



# Comune di Montale

Provincia di Pistoia

## NUOVA SEDE DI PROTEZIONE CIVILE E NUOVO MAGAZZINO COMUNALE

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

### Committente

Comune di Montale

### Responsabile Unico del Procedimento

Ing. Michele Rosi

### Progetto

Progetto architettonico

**METROOFFICE ARCHITETTI**

Arch. Fabio Barluzzi  
Arch. Barbara Ponticelli

Strutture



Ing. Leonardo Catarzi

Impianti



Ing. Leonardo Catarzi

Consulenza geologica



Geol. Luca Gardone

OGGETTO DELL'ELABORATO:

**DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE - Strutture**

TAVOLA:

**REL-14\_2-PFTE-PR-14\_2**

Formato tavola: **ISO A4**

REV. **00**

Data: **02/02/2026**

	Data	Emissione
1	02/02/26	TERZA EMISSIONE

## SOMMARIO

SOMMARIO.....	2
GENERALITÀ.....	4
LEGGI E NORME.....	4
DISCIPLINARE TECNICO.....	6
scavi.....	6
GENERALITA'.....	6
SCAVI DI SBANCAMENTO.....	7
SCAVI in trincea o a sezione obbligata.....	8
SCAVI in PROSSIMITA' DI EDIFICI.....	9
INTERFERENZE CON SERVIZI PUBBLICI.....	9
materiali di risulta.....	9
DRENAGGI ED OPERE DI AGGOTTAMENTO.....	10
REINTERRI.....	11
demolizioni.....	12
MODALITA' DI ESECUZIONE.....	12
strutture orizzontali o inclinate – solai, volte e coperture.....	14
RIMOZIONE DI AMIANTO E MATERIALI CONTENENTI AMIANTO.....	15
strutture di contenimento delle terre.....	22
micropali.....	22
CALCESTRUZZI – OPERE IN C.A. ....	28
NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	28
CASSEFORME.....	28
armature di acciaio.....	33
CALCESTRUZZO.....	40
CARPENTERIE METALLICHE.....	80
NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	80
SCOPO DELLA SPECIFICA.....	80
GENERALITA'.....	80
PROTEZIONI SUPERFICIALI.....	96
solai.....	106

NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	106
GENERALITA' .....	106
vespai - inerti .....	110
NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	110
VESPAL .....	110
INERTI PER SOTTOPAVIMENTAZIONE .....	113
MURATURE .....	115
NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	115
MURATURE IN GENERE .....	115

## GENERALITÀ

Il presente disciplinare, che costituisce parte integrante della documentazione redatta a livello di PFTE, definisce le caratteristiche tecniche di tutte le lavorazioni strutturali richieste per la realizzazione del fabbricato oggetto di intervento.

Ai fini contrattuali le varie sezioni od articoli devono intendersi fra di loro correlati ed integrati.

I lavori, descritti nelle diverse sezioni, devono essere fra di loro coordinati, in modo da assicurare un regolare procedere di tutte le lavorazioni oggetto dell'appalto.

Le specifiche relative alle opere di pertinenza di una sezione, ma in essa non menzionate, vanno ricercate in altre sezioni.

Le norme di seguito richiamate devono intendersi come facenti parte integrante dei documenti contrattuali.

Le raccomandazioni dei Produttori sul trasporto, l'installazione e la posa in opera dei materiali e/o manufatti avranno valore di norma.

I lavori descritti nelle specifiche devono intendersi forniti in opera e compiuti in ogni loro parte, comprensivi, cioè, di tutti gli oneri derivanti da prestazioni di mano d'opera, fornitura di materiali, trasporti, noli, ecc.

## LEGGI E NORME

I lavori, descritti nelle specifiche, dovranno essere eseguiti nel rispetto delle leggi e normative vigenti in materia, e loro successivi eventuali aggiornamenti, con particolare riguardo a:

- Legge 05/11/1971 n.1086 – “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso, ed a struttura metallica”;
- Legge 02/02/1974 n.64 – “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”;
- D.M. LL.PP. 20 novembre 1987 – “Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura ed il loro consolidamento”;
- D.M. LL.PP. 11 marzo 1988 – “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”;
- D.M. LL.PP. 14 febbraio 1992 – “Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche”;
- D.M. LL.PP. 16 gennaio 1996 – “Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche”.

- C.M. LL.PP. 10 aprile 1997, n. 65/AA.GG. – “Istruzioni per l’applicazione delle «Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche» di cui al D.M. 16 gennaio 1996”;
- D.M. 17/01/2018 – “Aggiornamento Norme tecniche per le costruzioni”;
- C.M. 21/01/2019 n. 7 – “Istruzioni per l’applicazione dell’Aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”.
- Altri riferimenti tecnici

Per quanto non diversamente specificato nel D.M. 17/01/2018, si intendono coerenti con i principi alla base del Decreto le indicazioni riportate nei seguenti documenti:

- Eurocodici strutturali pubblicati dal CEN, con le prescrizioni riportate nelle Appendici Nazionali o, in mancanza di esse, nella forma internazionale EN;
- Norme UNI EN armonizzate i cui riferimenti siano pubblicati su Gazzetta Ufficiale dell’Unione Europea;
- Norma per prove, materiali e prodotti pubblicate da UNI.

Inoltre, in mancanza di specifiche indicazioni, a integrazione delle presenti norme e per quanto con esse non in contrasto, possono essere utilizzati i documenti di seguito indicati, che costituiscono riferimenti di comprovata validità:

- Istruzioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici;
- Linee guida del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici;
- Linee guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale e successive modificazioni del Ministero per i Beni e le Attività Culturali, come licenziate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e ss.mm.ii.;
- Istruzioni e documenti tecnici del Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R.).

Possono essere utilizzati anche altri codici internazionali, purché sia dimostrato che garantiscano livelli di sicurezza non inferiori a quelli delle Nuove Norme Tecniche.

- ✓ A.S.T.M. – American Society for Testing and Materials
- ✓ B.S – British Standards
- ✓ D.I.N – Deutsches Institut für Normung
- ✓ I.S.O. – International Standards Organization
- ✓ A.A.S.H.T.O. – American Association of State Highway and Transportation Officials

Qualora l’Impresa intenda avvalersi degli standards di detti Istituti dovrà sottoporre alla D.L., per approvazione, copia della norma relativa all’argomento trattato.

Nel caso in cui non esistano particolari standards normativi, potranno essere impiegati materiali e/o manufatti con "marchio", per i quali verranno adottate le specifiche del Produttore.

## DISCIPLINARE TECNICO

### SCAVI

#### *GENERALITA'*

L'Impresa dovrà all'occorrenza sostenere gli scavi con convenienti sbadacchiature, puntellature o armature; i relativi oneri sono compresi e compensati nei prezzi degli scavi; in ogni caso resta a carico dell'Impresa ogni danno alle persone, alle cose e all'opera, per smottamenti o franamenti dello scavo.

Nel caso di franamento degli scavi è a carico dell'Impresa procedere alla rimozione dei materiali ed al ripristino del profilo di scavo senza diritto a compenso.

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

L'Impresa dovrà assicurare in ogni caso il regolare smaltimento e deflusso delle acque.

I materiali provenienti dagli scavi e non idonei per la formazione dei rilevati o per altro impiego nei lavori, dovranno essere portati a rifiuto nelle discariche indicate in progetto o individuate in corso d'opera, dietro formale autorizzazione della Direzione Lavori, fatte salve le vigenti norme di Legge. Quelli utilizzabili, ed eccedenti le necessità di lavoro verranno portati su aree di deposito autorizzate dalla Direzione Lavori.

Restano a carico dell'Impresa tutti gli oneri e le spese occorrenti per ottenere la disponibilità delle aree di discarica o di deposito, comprese le relative indennità ed accessi, nonché quelle per la sistemazione e la regolarizzazione superficiale dei materiali nelle prime e della sistemazione e regolarizzazione superficiale prima e dopo l'utilizzazione nelle seconde.

I materiali provenienti da scavi in roccia dovranno essere utilizzati, se idonei e se previsto in progetto o prescritto dalla Direzione Lavori, per murature; la parte residua che non va a deposito, ma che viene reimpiegata nell'ambito del lotto per la formazione di rilevati o di riempimenti, dovrà essere ridotta a pezzatura di dimensioni non superiori a cm 30, secondo il disposto delle presenti Norme, ed il relativo onere deve intendersi compreso e compensato nei prezzi degli scavi.

Per i materiali rocciosi prelevati da depositi l'Impresa dovrà provvedere, quando formalmente ordinato dalla Direzione Lavori, alla loro vagliatura ed alla frantumazione degli elementi di dimensione superiori a cm 30 per ridurli alla pezzatura prevista dalle presenti Norme.

Per l'impiego di mine nella esecuzione degli scavi l'Impresa dovrà ottenere, a sua cura e spese, le autorizzazioni da parte delle autorità competenti ed osservare tutte le prescrizioni imposte dalle Leggi e dai regolamenti in vigore.

Gli scavi saranno eseguiti conformi alle prescrizioni di progetto salvo le eventuali varianti che fossero disposte dalla direzione dei lavori; dovrà essere usata ogni esattezza nello scavo dei canali e dei bacini, nello spianare e sistemare i cigli e le banchine, nel configurare e profilare le scarpate. L'Impresa dovrà consegnare le trincee e i rilevati, nonché gli scavi e i riempimenti al giusto piano prescritto, con scarpate regolari e spianate, con i cigli ben tracciati e profilati, compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori, fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e sistemazione delle scarpate e lo espurgo di manutenzione.

### SCAVI DI SBANCAMENTO

---

Per scavi di sbancamento si intendono quelli eseguiti per la formazione del piano di posa della massicciata, delle sottopavimentazioni, per il raggiungimento delle quote di estradosso delle fondazioni delle costruzioni.

In genere tutti gli scavi a sezione aperta su vasta superficie ove sia possibile l'allontanamento delle materie di scavo evitandone il sollevamento, sia pure con la formazione di rampe provvisorie.

L'Impresa è tenuta ad effettuare prove sul terreno sottostante il pianto di posa, mediante prelievo di campioni, e precisamente:

1. Analisi granulometriche per la classifica secondo la tabella U.N.I. C.N.R. 10006;
2. Determinazione dell'umidità percentuale in sito;
3. Prova Proctor mod. AASHO T-180-64 per stabilire la secca ed il relativo ottimale di umidità (OMC);
4. Determinazione dei parametri di coesione e di attrito interno (eventuali).

L'Impresa dovrà inoltre eseguire il calcolo della portanza del piano di posa eseguito secondo uno dei metodi correntemente accettati (Prandtl - Taylor, Terzaghi, ecc.).

Nel caso di terre di natura limo - argillosa o torbosa l'Impresa dovrà eseguire prove per stabilire il carico di rottura del terreno.

Il piano di posa sarà preparato nei modi seguenti:

- ✓ rimozione dello strato vegetale;
- ✓ taglio degli alberi, estirpazione di radici, ceppaie, cespugli;
- ✓ idoneo riempimento o compattazione delle buche derivanti da estirpazioni di radici.

Se il terreno appartiene ai gruppi A-4, A-5, A-6, A-7, A-8, la D.L. potrà indicare, a suo insindacabile giudizio:

- ✓ compattazione;

- ✓ la stabilizzazione dello strato e la compattazione ad una densità di almeno il 95% della prova Proctor mod.;
- ✓ la sostituzione dello strato, per uno spessore stabilito dalla D.L., con idoneo materiale che dovrà essere compattato alla densità prescritta.

La quota dei piani di posa sarà di norma a 25 cm sotto il piano di campagna corrispondendo questo spessore allo strato di terreno vegetale.

L'Impresa dovrà assicurare lo smaltimento delle acque dal piano di posa.

Il sottofondo dovrà essere costipato per una profondità di almeno 30 cm. ad una densità pari al 95% della prova Proctor mod. La Direzione dei Lavori si riserva di controllare il comportamento dei piani di posa mediante la misurazione del modulo di deformazione  $M_e$ , determinato con piastra da 30 cm. di diametro (Norme svizzere VSS-SNV 670317).

Il suddetto controllo eseguito da tecnici specializzati è un onere a carico dell'Impresa Appaltatrice.

Il valore di  $M_e$  misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di scarico e nell'intervallo compreso fra 0,05 e 0,15 N/mm<sup>2</sup>, non dovrà essere inferiore a 15 N/mm<sup>2</sup>:

$$M_e = f_0 \cdot \frac{p}{s} \cdot D \quad (\text{N/mm}^2)$$

dove:

$f_0$  = fattore di forma della ripartizione del costipamento (per piastra circolare = 1)

$D$  = diametro della piastra in mm.

$p$  = differenza del peso specifico tra due piani

$s$  = differenza dello spostamento in mm. della piastra di carico, circolare, rigida corrispondente a  $p$

$p$  = peso specifico in N/mm<sup>2</sup> trasmesso al suolo dalla piastra.

#### SCAVI IN TRINCEA O A SEZIONE OBBLIGATA

Per scavi di fondazione in trincea od a sezione obbligata si intendono quelli incassati e necessari per dar luogo alle fondazioni propriamente dette, a partire dalla superficie del terreno naturale o dal fondo di un precedente scavo di sbancamento e comportino un sollevamento verticale per l'asporto delle materie scavate.

Nella esecuzione degli scavi in trincea, l'Impresa (senza che ciò possa costituire diritto a speciale compenso) dovrà uniformarsi, riguardo alla lunghezza delle tratte da scavare, alle prescrizioni che fossero impartite dal Direttore dei Lavori. Pure senza speciale compenso (bensì con semplice corresponsione dei prezzi o delle maggiorazioni che l'Elenco stabilisca in funzione delle varie profondità) l'Impresa

dovrà spingere gli scavi occorrenti alla fondazione dei manufatti fino a terreno stabile.

### *SCAVI IN PROSSIMITA' DI EDIFICI*

---

Qualora i lavori si sviluppino lungo strade o zone affiancate da edifici, gli scavi dovranno essere preceduti da attento esame delle loro fondazioni, integrato da sondaggi, tesi ad accertarne natura, consistenza e profondità, quando si possa presumere che lo scavo della trincea risulti pericoloso per la stabilità dei fabbricati.

Verificandosi tale situazione, l'Impresa dovrà ulteriormente procedere, a sue cure e spese, ad eseguire i calcoli di verifica della stabilità nelle peggiori condizioni che si possano determinare durante i lavori ed a progettare le eventuali opere di presidio, provvisorie o permanenti, che risulti opportuno realizzare.

Le prestazioni relative all'esecuzione dei sondaggi e alla realizzazione delle opere di presidio alle quali - restando ferma ed esclusiva la responsabilità dell'Impresa - si sia dato corso secondo modalità consentite dalla Direzione dei Lavori, faranno carico alla Committente e verranno remunerate ai prezzi di elenco.

Qualora, lungo le strade o nelle zone adiacenti nelle quali si dovranno realizzare le opere, qualche fabbricato presenti lesioni o, in rapporto al suo stato, induca a prevederne la formazione in seguito ai lavori, sarà obbligo dell'Impresa redigerne lo stato di consistenza in contraddittorio con le Proprietà interessate, corredandolo di una adeguata documentazione fotografica e installando, all'occorrenza idonee spie.

Non è consentito l'uso del martello demolitore nel caso di presenza di roccia, in adiacenza a fabbricati e/o manufatti. Sono consentiti solo sistemi che utilizzano miscele chimiche.

### *INTERFERENZE CON SERVIZI PUBBLICI*

---

Qualora, durante i lavori, si intersechino dei servizi pubblici sotterranei (condutture per acqua e gas, cavi elettrici, telefonici e simili nonché manufatti in genere), saranno a carico della Committente esclusivamente le spese occorrenti per quegli spostamenti che, a giudizio della Direzione dei Lavori, risultino strettamente indispensabili. Tutti gli oneri che l'Impresa dovrà sostenere per le maggiori difficoltà derivanti ai lavori a causa dei servizi stessi, si intendono già remunerati dai prezzi stabiliti dall'Elenco per l'esecuzione degli scavi.

### *MATERIALI DI RISULTA*

---

Senza che ciò dia diritto a pretendere delle maggiorazioni sui prezzi d'Elenco, i materiali scavati che, a giudizio della Direzione dei Lavori, possano essere riutilizzati, ed in modo particolare quelli costituenti le massicciate stradali o inerti paragonabili ad A1 - A1a e A1b, o inerti provenienti da demolizioni in calcestruzzo o in laterizio, le cotiche erbose e il terreno di coltivo, dovranno essere depositati in cumuli distinti in

base alla loro natura, se del caso eseguendo gli scavi a strati successivi, in modo da poter asportare tutti i materiali di interesse prima di approfondire le trincee.

Di norma, il deposito sarà effettuato a lato di queste ultime, in modo, tuttavia, da non ostacolare o rendere pericolosi l'attività delle maestranze, adottando inoltre gli accorgimenti atti a impedire l'allagamento degli scavi da parte delle acque superficiali, gli scoscendimenti dei materiali ed ogni altro eventuale danno che, comunque, nel caso avesse a verificarsi, dovrà essere riparato a tutte cure e spese dell'Impresa.

Quando il deposito a lato delle trincee non fosse richiesto o, per qualsiasi motivo, possibile, il materiale di risulta dovrà, di norma, essere caricato sui mezzi di trasporto direttamente dalle macchine o dagli operai addetti allo scavo e sarà quindi avviato, senza deposito intermedio, alle pubbliche discariche.

In tutti i casi, i materiali eccedenti e quelli che, ai sensi del successivo art. 2.3, non siano impiegabili nei reinterri, dovranno essere direttamente caricati sui mezzi di trasporto all'atto dello scavo ed avviati nella zona della discarica individuata dalla Direzione Lavori, senza alcun compenso aggiuntivo.

## **DRENAGGI ED OPERE DI AGGOTTAMENTO**

Le canalizzazioni ed i manufatti saranno costruiti mantenendo il piano di fondazione costantemente all'asciutto.

Perciò, in caso di necessità, si collocherà sotto il piano di fondazione dei manufatti un canaletto o tubo di drenaggio o una platea formata da file staccate di conci di calcestruzzo, così da ottenere, coll'impiego di pompe o naturalmente, l'abbassamento della falda freatica sotto il piano di fondazione. Sopra i tubi di drenaggio si stenderà uno strato di ghiaia; sui conci si collocheranno lastre per la copertura dei relativi canaletti, e su queste uno strato di ghiaia; dopo di che si comincerà la gettata di fondazione dei manufatti.

Gli scavi dovranno, di norma, essere eseguiti da valle verso monte per consentire lo smaltimento delle acque a deflusso naturale.

L'Impresa non avrà diritto ad alcun particolare compenso per aggottamenti.

Nel caso si dovesse provvedere all'aggottamento degli scavi o all'abbassamento artificiale della falda con pozzi drenanti, l'Impresa dovrà eseguirli a proprio carico ed onere.

La Direzione dei Lavori potrà prescrivere il numero delle pompe, le caratteristiche dimensionali, le zone di impianto, l'inizio e la cessazione del funzionamento.

Per le opere di cui trattasi, sono a carico dell'Impresa anche le impalcature di sostegno e le opere di riparo dei meccanismi, le prestazioni ed i materiali occorrenti all'impianto, esercizio, smontaggio - da un punto all'altro dei lavori - dei meccanismi stessi, nonché le linee di adduzione di energia elettrica, le relative cabine, il noleggio,

la posa e lo sgombero dei tubi d'aspirazione e di quelli necessari all'allontanamento dell'acqua aspirata dalle pompe fino allo scarico.

L'Impresa è obbligata ad adoperare motori e pompe di buon rendimento, nonché ad assumere tutti i provvedimenti atti a mantenerlo tale per tutta la durata dell'impiego.

Dovendo scaricare nella fognatura stradale le acque di aggettamento, si dovranno adottare gli accorgimenti atti ad evitare interramenti o ostruzione dei condotti.

In ogni caso, ad immissione ultimata, l'Impresa tempestivamente provvedere, a sue cure e spese, alla pulizia dei condotti utilizzati.

Nel caso in cui fosse necessario un funzionamento continuo degli impianti di aggettamento, l'Impresa - a richiesta della Direzione dei Lavori - dovrà procedere all'esecuzione delle opere con due turni giornalieri e con squadre rafforzate allo scopo di abbreviare al massimo i tempi di funzionamento degli impianti.

L'Impresa sarà inoltre tenuta responsabile di ogni eventuale danno e maggiore spesa, conseguenti all'arresto degli impianti di aggettamento, nonché del rallentamento dei lavori per tal motivo.

## **REINTERRI**

Il rinterro degli scavi dovrà essere eseguito in modo che:

- ✓ per natura del materiale e modalità di costipamento, non abbiano a formarsi, in prosieguo di tempo, cedimenti o assestamenti irregolari;
- ✓ condotti e i manufatti non siano assoggettati a spinte trasversali o di galleggiamento e, in particolare, quando i primi siano realizzati mediante elementi prefabbricati, non vengano provocati spostamenti;
- ✓ si formi un'intima unione tra il terreno naturale e il materiale di riempimento cosicché, in virtù dell'attrito con le pareti dello scavo, ne consegua un alleggerimento del carico sui condotti.

Per conseguenza, malgrado ai rinterri si debba, di norma, provvedere utilizzando i materiali di risulta degli scavi, non potranno in alcun caso essere impiegati materiali, quali scorie e terreni gessosi, che possano aggredire chimicamente le opere, né voluminosi, quali terreni gelati o erbosi, o di natura organica, quali legno, torba e simili, che possano successivamente provocare sprofondamenti.

Quando il materiale di risulta non possiede le necessarie caratteristiche per essere idoneo a massicciate, argini etc., o non ne è stato previsto il suo riutilizzo come rinterro, dovrà essere allontanato e steso nelle zone di discarica; tale operazione è un onere già remunerato nelle voci di elenco prezzi inerenti gli scavi. Il corrispettivo per il rinterro con i materiali di risulta degli scavi comprende invece la eliminazione dei corpi estranei voluminosi, quali trovanti di roccia, massi, grosse pietre, ciottoli e simili,

che potrebbero lesionare i manufatti durante i rinterrati o, a costipamento avvenuto, determinare la concentrazione di carichi sui condotti.

Nell'eseguire i rinterrati, si dovrà distinguere fra il rinalzo della tubazione, il riempimento di buche, la formazione di massicciate o di argini.

Il rinalzo si estende dal fondo della fossa sino ad una altezza variabile dai 10 ai 30 cm a seconda delle prescrizioni della Direzione Lavori sopra il vertice del tubo; esso deve essere realizzato con terreno privo di ogni materiale estraneo, ciottoli compresi, suscettibile di costipamento in strati di altezza non superiore a 30 cm. La compattazione dovrà essere eseguita a mano, con apparecchi leggeri, contemporaneamente da ambo i lati della tubazione, ad evitare il determinarsi di spinte trasversali o di galleggiamento e, in particolare, lo spostamento dei condotti, quando essi siano realizzati con elementi prefabbricati.

Subito dopo il rinalzo della canalizzazione, seguirà il riempimento della fossa, da effettuarsi stendendo il materiale in successivi strati, di spessore tale da assicurare, con impiego di apparecchiature scelte in relazione alla natura del materiale stesso un sufficiente costipamento, senza che la tubazione sia danneggiata.

Qualora per il riempimento degli scavi il progetto prevedesse l'impiego di materiale inerte (ghiaie, sabbia o stabilizzato) eD allo stesso tempo la Direzione Lavori verificasse la non idoneità del materiale proveniente dagli scavi, l'impresa su indicazioni della direzione lavori stessa provvederà al riempimento degli scavi e/o al rinfianco delle tubazioni con i materiali indicati in elenco prezzi e nelle tavole esecutive di progetto. I prezzi stabiliti dall'Elenco per scavi comprensivo di rinterrati remunerano anche le sistemazioni superficiali sia degli scavi che delle zone in cui siano stati lasciati a provvisorio deposito i materiali di risulta.

Essi sono pure comprensivi degli oneri che l'Impresa dovrà sostenere per controllare costantemente le superfici dei rinterrati, e delle prestazioni di mano d'opera e di mezzi d'opera necessarie alle riprese ed alle ricariche fino al ripristino della pavimentazione, se questo sia compreso nell'appalto, o al conseguimento del collaudo.

L'osservanza delle prescrizioni, impartite nel presente articolo in ordine alle modalità di esecuzione dei rinterrati e di sistemazione e manutenzione degli strati superficiali, non solleva l'Impresa da nessuna responsabilità relativa alla buona riuscita dell'operazione.

## **DEMOLIZIONI**

### *MODALITA' DI ESECUZIONE*

Le demolizioni parziali o complete, di massicciate stradali, di murature, calcestruzzi, pavimenti, devono essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni in modo da non danneggiare le residue parti, da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da evitare incomodi o disturbi.

Dovranno essere accertati con ogni mezzo e con la massima cura, nel loro complesso e nei particolari, la struttura di ogni elemento da demolire, disfare o rimuovere, onde conoscerne, con ogni completezza, la natura, lo stato di conservazione, le diverse tecniche costruttive ecc., ed essere così in grado di affrontare, in ogni stadio dei lavori, tutte quelle evenienze che possano presentarsi nelle demolizioni, disfacimenti e rimozioni, anche se queste evenienze dipendano, ad esempio, da particolarità di costruzione, da modifiche apportate successivamente alla costruzione originaria, dallo stato di conservazione delle murature, conglomerati e alte, dallo stato di conservazione delle armature metalliche e loro collegamenti, dallo stato di conservazione dei legnami, da faticenza, a difetti costruttivi e statici, da contingenti condizioni di equilibrio, da possibilità di spinta dei terreni sulle strutture quando queste vengono scaricate, da cedimenti nei terreni di fondazione, da azioni reciproche tra le opere da demolire e quelle adiacenti, etc., adottando di conseguenza e tempestivamente tutti i provvedimenti occorrenti per non alterare all'atto delle demolizioni, disfacimenti o rimozioni quelle particolari condizioni di equilibrio che presentassero le strutture sia nel loro complesso che nei loro vari elementi.

Sulla base degli accertamenti suddetti, e con l'osservanza di quanto appresso stabilito, e delle norme di cui agli articoli da 71 a 76 del D.P.R. 7 gennaio 1956 n. 164, verranno determinate le tecniche più opportune, i mezzi d'opera, l'impiego di personale e la successione dei lavori; pertanto l'Impresa esonera nel modo più ampio ed esplicito da ogni responsabilità civile e penale, conseguente e dipendente dalla esecuzione dei lavori di demolizione, disfacimento e rimozione, sia la Committente che i propri Organi di direzione, assistenza e sorveglianza.

I materiali in genere non saranno gettati dall'alto, ma saranno guidati o trasportati in basso, e allo scopo di non sollevare polvere le murature ed i materiali di risulta dovranno essere opportunamente bagnati.

Nelle demolizioni o rimozioni dovranno essere previste le eventuali necessarie puntellature per sostenere le parti che devono restare e disporre in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali devono ancora potersi impiegare utilmente. Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti e alle dimensioni prescritte. Quando, per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, esse saranno ricostruite e rimesse in ripristino a cura e spese dell'Impresa senza alcun compenso.

Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, devono essere opportunamente scalcinati, puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla Direzione stessa, adottando le necessarie cautele per non danneggiarli o disperderli.

I materiali demoliti saranno di proprietà dell'Amministrazione Appaltante, la quale potrà decidere del loro impiego a scopi utili od ordinare all'Impresa l'allontanamento a rifiuto in aree disposte a cura e spese dello stesso.

### *STRUTTURE ORIZZONTALI O INCLINATE - SOLAI, VOLTE E COPERTURE*

---

Per le opere di demolizione di solai, volte e coperture, l'Impresa sarà obbligato ad attenersi anche alle seguenti disposizioni:

*Generalità* – Gli interventi di demolizione o sostituzione riguarderanno esclusivamente porzioni o sistemi strutturali che risultino del tutto irrecuperabili dopo attenta campagna di rilievo e diagnosi. Ovvero tutti quei sistemi e/o sottosistemi non più in grado di assolvere la loro funzione statica, nemmeno mettendo in atto interventi consolidanti puntuali od estesi, in grado di lavorare in parallelo e/o in modo collaborante con gli stessi.

Si dovrà fare ricorso ad opere di sostituzione parziale solo quando alcune parti od elementi della struttura si presenteranno deteriorati a tal punto da non garantire la stabilità dell'intera struttura. Si utilizzeranno sempre e comunque a tal scopo, materiali e tecniche idonee, possibilmente asportabili e/o sostituibili, in contrasto per forma e/o tipologia e/o materiale col manufatto esistente, pertanto nettamente identificabili e riconoscibili.

Qualsiasi operazione sarà comunque da concordare preventivamente con la D.L. previa specifica autorizzazione degli enti preposti alla tutela del bene oggetto di intervento. Tutte le pavimentazioni potranno eventualmente essere recuperate integralmente dietro specifiche indicazioni della D.L.

*Coperture* - Fatte salve le generalità di cui sopra, si eseguirà in primo luogo, con ogni cautela, in condizioni di massima sicurezza per gli operatori, la dismissione del manto di copertura, di converse, scossaline, canali di gronda, delle canne fumarie e dei comignoli; solo in seguito l'Impresa potrà rimuovere la piccola, la media e la grossa orditura o comunque la struttura sia essa di legno, sia di ferro o di cemento armato.

In presenza di cornicioni o di gronde a sbalzo, dovrà assicurarsi che questi siano ancorati all'ultimo solaio o, viceversa, trattenuti dal peso della copertura; in quest'ultimo caso, prima di rimuovere la grossa orditura, dovrà puntellare i cornicioni.

La demolizione della copertura, si dovrà effettuare operando dall'interno dell'edificio; in caso contrario gli operai dovranno lavorare esclusivamente sulla struttura principale e su quella secondaria, impiegando opportunamente tavole di ripartizione.

Nel caso in cui la quota del piano di lavoro rispetto al piano sottostante superi i 2 metri, l'Impresa sarà obbligato a predisporre

idonea impalcatura; se non fosse possibile porla in opera per la presenza di un piano sottostante non portante o non agibile, dovrà

predisporre tutte le opportune operazioni per garantire l'incolumità degli addetti ai lavori.

*Solai piani* - Previa attenta verifica del sistema costruttivo, verranno rimossi i pavimenti ed i sottofondi, i tavellonati e le voltine. Nel caso non si dovessero rimuovere i travetti, sarà cura dell'Impresa predisporre idonei tavolati di sostegno per gli operai.

I travetti andranno sfilati dalle sedi originarie evitando di fare leva sulle murature esistenti mediante il puntellamento, la sospensione e il taglio dei travetti. Le solette in cemento armato monolitiche, prive di una visibile orditura principale, dovranno preventivamente essere puntellate in modo da accertare la disposizione dei ferri di armatura.

L'Impresa dovrà inoltre evitare la caduta sui piani sottostanti dei materiali rimossi e l'eccessivo accumulo degli stessi sui solai.

*Solai a volta* - La demolizione delle volte con evidenti dissesti andranno diversificate in relazione alle tecniche costruttive delle stesse, al loro stato di degrado, alla natura del dissesto ed alle condizioni al contorno.

L'Impresa sarà sempre tenuta a realizzare puntellamenti sbadacchiature secondo le indicazioni della D.L. in modo da assicurare la stabilità dei manufatti in adiacenza, oltre che per controbilanciare la mancata spinta esercitata dalla volta da demolire.

