



# Comune di Bordighera

Settore Tecnico

Via XX Settembre, n.32 - 18012 – BORDIGHERA (IM)



## Scuola elementare "Maria Primina"

Consolidamento statico e adeguamento sismico dell'edificio

Progetto Esecutivo



Responsabile della Commessa: Ing. Bruno PERSICHETTI

Responsabile dell'Attività: Ing. Myriam DI COSMO

Collaboratori:  
Ing. Silvio LEVRERO  
Ing. Benedetta MARRADI  
Ing. Andrea PIPINO  
Geom. Leonardo FICINI  
Geom. Elena PUCCINI

A.I.C.E. Consulting S.r.l. - Via G. Boccaccio, 20 - 56010 Ghezzano (PI) - Tel. +39 050 8755011 - Fax +39 050 878335 - E-mail: info@aiceconsulting.it  
Web: www.aiceconsulting.it - P.I. 01149980508 - Iscr. Trib. n° 14352 - C.C.I.A.A. n° 103626 - Cap. Soc. € 100.000 i.v.

Titolo:

## RELAZIONE ILLUSTRATIVA SUI MATERIALI

| Commissa: | 970                              | Validato da RC:   | BP  | Data prima emissione: | Corpo | Categoria | Elaborato | Numero |
|-----------|----------------------------------|-------------------|-----|-----------------------|-------|-----------|-----------|--------|
| Attività: | PE                               | Verificato da RA: | MDC | Gennaio 2010          | -     | PE        | RIM       | -      |
| Pagine:   | 9                                | Redatto da:       | MDC | Ultima revisione: 2   |       |           |           |        |
| File:     | 970-PE-Scuola Primina-ST-RIM.doc |                   |     |                       |       |           |           |        |

Mod. CDT

|          |           |              |                      |            |                  |                |
|----------|-----------|--------------|----------------------|------------|------------------|----------------|
| 970      | 2         | Giugno 2015  | 2 emissione – data - | MDC        | MDC              | BP             |
| 970      | 1         | Maggio 2010  | Prima emissione      | MDC        | MDC              | BP             |
| 970      | 0         | Gennaio 2010 | Prima emissione      | MDC        | MDC              | BP             |
| Commessa | Revisione | Data         | Descrizione          | Redatto da | Verificato da RA | Validato da RC |

**INDICE**

|       |   |   |
|-------|---|---|
| 1     | SOMMARIO .....  | 5 |
| 2     | MATERIALI E COMPONENTI DELLE NUOVE OPERE (§ 11 NTC) .....             | 5 |
| 2.1   | Calcestruzzo magro per sottofondi .....                               | 5 |
| 2.2   | Calcestruzzo strutturale normale .....                                | 5 |
| 2.2.1 | <i>Opere in fondazione</i> .....                                      | 5 |
| 2.2.2 | <i>Opere in elevazione (nuovi setti)</i> .....                        | 5 |
| 2.3   | Acciaio da cemento armato .....                                       | 6 |
| 2.3.1 | <i>Acciaio in barre ad aderenza migliorata (B450C)</i> .....          | 6 |
| 2.4   | Copriferri (§ 4.1.6.1.3 delle NTC) .....                              | 7 |
| 2.5   | Strutture in carpenteria metallica - Acciaio laminato .....           | 7 |
| 2.5.1 | <i>Acciaio laminato a caldo</i> .....                                 | 7 |
| 2.5.2 | <i>Saldature</i> .....  | 8 |
| 2.6   | Adesivo per ancoraggio chimico di barre di armatura .....             | 8 |
| 2.7   | Malta per ricostruzioni di copri ferri e incamiciatura pilastri ..... | 8 |
| 2.8   | Malta epossidica per impieghi strutturali (beton plaqué) .....        | 9 |
| 2.9   | Legno lamellare (travi) .....   | 9 |
| 2.10  | Legno massiccio (doppio tavolato) .....                               | 9 |



## 1 SOMMARIO

La presente Relazione Tecnica si riferisce al progetto di consolidamento e adeguamento sismico della scuola elementare “Maria Primina” nel Comune di Bordighera (IM).

La Relazione è redatta ai sensi dell’art. 4, della Legge 5 novembre 1971, n. 1086, “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”. La relazione specifica le caratteristiche, le qualità dei materiali che verranno impiegati nella costruzione delle nuove opere.

