

**COMUNE DI COSIO VALTELLINO**  
Provincia di Sondrio  
P.zza S. Ambrogio n. 21 - 23013 - Cosio Valtellino

*INTERVENTO DI ADEGUAMENTO SISMICO E RIQUALIFICAZIONE DEL  
COMPLESSO SCOLASTICO DI COSIO*  
CIG: 7721132FAD  
**PROGETTO ESECUTIVO**



**STRUTTURE**

**RELAZIONE SUI MATERIALI**

ELABORATO:

**D-SE010**

SCALA:

AGGIORNAMENTO:

REV.00 26.09.2019  
REV.01 30.11.2019

N° PRATICA:

2019.03

FILE:

2019.03\_RC\_REV01.doc

DATA:

30 NOVEMBRE 2019

SERVIZIO LAVORI PUBBLICI E TERRITORIO

R.U.P. (Responsabile del Servizio):  
DOTT. PIERGIORGIO MARTINELLI

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI  
PROFESSIONISTI:

MIGLIORE STASS Studi Associati  
(Prof. Ing. Mario Rosario Migliore, Arch. Anna Paola Migliore, Ing. Stefano Ciaramella) - Capogruppo  
Napoli - Via Nuova Cinthia 40, cap. 80126 - tel. 081/627768

ARCH. RAFFAELLA CUSANO

ING. DOMENICO GRECO

CONSULENTE:

AECODE S.R.L. - ARCH. ANGELO PICCOLO (Modellazione BIM)



COMUNE DI COSIO VALTELLINO - Provincia di Sondrio

INTERVENTO DI ADEGUAMENTO SISMICO E RIQUALIFICAZIONE DEL COMPLESSO  
SCOLASTICO DI COSIO - CIG: 7721132FAD

PROGETTO ESECUTIVO

D-SE010

RELAZIONE SUI MATERIALI

INTRODUZIONE.....	2
1. CONGLOMERATI E ACCIAI PER CEMENTO ARMATO .....	4
1.1 Acqua, calci, cementi e agglomerati cementizi.....	4
1.2 Materiali inerti per conglomerati cementizi e per malte .....	4
1.3 Materiali e prodotti per uso strutturale.....	5
1.3.1 Calcestruzzi.....	6
1.3.2 Acciaio per c.a.....	10
1.3.3 Calcolo del copriferro .....	10
2. ACCIAI PER STRUTTURE METALLICHE .....	12
2.1 Prescrizioni di carattere generale .....	12
3. MALTE E MURATURE.....	16
3.1 Malte per placcaggi strutturali, protezione delle barre di armatura e ricostruzione del copriferro.....	16
3.1.2 Malta per placcaggi strutturali e per protezione barre di armatura .....	17
3.1.2 Malta per ricostruzione copriferro .....	17
3.2 Resine per inghisaggi, riprese di getto ed interventi in beton-plaquè.....	18
3.2.1 Resina per inghisaggi .....	18
3.2.2 Resina per riprese di getto.....	19
3.2.3 Resina per interventi in beton-plaquè .....	19
4. MATERIALI SPECIALI PER IL CONSOLIDAMENTO .....	20
4.1 Nastri in tessuto di fili di acciaio .....	20
5. INTONACO ARMATO CON RETE.....	21
6. PRESID ANTIFONDELLAMENTO .....	23
7. STRUTTURE IN LEGNO DELLA COPERTURA .....	24
8. PACCHETTO DI COPERTURA DEL TETTO .....	26

**MANDATARIA**

**MIGLIORE STASS – Studi Associati**  
Prof. Ing. Mario Rosario Migliore, Arch. Anna Paola  
Migliore, Ing. Stefano Ciaramella

**MANDANTI**

Arch. Raffaella Cusano  
Ing. Domenico Greco

1di26



COMUNE DI COSIO VALTELLINO - Provincia di Sondrio

INTERVENTO DI ADEGUAMENTO SISMICO E RIQUALIFICAZIONE DEL COMPLESSO  
SCOLASTICO DI COSIO - CIG: 7721132FAD

PROGETTO ESECUTIVO

D-SE010

RELAZIONE SUI MATERIALI

## INTRODUZIONE

La presente *Relazione sui Materiali* fa riferimento all'intervento di ADEGUAMENTO SISMICO E RIQUALIFICAZIONE DEL COMPLESSO SCOLASTICO DI COSIO di proprietà del Comune di Cosio Valtellino. Si richiamano gli interventi strutturali previsti in progetto e finalizzati all'adeguamento sismico del complesso scolastico per la Classe di Rischio Sismico A+, come da contratto.

1. Interventi nel sottotetto del Corpo A della Scuola afferenti il rinforzo strutturale delle murature laterizie eseguito mediante l'applicazione di intonaco strutturale e successivo incollaggio e impregnazione di nastri in tessuto di acciaio;
2. Posa in opera di controsoffitto antisfondellamento tipo SICURTECTO 160 REI 60 da applicarsi sulle superfici di intradosso dei solai del piano primo e sottotetto dell'Edificio A per i quali le indagini e relativi risultanze di indagini hanno evidenziato situazioni non compatibili con la sicurezza dell'utenza scolastica;
3. Demolizione controllata dell'attuale Corpo C (Biblioteca-Spogliatoi palestra e servizi igienico sanitari), del torrino della cabina elettrica e della quinta muraria a confine con la proprietà aliena sul fronte Sud della Palestra;
4. Realizzazione di giunti sismici regolamentari tra i tre Corpi A, B e C costituenti il complesso Scolastico;
5. Realizzazione del Nuovo Edificio C a struttura scatolare in cemento armato;
6. Consolidamento delle strutture dell'attuale Edificio B Palestra che prevedono:
  - o Rafforzamento delle fondazioni esistenti
  - o Cerchiaggio metallico dei pilastri;
  - o Consolidamento delle travi di coronamento;
  - o Consolidamento della parete del lato Nord;
  - o Realizzazione di un nuovo telaio in c.a. sul lato sud della Palestra;
  - o Realizzazione di una trave reticolare e di controventi metallici;
  - o Ancoraggi antisismici di vincolo degli attuali tegoloni della copertura;
  - o Realizzazione di una copertura a tetto con struttura lignea e pacchetto di copertura tipo PGB TD5 Marcegaglia di spessore 12 cm;
7. Realizzazione di una nuova scala di sicurezza metallica sul lato Ovest

Nel rispetto di quanto indicato nelle relazioni di calcolo e nei grafici di progetto, le opere saranno realizzate con i materiali di seguito indicati.

MANDATARIA	MANDANTI	
<b>MIGLIORE STASS – Studi Associati</b> Prof. Ing. Mario Rosario Migliore, Arch. Anna Paola Migliore, Ing. Stefano Ciaramella	Arch. Raffaella Cusano Ing. Domenico Greco	2di26



COMUNE DI COSIO VALTELLINO - Provincia di Sondrio

INTERVENTO DI ADEGUAMENTO SISMICO E RIQUALIFICAZIONE DEL COMPLESSO  
SCOLASTICO DI COSIO - CIG: 7721132FAD

PROGETTO ESECUTIVO

D-SE010

RELAZIONE SUI MATERIALI

Sarà cura della D.L., in ossequio alla normativa vigente, eseguire gli opportuni controlli e prove di accettazione sui materiali presso i Laboratori autorizzati laddove previsto ed acquisire la dovuta marcatura CE ai sensi del DPR n. 246/93 in recepimento della direttiva 89/106/CEE.

Le caratteristiche tecniche e la qualità dei materiali saranno conformi alle NTC - Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018 n. 42 e relativa Circolare Applicativa n. 21 del Gennaio 2019 n. 7 CSLLP e per quanto non in contrasto con esse alle norme di dettaglio (UNI EN).