In ogni caso la demolizione di volte in mattoni in foglio, a crociera o a vela dovrà iniziare dalla chiave della volta e seguire un andamento a spirale. La demolizione delle volte ad arco ribassato e a botte andrà invece eseguita per sezioni frontali, procedendo dalla chiave verso le imposte.

#### *RIMOZIONE DI AMIANTO E MATERIALI CONTENENTI AMIANTO*

Per manufatti in amianto cemento si intendono parti integranti dell'edificio oggetto di demolizione parziale o completa realizzate con unione di altri materiali a fibre di amianto.

Solitamente sono rinvenibili due tipologie differenti di manufatti: quelli a matrice friabile e quelli a matrice compatta.

Data l'usura e l'invecchiamento o le condizioni di posa del materiale taluni materiali inizialmente integrati in matrice compatta possono, con il tempo, essere diventati friabili.

L'Impresa al momento del sopralluogo ai manufatti oggetto di demolizione è tenuta a verificarne la presenza e classificarne il livello di rischio.

Qualora il manufatto presenti qualche somiglianza affine ai manufatti contenenti amianto, sarà cura dell'Impresa provvedere a campionare parti dello stesso e provvedere a far analizzare i campioni presso laboratorio attrezzato e autorizzato.

Valutata da parte dell'Impresa la presenza di manufatti contenenti amianto, l'Impresa provvederà prima dell'inizio di lavori, in base all'art. 250, comma 1°, del D.Lgs. n. 81, a presentare una notifica all'organo di vigilanza competente per territorio.

L'art. 256, comma 2°, dello stesso D.Lgs. prevede che il datore di lavoro, prima dell'inizio dei lavori, debba predisporre un piano di lavoro. Una copia di tale piano, come indicato al comma 5° dello stesso articolo, deve essere inviato all'organo di vigilanza, almeno 30 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Il piano di lavoro, redatto secondo le indicazioni dell'art. 256 del D.Lgs. n. 81/08, è considerato Piano Operativo di Sicurezza (P.O.S.) redatto ai sensi dell'art. 89, comma 1°, lettera h) ed all'allegato XV dello stesso D.Lgs., esclusivamente per l'intervento di bonifica.

Pertanto, il piano di lavoro dovrà indicare la specifica attività e le singole lavorazioni svolte in cantiere dall'Impresa esecutrice.

Qualora vengano svolte attività di manutenzione che non implicano la rimozione (parziale o totale) dei materiali contenenti amianto, ma che possono comportare su di essi una azione meccanica (azione che potrebbe intaccare l'integrità del manufatto e liberare fibre), il datore di lavoro deve presentare all'organo di vigilanza la notifica in conformità a quanto prescritto dall'art. 250 del D.Lgs. n. 81/08 (es. lavori di sovracopertura di lastre in cemento-amianto).

Oltre alle informazioni richieste all'art. 256, comma 4°, del D.Lgs. n. 81/08, dovranno essere fornite le seguenti documentazioni:

#### A – INDICAZIONI PER L'IMPRESA ESECUTRICE

1. Riportare nel piano i risultati delle misure di cui all'art. 253, 1° comma, del n. D.Lgs. 81/08.
2. L'art. 256, 4° comma, lettera c), del D.Lgs. n. 81/08 prevede che il piano di lavoro contenga le informazioni di dettaglio sulla verifica dell'assenza di rischi dovuti all'esposizione all'amianto sul luogo di lavoro al termine dei lavori di bonifica. Tale verifica consiste nel visionare accuratamente l'area di cantiere, per accertare l'assenza di residui di materiale in cemento-amianto. Resta comunque inteso che durante i lavori di bonifica si dovranno adottare tutte le precauzioni volte ad evitare il danneggiamento dei manufatti interessati e si dovrà provvedere alla periodica pulizia del cantiere e delle zone di lavoro. La verifica verrà effettuata dall'impresa esecutrice.
3. Sarà cura dell'Impresa provvedere al termine della bonifica a consegnare certificato di collaudo e riconsegna dei locali bonificati.
4. Considerato il rischio di esposizione dei dipendenti al rumore, predisporre la valutazione del rumore ai sensi dell'art. 190 del D.Lgs. n. 81/08, per il cantiere oggetto dei lavori. I valori limite di esposizione e di azione, nonché il livello di esposizione settimanale al rumore dei lavoratori, possono essere calcolati in fase preventiva, facendo riferimento ai tempi di esposizione e ai livelli di rumore standard derivati da studi e misurazioni la cui validità è riconosciuta dalla Commissione consultiva permanente per la prevenzione degli infortuni e per l'igiene del lavoro.

5. Allegare la documentazione attestante l'avvenuta informazione, formazione dei lavoratori artt. 257 e 258 del D.Lgs. n. 81/08.

6. Qualora l'intervento di bonifica da amianto non abbia esito positivo il Committente avrà diritto a far subentrare l'Appaltatore specializzato di propria fiducia con l'obiettivo di ripristinare il livello di inquinamento di fondo previsto dalla legislazione vigente. L'importo di tale intervento sarà a carico dell'Impresa.

## B – OGGETTO DEI LAVORI

1. Dovrà essere specificato se trattasi di lavori di manutenzione, sostituzione, demolizione o altro.

2. Dovrà essere indicato il tipo di materiale e precisamente se trattasi di:

a) lastre di copertura;

b) tubi o condotte, canne fumarie, pannelli;

c) cisterne, vasche di amianto;

d) amianto in matrice friabile (es. coibentazioni di tubazioni e caldaie);

e) altro.

3. Dovranno essere indicate le condizioni del materiale e precisamente se trattasi di:

a) materiale integro e ben conservato;

b) materiale con rotture evidenti e/o crepe superficiali;

c) materiale frantumato e sparso;

d) materiale con fibre superficiali parzialmente distaccate dalla matrice cementizia.

4. Dovrà essere indicato se lo stabile oggetto della rimozione confina con:

a) area pubblica;

b) aree ed attrezzature scolastiche;

c) con strutture sanitarie (ospedali, case di cura, ecc.).

5. Dovrà essere indicata la superficie complessiva delle lastre o il peso del materiale da rimuovere, se in matrice friabile.

6. Dovranno essere allegate almeno due fotografie (non in fotocopia) o disegni riportanti almeno due prospetti dello stabile, delle strutture o dei manufatti contenenti amianto.

7. Dovranno essere segnalate e protette le eventuali aperture presenti sulla copertura (es. lucernari) riportandone le dimensioni.

8. Dovrà essere specificato se la copertura in cemento amianto poggia su una soletta portante in c.l.s. o su travatura: in quest'ultimo caso indicare l'altezza massima tra il colmo del tetto ed il solaio pedonabile.

9. Nel caso in cui l'altezza della falda della copertura superi i 2 metri dal solaio, dovrà essere installato un idoneo sottoponte, atto ad evitare cadute sul solaio sottostante: allegare il disegno esecutivo.

10. Dovranno essere segnalate le eventuali presenze di sottoservizi attivi (es. linee elettriche, condutture di gas, acqua, etc.) e dovranno essere indicate le misure da adottarsi per la loro protezione contro eventuali urti meccanici, nel caso di interferenze dirette con le operazioni di rimozione. Si ricorda che è fatto assoluto divieto di effettuare lavorazioni in prossimità di linee elettriche aeree a distanze inferiori a 5 metri dalla costruzione, dai ponteggi o dal raggio d'azione dei mezzi di sollevamento.

11. Dovranno essere segnalati eventuali ostacoli posti sul pavimento (es. materiali depositati, presenza di macchine, impianti o altro) che possano interferire o costituire pericoli durante le varie fasi lavorative.

12. Dovrà essere indicata la conformazione della copertura (tetto) e la sua pendenza, specificando se:

- a) a falde (indicare se la pendenza è <15%, compresa tra 15% e 50%, o >50%);
- b) a shed;
- c) curva;
- d) altro.

#### C - TECNICHE LAVORATIVE

1. Dovranno essere descritte le varie fasi lavorative e dovranno essere individuate le misure preventive e protettive, integrative rispetto a quelle contenute nel P.S.C. quando previsto, da adottarsi in relazione ai rischi connessi alle lavorazioni in cantiere. In particolare dovranno essere descritte le modalità di rimozione delle lastre, indicando i provvedimenti che s'intendono adottare per il pieno rispetto delle vigenti norme di sicurezza (D.Lgs. n. 81/08) e le misure adottate contro il pericolo di cadute dall'alto ed i mezzi utilizzati:

- a) ponteggi su tutti i lati prospicienti il vuoto;
- b) ponteggi a settori e conseguenti precauzioni;
- c) utilizzo di parapetti su tutti i lati prospicienti il vuoto;
- d) coperture a protezione di lucernari;
- e) reti di protezione;
- f) altro.

2. In caso d'installazione di ponteggi, dovrà essere allegato il disegno esecutivo del quale risulti:

- a) l'indicazione del tipo di ponteggio usato;
- b) generalità e firma del progettista o del capo cantiere;
- c) sovraccarichi massimi per metro quadrato d'impalcato;
- d) indicazione degli appoggi e degli ancoraggi.

Indicare se è stato redatto il Pi.M.U.S. (ai sensi dell'art. 136, comma 1°, del D.Lgs. n. 81/08) secondo i contenuti riportati nell'allegato XXII allo stesso D.Lgs., nonché l'avvenuta formazione degli addetti (art. 136, comma 6°, del D.Lgs. n. 81/08).

3. Nel caso in cui l'installazione delle opere provvisorie (es. ponteggi, parapetti o altro) sia effettuata da impresa diversa da quella che eseguirà i lavori di rimozione, dovranno essere indicati i dati della Impresa installatrice di tali opere;

4. L'accesso degli operatori al tetto dovrà essere effettuato con l'utilizzo di scala interna al ponteggio o al ponte mobile su ruote a torre (in gergo trabattello). È fatto divieto di utilizzare le scale comuni interne degli edifici, al fine di evitare un'eventuale dispersione di fibre d'amianto in tali ambienti.

5. Le reti di protezione potranno essere utilizzate solo dove non è tecnicamente possibile predisporre altri sistemi di protezione. Le reti dovranno essere idoneamente ancorate alle strutture fisse ed opportunamente tesate.

6. Nel caso di installazione di parapetti con montanti ancorati a vite, dovranno essere utilizzate piattaforme aeree (cestello) autocarrate, semoventi, a pantografo, etc. Qualora non fosse possibile utilizzare tali piattaforme, occorre motivare tecnicamente tale impossibilità e seguire le seguenti prescrizioni:

6.1 Per le fasi di installazione e rimozione dei parapetti con montanti ancorati a vite, lungo tutto il perimetro del tetto, i lavoratori dovranno essere dotati di cintura di sicurezza con imbracatura collegata a fune di trattenuta munita di sistema anticaduta con dispositivo autoavvolgente; il sistema di trattenuta deve essere assicurato, direttamente o mediante anello scorrevole, lungo una fune appositamente tesa, a parti stabili delle opere fisse (cavo opportunamente ancorato sul colmo del tetto, con punti di ancoraggio almeno ogni 2 metri lineari di cavo). Nel caso in cui questo non sia possibile, dovranno essere indicate idonee misure alternative.

6.2 Dovrà essere fornita una dichiarazione dello stato di conservazione e della robustezza globale del cornicione e/o frontalino di ancoraggio dei parapetti con montanti fissati a vite, attenendosi inoltre, per le relative procedure di montaggio, utilizzo e smontaggio, a quanto riportato nel libretto di istruzioni redatto dal costruttore.

6.3 Prima dell'inizio dei lavori dovranno essere trasmessi i certificati di omologazione dei parapetti con montanti ancorati a vite, corredati dalle prove di carico effettuate.

6.4 Tali montanti dovranno essere installati alla distanza, l'uno dall'altro, indicata dal costruttore. Nel caso di mancanza di indicazioni specifiche i montanti dovranno essere installati ad idonea distanza l'uno dall'altro, comunque non superiore a metri 1,5, al fine di garantire una sufficiente resistenza in caso di caduta degli operatori.

6.5 In corrispondenza degli angoli del tetto, i parapetti, laddove s'intersecano, dovranno essere saldamente vincolati tra loro.

- 6.6 L'altezza dei montanti e dei correnti superiori deve superare di almeno 1,20 metri l'ultimo impalcato o il piano di gronda.
- 6.7 Correnti e tavole fermapiede non devono lasciare una luce, in senso verticale, maggiore di 30 centimetri.
7. Nei lavori sul tetto dovranno essere disposte idonee tavole sulla copertura, in modo da costituire dei piani di camminamento atti ad impedire la caduta per sfondamento delle lastre.
8. Prima della rimozione, le due superfici delle lastre dovranno essere trattate con liquidi incapsulanti di colore evidente, come previsto dal D.M. 20.08.1999, (allegare scheda tecnica della sostanza incapsulante), specificando le caratteristiche di applicazione dell'incapsulante, indicando:
- a) spessore film secco applicato;
  - b) quantità al m<sup>2</sup> applicata;
  - c) tempo di essiccazione.
9. L'incapsulante dovrà essere applicato mediante l'utilizzo di pompe a bassa pressione, (allegare scheda tecnica).
10. Le lastre rimosse dovranno essere rivestite da fogli di polietilene di adeguato spessore, direttamente sul piano del tetto, prima del trasporto a terra. Nel caso in cui ciò non fosse possibile dovrà essere data spiegazione in merito.
11. Dovranno essere indicate le modalità di trasporto delle lastre dal tetto al piano di campagna, specificando se il trasporto a terra avverrà con:
- a) autogrù;
  - b) gru presente in cantiere;
  - c) carrello elevatore
  - d) altro.
12. La postazione di carico dei materiali sul tetto dovrà essere adeguatamente protetta contro il rischio di cadute. Descrivere dettagliatamente le modalità operative, organizzative e le misure preventive e protettive che verranno adottate per il carico/scarico dei materiali dalle postazioni di lavoro in quota.
13. Le lastre dovranno essere rimosse evitando la loro frantumazione; per l'eliminazione degli ancoraggi non dovranno essere utilizzati trapani, flessibili o mole abrasive ad alta velocità.
14. Tutto il materiale rimosso dovrà essere etichettato a norma di legge.
15. Dovranno essere specificate le modalità di conservazione in loco delle lastre, prima del loro avvio alla discarica, specificando se i singoli bancali di lastre verranno:
- a) caricati direttamente su mezzo di trasporto;
  - b) depositati temporaneamente in luogo esclusivamente dedicato all'interno del cantiere, delimitato da idonea segnaletica;
  - c) depositati in container espressamente dedicato;

d) altro.

16. Nel caso in cui sul piano di calpestio sotto alla copertura (sottotetto od altro) fossero presenti polveri o sfridi di materiale contenenti amianto, si dovrà procedere all'eliminazione degli stessi mediante aspiratore industriale con filtri assoluti. Si ricorda, come indicato all'art. 7, comma 3°, del D.M. 6/9/94 "procedure operative", che qualora si riscontri un accumulo di fibre di amianto nei canali di gronda, questi dovranno essere bonificati. È inoltre necessario effettuare giornalmente la pulizia a umido o con aspiratori a filtri assoluti della zona di lavoro e delle aree di cantiere che possano essere state contaminate da fibre di amianto.

#### D - MISURE DI PROTEZIONE DEI LAVORATORI

1. Dovrà essere predisposta idonea unità di decontaminazione ad uso esclusivo degli addetti, dotata di doccia e lavello con acqua calda/fredda, nonché di servizi igienici, adeguatamente riscaldata nella stagione fredda; l'acqua di scarico di doccia e lavello dovrà essere depurata tramite adatto filtro.

2. Ai lavoratori dovranno essere forniti mezzi personali di protezione, quali maschere con filtri di classe P3, tute monouso (sostituite ad ogni interruzione del lavoro e comunque tutte le volte che sia necessario, ad esempio in caso di deterioramento), guanti, ecc. (allegare schede tecniche).

3. Ai sensi dell'art. 243, 1° comma, del D.Lgs. n. 81/08, il datore di lavoro deve provvedere ad iscrivere i lavoratori esposti ad agenti cancerogeni, nell'apposito registro.

4. Dovrà essere allegata al piano copia del giudizio d'idoneità degli operatori per la specifica mansione di rimozione amianto, rilasciato da parte del medico competente.

#### E - RIFIUTI

1. L'Impresa è produttore del rifiuto mediante azione demolitrice e deve quindi provvedere all'onere dello smaltimento corretto del rifiuto medesimo.

2. È cura dell'Impresa verificare prima della demolizione del manufatto che non siano presenti all'interno del medesimo quantitativo di amianto floccato o manufatti di qualsivoglia natura contenenti amianto. Tali manufatti, qualora presenti, saranno considerati come rifiuto a cui l'Impresa deve provvedere secondo le modalità previste dalla legislazione vigente in materia, alla stessa stregua dei materiali facenti parte dell'immobile.

3. La demolizione parziale o totale non potrà essere iniziata prima dell'avvenuto smaltimento di questi rifiuti.

4. Dovrà essere indicato il luogo in cui sarà conferito il materiale rimosso per lo smaltimento, specificando se trattasi:

- a) di impianto di deposito temporaneo (stoccaggio provvisorio) - allegare autorizzazione;
- b) discarica autorizzata, indicandone il tipo.
5. Dovrà essere specificato il nominativo della Impresa autorizzata al trasporto dei rifiuti.
6. Dovrà essere approssimativamente indicata la quantità di materiale (in m<sup>3</sup> o Kg) ed entro quanti giorni sarà successivamente effettuato il conferimento in discarica.
7. Si ricorda che l'automezzo utilizzato dovrà avere il vano di carico dotato di sponde e di sistema di copertura fissa o mobile in modo da garantire la protezione del carico.
8. Dovrà essere documentato l'avvenuto trasporto e smaltimento in idonea discarica del materiale rimosso, indicando il numero di parere rilasciato da questo Servizio.
9. Si ricorda che dovrà essere trasmessa la relazione annuale di smaltimento dell'amianto, come da modello unificato dello schema di relazione di cui all'art. 9, commi 1° e 3°, della legge 27.03.1992 n. 257, come previsto da Circolare del Ministero dell'Industria del 17 febbraio 1993, n. 124976 (pubblicato sulla G.U. n. 53 del 5 marzo 1993): tale relazione deve essere inviata entro il 28 di febbraio dell'anno successivo.

## **STRUTTURE DI CONTENIMENTO DELLE TERRE**

### *MICROPALI*

#### **Definizione, classificazione e campi di applicazione**

Si definiscono micropali i pali trivellati aventi diametro inferiore a mm 250 con fusto costituito da malta o pasta di cemento gettata in opera e da idonea armatura di acciaio.

Modalità ammesse per la formazione del fusto:

- ✓ tipo a) riempimento a gravità
- ✓ tipo b) riempimento a bassa pressione;
- ✓ tipo c) iniezione ripetuta ad alta pressione.

Tali modalità sono da applicare rispettivamente:

- tipo a), per micropali eseguiti in roccia o terreni coesivi molto compatti il cui modulo di deformazione a breve termine superi orientativamente i 200 MPa;
- tipo b) e c), per micropali eseguiti in terreni di qualunque natura, caratterizzati da un modulo di deformazione a breve termine sensibilmente inferiore a 200 MPa. In particolare la modalità tipo c) è da eseguire in terreni fortemente eterogenei e per consentire capacità portanti elevate (> 30 t) anche in terreni poco addensati.

## **Soggezioni geotecniche e idrogeologiche**

Le tecniche di perforazione e le modalità di getto dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare e delle caratteristiche idrogeologiche locali.

La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere messi a punto mediante l'esecuzione di micropali di prova, approvati dalla Direzione Lavori prima dell'inizio della costruzione dei micropali da pagarsi con i prezzi di elenco.

## **Tolleranze geometriche**

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

- ✓ la posizione planimetrica non dovrà discostarsi da quella di progetto più di cm 5, salvo diverse indicazioni della Direzione Lavori;
- ✓ la deviazione dell'asse del micropalo rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore del 2%;
- ✓ la sezione dell'armatura metallica non dovrà risultare inferiore a quella di progetto;
- ✓ il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di perforazione di progetto.

Ogni micropalo che risultasse non conforme alle tolleranze qui stabilite dovrà essere idoneamente sostituito, a cura e spese dell'Impresa.

## **Tracciamento**

Prima di iniziare la perforazione si dovrà, a cura ed onere dell'Impresa, individuare sul terreno la posizione di micropali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'esame di ciascun palo. Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del micropalo quale risulta dalla pianta della palificata.

Tale pianta, redatta e presentata alla Direzione Lavori dall'Impresa esecutrice, dovrà indicare la posizione planimetrica di tutti i micropali, inclusi quelli di prova, contrassegnati con numero progressivo.

## **Perforazione**

La perforazione deve essere in generale condotta con modalità ed utensili tali da consentire la regolarità delle successive operazioni di getto; in particolare dovrà essere minimizzato il disturbo del terreno nell'intorno del foro.

Il tipo b) necessita che la perforazione sia eseguita con posa di rivestimento provvisorio per tutta la profondità del palo.

Per i tipi a) e c) la perforazione potrà essere eseguita con o senza rivestimento provvisorio, a secco o con circolazione di acqua o di fango di cemento e bentonite, in funzione dell'attitudine delle formazioni attraversate a mantenere stabili le pareti del foro e previa approvazione della Direzione Lavori.

Il fango di cemento e bentonite sarà confezionato adottando i seguenti rapporti in peso:

- ✓ bentonite/acqua: 0,05 - 0,08;
- ✓ cemento/acqua: 0,18 - 0,23.

In ogni caso la perforazione sottofalda in terreni con strati o frazioni incoerenti medio-fini (sabbie, sabbie e limi) non dovrà essere eseguita con circolazione di aria, per evitare il violento emungimento della falda a seguito dell'effetto eiettore ed il conseguente dilavamento del terreno.

A termine della perforazione il foro dovrà essere accuratamente sgombrato dai detriti azionando il fluido di circolazione o l'utensile asportatore, senza operare con l'utensile disgregatore.

L'ordine di esecuzione dei pali nell'ambito di ciascun gruppo dovrà assicurare la non interferenza delle perforazioni con fori in corso di iniezione o in attesa di riempimento, ove occorra anche spostando la perforatrice su gruppi contigui prima di ultimare la perforazione dei micropali del gruppo in lavorazione.

### **Confezione e posa delle armature**

Le armature metalliche dovranno soddisfare le prescrizioni di cui al presente articolo e saranno in ogni caso estese a tutta la lunghezza del micropalo.

### **Armatura con barre di acciaio per c.a.**

Si useranno barre longitudinali ad aderenza migliorata e spirale di tondino liscio, aventi le caratteristiche di cui all'art. 25; saranno preassemblate in gabbie da calare nel foro al termine della perforazione; la giunzione tra i vari elementi della gabbia sarà ottenuta mediante legature; tra una gabbia e la successiva (in caso di pali di profondità eccedente le lunghezze commerciali delle barre) la giunzione avverrà per saldatura delle barre longitudinali corrispondenti. Quando previsto dal progetto si potranno adottare micropali, armati con un'unica barra senza spirale. In ogni caso le armature saranno corredate da distanziatori non metallici (blocchetti di malta o elementi di materia plastica) idonei ad assicurare un copriferro minimo di 1,50 cm disposti a intervalli longitudinali non superiore a 2,50 m.

### **Armature tubolari**

Si useranno tubi di acciaio S235 - S275 - S355 - S420 - S460, senza saldatura longitudinale del tipo per costruzioni meccaniche.

Le giunzioni tra i diversi spezzoni di tubo potranno essere ottenute mediante manicotti filettati o saldati.

Nel caso i tubi di armatura siano anche dotati di valvole per l'iniezione, essi dovranno essere scovolati internamente dopo l'esecuzione dei fori di uscita della malta, allo scopo di asportare le sbavature lasciate dal trapano.

Le valvole saranno costituite da manicotti di gomma di spessore minimo mm 3,5, aderenti al tubo e mantenuti in posto mediante anelli in fili d'acciaio (diametro mm 4) saldati al tubo in corrispondenza dei bordi del manicotto. La valvola più bassa sarà

posta subito sopra il fondello che occlude la base del tubo. Anche le armature tubolari dovranno essere dotate di distanziatori non metallici per assicurare un copriferro minimo di cm 1,5, posizionati di preferenza sui manicotti di giunzione.

### **Formazione del fusto del micropalo**

La formazione del fusto dovrà iniziare in una fase immediatamente successiva alla perforazione di ciascun palo. In caso contrario la perforatrice resterà in posizione fino alla successiva ripresa del lavoro e provvederà quindi alla pulizia del perforo, subito prima che inizino le operazioni di posa delle armature e di getto della malta.

In ogni caso non dovrà trascorrere più di un'ora tra il termine della perforazione e l'inizio del getto della malta. Fanno eccezione solo i micropali perforati interamente in roccia, senza presenza di franamenti e di acqua nel perforo.

Viene inoltre precisata la necessità assoluta che la scapitozzatura delle teste dei pali sia eseguita sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del micropalo non rispondono a quelle previste. In tal caso è onere dell'Impresa procedere al ripristino del palo sino alla quota del cordolo.

### **Riempimento a gravità**

Il riempimento del perforo, dopo la posa delle armature, dovrà avvenire tramite un tubo di alimentazione disceso fino a cm 10 – cm 15 dal fondo e dotato superiormente di un imbuto o tramoggia di carico.

Il riempimento sarà proseguito fino a che la malta immessa risalga in superficie scevra di inclusioni e miscele con il fluido di perforazione. Si attenderà per accertare la necessità o meno di rabbocchi e si potrà quindi estrarre il tubo di convogliamento allorché il foro sarà intasato e stagnato.

Eventuali rabbocchi da eseguire prima di raggiungere tale situazione vanno praticati esclusivamente tramite il tubo di convogliamento.

Nel caso l'armatura sia tubolare, essa si potrà usare come tubo di convogliamento solo se il suo diametro interno non supera mm 50; in caso contrario si dovrà ricorrere ad un tubo di convogliamento separato, dotato di otturatore posizionato alla base del tubo di armatura del palo.

### **Riempimento a bassa pressione**

Il foro dovrà essere interamente rivestito; la posa della malta avverrà in un primo momento, entro il rivestimento provvisorio, tramite un tubo di convogliamento come descritto al punto precedente. Successivamente si applicherà al rivestimento una idonea testa a tenuta alla quale si invierà aria in pressione (0,5 - 0,6 MPa) mentre si solleverà gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione. Si smonterà allora la sezione superiore del rivestimento e si applicherà la testa di pressione alla parte rimasta nel terreno, previo rabboccamento dall'alto per riportare a livello la malta. Si procederà analogamente per le sezioni successive fino a completare l'estrazione del rivestimento.

In relazione alla natura del terreno potrà essere sconsigliabile applicare la pressione d'aria agli ultimi m 5 - m 6 di rivestimento da estrarre, per evitare la fratturazione idraulica degli strati superficiali.

### **Iniezione ripetuta ad alta pressione**

Le fasi della posa in opera saranno le seguenti:

I. riempimento della cavità anulare compresa tra il tubo a valvole e le pareti del perforo, ottenuta alimentando con apposito condotto di iniezione e otturatore semplice la valvola più bassa finché la malta risale fino alla bocca del foro;

II. lavaggio con acqua all'interno del tubo;

III. avvenuta la presa della malta precedentemente posta in opera, si inietteranno valvola per valvola volumi di malta come da progetto esecutivo ovvero volumi di malta non eccedenti il sestuplo del volume del perforo, senza superare, durante l'iniezione la pressione corrispondente alla fratturazione idraulica del terreno ("claquage");

IV. lavaggio con acqua all'interno del tubo;

V. avvenuta la presa della malta precedentemente iniettata, si ripeterà l'iniezione in pressione limitatamente alle valvole per le quali:

- ✓ il volume iniettato non abbia raggiunto il limite predetto, a causa della incipiente fratturazione idraulica del terreno;
- ✓ le pressioni residue di iniezione misurate a bocca foro al raggiungimento del limite volumetrico non superino 0,7 MPa.

Al termine delle iniezioni si riempirà a gravità l'interno del tubo.

### **Caratteristiche delle malte e paste cementizie da impiegare per la formazione dei micropali**

- ✓ Rapporto acqua/cemento : < 0,35.
- ✓ Resistenza cilindrica : fck superiori a 20 e a 30 MPa rispettivamente a 7 e 28 giorni di maturazione.

L'aggregato, ove previsto, dovrà essere costituito:

- ✓ da sabbia fine lavata, per le malte dei micropali riempiti a gravità;
- ✓ da ceneri volanti o polverino di calcare, totalmente passanti al vaglio da mm 0,075, per le paste dei micropali formati mediante iniezione in pressione.
- ✓ L'uso degli aggregati dovrà preventivamente essere approvato dalla D.L.

Per garantire la resistenza richiesta e la necessaria lavorabilità e stabilità dell'impasto dovranno essere adottati i seguenti dosaggi minimi, riferiti ad 1 m<sup>3</sup> di prodotto:

- ✓ Cemento CEM tipo IV 32.5: 1500 kg;
- ✓ acqua: 525 kg
- ✓ additivi superfluidificanti e riduttore di acqua non aeranti: 88-150 Kg

## Controlli e misure

La profondità dei perfori, da valutare rispetto alla quota del plinto, verrà misurata in doppio modo:

- A. in base alla lunghezza delle aste di perforazione immerse nel foro al termine della perforazione, con l'utensile appoggiato sul fondo;
- B. in base alla lunghezza dell'armatura.

La differenza tra le due misure dovrà risultare  $\leq 0,10$  m; in caso contrario occorrerà procedere alla pulizia del fondo del foro asportandone i detriti accumulatisi, dopo aver estratto l'armatura.

Il peso delle armature verrà determinato:

- ✓ nel caso di armature in barre longitudinali ad aderenza migliorata, in base al peso teorico corrispondente ai vari diametri nominali, alla lunghezza di progetto ed al peso unitario dato dalle tabelle UNI 6407 - 69.
- ✓ nel caso di armature a tubo di acciaio, in base al peso effettivo dei tubi posti in opera.

In corso di iniezione si preleverà un campione di miscela per ogni micropalo, sul quale si determinerà il peso specifico e la decantazione (bleeding), mediante buretta graduata di diametro  $> = 30$  mm.

Il peso specifico dovrà risultare pari ad almeno il 90% di quello teorico, calcolato assumendo  $3 \text{ g/cm}^3$  il peso specifico assoluto del cemento e  $2,65 \text{ g/cm}^3$  quello degli aggregati, nell'ipotesi che non venga inclusa aria. Nelle prove di decantazione, l'acqua separata in 24 ore non dovrà superare il 3% in volume. Con la miscela saranno altresì confezionati cilindri (campioni) di cm 10 di diametro e 20 cm di altezza, da sottoporre a prove di resistenza a compressione nella misura di almeno due campioni per ogni giorno di iniezione con un minimo di sei cilindri (campioni) per l'intera produzione di miscela omogenea per effettuare il controllo di accettazione della miscela stessa.

Le modalità di prova dovranno essere conformi alle normative vigenti ed alle preventive richieste della Direzione Lavori.

