2	F 3
Aderenza al calcestruzzo, MPa * a 28 d	$\geq 3,5$	$\geq 3,5$	$\geq 3,5$
Aderenza all'acciaio, MPa *	$\geq 3,5$	///	///
Pull out, MPa	≥ 20	≥ 20	≥ 20
Resistenza a compressione cubica, MPa	≥ 50	≥ 5	≥ 50
1 d	≥ 70	0	≥ 90
7 d		≥ 80	
Resistenza a flessione, MPa			
1 d	≥ 15	≥ 1	≥ 15
7 d	≥ 30	5	≥ 55
		≥ 45	
Modulo elastico statico, MPa	8.000-9.000	14.000-16.000	4.000-5.000
Viscosità, centipoise	N.R. **	N. R. **	500-600

* In caso d'applicazione su supporti umidi si accettano valori d'aderenza \geq a 3 MPa

** N.R. prestazione non richiesta

1.5.4 Trattamenti prima del ripristino/adeguamento e fasi esecutive

La tecnica d'intervento può essere sintetizzata nelle seguenti fasi:

- Asportazione del calcestruzzo degradato;
- Pulizia delle armature eventualmente scoperte;
- Posizionamento delle eventuali armature aggiuntive;
- Posizionamento dell'eventuale rete elettrosaldata di contrasto;
- Pulizia e saturazione della superficie di supporto;
- Applicazione del materiale di ripristino;
- Frattazzatura;
- Stagionatura.

Le fasi esecutive in funzione del tipo di materiale utilizzato sono indicate nella tabella 19.4.0 e descritte nei punti successivi.

Tabella 19.4.0 - Fasi esecutive in funzione del tipo di materiale di ripristino

MATERIALE	Malte, Betoncini, calcestruzzi a ritiro compensato	Malte e Betoncini a ritiro compensato	Malte cementizie polimeriche	Materie plastiche
FASCE	compensato	fibrorinforzati	modificate	di
ESECUTIVE	tipo B-D-H-I (senza fibre metalliche)	tipo A-C-G (con fibre metalliche)	tipo E1-E2	irregolari
				semplici
				in
				an
				ti
				pi
				o
				F
				1
				-
				F
				2
				-
				F
				3

<p>MATERIALE</p> <p>FASI</p> <p>ESECUTIVE</p>	<p>Malte, Betoncini, calcestruzzo a ritiro compensato tipo B-D-H-I (senza fibre metalliche)</p>	<p>Malte e Betoncini a ritiro compensato fibrorinforzati tipo A-C-G (con fibre metalliche)</p>	<p>Malte cementizie polimeriche modificate tipo E1-E2</p>	<p>Materiali testati per la F1-F2-F3</p>
<p>Asportazione del calcestruzzo degradato</p>	<p>Idrodemolizione oppure scalpellatura meccanica</p>	<p>Idrodemolizione oppure scalpellatura meccanica</p>	<p>Scalpellatura meccanica (E2) sabbiatura o idrosabbatura (E1)</p>	<p>Sabbie</p>

MATE RIALI FASI ESECU TIVE	Malte, Betoncini, calcestruz zi a ritiro compens ato tipo B-D- H-I (senza fibre metallich e)	Malte e Betoncini a ritiro compens ato fibrorinfo rzati tipo A-C- G (con fibre metallich e)	Malte cementi zie polimer o modifica te tipo E1- E2	M a l t e d i r e s i n a t i p o F 1 - F 2 - F 3
Pulizia delle armatu re	Sabbia a	Sabbia a	Sabbia a	S a b b i a t u r a

MATE RIALI FASI ESECUTIVE	Malte, Betoncini, calcestruzzi a ritiro compensato tipo B-D-H-I (senza fibre metalliche)	Malte e Betoncini a ritiro compensato fibrorinforzati tipo A-C-G (con fibre metalliche)	Malte cementizie polimeriche modificate tipo E1-E2	M a l t e d i r e s i n a t i p o F 1 - F 2 - F 3
Posizione delle armature aggiuntive	•	•	•	•
STUDIOTECNICOASSOCIATO START P.I. 11918080018 Sede legale: via J. Durandi, 2 – 10144 – TORINO www.startprogetti.it				

MATERIALE	Malte, Betoncini, calcestruzzi a ritiro compensato	Malte e Betoncini a ritiro compensato	Malte cementizie polimeriche	Malte
FASCE	compensato	fibrorinforzati	modificate	
ESECUTIVE	tipo B-D-H-I (senza fibre metalliche)	tipo A-C-G (con fibre metalliche)	tipo E1-E2	
				F1 - F2 - F3
Posizione della rete di contrasto	••	N.R.	N.R.	N.R.

STUDIOTECNICOASSOCIATO START

P.I. 11918080018

Sede legale: via L. Durandi, 2 - 10144 - TORINO

www.startprogetti.it

<p>MATERIALE</p> <p>FASI</p> <p>ESECUTIVE</p>	<p>Malte, Betoncini, calcestruzzi a ritiro compensato tipo B-D-H-I (senza fibre metalliche)</p>	<p>Malte e Betoncini a ritiro compensato fibrorinforzati tipo A-C-G (con fibre metalliche)</p>	<p>Malte cementizie polimeriche modificate tipo E1-E2</p>	<p>Materiali testati per la resistenza a compressione</p> <p>F1-F2-F3</p>
<p>Pulizia della superficie di supporto</p>	<p>Acqua in pressione</p>	<p>Acqua in pressione</p>	<p>Soffio d'aria compressa, oppure acqua in pressione solo per le malte da</p>	<p>Sostanze</p>

<p>MATERIALE</p> <p>FASI</p> <p>ESECUTIVE</p>	<p>Malte, Betoncini, calcestruzzi a ritiro compensato tipo B-D-H-I (senza fibre metalliche)</p>	<p>Malte e Betoncini a ritiro compensato fibrorinforzati tipo A-C-G (con fibre metalliche)</p>	<p>Malte cementizie polimeriche modificate tipo E1-E2</p>	<p>Materiale a l t e d i r e s i n a t i p o F 1 - F 2 - F 3</p>
<p>Saturazione della superficie di supporto</p>	<p>Acqua o vapore in pressione</p>	<p>Acqua o vapore in pressione</p>	<p>Acqua in pressione e solo per le malte da miscelare con acqua</p>	<p>N . R .</p>

MATERIALE	Malte, Betoncini, calcestruzzo a ritiro compensato	Malte e Betoncini a ritiro compensato	Malte cementizie polimeriche	Materiali e tecniche di ricerca sperimentale per la valutazione
FASI ESECUTIVE	compensato tipo B-D-H-I (senza fibre metalliche)	fibrorinformati tipo A-C-G (con fibre metalliche)	modificate tipo E1-E2	
Applicazione del materiale di ripristino	Spruzzo/Rinzaffo oppure Colaggio/Getto	Spruzzo/Rinzaffo oppure Colaggio/Getto	Spruzzo/Rinzaffo (E2) Spruzzo/Spatola (E1)	Strutture

MATERIALE	Malte, Betoncini, calcestruzzo a ritiro compensato	Malte e Betoncini a ritiro compensato	Malte cementizie polimeriche	Materie
FASI	compensato	fibrorinforzati	modificate	diverse
ESECUTIVE	tipo B-D-H-I (senza fibre metalliche)	tipo A-C-G (con fibre metalliche)	tipo E1-E2	sinattipico
				F1-F2-F3
Frattazatura	N.R.

N.R. Fase esecutiva non richiesta

- Se previsto in progetto
- Se richiesto dal tipo di prodotto
- Questa operazione è importante, oltre che per ottenere una buona rifinitura, anche perché contribuisce ad evitare la formazione di fessure da ritiro plastico

1.5.4.1 Asportazione del calcestruzzo degradato

Per i materiali cementizi a ritiro compensato l'asportazione del calcestruzzo incoerente o degradato avverrà mediante idrodemolizione o scalpellatura meccanica eseguita mediante demolitori leggeri alimentati ad aria compressa, adottando tutte le precauzioni necessarie ad evitare il danneggiamento delle strutture superstiti. Nel caso d'idrodemolizione dovranno avere pressione del getto d'acqua di 120-150 MPa e portata compresa tra 100 e 300 l/min.

Tali macchine dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori ed essere corredate di sistemi di prerogolazione con comando a distanza e di sistemi sicurezza e protezione, che consentano il corretto funzionamento anche in presenza di traffico, nonché il controllo delle acque di scarico, la qualità delle quali dovrà essere conforme ai limiti della tabella "A" della legge 319/76.

La superficie del calcestruzzo di supporto dovrà risultare macroscopicamente ruvida (asperità di circa 5 mm di profondità) allo scopo di ottenere la massima aderenza tra il nuovo ed il vecchio materiale.

Tale macro ruvidità è indispensabile affinché si realizzi il meccanismo dell'espansione contrastata⁵ che è alla base del funzionamento dei materiali a ritiro compensato (tipo A-B-C-D-G-H-I).

Per le malte cementizie polimero modificate (E) e per le malte di resina (F) la preparazione del supporto sarà effettuata mediante sabbiatura o idrosabbiatura tenuto conto dello spessore di calcestruzzo da asportare, non essendo necessaria la macrorugosità del supporto in quanto l'aderenza tra vecchio e nuovo è garantita mediante l'azione collante della resina e non mediante il meccanismo dell'espansione contrastata.

1.5.4.2 Trattamento ferri d'armatura

I ferri d'armatura del cemento armato messi a nudo in fase d'asportazione del conglomerato cementizio ammalorato dovranno essere portati a metallo quasi bianco mediante sabbiatura.

⁵ Se i conglomerati a ritiro compensato venissero applicati in assenza di contrasto (ruvidità del supporto, confinamento, armatura per gli spessori > 20 mm), sarebbero destinati inevitabilmente a perdere aderenza con il supporto durante l'espansione iniziale ed ad avere fessure da ritiro igrometrico.

Quando il ripristino è realizzato con malte o betoncini a ritiro compensato generalmente non è opportuno l'impiego sull'armatura di prodotti inibitori di corrosione, salvo diverse motivate prescrizioni di progetto.

1.5.4.3 Posizionamento d'armature aggiuntive

Qualora sia necessario aggiungere delle armature, queste saranno poste in opera prima della pulizia della superficie di supporto e del posizionamento dell'eventuale rete elettrosaldada di contrasto.

Dovrà essere garantito un copriferro di almeno 20 mm.

1.5.4.1 Posizionamento d'armature aggiuntive per collegamento getti

(i) Ancoraggi con cartucce e fiale di resina tixotropica

Progettualmente, il sistema può essere prescritto per la realizzazione di ancoraggi mediante fornitura e posa in opera di resina a consistenza tixotropica (senza stirene), in cartuccia contenente resina epossidica con rapporto di miscelazione resina e induritore 3:1

Il sistema di ancoraggio è composto da una resina e barra B450C per armatura di strutture in c.a. ed è previsto per l'esecuzione di giunzioni di sovrapposizione con le armature esistenti, per il ripristino di continuità strutturale, anche con profondità di infissione elevate.

Resine

L'utilizzo di detti materiali, la provenienza, la preparazione, il peso dei singoli componenti e le modalità d'applicazione saranno concordati con la D.L.

In particolare le caratteristiche qualitative dei legami organici in base all'loro impiego saranno le seguenti:

- perfetta adesione ai comuni materiali da costruzione ottenuta mediante la formazione di un sufficiente numero di gruppi polari capaci di stabilire legami fisici d'affinità con i costituenti sia minerali che organici dei materiali trattati;
- buona stabilità alla depolimerizzazione ed all'invecchiamento;
- elevata resistenza all'attacco chimico operato da acque, sostanze alcaline o da altri tipi di aggressivi chimici;
- limitatissimo ritiro in fase d'indurimento.

Ove necessario per garantire un ottimale esecuzione dell'incollaggio (es. inghisaggi in fori

Tutte le resine utilizzate dovranno possedere marcatura CE ed essere accompagnate da schede tecniche che ne certifichino le caratteristiche fisico-meccaniche sulla base di prove di laboratorio.