#### Normative di Riferimento

Le normative di riferimento sono:

- Legge n. 1086 del 5 Novembre 1971;
- Legge n. 64 del 2 Febbraio 1974;
- D.P.R. n. 380 del 6 Giugno 2001 ss.mm.ii.;
- Decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, "Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione";
- DM 17/01/2018 (GU n. n.42 del 20-02-2018) – "Norme Tecniche per le Costruzioni" (indicata nel seguito per brevità con la sigla "NTC2018" o anche "D.M. 2018");
- "Circolare n. 21/2019" del Gennaio 2019 n. 7 del CSLLP

MANDATARIA	MANDANTI	
<b>MIGLIORE STASS – Studi Associati</b> Prof. Ing. Mario Rosario Migliore, Arch. Anna Paola Migliore, Ing. Stefano Ciaramella	Arch. Raffaella Cusano Ing. Domenico Greco	3di26



## 1. CONGLOMERATI E ACCIAI PER CEMENTO ARMATO

### 1.1 *Acqua, calci, cementi e agglomerati cementizi*

1. Acqua - L'acqua per l'impasto con leganti idraulici dovrà essere limpida, priva di grassi o sostanze organiche e priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva per il conglomerato risultante.
2. Calci - Le calci aeree ed idrauliche, dovranno rispondere ai requisiti di accettazione delle norme tecniche vigenti; le calci idrauliche dovranno altresì corrispondere alle prescrizioni contenute nella legge 595/65 (Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici), ai requisiti di accettazione contenuti nelle norme tecniche vigenti, nonché alle norme UNI EN 459-1 e 459-2.
3. Sabbie - Le sabbie dovranno essere assolutamente prive di terra, materie organiche o altre materie nocive, essere di tipo siliceo (o in subordine quarzoso, granitico o calcareo), avere grana omogenea, e provenire da rocce con elevata resistenza alla compressione. Sottoposta alla prova di decantazione in acqua, la perdita in peso della sabbia non dovrà superare il 2%.

La sabbia utilizzata per le murature, per gli intonaci, le stuccature, le murature a faccia vista e per i conglomerati cementizi dovrà essere conforme a quanto previsto dal D.M. gennaio 2018 e dalle relative norme vigenti.

La granulometria dovrà essere adeguata alla destinazione del getto ed alle condizioni di posa in opera. È assolutamente vietato l'uso di sabbia marina.

Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica: UNI EN 459 - UNI EN 197 - UNI EN ISO 7027-1 - UNI EN 413 - UNI 9156 - UNI 9606.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

### 1.2 *Materiali inerti per conglomerati cementizi e per malte*

Tutti gli inerti da impiegare nella formazione degli impasti destinati alla esecuzione di opere in conglomerato cementizio semplice od armato devono corrispondere alle condizioni di accettazione stabilite dalle norme vigenti in materia.

Gli aggregati per conglomerati cementizi, naturali e di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di getto, ecc., in proporzioni non nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature. La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature. La sabbia per malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose, ed avere

MANDATARIA	MANDANTI	
MIGLIORE STASS – Studi Associati Prof. Ing. Mario Rosario Migliore, Arch. Anna Paola Migliore, Ing. Stefano Ciaramella	Arch. Raffaella Cusano Ing. Domenico Greco	4di26



COMUNE DI COSIO VALTELLINO - Provincia di Sondrio

INTERVENTO DI ADEGUAMENTO SISMICO E RIQUALIFICAZIONE DEL COMPLESSO  
SCOLASTICO DI COSIO - CIG: 7721132FAD

PROGETTO ESECUTIVO

D-SE010

RELAZIONE SUI MATERIALI

dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.

Gli additivi per impasti cementizi, come da norma UNI EN 934, si intendono classificati come segue: fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti-aeranti; fluidificanti-ritardanti; fluidificanti- acceleranti; antigelo-superfluidificanti. Per le modalità di controllo ed accettazione la Direzione dei Lavori potrà far eseguire prove od accettare, secondo i criteri dell'articolo "*Norme Generali - Accettazione Qualità ed Impiego dei Materiali*", l'attestazione di conformità alle norme UNI EN 934, UNI EN 480 (varie parti).

conglomerati cementizi per strutture in cemento armato dovranno rispettare tutte le prescrizioni di cui al D.M. gennaio 2018 e relative circolari esplicative.

Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica: UNI EN 934 (varie parti), UNI EN 480 (varie parti), UNI EN 13055-1.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

### **1.3 Materiali e prodotti per uso strutturale**

I materiali ed i prodotti per uso strutturale, utilizzati nelle opere soggette al D.M. gennaio 2018 devono rispondere ai requisiti indicati nel seguito.

I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

- identificati univocamente a cura del produttore, secondo le procedure applicabili;
- certificati mediante la documentazione di attestazione che preveda prove sperimentali per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche, effettuate da un ente terzo indipendente ovvero, ove previsto, autocertificate dal produttore secondo procedure stabilite dalle specifiche tecniche europee richiamate nel presente documento;
- accettati dalla Direzione dei Lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione, nonché mediante eventuali prove sperimentali di accettazione.

Per i materiali e prodotti recanti la Marcatura CE sarà onere della Direzione dei Lavori, in fase di accettazione, accertarsi del possesso della marcatura stessa e richiedere ad ogni fornitore, per ogni diverso prodotto, il Certificato ovvero Dichiarazione di Conformità alla parte armonizzata della specifica norma europea ovvero allo specifico Benestare Tecnico Europeo, per quanto applicabile.

Sarà inoltre onere della Direzione dei Lavori verificare che tali prodotti rientrino nelle tipologie, classi e/o famiglie previsti nella detta documentazione.

MANDATARIA	MANDANTI	
MIGLIORE STASS – Studi Associati Prof. Ing. Mario Rosario Migliore, Arch. Anna Paola Migliore, Ing. Stefano Ciaramella	Arch. Raffaella Cusano Ing. Domenico Greco	5di26



COMUNE DI COSIO VALTELLINO - Provincia di Sondrio

INTERVENTO DI ADEGUAMENTO SISMICO E RIQUALIFICAZIONE DEL COMPLESSO SCOLASTICO DI COSIO - CIG: 7721132FAD

PROGETTO ESECUTIVO

D-SE010

RELAZIONE SUI MATERIALI

Per i prodotti non recanti la Marcatura CE, la Direzione dei Lavori dovrà accertarsi del possesso e del regime di validità dell'Attestato di Qualificazione o del Certificato di Idoneità Tecnica all'impiego rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Le prove su materiali e prodotti, a seconda delle specifiche procedure applicabili, devono generalmente essere effettuate da:

1. laboratori di prova notificati di cui all'allegato V del Regolamento (UE) n. 305/2011 del Parlamento europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011;
2. laboratori di cui all'art. 59 del d.P.R. n. 380/2001 e s.m.i.; altri laboratori, dotati di adeguata competenza ed idonee attrezzature, appositamente abilitati dal Servizio Tecnico Centrale.

#### 1.3.1 Calcestruzzi

Oltre ai riferimenti normativi già richiamati si farà riferimento a:

- D.M. 14.01.2008 § 4.1 e § 11.2
- Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale
- UNI EN 206-1/2006 *Calcestruzzo – Parte 1: Specificazione, prestazione, produzione e conformità*
- UNI 11104 *Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1*

Secondo la normativa vigente, per una corretta progettazione ed esecuzione delle strutture in cemento armato, il calcestruzzo deve essere specificato in funzione della classe di resistenza, della classe di consistenza e della dimensione nominale massima dell'aggregato. nonché della classe di esposizione.