## Documentazione dei lavori

L'esecuzione di ogni singolo micropalo sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Impresa in contraddittorio con la

Direzione Lavori di una apposita scheda sulla quale si registreranno i dati seguenti:

- ✓ indicazione del micropalo;
- ✓ data di inizio perforazione e termine del getto (o iniezione);
- ✓ profondità effettiva raggiunta dalla perforazione;
- ✓ profondità del foro all'atto della posa dell'armatura;
- ✓ assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione;

- ✓ per i micropali formati mediante iniezione ripetuta ad alta pressione, pressioni residue minime e quantità compressive
- ✓ iniettate per ogni fase di iniezione ad alta pressione;
- ✓ risultati delle misure di peso di volume, di decantazione (acqua separata) e di resistenza cubica a compressione

## **CALCESTRUZZI – OPERE IN C.A.**

### *NORMATIVA DI RIFERIMENTO*

Vedasi capitolo LEGGI e NORME.

### *CASSEFORME*

Le casseforme e le relative strutture di supporto devono essere progettate e realizzate in modo da sopportare le azioni alle quali sono sottoposte nel corso della messa in opera del calcestruzzo e da essere abbastanza rigide per garantire il rispetto delle dimensioni geometriche e delle tolleranze previste.

In base alla loro configurazione le casseforme possono essere classificate in:

- ✓ casseforme smontabili,
- ✓ casseforme a tunnel, idonee a realizzare contemporaneamente elementi edilizi orizzontali e verticali,
- ✓ casseforme rampanti, atte a realizzare strutture verticali mediante il loro progressivo innalzamento, ancorate al calcestruzzo precedentemente messo in opera,
- ✓ casseforme scorrevoli, predisposte per realizzare in modo continuo opere che si sviluppano in altezza o lunghezza.

Per rispettare le quote e le tolleranze geometriche progettuali, le casseforme devono essere praticamente indeformabili quando, nel corso della messa in opera, sono assoggettate alla pressione del calcestruzzo ed alla vibrazione.

La superficie interna delle casseforme rappresenta il negativo dell'opera da realizzare, tutti i suoi pregi e difetti si ritrovano sulla superficie del getto.

Generalmente una cassaforma è ottenuta mediante l'accostamento di pannelli, se tale operazione non è eseguita correttamente e/o non sono predisposti i giunti a tenuta, la fase liquida del calcestruzzo, o boiaccia, fuoriesce provocando difetti estetici sulla superficie del getto, eterogeneità nella tessitura e nella colorazione, nonché nidi di ghiaia.

La tenuta delle casseforme deve essere curata in modo particolare nelle strutture con superfici di calcestruzzo a vista, può essere migliorata utilizzando giunti preformati riutilizzabili o con mastice e con guarnizioni monouso.

Alla difficoltà di ottenere connessioni perfette si può porre rimedio facendo in modo che le giunture siano in corrispondenza di modanature o di altri punti d'arresto del getto.

Tutti i tipi di casseforme (con la sola esclusione di quelle che rimangono inglobate nell'opera finita), prima della messa in opera del calcestruzzo, richiedono il trattamento con un agente (prodotto) disarmante.

I prodotti disarmanti sono applicati ai manti delle casseforme per agevolare il distacco del calcestruzzo, ma svolgono anche altre funzioni quali: la protezione della superficie delle casseforme metalliche dall'ossidazione e della corrosione, l'impermeabilizzazione dei pannelli di legno, il miglioramento della qualità della superficie del calcestruzzo. La scelta del prodotto e la sua corretta applicazione influenzano la qualità delle superfici del calcestruzzo, in particolare: l'omogeneità di colore e l'assenza di bolle.

Le casseforme assorbenti, costituite da tavole o pannelli di legno non trattato od altri materiali assorbenti, calcestruzzo compreso, prima della messa in opera del calcestruzzo richiedono la saturazione con acqua. Si deve aver cura di eliminare ogni significativa traccia di ruggine nelle casseforme metalliche.

Nel caso in cui i ferri d'armatura non siano vincolati alle casseforme, per rispettare le tolleranze dello spessore del copriferro, si dovranno predisporre opportune guide o riscontri che contrastano l'effetto della pressione esercitata dal calcestruzzo.

Fra le casseforme speciali sono utilizzabili quelle rampanti e quelle scorrevoli orizzontali e verticali.

Le casseforme rampanti si sorreggono sul calcestruzzo indurito dei getti sottostanti precedentemente messi in opera. Il loro fissaggio è realizzato mediante bulloni o barre inserite nel calcestruzzo. L'avanzamento nei getti è vincolato al raggiungimento, da parte del calcestruzzo, di una resistenza sufficiente a sostenere il carico delle armature, del calcestruzzo del successivo getto, degli uomini e delle attrezzature.

Questa tecnica è finalizzata alla realizzazione di strutture di notevole altezza quali: pile di ponte, ciminiere, pareti di sbarramento (dighe), strutture industriali a sviluppo verticale.

La tecnica delle casseforme scorrevoli consente di mettere in opera il calcestruzzo in modo continuo. La velocità di avanzamento della cassaforma è regolata in modo che il calcestruzzo formato sia sufficientemente rigido da mantenere la propria forma, sostenere il proprio peso e le eventuali sollecitazioni indotte dalle attrezzature e, nel caso di casseforme scorrevoli verticali, anche il calcestruzzo del getto successivo.

Le casseforme scorrevole orizzontale, scivolano conferendo al calcestruzzo la sezione voluta; inoltre, avanza su rotaie, e la direzione e l'allineamento sono mantenuti facendo riferimento ad un filo di guida.

Le casseforme scorrevoli verticali sono utilizzate per realizzare strutture quali: sili, edifici a torre, ciminiera.

L'utilizzo delle casseforme scorrevoli comporta dei vincoli per le proprietà del calcestruzzo fresco; nel caso delle casseforme scorrevoli orizzontali è richiesta una consistenza quasi asciutta (S1-S2); il calcestruzzo deve rendersi plastico sotto l'effetto dei vibratori, ma al rilascio dello stampo deve essere sufficientemente rigido per auto sostenersi.

Con le casseforme scorrevoli verticali, invece, il tempo d'indurimento e la scorrevolezza del calcestruzzo sono parametri vincolanti e devono essere costantemente controllati.

Gli eventuali fori e/o nicchie formate nel calcestruzzo dalle strutture di supporto dei casseri devono essere riempiti e trattati in superficie con un materiale di qualità simile a quella del calcestruzzo circostante.

Gli inserti destinati a mantenere le armature in posizione, quali distanziali, tiranti, barre o altri elementi incorporati o annegati nella sezione come placche e perni di ancoraggio, devono:

- ✓ essere fissati solidamente in modo tale che la loro posizione rimanga quella prescritta anche dopo la messa in opera e la compattazione del calcestruzzo;
- ✓ non indebolire la struttura;
- ✓ non indurre effetti dannosi al calcestruzzo, agli acciai di armatura e ai tiranti di precompressione;
- ✓ non provocare macchie inaccettabili;
- ✓ non nuocere alla funzionalità o alla durabilità dell'elemento strutturale;
- ✓ non ostacolare la messa in opera e la compattazione del calcestruzzo.

Ogni elemento annegato deve avere una rigidità tale da mantenere la sua forma durante le operazioni di messa in opera del calcestruzzo.

Le casseforme, in relazione al tipo di impiego, potranno essere costruite con tavole di legno, oppure con pannelli di compensato e tamburato, oppure con lastre nervate metalliche, la cui superficie potrà essere trattata con idonei prodotti disarmanti per agevolare il distacco del calcestruzzo.

L'impiego di detti prodotti dovrà essere attuato con cautela, secondo le prescrizioni del Produttore, previo benestare della Direzione di Lavori.

I casseri vibranti, per le parti prefabbricate ed i calcestruzzi architettonici, dovranno essere eseguiti in modo tale da garantire la perfetta qualità delle superfici e degli spigoli.

Potranno essere provvisti di impianto di invecchiamento artificiale, omologato dagli enti competenti, ISPESL, ecc..

Nel caso di casseforme con grande sviluppo in altezze, si dovrà provvedere all'apertura di finestre nel cassero per controllare l'evolversi del getto e procedere alla vibratura ed al corretto costipamento degli strati inferiori.

Per elementi portanti orizzontali di luce libera superiore a 6 metri, i casseri dovranno essere predisposti con una monta dell'ordine di 1/1000 della luce.

La manutenzione dei casseri dovrà essere eseguita con cura, selezionando le parti integre da quelle ammalorate.

I casseri in legno per strutture, parti importanti e a faccia vista, non potranno essere reimpiegati più di tre volte; negli altri casi potranno essere consentiti reimpieghi più numerosi purché il risultato del getto non presenti evidenti difetti estetici e di forma.

Prima della esecuzione dei getti, i casseri verranno ispezionati e controllati dalla Direzione dei Lavori al fine di verificarne:

- ✓ la corrispondenza tra esecuzione e progetto;
- ✓ l'indeforabilità e resistenza al carico del calcestruzzo;
- ✓ l'idoneità dei materiali impiegati;
- ✓ la sicurezza di accesso e di lavoro per le maestranze.

Il disarmo comprende le fasi che riguardano la rimozione delle casseforme e delle strutture di supporto; queste non possono essere rimosse prima che il calcestruzzo abbia raggiunto la resistenza sufficiente a:

- ✓ sopportare le azioni applicate
- ✓ evitare che le deformazioni superino le tolleranze specificate
- ✓ resistere ai deterioramenti di superficie dovuti al disarmo.

Durante il disarmo, da eseguirsi per gradi, è necessario evitare che la struttura subisca colpi, azioni dinamiche, sovraccarichi e deterioramenti.

carichi sopportati da ogni centina devono essere rilasciati gradatamente, in modo tale che gli elementi di supporto contigui non siano sottoposti a sollecitazioni brusche ed eccessive.

La stabilità degli elementi di supporto e delle casseforme deve essere assicurata e mantenuta durante l'annullamento delle reazioni in gioco e lo smontaggio. La procedura di puntellatura e di rimozione dei puntelli è bene sia oggetto di un'apposita nota progettuale (di Capitolato o della Direzione Lavori) in cui dovrà essere specificato come procedere al fine di ridurre ogni rischio per l'incolumità di persone e cose ed ottenere le prestazioni attese. Il disarmo deve avvenire gradatamente adottando i provvedimenti necessari ad evitare brusche sollecitazioni ed azioni dinamiche. Infatti, l'eliminazione di un supporto dà luogo, nel punto di applicazione, ad una repentina forza uguale e contraria a quella esercitata dal supporto (per carichi verticali, si tratta di forze orientate verso il basso, che danno luogo ad impropri aumenti di sollecitazione delle strutture). Il disarmo non deve

avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive.

Si può procedere alla rimozione delle casseforme dai getti solo quando è stata raggiunta la resistenza indicata dal progettista e comunque non prima dei tempi prescritti nei decreti attuativi della Legge n° 1086/71; in ogni caso il disarmo deve essere autorizzato e concordato con la Direzione Lavori.

Si deve porre attenzione ai periodi freddi, quando le condizioni climatiche rallentano lo sviluppo delle resistenze del calcestruzzo,

come pure al disarmo ed alla rimozione delle strutture di sostegno delle solette e delle travi. In caso di dubbio, è opportuno verificare la resistenza meccanica reale del calcestruzzo.

In assenza di specifici accertamenti sulla resistenza raggiunta dal conglomerato, ed in normali condizioni esecutive ed ambientali di getto e maturazione, si dovranno osservare i seguenti tempi minimi di disarmo:

	CONGLOMERATO DI CEMENTO	
	Normale	Alta resistenza
Per sponde di casseri di travi e pilastri	3 gg	2 gg
Per armature di solette di luce modesta	10 gg	4 gg
Per puntelli e centine di travi, archi, volte, ecc. e per solette di grande luce	24 gg	12 gg
Per strutture a sbalzo	28 gg	14 gg

Per le strutture portanti in conglomerato non armato, si dovranno osservare i tempi di disarmo previsti per le travi.

Per le strutture particolarmente complesse, i tempi di disarmo verranno stabiliti in accordo con il progettista delle strutture stesse e con la Direzione dei Lavori.

Le casseforme, in relazione al loro grado di finitura, conseguente all'aspetto estetico delle superfici dei getti che si desiderano ottenere, possono essere delle seguenti quattro classi:

- A. speciale;
- B. accurata;
- C. ordinaria;
- D. grossolana.

Se non diversamente a particolarmente disposto, le casseforme dovranno essere corrispondenti almeno alla classe B.

Qualora il calcestruzzo fosse del tipo faccia a vista le casseforme dovranno essere corrispondenti alla classe A.

Per la classificazione degli stati superficiali dei getti, nonché per le relative caratteristiche e tolleranze vale quanto prescritto al paragrafo specifico.

## ARMATURE DI ACCIAIO

---

### Tondo per c.a. normale: definizioni

Sotto la denominazione di tondo per cemento armato rientrano le armature tipo tondo (deformato a freddo) a superficie nervata 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.

Le barre sono caratterizzate dal diametro  $\Phi$  della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a  $7,85 \text{ kg/dm}^3$ .

Gli acciai B450C possono essere impiegati in barre di diametro compreso fra 6 e 40 mm.

Per gli acciai B450A, il diametro delle barre deve essere compreso tra 5 e 10 mm.

L'uso di acciai forniti in rotoli è ammesso, senza limitazioni, per diametri fino a  $\leq 16$  mm per B450C e fino a  $\leq 10$  mm per B450A.

### Reti e tralicci: definizioni

Sotto la denominazione di reti di acciaio elettrosaldate rientrano le reti a maglia quadrata o rettangolare, fabbricate con fili tondi, nervati deformati a freddo e assemblati mediante saldature. L'interasse delle barre non deve superare 330 mm.

Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio B450C gli elementi base devono avere diametro  $\Phi$  che rispetta la limitazione:  $6 \text{ mm} < \Phi < 16 \text{ mm}$ , saldati elettricamente nei punti di incrocio delle maglie.

Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio B450A gli elementi base devono avere diametro  $\Phi$  che rispetta la limitazione:  $5 \text{ mm} < \Phi < 10 \text{ mm}$ , saldati elettricamente nei punti di incrocio delle maglie.

Le reti di norma verranno fornite in pannelli prefabbricati piani o arrotolati.

I tralicci elettrosaldati sono costituiti da correnti longitudinali (nervati di diametro da 6 a 16 mm) e da staffe di collegamento, forniti in lunghezze varie, secondo le richieste di progetto, saldati elettricamente nei punti incrocio tra correnti e staffe.

In ogni elemento di rete o traliccio le singole armature componenti devono avere le stesse caratteristiche.

Ogni pannello o traliccio deve dotato di apposita marchiatura che identifichi il produttore della rete o del traliccio stesso.

### Tolleranze dimensionali sulla massa

La deviazione ammissibile per la massa nominale deve essere come riportato nella tabella seguente.

Diametro nominale [mm]	$5 \leq \Phi \leq 8$	$8 < \Phi \leq 40$
-	$\pm 6$	$\pm 4,5$

### Condizioni di fornitura

Il tondo per cemento armato (in barre o assemblato in reti e tralicci) deve essere esente da difetti tali da pregiudicarne l'impiego: screpolature, scaglie, bruciature, ossidazione accentuata, ricopertura da sostanze che possano ridurne l'aderenza al conglomerato, ecc.

I materiali e/o prodotti per uso strutturale devono essere:

- ✓ **Identificati** univocamente a cura del produttore;
- ✓ **Qualificati** sotto la responsabilità del produttore;
- ✓ **Accettati dal Direttore dei Lavori** mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione, nonché mediante prove sperimentali e accettazione;

Ogni fornitura dovrà essere accompagnata da almeno uno dei seguenti certificati:

- ✓ Marcatura CE (copia della Dichiarazione di Conformità CE riportante un timbro in originale con almeno la data di spedizione ed il destinatario);
- ✓ Attestato di Qualificazione (caso B) o Certificato di Idoneità Tecnica all'impiego (caso C) rilasciato dal Servizio Tecnico
- ✓ Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, riportante un timbro originale con almeno la data di spedizione ed il destinatario.

In entrambe i casi le forniture dovranno essere accompagnate da un documento di trasporto con la data di spedizione ed il riferimento alla quantità, al tipo di acciaio, alle colate, al destinatario.

Per i materiali e i prodotti recanti la Marchiatura CE sarà onere del Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, accertarsi del possesso e della validità della marcatura stessa e richiedere ad ogni fornitore, per ciascun prodotto, il Certificato ovvero Dichiarazione di Conformità alla parte armonizzata della specifica Norma Europea ovvero allo specifico Benestare Tecnico Europeo (ETA). Sarà inoltre onere del Direttore dei lavori verificare che tali prodotti rientrino nelle tipologie, classi e/o famiglie previsti nella detta documentazione.

Per i prodotti non recanti la Marchiatura CE, il Direttore dei lavori dovrà accertarsi del possesso e del regime di validità dell'Attestato di Qualificazione (caso B) o certificato di idoneità Tecnica all'impiego (caso C) rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Ad eccezione di quelli in possesso di Marcatura CE, possono essere impiegati materiali o prodotti conformi ad altre specifiche tecniche qualora dette specifiche garantiscano un livello di sicurezza equivalente a quello previsto nel D.M. Infrastrutture 2018.

### **Controlli sulle barre di armatura**

Il D.M. Infrastrutture 17/01/2008 "Aggiornamento Norme tecniche per le costruzioni" prevede tre forme di controllo obbligatorie sugli acciai da costruzione:

## **Controlli in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione**

Tutti gli acciai da costruzione, siano essi destinati ad utilizzo come armature per cemento armato ordinario o precompresso o ad utilizzo diretto come carpenterie in strutture metalliche devono essere prodotti con un sistema permanente di controllo interno della produzione in stabilimento che deve assicurare il mantenimento dello stesso livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito, indipendentemente dal processo di produzione. Pertanto tutti gli acciai per impiego strutturale devono essere qualificati.

In tal senso la valutazione della conformità del controllo di produzione in stabilimento e del prodotto finito è effettuata:

- mediante la marcatura CE, ai sensi del DPR n.246/93 di recepimento della direttiva 89/106/CEE, quando sia applicabile;
- attraverso la qualificazione del Servizio Tecnico Centrale, con la procedura indicata nelle NTC stesse.

Nel caso B, ultimata l'istruttoria e verificato il possesso dei requisiti richiesti (cap.11.3.1.2 delle NTC), il Servizio Tecnico Centrale rilascia all'acciaieria, per ciascuno stabilimento, un apposito Attestato di Qualificazione. L'Attestato di qualificazione, di validità 5 anni, individuato da un numero progressivo, riporta il nome dell'azienda, lo stabilimento, i prodotti qualificati, il marchio.

Per il mantenimento della qualificazione i Produttori sono tenuti, con cadenza semestrale entro 60 giorni dalla data di scadenza del semestre di riferimento ad inviare al Servizio Tecnico Centrale una dichiarazione attestante la permanenza delle condizioni iniziali di idoneità del processo produttivo, dell'organizzazione del controllo interno di produzione in fabbrica, i risultati dei controlli interni eseguiti nel semestre sul prodotto nonché la loro elaborazione statistica con l'indicazione del quantitativo di produzione e del numero delle prove, i risultati dei controlli eseguiti nel corso delle prove di verifica periodica della qualità, da parte del laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 incaricato e la documentazione di conformità statistica dei parametri rilevati (di cui ai prospetti relativi agli acciai specifici) nel corso delle prove di cui ai punti precedenti.

Al termine del periodo di validità di 5 (cinque) anni dell'Attestato di Qualificazione il produttore deve chiedere il rinnovo,

il Servizio Tecnico Centrale, valutata anche la conformità relativa all'intera documentazione fornita nei 5 (cinque) anni precedenti, rinnoverà la qualificazione.

Il mancato invio della documentazione di cui sopra entro i previsti sessanta giorni ovvero l'accertamento da parte del Servizio Tecnico Centrale di rilevanti non conformità, comporta la sospensione ovvero la decadenza della qualificazione.

## **Controlli nei centri di trasformazione, da eseguirsi sulle forniture**

Il Centro di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dalla documentazione prevista al § 11.3.1.5 delle NTC.

Le NTC specificano chiaramente che i controlli nei centri di trasformazione sono obbligatori e devono essere effettuati:

- a) in caso di utilizzo di barre, su ciascuna fornitura, o comunque ogni 90 t;
- b) in caso di utilizzo di rotoli, ogni dieci rotoli impiegati.

Qualora non si raggiungano le quantità sopra riportate, in ogni caso deve essere effettuato almeno un controllo per ogni giorno di lavorazione.

Circa la quantità dei campioni da prelevare per i controlli, si precisa che il controllo giornaliero è costituito da 3 spezzoni, di un diametro scelto dal Direttore di stabilimento nell'ambito di ciascuna fornitura, 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 alle eventuali forniture provenienti da altri stabilimenti.

Quando la fornitura sia costituita da acciaio proveniente da un'unica acciaieria, il controllo può essere quindi limitato al prelievo di tre campioni ogni 90 t oppure ogni 10 rotoli senza tenere conto di diversi diametri o diversi tipi di acciaio.

Diversamente dovranno essere prelevati tre campioni per ogni fornitura diversa.

Tutte le prove indicate al § 11.3.2.10.3 delle NTC, sia sui rotoli che sulle barre, devono essere eseguite dopo le lavorazioni e le piegature atte a dare ad esse le forme volute per il particolare tipo di impiego previsto. Ciò non vuol dire che i campioni da sottoporre a prova debbano essere ottenuti da ferri piegati e poi raddrizzati, bensì che il Direttore di stabilimento sceglie gli spezzoni di barra da prelevare da una sagoma opportuna nella quale sia presente comunque un tratto rettilineo di lunghezza superiore ad un metro, dal quale prelevare lo spezzone, non piegato, da sottoporre a prova.

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore devono essere accompagnati da idonea documentazione, che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso.

Nell'ambito del processo produttivo deve essere posta particolare attenzione ai processi di piegatura e di saldatura. In particolare il Direttore Tecnico del centro di trasformazione deve verificare, tramite opportune prove, che le piegature e le saldature, anche nel caso di quelle non resistenti, non alterino le caratteristiche meccaniche originarie del prodotto. Per i processi sia di saldatura che di piegatura, si potrà fare utile riferimento alla normativa europea applicabile.

Ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata:

- a) 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;

b) dall'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.

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. 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.

### **Controlli di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui lotti di spedizione**

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori. È opportuno che gli stessi siano effettuati prima della messa in opera del lotto di spedizione e comunque entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale.

Le prove, effettuate e certificate presso uno dei laboratori di cui all'art.59 del DPR n.380/2001, devono fornire valori di resistenza ed allungamento di ciascun campione compresi fra i valori massimi e minimi riportati nella Tabella delle NTC stesse.

Il campionamento viene generalmente effettuato su tre diversi diametri opportunamente differenziati nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, in numero di 3 spezzoni, marchiati, per ciascuno dei diametri selezionati, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento.

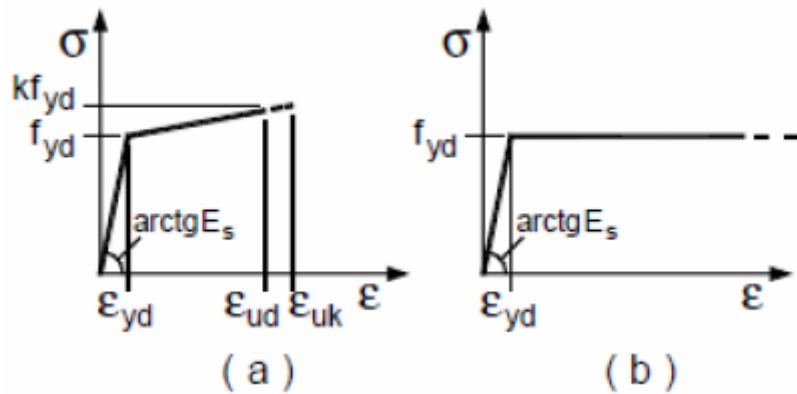
In caso contrario i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti.

Caratteristica	Valore limite	Note
$f_y$ minimo	425 N/mm <sup>2</sup>	(425-25) N/mm <sup>2</sup>
$f_y$ massimo	572 N/mm <sup>2</sup>	[450x(1,25+0,02)] N/mm <sup>2</sup>
$A_{gt}$ minimo	≥ 6,0 %	Per acciai B450C
$A_{gt}$ massimo	≥ 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 / Raddrizzamento	Assenza di cricche	Per tutti

Con riferimento alla precedente Tabella prevista nelle NTC, è opportuno precisare che i valori del rapporto rottura/snervamento ( $f_t/f_y$ ), determinati sui singoli campioni hanno significato solo indicativo, in quanto i valori caratteristici indicati dalle NTC nelle successive Tabelle vengono verificati nell'ambito dei controlli di stabilimento su un numero significativo di campioni.

È tuttavia opportuno che tale valore venga riportato nei certificati rilasciati dai laboratori di cui all'art.59 del DPR n.380/2001, poiché, con riferimento al § 4.1.2.1.2.3 delle NTC, quando il progettista abbia adottato il modello costitutivo a) della relativa Figura (sottostante), utilizzando un valore del rapporto di sovrarresistenza  $k = (f_t/f_y)k$  maggiore di 1,15 il Direttore dei lavori deve accertare, mediante le previste prove di

cantiere e, se necessario, anche mediante prove aggiuntive, che il valore caratteristico del rapporto  $f_t/f_y$  risulti non inferiore a quello stabilito dal progettista.



Caratteristica		Requisiti	Frattile (%)
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk}$	$\geq f_{yk,nominale}$	5,0
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk}$	$\geq f_{tk,nominale}$	5,0
	$(f_y/f_y)_k$	$\geq 1,15$	10,0
		$< 1,35$	
	$(f_y/f_{ynom})_k$	$\leq 1,25$	10,0
Allungamento	$(A_{gt})_k$	$\geq 7,5\%$	10,0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:			
	$\emptyset < 12 \text{ mm}$	4 $\Phi$	
	$12 \leq \emptyset \leq 16 \text{ mm}$	5 $\Phi$	
	$16 \leq \emptyset \leq 25 \text{ mm}$	8 $\Phi$	
	$25 \leq \emptyset \leq 40 \text{ mm}$	10 $\Phi$	

Caratteristica		Requisiti	Frattile (%)
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk}$	$\geq f_{yk,nominale}$	5,0
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk}$	$\geq f_{tk,nominale}$	5,0
	$(f_y/f_y)_k$	$\geq 1,05$	10,0
	$(f_y/f_{ynom})_k$	$\leq 1,25$	10,0
Allungamento	$(A_{gt})_k$	$\geq 2,5\%$	10,0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:			
	$\emptyset \leq 10 \text{ mm}$	4 $\Phi$	

Nel caso di campionamento e prova in cantiere, che deve essere effettuata entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale in cantiere, qualora la determinazione del valore di una quantità fissata non sia conforme al valore di accettazione, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato.

Se un risultato è minore del valore, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente. Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino.

Se i tre risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore di accettazione, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, 10 ulteriori provini devono essere prelevati da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui 10 ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo secondo quanto sopra riportato.

In caso contrario il lotto deve essere respinto e il risultato segnalato al Servizio Tecnico Centrale. Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del Direttore dei Lavori o di tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

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 al § 11.3.1.7 delle NTC, 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, nonché 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 presente decreto e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

I certificati emessi dai laboratori devono obbligatoriamente contenere almeno:

- ✓ l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- ✓ una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- ✓ l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- ✓ il nominativo del Direttore dei Lavori che richiede la prova;
- ✓ la descrizione e l'identificazione dei campioni da provare;
- ✓ la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;

- ✓ l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- ✓ le dimensioni effettivamente misurate dei campioni;
- ✓ i valori delle grandezze misurate e l'esito delle prove di piegamento.

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 presenti norme e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

Per chiarezza in merito alle terminologie sinora individuate si definiscono:

- **Lotti di produzione:** si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (rotolo finito, bobina di trefolo, fascio di barre, ecc.). Un lotto di produzione deve avere valori delle grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) e può essere compreso tra 30 e 120 tonnellate. Nella maggior parte dei casi, negli stabilimenti nei quali sono presenti i forni di fusione, si può individuare come lotto di 0 produzione la colata.
- **Forniture:** sono lotti formati da massimo 90 t, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.
- **Lotti di spedizione:** sono lotti formati da massimo 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.
- **Centro di trasformazione:** è un impianto esterno alla fabbrica e/o al cantiere fisso o mobile, che riceve dal produttore di acciaio elementi base (barre, rotoli, reti, lamiere, profilati, ecc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in cantiere, pronti per la messa in opera o per successive lavorazioni.

## *CALCESTRUZZO*

---

### **introduzione**

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, secondo quanto previsto al D.M. Infrastrutture 17/01/2018, dovrà fare particolare riferimento a:

- ✓ classi di resistenza ( $R_{ck}$  e  $f_{ck}$ )
- ✓ classe di consistenza;
- ✓ diametro massimo dell'aggregato;
- ✓ tipi di cemento e dosaggi minimi ammessi;

- ✓ resistenza a trazione per flessione;
- ✓ resistenza a compressione sui monconi dei provini rotti per flessione;
- ✓ resistenza a trazione indiretta;
- ✓ modulo elastico secante a compressione;
- ✓ contenuto d'aria del conglomerato cementizio fresco;
- ✓ ritiro idraulico;
- ✓ resistenza ai cicli di gelo – disgelo;
- ✓ impermeabilità;

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 (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 richiesti.

Dette prove saranno eseguite sui campioni normalizzati ovvero su cilindri di diametro 150 mm e di altezza 300 mm e su cubi di spigolo 150 mm.

I laboratori (di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001), il numero dei campioni e le modalità di prova saranno quelli indicati dalla Direzione Lavori e 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, le prescrizioni sulla qualificazione dei materiali, la composizione degli impasti e le modalità di prova, dovranno essere comunque rispettate.

Si puntualizza che per la realizzazione delle opere in conglomerato cementizio dovrà essere impiegato esclusivamente "conglomerato cementizio a prestazione garantita" secondo la Norma UNI EN 206-1:2001. In nessun caso verrà ammesso l'impiego di "conglomerato cementizio a composizione richiesta" secondo la stessa Norma.

Per calcestruzzo confezionato con processo industrializzato si intende quello prodotto mediante impianti, strutture e tecniche organizzate sia in cantiere che in uno stabilimento esterno al cantiere stesso.

Gli impianti per la produzione con processo industrializzato del calcestruzzo disciplinato dalle NTC devono essere idonei ad una produzione costante, disporre di apparecchiature adeguate al 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 presenti norme 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.

Nel caso in cui l'impianto di produzione industrializzata appartenga al costruttore nell'ambito di uno specifico cantiere, il sistema di gestione della qualità del costruttore, predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2000, certificato da un organismo accreditato, deve comprendere l'esistenza e l'applicazione di un sistema di controllo della produzione dell'impianto,

conformemente alle specifiche indicazioni contenute nelle Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato elaborato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP.

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 previste al § 11.2.5 delle NTC e ricevere, prima dell'inizio della fornitura, copia della certificazione del controllo di processo produttivo.

Per produzioni di calcestruzzo inferiori a 1500 m<sup>3</sup> di miscela omogenea, effettuate direttamente in cantiere, mediante processi di produzione temporanei e non industrializzati, la stessa deve essere confezionata sotto la diretta responsabilità del costruttore. Il Direttore dei Lavori deve avere, prima dell'inizio delle forniture, evidenza documentata dei criteri e delle prove che hanno portato alla determinazione della resistenza caratteristica di ciascuna miscela omogenea di conglomerato, così come indicato al § 11.2.3. delle NTC.

