



CITTA' DI LUCCA

Le ali alle tue idee



UNIONE EUROPEA  
FONDO EUROPEO  
DI SVILUPPO REGIONALE



REPUBBLICA ITALIANA

INTERVENTO DI RESTAURO DELL' EX CONVENTO DI SAN DOMENICO -  
EX MANIFATTURA TABACCHI  
*Centro per attività di contrasto al disagio*

PROGETTO STRUTTURALE  
PROGETTO ESECUTIVO

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI IMPRESE

UNIECO SOC. COOP.  
via Meuccio Ruini, 10 - 42124 - Reggio Emilia (RE) (Mandataria)

IMPRESA COSTRUZIONI EDILI E STRADALI DR. ING. MICHELE BIANCHI & C. srl  
via D. Chelini, 39 - 55100 - Lucca (LU) (Mandante)

R.A.M.A. srl  
vl. Castracani, 600 - 55100 - Lucca (Mandante)

MARTINELLI IMPIANTI  
via del Poggetto 439/h S. Anna - 55100 - Lucca (LU) (Mandante)

**Ing. BRUNO PERSICHETTI**  
ORDINE INGEGNERI della Provincia di PISA  
N° 1121 Sezione A  
INGEGNERE CIVILE E AMBIENTALE  
INDUSTRIALE, DELL'INFORMAZIONE

PROGETTO

COORDINAMENTO GENERALE  
A.I.C.E. Consulting S.r.l. con sede in via G. Boccaccio, 20 - 56010 - Ghezzano (PI)  
Pietro Carlo Pellegrini Architetto, via di Vicopelago, 3129 - Pozzuolo - 55100 Lucca (LU)

ARCHITETTONICO  
Pietro Carlo Pellegrini Architetto, via di Vicopelago, 3129 - Pozzuolo - 55100 Lucca (LU)

STRUTTURALE, IMPIANTI MECCANICI, ELETTRICI, PREVENZIONE INCENDI  
e COORDINAMENTO SICUREZZA FASE PROGETTAZIONE  
A.I.C.E. Consulting S.r.l. con sede in via G. Boccaccio, 20 - 56010 - Ghezzano (PI)

CONSULENTE PROGETTO RESTAURO  
Eugenio Vassallo Architetto, via Sandro Gallo, 54 - 30126 - Venezia Lido (VE)

CONSULENTE PROGETTO STRUTTURALE  
Massimo Dringoli Ingegnere, Lungarno Simonelli, 10 - 56126 - Pisa (PI)

CONSULENTE PROGETTO ARCHITETTONICO  
Alessandro Franco Architetto, RCF & P., c.so F.lli Cervi, 51 - 47838 - Riccione (RN)

Comune di Lucca  
RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO: Arch. Mauro Di Bugno

RELAZIONE ILLUSTRATIVA SUI MATERIALI

edificio

CD

elaborato

ST.REL.03

DATA: Settembre 2013

FILE :

1010-PE-ST-RIM-RelMat-Contr\_al\_dis.doc

REV: 0



COMPETITIVITÀ  
DINAMISMO  
INNOVAZIONE

www.regione.toscana.it/creo

QUALITÀ

0	Settembre 2013	Prima emissione	MDC	FR	BP
Revisione	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Validato

**INDICE**

0. SOMMARIO .....	4
1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	4
2. MATERIALI E COMPONENTI DELLE NUOVE OPERE (§ 11 NTC) .....	5
2.1. Strutture in carpenteria metallica (nuova architrave).....	5
2.1.1. Acciaio laminato a caldo.....	5
2.2. Interventi sugli elementi in muratura.....	6
1.1.1 Muratura per chiusura vani .....	6
1.1.2 Ripristino della muratura ammalorata.....	6
1.2. Materiali da utilizzarsi per la scaletta interna in c.a.....	6
1.2.1 Calcestruzzo classe C25/30.....	6
1.2.2 Acciaio in barre ad aderenza migliorata (B450C).....	13
1.3. Materiali da utilizzarsi per il placcaggio dei pilastri in muratura .....	13
1.3.1 Calcestruzzo reoplastico o malta fibrorinforzata a ritiro compensato.....	13
1.3.2 Acciaio in barre ad aderenza migliorata (B450C).....	14

## 0. SOMMARIO

La presente relazione riferisce dei materiali da utilizzarsi per gli interventi strutturali da eseguirsi su una **porzione di edificio del complesso dell'ex "Manifattura Tabacchi" prospiciente piazza della Cittadella.**

In particolare gli interventi riguarderanno gli ambienti del solo **piano terra** che ospiteranno il "*Centro di attività di contrasto al disagio*" (intervento n. 8).