Tali parametri che costituiscono le prescrizioni del calcestruzzo a prestazione garantita devono essere indicati negli elaborati grafici del progetto strutturale.

#### Classi di resistenza del calcestruzzo

Il calcestruzzo è classificato in classi di resistenza in base alla resistenza a compressione, espressa come resistenza caratteristica  $R_{ck}$  oppure  $f_{ck}$ .

Le norme che sono state recepite dal D.M. 17 gennaio 2018, attualmente in vigore e pertanto divenute cogenti anche dal punto di vista legale per tutte le opere in c.a. e c.a.p. regolamentate dalla Legge n. 1086/1971, individuano per i calcestruzzi normale e pesante (per il calcestruzzo leggero si vedano le norme) le seguenti classi:

C8/10 – C12/15 – C16/20 – C20/25 – C25/30 – C28/35 – C30/37 – C32/40 – C35/45 – C40/50 – C45/55 – C50/60 –

MANDATARIA	MANDANTI	
MIGLIORE STASS – Studi Associati Prof. Ing. Mario Rosario Migliore, Arch. Anna Paola Migliore, Ing. Stefano Ciaramella	Arch. Raffaella Cusano Ing. Domenico Greco	6di26



COMUNE DI COSIO VALTELLINO - Provincia di Sondrio

INTERVENTO DI ADEGUAMENTO SISMICO E RIQUALIFICAZIONE DEL COMPLESSO  
SCOLASTICO DI COSIO - CIG: 7721132FAD

PROGETTO ESECUTIVO

D-SE010

RELAZIONE SUI MATERIALI

C55/67 – C60/75 – C70/85 – C80/95 – C90/105 – C100/120

In base ai valori della resistenza caratteristica a compressione, i calcestruzzi sono suddivisi nei seguenti campi:

- calcestruzzo non strutturale: C8/10 – C12/15
- calcestruzzo ordinario (NSC – Normal Strength Concrete): C16/20 C45/55
- calcestruzzo ad alte prestazioni (HPC): C50/60 – C60/75
- calcestruzzo ad alta resistenza (HSC): C70/85 – C100/120

#### Classi di esposizione del calcestruzzo

Le norme introducono 6 classi di esposizione per il calcestruzzo strutturale e 17 sottoclassi in funzione dell'entità del degrado (dove oltre al massimo rapporto a/c e al minimo contenuti di cemento viene indicata anche la minima classe di resistenza tutto per garantire la durabilità del materiale).

Tali classi sono state riportate anche nelle Linee Guida sul Calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP.

Le norme prevedono quanto segue:

- Assenza di rischio di corrosione dell'armatura –
- X0; minima classe di resistenza: C12/15. Corrosione delle armature indotta da carbonatazione:
- XC1 – asciutto o permanentemente bagnato:  $a/c_{max} = 0,60$  (0,65); dosaggio minimo di cemento (kg/m<sup>3</sup>) = 300 (260); minima classe di resistenza: C25/30 (C20/25)
- XC2 – bagnato, raramente asciutto:  $a/c_{max} = 0,60$ ; dosaggio minimo di cemento (kg/m<sup>3</sup>) = 300 (280); minima classe di resistenza: C25/30
- XC3 – umidità moderata:  $a/c_{max} = 0,55$ ; dosaggio minimo di cemento (kg/m<sup>3</sup>) = 320 (280); minima classe di resistenza: C28/35(C30/37)
- XC4 – ciclicamente asciutto e bagnato:  $a/c_{max} = 0,50$ ; dosaggio minimo di cemento (kg/m<sup>3</sup>) = 340 (300); minima classe di resistenza: C32/40(C30/37)
- Corrosione delle armature indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare:
- XD1 – umidità moderata:  $a/c_{max} = 0,55$ ; dosaggio minimo di cemento (kg/m<sup>3</sup>) = 320(300); minima classe di resistenza: C28/35(C30/37)
- XD2 – bagnato, raramente asciutto:  $a/c_{max} = 0,50$  (0,55); dosaggio minimo di cemento (kg/m<sup>3</sup>) = 340 (300); minima classe di resistenza: C32/40(C32/40)
- XD3 – ciclicamente bagnato e asciutto:  $a/c_{max} = 0,45$ ; dosaggio minimo di cemento (kg/m<sup>3</sup>) = 360(320); minima classe di resistenza: C35/45

MANDATARIA	MANDANTI	
MIGLIORE STASS – Studi Associati Prof. Ing. Mario Rosario Migliore, Arch. Anna Paola Migliore, Ing. Stefano Ciaramella	Arch. Raffaella Cusano Ing. Domenico Greco	7di26



COMUNE DI COSIO VALTELLINO - Provincia di Sondrio

INTERVENTO DI ADEGUAMENTO SISMICO E RIQUALIFICAZIONE DEL COMPLESSO  
SCOLASTICO DI COSIO - CIG: 7721132FAD

PROGETTO ESECUTIVO

D-SE010

RELAZIONE SUI MATERIALI

### Classi di consistenza del calcestruzzo

La lavorabilità del calcestruzzo fresco, designata con il termine consistenza dalla normativa vigente, è un indice delle proprietà e del comportamento del calcestruzzo nell'intervallo di tempo tra la produzione e la compattazione dell'impasto in situ nella cassaforma.

Secondo le norme la consistenza deve essere determinata mediante le seguenti prove dai cui risultati vengono definite le classi di consistenza del calcestruzzo.

La misura della lavorabilità deve essere condotta dopo aver proceduto a scaricare dalla betoniera almeno 0,3 m<sup>3</sup> di calcestruzzo.

Classi di consistenza mediante abbassamento al cono di Abrams:

- S1 – consistenza umida: abbassamento (slump) da 10 a 40 mm
- S2 – consistenza plastica: abbassamento (slump) da 50 a 90 mm
- S3 – consistenza semifluida: abbassamento (slump) da 100 a 150 mm
- S4 – consistenza fluida: abbassamento (slump) da 160 a 210 mm
- S5 – consistenza superfluida: abbassamento (slump)  $\geq$  220 mm.

### Classi del calcestruzzo riferite alle dimensioni massime dell'aggregato

Le dimensioni massime dell'aggregato sono in relazione con lo spessore del copriferro e con l'interferro minimo delle armature metalliche.

Se il calcestruzzo è classificato in funzione della dimensione massima dell'inerte, la classificazione farà riferimento alla dimensione nominale più elevata della frazione di aggregato più grossa che si indica con Dmax. Dmax rappresenta la dimensione massima del setaccio con il quale è determinata la dimensione dell'aggregato secondo la UNI EN 12620.

La dimensione massima dell'aggregato deve essere scelta in modo che il calcestruzzo possa essere gettato e compattato attorno alle barre d'armatura senza pericolo di [segregazione](#).

Secondo quanto stabilito dalle NTC e dalla relativa Circolare esplicativa delle NTC, il diametro massimo dell'inerte deve essere tale che:

- $D_{max} < 1/4$  della dimensione minima dell'elemento strutturale per evitare di aumentare la eterogeneità del materiale;
- $D_{max} < \text{dell'interferro (in mm)} - 5$  mm per evitare che l'aggregato più grosso ostruisca il flusso del calcestruzzo attraverso i ferri di armatura;

MANDATARIA	MANDANTI	
MIGLIORE STASS – Studi Associati Prof. Ing. Mario Rosario Migliore, Arch. Anna Paola Migliore, Ing. Stefano Ciaramella	Arch. Raffaella Cusano Ing. Domenico Greco	8di26



COMUNE DI COSIO VALTELLINO - Provincia di Sondrio

INTERVENTO DI ADEGUAMENTO SISMICO E RIQUALIFICAZIONE DEL COMPLESSO SCOLASTICO DI COSIO - CIG: 7721132FAD

PROGETTO ESECUTIVO

D-SE010

RELAZIONE SUI MATERIALI

- $D_{max} < 1,3$  volte lo spessore del copriferro per evitare che tra i casseri e l'armatura sia ostruito il passaggio del calcestruzzo.