## **Materiali**

### **Cemento**

Si devono impiegare 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 ovvero ad uno specifico Benestare Tecnico Europeo (ETA), purché idonei all'impiego previsto nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla Legge 26/05/1965 n.595.

È escluso l'impiego di cementi alluminosi.

L'impiego dei cementi richiamati all'art.1, lettera C della legge 26/5/1965 n. 595, è limitato ai calcestruzzi per sbarramenti di ritenuta.

Per la realizzazione di dighe ed altre simili opere massive dove è richiesto un basso calore di idratazione devono essere utilizzati i cementi speciali con calore di idratazione molto basso conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 14216, in possesso di un certificato di conformità rilasciato da un Organismo di Certificazione europeo Notificato.

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.

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

L'Impresa dovrà approvvigionare il cemento presso cementerie che diano garanzie di bontà, costanza del tipo, continuità di fornitura.

A cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, dovranno essere controllate presso un Laboratorio Ufficiale (di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001), le resistenze meccaniche ed i requisiti chimici e fisici del cemento.

Copia di tutti i certificati di prova sarà custodita dalla Direzione Lavori che potrà 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 norme, atti al confezionamento di conglomerati cementizi fluidi e superfluidi a basso rapporto a/c senza additivazione in fase di betonaggio.

Se non diversamente specificato, si dovranno impiegare calcestruzzi con le seguenti caratteristiche nella realizzazione delle strutture appresso indicate.

1	2	3	4	5	6
Strutture orizzontali ed in elevazione sopra la quota delle fondazioni	C25/30 N/mm <sup>2</sup> C28/35 N/mm <sup>2</sup> C32/40 N/mm <sup>2</sup> C35/45 N/mm <sup>2</sup>	≤ 0,50	Portland	X0/XC1/ XC2/ XC3/XF1	S4/S5
Fondazioni	C25/30 N/mm <sup>2</sup>	≤ 0,55	Portland	X0/XC1/ XC2/ XC3/XF1	S4/S5
Sottofondazioni	C25/30 N/mm <sup>2</sup>	≤ 0,50	Portland	X0/XC1/ XC2/ XC3/XF1	S4/S5

- 1 = Tipi di strutture
- 2 = Classe di resistenza garantita
- 3 = Rapporto acqua/cemento massimo
- 4 = Cemento
- 5 = Classe di esposizione minima
- 6 = Slump

### **Aggregati**

Sono riconosciuti generalmente idonei gli aggregati normali e pesanti conformi alla EN 12620 e gli aggregati leggeri conformi alla EN 13055-1.

Per tutti i tipi di conglomerato cementizio dovranno essere impiegati esclusivamente gli aggregati della categoria A di cui alla norma UNI 8520:2005 parte 2a aventi caratteristiche nei limiti di accettazione della Norma medesima.

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, gesso e solfati solubili (per questi ultimi si veda la tabella a seguire).

A cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (8520:2005 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. Copia della relativa documentazione dovrà essere custodita dalla Direzione Lavori e dall'Impresa.

Tale esame verrà ripetuto con la frequenza indicata nella tabella sottostante e comunque almeno una volta all'anno.

Per poter essere impiegati, gli aggregati devono risultare esenti da minerali pericolosi e da forme di silice reattiva.

Ove fosse presente silice reattiva si procederà all'esecuzione delle prove della Norma 8520:2005 parte 22, con la successione e l'interpretazione ivi descritte.

CARATTERISTICHE	PROVE	NORME	TOLLERANZA DI ACCETTABILITA'
Gelività degli aggregati	Gelività	CNR 80 e UNI 8520 parte 20	perdita di massa < 4% dopo 20 cicli
Resistenza alla abrasione	Los Angeles	CNR 34 e UNI 8520 parte 19	perdita di massa LA 30%
Compattezza degli aggregati	Degradabilità alle soluzioni solfatiche	UNI 8520 parte 10	perdita di massa dopo cinque cicli ≤ 10%
Presenza di gesso e solfati solubili	Analisi chimica degli inerti	UNI 8520 parte 11	SO <sub>3</sub> ≤ 0,05%
Presenza di argille	Equivalente in sabbia	UNI 8520 parte 15	ES ≥ 80 VB ≤ 0,6 cm <sup>3</sup> /g di fini
Presenza di pirite, marcasite e pirrotina	Analisi petrografica	UNI 8520 parte 4	assenti
Presenza di sostanze organiche	Determinazione colorimetrica	UNI 8520 parte 14	Per aggregato fine: colore della soluzione più chiaro dello standard di riferimento
Presenza di forme di silice reattiva	Potenziale reattiva dell'aggregato - metodo chimico Potenziale reattività delle miscele cemento aggregati - metodo del prisma di malta	UNI 8520 parte 22	UNI 8520 parte 22 punto 4  UNI 8520 parte 22 punto 5
Presenza di cloruri solubili	Analisi chimica	UNI 8520 parte 12	CL ≤ 0,05 %
Coefficiente di forma e di appiattimento	Determinazione dei coefficienti di forma e di appiattimento	UNI 8520 parte 18	Cf ≥ 0,15 (Dmax = 32mm) Cf ≥ 0,12 (Dmax = 64mm)
Frequenza delle prove	La frequenza sarà definita dal progettista e/o prescritta dalla Direzione Lavori. Comunque dovranno essere eseguite prove: prima dell'autorizzazione all'impiego; per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava; ogni 8000 m <sup>3</sup> di aggregati impiegati.		

Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie aventi un coefficiente di forma, determinato secondo 8520:2005 parte 18, minore di 0,15 (per un D max fino a 32 mm) e minore di 0,12 (per un D max fino a 64 mm). Controlli in tal senso sono richiesti con frequenza di una prova ogni m<sup>3</sup> 5000 impiegati.

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 m<sup>3</sup> 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 mm 5 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 mm 5;
- ✓ minore dello spessore del copriferro.

### **Acqua di impasto**

Sono considerate idonee l'acqua d'impasto e l'acqua di riciclo della produzione di calcestruzzo, conformi alla EN 1008:2003 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 per litro. In merito al contenuto di ione cloruro nell'acqua per i manufatti in cemento armato normale o precompresso, si dovrà tenere conto dei limiti previsti dalla Norma UNI 8981 parte 5 per il contenuto totale di tale ione.

La quantità di materiale inorganico in sospensione dovrà essere inferiore a 2 g/l; la quantità di sostanze organiche (COD) inferiore a 0,10 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 8520:2005 parte 5).

I massimi rapporti acqua/cemento consentiti, riportati nella Tabella 5.4, potranno essere diminuiti a insindacabile giudizio della Direzione Lavori in relazione al tipo di manufatto, all'impermeabilità e durabilità richieste al manufatto stesso.

### **Additivi**

Gli additivi devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2:2002 e UNI 10765:1999.

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.

### **Additivi fluidificanti, superfluidificanti e iperfluidificanti**

Allo scopo di realizzare conglomerati cementizi impermeabili e durevoli a basso rapporto a/c ed elevata lavorabilità si farà costantemente uso di additivi fluidificanti e superfluidificanti del tipo approvato dalla Direzione Lavori. La classe di consistenza prevista è la S4 o la S5 secondo la classificazione proposta dalla Norma UNI EN206-1:2006 (vedi tab. 5.2) sulla base della misura dell'abbassamento del cono di Abrams (Slump) da eseguire con il metodo previsto da UNI EN12350-2:2009 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. Gli additivi non dovranno contenere cloruri in quantità superiore a quella ammessa per l'acqua d'impasto; 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 dovranno essere impiegati additivi iperfluidificanti (caratterizzati da una riduzione d'acqua di almeno il 30%).

<b>Classe di consistenza</b>	<b>Slump (cm)</b>	<b>Denominazione corrente</b>
S1	Da 1 a 4	Umida
S2	Da 5 a 9	Plastica
S3	Da 10 a 15	Semifluida
S4	Da 16 a 21	Fluida
S5	>22	Superfluida

### **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 5.3, 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 12350-7:2009.

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 260:2006; dovranno essere aggiunti al conglomerato cementizio nella betoniera 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.

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

impiegare.

Il contenuto d'aria inglobata nel conglomerato cementizio indurito potrà essere verificato con il procedimento descritto nello Standard ASTM C 457:2006 o con procedimento similare.

In alternativa all'uso di additivi aeranti è consentito l'impiego di microsferiche 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.

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 abbassano il punto di congelamento dell'acqua d'impasto ed accelerano alle basse temperature i processi di presa e indurimento dei conglomerati cementizi. Dovranno essere impiegati soltanto su disposizione della Direzione Lavori, che dovrà approvarne preventivamente tipo e dosaggio.

### ***Aggiunte (inclusi i filler minerali e i pigmenti)***

Sono considerate generalmente idonee le aggiunte di tipo I:

- ✓ filler conformi alla EN 12620;
- ✓ pigmenti conformi alla EN 12878.

Sono considerate generalmente idonee le aggiunte di tipo II:

- ✓ ceneri volanti conformi alla EN 450;
- ✓ fumi di silice conformi al prEN 13263:1998.

### ***Silice ad alta superficie specifica (Silicafume)***

Quando previsto in progetto o prescritto dalla Direzione Lavori potranno essere impiegati additivi in polvere costituiti essenzialmente da superfluidificanti su un supporto di silice amorfa ad elevatissima superficie specifica (silicafume). Ciò per ottenere conglomerati cementizi ad elevata lavorabilità, resistenza e durabilità, in particolare in presenza di gelo e disgelo e di sali disgelanti.

La quantità di silicafume aggiunta all'impasto, dell'ordine del 5-10% sul peso del cemento, dovrà essere definita d'intesa con il progettista e la Direzione Lavori in sede di qualifica preliminare del conglomerato cementizio, previa verifica mediante immersione di provini in soluzione al 30% di CaCl<sub>2</sub> a 278 K per venti giorni senza che sui provini stessi si manifesti formazione di fessure o scaglie.

### **Disarmanti**

I disarmanti ovvero gli oli o gli agenti applicati al manto della casseforma che agevolano il distacco fra la cassaforma e il calcestruzzo dopo l'indurimento, dovranno essere sottoposti all'approvazione della D.L. ed essere conformi alle norme UNI.

### **Controlli in corso d'opera**

La Direzione Lavori eseguirà controlli periodici in corso d'opera (D.M. 17/01/2018) per verificare la corrispondenza tra le caratteristiche dei materiali e degli impasti impiegati e quelle definite in sede di qualifica.

### **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.

I prelievi, eseguiti in contraddittorio con l'Impresa, verranno effettuati separatamente per ogni opera e per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio previsti nei disegni di progetto od ordinati per iscritto dalla Direzione Lavori. Di tali operazioni, eseguite a cura e spese dell'Impresa, e 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 a cura e spese dell'Impresa in locali ritenuti idonei dalla Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firma del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire la autenticità e la corretta stagionatura.

Con i provini della prima serie 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, secondo le disposizioni che al riguardo saranno impartite dalla Direzione Lavori.

I risultati delle prove di rottura, effettuate sui provini della prima serie di prelievi secondo la norma UNI EN 12390-3:2009, saranno presi a base per la contabilizzazione provvisoria dei lavori, a condizione che il valore della resistenza caratteristica cubica a compressione a ventotto giorni di maturazione  $R_{ck}$ , accertato per ciascun tipo e classe di conglomerato cementizio, non risulti inferiore a quello della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto.

I provini della seconda serie di prelievi dovranno essere sottoposti a prove presso i Laboratori Ufficiali indicati, dalla Direzione Lavori.

Limitatamente ai conglomerati cementizi non armati o debolmente armati (fino ad un massimo di 30 kg di acciaio per m<sup>3</sup>), sarà sottoposto a prova presso Laboratori Ufficiali soltanto il 10% dei provini della seconda serie a condizione che quelli corrispondenti della prima serie siano risultati di classe non inferiore a quella richiesta.

Se dalle prove eseguite presso Laboratori ufficiali sui provini della seconda serie di prelievi risultasse un valore della resistenza caratteristica cubica a compressione a ventotto giorni di maturazione  $R_{ck}$  non inferiore a quella della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto, tale risultanza verrà presa a base della contabilizzazione definitiva dei lavori.

Nel caso che la resistenza caratteristica cubica a compressione a ventotto giorni di maturazione  $R_{ck}$  ricavata per ciascun tipo e classe di conglomerato cementizio dalle prove della prima serie di prelievi, risulti essere inferiore a quella della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto, la Direzione Lavori, nell'attesa dei risultati Ufficiali, potrà a suo insindacabile giudizio ordinare la sospensione dei getti dell'opera d'arte interessata, senza che l'Impresa possa accampare per questo alcun diritto a compenso.

Qualora dalle prove eseguite presso Laboratori Ufficiali risultasse un valore di classe di resistenza inferiore di non più del 10% rispetto a quello della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto, 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 il suo prezzo unitario verrà decurtato del 15%.

Qualora la classe di resistenza riscontrata risulti 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 dalla Direzione Lavori.

Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Impresa se la classe di resistenza risulterà maggiore a quella indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto.

Saranno a carico dell'Impresa tutti gli oneri relativi alle prove di laboratorio, sia effettuate presso Laboratori della Direzione Lavori, sia presso i Laboratori Ufficiali, comprese le spese per il rilascio dei certificati.

### **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.

La degradazione va prevenuta applicando nelle fasi di progettazione e di esecuzione le Norme UNI 8981:1999 e UNI EN 206-1:2001.

La Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista (che dovrà documentare nel progetto delle opere l'adozione delle istruzioni di cui alla Norma UNI 8981/1999) 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 8981:1999, impiegando i tipi di cemento corrispondenti alle classi di resistenza chimica moderata, alta ed altissima, secondo le prescrizioni delle Norme UNI 9156:1997 e 9606:1997; inoltre, per i conglomerati dei tipi II e III, il rapporto acqua cemento dovrà essere inferiore di 0,05 rispetto a quelli della Tabella 15 B.

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, di assorbimento d'acqua, di scagliamento in presenza di cloruro, di resistenza all'azione di soluzioni aggressive.

La prova di resistenza al gelo verrà svolta sottoponendo i campioni a 300 cicli di gelo e disgelo, UNI 7087:2002; la conseguente

variazione delle proprietà caratteristiche dovrà essere contenuta entro i limiti sotto riportati:

- ✓ riduzione del modulo di elasticità = 20%
- ✓ perdita di massa = 2%
- ✓ espansione lineare = 0.2%
- ✓ coefficiente di permeabilità:

- prima dei cicli = 10 - 9 cm / s

- dopo i cicli = 10 - 8 cm/s

La prova di permeabilità verrà eseguita misurando il percolamento d'acqua attraverso provini sottoposti a pressione d'acqua su una faccia.

La prova di assorbimento d'acqua alla pressione atmosferica verrà eseguita secondo il procedimento UNI 7699:2005.

La prova di scagliatura e di permeabilità dello ione cloruro o solfato verrà eseguita secondo la relativa Norma UNI.

### **Tecnologia esecutiva delle opere**

Si ribadisce che l'Impresa è tenuta all'osservanza delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5.11.1971 n. 1086 nonché delle Leggi e Norme UNI vigenti, in quanto applicabili, ed in particolare della Norma UNI EN 206-1:2001.

### **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 e del cemento. La dosatura effettiva degli aggregati dovrà essere realizzata con precisione del 3%; quella del cemento con precisione del 2%. Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta all'anno. Per l'acqua e gli additivi è ammessa anche la dosatura a volume. La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere realizzata con precisione del 2% ed i relativi dispositivi dovranno essere tarati almeno una volta ogni due mesi o comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori. I dispositivi di misura del cemento, dell'acqua e degli additivi 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 debbono garantire la perfetta tenuta nei riguardi dell'umidità atmosferica.

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

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

Se al momento della posa in opera la consistenza del conglomerato cementizio non è quella prescritta, lo stesso non dovrà essere impiegato per l'opera ma scaricato in luogo appositamente destinato dall'Impresa. Tuttavia se la consistenza è minore di quella prescritta (minore slump) e il conglomerato cementizio è ancora nell'autobetoniera, la consistenza può essere portata fino al valore prescritto mediante aggiunta di additivi fluidificanti e l'aggiunta verrà registrata sulla bolla di consegna.

L'uso di tali additivi è compreso e compensato con i prezzi di elenco dei conglomerati cementizi.

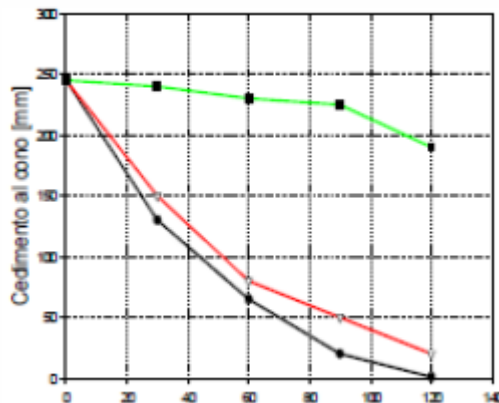
La produzione ed il getto del conglomerato cementizio dovranno essere sospesi nel caso che prevedibilmente la temperatura possa scendere al di sotto di 273 K, salvo diverse disposizioni che la Direzione Lavori potrà dare volta per volta, prescrivendo in tal caso le norme e gli accorgimenti cautelativi da adottare; per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi.

### **Trasporto**

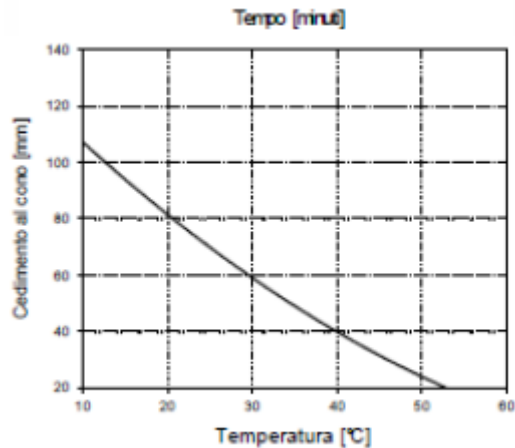
Il trasporto dei conglomerati cementizi dall'impianto di betonaggio al luogo di impiego dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di segregazione dei singoli componenti del conglomerato cementizio medesimo.

Terminata la miscelazione e durante la movimentazione, si può osservare una graduale diminuzione, nel tempo, della lavorabilità provocata: dall'assorbimento dell'acqua d'impasto da parte degli aggregati, dall'inizio delle reazioni d'idratazione del cemento e dalla perdita d'acqua per evaporazione. L'entità della perdita di lavorabilità dipende dai costituenti il calcestruzzo (cemento, additivi, acqua, aggregati), dalla temperatura e dalla velocità di evaporazione dell'acqua di impasto.

Nella figura a seguire è rappresentato per alcuni tipi di calcestruzzo la diminuzione della consistenza in funzione del tempo misurata in condizioni standard di laboratorio (20°C), a partire da una classe di consistenza S5.



Nella figura a seguire è inoltre illustrato, a titolo indicativo, l'effetto della temperatura sulla consistenza, a 60' dalla miscelazione, per un calcestruzzo avente inizialmente una classe di consistenza S5.



I sistemi più utilizzati per il trasporto del calcestruzzo sono: l'autobetoniera, la benna, l'autocarro cassonato e il nastro trasportatore.

L'autobetoniera è idonea a trasportare quasi tutti i tipi di calcestruzzo e permette di mantenere per un periodo abbastanza lungo (2-3 ore) il calcestruzzo miscelato e non segregato, a condizione che l'impasto sia mantenuto in continua agitazione.

L'autocarro cassonato e il nastro trasportatore possono trasportare calcestruzzi a bassa consistenza, con cedimento al cono < 30 mm, quali, ad esempio, quelli destinati alle casseforme scorrevoli e quelli destinati a getti massivi.

Il cassone e il nastro trasportatore devono essere protetti per evitare l'evaporazione dell'acqua o il dilavamento in caso di pioggia.

Per ogni carico di calcestruzzo si predispone un documento che, nel caso di calcestruzzo preconfezionato, deve contenere:

- ✓ la data e l'ora di confezione e i tempi d'inizio e fine getto (è opportuno, inoltre, che siano registrate le ore d'arrivo in cantiere, d'inizio e di fine scarico);
- ✓ la classe d'esposizione ambientale;
- ✓ la classe di resistenza caratteristica;
- ✓ il tipo, la classe del cemento, ove specificato nell'ordine di fornitura;
- ✓ il rapporto a/c, se prescritto;
- ✓ la dimensione massima dell'aggregato;
- ✓ la classe di consistenza;
- ✓ i metri cubi trasportati;

Nel caso di calcestruzzo preparato in cantiere, deve essere almeno indicato:

- ✓ la classe di resistenza caratteristica;
- ✓ i metri cubi trasportati.

L'impresa costruttrice conserva la documentazione nella quale è specificata la struttura a cui il carico di calcestruzzo è stato destinato.

Tale documento deve formare oggetto di controllo e registrazione da parte di chi riceve il calcestruzzo.

Per maggiori dettagli circa la confezione, il trasporto e la consegna del calcestruzzo, sia esso preconfezionato o prodotto in cantiere, si può fare riferimento alle “Linee Guida per la produzione, il trasporto e il controllo del calcestruzzo preconfezionato”, predisposte dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

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 di uscita della pompa.

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli.

L'omogeneità dell'impasto sarà controllata, all'atto dello scarico.

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

### ***Posa in opera***

La messa in opera del calcestruzzo comprende le operazioni di movimentazione e getto del materiale nelle apposite casseforme.

Per assicurare la migliore riuscita del getto, la messa in opera del calcestruzzo richiede, da parte della Direzione Lavori, una serie di verifiche preventive che riguardano, oltre che gli scavi, le casseforme e i ferri d'armatura, anche l'organizzazione e l'esecuzione delle operazioni di getto, di protezione e di stagionatura del calcestruzzo.

Considerata l'importanza delle operazioni di getto, che riguardano la posa in opera del calcestruzzo e tutte le fasi relative, sarà cura della Direzione Lavori stabilire un programma di verifiche comprendenti:

- ✓ il coordinamento con la Direzione Lavori, con il progettista, con i laboratori esterni per ispezioni, verifiche, prelievi di campioni e prove a piè d'opera;
- ✓ l'istruzione/coordinamento con i fornitori e subappaltatori, per la consegna del calcestruzzo delle caratteristiche prescritte;
- ✓ Nel caso di calcestruzzo preconfezionato, le istruzioni/ordini circa le prestazioni, il programma della fornitura, l'eventuale necessità della pompa con relative caratteristiche;
- ✓ l'istruzione agli operatori per organizzare la messa in opera, compattazione e stagionatura del calcestruzzo, in funzione dei volumi, delle sequenze e degli spessori dei getti, della movimentazione e vibrazione del materiale, della protezione e stagionatura della struttura, delle condizioni climatiche, nonché delle eventuali superfici di contatto.

L'impresa esecutrice é tenuta a comunicare con dovuto anticipo al Direttore dei Lavori il programma dei getti indicando:

- ✓ il luogo di getto;

- ✓ la struttura interessata dal getto;
- ✓ la classe di resistenza e di consistenza del calcestruzzo;

La posa in opera avrà inizio solo dopo che il Direttore dei Lavori ha verificato:

- ✓ la preparazione e rettifica dei piani di posa;
- ✓ la pulizia delle casseforme;
- ✓ la posizione e corrispondenza al progetto delle armature e del copriferro;
- ✓ la posizione delle eventuali guaine dei cavi di precompressione;
- ✓ la posizione degli inserti (giunti, water stop, ecc.);
- ✓ l'umidificazione a rifiuto delle superfici assorbenti o la stesura del disarmante;

Nel caso di getti contro terra è bene controllare che siano eseguite, in conformità alle disposizioni di progetto, le seguenti operazioni:

- ✓ la pulizia del sottofondo;
- ✓ la posizione di eventuali drenaggi;
- ✓ la stesa di materiale isolante e/o di collegamento in conformità alle disposizioni di progetto e di capitolato.

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

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

Le casseforme dovranno essere atte a garantire superfici di getto regolari ed a perfetta regola d'arte.

Dovranno essere impiegati prodotti disarmanti aventi i requisiti di cui alle specifiche della Norma UNI 8866; le modalità di 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 di 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

rettilenea della lunghezza di m 2,00, che in ogni punto dovrà aderirvi uniformemente nelle due direzioni longitudinale e trasversale; saranno tollerati soltanto scostamenti inferiori a mm 10.

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 mm 10, la Direzione Lavori ne imporrà la regolarizzazione a totale cura e spese dell'Impresa mediante uno strato di materiali idonei che, a seconda dei casi e ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori potrà essere costituito da:

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

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

Viene poi prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi dei casseri vengano fissati nella 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, intendendosi il relativo onere compreso e compensato nei prezzi di elenco.

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 cm 50 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.

Tra le successive riprese di getto non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze d'aspetto e la ripresa potrà effettuarsi solo dopo che la superficie del getto precedente sia stata accuratamente pulita, lavata e spazzolata.

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

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

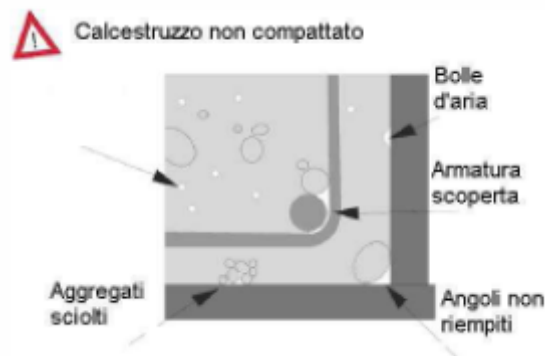
mediante spruzzatura di additivo ritardante sulla superficie del conglomerato cementizio fresco; dopo che la massa del conglomerato sarà indurita si provvederà all'eliminazione della malta superficiale non ancora rappresa, mediante getto d'acqua, ottenendo una superficie di ripresa scabra, sulla quale 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 il normale consolidamento.

L'onere di tali accorgimenti è a carico dell'Impresa.

### **Costipamento**

Quando il calcestruzzo fresco è versato nella cassaforma, contiene molti vuoti e tasche d'aria racchiusa tra gli aggregati grossolani rivestiti parzialmente da malta. Il volume di tale aria, che si aggira tra il 5 ed il 20 %, dipende dalla consistenza del calcestruzzo, dalla dimensione della cassaforma, dalla distribuzione e dall'addensamento delle barre d'armatura e dal modo con cui il calcestruzzo è stato versato nella cassaforma.



Se il calcestruzzo indurisse in questa condizione risulterebbe disomogeneo, poroso, poco resistente e scarsamente aderente alle barre d'armatura. Per raggiungere le proprietà desiderate, il calcestruzzo deve essere compattato. La compattazione è il processo mediante il quale le particelle solide del calcestruzzo fresco si serrano tra loro riducendo i vuoti.

Tale processo può essere effettuato mediante: vibrazione, centrifugazione, battitura, assestamento.

Qualsiasi operazione di costipamento deve essere eseguita prima dell'inizio della presa del calcestruzzo.

I calcestruzzi con classi di consistenza S1 e S2, che allo stato fresco sono generalmente rigidi, richiedono una compattazione più energica dei calcestruzzi di classe S3 o S4, aventi consistenza plastica o plastica fluida.

La lavorabilità di un calcestruzzo formulato originariamente con poca acqua, non può essere migliorata aggiungendo acqua.

Tale aggiunta penalizza la resistenza e dà luogo alla formazione di una miscela instabile che tende a segregare durante la messa in opera. Quando necessario possono essere utilizzati degli additivi fluidificanti o, talvolta, superfluidificanti. Nel predisporre il sistema di compattazione si deve prendere in considerazione la consistenza effettiva del calcestruzzo al momento della messa in opera che, per effetto della temperatura e della durata di trasporto, può essere inferiore a quella rilevata al termine dell'impasto.

### **Costipamento per vibrazione**

La vibrazione consiste nell'imporre al calcestruzzo fresco rapide vibrazioni che fluidificano la malta e drasticamente riducono l'attrito interno esistente tra gli aggregati. In questa condizione il calcestruzzo si assesta per effetto della forza di gravità, fluisce nelle casseforme, avvolge le armature ed espelle l'aria intrappolata. Al termine della vibrazione l'attrito interno ristabilisce lo stato di quiete e il calcestruzzo risulta denso e compatto.

I vibratorii possono essere: interni ed esterni.

I vibratorii interni, detti anche ad immersione o ad ago, sono i più usati nei cantieri, essi sono costituiti da una sonda o ago, contenente un albero eccentrico azionato da un motore tramite una trasmissione flessibile. Il loro raggio d'azione, in relazione al diametro, varia tra 0,2 e 0,6 m mentre la frequenza di vibrazione, quando il vibratore è immerso nel calcestruzzo, è compresa tra 90 e 250 Hz.

Per effettuare la compattazione l'ago vibrante è introdotto verticalmente, è spostato da punto a punto nel calcestruzzo, con tempi di permanenza da 5 a 30 sec. L'effettivo completamento della compattazione può essere valutato dall'aspetto della superficie, che non deve essere né porosa né eccessivamente ricca di malta. L'estrazione dell'ago deve essere graduale ed effettuata in modo da permettere la richiusura del foro da esso lasciato. L'ago deve essere introdotto per l'intero spessore del getto fresco, e per 5-10 cm in quello sottostante, se questo è ancora lavorabile. In tal modo si ottiene un adeguato legame tra gli strati e si impedisce la formazione di un "giunto freddo" tra due strati di getti sovrapposti.

I cumuli che inevitabilmente si formano quando il calcestruzzo è versato nei casseri devono essere livellati inserendo il vibratore entro la loro sommità. Per evitare la segregazione, il calcestruzzo non deve essere spostato lateralmente con i vibratorii mantenuti in posizione orizzontale, operazione che comporterebbe un forte

affioramento di pasta cementizia con contestuale sedimentazione degli aggregati grossi.

La vibrazione ottenuta affiancando il vibratore alle barre d'armatura è tollerata solo se l'addensamento tra le barre impedisce l'ingresso del vibratore ed a condizione che, non ci siano sottostanti strati di calcestruzzo in fase d'indurimento.

Qualora il getto comporti la messa in opera di più strati, si dovrà programmare la consegna del calcestruzzo in modo che ogni strato sia disposto sul precedente quando questo è ancora allo strato plastico così da evitare i "giunti freddi".

I vibratorii esterni sono utilizzati generalmente negli impianti di prefabbricazione; possono comunque essere utilizzati anche nei cantieri quando la struttura è complessa o l'addensamento delle barre d'armatura limita o impedisce l'inserimento di un vibratore ad immersione.

I vibratorii superficiali applicano la vibrazione tramite una sezione piana appoggiata alla superficie del getto, in questo modo il calcestruzzo è sollecitato in tutte le direzioni e la tendenza a segregare è minima. Un martello elettrico può essere usato come vibratore superficiale se combinato con una piastra d'idonea sezione. Per consolidare sezioni sottili è utile l'impiego di rulli vibranti.

Per pavimentazioni stradali sono disponibili finitrici vibranti e macchinari di vario genere, i cui dettagli esulano dallo scopo di questo documento.