Resine epossidiche

Derivate dalla condensazione del bisfenolo A con epichloridrina, potranno essere del tipo solido o liquido. In combinazione con appositi indurenti amminici che ne caratterizzano il comportamento, potranno essere utilizzate anche miscele con cariche minerali, riempitivi, solventi ed addensanti, solo dietro approvazione del D.L., per lavori in cui sarà necessario sfruttare le loro elevatissime capacità adesive. I prodotti utilizzati non dovranno presentare nessun ritiro in fase di polimerizzazione.

In genere in presenza di fori lisci (es. fori carotati), per assicurare una corretta adesione, salvo diversa indicazione della D.L. dovranno essere utilizzati opportuni formulati epossidici.

Le caratteristiche minime richieste in relazione allo specifico utilizzo (+ 20C) sono le seguenti:

Formulati epossidici ad iniezione per ancoraggi ed inghisaggi:

resistenza a flessione (DIN EN 196-1)	≥ 40	MPa	dopo 45 minuti
resistenza a compressione (DIN EN 196-1)	≥ 100	Mpa	dopo 45 minuti
resistenza a trazione (ISO 527)	≥ 18	MPa	dopo 24 ore
allungamento a rottura (ISO 527)	1.21 %		dopo 24 ore
modulo elastico (ISO 527)	3,60	Gpa	dopo 24 ore
densità	1,50	g/cm ³	

Formulati epossidici fluidi per colata:

densità	1,40	g/cm ³	
resistenza a compressione (DIN EN ISO 604)	≥ 90	MPa	
resistenza a flessione (UNI 7219)	≥ 47	MPa	
resistenza a trazione (UNI 5819)	≥ 19	MPa	
modulo elastico a trazione (UNI 5819)	5808	MPa	
adesione Fe/Fe (ASTM D 1002)	≥ 7	MPa	
adesione al cls (UNI 8298)	≥ 4,9	MPa	
vita utile (gel time) (ASTM C 881)	1 h 30 min		
ritiro lineare (ASTM D2566)	0,0012	cm/cm	

Resine poliesteri e vinilesteri

Derivate dalla reazione di policondensazione dei glicoli con gli acidi polibasici e le loro anidridi, potranno essere usate sia come semplici polimeri liquidi sia in combinazione con fibre di vetro, di cotone o sintetiche o con calcari, gesso, cementi e sabbie.

STUDIOTECNICOASSOCIATO START

P.I. 11918080018

Sede legale: via J. Durandi, 2 – 10144 – TORINO

www.startprogetti.it

Anche per le resine poliesteri valgono le stesse precauzioni, divieti e modalità d'uso enunciati a proposito delle resine epossidiche.

Ancorante chimico in vinilestere:

resistenza a flessione (DIN EN 196-1)	≥ 15 MPa	dopo 45 minuti
resistenza a compressione (DIN EN 196-1)	≥ 60 MPa	dopo 45 minuti
resistenza a trazione (ISO 527)	≥ 10 MPa	dopo 24 ore
allungamento a rottura (ISO 527)	0,47 %	dopo 24 ore
modulo elastico (ISO 527)	4,3 Gpa	dopo 24 ore
densità	1,70 g/cm ³	

Preparazione dei supporti

Nella realizzazione di ancoraggi collaboranti, oltre all'inserimento delle armature richieste, il fondo deve essere perfettamente stagionato, esente da ritiri igrometrici, consistente, privo cioè di parti friabili o facilmente asportabili, pulito, scabro, possibilmente sabbiato o martellinato a sasso vivo.

Quando l'ancoraggio viene praticato in fori, insufflare aria a pressione nei medesimi per asportare tutta la polvere di perforazione.

Realizzare diametri di perforazione sempre superiori di almeno 20 mm rispetto al diametro dell'armatura da inserire.

L'inserimento di reti o tondini d'armatura va effettuato in modo tale da garantire uno spessore di copriferro minimo di 30 mm.

(ii) Ancoraggi con malta colabile

Progettualmente, il sistema può essere prescritto per l'inghisaggio di:

- tiranti in tondino di acciaio ad aderenza migliorata in murature portanti
- perni collaboranti per armatura di solette e volte con caldana collaborante
- armature sussidiarie collaboranti all'interno di murature lesionate

Ancoraggio contrastato di:

- piastre di fondazione in carpenteria metallica
- sezioni di riempimento di sottomurazioni
- riempimenti di cavità e fessure su calcestruzzo e roccia

Il sistema prevede l'utilizzo di malta tecnologica strutturale iperfluida ad alta resistenza chimica (Classe AARS).

Dati tecnici (minimi)

Confezione sacco 25 kg

Spandimento impasto $\approx 200\%$ EN 13395-1

Peso specifico impasto $\approx 2,29 \text{ kg/dm}^3$ UNI 7121

pH impasto ≥ 12

Durata dell'impasto (pot life) $\geq 30 \text{ min.}$

Temperature limite di applicazione da -15°C a $+50^\circ\text{C}$

Espansione in fase plastica $\geq 0,5\%$ UNI 8996

Spessore minimo $\geq 1 \text{ cm}$

Spessore max realizzabile $\leq 8 \text{ cm}$

Prestazioni finali

- Modulo elastico statico a 28 gg $\approx 32500 \text{ N/mm}^2$ EN 13412
- Adesione su calcestruzzo a 28 gg $\geq 2 \text{ N/mm}^2$ EN 1542
- Resistenza a compressione a 24 h $R_{ck} 33 \text{ N/mm}^2$ EN 12190
- Resistenza a compressione a 3 gg $R_{ck} 43 \text{ N/mm}^2$ EN 12190
- Resistenza a compressione a 28 gg $R_{ck} 60 \text{ N/mm}^2$ EN 12190
- Resistenza al taglio a 28 gg $\geq 10 \text{ N/mm}^2$ EN 12615
- Resistenza alla carbonatazione $K \leq 0,6 \text{ mm/anno}$ -0,5 Boll.cem 8/88- ICTS/TFB
- Resistenza ai solfati (espansione) $\leq 0,04\%$
- Resistenza a gelo-disgelo con sali disgelanti:
- perdita in peso a 25 cicli $\leq 1 \text{ mg/mm}^2$ RILEM CDC 2/77
- profondita scagliettatura a 25 cicli $\leq 2 \text{ mm}$ RILEM CDC 2/77

Preparazione dei supporti

Nella realizzazione di ancoraggi collaboranti, oltre all'inserimento delle armature richieste, il fondo deve essere perfettamente stagionato, esente da ritiri igrometrici, consistente, privo cioè di parti friabili o facilmente asportabili, pulito, scabro, possibilmente sabbiato o martellinato a sasso vivo.

Quando l'ancoraggio viene praticato in fori, insufflare aria a pressione nei medesimi per asportare tutta la polvere di perforazione.

STUDIOTECNICOASSOCIATOSTART

P.I. 11918080018

Sede legale: via J. Durandi, 2 – 10144 – TORINO

www.startprogetti.it

Realizzare diametri di perforazione sempre superiori di almeno 20 mm rispetto al diametro dell'armatura da inserire.

L'inserimento di reti o tondini d'armatura va effettuato in modo tale da garantire uno spessore di copriferro minimo di 10 mm.

Accertarsi che siano sempre presenti ed eventualmente predisporre aperture o fori di sfiato opposti al punto di colatura o iniezione della malta per impedire la formazione interna di sacche d'aria.

Bagnare sempre a rifiuto i fondi e i fori di ancoraggio.

Preparare i supporti da inghisare o su cui andrà eseguito l'ancoraggio con l'asportazione delle parti incoerenti e della polvere ed irruvidire il fondo a sasso vivo. Inserire la nuova armatura collaborante, bagnare i supporti, eseguire il riempimento dei fori o il getto con una malta reoplastica strutturale iperfluida espansiva con caratteristiche di resistenza ai solfati classe AARS.

1.5.4.2 Posizionamento della rete elettrosaldata di contrasto

Quando si richiede l'utilizzo di rete di contrasto, questa dovrà essere ben ancorata al supporto; lo spessore minimo d'intervento non potrà essere inferiore a 35-40 mm, infatti la rete dovrà avere un copriferro di almeno 20 mm e dovrà essere distaccata dal supporto di almeno 10 mm mediante l'uso di distanziatori.

Nel caso sia previsto nel progetto l'utilizzo di rete elettrosaldata in barre d'acciaio inossidabile, questa dovrà avere le caratteristiche precisate in progetto.

1.5.4.3 Preparazione delle superfici da ripristinare

Per avere la certezza che il supporto sia pulito al momento dell'applicazione occorre effettuare la pulizia immediatamente prima dell'applicazione del materiale, dopo che tutte le altre operazioni di preparazione siano state ultimate.

Si dovranno pertanto asportare con i mezzi più opportuni le polveri e le parti incoerenti in fase di distacco eventualmente ancora presenti dopo l'asportazione meccanica del calcestruzzo, l'ossido eventualmente presente sui ferri d'armatura, le impurità, le tracce di grassi, oli e sali aggressivi, ottenendo così una superficie composta da un conglomerato cementizio sano, pulito e compatto.

Per l'applicazione di materiali cementizi a ritiro compensato, occorre effettuare la pulizia della superficie di supporto mediante lavaggio con acqua in pressione (80-100 MPa e acqua calda nel periodo invernale).

L'operazione di pulizia con acqua in pressione, se eseguita immediatamente prima dell'applicazione del materiale, consente anche la saturazione del calcestruzzo, comunque necessaria per una corretta applicazione dei materiali a ritiro compensato (A, B, C, D, G, H, I). Per l'applicazione di malte cementizie

polimero modificate e di malte di resina epossidica, la pulizia della superficie di supporto potrà essere effettuata mediante getto d'aria compressa, o d'acqua in pressione nel solo caso di malte che devono essere miscelate con acqua.

1.5.4.4 Messa in opera delle miscele di ripristino

Uso di malte e betoncini premiscelati a ritiro compensato

Le miscele a ritiro compensato sono fornite già premiscelate a secco; dovranno essere impastate in idonei miscelatori con il minimo quantitativo d'acqua⁶ indicato dalla casa produttrice; saranno mescolate fino ad ottenere un impasto ben amalgamato e privo di grumi per almeno 4 o 5 min, aggiungendo eventualmente altra acqua qualora l'impasto non si presentasse di consistenza plastica⁷ e comunque senza superare mai i quantitativi massimi d'acqua indicati dalla stessa casa produttrice, per evitare fenomeni di bleeding e di separazione, oltre alla diminuzione di tutte le prestazioni; nel caso di malte tipo B si aggiungerà il ritentore d'umidità.

Non è consentita la miscelazione a mano poiché questa generalmente comporta un eccesso d'acqua nell'impasto. Per miscelare piccoli quantitativi dovrà essere impiegato un normale trapano con mescolatore a frusta.

Nel caso di malte e betoncini fibrorinforzati, le fibre saranno preconfezionate in pacchetti legati con colle idrosolubili o con altri sistemi che permettono la loro omogenea distribuzione nell'impasto.

La temperatura ottimale d'impiego delle malte reoplastiche è di circa 293 K; sono tuttavia accettabili temperature comprese tra 283 e 308 K.

Al di fuori di tale intervallo, l'applicazione del prodotto potrà avvenire solo su autorizzazione della Direzione Lavori; a tal proposito si rammenta che nel caso in cui la temperatura dell'ambiente sia molto bassa ($278 \div 283$ K), lo sviluppo delle resistenze meccaniche è più lento.

Qualora si richieda ugualmente un'elevata resistenza meccanica alle brevi stagionature, si devono adottare i seguenti provvedimenti:

- a) conservare il prodotto in ambiente riparato dal freddo;
- b) impiegare acqua calda ($308 \div 323$ K) per l'impasto;
- c) iniziare i getti nella mattinata;
- d) proteggere dall'ambiente freddo il getto coprendolo con teli impermeabili.