#### Processi di maturazione del calcestruzzo

Si farà riferimento al punto 7 delle *LINEE GUIDA PER LA MESSA IN OPERA DEL CALCESTRUZZO STRUTTURALE* che nel merito prescrive che il calcestruzzo deve essere maturato e protetto dall'essiccamento in modo da:

- evitare modifiche dell'idratazione del cemento;
- ridurre il ritiro in fase plastica e nella fase iniziale dell'indurimento ( $1 \square 7$ gg);
- *far raggiungere un'adeguata resistenza meccanica alla struttura;*
- ottenere un'adeguata impervietà, compattezza e durabilità della superficie;
- migliorare la protezione nei riguardi delle condizioni climatiche (temperatura, umidità, ventilazione) e/o danni di tipo meccanico;
- evitare vibrazioni, impatti, o danneggiamenti sia alla struttura che alla superficie, ancora in fase di indurimento.

Nello stesso punto vengono evidenziate le responsabilità dell'appaltatore per la corretta maturazione del calcestruzzo e per la corretta manutenzione a cui tenuto. Tutti gli elementi tecnico scientifici ivi riportati costituiscono parte integrante e sostanziale della presente relazione che ad essi rimanda.

#### Procedure di posa in opera

Si richiama il punto 8.5.5 delle già indicate Linee Guida che nel merito così si esprime: *La posa deve avvenire in presenza di adeguate protezioni contro condizioni climatiche avverse. Il calcestruzzo può essere livellato con staggiatura semplice manuale, con vibro-staggiatura manuale o con sistema di vibro-stesura automatizzata. In corrispondenza dei giunti di costruzione, e comunque sempre contro cassero, deve essere curata la costipazione del calcestruzzo al fine di limitare la formazione di macrocavità o nidi di ghiaia che facilmente si formano in tale posizione. Se non previsto in fase progettuale in maniera diversa, l'accostamento dei getti deve essere effettuato a tutta sezione verticale.*

Per i lavori di adeguamento del Complesso Scolastico di Cosio sono stati adoperati calcestruzzi delle seguenti caratteristiche:

MAGRONE PER SOTTOFONDAZIONE	Classe di resistenza C12/15 Classe di esposizione ambientale X0
-----------------------------	--

MANDATARIA	MANDANTI	
MIGLIORE STASS – Studi Associati Prof. Ing. Mario Rosario Migliore, Arch. Anna Paola Migliore, Ing. Stefano Ciaramella	Arch. Raffaella Cusano Ing. Domenico Greco	9di26



COMUNE DI COSIO VALTELLINO - Provincia di Sondrio

INTERVENTO DI ADEGUAMENTO SISMICO E RIQUALIFICAZIONE DEL COMPLESSO  
SCOLASTICO DI COSIO - CIG: 7721132FAD

PROGETTO ESECUTIVO

D-SE010

RELAZIONE SUI MATERIALI

STRUTTURE	Classe di resistenza C25/30 Classe di esposizione ambientale XC2: rapporto acqua/cemento: $a/c_{max} = 0,60$ ; dosaggio minimo di cemento (kg/m <sup>3</sup> ) = 300 (280) Classi di consistenza del calcestruzzo: S4
-----------	---

### 1.3.2 Acciaio per c.a.

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili qualificati secondo le procedure di cui al § 11.3.2.1 e controllati secondo le modalità riportate nel § 11.3.2.11.

Con riferimento al § 11.3.2 del D.M. 17/01/2018 per tutte le strutture è stato adoperato l'acciaio B450C del quale si riporta integralmente la caratterizzazione meccanica della richiamata Normativa:

Tab. 11.3.Ia

$f_{y\ nom}$	450 N/mm <sup>2</sup>
$f_{t\ nom}$	540 N/mm <sup>2</sup>

Tab. 11.3.Ib

Caratteristiche	Requisiti	Frattile (%)
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq f_{y\ nom}$	5,0
Tensione caratteristica a carico massimo $f_{tk}$	$\geq f_{t\ nom}$	5,0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$	10,0
	$< 1,35$	
$(f_y/f_{y\ nom})_k$	$\leq 1,25$	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:		
$\phi < 12\ mm$	4 $\phi$	
$12 \leq \phi \leq 16\ mm$	5 $\phi$	
per $16 < \phi \leq 25\ mm$	8 $\phi$	
per $25 < \phi \leq 40\ mm$	10 $\phi$	

Le tolleranze dei tondini devono essere in accordo con il D.M. 2018 § 11.3.2.7.

Diametro nominale (mm)	Da 5 a $\leq 8$	Da $> 8$ a $\leq 40$
Tolleranza in % sulla sezione	$\pm 6$	$\pm 4,5$

### 1.3.3 Calcolo del copriferro

Premesso che le caratteristiche dei calcestruzzi in opera prevedono una CLASSE DI ESPOSIZIONE **XC2** e una CLASSE DI CONSISTENZA **S4**, ne derivano, con riferimento al punto 4.4.1 EC2 Parte 1.1 le dimensioni del copriferro:

MANDATARIA	MANDANTI	
MIGLIORE STASS – Studi Associati Prof. Ing. Mario Rosario Migliore, Arch. Anna Paola Migliore, Ing. Stefano Ciaramella	Arch. Raffaella Cusano Ing. Domenico Greco	10di26



COMUNE DI COSIO VALTELLINO - Provincia di Sondrio

INTERVENTO DI ADEGUAMENTO SISMICO E RIQUALIFICAZIONE DEL COMPLESSO  
SCOLASTICO DI COSIO - CIG: 7721132FAD

PROGETTO ESECUTIVO

D-SE010

RELAZIONE SUI MATERIALI

$$c_{min} = \max (c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm})$$

Nel nostro caso, come raccomandato dall'EuroCodice, risultano:

$$\Delta c_{dur} = 0; \Delta c_{dur,y} = 0; \Delta c_{dur,st} = 0; \Delta c_{dur,add} = 0.$$

Essendo  $c_{min,b}$  - il copriferro minimo per garantire l'aderenza pari al diametro massimo dei ferri adoperati per il caso in esame ( $\Phi 20$ ) - = 20 mm.

$c_{min,dur}$  - copriferro minimo correlato alla classe di esposizione (XC2) e alla classe di consistenza (S4) come da tabella 4.4.N di EC2 – 25 mm

Ne risulta pertanto per tutte le strutture in c.a. di progetto il copriferro minimo già indicato di **25 mm**.

MANDATARIA	MANDANTI	
<b>MIGLIORE STASS – Studi Associati</b> Prof. Ing. Mario Rosario Migliore, Arch. Anna Paola Migliore, Ing. Stefano Ciaramella	Arch. Raffaella Cusano Ing. Domenico Greco	11di26



## 2. ACCIAI PER STRUTTURE METALLICHE

Riferimenti Normativi principali:

- D.M: 17.01.2018 § 4.2.1;
- UNI EN 10025 *Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali*;
- UNI EN 10162 (2006): Profilati di acciaio laminati a freddo - Condizioni tecniche di fornitura - Tolleranze dimensionali e sulla sezione trasversale.

L'acciaio, costituito da una lega ferro-carbonio, si distingue in funzione della percentuale di carbonio presente in peso; in particolare si suddividono in: acciai dolci ( $C=0,15\%-0,25\%$ ), acciai semiduri, duri e durissimi ( $C>0,75\%$ ).