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

### 2.1 Calcestruzzo magro per sottofondi

I getti di conglomerato cementizio non armato per sottofondi saranno realizzati con calcestruzzo magro avente i seguenti requisiti:

- resistenza caratteristica a compressione:  $R_{ck} \geq 15 \text{ N/mm}^2$

### 2.2 Calcestruzzo strutturale normale

Le opere di conglomerato cementizio armato normale e leggero, in fondazione e in elevazione, saranno realizzate utilizzando calcestruzzo strutturale normale, a prestazione garantita, in conformità alla norma UNI EN 206-1, “Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità” e alla norma UNI 11104 “Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1”.

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

#### 2.2.1 Opere in fondazione

- classe di resistenza a compressione: C25/30 ( $R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$ )
- condizioni ambientali: Ordinarie
- classe di esposizione: XC2 (corrosione indotta da carbonatazione – bagnato raramente asciutto)
- rapporto acqua/cemento 0.60
- tipo di cemento rispondente alla norma UNI EN 197-1
- tipo di aggregato: rispondenti alla norma UNI EN 12620
- dimensione dell’aggregato: diametro max 20 mm
- classe di contenuto in cloruri: Cl 0.20
- classe di consistenza: S5 (superfluida)

#### 2.2.2 Opere in elevazione (nuovi setti)

- classe di resistenza a compressione: C25/30 ( $R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$ )
- condizioni ambientali: Ordinarie

- classe di esposizione: XC1 (asciutto o permanentemente bagnato)
- rapporto acqua/cemento 0.60
- tipo di cemento rispondente alla norma UNI EN 197-1
- tipo di aggregato: rispondenti alla norma UNI EN 12620
- dimensione dell'aggregato: diametro max 20 mm (10 mm per i solai)
- classe di contenuto in cloruri: Cl 0.20
- classe di consistenza: S5 (superfluida)

## 2.3 Acciaio da cemento armato

### 2.3.1 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. 1. Tensioni caratteristiche dell'acciaio Fe 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. 2. Acciaio tipo B450C**

| Caratteristiche                        | Requisiti                      | Frattile % |
|--|--------------------------------|------------|
| 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        |
| $(f/f_y)_k$                            | $\geq 1,15$                    | 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       |

## 2.4 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 copriferrò e l'interferrò delle armature devono essere rapportati alla dimensione massima degli inerti impiegati.

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

Tab. 1 – Copri ferrì minimi in mm

| C <sub>min</sub> | C <sub>o</sub> | ambiente   | barre da c.a.<br>elementi a piastra |                                       | barre da c.a.<br>altri elementi |                                       | cavi da c.a.p.<br>elementi a piastra |                                       | cavi da c.a.p.<br>altri elementi |                                       |
|------------------|----------------|------------|-------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
|                  |                |            | C ≥ C <sub>o</sub>                  | C <sub>min</sub> ≤ C < C <sub>o</sub> | C ≥ C <sub>o</sub>              | C <sub>min</sub> ≤ C < C <sub>o</sub> | C ≥ C <sub>o</sub>                   | C <sub>min</sub> ≤ C < C <sub>o</sub> | C ≥ C <sub>o</sub>               | C <sub>min</sub> ≤ C < C <sub>o</sub> |
| C25/30           | C35/45         | ordinario  | 15                                  | 20                                    | 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<sub>min</sub> 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 copriferrì, 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<sub>min</sub> ≤ C < C<sub>o</sub>), si adotta un copriferrò pari a **30 mm**.

## 2.5 Strutture in carpenteria metallica - Acciaio laminato

### 2.5.1 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 **S355 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. 3. Laminati a caldo con profili a sezione aperta

| Norma e qualità degli acciai                                    | spessore nominale dell'elemento      |                                      |                                      |                                      |
|---|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
|   | t ≤ 40mm                             |                                      | 40mm ≤ t ≤ 80mm                      |                                      |
|   | 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 10025-2<br>laminati a caldo con profili a sezione aperta |                                      |                                      |                                      |                                      |
| S235  | 235                                  | 360                                  | 215                                  | 360                                  |
| S275  | 275                                  | 430                                  | 255                                  | 410                                  |
| <b>S355</b>   | <b>355</b>                           | <b>510</b>                           | <b>335</b>                           | <b>470</b>                           |
| UNI EN 10210-1<br>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<br>prodotti saldati con profili a sezione cava   |                                      |                                      |                                      |                                      |
| S235H   | 235                                  | 360                                  |                                      |                                      |
| S275H   | 275                                  | 430                                  |                                      |                                      |
| S355H   | 355                                  | 510                                  |                                      |                                      |