⁶ Sono ammesse come acqua di impasto per i conglomerati cementizi l'acqua potabile e le acque naturali rispondenti ai requisiti di seguito riportati. Sono escluse le acque provenienti da scarichi (industriali ecc.). L'acqua di impasto dovrà avere un contenuto di sali disciolti inferiore ad 1g per litro. Il contenuto di ione cloruro nell'acqua dovrà tener conto dei limiti previsti dalla Norma UNI 8981 parte 5 e successivi aggiornamenti. La quantità di materiale inorganico in sospensione dovrà essere inferiore a 2 g/l; la quantità di sostanze organiche (COD) inferiore a 0,1 g/l.

⁷ Nel caso di interventi che richiedano la realizzazione di superfici in pendenza (estradossi solette o cordoli) quando si applichino materiali del tipo C-D-G-H-I si dovranno utilizzare classi di consistenza S2-S3

Se la temperatura dell'ambiente è molto elevata (303 K) l'unico problema esistente è la perdita di lavorabilità.

Qualora la perdita di lavorabilità sia eccessiva in relazione allo specifico tipo d'impiego, si consiglia di adottare i seguenti provvedimenti:

- a) conservare il prodotto in luogo fresco;
- b) impiegare acqua fresca, eventualmente raffreddata con ghiaccio tritato;
- c) preparare la malta nelle ore meno calde della giornata;
- d) nei climi asciutti e ventilati si raccomanda di porre particolare attenzione alla stagionatura.

Le malte dovranno essere messe in opera senza casseforme quando lo spessore del ripristino non superi in generale i 5 cm o quando ciò è espressamente previsto in progetto. Nel caso d'impiego di casseforme, ove richiesto, si eviteranno quelle di legno per la loro porosità.

Uso di malte cementizie polimero modificate

Le malte cementizie polimero modificate predosate a due componenti sono generalmente fornite complete di parte liquida e polvere che vanno miscelati fra di loro all'atto dell'impiego senza aggiungere acqua od altri ingredienti, escludendo quindi la possibilità d'errori sul cantiere con assoluta certezza e costanza dei risultati.

La miscelazione dei due componenti dovrà essere protratta sino ad ottenere un impasto ben amalgamato, privo di grumi.

Possono essere anche utilizzate malte monocomponenti in cui la miscelazione avviene aggiungendo acqua con modalità simili a quelle descritte per i materiali a ritiro compensato.

La temperatura ottimale d'impiego per le malte cementizie polimero modificate è di 293 K, tuttavia sono accettabili temperature comprese tra 278 e 313 K.

Fuori da tali intervalli l'applicazione del prodotto potrà avvenire solo su autorizzazione della Direzione Lavori e con l'adozione di particolari accorgimenti indicati dal produttore.

La malta sarà applicata a strati successivi, nello spessore indicato dalle schede tecniche della casa produttrice, direttamente con rinzafo a cazzuola o con idonea attrezzatura a spruzzo, oppure con fratazzo metallico esercitando una buona pressione e compattazione sul sottofondo.

La rifinitura superficiale potrà essere ottenuta con fratazzo di spugna da passare alcuni minuti dopo l'applicazione, oppure con lisciatura a spatola metallica o dorso di cazzuola.

Uso di malte di resina epossidica

Le applicazioni dovranno essere fatte su supporto precedentemente preparato mediante sabbiatura e

quindi ben pulito e privo di tracce di solventi e di disarmanti.

In via preliminare sarà richiesta l'applicazione di una mano d'attacco compatibile con fondi umidi e con la malta di ripristino, costituita da una sottile pellicola di resina pura, messa in opera mediante l'uso di pennelli e spazzole, alla quali si aggiungerà, a giudizio della Direzione Lavori, un'ulteriore strato di 2÷3 mm della stessa resina mista a filler.

Quando questa seconda mano avrà raggiunto consistenza plastica, si potrà mettere in opera la malta di resina epossidica.

Si introdurranno resina ed aggregati nel miscelatore e si mescolerà fino ad ottenere un impasto omogeneo. Si dovrà tener presente l'influenza della temperatura e dello stato fisico del prodotto perché ciascuna resina epossidica ha una temperatura minima d'utilizzazione, indicata dalle case produttrici, che in genere si aggira intorno ai 278 K al di sotto della quale la polimerizzazione avviene lentamente ed in modo incompleto.

La miscelazione dei due componenti dovrà essere fatta solo meccanicamente con strumenti a lenta velocità di rotazione, al fine di evitare ogni inclusione d'aria.

Prima di mettere in opera l'impasto lo si lascerà maturare per evitare che le sue caratteristiche meccaniche decadano in seguito ad un possibile principio di separazione di fase che si manifesta con marezzature della superficie.

Potranno anche essere accettati, a giudizio della Direzione Lavori, prodotti premiscelati, per esempio di resina ed aggregati, a cui è sufficiente aggiungere il solo induritore.

Si eviterà in ogni modo che rimangano granuli di resina pura nella malta e di conseguenza si sconsiglia l'uso di comuni betoniere da conglomerato cementizio; indicativamente un miscelatore con tazza mobile ruotante nel senso inverso a quello delle pale dovrebbe consentire una più intima adesione fra la resina e gli aggregati.

Questi ultimi saranno preferibilmente costituiti da sabbia calcarea di granulometria continua, asciutta e conservata al riparo dall'acqua; la sabbia calcarea è preferibile alla silicea per questi lavori in quanto conferisce alla malta un coefficiente di dilatazione termica più vicino a quello del conglomerato cementizio tradizionale.

La pezzatura massima degli aggregati sarà proporzionale alla dimensione del ripristino, in ogni caso non supererà i 5 mm.

La messa in opera avverrà con spatole entro il tempo di pot-life e si avrà cura di evitare ogni vibrazione del materiale una volta posto in opera.

Uso di conglomerati cementizi reoplastici a stabilità volumetrica e ritiro compensato

Il conglomerato cementizio a stabilità volumetrica e ritiro compensato è ottenuto miscelando in un normale

mescolatore aggregati da conglomerato cementizio con uno speciale legante reoplastico a ritiro compensato in luogo del normale cemento.

Si ottengono in tal modo conglomerati cementizi ad elevata resistenza meccanica sino dalle fasi iniziali, a ritiro compensato, molto fluidi e non segregabili con un basso rapporto acqua/legante.

È necessario che siano messi in opera entro 90 minuti dal loro confezionamento.

1.5.4.5 Frattazzatura

Dopo l'applicazione delle malte o dei betoncini, la superficie dovrà essere lisciata mediante frattazzatura. Tale operazione dovrà essere eseguita con molta cura per i materiali che sono miscelati con acqua; infatti una corretta frattazzatura è indispensabile per contrastare efficacemente la formazione di microfessure, derivanti dal ritiro plastico.

Per diminuire questo rischio tutte le malte che sono applicate a spruzzo od a rinzafo devono essere provviste di fibre sintetiche poliacriliche.

La frattazzatura dovrà eseguirsi dopo un certo tempo dall'applicazione in funzione delle condizioni climatiche.

L'intervallo di tempo tra l'applicazione a spruzzo e la finitura con frattazzo è stabilito in funzione del primo irrigidimento della malta che si determina quando, appoggiando una mano sulla superficie, le dita non affondano ma lasciano una leggera impronta sull'intonaco.

1.5.4.6 Stagionatura

Una corretta stagionatura è fondamentale per evitare la formazione di fessure dovute all'immediata evaporazione di parte dell'acqua d'impasto sotto l'azione del sole e del vento.

Le malte tissotropiche (A, B ed E) non richiedono stagionatura umida se non in condizioni termoigrometriche particolarmente severe (venti secchi).

È invece assolutamente necessario mantenere umide per alcune ore, dopo il getto, le superfici esposte all'aria dei conglomerati a ritiro compensato colabili (C, D, G, H ed I), impiegando acqua nebulizzata oppure prodotti antievaporanti da applicarsi a spruzzo subito dopo terminata l'operazione di messa in opera.

La copertura con il curing sarà tanto più rapida quanto più caldo e secco è il clima (il curing potrà essere evitato se si usano malte con microfibre di poliacriliche).

Non sarà consentito l'impiego di fogli di polietilene trasparente per impedire l'evaporazione dell'acqua in quanto questi ultimi ostacolano la dispersione del calore d'idratazione che può provocare fessure per dilatazione termica.

Circa il tipo di prodotto di curing, per la maturazione dei getti si dovrà tenere conto del fatto se la superficie debba o no ricevere ulteriori getti di finitura o di proseguimento dei lavori.

In tal caso si dovrà verificare che il materiale da applicare sulla pellicola dell'agente di curing indurito sia in grado di aderirvi.

Nel caso di successive applicazioni di rivestimenti protettivi o di trattamenti d'impermeabilizzazione, dovranno essere utilizzati prodotti antievaporanti che, dopo pochi giorni dall'applicazione, si polverizzino e siano di facile asportazione mediante lavaggio con acqua in pressione.

L'eventuale protezione delle strutture ripristinate potrà essere eseguita dopo la maturazione del materiale d'apporto (indicativamente 14 d dall'esecuzione dei ripristini stessi e comunque in funzione delle condizioni ambientali).

1.5.5 Prove e controlli

Come già indicato nel punto 19.3 i materiali destinati al ripristino/adeguamento delle strutture, per la loro accettazione, dovranno essere sottoposti a prove prima dell'impiego e dovranno attenersi alle specifiche prestazionali. In caso contrario dovranno essere sostituiti.

Comunque in corso d'opera le prove dovranno essere ripetute con la frequenza ritenuta necessaria dalla Direzione Lavori.

Qualora dalle prove risultassero valori inferiori di non più del 10% rispetto a quelli indicati nelle tabelle 19.3a, 19.3b e 19.3c o previsti in progetto, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, effettuerà una verifica della sicurezza statica dell'elemento strutturale in fase di ripristino/adeguamento. Nel caso che tale verifica dia esito positivo il materiale sarà accettato ma sarà applicata una penale.

Qualora i valori risultassero minori di oltre il 10% rispetto a quelli richiesti e nel caso in cui sussistano contemporaneamente più difetti, qualunque siano i valori di scostamento riscontrati rispetto alle previsioni progettuali, l'Impresa sarà tenuta a sua totale cura e spese alla rimozione dei materiali già posti in opera ed al loro ripristino.

Le superfici ripristinate dovranno essere controllate a campione mediante bagnatura (almeno il 5% per superfici estese e almeno 10% per superfici limitate), per ogni elemento strutturale, per verificare l'eventuale presenza di microfessure.

In caso si evidenziassero microfessure occorrerà estendere il controllo all'intera superficie riparata per la quale, se l'incidenza dell'area fessurata risulterà inferiore al 20% dell'area totale d'intervento, sarà applicata una penale; se superiore, l'Impresa dovrà procedere, a sua cura e spese, alla rasatura (tale intervento avrà in genere uno spessore medio di 3 mm; sarà realizzato utilizzando una malta cementizia polimero

modificata premiscelata, tissotropica del tipo E1, previa preparazione del supporto mediante sabbiatura o idrosabbiatura, la malta dovrà essere applicata preferibilmente a spruzzo con intonacatrice, l'applicazione con spatola è consentita per interventi d'estensione limitata) e alla protezione con filmogeni, di tipologia da concordare con la Direzione Lavori, in accordo con il Progettista. La verifica d'ottenimento dell'adesione in opera si otterrà con il controllo al martello, con campionamento secondo il criterio indicato per le microfessure. In caso si evidenziassero superfici risonanti, occorrerà estendere il controllo all'intera superficie riparata e l'Impresa dovrà procedere, a sua cura e spese, all'asportazione ed al rifacimento delle superfici risultate non idonee.

1.6 Acciaio per c.a. e c.a.p.

1.6.1 Generalità

Gli acciai per armature di c.a. e c.a.p. debbono corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche stabilite dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5/11/1971 n. 1086 (D.M. del 17/01/2018). Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dal citato D.M. in vigore. I controlli di accettazione in cantiere sono da eseguirsi sui lotti di spedizione. I lotti di spedizione sono lotti formati da massimo 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

Le forniture di acciaio recanti la Marcatura CE, dovranno in fase di accettazione possedere la marcatura stessa e essere accompagnate dal Certificato ovvero Dichiarazione di Conformità alla parte armonizzata della specifica norma europea ovvero allo specifico Benestare Tecnico Europeo, per quanto applicabile. Sarà onere del Direttore dei Lavori verificare che gli acciai rientrino nelle tipologie, classi e/o famiglie previsti nella detta documentazione.