Gli acciai per usi strutturali, denominati anche *acciai da costruzione* o *acciai da carpenteria* hanno un tenore di carbonio indicativamente compreso tra 0,1% e 0,3%. Il carbonio infatti, pur elevando la resistenza, riduce sensibilmente la duttilità e la saldabilità del materiale; per tale motivo gli acciai da costruzione devono essere caratterizzati da un basso tenore di carbonio.

I componenti dell'acciaio, comprensivi del ferro e del carbonio, non dovranno comunque superare i valori limite percentuali specificati nella normativa europea UNI EN 10025-5 (per i laminati).

A tal proposito gli acciai vengono suddivisi in "legati" e "non legati", a seconda se l'acciaio considerato contiene tenori della composizione chimica che rientrano o meno nei limiti della UNI EN 10020 per i singoli elementi costituenti. Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte si dovranno in tutti i casi 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), e già recanti la Marcatura CE secondo norma UNI EN 1090-1.

Per le tipologie dei manufatti realizzati mediante giunzioni saldate, il costruttore dovrà essere certificato secondo la norma UNI EN ISO 3834 (parte 2 e 4).

Per quanto riguarda la resistenza al fuoco in accordo a quanto previsto nell'allegato C al D.M Interno del 16/02/2007 è possibile limitare l'impiego dei metodi di calcolo alla sola verifica della resistenza al fuoco degli elementi portanti, con riferimento all'Eurocodice EN 1993-1-2 con i valori dei parametri definiti a livello nazionale. La qualificazione dei protettivi e dei criteri di dimensionamento degli spessori deve essere definita sulla base dei contenuti dei rapporti di valutazione elaborati secondo modalità previste dalla norma EN 13381-4 o EN 13381-8.

MANDATARIA	MANDANTI	
MIGLIORE STASS – Studi Associati Prof. Ing. Mario Rosario Migliore, Arch. Anna Paola Migliore, Ing. Stefano Ciaramella	Arch. Raffaella Cusano Ing. Domenico Greco	12di26



## 2.1 Caratteristiche meccaniche dell'acciaio adoperato

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, UNI EN ISO 6892-1 e UNI EN ISO 178-1.

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  $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

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

Tabella 4.2.1 NTC 2018 : Laminati a caldo con profili a sezione aperta

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale "t" dell'elemento			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 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				
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
S460 Q/QL/QL1	460	570	440	580
UNI EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490

**MANDATARIA**

**MIGLIORE STASS – Studi Associati**  
Prof. Ing. Mario Rosario Migliore, Arch. Anna Paola  
Migliore, Ing. Stefano Ciaramella

**MANDANTI**

Arch. Raffaella Cusano  
Ing. Domenico Greco



COMUNE DI COSIO VALTELLINO - Provincia di Sondrio

INTERVENTO DI ADEGUAMENTO SISMICO E RIQUALIFICAZIONE DEL COMPLESSO  
SCOLASTICO DI COSIO - CIG: 7721132FAD

PROGETTO ESECUTIVO

D-SE010

RELAZIONE SUI MATERIALI

Tabella 4.2. Il NTC 2018 : Laminati a caldo con profili a sezione cava

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale "t" dell'elemento			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	f <sub>yk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	f <sub>tk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	f <sub>yk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	f <sub>tk</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		
S460 MH/MLH	460	530		
S460 NH/NHL	460	550		

L'acciaio da carpenteria utilizzato nel presente progetto strutturale sarà del tipo S275 per i profili laminati e S235 per piastre e lamiere adeguatamente protetto alla corrosione.

Tutta la carpenteria metallica deve essere protetta dalla corrosione con applicazione di antruggine al cromato di zinco o di piombo.

Gli acciai per strutture saldate, oltre a soddisfare le caratteristiche meccaniche di cui sopra, dovranno avere una composizione chimica conforme a quanto riportato nelle norme UNI EN di riferimento.

Il processo di saldatura dovrà essere conforme a quanto indicato al punto § 11.3.4.5 del D.M. 2018. Tutte le saldature salvo diverse indicazioni riportate nei grafici progettuali, dovranno essere a completa penetrazione e prive di difetti (cfr. UNI EN ISO 5817:2004 livello B).

Tutti gli elementi in acciaio dovranno essere posti in opera con adeguata protezione alla corrosione.

I bulloni, conformi a quanto indicato al punto § 11.3.4.6.1 del D.M. 2018, devono appartenere alla classe di resistenza 8.8, le cui caratteristiche meccaniche dovranno essere le seguenti:

MANDATARIA	MANDANTI	
<b>MIGLIORE STASS – Studi Associati</b> Prof. Ing. Mario Rosario Migliore, Arch. Anna Paola Migliore, Ing. Stefano Ciaramella	Arch. Raffaella Cusano Ing. Domenico Greco	14di26



COMUNE DI COSIO VALTELLINO - Provincia di Sondrio

INTERVENTO DI ADEGUAMENTO SISMICO E RIQUALIFICAZIONE DEL COMPLESSO  
SCOLASTICO DI COSIO - CIG: 7721132FAD

PROGETTO ESECUTIVO

D-SE010

RELAZIONE SUI MATERIALI

Proprietà

Classe della vite 8.8

Classe dei dadi 10

$f_{yb}$ - Tensione di snervamento delle viti 640(N/mm<sup>2</sup>)

$f_{tb}$ - Tensione di rottura delle viti 800 (N/mm<sup>2</sup>)

## **2.2 Resistenza al fuoco**

Il progetto approvato dai VVF di Sondrio prevede le seguenti classi di resistenza al fuoco:

- Palestra: nessun requisito;
- Scuola: REI 30;
- Strutture di separazione tra scuola e palestra (compreso il filtro): REI 90;
- Strutture di separazione tra scuola ed edifici adiacenti: REI 90.

Le caratteristiche dei solai della Scuola (Corpo A anche per la presenza del controsoffitto antisismico) e Corpo C di nuova costruzione (pareti in c.a. e copriferrisolai a norma) rispettano le prescrizioni richieste dai Vigili del Fuoco.

Per quanto riguarda gli elementi metallici utilizzati in progetto, la maggior parte di essi risulta protetta passivamente dalla presenza di pannelli e/o fodere in cartongesso o materiali equipollenti afferenti l'involucro esterno dell'edificio migliorato dal punto di vista del risparmio energetico.

Per i soli elementi non protetti della Palestra (puntoni metallici sul muro di confine del lato sud verso la proprietà aliena, profilo ad L di coronamento e piastre imperniature di placcaggio) viene prescritto il trattamento superficiale con prodotto certificato di vernice intumescente per la resistenza REI 60.

MANDATARIA	MANDANTI	
<b>MIGLIORE STASS – Studi Associati</b> Prof. Ing. Mario Rosario Migliore, Arch. Anna Paola Migliore, Ing. Stefano Ciaramella	Arch. Raffaella Cusano Ing. Domenico Greco	15di26



### 3. MALTE E MURATURE

La muratura impiegata è in laterizi semipieni con malta cementizia a composizione prescritta. Il riferimento normativo è § 11.10.2 delle NTC 2018.

La malta utilizzata è del tipo cementizio di classe M12 di cui alla Tabella 11.10.V delle NTC 2018 con resistenza a compressione di 12 N/mm<sup>2</sup>.