Il tutto nell'ambito delle attività relative alla redazione del progetto esecutivo generale Pius Lucca Dentro, ai sensi dell'art.93 comma 5 del D.Lgs. 12 aprile 2006 n.163 (Codice dei Contratti Pubblici) e degli artt.35-45 del DPR 554/99 e s.m.i., nel rispetto delle indicazioni fornite dal progetto preliminare e definitivo.

La relazione specifica le caratteristiche, le qualità e le dosature dei materiali che verranno impiegati nei vari interventi.

## 1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si elencano di seguito i principali riferimenti normativi adottati per lo svolgimento dell'incarico ed, in particolare, per la redazione del presente documento.

- **D.P.R. 380/01**, Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia
- **D.M. LL.PP. 14 gennaio 2008**, Norme tecniche per le costruzioni (NTC).
- **Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n. 617 del 2 febbraio 2009**, Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.
- **UNI EN 192 -1-1** Progettazione delle strutture in c.a.
- **UNI EN 206-1** Calcestruzzo, specificazione, prestazione, produzione e conformità
- **UNI EN 1104** Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1
- **UNI 8520 Parte 1 e 2** Aggregati per calcestruzzo-Istruzioni complementari per l'applicazione in Italia della norma UNI-EN 12620 - Requisiti
- **UNI 712** Calcestruzzo fresco. Determinazione della quantità di acqua d'impasto essudata
- **EN 10080:2005** Acciaio per cemento armato
- **UNI EN ISO 15630 -1/2** Acciai per cemento armato: Metodi di prova
- **EN 13670:2008** Execution of concrete structures

## 2. MATERIALI E COMPONENTI DELLE NUOVE OPERE (§ 11 NTC)

### 2.1. Strutture in carpenteria metallica (nuova architrave)

#### 2.1.1. Acciaio laminato a caldo

Le opere in carpenteria metallica saranno realizzate utilizzando acciaio laminato (profilati, barre, larghi piatti, lamiere), in conformità alle norme UNI 10025, “Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali”, alle UNI 10210 “Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali” e alle UNI 10219 “Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate”.

La qualità dell'acciaio prevista in progetto è la **S275 JR**.

Per le caratteristiche meccaniche di calcolo i valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento  $f_{yk}$  e di rottura  $f_{tk}$  sono riportati nelle tabelle seguenti.

**Tab. 1. Laminati a caldo con profili a sezione aperta**

Norma e qualità degli acciai	spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40\text{mm}$		$40\text{mm} \leq t \leq 80\text{mm}$	
	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{tk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{tk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
UNI EN 10025-2 laminati a caldo con profili a sezione aperta				
S235	235	360	215	360
<b>S275</b>	<b>275</b>	<b>430</b>	<b>255</b>	<b>410</b>
S355	355	510	335	470
UNI EN 10210-1 laminati a caldo con profili a sezione cava				
S235H	235	360	215	340
S275H	275	430	255	410
S355H	355	510	335	490
UNI EN 10219-1 prodotti saldati con profili a sezione cava				
S235H	235	360		
S275H	275	430		
S355H	355	510		

## 2.2. Interventi sugli elementi in muratura

### 1.1.1 Muratura per chiusura vani

Muratura portante realizzata con elementi in laterizio “doppio uni” che presentano le seguenti caratteristiche tecniche:

Dimensioni	12cm x	12cmx	24cm
Densità lorda	kg/m <sup>3</sup>	$\rho$	2000
Percentuale di foratura	%	$\varphi$	47.7
Resistenza caratteristica a compressione	N/mm <sup>2</sup>	$f_{bk}$	$\geq 5,0$
Resistenza caratteristica in direzione ortogonale ai carichi verticali nel piano della muratura	N/mm <sup>2</sup>	$f'_{bk}$	$\geq 1,5$
Resistenza caratteristica a taglio	N/mm <sup>2</sup>	$f_{vk0}$	$\geq 0,1$

Malta per allettamento a prestazione garantita tipo M10 o superiore.