Tutte le forniture di acciaio, per le quali non sussista l'obbligo della Marcatura CE, devono essere accompagnate dalla copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale e il riferimento a tale attestato deve essere riportato sul documento di trasporto. L'attestato può essere utilizzato senza limitazione di tempo. Le forniture effettuate da un commerciante intermedio devono essere accompagnate dai documenti rilasciati dal Produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante stesso.

Il Direttore dei Lavori in fase di accettazione, è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del produttore. Tutto il carico non conforme rifiutato sarà immediatamente allontanato, a cura e spese dell'Impresa, dal cantiere stesso. Premesso che, si definisce Centro di trasformazione un impianto esterno alla fabbrica e/o al cantiere, fisso o

mobile, che riceve dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, lamiere o profilati, profilati cavi, ecc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in cantiere, pronti per la messa in opera o per successive lavorazioni.

Se il materiale prodotto, prima di giungere al cantiere viene lavorato da un centro di trasformazione, ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata da:

- dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il Direttore dei Lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

Anche in questo caso il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Tutto il carico non conforme rifiutato sarà immediatamente allontanato, a cura e spese dell'Impresa, dal cantiere stesso.

Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore, che riporterà, nel Certificato di collaudo, gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

Ciascun prodotto qualificato deve costantemente essere riconoscibile per quanto concerne le caratteristiche qualitative e riconducibile allo stabilimento di produzione tramite marchiatura indelebile depositata presso il Servizio Tecnico Centrale, dalla quale risulti, in modo inequivocabile, il riferimento all'Azienda produttrice, allo Stabilimento, al tipo di acciaio ed alla sua eventuale saldabilità. Il produttore è tenuto a marciare ogni singolo pezzo, ove ciò non sia possibile, per la specifica tipologia del prodotto, la marchiatura deve essere tale che prima dell'apertura dell'eventuale ultima e più piccola confezione (fascio, bobina, rotolo, pacco, ecc.) il prodotto sia riconducibile al produttore, al tipo di acciaio nonché al lotto di produzione e alla data di produzione.

1.6.2 Acciaio per cemento armato in barre e rotoli - B450C – B450A

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o indentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio.

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori, devono essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e devono essere campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, in ragione di

3 spezzoni, marchiati, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun lotto, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento.

In caso contrario i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti.

Sui campioni vengono determinati, a cura del laboratorio incaricato, i valori delle tensioni di snervamento e rottura f_y e f_t l'allungamento A_{gt} ed effettuate le prove di piegamento.

I campioni saranno prelevati in contraddittorio con l'Impresa ed inviati, sotto il controllo della Direzione Lavori, ad un Laboratorio Ufficiale. Il Direttore dei Lavori o il tecnico di sua fiducia dovrà assicurarsi, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

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

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

I valori di resistenza ed allungamento di ciascun campione, accertati secondo la norma UNI EN ISO 15630-1: 2004, da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti ad uno stesso diametro, devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nella tabella seguente:

Caratteristica	Valore limite	NOTE
f_y minimo	425 N/mm ²	(450-25) N/mm ²
f_y massimo	572 N/mm ²	[450x(1,25+0,02)] N/mm ²
A_{gt} minimo	$\geq 6,0\%$	per acciai B450C
A_{gt} minimo	$\geq 2,0\%$	per acciai B450A
Rottura/snervamento	$1,13 \leq f_t/f_y$ $\leq 1,37$	per acciai B450C
Rottura/snervamento	$f_t/f_y \geq 1,03$	per acciai B450A
Piegamento/raddrizza mento	assenza di cricche	per tutti

Nel caso di esito negativo si procederà come indicato nel D.M. in vigore.

Se anche dalla ripetizione delle prove, secondo le indicazioni del D.M. in vigore, risulteranno non rispettati i limiti richiesti, la Direzione Lavori dichiarerà il lotto non idoneo, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese ad allontanarlo dal cantiere e il risultato sarà segnalato al Servizio Tecnico Centrale.

Qualora la fornitura, di elementi sagomati o assemblati, provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti dal D.M. in vigore, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonchè sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

La domanda di prove al laboratorio autorizzato deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo.

In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del Direttore dei Lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi del D.M. e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

I certificati devono riportare, inoltre, l'indicazione del marchio identificativo rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle norme del D.M. in vigore e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

1.6.3 Reti e tralicci in barre di acciaio elettrosaldate

Le reti e i tralicci saranno in barre di acciaio del tipo B450C e B450A, di diametro compreso rispettivamente tra 6 e 16 mm per il tipo B450C e tra 5 e 10 mm per l'acciaio di tipo B450A. L'interasse delle barre non deve superare 330 mm.

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori e devono essere effettuati su tre saggi ricavati da tre diversi pannelli nell'ambito di ciascun lotto di spedizione. Dovranno essere determinati i valori di tensione di snervamento, tensione di rottura, dell'allungamento e della resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo, come indicato nel D.M. in vigore.

1.6.4 Zincatura a caldo degli acciai

1.6.4.1 Qualità degli acciai da zincare a caldo

Gli acciai da sottoporre al trattamento di zincatura a caldo dovranno essere caratterizzati da un tenore di silicio inferiore allo $0,03 \div 0,04\%$ oppure compreso nell'intervallo $0,15 \div 0,25\%$.

Inoltre gli acciai ad aderenza migliorata dovranno avere garanzia di saldabilità e composizione chimica conforme ai valori di cui al Prospetto I della Norma UNI 6407/88 per gli acciai di qualità Fe B 400 S e Fe B 500 S.

1.6.4.2 Zincatura a caldo per immersione

Trattamento preliminare

Comprende le operazioni di sgrassaggio decapaggio, risciacquo, flussaggio, essiccamento e preriscaldamento a $400 \div 430$ K.

Immersione in bagno di zinco

Dovrà essere impiegato zinco vergine o di prima fusione in pani da fonderia, corrispondente alla designazione Zn 99,99 delle Norme UNI 2013/74, avente contenuto minimo di zinco del 99,99%.

Il bagno di zinco fuso dovrà avere temperatura compresa tra $710 \div 723$ K; in nessun caso dovrà essere superata la temperatura massima di 730 K.

Il tempo di immersione delle barre nel bagno di zinco sarà variabile in funzione del loro diametro e del peso del rivestimento in zinco, che non dovrà mai discostarsi di +10% dalla quantità di 610 g/m^2 di superficie effettivamente rivestita, corrispondente ad uno spessore di $85 \text{ } \mu\text{m} \pm 10\%$.

Seguirà il trattamento di cromatazione, se previsto in progetto, per impedire eventuali reazioni tra le barre e il calcestruzzo fresco.

Finitura ed aderenza del rivestimento

Il rivestimento di zinco dovrà presentarsi regolare, uniformemente distribuito, privo di zone scoperte, di bolle, di macchie di flusso, di inclusioni, di scorie, di macchie acide o nere.

Dovrà essere aderente alla barra in modo da non poter essere rimosso da ogni usuale processo di movimentazione, lavorazione e posa in opera.

Barre eventualmente incollate assieme dopo la zincatura e barre che presentano gocce e/o punte aguzze saranno rifiutate.

Verifiche

I controlli e, di conseguenza, la relativa verifica delle caratteristiche fisiche, meccaniche e tecnologiche deve

essere effettuata sul prodotto finito, dopo il procedimento di zincatura, con le stesse modalità e prescrizioni relative agli acciai normali.

Oltre alle prove previste ai precedenti punti per gli acciai normali, dirette a verificare la resistenza dei materiali, dovranno essere effettuate anche le prove di seguito descritte, per verificare la rispondenza del trattamento di zincatura alle prescrizioni delle presenti Norme Tecniche. In primo luogo la Direzione Lavori procederà in contraddittorio con l'Impresa ad un'accurata ispezione visiva della partita per accertare lo stato della zincatura.

In presenza di zone scoperte o di altre irregolarità superficiali le partite saranno rifiutate e l'Impresa dovrà allontanarle dal cantiere a sua cura e spese.

Dovrà essere verificato il peso dello strato di zincatura mediante differenza di massa tra il campione zincato e lo stesso dopo la dissoluzione dello strato di zincatura (metodo secondo Aupperle) secondo la Norma UNI 5741/66.

Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: sarà determinato il peso medio del rivestimento di zinco su tre dei campioni prelevati; se risulterà uguale o superiore a $610 \text{ g/m}^2 \pm 10\%$ la partita sarà accettata. In caso contrario la prova sarà estesa agli altri 6 campioni: se anche per questi ultimi il peso medio del rivestimento risulterà inferiore a $610 \text{ g/m}^2 - 10\%$ la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

La verifica della uniformità dello strato di zincatura sarà effettuata mediante un minimo di 5 immersioni, ciascuna della durata di un minuto, dei campioni in una soluzione di solfato di rame e acqua distillata (metodo secondo Preece) secondo la Norma UNI 5743/66.

Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: saranno sottoposti a prova 3 campioni.

Se dopo 5 immersioni ed il successivo lavaggio non si avrà nell'acciaio alcun deposito di rame aderente metallico e brillante, la partita sarà accettata.

In caso contrario la prova sarà estesa agli altri 6 campioni:

- se presenterà depositi di rame uno solo dei campioni prelevati la partita sarà accettata;
- se il numero dei campioni che presentano depositi di rame sarà più di 1, ma comunque non superiore a 3 dei 9 prelevati, la partita sarà accettata ma sarà applicata una penale al lotto che non possiede i requisiti richiesti; se il numero dei campioni che presentano depositi di rame sarà superiore a 3, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

Tutte le prove e le verifiche dovranno essere effettuate, sotto il controllo della Direzione Lavori, presso i Laboratori indicati dalla medesima.

Certificazioni

Il produttore, oltre ai controlli sistematici, con prove di qualificazione e di verifica della qualità, secondo le Norme di cui al DM in vigore, dovrà presentare per ogni partita la certificazione attestante che la zincatura è stata realizzata secondo le specifiche che precedono.

La Direzione Lavori si riserva di effettuare controlli presso lo stabilimento dove è effettuato il trattamento di zincatura.

Lavorazione

Il trattamento di zincatura a caldo potrà essere effettuato prima o dopo la lavorazione e piegatura delle barre, salvo diversa prescrizione che la Direzione Lavori si riserva d'impartire in corso d'opera.

Quando la zincatura è effettuata prima della piegatura, eventuali scagliature del rivestimento di zinco nella zona di piegatura ed i tagli dovranno essere trattati con ritocchi di primer zincante organico bicomponente dello spessore di $80 \div 100 \mu\text{m}$.

1.6.5 Acciai inossidabili

Gli acciai inossidabili per armature di c.a. dovranno essere di tipo austentico ed avere un basso contenuto di carbonio; gli stessi secondo la classificazione AISI, saranno identificabili con le sigle 304L e 316L.

Il tipo di acciaio inox da utilizzarsi sarà stabilito nel progetto.

Le caratteristiche minime, chimiche e meccaniche degli acciai inossidabili per c.a. sono indicate nelle seguenti tabelle 1n e 2n:

TABELLA **1n** (caratteristiche chimiche)

S i g l a A l S l	C	M n	S i	P	S	C r	N i	M o
	\leq	\leq	\leq	\leq	\leq	1 8	8	
3	0	2	1	0	0	÷	÷	
0	0	,	,	4	0			
4	3	0	0	5	3	2	1	
L	%	%	%	%	%	0	2	-
	\leq	\leq	\leq	\leq	\leq	1 8	8	
3	0	2	1	0	0	÷	÷	2
1	0	,	,	4	0			÷
6	3	0	0	5	3	2	1	
L	%	%	%	%	%	0	2	3

TABELLA 2n (caratteristiche meccaniche)

S i g l a A l S l	F t k M P a	F t k M P a	A 5 %	H R B
3 0 4 L	\geq 5 4 0	\geq 4 3 0	\geq 1 2	\geq 7 9
3 1 6 L	\geq 5 4 0	\geq 4 3 0	\geq 1 2	\geq 7 9

Dovranno inoltre risultare positivi gli esiti delle seguenti prove:

- piegamento e raddrizzamento su mandrino;
- indice di aderenza eseguito secondo il metodo "Beam Test".