**Tab. 11.10.V - Corrispondenza tra classi di resistenza e composizione in volume delle malte**

Classe	Tipo di malta	Composizione				
		Cemento	Calce aerea	Calce idraulica	Sabbia	Pozzolana
M 2,5	Idraulica	–	–	1	3	–
M 2,5	Pozzolonica	–	1	–	–	3
M 2,5	Bastarda	1	–	2	9	–
M 5	Bastarda	1	–	1	5	–
M 8	Cementizia	2	–	1	8	–
M 12	Cementizia	1	–	–	3	–

In ordine agli elementi in laterizio la classificazione è quella corrispondente a quella degli elementi semipieni della Tabella 4.5.1a delle NTC 2018 § 4.5.2

**Tabella 4.5.1a - Classificazione elementi in laterizio**

Elementi	Percentuale di foratura $\varphi$	Area $f$ della sezione normale del foro
Pieni	$\varphi \leq 15\%$	$f \leq 9 \text{ cm}^2$
Semipieni	$15\% < \varphi \leq 45\%$	$f \leq 12 \text{ cm}^2$
Forati	$45\% < \varphi \leq 55\%$	$f \leq 15 \text{ cm}^2$

#### 3.1 Malte per placcaggi strutturali, protezione delle barre di armatura e ricostruzione del copriferro

Tali malte devono rispondere alle indicazioni della EN-1504-9 - Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture in calcestruzzo: definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità. Principi generali per l'uso dei prodotti e sistemi.

**MANDATARIA**MIGLIORE STASS – Studi Associati  
Prof. Ing. Mario Rosario Migliore, Arch. Anna Paola  
Migliore, Ing. Stefano Ciaramella**MANDANTI**Arch. Raffaella Cusano  
Ing. Domenico Greco

16di26



### 3.1.2 Malta per placcaggi strutturali e per protezione barre di armatura

Trattasi di malta cementizia anticorrosiva per la protezione dei ferri di armatura sulle strutture esistenti dopo la loro messa a giorno a seguito dell'asportazione dei copriferri ammalorati e prima della ricostruzione del nuovo copriferro. La malta svolge una protezione anticorrosiva dei ferri di armatura del calcestruzzo e migliora l'adesione delle malte impiegate nel ripristino del copriferro stesso.

L'azione anticorrosiva della malta si esplica attraverso:

- la presenza di inibitori di corrosione per proteggere le superfici metalliche dall'ossidazione;
- l'elevata alcalinità;
- l'ottima adesione al metallo.

### 3.1.2 Malta per ricostruzione copriferro

Trattasi di una malta premiscelata che impastata con acqua si trasforma in una malta ad elevata fluidità, idonea per l'applicazione mediante colatura entro casseri, senza rischio di segregazione, anche se applicata in forti spessori.

La malta una volta indurita deve possedere le seguenti qualità:

- elevate resistenze meccaniche alla flessione e alla compressione;
- modulo elastico, coefficiente di dilatazione termica e coefficiente di permeabilità al vapore acqueo simili a quelli del calcestruzzo di alta qualità;
- impermeabilità all'acqua;
- ottima adesione sia al vecchio calcestruzzo, purché precedentemente inumidito a rifiuto con acqua, sia ai ferri di armatura;
- elevata resistenza all'usura per abrasione.

In aggiunta al riferimento normativo già esposto la malta deve rispondere ai requisiti minimi richiesti EN – 1504-3 *Riparazione strutturale e non strutturale* per le malte strutturali classe R4.

	<b>CARATTERISTICA PRESTAZIONALE</b>	<b>SUBSTRATO DI RIFERIMENTO (EN 1766)</b>	<b>METODO DI PROVA</b>	<b>REQUISITO STRUTTURALE CLASSE R4</b>
1	Resistenza a compressione	Nessuno	EN 12190	> 45 MPa
2	Contenuto ioni cloruro	Nessuno	EN 1015-17	< 0,05%

<b>MANDATARIA</b>	<b>MANDANTI</b>	
<b>MIGLIORE STASS – Studi Associati</b> Prof. Ing. Mario Rosario Migliore, Arch. Anna Paola Migliore, Ing. Stefano Ciaramella	Arch. Raffaella Cusano Ing. Domenico Greco	17di26



COMUNE DI COSIO VALTELLINO - Provincia di Sondrio

INTERVENTO DI ADEGUAMENTO SISMICO E RIQUALIFICAZIONE DEL COMPLESSO  
SCOLASTICO DI COSIO - CIG: 7721132FAD

PROGETTO ESECUTIVO

D-SE010

RELAZIONE SUI MATERIALI

3	Legame di aderenza	MC (0,40)	EN 1542	> 2,0 MPa
4	Ritiro/espansione impedita	MC (0,40)	EN 12617-4	Forza di legame dopo la prova > 2,0 MPa
5	Resistenza alla carbonatazione	Nessuno	EN 13295	dk < calcestruzzo di controllo [MC(0,45)]
6	Modulo elastico	Nessuno	EN 13412	> 20 GPa
7	Compatibilità termica, Parte 1, gelo-disgelo	MC (0,40)	EN 13687-1	Forza di legame dopo 50 cicli > 2,0 MPa
8	Compatibilità termica, Parte 2, Temporali	MC (0,40)	EN 13687-2	Forza di legame dopo 30 cicli > 2,0 MPa
9	Compatibilità termica, Parte 4, Cicli a secco	MC (0,40)	EN 13687-4	Forza di legame dopo 30 cicli > 2,0 MPa
10	Resistenza allo slittamento	Nessuno	EN 13036-4	Classe I: > 40 unità con prova a umido Classe II: > 40 unità con prova a secco Classe III: > 55 unità con prova a umido
11	Coefficiente di espansione termica	Nessuno	EN 1770	Non richiesto se sono eseguite le prove 7,8 o 9, altrimenti valore dichiarato
12	Assorbimento capillare	Nessuno	EN 13057	< 0,5 kg. m <sup>-2</sup> h <sup>-0,5</sup>

### 3.2 Resine per inghisaggi, riprese di getto ed interventi in beton-plaquè

Tutte le resine impiegate per l'incollaggio, l'inghisaggio delle barre, le riprese di getto dovranno possedere i requisiti normativi e garantire in ogni caso sempre la rottura del substrato.

#### 3.2.1 Resina per inghisaggi

La resina deve possedere caratteristiche tecniche di alta fluidità esente da segregazioni e capace di scorrere anche in spazi di conformazione intricata. Deve possedere inoltre, le seguenti qualità:

- ottima impermeabilità all'acqua;

MANDATARIA	MANDANTI	
MIGLIORE STASS – Studi Associati Prof. Ing. Mario Rosario Migliore, Arch. Anna Paola Migliore, Ing. Stefano Ciaramella	Arch. Raffaella Cusano Ing. Domenico Greco	18di26



COMUNE DI COSIO VALTELLINO - Provincia di Sondrio

INTERVENTO DI ADEGUAMENTO SISMICO E RIQUALIFICAZIONE DEL COMPLESSO  
SCOLASTICO DI COSIO - CIG: 7721132FAD

PROGETTO ESECUTIVO

D-SE010

RELAZIONE SUI MATERIALI

- ottima resistenza ai solfati;
- ottima adesione al ferro ed al calcestruzzo;
- ottima resistenza alle sollecitazioni meccaniche anche di tipo dinamico;
- modulo elastico e coefficiente di dilatazione termica simili a quelli del calcestruzzo di alta qualità;
- non contenere aggregati metallici e polvere di alluminio.

In aggiunta al riferimento normativo già esposto la resina epossidica bicomponente deve rispondere ai requisiti minimi richiesti dalla EN 1504-6 *Ancoraggio dell'armatura di acciaio*.

### 3.2.2 Resina per riprese di getto

La resina epossidica fluida bicomponente per riprese di getto deve rispondere ai principi definitivi dalla EN 1504-4:2004. È un prodotto da incollaggio strutturale, che tollera l'umidità, a base di resine epossidiche e filler speciali, che viene fornito sotto forma di 2 componenti predosati (componente A: resina, e componente B: induritore).