### **Costipamento manuale**

Per lavori di limitata entità e quando non è possibile l'impiego di mezzi meccanici, il costipamento può essere eseguito manualmente con l'ausilio di pestelli in legno o metallici. In questi casi, onde assicurare l'efficacia del costipamento per strati successivi.

### **Condizioni speciali di lavorazione**

#### **Getti a basse temperature (< +5°C)**

Si definisce "clima freddo" una condizione climatica in cui, per tre giorni consecutivi, si verifica almeno una delle seguenti condizioni:

- ✓ la temperatura media dell'aria è inferiore a 5 °C
- ✓ la temperatura dell'aria non supera 10°C per più di 12 ore.

Prima del getto si deve verificare che tutte le superfici a contatto con il calcestruzzo siano a temperatura > +5°C.

La neve ed il ghiaccio, qualora presenti, devono essere rimossi immediatamente prima del getto dalle casseforme, dalle armature e dal fondo.

I getti all'esterno devono essere sospesi se la temperatura dell'aria è  $\leq 0^{\circ}\text{C}$ ; tale limitazione non si applica nel caso di getti in ambiente protetto o qualora siano predisposti opportuni accorgimenti approvati dalla Direzione Lavori (es. riscaldamento dei costituenti il calcestruzzo, riscaldamento dell'ambiente, etc...).

Il calcestruzzo deve essere protetto dagli effetti del clima freddo durante tutte le fasi di preparazione, movimentazione, messa in opera, maturazione.

Si consiglia di coibentare la cassaforma fino al raggiungimento della resistenza prescritta; in fase di stagionatura, si consiglia di ricorrere all'uso di agenti anti-evaporanti nel caso di superfici piane, o alla copertura negli altri casi, e di evitare ogni apporto d'acqua sulla superficie.

Gli elementi a sezione sottile messi in opera in casseforme non coibentate, esposti sin dall'inizio a basse temperature ambientali richiedono un'attenta e sorvegliata stagionatura. Nel caso in cui le condizioni climatiche portino al congelamento dell'acqua prima che il calcestruzzo abbia raggiunto una sufficiente resistenza alla compressione ( $5 \text{ N/mm}^2$ ), il conglomerato può danneggiarsi in modo irreversibile. Il valore limite ( $5 \text{ N/mm}^2$ ) corrisponde ad un grado d'idratazione sufficiente a ridurre il contenuto in acqua libera e a formare un volume d'idrati in grado di ridurre gli effetti negativi dovuti al gelo.

Durante le stagioni intermedie e/o in condizioni climatiche particolari (alta montagna) nel corso delle quali c'è comunque possibilità di gelo, tutte le superfici del calcestruzzo vanno protette, dopo la messa in opera, per almeno 24 ore. La protezione nei riguardi del gelo durante le prime 24 ore non impedisce comunque un ritardo, anche sensibile, nell'acquisizione delle resistenze nel tempo.

Nella tabella seguente sono riportate le temperature consigliate per il calcestruzzo in relazione alle condizioni climatiche ed alle dimensioni del getto.

Durante il "periodo freddo" la temperatura del calcestruzzo fresco messo in opera nelle casseforme non dovrebbe essere inferiore ai valori riportati in tabella. In relazione alla temperatura ambiente ed ai tempi di attesa e di trasporto si deve prevedere un raffreddamento di  $2 - 5^\circ\text{C}$  tra il termine della miscelazione e la messa in opera.

Durante il periodo freddo è rilevante l'effetto protettivo delle casseforme: ad esempio, quelle metalliche offrono una protezione efficace solo se sono opportunamente coibentate.

Al termine del periodo di protezione, necessario alla maturazione, il calcestruzzo deve essere raffreddato gradatamente per evitare il rischio di fessure provocate dalla differenza di temperatura tra parte interna ed esterna, La diminuzione di temperatura sulla superficie del calcestruzzo, durante le prime 24 ore, non dovrebbe superare i valori riportati in tabella. Si consiglia di allontanare gradatamente le protezioni facendo in modo che il calcestruzzo raggiunga gradatamente l'equilibrio termico con l'ambiente.

### **Getti a temperature elevate (> $35^\circ\text{C}$ )**

Il clima caldo influenza la qualità sia del calcestruzzo fresco, che di quello indurito. Infatti provoca una troppo rapida evaporazione dell'acqua di impasto ed una velocità di idratazione del cemento eccessivamente elevata. Le condizioni che caratterizzano il clima caldo sono:

- ✓ temperatura ambiente elevata
- ✓ bassa umidità relativa
- ✓ forte ventilazione (non necessariamente nella sola stagione calda)
- ✓ forte irraggiamento solare
- ✓ temperatura elevata del calcestruzzo.

I potenziali problemi per il calcestruzzo fresco riguardano:

- ✓ aumento del fabbisogno d'acqua
- ✓ veloce perdita di lavorabilità e conseguente tendenza a rapprendere nel corso della messa in opera
- ✓ riduzione del tempo di presa con connessi problemi di messa in opera, di compattazione, di finitura e rischio di formazione di giunti freddi
- ✓ tendenza alla formazione di fessure per ritiro plastico difficoltà nel controllo dell'aria inglobata.

I potenziali problemi per il calcestruzzo indurito riguardano:

- ✓ riduzione della resistenza a 28 giorni e penalizzazione nello sviluppo delle resistenze a scadenze più lunghe, sia per la maggior richiesta di acqua, sia per effetto del prematuro indurimento del calcestruzzo
- ✓ maggior ritiro per perdita di acqua
- ✓ probabili fessure per effetto dei gradienti termici (picco di temperatura interno e gradiente termico verso l'esterno)
- ✓ ridotta durabilità per effetto della diffusa micro-fessurazione
- ✓ forte variabilità nella qualità della superficie dovuta alle differenti velocità di idratazione maggior permeabilità.

Durante le operazioni di getto la temperatura dell'impasto non deve superare 35°C; tale limite dovrà essere convenientemente ridotto nel caso di getti di grandi dimensioni.

Esistono diversi metodi per raffreddare il calcestruzzo; il più semplice consiste nell'utilizzo d'acqua molto fredda o di ghiaccio in sostituzione di parte dell'acqua d'impasto. Per ritardare la presa del cemento e facilitare la posa e la finitura del calcestruzzo si possono aggiungere additivi ritardanti, o fluidificanti ritardanti di presa, preventivamente autorizzati dalla Direzione Lavori.

### **Getti in acqua**

La posa del calcestruzzo deve essere effettuata in modo da eliminare il rischio di dilavamento. I metodi esecutivi dovranno assicurare l'omogeneità del calcestruzzo ed essere tali che la parte di getto a contatto diretto con l'acqua non sia mescolata alla restante massa di calcestruzzo, mentre la parte eventualmente dilavata oppure carica di fanghiglia possa esser eliminata con scalpellatura.

Pertanto al momento del getto il calcestruzzo dovrà fluire quale massa compatta affinché lo stesso sia, dopo l'indurimento, il più denso possibile senza costipazione;

dovrà essere data la preferenza a composizioni granulometriche continue; occorre che venga tenuto particolarmente in considerazione il contenuto di materiale fine. Nel caso di getto eseguito con benna entro tubazioni in pressione con rifluimento dal basso, si dovrà procedere in modo che la massa del calcestruzzo sposti l'acqua, lasciando possibilmente costante la superficie di calcestruzzo venuto originariamente a contatto con l'acqua stessa. Non sono consentiti getti diretti in acque aggressive, in specie se con sensibile acidità.

E' consigliabile l'uso di additivi superfluidificanti in modo da ottenere calcestruzzi con rapporto acqua - cemento compreso fra 0,45 e 0,50, che siano ugualmente molto fluidi, coesivi e non segregabili.

### **Getti contro terra**

Il terreno a contatto del getto deve essere stabile o adeguatamente stabilizzato e non deve produrre alterazioni della quantità dell'acqua dell'impasto.

Inoltre non deve presentare in superficie materiale sciolto che potrebbe mescolarsi al calcestruzzo.

In genere si consiglia una opportuna preparazione della superficie del terreno (ad esempio, con calcestruzzo magro per le fondazioni, calcestruzzo proiettato per gallerie, pozzi e muri di sostegno).

I ricoprimenti delle armature devono essere quelli relativi agli ambienti aggressivi.

### **Interruzione nel lavoro**

I getti dovranno essere adeguatamente programmati in modo tale che le interruzioni avvengano in corrispondenza di manufatti compiuti. Qualora ciò non fosse possibile per il sopravvenire di eventi imprevedibili, si dovranno porre in opera tutte le precauzioni (ad es.: uso di ritardanti, resine sintetiche, armature supplementari, ecc.) atte ad escludere qualsiasi rischio di riduzione della resistenza del calcestruzzo. In proposito dovrà essere interpellata la D.L. per le approvazioni e verifiche necessarie.

In corrispondenza delle interruzioni di getto per travi e solai, il calcestruzzo dovrà essere contenuto entro i casseri da pareti provvisorie: non saranno ammesse interruzioni di getto con calcestruzzo fresco libero nelle sue parti terminali e non opportunamente contrastato da superfici solide.

Nel caso di presenza di falde d'acqua in pressione sarà necessario prevedere l'uso di profili water stop (PVC) per la tenuta idraulica in corrispondenza dell'interruzione di getto.

Le dimensioni, la sagoma ed il tipo dei profili water stop sono soggetti all'approvazione della D.L.

### **Riprese del getto**

Le superfici di ripresa devono essere pulite, scabre e sufficientemente umide.

Le riprese, non previste in fase di progetto, devono essere eseguite in senso pressoché normali alla direzione degli sforzi di compressione, escludendo le zone di massimo momento flettente.

Se una interruzione del getto producesse una superficie di ripresa mal orientata, il conglomerato dovrà essere demolito onde realizzare una superficie opportunamente orientata per la ripresa.

Laddove specificatamente richiesto si dovrà provvedere alla preparazione, previa pulizia delle superfici, con resine epossidiche e collegamento tra il vecchio ed il nuovo getto realizzato con lamiere stirate.

### **Protezione termica durante la stagionatura**

Per limitare il rischio delle fessure superficiali, dovute agli effetti termici, è opportuno proteggere adeguatamente la struttura in modo da ridurre il  $\Delta T$  fra l'interno e l'esterno.

Particolare attenzione deve essere posta ai getti di grosse dimensioni, in cui l'inerzia termica della parte interna ed il rapido raffreddamento di quella esterna, può provocare stati di coazione. Il progettista e/o la Direzione Lavori possono prescrivere la verifica degli innalzamenti termici e dei gradienti termici in diversi punti di una sezione di calcestruzzo, facendo predisporre termocoppie all'interno delle casseforme ed opportuni interventi di coibentazione della struttura o di variazione della composizione del calcestruzzo.

I più comuni sistemi di protezione termica adottabili nei getti di cantiere:

- Cassaforma isolante  
Il  $t \leq 20^\circ\text{C}$  può essere rispettato se si usa una cassaforma isolante, es. legno compensato con spessore  $\geq 2$  cm, o se il getto si trova contro terra;
- Sabbia e foglio di polietilene  
La parte superiore del getto si può proteggere con un foglio di polietilene coperto con 7-8 cm di sabbia. Il foglio di polietilene ha anche la funzione di mantenere la superficie pulita e satura d'umidità;
- Immersione in leggero strato d'acqua  
La corretta stagionatura è assicurata mantenendo costantemente umida la struttura messa in opera. Nel caso di solette e getti a sviluppo orizzontale si suggerisce di creare un cordolo perimetrale che permette di mantenere la superficie costantemente ricoperta da alcuni centimetri d'acqua. Occorre porre attenzione, in condizioni di forte ventilazione, alla rapida escursione della temperatura sulla superficie per effetto dell'evaporazione;
- Coibentazione con teli flessibili  
Sono ideali nelle condizioni invernali, in quanto permettono di trattenerne il calore nel getto, evitando la dispersione naturale; si deve tener conto, tuttavia, che, nella movimentazione, le coperte possono essere facilmente danneggiate.

Al fine di assicurare alla struttura un corretto sistema di stagionatura in funzione delle condizioni ambientali, della geometria dell'elemento e dei tempi di scasseratura previsti, la D.L. prevederà ad eseguire in cantiere una serie di verifiche che assicurino l'efficacia delle misure di protezione adottate.

Si deve ricorrere alla protezione con teli anche quando ci sia il rischio di dilavamento del getto, in caso di piogge battenti o di essiccamento troppo rapido per un irraggiamento solare eccessivo.

## **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 giorni, 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 nelle Norme UNI. 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 di alcuni millesimi di millimetro aggiunti nella betoniera e dispersi uniformemente nel conglomerato cementizio, in misura di 0,5 - 1,5 kg/m<sup>3</sup>.

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

### ***Maturazione accelerata a vapore***

La maturazione accelerata a vapore deve essere eseguita osservando le prescrizioni che seguono il disposto della Norma UNI EN 206-1:2006:

- ✓ 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 < 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 di umidità per evaporazione.

### **Disarmo e scasseratura**

Il disarmo comprende le fasi che riguardano la rimozione delle casseforme e delle strutture di supporto; queste non possono essere rimosse prima che il calcestruzzo abbia raggiunto la resistenza sufficiente a:

- ✓ sopportare le azioni applicate
- ✓ evitare che le deformazioni superino le tolleranze specificate
- ✓ resistere ai deterioramenti di superficie dovuti al disarmo.

Durante il disarmo è necessario evitare che la struttura subisca colpi, sovraccarichi e deterioramenti.

I carichi sopportati da ogni centina devono essere rilasciati gradatamente, in modo tale che gli elementi di supporto contigui non siano sottoposti a sollecitazioni brusche ed eccessive.

La stabilità degli elementi di supporto e delle casseforme deve essere assicurata e mantenuta durante l'annullamento delle reazioni in gioco e lo smontaggio. La procedura di puntellatura e di rimozione dei puntelli è bene sia oggetto di un'apposita nota progettuale (di Capitolato o della Direzione Lavori) in cui dovrà essere specificato come procedere al fine di ridurre ogni rischio per l'incolumità di persone e cose ed ottenere le prestazioni attese. Il disarmo deve avvenire gradatamente adottando i provvedimenti necessari ad evitare brusche sollecitazioni ed azioni dinamiche. Infatti, l'eliminazione di un supporto dà luogo, nel punto di applicazione, ad una repentina forza uguale e contraria a quella esercitata dal supporto (per carichi verticali, si tratta di forze orientate verso il basso,

che danno luogo ad impropri aumenti di sollecitazione delle strutture). Il disarmo non deve avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive.

Si può procedere alla rimozione delle casseforme dai getti solo quando è stata raggiunta la resistenza indicata dal progettista e comunque non prima dei tempi prescritti nei decreti attuativi della Legge n° 1086/71; in ogni caso il disarmo deve essere autorizzato e concordato con la Direzione Lavori.

Si deve porre attenzione ai periodi freddi, quando le condizioni climatiche rallentano lo sviluppo delle resistenze del calcestruzzo, come pure al disarmo ed alla rimozione

delle strutture di sostegno delle solette e delle travi. In caso di dubbio, è opportuno verificare la resistenza meccanica reale del calcestruzzo.

### **Protezione dopo la scasseratura**

Si richiama quanto previsto dalla norma UNI EN 206-1:2006; 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 della norma UNI EN 206-1:2006.

### **Prova sui materiali e sul conglomerato cementizio fresco**

Fermo restando quanto stabilito al precedente punto 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, l'omogeneità, il contenuto d'aria, il rapporto acqua/cemento e l'acqua essudata (bleeding).

La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono di ABRAMS (slump), come disposto dalla Norma UNI EN 12350-2:2009. Tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi fra cm 2 e cm 20. Per abbassamenti inferiori a cm 2 si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo la Norma UNI EN 12350-5:2009, o con l'apparecchio VEBÈ secondo la Norma UNI EN 12350-3:2009.

La prova di omogeneità verrà 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 mm 4.

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 cm 3.

La prova del contenuto d'aria è richiesta ogni qualvolta si impieghi un additivo aerante e comunque dovrà essere effettuata almeno una volta per ogni giorno di getto. Essa verrà eseguita secondo la Norma UNI EN 12350-7:2009.

Il rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio fresco dovrà essere controllato in cantiere, secondo la Norma UNI EN 206-1:2006, almeno una volta per ogni giorno di getto.

In fase di 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 la effettuazione di prove e controlli mediante prelievo di carote e/o altri sistemi anche non distruttivi quali ultrasuoni, misure di pull out, contenuto d'aria da aerante, ecc.

### **Provini**

- a) prova del cono di cui alla EN 12350-6:2009;
- b) prova del dosaggio di cemento di cui alla UNI 6393:1988 e alla EN 12350-6:2009;
- c) prova del contenuto d'aria di cui alla UNI EN 12350-7:2009;
- d) prova del contenuto d'acqua;
- e) prova di omogeneità in caso di trasporto con autobetoniera;
- f) prova di resistenza a compressione su campioni cilindrici prelevati con carotaggio da strutture già stagionate;
- g) prova di resistenza a compressione con sclerometro.

### **Determinazione del diametro massimo degli inerti**

La determinazione del diametro massimo degli inerti verrà effettuata come segue:

Dalla massa di calcestruzzo da esaminare si prelevano circa 10 Kg di materiale. Tale quantità, dopo la pesatura (sia P il peso), verrà posta in un vaglio, con diametro dei fori corrispondente al diametro massimo nominale D dell'inerte, e setacciata in acqua. Il residuo del vaglio sarà scolato e pesato (sia p il peso).

La percentuale di elementi d'inerte con diametro D, di valore  $p/P \times 100$ , non dovrà superare il 3% (residuo al vaglio).

Nella misura dei pesi P e p è accettato un errore non superiore allo 0,2%.

La prova deve essere eseguita entro 30 minuti dal prelievo di calcestruzzo, a meno che non vengano impiegati ritardanti di presa.

Il controllo deve essere eseguito ogni qualvolta vari la provenienza e/o la qualità degli inerti.

### **Stati superficiali del getto**

Dopo che ogni singola parte sia stata disarmata, le superfici dei getti, previo benestare della Direzione dei Lavori, andranno regolarizzate in modo da togliere eventuali risalti e sbavature, riempire i vuoti e riparare parti eventualmente non perfettamente riuscite. Le superfici faccia a vista dovranno presentare le seguenti caratteristiche:

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

## **Classificazione degli stati superficiali**

Le superfici di conglomerato cementizio in relazione al loro grado di finitura, conseguente anche alle classi di casseforme impiegate, possono essere delle seguenti quattro classi, con i requisiti appresso indicati:

- A (speciale);
- B (accurata);
- C (ordinaria);
- D (grossolana).

Qualora non diversamente e particolarmente disposto le superfici di conglomerato cementizio normale dovranno corrispondere almeno alla classe B, se faccia a vista alla classe A.

### **Planarità generale**

L'errore percentuale di planarità "d" misurato mediante un regolo lungo 3 m posto sulla superficie da controllare, viene espresso da:

$d = h/L$  h = massima altezza rilevata tra la superficie del calcestruzzo e la base del regolo, espressa in millimetri

L = lunghezza del regolo, espressa in millimetri.

Per le classi previste, l'errore di planarità non dovrà essere superiore a:

Classe A -  $d = 0.4\%$

Classe B -  $d = 0.6\%$

Classe C -  $d = 1.0\%$

### **Planarità locale**

L'errore di planarità locale "e" viene misurato mediante un regolo di 20 cm, comunque posto sulla superficie da controllare, rilevando i valori massimi delle sporgenze e delle rientranze.

Per le classi previste, l'errore di planarità locale non dovrà essere superiore a:

Classe A -  $e = 3 \text{ mm}$

Classe B -  $e = 6 \text{ mm}$

Classe C -  $e = 10 \text{ mm}$

### **Gradini dovuti al posizionamento dei casseri**

Qualora tra singole zone di una superficie di conglomerato cementizio vi siano differenze di altezza, appositamente predisposte o fortuite, lo scarto "f" sulla differenza progettuale di altezza tra le zone (per superfici piane la differenza progettuale è zero) non dovrà essere, per le classi previste, superiore a:

Classe A -  $f = 3 \text{ mm}$

Classe B -  $f = 6 \text{ mm}$

Classe C -  $f = 10 \text{ mm}$

### **Giunti tra elementi**

I giunti tra gli elementi di conglomerato cementizio, siano essi effettivi o fittizi, dovranno essere rettilinei ed avere larghezza uniforme con la tolleranza qui sotto specificata. Rilevato su ciascun elemento lo scarto massimo rispetto allo spigolo rettilineo teorico, si definisce errore totale sul giunto la somma dei valori assoluti degli scarti massimi rilevati.

L'errore totale ammesso "g" è, per le classi previste, il seguente, ove "L" è la larghezza progettuale del giunto:

Classe A -  $g = 0.3 L$

Classe B -  $g = 0.5 L$

Classe C -  $g = 0.7 L$

con un valore max, però, rispettivamente di:

Classe A - 8 mm

Classe B - 10 mm

Classe C - 15 mm

### **Distanza fra i motivi decorativi**

Il rapporto "r" tra la distanza reale e la distanza teorica tra i motivi decorativi previsti in progetto dovrà essere, per le classi previste, compreso tra i seguenti valori:

Classe A -  $r = 0.9 / 1.1$

Classe B -  $r = 0.7 / 1.3$

Classe C -  $r = 0.5 / 1.5$

### **Tolleranze**

I getti dovranno essere eseguiti con le seguenti tolleranze massime accettabili, fermo restando quanto stabilito ai punti precedenti sulla classificazione degli stati superficiali del calcestruzzo.

- ✓ fuori piano (distanza di uno dei vertici dal piano definito dagli altri tre): max 10 mm per ogni metro di distanza dallo spigolo più vicino con un max di 30 mm;
- ✓ lunghezze: 1/200 della dimensione nominale con un max di 30 mm; la somma degli scarti tollerati tra gli elementi contigui sommandosi sarà inferiore alla tolleranza max di 30 mm;
- ✓ il fuori piombo max delle strutture verticali potrà essere pari ad 1/200 dell'altezza della struttura stessa, con un max di 20 mm.

## **Manufatti in cemento armato contenenti liquidi**

Per i getti di vasche e altri manufatti contenenti, ad impianto funzionante, liquidi, tenuto conto anche delle caratteristiche di aggressività di questi, è richiesta una perfetta impermeabilità.

Si consiglia allo scopo l'adozione degli accorgimenti seguenti:

- ✓ controllo della granulometria degli inerti;
- ✓ controllo del rapporto acqua - cemento nella preparazione del conglomerato;
- ✓ impiego di additivi appropriati;
- ✓ esclusione, nell'esecuzione dei getti, di tiranti passanti;
- ✓ vibrazione dei getti;
- ✓ esclusione di riprese dei getti durante l'esecuzione delle singole vasche o di vasche con pareti in comune;
- ✓ sigillatura dei distanziali.

L'Impresa ha ampia facoltà di adottare altri sistemi che ritenga più idonei, previo consenso della Direzione dei Lavori.

Resta in ogni caso a carico dell'Impresa la responsabilità e la garanzia di tenuta delle vasche.

Le pareti e i fondi non dovranno essere intonacati ma lasciati in vista; pur non essendo richiesta una finitura superficiale a faccia vista, è richiesta una superficie priva di vistose asperità, di porosità, ecc.: a tale scopo si consiglia, ove possibile, l'uso di casseri a pannello o di casseri metallici.

I ferri di armatura dovranno essere ricoperti da almeno 4 cm. di calcestruzzo a partire dal bordo esterno delle staffe.

Nell'esecuzione delle opere dovranno essere rispettate le tolleranze sulle dimensioni e sulle quote altimetriche e di planarità espressamente indicate negli elaborati grafici di progetto.

E' obbligo dell'Impresa avvertire con sufficiente anticipo la Direzione dei Lavori della esecuzione dei getti; quest'ultima potrà in ogni caso richiedere quelle modifiche, o interventi, sulla cassetatura che riterrà opportuni per una migliore esecuzione.

Nelle riprese di getto dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti necessari a garantire la completa tenuta delle vasche ed un aspetto estetico privo di discontinuità. Per tutti i giunti deve essere garantita la perfetta tenuta idraulica mediante l'inserimento di opportuni profilati come di seguito esplicitato.

Profilati in pvc per giunti a tenuta idraulica.

Profilati di particolare elasticità, costituiti da resine viniliche termoplastiche di alta qualità, che presentano elevata resistenza all'azione aggressiva delle soluzioni acido alcaline, all'invecchiamento ed alle sollecitazioni meccaniche.

Dati tecnici sul materiale:

- ✓ tipo cloruro di polivinile
- ✓ peso specifico 1,28 kg/ lt  $\pm$  0,02

- ✓ durezza shore a +20 °C 68 ± 3
- ✓ resistenza a trazione a +20 °C ≥ 10 N/mm<sup>2</sup>
- ✓ allungamento a rottura ≥ 275%
- ✓ limiti di temperatura di impiego da -35 °C a +60 °C

### ***Posa in opera***

#### ***Profilati annegati.***

I profilati devono essere annegati nel getto di calcestruzzo con una copertura minima pari ad 1,1 volte la lunghezza della loro ala. La parte del profilato che viene annegata nel calcestruzzo deve essere fissata all'armatura con filo di ferro od a mezzo di apposite clips curando, se trattasi di giunti di dilatazione, di interporre apposito materiale morbido per la realizzazione del giunto e per impedire l'intasamento con parti rigide del giunto stesso.

#### ***Profilati di superficie***

I profilati di questo tipo dovranno essere fissati direttamente sul cassero o sul sottofondo coerente. I peduncoli di ancoraggio dovranno essere rivolti verso il getto di calcestruzzo.

I suddetti profilati possono essere saldati direttamente in cantiere a mezzo di saldatrice elettrica a resistenza munita di bocchetta di uscita di aria calda, secondo il seguente schema:

- ✓ tagliare le estremità da giuntare in modo che combacino;
- ✓ accostarle e dirigere su di esse il getto di aria calda (circa 400 - 600 °C) sino a rammollimento del materiale;
- ✓ unire immediatamente le due estremità sino ad avvenuta solidificazione;
- ✓ completare le giunzioni con apposito nastro coprigiunto in P.V.C. lungo tutto il perimetro della saldatura stessa.

## **PROTEZIONE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI**

### **Definizione**

In relazione alle caratteristiche delle strutture da proteggere, potranno essere adottati diversi cicli di protezione. La scelta del ciclo da impiegare è di competenza della Direzione Lavori e dipenderà dalla rispondenza alle caratteristiche di seguito riportate e da valutazioni di tipo economico nell'ambito di ciascuna categoria di protezione.

### **Massima protezione**

La massima protezione si intende riferita a quelle superfici a vista quali: parapetti, cordoli, baggioli, ecc. che sono soggette alle azioni aggressive dirette. I prodotti impiegati dovranno possedere caratteristiche chimico - fisiche tali da resistere agli agenti degradanti esterni quali ioni salini, raggi ultravioletti ed infrarossi, acque meteoriche ecc. Potranno essere impiegati i seguenti tipi di protettivi:

1) Protettivi filmogeni costituenti una pellicola protettiva a basso o ad alto spessore e non conferenti miglie e necessarie ai conglomerati cementizi.

2) Protettivi strutturali costituiti da monomeri organici che polimerizzano all'interno della struttura in conglomerato cementizio alla quale conferiscono elevate caratteristiche di durabilità e resistenza.

### **Media protezione**

La media protezione si intende riferita a quelle superfici protette o non esposte, quali: solette da impalcato, teste pile, ecc.

Tali superfici sono soggette alle azioni aggressive indirette non generalizzate.

I prodotti impiegati dovranno possedere caratteristiche chimico fisiche tali da resistere agli ioni salini, alle acque di percolamento, ecc.

Potranno essere usati i seguenti tipi di protettivi:

1) protettivi impregnanti agenti con funzioni di tipo chimico - fisico, dispersi in veicolo non acquoso; (intasamento dei fori e/o presenza di ioni inorganici e stabilizzanti). Tali sostanze non cambiano le caratteristiche necessarie dei conglomerati cementizi ma ne migliorano la durabilità;

2) tutti i tipi di materiali considerati per la massima protezione sono assettati anche per la media protezione;

3) potranno essere impiegati materiali impregnanti di origine organica ed inorganica dispersi in veicolo acquoso.

Tutti i prodotti usati per la protezione delle solette degli impalcati devono mantenere invariate le caratteristiche chimico fisiche anche quando vengono a contatto con prodotti a temperature elevate (473 K) usati per l'impermeabilizzazione dell'impalcato.

### **Cicli protettivi**

#### ***Protettivi filmogeni***

Di seguito viene descritto un ciclo di protezione formato da tre strati di prodotti vernicianti, a due componenti, indurenti all'aria.

Le caratteristiche di composizione dei tre strati dovranno essere le seguenti.

#### **1° Strato**

Mano di fondo epossidica bicomponente costituita da:

*Componente A):*

Pittura base: pigmento attivo (biossido di titanio) disperso in veicolo epossidico. Solo per questo strato, in fase di applicazione, l'Impresa dovrà dichiarare alla Direzione Lavori la percentuale di diluizione in volume, riferito ad un volume di 100 di prodotto (A + B) miscelato. Tale diluizione dovrà essere considerata la più adatta a seconda dell'assorbimento del supporto del conglomerato cementizio, con la funzione di penetrazione ed impregnazione del supporto stesso.

*Componente B):*

Catalizzatore: resina poliammidica dispersa in adatto solvente.

I due componenti devono essere forniti separatamente, composizione della pittura costituente la mano di fondo:

- A) residuo non volatile: deve essere compreso fra il 65% ed il 70% in peso;
- B) pigmento: biossido di titanio (TiO<sub>2</sub>) deve essere il 40% in peso riferito al residuo non volatile,
- C) peso specifico: determinato secondo le descrittive del foglio di norme UNICHIM n. 34/1966 deve essere compresa fra 1,3 e 1,5;
- D) aspetto della pittura: la pittura deve essere ben dispersa, omogenea, esente da grumi e da pellicole. Viene tollerata una leggera sedimentazione del pigmento sul fondo del contenitore che però, in ogni caso, deve potersi facilmente reincorporare al veicolo mediante rimescolamento a mezzo spatola. Il controllo verrà effettuato secondo il metodo F.T.M.S. 141 A 3011.

Caratteristiche dei componenti fondamentali:

Nella formulazione della pittura base possono essere inclusi agenti disperdenti, antisedimentanti, antischiumogeni, ecc., incorporati in modo tale che la pittura stessa possieda tutte le caratteristiche riportate nelle voci precedenti.

A) veicolo: il veicolo deve essere essenzialmente costituito da una resina epossidica avente le seguenti caratteristiche:

natura aromatica

alto equivalente epossidico (470 - 500).

B) POT-LIFE: non deve essere inferiore a 2 ore con prodotto miscelato alla temperatura di 293 K + 2 K e con umidità relativa compresa fra 50% e 70%

C) grado di stabilità della pittura alla diluizione: un volume di pittura miscelata viene diluito entro un'ora dalla miscelazione con un volume di diluente così formulato:

xilene 35 ± 0,5 % in volume

etilenglicol monoetiletere 35 ± 0,5 % in volume

isopropanolo 30 ± 0,5 % in volume.

Nel periodo della diluizione ed in seguito entro min 120, non si devono riscontrare incompatibilità, separazione di fasi o

precipitazione, ecc.

D) metodo di applicazione: pennello.