Le giunzioni tra le barre dovranno essere realizzate tramite l'impiego di manicotti filettati, anch'essi in acciaio inox, avente le stesse caratteristiche delle barre sottoposte ad unione.

Tutti gli acciai inossidabili approvvigionati, dovranno essere provvisti di certificazione d'origine, attestante le caratteristiche chimiche e meccaniche del materiale; ad ogni carico giunto in cantiere la Direzione Lavori provvederà ad effettuare il prelievo di una campionatura per ogni diametro, che sarà inviato ad un laboratorio per le prove, di cui all'art. 20 della Legge 5 novembre 1971 n. 1086.

1.7 Acciaio per carpenteria

L'Impresa sarà tenuta all'osservanza delle Norme Tecniche di cui alle norme seguenti:

- Legge 05/11/1971 n. 1086 «Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, e per le strutture metalliche» (DM in vigore: DM 17/1/2018);
- Legge 02/02/1974 n. 64 «Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche» (DM in vigore: DM 17/1/2018) oltre che tutte le leggi e Decreti Ministeriali inerenti alle Norme di costruzione di manufatti in zona sismica.

Per la realizzazione di strutture metalliche e strutture composte si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025 (per i laminati), UNI EN 10210 (per i tubi senza saldatura) e UNI EN 10219-1 (per i tubi saldati), recanti la Marcatura CE, cui si applica il sistema di attestazione della conformità 2+, facendo riferimento alle prescrizioni di cui al §11.1 lett. A) del DM 17/1/2018.

Le forniture di acciaio recanti la Marcatura CE, dovranno in fase di accettazione possedere la marcatura stessa e essere accompagnate dal Certificato ovvero Dichiarazione di Conformità alla parte armonizzata della specifica norma europea ovvero allo specifico Benestare Tecnico Europeo, per quanto applicabile. Sarà onere del Direttore dei Lavori verificare che gli acciai rientrino nelle tipologie, classi e/o famiglie previsti nella detta documentazione.

Per i prodotti per cui non sia applicabile la marcatura CE, tutte le forniture, devono essere accompagnate dalla copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale e il riferimento a tale attestato deve essere riportato sul documento di trasporto. L'attestato può essere utilizzato senza limitazione di tempo. Le forniture effettuate da un commerciante intermedio devono essere accompagnate dai documenti rilasciati dal Produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante stesso.

Il Direttore dei Lavori in fase di accettazione è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del produttore. Tutto il carico non

conforme rifiutato sarà immediatamente allontanato, a cura e spese dell'Impresa, dal cantiere stesso.

Si definiscono Centri di trasformazione, nell'ambito degli acciai per carpenteria metallica, i centri di produzione di lamiere grecate e profilati formati a freddo, i centri di prelaborazione di componenti strutturali, le officine di produzione di carpenterie metalliche, le officine di produzione di elementi strutturali di serie e le officine per la produzione di bulloni e chiodi.

Se il materiale prodotto, prima di giungere al cantiere viene lavorato da un centro di trasformazione, ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata da:

- dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- attestazione inerente all'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il Direttore dei Lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

Anche in questo caso il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Tutto il carico non conforme rifiutato sarà immediatamente allontanato, a cura e spese dell'Impresa, dal cantiere stesso.

Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore, che riporterà, nel Certificato di collaudo, gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

Tutte le forniture dovranno essere marchiate o eventualmente possedere cartellini identificativi con il marchio del produttore.

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, in conformità a quanto riportato negli elaborati forniti dal Progettista, 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;
- gli schemi di montaggio e controfrecce di officina;
- la relazione di calcolo in cui devono essere indicate le modalità di montaggio dell'opera e specificato il funzionamento statico della struttura nelle diverse fasi di montaggio.

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 delle saldature e le loro tecnologie di esecuzione 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 dal D.M. in vigore e tenendo conto delle eventuali raccomandazioni dell'Ente di consulenza.

In particolare, oltre al controllo visivo al 100%, per i cordoni ad angolo o giunti a parziale penetrazione si useranno metodi di superficie (ad es. liquidi penetranti o polveri magnetiche), mentre per i giunti a piena penetrazione, oltre a quanto sopra previsto, si useranno metodi volumetrici e cioè raggi X o gamma o ultrasuoni per i giunti testa a testa e solo ultrasuoni per i giunti a T a piena penetrazione.

Consulenza e controlli saranno eseguiti dagli Istituti indicati dalla Direzione Lavori.

1.7.1 Profilati e lamiere

I profili laminati a caldo, le lamiere ed i profili cavi finiti a caldo o formati a freddo per impiego strutturale devono essere conformi alle norme applicabili indicate in tabella 1.

I prodotti in acciaio strutturale, lamiere e nastri, da usare per la produzione di profilati piegati a freddo devono avere proprietà idonee per le lavorazioni di piegatura a freddo. Gli acciai al carbonio adatti per tale scopo sono elencati in tabella.

Tabella 4: Profili laminati a caldo, lamiere e profili cavi: materiali, dimensioni e tolleranze

Prodotti	Condizioni tecniche di fornitura	Dimensioni	Tolleranze
Sezioni ad I ed H		UNI 5397-5398(3)	UNI EN 10034
Profili ad I laminati a caldo ad ala rastremata		UNI 5679	UNI EN 10024
Profili a C o U		UNI EU 54	UNI EN 10279
Angolari		UNI EN 10056-1	UNI EN 10056-2
Sezioni a T		UNI EN 10055	UNI EN 10055
Piatti e lamiere		N/A	UNI EN 10029 (2) UNI EN 10051
Barre		UNI EN 10017, 10058, 10059, 10060, 10061	UNI EN 10017, 10058, 10059, 10060, 10061
Profili cavi finiti a caldo	UNI EN 10210-1	UNI EN 10210-2	UNI EN 10210-2
Profili cavi formati a freddo	UNI EN 10219-1	UNI EN 10219-2	UNI EN 10219-2
NOTE:			
1. Materiali da impiegare:			
S235, S275 e S355 JR, JO, J2 e K2 (UNI EN 10025-2, acciai non legati); S275, S355, S420 e S460 N e NL (UNI EN 10025-3, acciai a grana fine); S275, S355, S420 e S460 M e ML (UNI EN 10025-4, acciai a grana fine); S235J0W, S235J2W, S355J0W, S355J2W e S355K2W (UNI EN 10025-5, acciai con resistenza alla corrosione migliorata)			
1. Tolleranza sullo spessore: Classe B; per serbatoi e ciminiere: Classe C.			

La scelta dei materiali è riportata nei disegni di progetto.

Per i profilati, le lamiere ed i tirafondi è indicata a loro denominazione completa come indicato dalle UNI EN 10020 e UNI EN 10027-1 e 2, con indicazione, se applicabile, dei rivestimenti superficiali e del grado di finitura, e della applicabilità della zincatura a caldo. I materiali indicati nel progetto dovranno essere conformi alle prescrizioni applicabili del presente capitolato.

Il Progettista dovrà in particolare indicare il grado dell'acciaio (JR, JO, J2, K2) da adottare, in modo da evitare fragilità negli impieghi alle basse temperature. A tale scopo, per strutture sollecitate in flessione e/o trazione, in funzione degli spessori massimi previsti, dello stato di sforzo e della temperatura di riferimento T_{Ed} , potrà utilizzare la tabella 2.1 della norma UNI EN 1993-1-10. In mancanza di dati più precisi, si potrà assumere per T_{Ed} i valori di -25°C per strutture non protette e -10°C per strutture protette. La suddetta tabella 2.1 vale per elementi tesi, inflessi o tensoinflessi. Per elementi sicuramente sempre compressi si potrà valutare gli spessori massimi utilizzando la stessa tabella ma considerando, indipendentemente dallo sforzo reale, solo la colonna con $\sigma_{Ed} = 0,25 f_y(t)$.

Il Progettista dovrà poi valutare se nel progetto sussiste per alcuni dettagli strutturali il rischio del



manifestarsi del fenomeno del *lamellar tearing* (strappo lamellare). In caso positivo, potrà prescrivere l'uso di acciai con caratteristiche di deformazione migliorate nella direzione perpendicolare alla superficie del prodotto, secondo la norma UNI EN 10164. Per i dettagli nei quali è segnalato il rischio di strappo lamellare, l'Appaltatore dovrà dare evidenza di avere adottato idonei procedimenti di saldatura atti a minimizzare tali rischi.

La valutazione può essere fatta calcolando il parametro Z_{Ed} secondo le indicazioni del §3 della norma UNI EN 1993-1-10, e ricavando, con l'ausilio della tabella 3.2 della norma UNI EN 1993-1-1, l'eventuale valore

richiesto per la classe Z secondo UNI EN 10164.

Se si sceglie un acciaio con caratteristiche di deformazione migliorate nella direzione perpendicolare alla superficie del prodotto, esso va indicato nei disegni di progetto (ad esempio: S355 J2 UNI EN 10025-2 + Z25 UNI EN 10164).

Per profilati e lamiere da utilizzare in elementi dissipativi di strutture in classe di duttilità bassa o alta (CD"B" e CD"A") in zone a sismicità media o alta, dovrà risultare, dai documenti di controllo che accompagnano la fornitura o da risultati di idonee prove, che il valore della tensione di snervamento massima $f_{y,max}$ dell'acciaio non superi il valore caratteristico di più del 20%.

Se i componenti devono essere zincati a caldo, al fine di ottenere rivestimenti con aspetto lucido ed omogeneo e con tessitura fine dello strato di zinco, ed allo scopo di evitare il rischio della formazione di rivestimenti eccessivamente spessi, con conseguente possibile danneggiamento del rivestimento in seguito ad urti, è preferibile utilizzare acciai appartenenti alle categorie A e B di cui al prospetto 1 della norma UNI EN ISO 14713-2, e precisamente:

- Categoria A: acciai con contenuto di silicio (Si) $\leq 0,04\%$, e fosforo (P) $< 0,02\%$;
- Categoria B: acciai con contenuto di silicio (Si) $\leq 0,14\%$ e $0,25\%$, e fosforo (P) $< 0,035\%$.

Tabella 5: Lamiere e nastri per piegatura a freddo: materiali, dimensioni e tolleranze

Prodotti	Condizioni	Tolleranze
Acciai strutturali	UNI EN 10025-2	UNI EN
Acciai strutturali	UNI EN 10025-	UNI EN
Acciai ad alto limite di	UNI EN 10149-1/3 UNI EN	UNI EN 10029,
Lamiere di acciaio di qualità	ISO 4987	UNI EN
Nastri e lamiere di acciaio ad alto limite di	UNI EN 10346	UNI EN
Prodotti piani di acciaio rivestiti in	UNI EN 10169	UNI EN
Nastri stretti non rivestiti laminati a	UNI EN 10139	UNI EN

1.7.2 Bulloni non precaricati

I bulloni non precaricati sono quelli da impiegare in unioni a taglio. Possono essere impiegati bulloni di classe 4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 6.8 e 8.8.

Le caratteristiche generali devono essere conformi alla UNI EN 15048-1; le caratteristiche meccaniche delle viti devono essere secondo la UNI EN ISO 898-1, quelle dei dadi secondo la UNI EN 20898-2, le prove d'idoneità d'impiego secondo UNI EN 15048-2. Le rondelle devono avere durezza minima 100 HV secondo UNI EN ISO 6507-1.

Gli accoppiamenti vite-dado-rondella consentiti sono riportati in tabella 1.

I bulloni possono essere in accordo alle UNI EN ISO 4014 e 4016 (gambo parzialmente filettato) o UNI EN ISO 4017 e 4018 (gambo interamente filettato). Se si adottano bulloni con vite con gambo interamente filettato, occorre avere specifica autorizzazione da parte del Progettista.