### 3.2.3 Resina per interventi in beton-plaquè

La resina utilizzata deve rispondere ai principi definitivi dalla già richiamata EN-1504-9; ai requisiti minimi richiesti dalla EN 1504-5 *Iniezione del calcestruzzo* ed anche a quelli richiesti dalla EN 1504-6 *Ancoraggio dell'armatura d'acciaio*.

Trattasi di resina epossidica bicomponente superfluida atta a ricollegare strutturalmente il supporto oppure a rinforzarlo mediante aggiunta all'esterno di lastre d'acciaio di dimensioni calcolate (*beton plaqué*). L'iniezione dovrà avvenire attraverso tubetti iniettori opportunamente posizionati e fissati con stucco epossidico tra i due materiali da collegare. Lo stesso stucco epossidico dovrà essere utilizzato per la sigillatura di contenimento del materiale d'iniezione.

MANDATARIA	MANDANTI	
<b>MIGLIORE STASS – Studi Associati</b> Prof. Ing. Mario Rosario Migliore, Arch. Anna Paola Migliore, Ing. Stefano Ciaramella	Arch. Raffaella Cusano Ing. Domenico Greco	19di26



## 4. MATERIALI SPECIALI PER IL CONSOLIDAMENTO

**4.1 Nastri in tessuto di fili di acciaio**

L'applicazione dei nastri ha interessato le murature laterizie del sottotetto per il loro consolidamento e adeguamento alla prestazione sismica richiesta.

Le modalità esecutive e le specifiche sono consegnate nei grafici richiamati in uno alle caratterizzazione meccanica afferente nastri tipo Kimisteel GLV 2000, e che di seguito si ripropongono.

Caratteristiche	Valore tipico	Valore tipico
Prodotto	Kimisteel GLV 650	Kimisteel GLV 2000
Peso netto tessuto [g/m <sup>2</sup> ]	650	1970
Peso totale tessuto [g/m <sup>2</sup> ]	737	2025
Tensione di rottura a trazione dell'acciaio [MPa]	3200	3200
Modulo elastico a trazione dell'acciaio [GPa]	210	210
Allungamento a trazione dell'acciaio [%]	1.6	1.6
Diametro treccia [mm]	1.07	1,07
Spessore nominale del nastro (solo acciaio) [mm]	0.082	0,293
Area resistente [mmq/m]	82	293
Resistenza unitaria del tessuto [N/mm]	263	791

**MANDATARIA**

**MIGLIORE STASS – Studi Associati**  
Prof. Ing. Mario Rosario Migliore, Arch. Anna Paola  
Migliore, Ing. Stefano Ciaramella

**MANDANTI**

Arch. Raffaella Cusano  
Ing. Domenico Greco



## 5. INTONACO ARMATO CON RETE

Nell'ambito dell'intervento di progetto si utilizzeranno materiali compositi a formare una rete strutturale preformata in materiale composito costituite da intonaco di fondo fibrorinforzato a base di calce aerea e legami idraulici. Tale intonaco sarà armato con rete in fibra di vetro resistente agli alcali al fine di migliorarne il comportamento antifrattura e la resistenza alle azioni dinamiche.

Si è fatto riferimento alla tipologia di intonaco INTOMAP R2 FIBRO con rete MAPENET 150 della MAPEI o ad altri prodotti equivalenti.

Le caratteristiche meccaniche, le modalità esecutive e le prestazioni sono consegnate nella Tav. E-SE003

Il prodotto dovrà avere le seguenti caratteristiche prestazionali:

Rapporto dell'impasto:	100 parti di <b>Intomap R2 Fibro</b> con 19-21 parti di acqua (circa 4,8-5,2 l di acqua per ogni sacco da 25 kg di prodotto)
Massa volumica dell'impasto (EN 1015-6) (kg/m <sup>3</sup> ):	1.750
Temperatura di applicazione permessa:	da +5°C a +35°C
Durata dell'impasto (EN 1015-9):	circa 1 h (a +20°C)
Spessore massimo di applicazione per singola mano (mm):	30
Tempo di attesa tra la prima e la seconda mano:	24 h
Tempo di attesa per la frattazzatura:	circa 1 h (a +20°C)
Tempo minimo di attesa per la pitturazione:	28 gg

Caratteristiche meccaniche impiegando il 20% di acqua (miscelazione secondo EN 1015-2):

Resistenza a compressione a 28 gg (EN 1015-11) (N/mm <sup>2</sup> ):	Categoria CS II (da 1,5 a 5,0)
Adesione al supporto (laterizio) (1015-12) (N/mm <sup>2</sup> ):	≥ 0,3 (Modo di rottura FP = B)
Assorbimento d'acqua per capillarità (EN 1015-18) [kg/(m <sup>2</sup> ·min <sup>0,5</sup> )]:	Categoria W <sub>c</sub> 0
Coefficiente di permeabilità al vapore acqueo (EN 1015-19) (μ):	≤ 12
Conducibilità termica (EN 1745) (λ <sub>10,dry</sub> ) (W/m·K):	0,57 (P = 50%)
Reazione al fuoco (EN 13501-1) (Euroclasse):	A1
Consumo (per cm di spessore) (kg/m <sup>2</sup> ):	circa 14

**MANDATARIA**

**MIGLIORE STASS – Studi Associati**  
Prof. Ing. Mario Rosario Migliore, Arch. Anna Paola  
Migliore, Ing. Stefano Ciaramella

**MANDANTI**

Arch. Raffaella Cusano  
Ing. Domenico Greco

21di26



COMUNE DI COSIO VALTELLINO - Provincia di Sondrio  
INTERVENTO DI ADEGUAMENTO SISMICO E RIQUALIFICAZIONE DEL COMPLESSO  
SCOLASTICO DI COSIO - CIG: 7721132FAD

PROGETTO ESECUTIVO

D-SE010

RELAZIONE SUI MATERIALI

Con riferimento alla rete tipo MAPENET 150 la caratterizzazione meccanica viene di seguito consegnata

RESISTENZA ALLA TRAZIONE (in conformità alle prove contenute nella guida ETAG 004)	
Carico di rottura indicativo rete tal quale	ordito > 40 N/mm (pari a 2000 N/5 cm) trama > 40 N/mm (pari a 2000 N/5 cm)
Carico di rottura indicativo dopo invecchiamento	rdito > 20 N/mm (pari a 1100 N/5 cm) trama > 20 N/mm (pari a 1100 N/5 cm) e comunque > al 50% del valore tal quale

**MANDATARIA**

**MIGLIORE STASS – Studi Associati**  
Prof. Ing. Mario Rosario Migliore, Arch. Anna Paola  
Migliore, Ing. Stefano Ciaramella

**MANDANTI**

Arch. Raffaella Cusano  
Ing. Domenico Greco

22di26



COMUNE DI COSIO VALTELLINO - Provincia di Sondrio

INTERVENTO DI ADEGUAMENTO SISMICO E RIQUALIFICAZIONE DEL COMPLESSO  
SCOLASTICO DI COSIO - CIG: 7721132FAD

PROGETTO ESECUTIVO

D-SE010

RELAZIONE SUI MATERIALI

## 6. PRESIDI ANTISFONDELLAMENTO

Si tratta di interventi a presidio delle cadute di intonaco e laterizio dall'intradosso dei solai del primo piano e sottotetto dell'Edificio A.