### 1.1.2 Ripristino della muratura ammalorata

Consolidamento di muratura con il metodo *scuci e cucì*, es. con mattoni pieni e malte di allettamento a base di calce (tipo **NATURCALCE® MURATURA**) per tratti non contigui di lunghezza inferiore a m 0,50.

## 1.2 Materiali da utilizzarsi per la scaletta interna in c.a.

### 1.2.1 Calcestruzzo classe C25/30

#### 1.2.1.1 Controlli

Il calcestruzzo, secondo quanto previsto dalle Norme tecniche vigenti, deve essere prodotto da impianti dotati di un sistema di controllo permanente della produzione, certificato da un organismo terzo indipendente riconosciuto.

È compito della DL accertarsi che i documenti di trasporto indichino gli estremi della certificazione. Nel caso in cui il calcestruzzo sia prodotto in cantiere occorre che, sotto la sorveglianza della DL, vengano prequalificate le miscele da parte di un laboratorio ufficiale (di cui all'art. 59 del DPR 380/2001). Sul calcestruzzo dovrà essere eseguito il controllo di accettazione di tipo A secondo quanto previsto dal capitolo 11 delle Norme tecniche.

#### 1.2.1.2 Tipi di calcestruzzo

I calcestruzzi dovranno essere conformi alla UNI EN 206-1 e UNI EN 11104 e dovranno rispondere alle prestazioni riportate nella tabella sottostante.

### 1.2.1.3 Classe di resistenza

La classe di resistenza è stata definita in conformità alle Norme tecniche e alla norma UNI EN 206-1: il primo termine definisce la resistenza caratteristica a compressione cilindrica ( $f_{ck}$  per le Norme tecniche e  $f_{ck, cyl}$  per le norme europee) mentre il secondo termine definisce la resistenza caratteristica a compressione cubica ( $R_{ck}$  per le Norme tecniche e  $f_{ck, cube}$  per le norme europee). Le resistenze soddisfano i valori minimi previsti dalla norma UNI 11104 per l'ambiente in cui è previsto che debbano lavorare i vari elementi strutturali.

### 1.2.1.4 Classe di esposizione ambientale

La classe di esposizione ambientale prevista per le strutture di fondazione e per la scala a terra, **XC2** tiene conto delle condizioni di esposizione in terreno non aggressivo.

Le classi di esposizione ambientale hanno determinato la scelta delle caratteristiche minime dei calcestruzzi, la dimensione dei copriferri e la verifica dello stato limite di deformazione riportata nella relazione di calcolo delle strutture.

### 1.2.1.5 Classe di consistenza

Le classi di consistenza sono state stabilite ipotizzando l'utilizzo della pompa. Per la classe di consistenza S5 si devono accettare abbassamenti al cono di Abrams non superiori a 250 mm.

Nel caso che, per motivi legati all'operatività, venga richiesto di utilizzare una classe di consistenza diversa da quella prescritta, può venire autorizzata dalla DL e annotata sull'apposito registro di cantiere, adducendo le motivazioni della variazione.

Il mantenimento della consistenza deve essere garantito per un tempo di almeno due ore dalla fine del carico dell'autobetoniera e comunque non meno di un'ora dall'arrivo dell'autobetoniera in cantiere, tempo in cui l'impresa deve completare lo scarico. Il fornitore di calcestruzzo e l'impresa devono programmare il getto in modo che il produttore cadenzi le consegne per dare il tempo necessario all'impresa di poter mettere in opera il materiale.

Sono da evitare interruzioni di getto superiori a un'ora.