E' opportuno l'uso di una rondella al fine di non rovinare il trattamento protettivo con la rotazione del dado.

Tabella 6: Accoppiamenti vite-dado-rondella per bulloni non precaricati

Vite [classe]	Dado [classe]	Rondella
4.6, 4.8	4, 5, 6 oppure 8	
5.6, 5.8	5, 6 oppure 8	
6.8	6 oppure 8	
8.8	8 oppure 10	100 HV min;
10.9	10 oppure 12	300 HV min
(*) Per giunti a semplice sovrapposizione con una sola fila di bulloni (cfr. UNI EN		

1.7.3 Tirafondi

I tirafondi devono essere ricavati da acciaio laminato a caldo secondo UNI EN 10025-2/4.

In alternativa essi possono essere in accordo a UNI EN ISO 898-1. Per l'impiego in strutture con duttilità media o alta (DC"B" o DC"A") questa seconda possibilità non è raccomandata.

Se richiesto, possono essere impiegati tirafondi ricavati da barre di armature per cemento armato non precompresso, con caratteristiche conformi a quanto indicato nella normativa NTC2018.

1.7.4 Connettori per il taglio

I connettori per il taglio da impiegare nelle strutture composte acciaio-calcestruzzo devono essere conformi



ai requisiti della norma UNI EN ISO 13918.

E' possibile l'impiego di connettori collegati a freddo a mezzo di chiodi speciali, infissi mediante una chiodatrice a sparo o pneumatica. La capacità portante di questi connettori e l'efficacia del collegamento chiodato alla trave in acciaio devono essere indagate sperimentalmente seguendo le procedure delle normative di progetto per strutture miste acciaio-calcestruzzo: le CNR 10016/98 e/o l'Eurocodice 4 UNI - EN 1994-1-1 "Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo" Annex B.

1.8 Ancoranti per uso strutturale

Per la qualificazione degli ancoranti per uso strutturale si applica quanto specificato al punto C) del § 11.1 del DM 17

/1/2018, sulla base della Linea guida di benessere tecnico europeo ETAG 001, la quale vale anche per le modalità di esecuzione delle prove di accettazione.

I sistemi di ancoraggio per il fissaggio di elementi in acciaio strutturale su calcestruzzo dovranno essere certificati per carico di natura sismica, come riportato di seguito. E' previsto l'utilizzo di barre filettate in acciaio minimo classe 8.8 e ancorante chimico a base epossidica a rapido indurimento (7 h a 20 °C su cls asciutto) idoneo per applicazioni in fori sommersi e per installazioni fino a -5 °C Il sistema dovrà possedere marcatura CE e valutazione ETA, in categoria sismica C2.

Il sistema dovrà presentare una resistenza caratteristica di adesione in condizioni sismiche ETA C2 almeno pari a 5,40MPa per un diametro M20, secondo ETAG001 Allegato E.

Il foro andrà realizzato mediante roto-percussione o con sistemi di foratura automatica o mediante carotaggio con corona diamantata.

In caso di carotaggio il foro potrà essere irruvidito mediante attrezzo dedicato previsto dal produttore del sistema di installazione. Lo spazio anulare tra tassello e foro potrà essere riempito mediante utilizzo di sistemi specifici allo scopo dedicati. La barra metallica filettata ad alte prestazioni dovrà essere costituita dai seguenti elementi:

- Bullone/barra filettata in acciaio al carbonio zincato o in acciaio inox A4
- rondella in acciaio al carbonio zincato EN ISO 4042 o in acciaio inox A4
- dado esagonale in acciaio classe di resistenza 8 EN 20898-2 o in acciaio inox A4

L'ancorante chimico dovrà possedere almeno le seguenti caratteristiche meccaniche:

Tabella 7: Caratteristiche ancoranti chimici

	Standard	Valori	Unità di misura
Densità resina indurita	EN ISO 1183-1	1,48	g/cm ³
Resistenza a compressione	ISO 604	102	N/mm ²
Resistenza a trazione	ASTM D 638-97	45	N/mm ²
Coefficiente lineare di ritiro	ASTM D 2566-86	0,004	mm/mm
Assorbimento d'acqua	ASTM D 570-95	0,09	% (24 h)

1.9 Betoncino per incamiciatura fibrorinforzato

Il sistema di rinforzo strutturale sarà costituito da Microcalcestruzzo bicomponente fibrorinforzato con fibre di acciaio.

Con l'aggiunta di acqua si ottiene una malta colabile, fortemente adesiva a qualsiasi tipo di supporto, di altissima duttilità e durabilità.

La malta ottenuta sarà conforme alla norma ai requisiti definiti previsti dalle norme

- UNI EN 1504-9 *"Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture in calcestruzzo; definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità. Principi generali per l'uso dei prodotti e sistemi"*

- EN 1504-3 *"Riparazione strutturale e non strutturale"*

- EN 1504-6 *"Ancoraggio dell'armatura d'acciaio"*

per malte strutturali di classe R4.

La miscela bicomponente è composta da:

- Parte A n 4 sacchi di premiscelato secco da 25 kg/cad;
- Parte B n 1 scatola di fibre di acciaio da 3,5 kg;
- Acqua come da specifica del produttore.

Il betoncino dovrà esibire un comportamento dopo fessurazione di tipo incrudente, ossia con incremento della resistenza a trazione residua.

I parametri meccanici minimi saranno i seguenti:

Tabella 8: Caratteristiche meccaniche minime del betoncino per incamiciatura

CARATTERISTICHE TECNICHE

PROPRIETÀ DEL MICROCALCESTRUZZO	
Diametro massimo inerte	1 mm
Acqua d'impasto per 4 sacchi di premiscelato secco (100 kg) + 1 confezione di fibre (3,5 kg)	12 – 14 litri
Consistenza della malta (EN 13395-1)	250 +/- 20 mm
Peso specifico malta fresca (EN 1015-6)	2,30 ± 0,05 g/cc
Volume di malta fresca per 100 kg di premiscelato secco	Circa 50 litri
Espansione Contrastata 1gg	> 0,04%
Resistenza Compressione 1, 7, 28 gg (EN 12190)	> 70; > 80; > 110 MPa
Resistenza a Trazione a 28 gg (CNR 204/2006)	7 MPa
Modulo elastico a 28 gg (EN 13412)	35 GPa
Forza d'aderenza alla barra liscia a 28 gg RILEM-CEB-FIP- RC6-78	> 4 MPa
Forza d'aderenza alla barra aderenza migliorata a 28 gg RILEM-CEB-FIP- RC6-78	> 25 MPa
Adesione al calcestruzzo a 28 gg (EN 1542)	≥ 2 MPa
Reazione al fuoco (EN 13501-1)	Euroclasse A1
SPECIFICHE PER LA FORNITURA	
Confezione	Unità da 103,5 Kg: Parte A n° 4 sacchi di premiscelato secco da 25 kg/cad + Parte B n° 1 scatola di fibre da 3,5 kg
Consumo	Circa 19,5 Kg/m ² /cm

RESISTENZA RESIDUA A TRAZIONE PER FLESSIONE - f_{Rl} (MPa)	
CMOD 1= 0,5 mm	$f_{R1} = 13,75$
CMOD 2= 1,5 mm	$f_{R2} = 13,90$
CMOD 3= 2,5 mm	$f_{R3} = 13,60$
CMOD 4= 3,5 mm	$f_{R4} = 12,10$

Classificazione 'Fib Model Code 2010 = 8c

Tabella 9: Caratteristiche meccaniche minime del betoncino per incamiciatura

Le prestazioni di cui sopra dovranno essere rese evidenti da specifiche prove di qualificazione eseguite dal produttore, ed evidenziate dalla documentazione di corredo, ex RPC 305/2011.

Dovranno essere sottoposte alla verifica del DL in via preventiva, che si avvarrà della facoltà di eseguire preventivamente le prove di qualificazione che riterrà opportune.

Ogni onere di verifica della qualità di esecuzione, comprese eventuali indagini in sito, per esempio e in via non esaustiva, soniche di controllo, dell'adesione al getto esistente, saranno a carico dell'impresa esecutrice.

Dati di sintesi

Specifiche chimico/fisiche	Composizione di massima	Confezione
Densità: 2,3 +/- 0,05 (malta fresca)	Prodotto a base cemento, inerti selezionati, e riduttori di acqua.	Unità da 103,5 kg:
Consistenza: 250 +/- 20 mm (malta fresca)	Definizione prestazionale	Parte A n° 4 sacchi di premiscelato secco da 25 kg/cad
Conforme alla norma UNI EN EN 1504-3	Composito fibrorinforzato ad alte prestazioni meccaniche per il rinforzo strutturale ed il miglioramento sismico degli elementi in cemento armato.	+ Parte B n° 1 scatola di fibre da 3,5 kg.
UNI EN EN 1504-6		Consumo Circa 19,5 kg/m ² /cm.

Tabella 10: Dati di sintesi

Per l'esecuzione delle incamiciatura sarà obbligatorio il rispetto delle "Linea guida per l'identificazione, la qualificazione, la certificazione di valutazione tecnica ed il controllo di accettazione dei calcestruzzi fibrorinforzati FRC (Fiber Reinforced Concrete)" (Linee Guida FRC in seguito) emanate con Decreto del Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici n. 208 del 9 aprile 2019.

I controlli di accettazione si articoleranno su due livelli:

- Controlli di accettazione - § 5.1 Linee Guida FRC
- Controlli di prequalifica - § 5.2 Linee Guida FRC

Gli oneri di qualifica del prodotto restano a carico dell'impresa esecutrice

Le prove saranno eseguite in accordo alla UNI EN 14651:2007 “Metodo di prova per calcestruzzo con fibre metalliche - Misurazione della resistenza a trazione per flessione [limite di proporzionalità (LOP), resistenza residua]” presso un laboratorio ufficiale ex art. 59 DPR 380/01 s.m.i. a scelta dell’impresa esecutrice.

1.10 Murature

Gli elementi resistenti artificiali da impiegare nelle murature (elementi in laterizio ed in calcestruzzo) possono essere costituiti di laterizio normale, laterizio alleggerito in pasta, calcestruzzo normale, calcestruzzo alleggerito.

Se impiegati nella costruzione di murature portanti, devono essere conformi alle norme europee armonizzate della serie UNI EN 771-2005 e alle prescrizioni contenute nel DM 17 gennaio 2018 e nella Circolare n. 7/2019 “Istruzioni per l’applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni”. In particolare - ai sensi dell’art. 11.1, punto A, del DM 17 gennaio 2018- devono recare la Marcatura CE, secondo il sistema di attestazione della conformità indicato nella tabella 11.10.1 dell’art. 11.10.1 dello stesso decreto.

Nel caso di murature non portanti le suddette prescrizioni possono costituire utile riferimento.

Le eventuali prove su detti elementi saranno condotte secondo le prescrizioni di cui alla norma UNI 772 “Metodi di prova per elementi di muratura”. Ai sensi del DM 17 gennaio 2018, il Direttore dei Lavori è tenuto a far eseguire ulteriori

prove di accettazione sugli elementi per muratura portante pervenuti in cantiere e sui collegamenti, secondo le metodologie di prova indicate nelle citate norme armonizzate.

Le prove di accettazione su materiali di cui al presente paragrafo sono obbligatorie e devono essere eseguite e certificate presso un laboratorio di cui all’art. 59 del DPR 380/2001. Gli oneri restano a carico dell’impresa esecutrice

Tutte le murature in genere, salvo le eccezioni di seguito specificate, saranno misurate geometricamente, a volume o a superficie, secondo la categoria, in base a misure prese sul vivo dei muri, esclusi cioè gli intonaci. Sarà fatta deduzione di tutti i vuoti di luce superiore a 1,00 m² e dei vuoti di canne fumarie, canalizzazioni, ecc., che abbiano sezione superiore a 0,25 m², rimanendo per questi ultimi, all’Appaltatore, l’onere della loro eventuale chiusura con materiale in cotto. Così pure sarà sempre fatta deduzione del volume corrispondente alla parte incastrata di pilastri, piattabande, ecc., di strutture diverse, nonché di pietre naturali od artificiali, da pagarsi con altri prezzi di tariffa. Nei prezzi unitari delle murature di qualsiasi genere, qualora non debbano essere eseguite con paramento di faccia vista, si intende compreso il rinzafo

delle facce visibili dei muri. Tale rinzafo sarà sempre eseguito, ed è compreso nel prezzo unitario, anche a tergo dei muri che debbono essere poi caricati a terrapieni. Per questi ultimi muri è pure sempre compresa la eventuale formazione di feritoie regolari e regolarmente disposte per lo scolo delle acque ed in generale quella delle immorsature e la costruzione di tutti gli incastri per la posa in opera della pietra da taglio od artificiale.