## **2° Strato**

Mano intermedia epossidica bicomponente, da applicare tal quale, analoga come composizione alla precedente, di tonalità grigio più chiaro della mano di finitura.

Metodo di applicazione: pennello e/o rullo.

## **3° Strato**

Mano di finitura poliuretana bicomponente costituita da:

Componente A): resina isocianica alifatica diluita con adatti solventi e diluenti.

Componente B): resina poliesteri contenente gruppi ossidrilici liberi diluita con adatti solventi e diluenti in cui sono dispersi il pigmento (colorante e carica) ed i vari additivi.

I due componenti devono essere forniti separatamente.

Caratteristica del componente A:

aspetto: deve essere limpido, senza alcun precipitato flocculento bianco causato dalla presenza dell'umidità. Tale aspetto viene controllato secondo il metodo F.T.M.S. 141 A 3011;

peso specifico: deve essere compreso tra 0,900 e 1,000; la determinazione si esegue secondo le prescrizioni del foglio di norme UNICHIM n. 34/1969;

residuo non volatile: deve essere compreso fra il 50 % ed il 60% in peso.

Analisi dei costituenti fondamentali:

Veicolo: costituito essenzialmente da una resina isocianica alifatica;

Parte volatile: la parte volatile deve essere costituita fondamentalmente da:

toluene e/o xilene max 20%;

metiletilchetone e/o metilisobutil chetone;

acetato di etile e/o acetato di n-butile;

glicoletilenico monoetiletere acetato.

Tutti i componenti devono essere del tipo adatto per pitture poliuretatiche, cioè privi di acqua ed alcoli primari e secondari.

Caratteristiche del componente B:

aspetto: la pittura deve essere omogenea, ben dispersa, esente da grumi e pelli. Viene tollerata una certa sedimentazione, sul fondo del contenitore, del pigmento che però deve potersi facilmente reincorporare al veicolo mediante rimescolamento a mezzo spatola. L'aspetto si controlla mediante il metodo F.T.M.S. 141 A 3011.

Acqua: non si deve superare un contenuto in acqua superiore a:

- 0,50 % in volume per i colori brillanti

- 0,75 % in volume per i colori opachi la determinazione si esegue mediante il metodo F.T.M.S. 141 A 4081; residuo non volatile:

deve essere minimo 55 %; pigmento: deve essere il 40 % in peso riferito al residuo non volatile; colore della mano di finitura: grigio medio.

Analisi dei componenti fondamentali: veicolo: costituito essenzialmente da una resina poliesteri con gruppi ossidrilici liberi con inclusi idonei agenti antisedimentanti, disperdenti, ecc.;

parte volatile: costituito da solventi e diluenti adatti per pitture poliuretatiche, privi di acqua ed alcali primari e secondari.

Metodo di applicazione: pennello, rullo.

CICLO DI VERNICIATURA			
	1° Strato	2° Strato	3° Strato
tipo di vernice	epossidica	epossidica	poliuretiranica
% pigmento in peso riferito al residuo non volatile	40%	40%	40%
% pigmento in peso sul prodotto finito	28%	28%	28%
spessore del film secco	60 micron	60 micron	80 micron
metodo di applicazione	pennello	pennello rullo	pennello rullo

#### Preparazione del supporto

La preparazione del supporto in conglomerato cementizio dovrà essere eseguita mediante sabbiatura:

- ✓ su conglomerati cementizi nuovi per eliminare i disarmanti ed aprire i fori superficiali;
- ✓ su conglomerati cementizi vecchi per eliminare le parti aventi scarsa coesione ed aderenza.

Tale preparazione è compresa nel prezzo del ciclo protettivo.

Qualora sul supporto si verificano casi di vespai o di zone localizzate di eccessiva degradazione, la sabbiatura, salvo diversa prescrizione della Direzione Lavori, dovrà essere preceduta da un'opera di risanamento secondo quanto indicato dalla stessa Direzione Lavori.

Gli oneri relativi a tale opera di risanamento saranno compensati a parte. La Direzione Lavori si riserva comunque di approvare i risultati ottenuti dalla preparazione del supporto. Tale approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa relativa al raggiungimento dei requisiti finali del rivestimento protettivo in opera.

Nella eventualità che in fase di applicazione della prima mano di fondo si verificasse un eccessivo assorbimento di prodotto da parte del supporto, la Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, disporrà perché venga stesa un'ulteriore mano intermedia da cospargere a parte. Il prodotto non deve provocare inconvenienti di alcun genere agli applicatori durante le varie fasi dell'impiego.

In particolare non deve contenere: idrocarburi clorurati, metanolo ed altri alcoli primari e secondari, benzene ed altre sostanze di analoga tossicità.

#### **Caratteristiche di resistenza (chimico fisiche) del ciclo protettivo costituito da sostanze filmogene**

##### *Aderenza del rivestimento (adesione)*

Si verifica mediante l'ADHESION TEST; valore richiesto maggiore o uguale a 3 MPa.

Nelle prove di laboratorio i supporti saranno costituiti da travetti di cm 4x4x16 di conglomerato cementizio dosato a Kg/m<sup>3</sup> 500 di cemento; D max mm 20 curva di FULLER; A/C 0,45 - 0,50.

Se il distacco nella prova di trazione avviene per rottura dell'agglomerato cementizio, cioè la forza di adesione del rivestimento risulta superiore alla forza di coesione dello strato superficiale del conglomerato cementizio stesso, la prova sarà ritenuta ugualmente valida.

*Penetrabilità al vapore*

Si verifica ad umido sui singoli strati componenti il rivestimento, applicati con spessore di 100 micron su supporto poroso:

- ✓ prodotto intermedio e di fondo: non superiore a 30 mg/Tn<sup>2</sup> h;
- ✓ prodotto di finitura: non superiore a 10 mg/m<sup>2</sup> h; a 298 K + 1 K.

*Permeabilità al liquido*

Si verifica ad umido sui singoli strati componenti il rivestimento, applicati con spessore di 100 micron su supporto poroso:

- ✓ prodotto intermedio e di fondo: non superiore a 8 g/m<sup>2</sup> h;
- ✓ prodotto poliuretano di finitura: non superiore a 5 g/m<sup>2</sup> h; a 298 K + 1 K.

*Resistenza all'abrasione*

Si determina solo sul prodotto di finitura mediante Taber Abraster, con mola tipo SS 10, dopo 1000 giri con carico di 1 kg. Il valore espresso come perdita in peso deve essere inferiore a 10 mg.

*Resistenza agli agenti atmosferici*

Il rivestimento applicato secondo le modalità prescritte dalla casa produttrice su un supporto in conglomerato cementizio, del tipo specificato in precedenza, verrà sottoposto ad invecchiamento artificiale.

Dopo l'esposizione il rivestimento non dovrà presentare formazione di microfessure, sfarinamento o affioramento di pigmenti o cariche. Per l'invecchiamento artificiale è previsto un ciclo della seguente composizione:

agente aggressivo	DURATA	TEMPERATURA
Radiazione ultravioletta	40 h	333 K
Immersione in soluzione satura I di CaCl <sub>2</sub> e CaSO <sub>4</sub> al 0,2%	80 h	283 K
Gelo ( dopo lavaggio in acqua per eliminare il CaCl <sub>2</sub> )	80 h	258 K
Radiazione ultravioletta	40 h	333 K
Camera all'ozono	40 h	298 K
Gelo	40 h	258 K
Radiazione ultravioletta	40 h	333 K
Immersione in soluzione satura I di CaCl <sub>2</sub> e CaSO <sub>4</sub> al 0,2%	80 h	283 K

Dopo questo ciclo di invecchiamento artificiale, verranno eseguite prove caratteristiche di resistenza di cui alla tabella sottostante:

N°	PROVA	FONDO INTERMEDIO	FINITURA
1	Adesione prima dell'invecchiamento	> = 3 MPA (*)	
1A	Adesione dopo l'invecchiamento	> = 2.7 MPA (*)	
2	permeabilità al vapore	30 mg/m <sup>2</sup> h	10 mg/m <sup>2</sup> h
3	permeabilità al liquido	8 g/m <sup>2</sup> h	5 g/m <sup>2</sup> h
4	resistenza all'abrasione		< = 10mg

In fase di esecuzione dei lavori, il colore di finitura dovrà essere grigio; i pigmenti necessari per il raggiungimento del tono di colore richiesto dovranno essere sottratti alla quantità % di solvente. Controllata la rispondenza del rivestimento con le caratteristiche di resistenza richieste, i prodotti componenti il rivestimento stesso saranno identificati mediante analisi spettrofotometrica all'infrarosso. La Direzione Lavori potrà fare accertare in ogni momento sui prodotti presenti in cantiere la corrispondenza delle caratteristiche di resistenza, di composizione e di applicazione.

### **Protettivi impregnanti**

#### *Caratteristiche dei prodotti costituenti il ciclo e norme per l'esecuzione dei lavori*

Il trattamento dovrà essere formato da uno o più strati di prodotto impregnante, mono o bicomponente. Il ciclo dovrà essere composto da una o più mani di prodotto impregnante monocomponente o bicomponente da applicare in quantità da stabilire di volta in volta in base a prove di Assorbimento effettuate sul supporto da proteggere ed in funzione del grado di viscosità del prodotto da applicare.

Il prodotto deve avere caratteristiche osmotiche ed essere costituito da una miscela di sostanze chimiche che non conferiscano né colore né spessore superficiale al manufatto.

#### *Caratteristiche dei componenti fondamentali*

A - Veicolo: il veicolo deve essere essenzialmente costituito da una resina sintetica; nella formulazione dell'impregnante base possono essere inclusi agenti antisedimentari, antischiumogeni, ecc.

La protezione fornita dalle sostanze attive dell'impregnante dovrà essere di tipo chimico, tale da annullare l'effetto degli ioni aggressivi che penetrano all'interno del conglomerato cementizio.

#### *Caratteristiche chimico fisiche del ciclo protettivo costituito da sostanze impregnanti.*

Penetrabilità all'acqua: la prova esamina la possibilità o meno che il prodotto impregnante costituisca barriera alla diffusione del liquido (H<sub>2</sub>O)

Condizione di prova:

- ✓ temperatura 296 K ± 2 K
- ✓ pressione di esercizio della colonna d'acqua 0,5 bar
- ✓ durata 72 h

Valore da riscontrare:

- ✓ diffusione presente

Assorbimento acqua: la prova esamina attraverso la determinazione del valore di assorbimento acqua, relativo ad una superficie unitaria, le caratteristiche osmotiche intrinseche dell'impregnante.

Condizioni di prova

- ✓ Temperatura  $296\text{ K} \pm 2\text{ K}$
- ✓ Durata 24 h
- ✓ Valore da riscontrare 40% - 60% (\*)

(\*) Valore da riferire a quello riscontrato sul supporto non trattato.

Shock termico: la prova esamina il comportamento del manufatto trattato alle temperature ed allo sbalzo termico, con intervallo di tempo ridotto.

I campioni di prova vengono immersi per 1/3 della loro altezza in una soluzione salina costituita da cloruri e solfati.

Ciclo termico:

- ✓ 60 min alla temperatura di  $243\text{ K} \pm 2\text{ K}$
- ✓ 60 min alla temperatura di  $323\text{ K} \pm 2\text{ K}$
- ✓ numero dei cicli 20

Determinazioni eseguite al termine dei cicli termici:

- ✓ Perdita in peso =  $< 2$

Controllata la rispondenza del trattamento con le caratteristiche di resistenza richieste, i prodotti componenti saranno identificati mediante analisi spettrofotometrica all'infrarosso. La Direzione Lavori potrà fare accertare in ogni momento sui prodotti presenti in cantiere la corrispondenza delle caratteristiche chimico fisiche di composizione e di applicazione.

### **Protettivi strutturali**

Sono definiti protettivi strutturali quelle sostanze che modificano la struttura chimica e/o fisica del conglomerato cementizio in modo tale da renderle meno attaccabili agli agenti aggressivi, aumentandone al contempo le resistenze necessarie.

Risultati di questo tipo si ottengono impregnando i manufatti con monomeri organici che polimerizzano all'interno della struttura in conglomerato cementizio, (conglomerato cementizio polimero impregnato C.P.I.), oppure usando cementi di composizione chimica resistente agli agenti aggressivi insieme con additivi e formulazioni granulometriche che riducano al minimo la macro e la microporosità del conglomerato cementizio.

Lo spessore delle protezioni di questo tipo non è mai corticale come nei casi precedenti, ma è esteso per alcuni centimetri della parete esterna del manufatto nel caso C.P.I., oppure riguarda l'intero manufatto nel secondo caso. L'accettazione di simili tipi di protezione è subordinata alla resistenza di manufatti campione protetti con il C.P.I. o costituiti con miscele antidegrado. La forma e le dimensioni del campione non sono rilevanti ai fini dei risultati; indicativamente si useranno cubi o cilindri con dimensione massima minore o uguale a cm 20 che potranno essere appositamente fabbricati o prelevati da manufatti già esistenti, in opera.

(Ciò potrà servire anche ai fini del controllo delle lavorazioni).

I campioni di prova vengono immersi per 1/3 della loro altezza in una soluzione salina costituita da cloruri e solfati.

Ciclo termico:

- ✓ 60 min.  $243\text{ K} \pm 2\text{ K}$
- ✓ 60 min.  $323\text{ K} \pm 2\text{ K}$
- ✓ Numero dei cicli 20

Determinazioni eseguite al termine dei cicli termici:

- ✓ Perdita in peso =  $< 1$

## CARPENTERIE METALLICHE

### *NORMATIVA DI RIFERIMENTO*

Vedasi capitolo LEGGI e NORME.

### *SCOPO DELLA SPECIFICA*

Lo scopo della presente specifica è quello di fissare i requisiti tecnici generali per l'acquisizione dei materiali, per la realizzazione, il controllo e la fornitura delle strutture in acciaio.

### *GENERALITA'*

Per la realizzazione di strutture metalliche e di 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+, e per i quali si rimanda a quanto specificato al § 11.1 delle NTC.

Per gli acciai di cui alle norme armonizzate UNI EN 10025, UNI EN 10210 ed UNI EN 10219-1, in assenza di specifici studi statistici di documentata affidabilità, ed in favore di sicurezza, per i valori delle tensioni caratteristiche di snervamento  $f_{yk}$  e di rottura  $f_{tk}$  da utilizzare nei calcoli si assumono i valori nominali  $f_y = R_eH$  e  $f_t = R_m$  riportati nelle relative norme di prodotto.

Per i prodotti per cui non sia applicabile la marcatura CE, si rimanda a quanto specificato al citato §11.1 delle NTC e si applica la procedura di cui al § 11.3.4.11.

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova devono rispondere alle prescrizioni delle norme UNI EN ISO 377:1999, UNI 552:1986, EN 10002-1:2004, UNI EN 10045-1:1992

In sede di progettazione si possono assumere convenzionalmente i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

- ✓ modulo elastico  $E = 210.000 \text{ N/mm}^2$
- ✓ modulo di elasticità trasversale  $G = E / [2 (1 + \nu)] \text{ N/mm}^2$
- ✓ coefficiente di *Poisson*  $\nu = 0,3$
- ✓ coefficiente di espansione termica lineare  $\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}^{-1}$  (per temperature fino a  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ )
- ✓ densità  $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

Per gli acciai di cui alle norme europee EN 10025, EN 10210 ed EN 10219-1, si possono assumere i valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento  $f_{yk}$  e di rottura  $f_{tk}$  riportati nelle tabelle seguenti.

#### ACCIAI LAMINATI A CALDO CON PROFILATI A SEZIONE APERTA

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40 \text{ mm}$		$40 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$	
	$f_{yk} \text{ [N/mm}^2\text{]}$	$f_{yk} \text{ [N/mm}^2\text{]}$	$f_{yk} \text{ [N/mm}^2\text{]}$	$f_{yk} \text{ [N/mm}^2\text{]}$
UNI EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	420	550
UNI EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
UNI EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
UNI EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490

#### ACCIAI LAMINATI A CALDO CON PROFILATI A SEZIONE CAVA

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	f <sub>yk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	f <sub>yk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	f <sub>yk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	f <sub>yk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]
UNI EN 10210-1				
S 235 H	235	360	215	340
S 275 H	275	430	255	410
S 355 H	355	510	335	490
S 275 NH/NLH	275	390	255	370
S 355 NH/NLH	355	490	335	470
S 420 NH/NLH	420	540	390	520
S 460 NH/NLH	460	560	430	550
UNI EN 10219-1				
S 235 H	235	360	--	--
S 275 H	275	430	--	--
S 355 H	355	510	--	--
S 275 NH/NLH	275	370	--	--
S 355 NH/NLH	355	470	--	--
S 275 MH/MLH	275	360	--	--
S 355 MH/MLH	355	470	--	--
S 420 MH/MLH	420	500	--	--
S 460 MH/MLH	460	530	--	--

L'Impresa sarà tenuta all'osservanza delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni emanate con il D.M. Infrastrutture 17/1/2018 (ed ai richiami in esso contenuti) e Circolare Esplicativa n° 7 del 21/01/2019.

Per quanto applicabili e non in contrasto con le suddette Norme, si richiamano qui espressamente anche le seguenti Norme UNI:

- ✓ UNI EN 10025:2005 relativa ai prodotti laminati a caldo di acciaio non legato di base e di qualità;
- ✓ UNI EN 10210:2006 relativa ai profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati a grano fine per impieghi strutturali;
- ✓ UNI EN 10219:2006 relativa ai profilati cavi formati a freddo di acciai non legati a grano fine per strutture saldate;

I materiali impiegati nella costruzione di strutture in acciaio dovranno essere "qualificati", la marcatura dovrà risultare leggibile ed il produttore dovrà accompagnare la fornitura con attestato di controllo e la dichiarazione che il prodotto è qualificato.

Prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori, in copia riproducibile i disegni costruttivi di officina delle strutture, nei quali dovranno essere completamente definiti tutti i dettagli di lavorazione, ed in particolare:

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

- ✓ gli schemi di montaggio e controcresce di officina.

Sui disegni costruttivi di officina dovranno essere inoltre riportate le distinte dei materiali, nelle quali sarà specificato numero, qualità, tipo di lavorazione, grado di finitura, dimensioni e peso teorico di ciascun elemento costituente la struttura. L'Impresa dovrà inoltre far conoscere per iscritto, prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare, la loro provenienza con riferimento alle distinte di cui sopra.

È facoltà della Direzione Lavori di sottoporre il progetto e le tecnologie di esecuzione delle saldature alla consulenza dell'Istituto Italiano della Saldatura, o di altro Ente di sua fiducia.

La Direzione Lavori stabilirà il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire sulle saldature, sia in corso d'opera che ad opera finita, in conformità a quanto stabilito dal D.M. 17/1/2018 ed ai richiami in esso contenuti e successivi aggiornamenti, e tenendo conto delle eventuali raccomandazioni dell'Ente di consulenza.

Consulenza e controlli saranno eseguiti dagli Istituti indicati dalla Direzione Lavori; i relativi oneri saranno a carico dell'Impresa.

### **Saldature**

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063:2001. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN 287-1:2004 da parte di un Ente terzo. A deroga di quanto richiesto nella norma UNI EN 287-1:2004, i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificamente qualificati e non potranno essere qualificati soltanto mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.

Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo la norma UNI EN 1418:1999.

Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 15614-1:2005.

Le durezza eseguite sulle macrografie non dovranno essere superiori a 350 HV30.

Per la saldatura ad arco di prigionieri di materiali metallici (saldatura ad innesco mediante sollevamento e saldatura a scarica di condensatori ad innesco sulla punta) si applica la norma UNI EN ISO 14555:2001; valgono perciò i requisiti di qualità di cui al prospetto A1 della appendice A della stessa norma.

Le prove di qualifica dei saldatori, degli operatori e dei procedimenti dovranno essere eseguite da un Ente terzo; in assenza di prescrizioni in proposito l'Ente sarà scelto dal costruttore secondo criteri di competenza e di indipendenza.

Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termica alterata non inferiori a quelle del materiale base.

Nell'esecuzione delle saldature dovranno inoltre essere rispettate le norme UNI EN 1011:2005 parti 1 e 2 per gli acciai ferritici e della parte 3 per gli acciai inossidabili. Per

la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la norma UNI EN ISO 9692-1:2005.

Le saldature saranno sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista sulla base delle norme applicate per la progettazione.

In assenza di tali dati per strutture non soggette a fatica si adotterà il livello C della norma UNI EN ISO 5817:2004 e il livello B per strutture soggette a fatica.

L'entità ed il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello visivo al 100%, saranno definiti dal Collaudatore e dal Direttore dei Lavori; 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.

Per le modalità di esecuzione dei controlli ed i livelli di accettabilità si potrà fare utile riferimento alle prescrizioni della norma UNI EN 12062:2004. Tutti gli operatori che eseguiranno i controlli dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN 473:2001 almeno di secondo livello.

Oltre alle prescrizioni applicabili di cui al § 11.3.1.7 delle NTC, il costruttore deve corrispondere ai seguenti requisiti.

In relazione alla tipologia dei manufatti realizzati mediante giunzioni saldate, il costruttore deve essere certificato secondo la norma UNI EN ISO 3834:2006 parti 2 e 4; il livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento delle operazioni di saldatura deve corrispondere ai requisiti della normativa di comprovata validità. I requisiti sono riassunti nella Tabella di seguito riportata.

La certificazione dell'azienda e del personale dovrà essere operata da un Ente terzo, scelto, in assenza di prescrizioni, dal costruttore secondo criteri di indipendenza e di competenza.

Tipo di azione sulle strutture	Strutture soggette a fatica in modo non significativo			Strutture soggette a fatica in modo significativo
	A	B	C	D
Riferimento				
Materiale base: Spessore minimo delle membrature	S235, s ≤ 30mm S275, s ≤ 30mm	S355, s ≤ 30mm S235 S275	S235 S275 S355 S460, s ≤ 30mm	S235 - S275 - S355 - S460 (Nota 1) Acciai inossidabili e altri acciai non esplicitamente menzionati (Nota 1)
Livello dei requisiti di qualità secondo la norma UNI EN ISO 3834:2006	Elementare EN ISO 3834-4	Medio EN ISO 3834-3	Medio EN ISO 3834-3	Completo EN ISO 3834-2
Livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento della saldatura secondo la norma UNI EN 719:1996	Di base	Specifico	Completo	Completo

Nota 1) Vale anche per strutture non soggette a fatica in modo significativo

I bulloni (conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme UNI EN ISO 4016:2002 e UNI 5592:1968) devono appartenere alle sotto indicate classi della norma UNI EN ISO 898-1:2001, associate nel modo indicato nelle tabelle a seguire.

	Normali			Ad alta resistenza	
Vite	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
Dado	4	5	6	8	10

Le tensioni di snervamento  $f_{yb}$  e di rottura  $f_{tb}$  delle viti appartenuti alle classi indicate nella precedente tabella sono indicate sotto.

Classe	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
$f_{yb}$ (N/mm <sup>2</sup> )	240	300	480	649	900
$f_{tb}$ (N/mm <sup>2</sup> )	400	500	600	800	1000

I bulloni per giunzioni ad attrito devono essere conformi alle prescrizioni della seguente tabella:

Elemento	Materiale	Riferimento
Viti	8.8 – 10.9 secondo UNI EN ISO 898-1 : 2001	UNI EN 14399 :2005 parti 3 e 4
Dadi	8 - 10 secondo UNI EN 20898-2 :1994	
Rosette	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2: 2006 temperato e rinvenuto HRC 32÷ 40	UNI EN 14399 :2005 parti 5 e 6
Piastrine	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2: 2006 temperato e rinvenuto HRC 32÷ 40	

Gli elementi di collegamento strutturali ad alta resistenza adatti al precarico devono soddisfare i requisiti di cui alla norma europea armonizzata UNI EN 14399-1, e recare la relativa marcatura CE, con le specificazioni di cui al § 11.1.

Per i chiodi da ribadire a caldo si devono impiegare gli acciai previsti dalla norma UNI 7356.

Nel caso si utilizzino connettori a piolo, l'acciaio deve essere idoneo al processo di formazione dello stesso e compatibile per saldatura con il materiale costituente l'elemento strutturale interessato dai pioli stessi. Esso deve avere le seguenti caratteristiche meccaniche:

- allungamento % a rottura (valutato su base  $L_0=5,65 A_0$ , dove  $A_0$  è l'area della sezione trasversale del saggio)  $\geq 12$ ;
- rapporto  $f_t / f_y \geq 1,2$ .

Quando i connettori vengono uniti alle strutture con procedimenti di saldatura speciali, senza metallo d'apporto, essi devono essere fabbricati con acciai la cui composizione chimica soddisfi le limitazioni seguenti:

$$C \leq 0,18\%, \text{ Mn} \leq 0,9\%, \text{ S} \leq 0,04\%, \text{ P} \leq 0,05\%.]$$

### **Controlli sulle carpenterie metalliche**

Il D.M. 17/01/2018 prevede tre forme di controllo obbligatorie sugli acciai da costruzione:

➤ **Controlli in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione**

Tutti gli acciai da costruzione ad utilizzo diretto come le carpenterie in strutture metalliche, devono essere prodotti con un sistema permanente di controllo interno della produzione in stabilimento che deve assicurare il mantenimento dello stesso livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito, indipendentemente dal processo di produzione.

Pertanto tutti gli acciai per impiego strutturale devono essere qualificati.

Sono prodotti qualificabili sia quelli raggruppabili per colata che quelli per lotti di produzione.

Ai fini delle prove di qualificazione e di controllo (vedere § 11.3.4.10.1.2 delle NTC), i prodotti nell'ambito di ciascuna gamma merceologica di cui al § 11.3.4.2 (NTC), sono raggruppabili per gamme di spessori così come definito nelle norme europee armonizzate UNI EN 10025, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1. Agli stessi fini, sono raggruppabili anche i diversi gradi di acciai (JR, J0, J2, K2), sempre che siano garantite per tutti le caratteristiche del grado superiore del raggruppamento. Un lotto di produzione è costituito da un quantitativo compreso fra 30 e 120 t, o frazione residua, per ogni profilo, qualità e gamma di spessore, senza alcun riferimento alle colate che sono state utilizzate per la loro produzione. Per quanto riguarda i profilati cavi, il lotto di produzione corrisponde all'unità di collaudo come definita dalle norme europee armonizzate UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1 in base al numero dei pezzi.

La valutazione della conformità del controllo di produzione in stabilimento e del prodotto finito è effettuata:

- mediante la marcatura CE, ai sensi del DPR n.246/93 di recepimento della direttiva 89/106/CEE, quando sia applicabile;

- attraverso la qualificazione del Servizio Tecnico Centrale, con la procedura indicata nelle NTC stesse.

Nel caso B, ultimata l'istruttoria e verificato il possesso dei requisiti richiesti (cap.11.3.1.2 delle NTC), il Servizio Tecnico Centrale rilascia all'acciaieria, per ciascuno stabilimento, un apposito Attestato di Qualificazione.

L'Attestato di qualificazione, di validità 5 anni, individuato da un numero progressivo, riporta il nome dell'azienda, lo stabilimento, i prodotti qualificati, il marchio.

Per il mantenimento della qualificazione i Produttori sono tenuti, con cadenza semestrale entro 60 giorni dalla data di scadenza del semestre di riferimento ad inviare al Servizio Tecnico Centrale una dichiarazione attestante la permanenza delle condizioni iniziali di idoneità del processo produttivo, dell'organizzazione del controllo interno di produzione in fabbrica, i risultati dei controlli interni eseguiti nel semestre sul prodotto nonché la loro elaborazione statistica con l'indicazione del quantitativo di produzione e del numero delle prove, i risultati dei controlli eseguiti nel corso delle prove di verifica periodica della qualità, da parte del laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 incaricato e la documentazione di conformità statistica dei parametri rilevati (di cui ai prospetti relativi agli acciai specifici) nel corso delle prove di cui ai punti precedenti.

Al termine del periodo di validità di 5 (cinque) anni dell'Attestato di Qualificazione il produttore deve chiedere il rinnovo, il Servizio Tecnico Centrale, valutata anche la conformità relativa all'intera documentazione fornita nei 5 (cinque) anni precedenti, rinnoverà la qualificazione.

Il mancato invio della documentazione di cui sopra entro i previsti sessanta giorni ovvero l'accertamento da parte del Servizio Tecnico Centrale di rilevanti non conformità, comporta la sospensione ovvero la decadenza della qualificazione.

➤ **Controlli nei centri di trasformazione, da eseguirsi sulle forniture**

Il Centro di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dalla documentazione prevista al § 11.3.1.5 delle NTC.

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore devono essere accompagnati da idonea documentazione, che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso.

Nell'ambito del processo produttivo deve essere posta particolare attenzione ai processi di piegatura e di saldatura. In particolare il Direttore Tecnico del centro di trasformazione deve verificare, tramite opportune prove, che le piegature e le saldature, anche nel caso di quelle non resistenti, non alterino le caratteristiche meccaniche originarie del prodotto. Per i processi sia di

saldatura che di piegatura, si potrà fare utile riferimento alla normativa europea applicabile.

Ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata:

a) 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;

b) dall'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.

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. 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.

### **Centri di produzione di lamiere grecate e profilati formati a freddo**

Si definiscono centri di produzione di prodotti formati a freddo e lamiere grecate tutti quegli impianti che ricevono dai produttori di acciaio nastri o lamiere in acciaio e realizzano profilati formati a freddo, lamiere grecate e pannelli composti profilati, ivi compresi quelli saldati che però non siano sottoposti a successive modifiche o trattamenti termici. Per quanto riguarda i materiali soggetti a lavorazione, può farsi utile riferimento, oltre alle norme citate nel §11.3.4.1 delle NTC, anche alle norme UNI EN 10326:2004 e UNI EN 10149:1997 (parti 1, 2 e 3).

Oltre alle prescrizioni applicabili di cui al § 11.3.1.7 delle NTC, i centri di produzione di prodotti formati a freddo e lamiere grecate, oggetto delle presenti norme, devono rispettare le seguenti prescrizioni.

Per le lamiere grecate da impiegare in solette composte, il produttore deve effettuare una specifica sperimentazione al fine di determinare la resistenza a taglio longitudinale di progetto  $\tau_{u,Rd}$  della lamiera grecata. La sperimentazione e la elaborazione dei risultati sperimentali devono essere conformi alle prescrizioni dell'Appendice B.3 alla norma UNI EN 1994-1-1:2005. Questa sperimentazione e l'elaborazione dei risultati sperimentali devono essere eseguite da laboratorio indipendente di riconosciuta competenza. Il rapporto di prova deve essere trasmesso in copia al Servizio Tecnico Centrale e deve essere riprodotto integralmente nel catalogo dei prodotti.

Nel caso di prodotti coperti da marcatura CE, il centro deve dichiarare, nelle forme e con le limitazioni previste, le caratteristiche tecniche previste nelle norme armonizzate applicabili.

I centri di produzione possono, in questo caso, derogare dagli adempimenti previsti al § 11.3.1 delle NTC, relativamente ai controlli sui loro prodotti (sia quelli interni che quelli da parte del laboratorio incaricato) ma devono fare riferimento alla documentazione di accompagnamento dei materiali di base, soggetti a marcatura CE o qualificati come previsto nelle presenti norme. Tale documentazione sarà trasmessa insieme con la specifica fornitura e farà parte della documentazione finale relativa alle trasformazioni successive.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere devono indicare gli estremi della certificazione del sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di trasformazione, ed inoltre ogni fornitura in cantiere deve essere accompagnata da copia della dichiarazione sopra citata.