Nel caso che, durante il getto del calcestruzzo, si manifestino fenomeni di segregazione o eccessiva essudazione, occorre controllare che la prova di bleeding, secondo la norma UNI 7122, dia un valore inferiore a 0,5 l/m<sup>2</sup>/ora.

### 1.2.1.6 Aggregati

Gli aggregati devono essere marcati CE secondo la norma UNI EN 12620 con un sistema di attestazione 2+ e devono essere conformi alla norma UNI 8520-2.

Il diametro massimo dell'aggregato grosso prescritto tiene conto degli spessori, delle geometrie e dei copriferri e interferri degli elementi strutturali.

In funzione della disponibilità delle pezzature reperibili dai produttori di calcestruzzo in zona, sono accettabili solo diametri massimi minori o uguali a quelli prescritti.

### 1.2.1.7 Classe di contenuto in cloruri

Tra quelle previste dalla norma UNI EN 206-1, è stata prescritta la classe che prevede una presenza bassa di cloruri, in quanto già presenti nell'acqua in fondazione e nell'aerosol marino.

### 1.2.1.8 Tabella riassuntiva caratteristiche calcestruzzo

Al fine della protezione delle armature dalla corrosione il valore minimo dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve rispettare quanto indicato in Tabella 4, nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali. I valori sono espressi in mm e sono distinti in funzione dell'armatura, barre da c.a. o cavi aderenti da c.a.p. (fili, trecce e trefoli), e del tipo di elemento, a piastra (solette, pareti, ecc.) o monodimensionale (travi, pilastri, ecc.).

A tali valori di tabella vanno aggiunte le tolleranze di posa, pari a 10 mm o minore, secondo indicazioni di norme di comprovata validità.

I valori della Tabella si riferiscono a costruzioni con vita nominale di 50 anni (Tipo 2 secondo la Tabella 2.4.I delle NTC). Per costruzioni con vita nominale di 100 anni (Tipo 3 secondo la citata Tabella 2.4.I) i valori della Tabella vanno aumentati di 10 mm. Per classi di resistenza inferiori a  $C_{min}$  i valori della tabella sono da aumentare di 5 mm. Per produzioni di elementi sottoposte a controllo di qualità che preveda anche la verifica dei copriferri, i valori della tabella possono essere ridotti di 5 mm.

**Tab. 1 - Valori del copriferro minimi previsti dalle NTC**

$C_{min}$	$C_0$	ambiente classe di esposizione	barre da c.a. elementi piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
			$C \geq C_0$	$C_{min} \leq C < C_0$	$C \geq C_0$	$C_{min} \leq C < C_0$	$C \geq C_0$	$C_{min} \leq C < C_0$	$C \geq C_0$	$C_{min} \leq C < C_0$
C25/30	C35/40	ordinario X0, XC1, XC2, XC3, XF1	15	20	20	25	25	30	30	35
C28/35	C40/50	aggressivo XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/40	C45/55	molto aggressivo XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4	35	40	40	45	45	50	50	50

### 1.2.1.9 Copriferro

I valori dei copriferri sono stati stabiliti secondo le Norme Tecniche per le costruzioni (NTC) di cui al DM 14.01.2008, in funzione delle classi di esposizione ambientali.

Si ricorda che il valore del copriferro è misurato dal filo esterno delle staffe, per cui se verranno utilizzati distanziatori fissati alle barre longitudinali occorrerà sommare al valore fornito anche il diametro delle staffe e il raggio della barra. Le tolleranze di esecuzione dei copriferri sono quelle previste dalla norma EN 13670:2008: è stato considerata una tolleranza di 10 mm, come proposto dalle NTC.

Per la struttura in esame i valori dei copriferri da utilizzare risultano:

**Tab. 2 - Valori del copriferro di progetto per la struttura in esame**

Elemento strutturale	Ambiente	Valore del copriferro
Scala e soletta di fondazione	ordinario XC2	20mm +10mm (tolleranza) = 30 mm



#### **1.2.1.10 Messa in opera**

L'esecuzione dell'opera deve essere conforme alla norma prEN 13670:2008.