Nei prezzi della muratura di qualsiasi specie si intende compreso ogni onere per formazione di spalle, sguinci, canne, spigoli, strombature, incassature per imposte di archi, volte e piattabande.

Qualunque sia la curvatura data alla pianta ed alle sezioni dei muri, anche se si debbano costruire sotto raggio, le relative murature non potranno essere comprese nella categoria delle volte e saranno valutate con i prezzi delle murature rotte senza alcun compenso in più. Le ossature di cornici, cornicioni, lesene, pilastri ecc., di aggetto superiore a 5 cm sul filo esterno del muro, saranno valutate per il loro volume effettivo in aggetto con l'applicazione dei prezzi di tariffa stabiliti per le murature.

Per le ossature di aggetto inferiore a 5 cm non verrà applicato alcun sovrapprezzo. Quando la muratura in aggetto è diversa da quella del muro sul quale insiste, la parte incastrata sarà considerata come della stessa specie del muro stesso. Le murature di mattoni ad una testa od in foglio si misureranno a vuoto per pieno, al rustico, deducendo soltanto le aperture di superficie uguale o superiore a 1 m², intendendo nel prezzo compensata la formazione di sordini, spalle, piattabande, ecc., nonché eventuali intelaiature in legno che la Direzione dei Lavori ritenesse opportuno di ordinare allo scopo di fissare i serramenti al telaio, anziché alla parete.

1.11 Prodotti per rivestimenti interni ed esterni

1. Si definiscono prodotti per rivestimenti quelli utilizzati per realizzare i sistemi di rivestimento verticali (pareti - facciate) ed orizzontali (controsoffitti) dell'edificio. I prodotti si distinguono:

- a seconda del loro stato fisico in:
 - rigidi (rivestimenti in pietra - ceramica - vetro - alluminio - gesso - ecc.);
 - flessibili (carte da parati - tessuti da parati - ecc.);
 - fluidi o pastosi (intonaci - vernicianti - rivestimenti plastici - ecc.).
- a seconda della loro collocazione:
 - per esterno;
 - per interno.
- a seconda della loro collocazione nel sistema di rivestimento:
 - di fondo;

- intermedi;
- di finitura.

Tutti i prodotti di cui ai commi successivi sono considerati al momento della fornitura. Il Direttore dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate.

2. Prodotti rigidi

a) Per le piastrelle di ceramica vale quanto prescritto dalla norma UNI EN ISO 10545 e quanto riportato nell'art. 77 "Prodotti per pavimentazione", con riferimento solo alle prescrizioni valide per le piastrelle da parete.

b) Per gli elementi di metallo o materia plastica valgono le prescrizioni del progetto.

Le loro prestazioni meccaniche (resistenza all'urto, abrasione, incisione), di reazione e resistenza al fuoco, di resistenza agli agenti chimici (detergenti, inquinanti aggressivi, ecc.) ed alle azioni termoigrometriche saranno quelle prescritte nelle norme UNI già richiamate in relazione all'ambiente (interno/esterno) nel quale saranno collocati ed alla loro quota dal pavimento (o suolo), oppure in loro mancanza valgono quelle dichiarate dal fabbricante ed accettate dalla Direzione dei Lavori.

Saranno inoltre predisposti per il fissaggio in opera con opportuni fori, incavi, ecc.

c) Per gli elementi verniciati, smaltati, ecc. le caratteristiche di resistenza all'usura, ai viraggi di colore, ecc. saranno riferite ai materiali di rivestimento.

La forma e costituzione dell'elemento saranno tali da ridurre al minimo fenomeni di vibrazione, produzione di rumore tenuto anche conto dei criteri di fissaggio.

d) Per le lastre di cartongesso si rinvia al paragrafo "Prodotti per pareti esterne e partizioni interne".

e) Per le lastre di fibrocemento si rimanda al paragrafo "Prodotti per coperture discontinue".

f) Per le lastre di calcestruzzo valgono le prescrizioni generali date per i prodotti di calcestruzzo con in aggiunta le caratteristiche di resistenza agli agenti atmosferici (gelo/disgelo) ed agli elementi aggressivi trasportati dall'acqua piovana e dall'aria.

Nota: in via orientativa valgono le prescrizioni della norma UNI 8981, varie parti.

3. Prodotti flessibili

a) Le carte da parati devono rispettare le tolleranze dimensionali dell'1,5% sulla larghezza e lunghezza; garantire resistenza meccanica ed alla lacerazione (anche nelle condizioni umide di applicazione); avere deformazioni dimensionali ad umido limitate; resistere alle variazioni di calore e quando richiesto avere resistenza ai lavaggi e reazione o resistenza al fuoco adeguate.

Le confezioni devono riportare i segni di riferimento per le sovrapposizioni, allineamenti (o sfalsatura) dei

disegni, ecc.; inversione dei singoli teli, ecc.

b) I tessuti per pareti devono rispondere alle prescrizioni elencate nel comma a) con adeguato livello di resistenza e possedere le necessarie caratteristiche di elasticità, ecc. per la posa a tensione.

Per entrambe le categorie (carta e tessuti) la rispondenza alle norme UNI EN 233, 235 è considerata rispondenza alle prescrizioni del presente articolo.

4. Prodotti fluidi od in pasta

a) Intonaci: gli intonaci sono rivestimenti realizzati con malta per intonaci costituita da un legante (calce – cemento - gesso) da un inerte (sabbia, polvere o granuli di marmo, ecc.) ed eventualmente da pigmenti o terre coloranti, additivi e rinforzanti. Gli intonaci devono possedere le caratteristiche indicate nel progetto e le caratteristiche seguenti:

- capacità di riempimento delle cavità ed eguagliamento delle superfici;
- reazione al fuoco e/o resistenza all'antincendio adeguata;
- impermeabilità all'acqua e/o funzione di barriera all'acqua;
- effetto estetico superficiale in relazione ai mezzi di posa usati;
- adesione al supporto e caratteristiche meccaniche.

Per i prodotti forniti premiscelati la rispondenza a norme UNI è sinonimo di conformità alle prescrizioni predette; per gli altri prodotti valgono i valori dichiarati dal fornitore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

b) Prodotti vernicianti: i prodotti vernicianti sono prodotti applicati allo stato fluido, costituiti da un legante (naturale o sintetico), da una carica e da un pigmento o terra colorante che, passando allo stato solido, formano una pellicola o uno strato non pellicolare sulla superficie. Si distinguono in:

- tinte, se non formano pellicola e si depositano sulla superficie;
- impregnanti, se non formano pellicola e penetrano nelle porosità del supporto;
- pitture, se formano pellicola ed hanno un colore proprio;
- vernici, se formano pellicola e non hanno un marcato colore proprio;
- rivestimenti plastici, se formano pellicola di spessore elevato o molto elevato (da 1 a 5 mm circa), hanno colore proprio e disegno superficiale più o meno accentuato.

I prodotti vernicianti devono possedere valori adeguati delle seguenti caratteristiche in funzione delle prestazioni loro richieste:

- dare colore in maniera stabile alla superficie trattata;
- avere funzione impermeabilizzante;
- essere traspiranti al vapore d'acqua;
- impedire il passaggio dei raggi UV;

- ridurre il passaggio della CO₂;
- avere adeguata reazione e/o resistenza al fuoco (quando richiesto);
- avere funzione passivante del ferro (quando richiesto);
- resistenza alle azioni chimiche degli agenti aggressivi (climatici, inquinanti);
- resistere (quando richiesto) all'usura.

I limiti di accettazione saranno quelli prescritti nel progetto od in mancanza quelli dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

I dati si intendono presentati secondo le norme UNI 8757 e UNI 8759 ed i metodi di prova sono quelli definiti nelle norme UNI pertinenti.

1.12 Prodotti per pavimentazione

1. Si definiscono prodotti per pavimentazione quelli utilizzati per realizzare lo strato di rivestimento dell'intero sistema di pavimentazione. Detti prodotti vengono di seguito considerati al momento della fornitura; il Direttore dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

2. *Le piastrelle di ceramica per pavimentazioni* devono essere del materiale indicato nel progetto.

Le dizioni commerciali e/o tradizionali (cotto, cottoforte, gres, ecc.) devono essere associate a quelle della classificazione di cui alla norma UNI EN 14411-2007 ("Piastrelle di ceramica. Definizioni, classificazione, caratteristiche e marcatura"), basata sul metodo di formatura e sull'assorbimento d'acqua.

A seconda della classe di appartenenza (secondo UNI EN 14411-2007) le piastrelle di ceramica estruse o pressate di prima scelta devono rispondere ai requisiti fissati dalla norma UNI EN 14411-2007.

I prodotti di seconda scelta, cioè quelli che rispondono parzialmente alle norme predette, saranno accettati in base alla rispondenza ai valori previsti dal progetto, e, in mancanza, in base ad accordi tra Direzione dei Lavori e fornitore.

Per i prodotti definiti «pianelle comuni di argilla», «pianelle pressate ed arrotate di argilla» e «mattonelle greificate» dal RD del 16 novembre 1939 n. 2234 devono, altresì, essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- resistenza all'urto 2 Nm (0,20 kg/m) minimo;
- resistenza alla flessione 2,5 N/mm² (25 kg/cm²) minimo;
- coefficiente di usura al tribometro 15 mm massimo per 1 km di percorso.

Per le piastrelle colate (ivi comprese tutte le produzioni artigianali) le caratteristiche rilevanti da misurare ai fini di una qualificazione del materiale sono le stesse indicate per le piastrelle pressate a secco ed estruse (vedi norma UNI EN 14411-2007), per cui:

- per quanto attiene ai metodi di prova si rimanda alla normativa UNI EN vigente e già citata;
- per quanto attiene i limiti di accettazione, tenendo in dovuto conto il parametro relativo all'assorbimento d'acqua, i valori di accettazione per le piastrelle ottenute mediante colatura saranno concordati fra produttore ed acquirente, sulla base dei dati tecnici previsti dal progetto o dichiarati dai produttori ed accettate dalla Direzione dei Lavori.

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche, sporatura, ecc. nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa ed essere accompagnati da fogli informativi riportanti il nome del fornitore e la rispondenza alle prescrizioni predette.

4. I *prodotti di gomma per pavimentazioni* sotto forma di piastrelle e rotoli devono rispondere alle prescrizioni date dal progetto e in mancanza e/o a completamento ai seguenti requisiti:

- a) essere esenti da difetti visibili (bolle, graffi, macchie, aloni, ecc.) sulle superfici destinate a restare in vista; l'esame dell'aspetto deve avvenire secondo le prescrizioni di cui alla norma UNI 8272-1;
- b) avere costanza di colore tra i prodotti della stessa fornitura; in caso di contestazione deve risultare entro il contrasto dell'elemento n. 4 della scala dei grigi di cui alla UNI 8272-2; per piastrelle di forniture diverse ed in caso di contestazione vale il contrasto dell'elenco n. 3 della scala dei grigi;
- c) sulle dimensioni nominali ed ortogonalità dei bordi sono ammesse le seguenti tolleranze:
 - piastrelle: lunghezza e larghezza + 0,3%, spessore + 0,2 mm;
 - rotoli: lunghezza e larghezza + 0,3%, spessore + 0,2 mm;
 - piastrelle: scostamento dal lato teorico (in mm) non maggiore del prodotto tra dimensione del lato (in mm) e 0,0012;
 - rotoli: scostamento del lato teorico non maggiore di 1,5 mm;
- d) la durezza deve essere tra 75 e 85 punti di durezza Shore A;
- e) la stabilità dimensionale a caldo deve essere non maggiore dello 0,3% per piastrelle e dello 0,4% per i rotoli;
- f) la resistenza all'abrasione deve essere non maggiore di 300 mm³;
- g) la resistenza allo scivolamento misurata secondo le prescrizioni di cui alla norma UNI 8272-11;
- h) la classe di reazione al fuoco deve essere la prima secondo il DM del 26 giugno 1984, Allegato A3, punto 1;
- i) la resistenza alla bruciatura da sigaretta, intesa come alterazioni di colore prodotte dalla combustione, non deve originare contrasto di colore uguale o minore al n. 2 della scala dei grigi di cui alla UNI 8272-2. Non sono ammessi, altresì, affioramenti o rigonfiamenti;

j) Il potere macchiante, inteso come cessione di sostanze che sporcano gli oggetti che vengono a contatto con il rivestimento, per i prodotti colorati non deve dare origine ad un contrasto di colore maggiore di quello dell'elemento N3 della scala dei grigi di cui alla UNI 8272-2. Per i prodotti neri il contrasto di colore non deve essere maggiore dell'elemento N2;

l) i prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche ed agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

Il foglio di accompagnamento indicherà oltre al nome del fornitore almeno le informazioni di cui ai commi da a) ad j).