L'intervento di messa in sicurezza prevede l'applicazione di una controsoffittatura antisfondellamento tipo SICURTECTO eseguita con lastre di gesso fibrorinforzate in CLASSE A2-s1,d0 di reazione al fuoco, sp. 13 mm, fissate attraverso viti auto foranti (con punta a chiodo e testa svasata) all'intelaiatura primaria in profilati sagomati C60x27x0,7 mm in acciaio zincato ad elevata resistenza meccanica secondo la normativa EN 17195, ancorati ai travetti del solaio attraverso tasselli meccanici ad espansione, classe minima 8.8 secondo norma UNI 5739 - DIN 933, con bussola in ottone e cavaliere in acciaio zincato di connessione, spessore 1,2 mm, con resistenza a strappo superiore a 150 kg. La controsoffittatura antisfondellamento è completa di guide U28x30x0,5 mm in acciaio zincato per il fissaggio lungo le pareti perimetrali. La finitura è eseguita con garza adesiva, due mani di stucco lungo i bordi delle lastre, ed un cordolo di silicone lungo il perimetro, per rendere le superfici pronte per le opere di tinteggiatura.

MANDATARIA	MANDANTI	
<b>MIGLIORE STASS – Studi Associati</b> Prof. Ing. Mario Rosario Migliore, Arch. Anna Paola Migliore, Ing. Stefano Ciaramella	Arch. Raffaella Cusano Ing. Domenico Greco	23di26



## 7. STRUTTURE IN LEGNO DELLA COPERTURA

I Materiali e prodotti devono essere qualificati secondo le procedure di cui § 11.1 punto c delle NTC 2018. In tali casi il fabbricante dovrà pervenire alla Marcatura CE sulla base della pertinente "Valutazione Tecnica Europea" (ETA), oppure dovrà ottenere un "Certificato di Valutazione Tecnica" rilasciato dal Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, previa istruttoria del Servizio Tecnico Centrale, anche sulla base di Linee Guida approvate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, ove disponibili; con decreto del Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, su conforme parere della competente Sezione, sono approvate Linee Guida relative alle specifiche procedure per il rilascio del "Certificato di Valutazione Tecnica".

In aggiunta si fa riferimento alle Linee Guida per l'impiego di prodotti, materiali e manufatti innovativi in legno per uso strutturale approvate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

La produzione, la lavorazione, fornitura e utilizzazione dei prodotti di legno e dei prodotti a base di legno per uso strutturale dovranno avvenire in applicazione di un sistema di assicurazione della qualità e di un sistema di rintracciabilità che copra la catena di distribuzione dal momento della prima classificazione e marcatura dei singoli componenti e/o semilavorati almeno fino al momento della prima messa in opera.

Con riferimento al punto 11.7.1.1 Proprietà dei materiali delle richiamate NTC2018 per il progetto e la verifica di strutture realizzate con legno massiccio, o con prodotti per uso strutturale derivati dal legno, si utilizzano i valori di resistenza, modulo elastico e di massa volumica costituenti il profilo resistente, che deve comprendere almeno quanto riportato nella seguente Tab. 11.7.I.

Tab. 11.7.I – Profilo resistente per materiali e prodotti a base di legno

Resistenze caratteristiche		Moduli elastici		Massa volumica	
Flessione	$f_{m,k}$	Modulo elastico parallelo medio **	$E_{0,mean}$	Massa volumica caratteristica	$\rho_k$
Trazione parallela	$f_{t,0,k}$	Modulo elastico parallelo caratteristico	$E_{0,05}$	Massa volumica media *, **	$\rho_{mean}$
Trazione perpendicolare	$f_{t,90,k}$	Modulo elastico perpendicolare medio **	$E_{90,mean}$		
Compressione parallela	$f_{c,0,k}$	Modulo elastico tangenziale medio **	$G_{mean}$		
Compressione perpendicolare	$f_{c,90,k}$				
Taglio	$f_{v,k}$				

\* La massa volumica media può non essere dichiarata.

\*\* Il pedice *mean* può essere abbreviato con *m*

Per il progetto delle coperture lignee della Scuola di Cosio la caratterizzazione del legno è consegnata nella tabella seguente:

MANDATARIA	MANDANTI	
<b>MIGLIORE STASS – Studi Associati</b> Prof. Ing. Mario Rosario Migliore, Arch. Anna Paola Migliore, Ing. Stefano Ciaramella	Arch. Raffaella Cusano Ing. Domenico Greco	24di26



COMUNE DI COSIO VALTELLINO - Provincia di Sondrio

INTERVENTO DI ADEGUAMENTO SISMICO E RIQUALIFICAZIONE DEL COMPLESSO  
SCOLASTICO DI COSIO - CIG: 7721132FAD

PROGETTO ESECUTIVO

D-SE010

RELAZIONE SUI MATERIALI

LEGNO MASSICCIO PER PILASTRI E TRAVI DELLE STRUTTURE  
DI COPERTURA DI CLASSE C24 UNI - EN 338

Resistenza MPa		
Flessione	$f_{mk}$	24
Trazione parallela alla fibratura	$f_{t0k}$	14
Trazione perpendicolare alla fibratura	$f_{t90k}$	0,5
Compressione parallela alla fibratura	$f_{c0k}$	21
Compressione perpendicolare alla fibratura	$f_{c90k}$	2,5
Taglio	$f_{vk}$	2,5
Modulo elastico (GPa)		
Modulo elastico medio parallelo alle fibre	$E_{0mean}$	11
Modulo elastico caratteristico parallelo alle fibre	$E_{00,5}$	7,4
Modulo elastico medio perpendicolare alle fibre	$E_{90mean}$	0,37
Modulo di taglio medio	$G_{mean}$	0,69
Massa volumica (kg/m <sup>3</sup> )		
Massa volumica caratteristica	$\rho_k$	350
Massa volumica media	$\rho_m$	420

**MANDATARIA**

**MIGLIORE STASS – Studi Associati**  
Prof. Ing. Mario Rosario Migliore, Arch. Anna Paola  
Migliore, Ing. Stefano Ciaramella

**MANDANTI**

Arch. Raffaella Cusano  
Ing. Domenico Greco

25di26



COMUNE DI COSIO VALTELLINO - Provincia di Sondrio

INTERVENTO DI ADEGUAMENTO SISMICO E RIQUALIFICAZIONE DEL COMPLESSO  
SCOLASTICO DI COSIO - CIG: 7721132FAD

PROGETTO ESECUTIVO

D-SE010

RELAZIONE SUI MATERIALI

## 8. PACCHETTO DI COPERTURA DEL TETTO

Sono stati previsti per le coperture lignee della Palestra e dell'Edificio C pannelli in bi-lamiera in poliuretano del tipo PGB TD5 con profilo grecato *Marcegaglia* o equivalenti.

Si tratta di un pannello autoportante tipo *Marcegaglia* composto da due strati metallici, che contengono in maniera solidale uno strato isolante di schiuma poliuretanicca, che ne fanno un elemento applicabile alle più diverse strutture portanti. Con lato esterno grecato ed interno micronervato dello spessore di 12 cm. per assicurare la necessaria coibenza in relazione all'indice di trasmittanza del pannello stesso.

Il pannello è realizzato con:

- supporto esterno in lamiera di acciaio zincato in conformità alla norma UNI EN 10143 - UNI EN 10346;
- isolamento termico con formulazioni poliuretanicche esenti da CFC e HCFC che producono schiume isolanti anigrospiche, antimuffa e ad alto contenuto di celle chiuse > 95% con altissima aderenza ai supporti;
- supporto interno in lamiera di acciaio zincato in conformità alla norma UNI EN 10143 -- UNI EN 10147 .

MANDATARIA	MANDANTI	
<b>MIGLIORE STASS – Studi Associati</b> Prof. Ing. Mario Rosario Migliore, Arch. Anna Paola Migliore, Ing. Stefano Ciaramella	Arch. Raffaella Cusano Ing. Domenico Greco	26di26