A tal fine è stata prevista la classe di esecuzione 1 e la classe di tolleranza 1. In particolare si raccomanda di utilizzare casseforme di resistenza, rigidità, tenuta e pulizia adeguate per ottenere superfici regolari e prive di difetti superficiali che possano incidere pesantemente sulla capacità del copriferro di proteggere le armature, soprattutto per la presenza dell'ambiente marino in cui verrà costruita la struttura.

Per quello che riguarda la messa in opera (tolleranze, giunzioni, assemblaggio) e piegatura (temperatura minima, diametro dei mandrini, ecc.) delle armature, occorre attenersi alle prescrizioni riportate nel capitolo 6 della norma prEN 13670:2008.

I lavori di preparazione ai getti dovranno essere completati, ispezionati e documentati come richiesto dalla classe di esecuzione.

Le superfici che vengono a contatto con il calcestruzzo fresco non devono avere una temperatura inferiore a 0°C finché questo abbia superato la resistenza a compressione di 5MPa. Se la temperatura ambientale è prevista al di sotto di 0°C o al di sopra di 30°C al momento del getto o nel periodo di maturazione, occorre prevedere precauzioni per la protezione del calcestruzzo, come specificato nel paragrafo successivo.

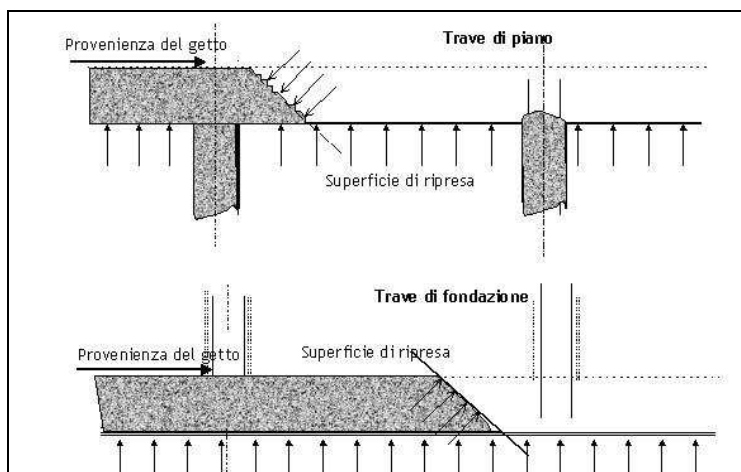
Il calcestruzzo deve essere compattato a rifiuto in modo che le armature vengano adeguatamente incorporate nella matrice cementizia, l'elemento strutturale assuma la forma imposta dalle casseforme e la superficie del getto sia priva di difetti superficiali. Allo scopo occorre utilizzare vibratori ad ago da inserire ed estrarre verticalmente ogni 50 cm circa, facendo attenzione a non toccare le armature e ad inserire il vibratore ad una profondità tale da coinvolgere gli strati inferiori precedentemente vibrati.

Per la scelta effettuata delle classi di consistenza, la durata della vibrazione sarà relativamente bassa, soprattutto nei getti dei solai e della platea.

#### **1.2.1.11 Riprese di getto**

Per quanto possibile, i getti devono essere eseguiti senza soluzione di continuità, in modo da evitare le riprese e conseguire la necessaria continuità strutturale. Per ottenere ciò è opportuno ridurre al minimo il tempo di ricopertura tra gli strati successivi, in modo che, mediante vibrazione, si ottenga la monoliticità del calcestruzzo. Qualora siano inevitabili le riprese di getto, è necessario che la superficie del getto su cui si prevede la ripresa, sia lasciata quanto più possibile corrugata, alternativamente la superficie deve essere scalfita (e pulita dai detriti), in modo da migliorare l'adesione con il getto successivo. L'adesione può essere migliorata con specifici adesivi per ripresa di getto (resine), o con tecniche diverse che prevedono l'utilizzo d'additivi ritardanti o ritardanti superficiali da aggiungere al calcestruzzo o da applicare sulla superficie.