Gli utilizzatori dei prodotti e/o il Direttore dei Lavori sono tenuti a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

### **Centri di prelaborazione di componenti strutturali**

Si definiscono centri di prelaborazione o di servizio quegli impianti che ricevono dai produttori di acciaio elementi base (prodotti lunghi e/o piani) e realizzano elementi singoli prelaborati che vengono successivamente utilizzati dalle officine di produzione che realizzano strutture complesse nell'ambito delle costruzioni.

I centri di prelaborazione, devono rispettare le prescrizioni applicabili di cui al § 11.3.1.7 delle NTC.

### **Officine per la produzione di carpenterie metalliche**

I controlli sono obbligatori e devono essere effettuati a cura del Direttore Tecnico dell'officina.

Con riferimento ai prodotti di cui al punto B del § 11.1 delle NTC, i controlli vengono eseguiti secondo le modalità di seguito indicate.

Devono essere effettuate per ogni fornitura minimo 3 prove, di cui almeno una sullo spessore massimo ed una sullo spessore minimo.

I dati sperimentali ottenuti devono soddisfare le prescrizioni di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee armonizzate della serie UNI EN 10025 ovvero delle tabelle di cui al § 11.3.4.1 delle NTC per i profilati cavi per quanto concerne l'allungamento e la resilienza, nonché delle norme europee armonizzate della serie UNI EN 10025, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1 per le caratteristiche chimiche.

Ogni singolo valore della tensione di snervamento e di rottura non deve risultare inferiore ai limiti tabellari.

Deve inoltre essere controllato che le tolleranze di fabbricazione rispettino i limiti indicati nelle norme europee applicabili sopra richiamate e che quelle di montaggio siano entro i limiti indicati dal progettista. In mancanza deve essere verificata la sicurezza con riferimento alla nuova geometria.

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del Direttore Tecnico dell'officina che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Per le caratteristiche dei certificati emessi dal laboratorio, si fa riferimento a quanto riportato al § 11.3.2.10.4 delle NTC, fatta eccezione per il marchio di qualificazione, non sempre presente sugli acciai da carpenteria, per il quale si potrà fare riferimento ad eventuali cartellini identificativi ovvero ai dati dichiarati dal produttore.

Il Direttore Tecnico dell'officina curerà la registrazione di tutti i risultati delle prove di controllo interno su apposito registro, di cui dovrà essere consentita la visione a quanti ne abbiano titolo.

Tutte le forniture provenienti da un'officina devono essere accompagnate dalla documentazione di cui al § 11.3.1.7 delle NTC.

Per quanto riguarda le specifiche dei controlli, le procedure di qualificazione e i documenti di accompagnamento dei manufatti in acciaio prefabbricati in serie si rimanda agli equivalenti paragrafi del § 11.8 delle NTC, ove applicabili.

### **Officine per la produzione di bulloni e chiodi**

I produttori di bulloni e chiodi per carpenteria metallica devono dotarsi di un sistema di gestione della qualità del processo produttivo per assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2000 e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere di bulloni o chiodi da carpenteria devono indicare gli estremi della certificazione del sistema di gestione della qualità.

I produttori di bulloni e chiodi per carpenteria metallica sono tenuti a dichiarare al Servizio Tecnico Centrale la loro attività, con specifico riferimento al processo produttivo ed al controllo di produzione in fabbrica, fornendo copia della certificazione del sistema di gestione della qualità.

La dichiarazione sopra citata deve essere confermata annualmente al Servizio Tecnico Centrale, con allegata una dichiarazione attestante che nulla è variato,

nel prodotto e nel processo produttivo, rispetto alla precedente dichiarazione, ovvero nella quale siano descritte le avvenute variazioni.

Il Servizio Tecnico Centrale attesta l'avvenuta presentazione della dichiarazione. Ogni fornitura in cantiere o nell'officina di formazione delle carpenterie metalliche, di bulloni o chiodi deve essere accompagnata da copia della dichiarazione sopra citata e della relativa attestazione da parte del Servizio Tecnico Centrale.

Il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

➤ **Controlli di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui lotti di spedizione**

I controlli in cantiere, demandati al Direttore dei Lavori, sono obbligatori e devono essere eseguiti secondo le medesime indicazioni di cui al § 11.3.3.5.3 delle NTC, effettuando un prelievo di almeno 3 saggi per ogni lotto di spedizione, di massimo 30 t.

Qualora la fornitura, di elementi lavorati, 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 al § 11.3.1.7 delle NTC, 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, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

Per le modalità di prelievo dei campioni, di esecuzione delle prove e di compilazione dei certificati valgono le medesime disposizioni di cui al precedente § 11.3.3.5.3.

Le prove, effettuate e certificate presso uno dei laboratori di cui all'art.59 del DPR n.380/2001, devono fornire valori di resistenza ed allungamento di ciascun campione compresi fra i valori massimi e minimi riportati nelle tabelle delle NTC stesse.

Il campionamento viene generalmente effettuato su tre diversi diametri opportunamente differenziati nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, in numero di 3 spezzoni, marchiati, per ciascuno dei diametri selezionati, 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.

Nel caso di campionamento e prova in cantiere, che deve essere effettuata entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale in cantiere, qualora la

determinazione del valore di una quantità fissata non sia conforme al valore di accettazione, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato.

Se un risultato è minore del valore, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente. Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino.

Se i tre risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore di accettazione, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, 10 ulteriori provini devono essere prelevati da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui 10 ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo secondo quanto sopra riportato.

In caso contrario il lotto deve essere respinto e il risultato segnalato al Servizio Tecnico Centrale. Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del Direttore dei Lavori o di tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

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 al § 11.3.1.7 delle NTC, 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, nonché 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 presente decreto e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

I certificati emessi dai laboratori devono obbligatoriamente contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del Direttore dei Lavori che richiede la prova;
- la descrizione e l'identificazione dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni;
- i valori delle grandezze misurate e l'esito delle prove di piegamento.

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 presenti norme e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

### **Regole pratiche di progettazione**

Si fa riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni emanate con il D.M. Infrastrutture 17/01/2018 e alla Circolare Esplicativa n° 7 del 21/01/2019.

Gli apparecchi di appoggio strutturali devono essere conformi alle norme europee armonizzate della serie UNI EN 1337 e recare la marchiatura CE.

### **Tolleranze di lavorazione o di montaggio**

Le opere murarie alle quali le carpenterie metalliche dovranno essere connesse potranno avere le seguenti tolleranze:

- ✓ fuori piano (distanza di uno dei vertici dal piano definito dagli altri tre): max 10 mm per ogni metro di distanza dallo spigolo più vicino con un max di 30 mm;
- ✓ lunghezze: 1/200 della dimensione nominale con un max di 30 mm; la somma degli scarti tollerati tra gli elementi contigui sommandosi dovrà essere inferiore alla tolleranza max di 30 mm;
- ✓ il fuori piombo max delle strutture verticali potrà essere pari ad 1/500 dell'altezza della struttura stessa, con un max di 20 mm.

Le carpenterie montate dovranno avere le seguenti tolleranze massime:

- ✓ fuori piano (distanza di uno dei vertici dal piano definito dagli altri tre): max 1 mm per ogni metro di distanza dallo spigolo più vicino con un max di 4 mm;
- ✓ lunghezze: 1/1000 della dimensione nominale con un max di 10 mm; la somma degli scarti tollerati tra gli elementi contigui sommandosi dovrà essere inferiore alla tolleranza max 10 mm;
- ✓ il fuori piombo max delle colonne non dovrà superare l'1,5/1000 dell'altezza della struttura, con un max di 5 mm.

### **Esecuzione delle opere**

Prima di dare corso alla lavorazione degli elementi componenti la struttura, si dovranno sottoporre all'approvazione della D.L. tutti i disegni di officina ed i casellari suddivisi per tipo e qualità, redatti in conformità ai disegni di progetto ed alle misure rilevate in luogo.

Le opere dovranno essere attentamente coordinate anche in relazione a tutte le predisposizioni richieste in progetto (ad es.: cave, connessioni, ancoraggi, ecc.).

L'Impresa dovrà provvedere affinché sia assicurata la continuità elettrica fra i vari elementi costituenti la struttura e dovrà predisporre, nelle posizioni indicate dalle Direzione dei Lavori, i necessari attacchi per le connessioni alla rete di messa a terra generale della costruzione.

Dovranno risultare lavorate diligentemente, con maestria, regolari di forme, precise nelle dimensioni e rispondenti agli elaborati tecnici di progetto ed ai disegni esecutivi di cantiere approvati preventivamente dalla Direzione dei Lavori.

Le superficie di contatto devono essere convenientemente piane ed ortogonali all'asse delle membrature collegate.

In ogni caso la planarità delle superfici delle flange deve essere garantita anche dopo la saldatura.

Le forature devono essere preferibilmente eseguite col trapano ed anche col punzone perché successivamente dosati. Per forature di ordinaria importanza statica e fino a spessori di 12 mm è ammessa la punzonatura dei fori al diametro definitivo purché venga opportunamente eseguita e controllata al fine di evitare la formazione di nicchie e bave.

È vietato l'uso della fiamma per l'esecuzione dei fori.

Non sono ammesse eccentricità, relative a fori corrispondenti, maggiori del gioco foro - vite.

Per il serraggio dei bulloni dovranno essere usate chiavi dinamometriche a mano o pneumatiche con precisione non minore del 10%.

I bulloni verranno prima serrati al 60% della coppia prevista e quindi si procederà al serraggio completo.

Non potranno essere eseguite saldature in ambienti con temperatura inferiore a - 5°C.

I tagli non dovranno presentare strappi, riprese o sbavature. Essi dovranno essere regolari, passati con la smerigliatrice.

Raddrizzamenti, spianamenti, ecc. dovranno essere effettuati con dispositivi agenti a pressione, senza riscaldamenti locali per non generare tensioni residue.

### **Posa in opera**

Dovrà essere eseguita con la massima precisione, rispettando quote, fili, allineamenti, piombi per il perfetto posizionamento di ogni elemento.

Tutti gli elementi dovranno essere solidamente e sicuramente fissati.

Il numero e le dimensioni degli ancoraggi e degli altri elementi di fissaggio dovranno essere tali da assicurare i requisiti di resistenza e solidità richiesti dalla struttura anche in fase di montaggio parziale.

I tagli, gli incassi nelle murature dovranno avere le minime dimensioni necessarie, per ottenere un posizionamento agevole ed un ancoraggio sicuro, senza per questo compromettere l'integrità della struttura muraria. Essi dovranno essere accuratamente puliti e bagnati prima di essere sigillati.

La sigillatura dovrà essere eseguita con l'impiego di malta di cemento o calcestruzzo di appropriata granulometria, a seconda della dimensione degli incassi. Non è ammessa in alcun caso la sigillatura con gesso o cemento a presa rapida; è consigliato l'uso di malte o betoncini a ritiro controllato.

Gli elementi strutturali interessati da ancoraggi nelle murature dovranno essere solidamente assicurati nell'esatta posizione prevista, con idonei sostegni ed armature provvisoriale, in modo da evitare qualsiasi movimento sino a che le relative sigillature non abbiano raggiunto la necessaria presa.

### **Movimentazione e trasporto dei manufatti**

Tutti i materiali dovranno essere debitamente protetti contro gli urti accidentali e le aggressioni fisiche e chimiche durante il trasporto al cantiere, la movimentazione nell'ambito dello stesso e la messa in opera.

Nel caso di inadempienza la responsabilità per eventuali danni sarà di esclusiva pertinenza dell'Impresa.

### **Collaudo**

Il Direttore dei Lavori avrà la facoltà di accedere alle officine di lavorazione allo scopo di ispezionare il materiale, seguire le lavorazioni e presiedere alle varie prove.

Potrà anche prelevare a suo giudizio campioni di materiale per sottoporli a prove presso Laboratori ufficiali: l'onere economico di tali prove sarà a carico dell'Impresa.

Tali prove potranno consistere in: verifiche dimensionali, prove di trazione, prove di piegamento, prove di resilienza, controlli radiografici sui giunti saldati, controlli sull'aspetto esterno della saldatura e del grado di raccordo con il materiale base.

Il Direttore dei Lavori avrà pure il diritto di rifiutare e chiedere la sostituzione di qualsiasi parte della fornitura, anche se già messa in opera, che presentasse difetti per cattiva qualità dei materiali e/o per cattiva lavorazione.

Il mancato uso di tale diritto non esimerà l'Impresa dalle sue responsabilità.

L'Impresa sarà tenuta ad eseguire le prove di resistenza dei materiali secondo le modalità delle leggi vigenti e fornire i relativi certificati alla Direzione dei Lavori.

Tale operazione di controllo in officina, se non richiesta espressamente dalla Direzione dei Lavori, dovrà essere condotta dal tecnico responsabile della fabbricazione, che assumerà a tale riguardo le responsabilità attribuite dalla legge al Direttore dei Lavori.

Le richieste delle prove da effettuare presso un Laboratorio Ufficiale dovranno essere sottoscritte dalla Direzione dei Lavori e dovranno portare indicazioni precise circa i profili da cui saranno stati prelevati i provini in relazione agli elementi strutturali da realizzare con i profili stessi.

A montaggio ultimato sarà fatto il collaudo statico dell'opera mediante prove di carico in conformità alla normativa vigente ed eventuali controlli sull'idoneità delle saldature.

Tutti gli oneri delle prove di collaudo saranno a carico dell'Impresa.

### *PROTEZIONI SUPERFICIALI*

#### **Elementi zincati a caldo**

I manufatti che dovranno ricevere il trattamento di zincatura a caldo dovranno subire un'accurata preparazione, pulizia e sgrassaggio delle superfici tale da eliminare nel modo più radicale ogni traccia di grasso ruggine, calamina, vernici, scorie o di qualunque altra impurità.

Il trattamento dovrà eseguirsi nel rispetto delle prescrizioni indicate dalla UNI 5744.

Con riferimento alla norma stessa la massa dello strato di zincatura per unità di superficie, misurata su 3 provette con le modalità prescritte nella norma UNI 5741, non dovrà essere inferiore ai seguenti valori prescritti nella predetta norma:

MASSA DELLO STRATO DI ZINCATURA PER UNITA' DI SUPERFICIE			
	CATEGORIA	Risultato medio di un gruppo di provette min. g/m <sup>2</sup>	Risultato per ciascuna provetta singola min. g/m <sup>2</sup>
A	Strutture di acciaio profilato e strutture composte con parti di acciaio aventi spessore maggiore di 5 mm	500	450
B	Oggetti fabbricati in lamiera di acciaio avente spessore minore di 1 mm	350	300
C	Perni, viti, bulloni e dadi con diametro maggiore di 9 mm	375	300
D	Oggetti di ghisa, di ghisa malleabile e di acciaio fuso	500	450

Gli elementi che dovessero eventualmente subire tagli, saldature, od altri aggiustaggi in fase di assemblaggio o montaggio, tali da provocare la rimozione o il

danneggiamento della zincatura, dovranno essere accuratamente sgrassati, lavati e ritoccati con verniciatura di fondo a base di zincanti epossidici.

## **Verniciature**

### *Generalità*

Tutte le superfici delle strutture in acciaio dovranno essere protette contro la corrosione mediante uno dei due cicli di verniciatura definiti nel presente articolo, a seconda che trattasi di superfici in vista o di superfici interne.

Entrambi i cicli saranno preceduti da una accurata preparazione mediante sabbiatura.

Particolare cura dovrà essere posta nel trattamento delle superfici in corrispondenza delle giunzioni ad attrito per impedire qualsiasi infiltrazione all'interno dei giunti.

Non saranno assettati prodotti vernicianti che non siano rispondenti alle caratteristiche ed ai requisiti prescritti, restando a totale ed esclusivo carico dell'Impresa l'asportazione e la sostituzione di verniciature che non risultassero idonee.

Le verniciature dovranno essere eseguite in condizioni d'ambiente idonee alle caratteristiche dei prodotti impiegati. Non si dovrà procedere ai trattamenti quando temperatura e umidità dell'aria superano le soglie minima e massima proprie di ciascun prodotto. Non si dovrà procedere all'applicazione di uno strato fino a che quello precedente non sia perfettamente essiccato. Tutti gli strati dovranno essere protetti da pioggia o bagnatura in genere per un periodo minimo di 18 ore dall'applicazione. Gli strati dovranno avere tonalità di colore diverse per consentire il controllo della loro applicazione.

Per entrambi i cicli: quello per le superfici in vista e quello per le superfici interne, l'applicazione dovrà essere effettuata secondo lo schema che segue, salvo diverse disposizioni formalmente impartite dalla Direzione Lavori:

- in officina, a lavorazione ultimata:
  - ✓ sabbiatura di tutte le superfici
  - ✓ applicazione dello strato di primer
- ✓ in opera, ad avvenuto completamento del montaggio:
  - ✓ spazzolatura dei punti da ritoccare
  - ✓ ritocchi sullo strato di primer
  - ✓ applicazione dello strato intermedio
  - ✓ applicazione dello strato di finitura.

### *Accettazione dei prodotti vernicianti - Garanzie*

I prodotti impiegati per le verniciature dovranno essere di primarie marche. E in facoltà della Direzione Lavori e degli organi di controllo della Società rifiutare prodotti di marche che non diano sicuro affidamento di buona qualità.

Ad avvenuta consegna dei lavori e prima di dare corso ai cicli di verniciatura previsti, l'Impresa dovrà consegnare alla Direzione Lavori campioni di tutti i prodotti vernicianti componenti i due cicli, con i relativi diluenti, in contenitori sigillati del peso di Kg 0,500 cadauno, nel numero di tre per ogni prodotto.

Ciascun campione dovrà essere accompagnato da schede tecniche riportanti le caratteristiche di composizione ed applicazione del prodotto.

La Direzione Lavori, a sua cura ed a spese dell'Impresa, provvederà a sottoporre i campioni a prova presso Laboratori di sua fiducia per verificarne la rispondenza ai requisiti richiesti.

Solo dopo che i laboratori avranno accertato tale rispondenza, la Direzione Lavori formalizzerà l'autorizzazione all'Impresa all'applicazione dei cicli, riservandosi di verificare in qualsiasi momento durante il corso dei lavori, sempre a spese dell'Impresa, la conformità dei prodotti impiegati, presenti a piè d'opera, ai campioni sotto posti a prova.

L'Impresa è tenuta a garantire la buona esecuzione dei lavori e la conservazione del ciclo applicato, per un periodo di sette anni.

La decorrenza della suddetta garanzia inizierà alla data del certificato di ultimazione lavori con l'obbligo di gratuita manutenzione per tutto il periodo di garanzia.

Nel detto periodo l'Impresa resta obbligata ad eseguire a propria cura e spese i ritocchi e quanto altro si rendesse necessario al fine di mantenere la verniciatura in condizioni di totale efficienza.

Se i lavori di ritocco eseguito nel periodo di garanzia supereranno il 20% della superficie totale, l'Impresa sarà tenuta ad eseguire a sua cura e spese, una totale successiva mano di verniciatura a conguaglio, al fine di ripristinare il buon appetto estetico dell'opera.

L'Impresa è tenuta inoltre a garantire la buona conservazione dello strato di primer zincante inorganico eseguito in officina per tutto il periodo intercorrente fino all'esecuzione dello strato intermedio e comunque per almeno un anno.

### ***Preparazione delle superfici***

#### *Sabbature*

Si procederà preliminarmente alla molatura di tutti gli spigoli per eliminare eventuali sbavature che potrebbero compromettere la continuità dello strato protettivo. Successivamente saranno eliminate eventuali tracce di grasso da tutte le superfici.

Si effettuerà quindi la sabbatura a metallo quasi bianco di grado A Sa 2 ½ degli standard fotografici delle Svensk Standard SIS, secondo la specifica SP 10 delle Norme SSPC (Steel Structures Painting Council); dovranno essere impiegati abrasivi fini per ottenere un profilo di incisione compreso tra mm 0,025 e mm 0,050.

A sabbatura ultimata, prima di iniziare la verniciatura, si dovrà procedere alla completa asportazione di residui di ossidi, abrasivi e polvere.

Le superfici sabbiare tassativamente non dovranno essere inumidite prima dell'applicazione dello strato di primer, che dovrà essere effettuata entro il termine di 8 ore dalla sabbiatura, prima che venga a formarsi un qualsiasi principio di ruggine. Qualora si verificassero formazioni di ruggine, la sabbiatura dovrà essere ripetuta a cura e spese dell'Impresa.

#### *Spazzolatura*

Ad ultimazione del montaggio in opera delle strutture in acciaio, si dovrà procedere alla sabbiatura delle saldature eventualmente eseguite in opera per renderle atte a ricevere il trattamento protettivo.

Si eseguirà quindi la spazzolatura delle superfici interessate da abrasioni, danneggiamenti, ecc., in preparazione dei ritocchi che dovranno essere fatti per ricostituire la continuità dello strato di primer.

La spazzolatura, da effettuarsi con attrezzi meccanici, dovrà essere di grado C St 3 degli standard fotografici delle Svensk Standard SIS, secondo la specifica SP 3 delle Norme SSPC (Steel Structures Painting Council).

Prima di procedere alla verniciatura si dovrà procedere alla completa asportazione di ossidi e polveri.

Il trattamento di verniciatura mediante applicazione dello strato di primer dovrà essere effettuato entro il termine di 8 ore dalla spazzolatura.

#### **Cicli di verniciatura**

I cicli, tanto per superfici in vista che per quelle interne sono composti da tre strati, rispettivamente di primer, intermedio e di finitura, oltre ai ritocchi in opera sul primer ad avvenuto completamento del montaggio delle strutture.

#### *Ciclo per superfici in vista*

Esecuzione in officina a lavorazione ultimata:

a - Sabbiatura di grado A Sa 2 ½;

b - Applicazione mediante airless dello strato di primer zincante inorganico bicomponente, per uno spessore del film secco di mm 0,07 aventi le seguenti caratteristiche:

- ✓ contenuto solido > 76%
- ✓ zinco metallico nel film secco > 86%
- ✓ legante silicato di etile
- ✓ peso specifico della miscela > g/l 2500
- ✓ temperatura minima di applicazione 260 K
- ✓ Sovraverniciatura (con umidità relativa > 50%):

temperatura	tempi minimi di sovraverniciatura
260 K	7 giorni
277 K	48 ore
289 K	24 ore

Esecuzione in opera ad avvenuto completamento del montaggio

c - spazzolatura delle superfici da ritoccare di grado C St 3 previa sabbiatura delle saldature eventualmente eseguite in opera;

d - applicazione a pennello sulle superfici da ritoccare, dello strato di primer zincante organico bicomponente, per uno spessore del film secco di mm 0,060 avente le seguenti caratteristiche:

- ✓ contenuto solido > 80%
- ✓ zinco metallico nel film secco > 80%
- ✓ legante epossipoliammidico
- ✓ peso specifico della miscela > g/l 2500
- ✓ temperatura minima di applicazione 283 K
- ✓ sovraverniciatura (con umidità relativa 0 - 85~)

temperatura	tempi minimi di sovraverniciatura
283 K	8 ore
289 K	6 ore

e - applicazione mediante airless dello strato intermedio su tutte le superfici, a base epossipoliamminica modificata vinilica bicomponente, per uno spessore del film secco di mm 0,080, avente le seguenti caratteristiche:

- ✓ contenuto solido > 59%
- ✓ legante epossipoliamminico modificato
- ✓ peso specifico della miscela > g/l 1250
- ✓ temperatura minima di applicazione 283 K
- ✓ sovraverniciatura (con umidità relativa 30 - 70%)

temperatura	tempi minimi di sovraverniciatura
283 K	24 ore
289 K	12 ore

f - applicazione mediante airless dello strato di finitura su tutte le superfici, a base poliuretano isocianico alifatico bicomponente, per uno spessore del film secco di mm 0,050, avente le seguenti caratteristiche:

- ✓ contenuto solido > 57%
- ✓ legante poliuretano isocianico alifatico
- ✓ aspetto lucido
- ✓ peso specifico della miscela > g/l 1200

- ✓ temperatura minima di applicazione 277 K

Esecuzione	in officina		in opera			
Caratteristiche	26.4.4.1.1/a	Primer zincante inorganico	26.4.4.1.2/c	Ritocchi con primer zincante	Strato intermedio	Strato di finiture
		26.4.4.1.1/b		26.4.4.1.2/b	26.4.4.1.2/e	26.4.4.1.2/f
applicazione	S	airless	S	pennello	airless	airless
spessore del film secco	a	0,075	p	0,060	0,080	0,050
componenti n°	b	2	z	2	2	2
peso specifico miscela g/l	i	≥ 2500	z	≥ 2500	≥ 1250	≥ 1200
contenuto solido zinco metallico nel film secco	u	≥ 76%	a	≥ 80%	≥ 59%	≥ 57%
legante	r	silicato di etile	t	epossipoliammidico	epossipoliammidico vinilico	poliuretano isocianico alifatico
temperatura minima di applicazione	A	260 K	a	283 K	283 K	277 K
sopraverniciature alle diverse temperature	S	a 260 K: 7 d a 277 K: 48 h a 289 K: 25 h	C	a 283 K: 8 h a 298 K: 6 h	a 283 K: 24 h a 298 K: 12 h	

### Ciclo per superfici interne

Esecuzione in officina a lavorazione ultimata

a-b - si richiamano integralmente le norme di cui al precedente punto Esecuzione in opera ad avvenuto completamento del montaggio

c-d - si richiamano integralmente le norme di cui ai corrispondenti punti precedenti

e - applicazione mediante airless dello strato intermedio su tutte le superfici; a base epossipoliammidica bicomponente, per uno spessore del film secco di mm 0,075, avente le seguenti caratteristiche:

- ✓ contenuto solido > 50~
- ✓ legante epossipoliammidico
- ✓ peso specifico della miscela > g/l 1.350
- ✓ temperatura minima di applicazione 283 K
- ✓ sovraverniciatura (con umidità relativa 0 - 90%)

temperatura	tempi minimi di sovraverniciatura
283 K	24 ore
289 K	12 ore

g - applicazione mediante airless dello strato di finitura su tutte le superfici, a base epossicatramosa bicomponente, per uno spessore del film secco di mm 0,150, avente le seguenti caratteristiche:

- ✓ contenuto solido > 7~
- ✓ legante epossidico
- ✓ aspetto lucido
- ✓ peso specifico della miscela > g/l 1500
- ✓ temperatura minima di applicazione 283 K

Esecuzione	in officina		in opera			
		26. Primer zincante inorganico	26. Ritocchi con primer zincante	Strato intermedio	Strato di finiture	
Caratteristiche	4. 4. 2. 1/ a	26.4.4.2.1/b	4. 4. 2. 1/ c	26.4.4.2.2/b	26.4.4.2.2/e	26.4.4.2.2/f
applicazione	S	airless	S	pennello	airless	airless
spessore del film secco	a	0,075	p	0,060	0,080	0,050
componenti n°	b	2	z	2	2	2
peso specifico miscela g/l	i	≥ 2500	z	≥ 2500	≥ 1250	≥ 1200
contenuto solido	a	≥ 76%	o	≥ 80%	≥ 59%	≥ 57%
zinco metallico nel film secco	u	≥ 86%	l			
legante	r	silicato di etile	a	epossipoliammidico	epossipoliammidico vinilico	poliuretano isocianico alifatico
temperatura minima di applicaz.	a	260 K	r	283 K	283 K	287 K
sopraverniciature alle diverse temperature	S	a 260 K: 7 d a 277 K: 48 h a 289 K: 25 h	C	a 283 K: 8 h a 298 K: 6 h	a 283 K: 24 h a 298 K: 12 h	

## Pittura intumescente monocomponente

### Campi di applicazione

Pittura intumescente monocomponente all'acqua, ad elevato potere coibente, indicata per il trattamento intumescente di travature e in generale di tutte quelle strutture di acciaio, già esistenti, o in fase di progettazione, la cui resistenza al fuoco deve essere aumentata. L'utilizzo di questo prodotto è soggetto ad una preventiva valutazione analitica da parte del tecnico responsabile, come previsto dal D.M. del 04/05/98. A temperature di oltre 200°/250°C, la pittura deve formare sulla superficie trattata, uno strato di schiuma compatta di natura carboniosa, di volume molto maggiore dello spessore originale di pittura, che riduce il passaggio del calore. Si evita, in questo modo, che l'aumento di temperatura provocato dall'incendio raggiunga il cuore del manufatto e provochi la deformazione ed il conseguente crollo della struttura.

**Dati tecnici**

DATI IDENTIFICATIVI DEL PRODOTTO	
Colore	A discrezione della D.L.
Viscosità al collaudo	30000 +/- 3000 mPa s
Residuo secco	69 +/- 1%
Peso specifico	1,25 +/- 0,05 gr/cm <sup>3</sup>
Conservazione	In confezioni originali e ben chiuse evitando le basse temperature; consumare preferibilmente entro 12 mesi. TEME IL GELO.
DATI APPLICATIVI	
Diluizione	In caso di necessità, al max 5% con acqua di rete.
Tempo di essiccazione	24 ore
Modalità di applicazione	Pennello Rullo Spruzzo (Airless)

**Modalità di applicazione**

Preparazione dei supporti: nella verniciatura di travature di ferro o acciaio è necessario procedere con sgrassaggio e preferibilmente sabbiatura con grado SA2 ½. Successivamente è necessaria l'applicazione di un primer l'antiruggine sintetico o epossidico, formulati appositamente per questo ciclo (spessore secco di 50 - 70 micron). Nel caso di travature zincate, procedere con l'applicazione del Wash Primer o del primer epossidico, che garantiscono un supporto ideale per le successive mani di pittura intumescente (consultare le schede tecniche dei prodotti citati). Nel caso di travi già verniciate, verificare la compatibilità del prodotto esistente con la pittura intumescente, per evitare eventuali distacchi di prodotto. Nel caso di strutture già precedentemente verniciate con prodotti epossidici, è necessario carteggiare con carta abrasiva grana 120/180 prima dell'applicazione della pittura. I prodotti che per la loro specifica termoplasticità,

quali ad esempio fondi alla clorogomma, al bitume ecc. che darebbero problemi di rammollimento in caso di esposizione al calore, non risultano idonei ad essere ricoperti con la pittura intumescente.

Metodi di applicazione: può essere fatta a spruzzo, a pennello o a rullo anche se è da privilegiare l'applicazione a spruzzo airless con la quale si ottiene l'aspetto estetico migliore. Questo sistema permette inoltre di coprire grandi superfici in tempi ridotti. Le applicazioni a pennello o rullo sono preferibili dove non sono ammessi fumi di verniciatura. In questo caso le perdite si riducono al minimo. Il metodo di applicazione sarà scelto dalla D.L. caso per caso.

*Airless:* utilizzare una pompa senza filtri con ugelli da 30-31. Solo in caso di necessità diluire al massimo 5% acqua di rete. Mescolare il prodotto con un trapano. E' possibile ottenere grandi spessori con più passaggi, riprendendo le superfici già verniciate dopo alcuni minuti. Le mani successive vanno applicate solo dopo l'essiccazione.

*Pennello o Rullo:* Utilizzare un rullo a peli corti per ottenere una finitura ad effetto testurizzato. Pennellate corte evidenzieranno meno i segni del pennello.

