



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

Strutture per l'alta formazione connesse al trasferimento tecnologico

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

AF

elaborato

ST.REL.03

FILE : 1010-PE-ST-RIM-RelMat_Alta_Formazione.doc

DATA : Settembre 2013

REV : 0



COMPETITIVITÀ
DINAMISMO
INNOVAZIONE
QUALITÀ

www.regione.toscana.it/creo

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 scala, nuovo vano ascensore, nuovi architravi)	5
2.1.1. Acciaio laminato a caldo	5
1.1.1 Bulloni	6
1.2 Opere in calcestruzzo armato (fondazione nuovo vano ascensore e nuova scala)	6
1.2.1 Calcestruzzo classe C25/30	6
1.2.2 Acciaio in barre ad aderenza migliorata (B450C)	13
1.3 Rinforzo dei solai in acciaio e laterizio	13
1.3.1 Calcestruzzo strutturale alleggerito (LC 25/28)	13
1.3.2 Acciaio per calcestruzzi armati (B450C)	14
1.3.3 Connettori a piolo Nelson tipo KB	14
2.2. Interventi sugli elementi in muratura	14
1.3.4 Muratura per chiusura vani	14
1.3.5 Ripristino della muratura ammalorata	14
1.4 Strutture in legno (rinforzo capriata Tipo “B” e nuovo solaio ligneo)	15
1.4.1 Legno massiccio	15

0. SOMMARIO

La presente relazione riferisce dei materiali utilizzati per le nuove opere previste nell'ambito dei lavori di restauro dell'**edificio nord** del complesso edilizio dell'ex Convento di San Domenico - ex "Manifattura Tabacchi", ovvero della porzione ad angolo che si affaccia su via Vittorio Emanuele II e su Piazzale G.Verdi, quale evidenziata nella foto aerea riportata.

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 scala, nuovo vano ascensore, nuovi architravi)

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”.

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 ²]	f_{tk} [N/mm ²]	f_{yk} [N/mm ²]	f_{tk} [N/mm ²]
UNI EN 10025-2 laminati a caldo con profili a sezione aperta				
S235	235	360	215	360
S275	275	430	255	410
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		

Le qualità di acciaio previste in progetto sono riportate in tabella seguente:

Tab. 2. -Tipologie di acciai utilizzate in progetto

Strutture	Acciaio
Architravi, solai e vano ascensore	S275
Scala metallica	S355

1.1.1 Bulloni

I bulloni - conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme UNI EN ISO 4016:2002 e UNI 5592:1968 devono appartenere alla **classe 8.8** della norma UNI EN ISO 898-1:2001 salvo quanto diversamente specificato.

Le tensioni di snervamento f_{yb} e di rottura f_{tb} delle viti appartenuti alla classe 8.8 risultano:

Tab. 3. - Viti di classe 8.8.

Caratteristiche delle viti	Simbolo	Valore
Tensione di snervamento	f_{yb}	649 N/mm ²
Tensione di rottura	f_{tb}	800 N/mm ²

1.2 Opere in calcestruzzo armato (fondazione nuovo vano ascensore e nuova scala)

1.2.1 Calcestruzzo classe C25/30

Le opere di conglomerato cementizio armato normale in fondazione delle nuove opere saranno realizzate utilizzando calcestruzzo strutturale normale, a prestazione garantita, in conformità alla norma UNI EN 206-1 e alla UNI 11104, "Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità".

In particolare, dovranno essere soddisfatti i requisiti di seguito specificati:

Opere in fondazione

- classe di resistenza a compressione: C25/30 ($R_{ck} \geq 30$ N/mm²)
- condizioni ambientali: Ordinarie
- classe di esposizione: XC2 (corrosione indotta da carbonatazione – bagnato raramente asciutto)
- rapporto acqua/cemento: 0.60
- tipo di aggregato: rispondenti alla norma UNI EN 12620
- dimensione dell'aggregato: diametro max 35 mm
- classe di contenuto in cloruri: Cl 0.20
- classe di consistenza: S5 (superfluida)

1.2.1.1 Classe di esposizione ambientale

La classe di esposizione ambientale prevista per le strutture di fondazione, **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.

1.2.1.2 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/m²/ora.

1.2.1.3 Aggregati

Gli aggregati dovranno essere marcati CE secondo la norma UNI EN 12620, dovranno avere un sistema di attestazione 2+ e dovranno 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.

1.2.1.4 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.

1.2.1.5 Copriferri

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 delle NTC) 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
C35/45	C45/55	molto aggressivo XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4	35	40	40	45	45	50	50	50

Per le strutture in esame aventi V_N di 50 anni e tolleranze di 10mm, i valori dei copriferri da utilizzare risultano:

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

Elemento strutturale	Classe	Ambiente	Valore del copriferro
fondazione	C 25/30	ordinario XC2	(25+10) mm = 35 mm

1.2.1.6 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.

1.2.1.7 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.

1.2.1.8 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.

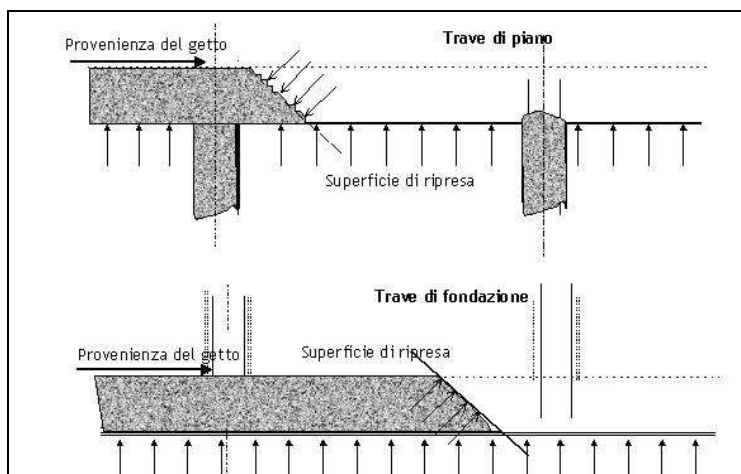


Fig. 1 – Ripresa di getto in travi di piano e di fondazione

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.