### 2.5.2 Saldature

Saldature a cordone d'angolo da eseguirsi in officina secondo la Norma ISO 4063

### 2.6 Adesivo per ancoraggio chimico di barre di armatura

Malta premiscelata in polvere composta da cementi ad alta resistenza, inerti selezionati e speciali additivi, tipo MAPEFILL R o equivalente.

### 2.7 Malta per ricostruzioni di copri ferri e incamiciatura pilastri

Si utilizzerà una malta pronta autoportante a ritiro compensato tixotropica a ritiro compensato a base di cementi ad alta resistenza, resine sintetiche e aggregati silicei fini tipo **MPM Plastostar N**, **Mapei**, **Embeco** o equivalente, dalle seguenti caratteristiche:

- peso specifico: 21.00 kN/m<sup>3</sup>
- adesione al cls. sabbiato: > 2 MPa (UNI 9532)
- resistenza a compressione a 3 gg.: 30 MPa (UNI 196-1)
- resistenza a compressione a 28 gg.: 45 MPa (UNI 196-1)
- resistenza a flessione a 3 gg.: 5 MPa (UNI 196-1)
- resistenza a flessione a 28 gg.: 12 MPa (UNI 196-1)
- modulo elastico a compressione: 21000 MPa (UNI 6556)



## 2.8 Malta epossidica per impieghi strutturali (beton plaqu )

Malta epossidica tixotropica ad alta resistenza, per impieghi strutturali, tipo **SIKADUR 41** o equivalente

## 2.9 Legno lamellare (travi)

Le opere in legno lamellare necessarie per la realizzazione delle travi portanti delle coperture saranno realizzate con legno appartenente alla classe GL 28h (UNI EN 1194), le cui caratteristiche tecniche risultano:

|  |  |
|--|--|
| $f_{m,k} = 280$ daN/cm <sup>2</sup>      | resistenza a flessione                     |
| $f_{t,o,k} = 195$ daN/cm <sup>2</sup>    | resistenza a trazione parallela alle fibre |
| $f_{c,o,k} = 265$ daN/cm <sup>2</sup>    | resistenza a trazione parallela alle fibre |
| $f_{v,k} = 32$ daN/cm <sup>2</sup>       | resistenza a taglio                        |
| $E_{o,med} = 126000$ daN/cm <sup>2</sup> | modulo elastico parallelo medio            |
| $E_{o,k} = 102000$ daN/cm <sup>2</sup>   | modulo elastico parallelo caratteristico   |
| $\rho_k = 410$ daN/cm <sup>2</sup>       | massa volumica caratteristica              |

## 2.10 Legno massiccio (doppio tavolato)

Il doppio tavolato e l'orditura secondaria di supporto del manto saranno realizzati in legno di Abete/Nord del tipo S2 (UNI 11035-2-2003, prospetto 5), le cui caratteristiche tecniche risultano:

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| $f_{m,k} = 23$ MPa               | resistenza a flessione                              |
| $f_{t,o,k} = 14$ MPa             | resistenza a trazione parallela alle fibre          |
| $f_{t,90,k} = 0.4$ MPa           | resistenza a trazione perpendicolare alle fibre     |
| $f_{c,o,k} = 20$ MPa             | resistenza a compressione parallela alle fibre      |
| $f_{c,90,k} = 2.9$ MPa           | resistenza a compressione perpendicolare alle fibre |
| $f_{v,k} = 2.5$ MPa              | resistenza a taglio                                 |
| $E_{o,mean} = 10\,500$ MPa       | modulo elastico parallelo medio                     |
| $E_{o,k} = 7\,000$ MPa           | modulo elastico parallelo caratteristico            |
| $E_{90,mean} = 350$ MPa          | modulo elastico perpendicolare medio                |
| $G_{mean} = 660$ MPa             | modulo elastico di taglio (medio)                   |
| $\rho_k = 380$ kg/m <sup>3</sup> | massa volumica caratteristica                       |

\*\*\*