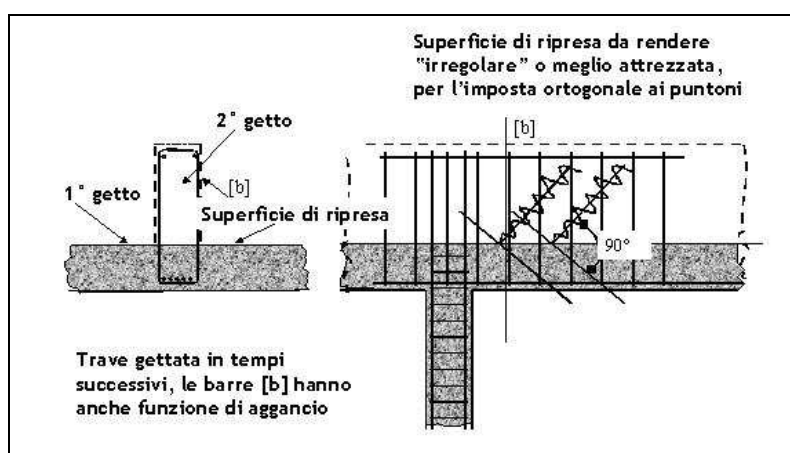
Anche se le soluzioni sopraindicate mirano ad ottenere il monolitismo tra i getti successivi, per assicurare la continuità strutturale, le riprese di getto devono essere orientate su piani quanto più possibili ortogonali alle isostatiche di compressione in servizio.



**Fig. 1 – Ripresa di getto in travi di piano e di fondazione**

Quando sono presenti armature metalliche che attraversano le superfici di ripresa (questo è ad esempio il caso delle travi gettate in più riprese sulla loro altezza), occorre fare sì che tali barre possano funzionare come elementi tesi nel traliccio resistente allo scorrimento sulla superficie di ripresa.

Tra le riprese di getto sono da evitare i distacchi, le discontinuità o le differenze d'aspetto e colore.



**Fig. 2 – Ripresa di getto in travi di spessore in elevato**

#### 1.2.1.12 Stagionatura

Dopo la messa in opera e la compattazione, il calcestruzzo deve essere stagionato e protetto dall'essiccamento in modo da:

- evitare l'interruzione dell'idratazione
- ridurre il ritiro in fase plastica e nella fase iniziale dell'indurimento (1, 7gg)
- far raggiungere un'adeguata resistenza meccanica alla struttura
- ottenere un'adeguata compattezza e durabilità della superficie
- migliorare la protezione nei riguardi delle condizioni climatiche (temperatura, umidità, ventilazione)
- evitare vibrazioni, impatti, o danneggiamenti sia alla struttura che alla superficie, ancora in fase di indurimento.

L'indicazione circa la durata di stagionatura, necessaria ad ottenere la durabilità ed impermeabilità dello strato superficiale non deve essere confusa con il tempo necessario al raggiungimento della resistenza prescritta per la rimozione delle casseforme ed i conseguenti aspetti di sicurezza strutturale.

Il calcestruzzo, dopo il getto, deve essere protetto contro la veloce evaporazione dell'acqua, dal gelo, dagli agenti atmosferici.

Nei getti verticali, la stagionatura consiste nel mantenimento delle casseforme, per i getti orizzontali nell'applicazione di teli di plastica o di prodotti specifici (filmogeni antievaporanti) per la protezione delle superfici per il tempo necessario fissato dalle tabelle sotto riportate.

Per la platea di fondazione, per i solai (soprattutto in corrispondenza dei balconi e del perimetro) e per la veletta (gronda) del tetto, si prescrive una classe di stagionatura 3, per le pareti e pilastri è sufficiente una classe di stagionatura 2 (vedi tabella sottostante contenente la traduzione delle tavole 4, F.1, F.2, F.3 estratte dalla norma prEN 13670:2008 in cui viene prescritta la durata della stagionatura in funzione della temperatura superficiale e dello sviluppo della resistenza del calcestruzzo).