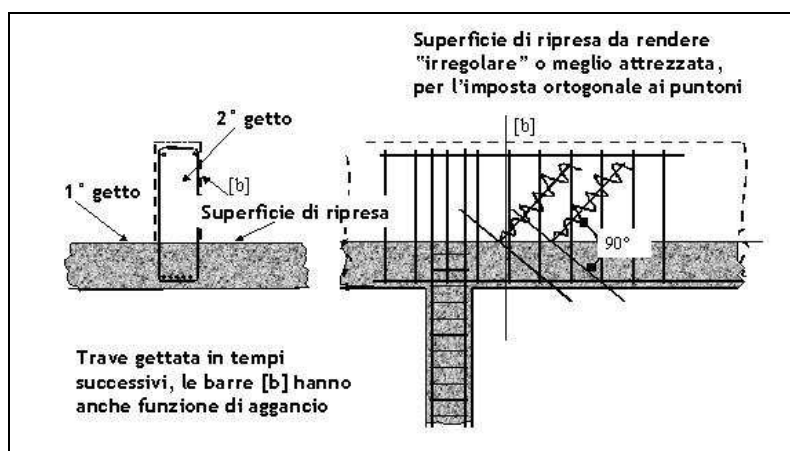


Fig. 2 – Ripresa di getto in travi di spessore in elevato

1.2.1.9 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).

Durata minima della stagionatura per la classe di stagionatura 1: 12h⁵⁾			
Durata minima della stagionatura per la classe di stagionatura 2 (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 ¹⁾		
	Sviluppo della resistenza del calcestruzzo ³⁾⁴⁾ $(f_{cm,2} / f_{cm,28}) = r$		
	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
Durata minima della stagionatura per la classe di stagionatura 3 (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
Durata minima della stagionatura per la classe di stagionatura 4 (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. 4. Tensioni caratteristiche dell'acciaioFe B450C

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

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 Rinforzo dei solai in acciaio e laterizio

1.3.1 Calcestruzzo strutturale alleggerito (LC 25/28)

Il calcestruzzo strutturale alleggerito, a prestazione garantita, utilizzato per il rinforzo dei solai presenta le seguenti caratteristiche:

- classe di resistenza a compressione (LC 25/28): 28 N/mm^2
- classe di massa per unità di volume del cls: $D 1.8$
- intervallo di massa per unità di volume: $1700 < \rho < 1800\text{ daN/m}^3$
- massa per unità di volume cls armato: 1950 daN/m^3

1.3.2 Acciaio per calcestruzzi armati (B450C)

- tensione nominale di rottura a trazione dell'acciaio: $f_{nom} \geq 540 \text{ MPa}$
- tensione nominale di snervamento dell'acciaio: $f_{ynom} \geq 450 \text{ MPa}$
- allungamento corrispondente al carico massimo: $A_{gtm} \geq 7.5\%$

1.3.3 Connettori a piolo Nelson tipo KB

L'acciaio dei connettori a piolo con testa (KB) 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 essere conforme alla normativa UNI EN ISO 13918 ed hanno quindi misure standardizzate. I pioli sono del tipo S235 J2G3+C450 e presentano le seguenti caratteristiche:

- tensione al limite elastico: 340 N/mm^2
- tensione di rottura: 420 N/mm^2
- percentuale di allungamento minimo: 14%

2.2. Interventi sugli elementi in muratura

1.3.4 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 ³	ρ	2000
Percentuale di foratura	%	φ	47.7
Resistenza caratteristica a compressione	N/mm ²	f_{bk}	$\geq 5,0$
Resistenza caratteristica in direzione ortogonale ai carichi verticali nel piano della muratura	N/mm ²	f'_{bk}	$\geq 1,5$
Resistenza caratteristica a taglio	N/mm ²	f_{vk0}	$\geq 0,1$

Malta per allettamento a prestazione garantita tipo M10 o superiore.

1.3.5 Ripristino della muratura ammalorata

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

1.4 Strutture in legno (rinforzo capriata Tipo “B” e nuovo solaio ligneo)

1.4.1 Legno massiccio

Il legno utilizzato per il rinforzo delle capriate in copertura (Tipo “B”) e per la nuova porzione di solaio in corrispondenza della scala esistente dovrà risultare di caratteristiche equivalenti o migliori di quello utilizzato per le verifiche che viene di seguito riportato:

$f_{m,k} = 27$ MPa	resistenza a flessione
$f_{t,o,k} = 16$ MPa	resistenza a trazione parallela alle fibre
$f_{c,o,k} = 22$ MPa	resistenza a compressione parallela alle fibre
$f_{v,k} = 2.0$ MPa	resistenza a taglio
$E_{o,med} = 11500$ MPa	modulo elastico parallelo medio
$E_{o,k} = 8400$ MPa	modulo elastico parallelo caratteristico
$\rho_k = 515$ kg/m ³	massa volumica caratteristica
$\rho_{med} = 560$ kg/m ³	massa volumica media