Nella seguente tabella sono riportati valori indicativi degli spessori massimi applicabili per mano, variabili in relazione alle condizioni ambientali ed alla forma dei profili da trattare.

Metodo	Spessore massimo umido per mano a 20 °C
Airless	800 – 1000 g/mq (ca. 600 – 800 micron umidi)
Pennello - rullo	400 – 500 g/mq (ca. 300 – 400 micron umidi)

Controllo spessori umidi: il controllo degli spessori umidi può essere eseguito appoggiando l'apposito "spessimetro a pettine" sulla superficie verniciata, rilevando l'ultimo dente sporco di pittura ed il successivo dente pulito. Lo spessore umido applicato si trova in questo intervallo.

Essiccazione: è necessario utilizzare un prodotto che essicca in 24 ore a temperature comprese tra 18 - 25 °C, pertanto il tempo minimo di attesa tra l'applicazione di due mani successive è di 24 ore. Va tenuto conto che a maggiori spessori applicati corrispondono più lunghi tempi di essiccazione. Una buona circolazione dell'aria favorisce l'evaporazione dell'acqua e garantisce un'essiccazione omogenea. Contenitori stoccati a temperature troppo basse comportano un allungamento dei tempi di essiccazione. Non procedere all'applicazione con temperature inferiori a 10° C, umidità superiore a 80% e condizioni ambientali di nebbia o pioggia. È necessario tenere conto della temperatura del supporto poiché, essendo in genere più freddo dell'ambiente in cui si trova, può presentare fenomeni di condensazione (punto di rugiada). In questo caso non procedere con la verniciatura senza prima aver riscaldato l'ambiente.

Controllo spessori secchi: il controllo finale dello spessore secco deve essere effettuato quando la pittura è completamente essiccata. Le misurazioni possono essere eseguite con spessimetro magnetico (ex. spessimetro a banana) oppure con spessimetro elettromagnetico, distribuendo sull'elemento trattato un numero significativo di rilevazioni. Non è consentito di procedere all'applicazione della finitura protettiva, fino a quando non sia stato raggiunto lo spessore secco di pittura previsto (ottenuto detraendo dallo spessore secco di pittura lo spessore secco di primer).

Sovraverniciabilità: è necessario utilizzare un prodotto che può essere sovraverniciato per migliorare le sue caratteristiche di resistenza all'umidità e agli agenti atmosferici. Nel caso di strutture verniciate esposte alle intemperie la sovrapposizione di uno smalto protettivo diventa indispensabile perché i prodotti intumescenti ad acqua non hanno resistenza all'acqua. L'esposizione alla pioggia, ad esempio, porta al degrado della pellicola con sfaldamenti e distacchi, che richiedono la riapplicazione del ciclo. La protezione con lo smalto trattiene meno lo sporco e mantiene inalterate le proprietà intumescenti nel tempo.

Durata del trattamento: le pitture intumescenti devono essere applicate tenendo conto della buona preparazione del supporto (vedi preparazione del supporto), delle condizioni ambientali durante l'applicazione (vedi metodi di applicazione), dell'ambiente in cui verranno esposte (umidità relativa media, presenza di vapori acidi o alcalini, sbalzi termici, esposizione alla luce solare, ecc.) che sono fattori determinanti nella durata di qualsiasi ciclo verniciante.

### **Certificazioni ed accettazione del prodotto**

I prodotti impiegati per le verniciature dovranno essere di primarie marche. E in facoltà della Direzione Lavori e degli organi di controllo della Società rifiutare prodotti di marche che non diano sicuro affidamento di buona qualità.

Ad avvenuta consegna dei lavori e prima di dare corso ai cicli di verniciatura previsti, l'Impresa dovrà consegnare alla Direzione Lavori campioni di tutti i prodotti vernicianti componenti i due cicli, con i relativi diluenti, in contenitori sigillati del peso di Kg 0,500 cadauno, nel numero di tre per ogni prodotto.

Ciascun campione dovrà essere accompagnato da schede tecniche riportanti le caratteristiche di composizione ed applicazione del prodotto dotato di certificazione di prova rilasciata da laboratori di prova ufficiali e di tutta la documentazione richiesta dalla vigente normativa.

La Direzione Lavori, a sua cura ed a spese dell'Impresa, provvederà a sottoporre i campioni a prova presso Laboratori di sua fiducia per verificarne la rispondenza ai requisiti richiesti.

Solo dopo che i laboratori avranno accertato tale rispondenza, la Direzione Lavori formalizzerà l'autorizzazione all'Impresa all'applicazione dei cicli, riservandosi di verificare in qualsiasi momento durante il corso dei lavori, sempre a spese dell'Impresa, la conformità dei prodotti impiegati, presenti a piè d'opera, ai campioni sotto posti a prova.

L'Impresa è tenuta a garantire la buona esecuzione dei lavori e la conservazione del ciclo applicato, per un periodo di 20 anni.

La decorrenza della suddetta garanzia inizierà alla data del certificato di ultimazione lavori con l'obbligo di gratuita manutenzione per tutto il periodo di garanzia.

Nel detto periodo l'Impresa resta obbligata ad eseguire a propria cura e spese i ritocchi e quanto altro si rendesse necessario al fine di mantenere la verniciatura in condizioni di totale efficienza.

Se i lavori di ritocco eseguito nel periodo di garanzia supereranno il 20% della superficie totale, l'Impresa sarà tenuta ad eseguire a sua cura e spese, una totale successiva mano di verniciatura a conguaglio, al fine di ripristinare il buon aspetto estetico dell'opera.

L'Impresa è tenuta inoltre a garantire la buona conservazione dello strato di primer zincante inorganico eseguito in officina per tutto il periodo intercorrente fino all'esecuzione dello strato intermedio e comunque per almeno un anno.

## Intonaco protettivo antincendio leggero

### Campi di applicazione

Fornitura e posa in opera di intonaco isolante leggero presmiscelato a gesso per interni a base di gesso e vermiculite, leganti speciali ed additivi specifici provvisto di marcatura ce secondo la norma en 13279-1, classe di reazione al fuoco a1 secondo UNI EN 13501-1 e classe di fumo F0 secondo NF F 16-101.

### Modalità di applicazione

il prodotto dovrà essere applicato a macchina a spruzzo. L'intonaco dovrà avere uno spessore determinato conformemente alle certificazioni rilasciate da laboratori autorizzati.

#### Dati tecnici

DATI IDENTIFICATIVI DEL PRODOTTO		
Caratteristica	Norma di riferimento	Valore
Colore		A discrezione della D.L.
Peso specifico in polvere		300 kg/m <sup>3</sup>
Peso specifico in opera		400 kg/m <sup>3</sup> (asciutto)
Tipo	EN 13279-1	C5/20
PH		11 (reazione basica)
Tipo di presa iniziale		85 min +/- 15 min
Resa metrica teorica		4 kg/m <sup>2</sup> per spessore 1 cm
Adesione	NF-P-15-203-1	>0.022 N/mm <sup>2</sup> (su lamiera)
Conduttività termica		L = 0.045 W/mK
Reazione al fuoco	EN 13501-1	Classe A1
Classe di fumo	NF F 16-101	F0

## SOLAI

### *NORMATIVA DI RIFERIMENTO*

Vedasi capitolo LEGGI e NORME.

### *GENERALITA'*

Le coperture degli ambienti e dei vani in genere potranno essere eseguite con solai di tipo diverso come descritto di seguito.

L'Impresa dovrà provvedere ad assicurare solidamente alla faccia inferiore di tutti i solai, i pendini di sospensione dei controsoffitti, degli impianti meccanici ed elettrici, nel numero, forma e posizione che, a sua richiesta sarà precisato dalla D.L.

I carichi accidentali di cui si dovrà tenere conto nel calcolo dei solai saranno quelli fissati dal D.M. 17 gennaio 2018.

Quanto contenuto nel presente Paragrafo si riferisce alle seguenti opere strutturali:

- ✓ solai di copertura realizzati con sole lamiera grecate o con elementi di lamiera piegata a freddo;
- ✓ solai di piano realizzati con lamiera grecate e getto di calcestruzzo non collaborante;

- ✓ solai di piano realizzati con lamiera grecate e getto di calcestruzzo collaborante;
- ✓ solai di piano in cemento armato;
- ✓ solai di piano tipo misto c.a. e laterizio;
- ✓ solai di piano prefabbricati tipo "Predalles"

### **Solai di copertura e tamponamenti di parete realizzati con sole lamiera grecate**

Quando gli elementi di lamiera debbano essere vincolati ad una struttura metallica non è necessaria alcuna predisposizione particolare.

Nel caso in cui la struttura principale sia in c.a. e quindi gli elementi di lamiera debbano appoggiare su travi o muri di calcestruzzo, si dovrà ancorare nel corpo di tali elementi portanti un corrente tubolare o angolare sul quale fissare le lamiere con viti, chiodi o bottoni di saldatura.

La distribuzione dei punti di fissaggio delle lamiere (sia con viti, chiodi o bottoni di saldatura) non dovrà scendere sotto i seguenti limiti:

- ✓ lamiere di copertura: I fissaggi dovranno essere disposti su tutte le onde in corrispondenza della gronda, del colmo, di tutte le sovrapposizioni longitudinali, nonché delle parti aggettanti del perimetro della costruzione; in corrispondenza dei supporti intermedi il fissaggio potrà essere previsto su onde alterne; il collegamento di due lamiere adiacenti lungo i sormonti laterali avverrà in corrispondenza di tutti i supporti;
- ✓ lamiere di parete: i fissaggi potranno essere previsti su onde alterne;
- ✓ solai: i fissaggi dovranno essere previsti in corrispondenza di tutte le onde.

### **Solai realizzati con lamiera grecate e getto di calcestruzzo non collaborante**

Per quanto concerne la preparazione degli appoggi e la posa degli elementi di lamiera vale quanto detto al secondo capoverso sopra.

Per quanto concerne la distribuzione dei punti di fissaggio vale quanto detto al terzo capoverso sopra; i lembi longitudinali dovranno essere uniti con rivetti al passo max di 1,50 m per evitare colature di calcestruzzo e abbassamenti relativi tra elementi di lamiera adiacenti.

Per il getto del calcestruzzo si dovranno seguire le seguenti istruzioni:

- ✓ gli inerti non dovranno avere dimensioni superiori a 20 mm;
- ✓ il calcestruzzo dovrà essere opportunamente additivato per ridurre al minimo il valore del rapporto a/c, data la presenza della lamiera grecata con funzione di cassaforma;
- ✓ evitare di formare cumuli di calcestruzzo in mezzeria delle campate di lamiera, per non arrivare a provocare deformazioni permanenti localizzate;
- ✓ evitare assolutamente i getti in caso di rischio di gelo;

- ✓ predisporre sempre una rete elettrosaldata posata a 2 cm circa dal filo superiore del getto; tale rete non dovrà mai essere saldata all'estradosso della lamiera grecata per non danneggiarne la zincatura;
- ✓ in presenza di appoggio su murature di calcestruzzo nella correa di bordo dovranno essere predisposte armature di cucitura sia inferiori (a livello della lamiera grecata) sia superiori (a livello della rete elettrosaldata), in corrispondenza di ogni onda sul lato di testa; lungo il lato parallelo alle onde si predisporrà l'armatura superiore con una penetrazione minima di 60 cm.

### **Solai realizzati con lamiere grecate e getto di calcestruzzo collaborante**

Tale tipo di struttura è realizzata con l'impiego di lamiere dotate di bugnature lungo le pareti subverticali della grecatura, che impediscono sia lo scorrimento relativo longitudinale sia il distacco verticale tra calcestruzzo e acciaio.

Per quanto concerne la preparazione degli appoggi e la posa degli elementi di lamiera vale quanto detto in precedenza.

È da tenere presente che le lamiere grecate del tipo in questione, non potendo sovrapporsi lungo i loro lembi di testa, potranno essere solo accostate lungo una linea di appoggio: per evitare colature di calcestruzzo si chiuderà la fessura lungo tale linea con l'applicazione di un nastro adesivo.

Per quanto concerne la distribuzione dei punti di fissaggio vale quanto detto in precedenza.

Prima del getto la zona interessata di solaio dovrà essere accuratamente pulita da materiali o liquidi che possano ridurre l'aderenza tra calcestruzzo e lamiera.

Per le operazioni di getto tenere presente anche le istruzioni già dette.

In caso di necessità si potranno prevedere armature complementari a cavallotto sugli appoggi per momenti negativi o in campata con barre da annegare nelle nervature; particolare cura dovrà essere adottata per il posizionamento di tali armature con l'uso di adatti distanziatori.

Nel caso di realizzazione di soletta su lamiera grecata facente parte di struttura composta acciaio - calcestruzzo dovranno essere tenute in considerazione le seguenti istruzioni:

- ✓ la sezione della lamiera grecata dovrà avere caratteristiche geometriche tali per cui il rapporto tra la larghezza  $b$  di onda e la sua altezza  $a$  sia  $b/a > 2$ ;
- ✓ la testa del connettore dovrà sporgere oltre l'estradosso dell'onda di almeno 25 mm;
- ✓ la copertura di calcestruzzo sopra la testa del connettore dovrà risultare di almeno 25 mm.

### **Solai in cemento armato**

Per tali solai si richiamano tutte le norme e prescrizioni per l'esecuzione delle opere in c.a. .

### **Solai di tipo misto c.a. e laterizio**

I travetti saranno realizzati in cls di classe non inferiore a R'bk 250 armato con barre di acciaio B450C, ed avranno l'intradosso in granulato di laterizio. I laterizi, in forma di monoblocco - biblocco, dovranno soddisfare alle norme per l'accettazione dei materiali laterizi emanate con le UNI 5631-65 ed UNI 5633-65. I laterizi aventi nel solaio funzione statica devono essere contornati in modo che nel solaio in opera sia assicurata con continuità la trasmissione degli sforzi di compressione dall'uno all'altro elemento.

Nel caso si richieda al laterizio il concorso nella resistenza agli sforzi tangenziali, si devono usare laterizi monoblocchi in modo che nelle file adiacenti, comprendenti una nervatura di conglomerato, i giunti risultino sfalsati tra di loro.

La resistenza a compressione, riferita alla sezione netta delle pareti e delle costolature, deve risultare non minore di 15 N/mm<sup>2</sup> per i laterizi aventi funzione principale di alleggerimento, e di 30 N/mm<sup>2</sup> per i laterizi aventi funzione statica integrativa.

Quando l'armatura è collocata entro scanalature, qualunque superficie metallica deve risultare contornata in ogni direzione da uno spessore minimo di malta cementizia di 5 mm.

Per la confezione a piè d'opera di travi in laterizio armato, non dovranno impiegarsi malte cementizie con dosature minori di 450 Kg/m<sup>3</sup> né conglomerati di classe inferiore a R'bk 350.

Particolare attenzione dovrà inoltre essere posta nel dimensionamento di tali elementi, essendo vietato procedere a tagli od allungamenti, con qualunque mezzo o sistema, per consentire eventuali adattamenti a luci non corrispondenti a quelle del prefabbricato.

### **Solai misti di C.A. o C.A. precompresso e blocchi diversi dal laterizio**

I blocchi con funzioni principali di alleggerimento, possono essere realizzati anche con materiale diversi dal laterizio (calcestruzzo leggero di argilla espansa, calcestruzzo normale sagomato, materie plastiche, elementi organici mineralizzati, ecc.).

Il materiale dei blocchi deve essere stabile dimensionalmente.

Ai fini storici si distinguono due categorie di blocchi per solai:

- a1) blocchi collaboranti;
- a2) blocchi non collaboranti.

*Blocchi collaboranti:*

- ✓ Devono avere modulo elastico superiore a 8 kN/mm<sup>2</sup> ed inferiore a 25 kN/mm<sup>2</sup>.
- ✓ Devono essere totalmente compatibili con il conglomerato con cui collaborano sulla base di dati e caratteristiche dichiarate dal produttore e

verificate dalla direzione dei lavori. Devono soddisfare a tutte le caratteristiche fissate per i blocchi di laterizio della categoria a2).

*Blocchi non collaboranti.*

- ✓ Devono avere modulo elastico inferiore ad 8 kN/mm<sup>2</sup> e svolgere funzioni di solo alleggerimento.
- ✓ Solai con blocchi non collaboranti richiedono necessariamente una soletta di ripartizione, dello spessore minimo di 4 cm, armata opportunamente e dimensionata per la flessione trasversale. Il profilo e le dimensioni dei blocchi devono essere tali da soddisfare le prescrizioni dimensionati imposte per i blocchi di laterizio non collaboranti.

### **Solaio areato realizzato con elementi plastici modulari conformati a cupola**

Il solaio sarà realizzato mediante il posizionamento su un piano preformato, di elementi plastici modulari conformati a cupola delle dimensioni in pianta e in altezza variabili, con scanalature incrociate atte a contenere i ferri di armo. Le cupole, mutamente collegate saranno atte a ricevere il getto di calcestruzzo classe 300, e formeranno dei pilastri con superfici di contatto ed interasse adeguati ai carichi di progetto.

## **VESPAI - INERTI**

### *NORMATIVA DI RIFERIMENTO*

Alle normative indicate nel paragrafo LEGGI e NORME si aggiunge che i lavori di seguito dovranno essere eseguiti nel rispetto delle leggi e normative vigenti in materia, e loro successivi eventuali aggiornamenti, con particolare riguardo a:

<b>AASHTO T180-01-UL</b>	Standard Method of Test for Moisture-Density Relations of Soils Using a 4.54-kg (10-lb) Rammer and a 457-mm (18-in.)
<b>DIN 18202 :1986</b>	Tolerances for buildings
<b>UNI EN 13286-47:2006</b>	Prove sui materiali stradali - Indice di portanza CBR di una terra

### *VESPAI*

#### **Drenaggi mediante vespaio in ghiaia**

I drenaggi dovranno essere realizzati mediante formazione di vespaio di spessore non inferiore a cm 30, in ghiaia lavata di pezzatura assortita compresa fra 25 e 75 mm, posto in opera sul terreno naturale compattato previa interposizione di tessuto non tessuto del peso di 300 gr/mq; i lati del tessuto non tessuto dovranno ribordare sulla sommità del vespaio per almeno 80-100 cm. Il vespaio verrà areato mediante interposizione di tubazioni drenanti in PVC diametro 60 mm microfessurate poste ad interassi non inferiori di m 1.00. Le tubazioni dovranno essere direttamente collegate con l'esterno mediante griglie di areazione poste nelle murature verticali.

Il pietrame e i ciottoli saranno posti in opera a mano con i necessari accorgimenti in modo da evitare successivi assestamenti.

Il materiale di maggiori dimensioni (granulometrie variabili da 25 a 75 mm) dovrà essere sistemato negli strati inferiori mentre il materiale fino negli strati superiori fino ad intasamento completo.

La Direzione Lavori potrà ordinare l'intasamento del drenaggio già costituito con sabbia lavata. Il misto di fiume, da impiegare nella formazione dei drenaggi, dovrà essere pulito ed esente da materiali organici e coesivi, granulometricamente assortito con esclusione dei materiali passanti al setaccio 0,4 della serie UNI.

### **Drenaggi con filtro in tessuto non tessuto**

In terreni particolarmente ricchi di materiale fino o sui drenaggi verticali di murature interrato, il drenaggio delle acque dovrà essere attuato mediante il rivestimento del cavo con filtro in tessuto "non tessuto" in polipropilene isotattico.

Le prove da eseguire per il controllo dei requisiti saranno del tipo descritto nell'apposita voce; il peso minimo dovrà essere di 350 gr/mq.

I vari teli di non tessuto dovranno essere cuciti tra di loro per formare il rivestimento del drenaggio; qualora la cucitura non venga effettuata, la sovrapposizione degli elementi dovrà essere di almeno 30 cm.

La parte inferiore dei non tessuti, in contatto con il fondo del cavo di drenaggio e per una altezza di almeno 20 cm sui fianchi dovrà essere impregnata con bitume tipo 180-200 dato a caldo (o reso fluido con opportuni solventi che non abbiano effetto sul T.N.T.) in ragione di almeno 2 kg/mq. Tale impregnazione potrà essere fatta prima della messa in opera nel cavo del non tessuto stesso o anche dopo la sua sistemazione in opera. Dal cavo dovrà fuoriuscire la quantità di non tessuto necessaria ad una doppia sovrapposizione della stessa sulla sommità di drenaggio (due volte la larghezza del cavo).

Sul fondo dello scavo verrà posta tubazione drenante microfessurata in PVC del diametro non inferiore a mm 250, interamente ricoperta con sabbia vagliata per uno spessore in sommità del tubo non inferiore a 20 cm.

Il cavo rivestito verrà successivamente riempito di materiale lapideo pulito e vagliato trattenuto al crivello 10 mm UNI, tondo o di frantumazione, con pezzatura massima non eccedente i 70 mm.

Il materiale dovrà ben riempire la cavità in modo da fare aderire il più possibile il non tessuto alle pareti dello scavo.

Terminato il riempimento si sovrapporrà il non tessuto fuoriuscente in sommità e su di esso verrà eseguita una copertura in terra pressata.

### **Drenaggio di paratie verticali con geocomposito drenante**

Per il drenaggio a monte di muro di contenimento di locali in terra o seminterrati verrà utilizzato un geocomposito drenante da applicarsi sulle paratie verticali degli scannafossi mediante graffature, prima del getto del muro di rivestimento in c.a.,

tale sistema con funzione di cassero a perdere, verrà inglobato nel muro di contenimento al fine di garantire sul lato contro terra un corretto drenaggio delle acque presenti nel terreno. È composto da un telo filtrante in non tessuto di poliestere termosaldato di spessore 0.6 mm ricoperto da una membrana di poliammide e da un manto in PVC con interposta una struttura drenante tridimensionale in filamento di poliammide ad elevato indice di vuoto. Tali elementi sono saldati assieme su tutta la superficie.

Al piede della palificata o paratia, verrà previsto un piano di appoggio in c.l.s. magro per la tubazione microfessurata in PVC, il geocomposito dovrà sovrapporsi alla tubazione fino al completo ricoprimento della stessa..

#### Prestazioni

PRESSIONE KpA	PROFONDITA' m	DRENAGGIO VERTICALE*	
		l/s.m	l/h.m
25	3,5	2,66	9580
50	7,0	1,09	3920
100	14	0,39	1420
200	28	0,28	410

\* capacità di drenaggio con un gradiente  $i=1$ , in litri per secondo e ora per metro di larghezza.

#### Caratteristiche tecniche

##### Nucleo drenante:

Tipo di polimero poliammide 6

Densità del polimero 1140 Kg/mc

Punto di fusione 218 °C

Tipo di saldatura termica

Densità del materiale 23-70 Kg/mc

##### Filtro non tessuto:

Tipo di polimero filamenti di poliestere ricoperti da pellicola in poliammide

Tipo di saldatura termica

Peso 125 gr/mq

Spessore 0.6 mm

Resistenza a trazione 8 kN/m

Resistenza al punzonamento 1800 N

Flusso d'acqua 194 l/mq s

Permittività 6.6 s-1

##### Geocomposito drenante:

Area di contatto < 1%

Resistenza chimica: tutte le sostanze normalmente presenti nel terreno e nell'acqua di superficie

Resistenza biologica: secondo norme ISO/DIS 846.2 e DIN 53739, 33.3 C e D

Infiammabilità: bassa infiammabilità e bassa produzione di fumo

Resistenza alla temperatura da -30 a +100 °C

Spessore totale 22 mm

Peso 200 gr/mq

### **Drenaggi lineari superficiali**

I sistemi di drenaggio lineare saranno realizzati con canalette ad elementi prefabbricati componibili in calcestruzzo di poliestere P1408, composto da resine poliestere e sabbie quarzifere, con caratteristiche antigelive, antisaline, antiacide, resistenti agli oli e grassi e con superficie interna liscia (coeff. di scabrezza secondo Goubler - Strichlez = 95) posati su magrone in calcestruzzo di spessore non inferiore a 10 cm e rinfiando di spessore non inferiore a 20 cm opportunamente vibrato.

La canaletta sarà dotata di pendenza incorporata pari a 0,6%, ricavata sull'altezza dell'elemento e sarà munita di tutti i pezzi speciali e dei collegamenti ai pozzetti di scolo, come e dove previsti in progetto e indicato dalla D.L.

La copertura della canaletta sarà realizzata con griglia in ghisa sferoidale e staffa di fissaggio. Classe di carico non inferiore alla Classe C..

Le griglie saranno opportunamente fissate alla canaletta con viti e barrette di fissaggio con incavi nel calcestruzzo ricavati nella canaletta stessa, con almeno 2 punti di fissaggio a m 1 di condotta.

### ***INERTI PER SOTTOPAVIMENTAZIONE***

---

Tale fondazione è costituita da una miscela di materiali granulari (misto granulare) stabilizzati per granulometria con l'aggiunta o meno di legante naturale, il quale è costituito da terra passante al setaccio 0,4 UNI.

L'aggregato potrà essere costituito da ghiaie, detriti di cava, frantumato, scorie od anche altro materiale; potrà essere: materiale reperito in sito, entro o fuori cantiere, oppure miscela di materiali aventi provenienze diverse, in proporzioni stabilite attraverso una indagine preliminare di laboratorio e di cantiere.

Lo spessore da assegnare alla fondazione sarà fissato dalla Direzione dei Lavori in relazione alla portata del sottofondo; la stesa avverrà in strati successivi, ciascuno dei quali non dovrà mai avere uno spessore finito superiore a cm 20 e non inferiore a cm 10.

#### **a) Caratteristiche del materiale**

Il materiale in opera, dopo l'eventuale correzione e miscelazione, risponderà alle caratteristiche seguenti:

- ✓ l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 71 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- ✓ granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

Serie crivelli e setacci U.N.I.	Miscela passante: % totale in peso
Crivello 71	100
Crivello 40	75÷100
Crivello 25	60÷87
Crivello 10	35÷67
Crivello 5	25÷55
Setaccio 2	15÷40
Setaccio 0,4	7÷22
Setaccio 0,075	2÷10

- ✓ rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore a 2/3;
- ✓ perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30%;
- ✓ equivalente in sabbia (1) misurato sulla frazione passante al setaccio 4 ASTM compreso tra 25 e 65. Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia (65) potrà essere variato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25 e 35, la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR di cui al successivo comma 6);
- ✓ indice di portanza CBR (2), dopo 4 giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25 non minore di 50. È inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di  $\pm 2\%$  rispetto all'umidità ottima di
- ✓ costipamento. Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi 1, 2, 4, 5, salvo nel caso citato al comma 5 in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

### **b) Modalità esecutive**

Il piano di posa dello strato dovrà avere le quote, la sagoma ed i requisiti di compattezza prescritti ed essere ripulito da materiale estraneo.

Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm e dovrà presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti.

L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori.

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato. Verificandosi comunque

eccesso di umidità, o danni dovuti al gelo, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostruito a cura e spese dell'Impresa.

Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria.

Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati idonei mezzi compattatori in relazione alle caratteristiche dei luoghi in cui verrà realizzata la pavimentazione. La Direzione Lavori potrà, se lo riterrà opportuno, autorizzare anche il costipamento manuale.

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHO modificata (3). Il valore del modulo di compressibilità ME, misurato con il metodo di cui all'art. «Movimenti di terre», ma nell'intervallo compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm<sup>2</sup>, non dovrà essere inferiore ad 80 N/mm<sup>2</sup>.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di m 4,50 di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5%, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

Sullo strato di fondazione, compattato in conformità delle prescrizioni avanti indicate, è buona norma procedere subito alla esecuzione delle pavimentazioni, senza far trascorrere, fra le due fasi di lavori un intervallo di tempo troppo lungo, che potrebbe recare pregiudizio ai valori di portanza conseguiti dallo strato di fondazione a costipamento ultimato. Ciò allo scopo di eliminare i fenomeni di allentamento, di asportazione e di disgregazione del materiale fine, interessanti la parte superficiale degli strati di fondazione che non siano adeguatamente protetti dal traffico di cantiere o dagli agenti atmosferici; nel caso in cui non sia possibile procedere immediatamente dopo la stesa dello strato di fondazione alla realizzazione delle pavimentazioni, sarà opportuno procedere alla stesa di una mano di emulsione saturata con graniglia a protezione della superficie superiore dello strato di fondazione oppure eseguire analoghi trattamenti protettivi.

## **MURATURE**

### *NORMATIVA DI RIFERIMENTO*

---

Vedasi quanto riportato nel paragrafo LEGGI e NORME.

### *MURATURE IN GENERE*

---

Nelle costruzioni delle murature in genere verrà curata la perfetta esecuzione degli spigoli, delle voltine, sordine, piattabande, archi e verranno lasciati tutti i necessari incavi, sfondi, canne e fori: per ricevere le chiavi e i capichiavi delle volte, gli

ancoraggi delle catene e delle travi a doppio T, le testate delle travi in legno ed in ferro, le pietre da taglio e quanto altro non venga messo in opera durante la formazione delle murature; per il passaggio dei tubi pluviali, dei camini, dell'acqua potabile, degli scarichi dei servizi igienici, delle areazioni, ecc.; per le condutture elettriche di campanelli, di telefono e di illuminazione; per le imposte delle volte e degli archi; per gli zoccoli, arpioni di porte e finestre, zanche, soglie, ferriate, ringhiere, davanzali ecc. Quanto detto, in modo che non vi sia mai bisogno di scalpellare le murature già eseguite.

La costruzione delle murature deve iniziarsi e proseguire uniformemente assicurando il perfetto collegamento sia con le murature esistenti, sia fra le varie parti di esse, evitando nel corso dei lavori la formazione di strutture eccessivamente emergenti dal resto della costruzione. La muratura procederà a filari rettilinei coi piani di posa normali alle superfici viste come altrimenti venisse prescritto. All'innesto con muri da costruirsi in tempo successivo dovranno essere lasciate opportune ammorsature in relazione al materiale impiegato.

I lavori di muratura, qualunque sia il sistema costruttivo adottato debbono essere sospesi nei periodi di gelo, durante i quali la temperatura si mantenga, per molte ore, al di sotto di 0° C. Quando il gelo si verifichi solo per alcune ore della notte, le opere in muratura ordinaria possono essere eseguite nelle ore meno fredde del giorno purché, al distacco del lavoro, vengano adottati opportuni provvedimenti per difendere le murature dal gelo notturno.

Le facce delle murature in malta dovranno essere mantenute bagnate almeno per 15 giorni dalla loro ultimazione od anche più su specifica richiesta.

Si potrà ordinare che tutte le canne, le gole, ecc. nello spessore dei muri, siano lasciate aperte sopra una faccia, temporaneamente, anche per tutta la loro altezza; in questi casi, il tramezzo di chiusura si eseguirà posteriormente.

Le impostature per le volte, gli archi, ecc., devono essere lasciate nelle murature sia con gli addentellati d'uso, sia col costruire l'origine delle volte e degli archi a sbalzo mediante le debite sagome secondo quanto verrà prescritto.

Potrà essere ordinato che sulle aperture di vani di porte e finestre siano collocati degli architravi in cemento armato delle dimensioni che saranno fissate in relazione alla luce dei vani, allo spessore del muro e al sovraccarico.

Quando venga ordinato, sui muri delle costruzioni, nel punto di passaggio fra la fondazione entro terra e la parte fuori terra, verrà disposto uno strato di impermeabilizzazione per evitare la risalita di umidità.