<b>Durata minima della stagionatura per la classe di stagionatura 1: 12h<sup>5)</sup></b>			
<b>Durata minima della stagionatura per la classe di stagionatura 2</b> (corrispondente ad una resistenza della superficie del calcestruzzo pari al 35% della resistenza caratteristica prescritta)			
Temperatura superficiale del calcestruzzo (t) °C	Tempo minimo della stagionatura, giorni <sup>1)</sup>		
	Sviluppo della resistenza del calcestruzzo <sup>3)4)</sup> $(f_{cm,2} / f_{cm,28}) = r$		
	Rapido $r \geq 0,50$	Medio $0,50 > r \geq 0,30$	Lento $0,30 > r \geq 0,15$
$t \geq 25$	1,0	1,5	2,5
$25 > t \geq 15$	1,0	2,5	5
$15 > t \geq 10$	1,5	4	8
$10 > t \geq 5$	2,0	5	11
<b>Durata minima della stagionatura per la classe di stagionatura 3</b> (corrispondente ad una resistenza della superficie del calcestruzzo pari al 50% della resistenza caratteristica prescritta)			
$t \geq 25$	1,5	2,5	3,5
$25 > t \geq 15$	2,0	4	7
$15 > t \geq 10$	2,5	7	12
$10 > t \geq 5$	3,5	9	18
<b>Durata minima della stagionatura per la classe di stagionatura 4</b> (corrispondente ad una resistenza della superficie del calcestruzzo pari al 70% della resistenza caratteristica prescritta)			
$t \geq 25$	3	5	6
$25 > t \geq 15$	5	9	12
$15 > t \geq 10$	7	13	21
$10 > t \geq 5$	9	18	30
1) Più il tempo di presa se eccedente le 5 ore 2) Per temperature sotto i 5°C la durata dovrebbe essere prolungata della permanenza al di sotto di 5°C 3) Lo sviluppo della resistenza del calcestruzzo è il rapporto delle resistenze medie a compressione dopo 2 giorni e a 28 giorni determinate da prove iniziali o basata su prestazioni del calcestruzzo conosciute di composizione simile (vedi EN 206-1 sezione 7.2) 4) Per sviluppi della resistenza del calcestruzzo molto bassi, occorre dare le prescrizioni particolari nelle specifiche di esecuzione 5) Ammesso che il tempo di presa non superi 5h e la temperatura superficiale del calcestruzzo sia maggiore o uguale a 5°C.			

Fig. 3 –Tempi di stagionatura secondo prEN 13670:2008

Eccetto che nel periodo invernale, è consentito utilizzare agenti antievvaporanti, facendo attenzione a evitare le riprese di getto. In questo periodo, si prescrive l'utilizzo di teli di plastica, in modo da proteggere il getto, oltre che dall'evaporazione dell'acqua, anche dalle basse temperature.

Nel periodo invernale, si consiglia di richiedere al fornitore di calcestruzzo un prodotto con bassi tempi di indurimento, in modo da accorciare i tempi di stagionatura.

### 1.2.2 Acciaio in barre ad aderenza migliorata (B450C)

Le armature delle opere di conglomerato cementizio armato normale saranno realizzate utilizzando acciaio da cemento armato in barre ad aderenza migliorata del tipo B450C, in conformità alle norme tecniche di cui al D.M. LL.PP. 14 gennaio 2008, “Norme tecniche per il calcolo, l’esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche”.

L’acciaio per cemento armato B450C è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura:

**Tab. 2. Tensioni caratteristiche dell’acciaioFe B450C**

Caratteristiche	Simbolo	Valore
Tensione nominale di snervamento	$f_{y\text{ nom}}$	450 N/mm <sup>2</sup>
Tensione nominale di rottura	$f_{t\text{ nom}}$	540 N/mm <sup>2</sup>

Dovrà rispettare inoltre i requisiti indicati nella tabella seguente:

**Tab. 3. Acciaio tipo B450C**

Caratteristiche	Requisiti	Fratte %
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} \geq f_{y\text{ nom}}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} \geq f_{t\text{ nom}}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$	10.0
	$< 1,35$	
$(f_y/f_{y\text{ nom}})_k$	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 7,5\%$	10.0