4. I *prodotti di vinile* devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche ed agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

Il foglio di accompagnamento indicherà le caratteristiche di cui alle norme precitate.

6. I *prodotti di resina* (applicati fluidi od in pasta) per rivestimenti di pavimenti realizzati saranno del tipo realizzato:

- mediante impregnazione semplice (I1);
- a saturazione (I2);
- mediante film con spessori fino a 200 mm (F1) o con spessore superiore (F2);
- con prodotti fluidi cosiddetti auto - livellanti (A);
- con prodotti spatolati (S).

Le caratteristiche segnate come significative nel prospetto seguente devono rispondere alle prescrizioni del progetto. I valori di accettazione sono quelli dichiarati dal fabbricante ed accettati dal Direttore Lavori.

I metodi di accettazione sono quelli contenuti nel comma 1 del presente articolo, facendo riferimento alla norma UNI 8298 (varie parti).

Caratteristiche	Grado di significatività rispetto ai vari tipi					
	i1	i2	F1	F2	A	S
Colore	–	–	+	+	+	–
Identificazione chimico - fisica	+	+	+	+	+	+
Spessore	–	–	+	+	+	+
Resistenza all'abrasione	+	+	+	+	+	+
Resistenza al punzonamento dinamico (urto)	–	+	+	+	+	+
Resistenza al punzonamento statico	+	+	+	+	+	+
Comportamento all'acqua	+	+	+	+	+	+
Resistenza alla pressione idrostatica inversa	–	+	+	+	+	+
Reazione al fuoco	+	+	+	+	+	+
Resistenza alla bruciatura della sigaretta	–	+	+	+	+	+
Resistenza all'invecchiamento termico in aria	–	+	+	+	+	+
Resistenza meccanica dei ripristini	–	–	+	+	+	+

+ significativa; – non significativa

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche e da agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

Il foglio informativo indicherà, oltre al nome del fornitore, le caratteristiche, le avvertenze per l'uso e per la sicurezza durante l'applicazione.

1.14 Demolizioni e Rimozioni

1.14.1 Demolizione di murature e fabbricati

Le demolizioni di fabbricati e di murature di qualsiasi genere (armate e non, in precompresso), potranno essere integrali o in porzioni a sezione obbligata, eseguite in qualsiasi dimensione anche in breccia, entro e fuori terra, a qualsiasi altezza.

Saranno impiegati i mezzi previsti dal progetto e/o ritenuti idonei dalla Direzione Lavori: scalpellatura a mano o meccanica, martello demolitore, agenti demolitori non esplosivi ad azione chimica con espansione lenta e senza propagazione dell'onda d'urto.

Le demolizioni dovranno essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni in modo da prevenire qualsiasi infortunio al personale addetto, evitando inoltre tassativamente di gettare dall'alto i materiali i quali dovranno invece essere trasportati o guidati in basso.

Inoltre l'Impresa dovrà prevedere, a sua cura e spese, a adottare tutti gli accorgimenti tecnici per puntellare e sbatacchiare le parti pericolanti e tutte le cautele al fine di non danneggiare le strutture sottostanti e le proprietà di terzi.

L'Impresa 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.

Nel caso di demolizioni parziali potrà essere richiesto il trattamento con il getto di vapore a 373 K ed una pressione di $0,7\div 0,8$ MPa per ottenere superfici di attacco pulite e pronte a ricevere i nuovi getti; i ferri dovranno essere tagliati, sabbiati e risagomati secondo le disposizioni progettuali.

Per le demolizioni da eseguirsi su autostrada in esercizio, l'Impresa dovrà adottare anche tutte le precauzioni e cautele atte ad evitare ogni possibile danno all'utenza e concordare con la Direzione di Tronco, tramite la Direzione Lavori, le eventuali esclusioni di traffico che potranno avvenire anche in ore notturne e in giorni determinati.

In particolare, la demolizione delle travi di impalcati di opere d'arte o di impalcati di cavalcavia anche a struttura mista, su autostrade in esercizio, dovrà essere eseguita fuori opera, previa separazione dalle strutture esistenti, sollevamento, rimozione e trasporto di tali porzioni in apposite aree entro le quali potranno avvenire le demolizioni.

I materiali di risulta saranno ceduti all'Impresa la quale potrà reimpiegare quelli ritenuti idonei dalla Direzione Lavori fermo restando l'obbligo di allontanare e trasportare a discarica quelli rifiutati.

1.14.2 Demolizione di pavimentazione totale o parziale di strati in conglomerato bituminoso realizzato con frese

La demolizione della parte della sovrastruttura legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso deve

essere effettuata con idonee attrezzature munite di frese a tamburo funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta; su parere della Direzione Lavori potranno essere impiegate fresatrici a sistema misto (preriscaldamento leggero), purché non compromettano il legante esistente nella pavimentazione da demolire.

Le attrezzature tutte devono essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla Direzione Lavori; devono inoltre avere caratteristiche tali che il materiale risultante dall'azione di scarifica risulti idoneo a giudizio della Direzione Lavori per il reimpiego nella confezione di nuovi conglomerati.

La superficie del cavo (nel caso di demolizioni parziali del pacchetto) deve risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possono compromettere l'aderenza dei nuovi tappeti da porre in opera.

L'Impresa si deve scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione definiti dal progetto. Qualora questi dovessero risultare inadeguati a contingenti situazioni in essere e comunque diversi per difetto o per eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Impresa è tenuta a darne immediata comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica.

Il rilievo dei nuovi spessori deve essere effettuato in contraddittorio.

Lo spessore della demolizione deve essere mantenuto costante in tutti i punti e deve essere valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o subcorticali deve essere eseguita con attrezzature approvate dalla Direzione Lavori munite di spazzole e dispositivi aspiranti, in grado di dare un piano depolverizzato, perfettamente pulito.

Se la demolizione dello strato legato a bitume interessa uno spessore inferiore ai 15 cm potrà essere effettuata con un solo passaggio di fresa, mentre per spessori superiori a 15 cm si devono effettuare due passaggi di cui il primo pari ad $\frac{1}{3}$ dello spessore totale avendo cura di formare un gradino tra il primo ed il secondo strato demolito di almeno 10 cm di base per lato.

Le pareti dei giunti longitudinali devono risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e prive di sgretolature.

Sia la superficie risultante dalla fresatura che le pareti del cavo devono, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente pulite, asciutte e uniformemente rivestite dalla mano di attacco di legante bituminoso tal quale o modificato.

I materiali di risulta saranno ceduti all'Impresa la quale potrà reimpiegare quelli ritenuti idonei dalla Direzione Lavori fermo restando l'obbligo di allontanare e trasportare a discarica/recupero quelli rifiutati.

1.14.3 Rimozioni

Per rimozione s'intende:

- smontaggio di recinzione costituita da rete metallica e relativi montanti;
- smontaggio di sicurvia di qualunque tipo, con montanti infissi in terra o in pavimentazione;
- smontaggio completo di pensilina di stazione costituita da struttura portante in acciaio (travi, pilastri, ecc.), di qualsiasi sezione e dimensione, anche composta a traliccio, copertura, controsoffittatura, mantovane e converse in alluminio o acciaio.

Compreso lo smontaggio dell'orditura di fissaggio della copertura e della controsoffittatura, la rimozione dei semafori e delle plafoniere, lo smantellamento degli impianti elettrici e di scarico acque, ecc., il carico, il trasporto e lo scarico a deposito nei luoghi indicati dalla Direzione Lavori dei materiali riutilizzabili ed a rifiuto di quelli non riutilizzabili;

- rimozione del timpano metallico dell'esistente pensilina di stazione con i necessari adattamenti;
- rimozione di box o baracche prefabbricate in lamiera, compresa la demolizione degli ancoraggi ed opere accessorie tutte; rimozione di tettoie per parcheggi in lamiera, compresa la rimozione dei montanti;
- rimozione completa di tettoia parcheggio auto costituita da pilastri-trave di acciaio e manto di copertura, comunque inclinato, in lastre metalliche, compresa la rimozione dell'orditura di fissaggio;
- rimozione delle lastre di copertura in cemento con fibre di amianto (classificate rifiuto speciale non T/N, conferibile in discarica di seconda categoria tipo B e/o tipo A), previa bagnatura con soluzione fissativa atta ad evitare qualsiasi dispersione in aria e/o suolo delle fibre, mediante loro sollevamento dopo che tutti gli ancoraggi saranno stati tagliati con attrezzi manuali.

Compreso il loro confezionamento a terra in bancali; l'imballo con nylon di adeguato spessore ed il posizionamento presso la zona di accumulo temporaneo all'interno del cantiere, nell'attesa di invio a discarica autorizzata di seconda categoria; la raccolta e l'imballo di tutto il materiale a perdere utilizzato nella zona di lavoro; la delimitazione del cantiere con idonea segnaletica a distanza di sicurezza in modo da consentire l'accesso all'area soltanto al personale autorizzato ed adeguatamente equipaggiato, oltre alle attrezzature di cantiere; la pulizia dell'area di cantiere e dei canali di gronda, utilizzando un aspiratore a filtro assoluto; il trasporto e lo smaltimento in discarica autorizzata;

- rimozione di serramenti di porte e finestre di qualsiasi tipo, l'asportazione di telai e controtelai.

Nelle rimozioni sopra elencate sono compresi gli oneri, per il trasporto del materiale di risulta fuori delle pertinenze autostradali ed il trasporto dei materiali di recupero, che restano di proprietà della Società, nei depositi che saranno indicati dalla Direzione Lavori.

arte 14 ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI

Ordine da tenersi nell'andamento dei lavori

In generale, l'Appaltatore ha facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale, purché esso, a giudizio della Direzione, non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere e agli interessi dell'Amministrazione.

L'Amministrazione si riserva, in ogni caso, il diritto di ordinare l'esecuzione di un determinato lavoro entro un prestabilito termine di tempo o di disporre l'ordine di esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più conveniente, specialmente in relazione alle esigenze dipendenti dall'esecuzione di opere ed alla consegna delle forniture escluse dall'appalto, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi.

L'Appaltatore, prima dell'inizio dei lavori, presenterà alla Direzione dei Lavori, per l'approvazione, il programma operativo dettagliato delle opere e dei relativi importi a cui si atterrà nell'esecuzione dei lavori.

Il programma approvato, mentre non vincola la Committenza che potrà ordinare modifiche anche in corso di attuazione, è invece impegnativo.

Il programma approvato, mentre non vincola l'Amministrazione che potrà ordinare modifiche anche in corso di attuazione, è invece impegnativo per l'Appaltatore che ha l'obbligo di rispettare il programma di esecuzione. La mancata osservanza delle disposizioni del presente articolo dà facoltà all'Amministrazione di non stipulare o di risolvere il Contratto per colpa dell'Appaltatore.