## 1.3 Materiali da utilizzarsi per il placcaggio dei pilastri in muratura

### 1.3.1 Calcestruzzo reoplastico o malta fibrorinforzata a ritiro compensato

Il placcaggio delle colonne in muratura sarà eseguito con una “camicia” in conglomerato cementizio armato, realizzata con **calcestruzzo reoplastico** dello spessore medio di 10 cm, ottenuto mediante l’aggiunta di additivi fluidificanti, antiritiro, riduttori d’acqua, caratterizzato da un basso valore del rapporto A/C (inferiore a 0,4) o mediante l’uso di una **malta preconfezionata** tipo MAPEI *Mapegrout Colabile GF* o equivalente *malta a ritiro compensato* a base di cementi ad alta resistenza, fibrorinforzata dalle seguenti caratteristiche:

- peso specifico: 23.50 kN/m<sup>3</sup>
- adesione al cls. sabbiato: > 2 MPa
- resistenza a compressione a 28 gg.: > 45 MPa
- resistenza a flessione a 28 gg.: 10 MPa
- modulo elastico a compressione: > 20000 MPa

### 1.3.2 Acciaio in barre ad aderenza migliorata (B450C)

Le armature delle opere di conglomerato cementizio armato normale saranno realizzate utilizzando acciaio da cemento armato in barre ad aderenza migliorata del tipo B450C, in conformità alle norme tecniche di cui al D.M. LL.PP. 14 gennaio 2008, "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".

L'acciaio per cemento armato B450C è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura:

**Tab. 4. Tensioni caratteristiche dell'acciaioFe B450C**

Caratteristiche	Simbolo	Valore
Tensione nominale di snervamento	$f_{y\text{ nom}}$	450 N/mm <sup>2</sup>
Tensione nominale di rottura	$f_{t\text{ nom}}$	540 N/mm <sup>2</sup>

Dovrà rispettare inoltre i requisiti indicati nella tabella seguente:

**Tab. 5. Acciaio tipo B450C**

Caratteristiche	Requisiti	Fratte %
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} \geq f_{y\text{ nom}}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} \geq f_{t\text{ nom}}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$	10.0
	$< 1,35$	
$(f_y/f_{y\text{ nom}})_k$	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 7,5\%$	10.0

#### 1.3.2.1 Copriferrì (§ 4.1.6.1.3 delle NTC)

Al fine della protezione delle armature dalla corrosione, lo strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferrò) deve essere dimensionato in funzione dell'aggressività

dell'ambiente e della sensibilità delle armature alla corrosione, tenendo anche conto delle tolleranze di posa delle armature.

Per consentire un omogeneo getto del calcestruzzo, il copriferro e l'interferro delle armature devono essere rapportati alla dimensione massima degli inerti impiegati.

Il copriferro e l'interferro delle armature devono essere dimensionati anche con riferimento al necessario sviluppo delle tensioni di aderenza con il calcestruzzo.

**Tab. 1 – Copri ferri minimi in mm**

$C_{min}$	$C_o$	ambiente	barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
			$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$
C25/30	C35/45	ordinario	15	<b>20</b>	20	25	25	30	30	35
C28/35	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/5	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

A tali valori di tabella vanno aggiunte le tolleranze di posa, pari a 10 mm.

I valori della Tabella si riferiscono a costruzioni con vita nominale di 50 anni (classe II secondo la Tabella 2.4.I delle NTC). Per costruzioni con vita nominale di 100 anni (classe III secondo la citata Tabella 2.4.I) i valori della Tabella vanno inoltre aumentati di 10 mm. Per classi di resistenza inferiori a  $C_{min}$  i valori della tabella sono da aumentare di 5 mm. Per produzioni di elementi sottoposte a controllo di qualità che preveda anche la verifica dei copriferri, i valori della tabella possono essere ridotti di 5 mm. Nel caso specifico, essendo un'opera in classe III, ambiente ordinario e classe di calcestruzzo pari a C25/30 ( $C_{min} \leq C < C_o$ ), si adotta un copriferro pari a **30 mm**.

\*\*\*