



COMUNE DI DERUTA
SETTORE LAVORI PUBBLICI
Servizio Edilizia Scolastica e Patrimonio

**PROGETTAZIONE DEFINITIVA/ ESECUTIVA PER IL MIGLIORAMENTO SISMICO DELL'EDIFICIO SCOLASTICO
SEDE DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA E DELLA PRIMARIA - COMUNE DI DERUTA, VIA FRANCESCA,
FRAZIONE PONTENUOVO**

Responsabile dell'Area Lavori Pubblici
Geom. Marco Ricciarelli

Responsabile Unico del Procedimento
Geom. Fabio Tamantini

FIGURE PROFESSIONALI

**Responsabile di Commessa e delle Attività di Coordinamento della
Progettazione, Supporto al RUP in fase di Validazione e Gara d'appalto,
Coordinatore per la Sicurezza in fase di Progettazione**
Arch. Roberto Di Ramio

Responsabile Progettazione Impianti Meccanici
Ing. Massimo Gerosolimo Porziella

**Responsabile Progettazione Edile ed
Architettonica**
Arch. Pietro La Gatta

Responsabile verifica documentaria, referente Enti, Contabilità
Geom. Luca Caroselli

Co-responsabile Progettazione Edile ed Architettonica
Ing. Maurizio Ciarrocchi

Responsabile CAM
Ing. Claudia Viscioni

Responsabile Progettazione Strutturale
Ing. Sebastiano Ortù

**Professionista incaricato nel team per la redazione
del CSP-giovane professionista**
Ing. Francesca Orsini

Co-responsabile Progettazione Strutturale
Ing. Daniele Cianchetta

Responsabile della relazione Geologica
Geol. Tiziano Desiderio

Responsabile Progettazione Impianti Elettrici
Ing. Vincenzo Di Cretico

Consulenti (nel rispetto dell'art. 91, comma 3 del D.lgs 163/2006 e.s.m.i)
Arch. Clelia Dell'Arciprete, Arch. Sara Menna,
Arch. Michele D'Amico, Arch. Laura Di Scipio

Capogruppo



INSIGHT & Co. S.r.l.

Via Tiburtina Valeria, 149/1
65129 Pescara (PE)
Tel. 085/4159367 - Fax. 085.2192520
e-mail: direzionetecnica@insight.co.it
PEC: insight@arubapec.it

Mandante



S.A.G.I. S.r.l.
Società per l'Ambiente,
la Geologia e l'Ingegneria
Via Pasubio, 20
63074 San Benedetto del Tronto (AP)
Tel. e Fax. 0735.757580
e-mail: info@sagistudio.it
PEC: info@pec.sagistudio.it

Mandante



Via Spaventa, 10
63039 Sulmona (AQ)
Tel. 0864.51619 e Fax. 0864.576003
e-mail: studiotechnic@progettointegrato.it
PEC: massimo.gerosolimoporziella@ing.pe.eu

Mandante



**Geol. Tiziano
Desiderio**

Strada San Fele, 29/B
Tel. 347.5780523
e-mail: studiogeold@gmail.com
PEC:

CODICE

Doc.07_STR_E

SCALA

CLASSE

Elaborati Documentali

TITOLO

Relazione Specialistica sui Materiali



INDICE

1. INTRODUZIONE	3
1.1 SINTESI SINTERVENTO	3
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3. CONGLOMERATO CEMENTIZIO	4
3.1 LEGANTI	4
3.2 INERTI	4
3.3 ACQUA	4
3.4 IMPASTI	4
3.5 CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO IMPIEGATO	5
4. ACCIAI	5
4.1 ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO B450 C	5
4.2 ACCIAIO PER TIRANTATURE E CARPENTERIE METALLICHE	6
4.2.1 CARATTERISTICHE DELL'ACCIAIO IMPIEGATO	7
4.3 ACCIAIO PER LAMIERE GRECATE	7
4.4 BULLONI	8
4.4.1 CARATTERISTICHE DEI BULLONI UTILIZZATI	8
4.5 SALDATURE	9
5. INTERVENTI SULLE MURATURE	9
5.1 RESISTENZE DEI MATTONI	9
5.2 MALTE	9
5.3 CONSOLIDAMENTO MURATURE CON INIEZIONI	10
5.4 CONSOLIDAMENTO MEDIANTE STILATURA ARMATA	10



RELAZIONE SUI MATERIALI

1. INTRODUZIONE

La seguente relazione descrive le caratteristiche, i requisiti tecnici ed i parametri di resistenza che devono soddisfare i materiali che saranno utilizzati per il consolidamento della struttura.

1.1 SINTESI SINTERVENTO

Come visibile dagli elaborati di progetto è prevista la riparazione ed il consolidamento delle pareti murarie attraverso scarnitura profonda e ristilatura dei giunti e, la successiva esecuzione di iniezioni di miscele leganti. Si provvederà inoltre alla ripresa della muratura con il metodo del cuci e scuci in corrispondenza di lesioni e di pannelli ammalorati. In alcune porzioni è previsto altresì il consolidamento mediante stilatura armata dei giunti di malta. Per quanto riguarda le strutture orizzontali è prevista la demolizione dei solai piani in laterocemento tipo SAP, e la realizzazione di nuovi solai in putrelle e tavelloni. In corrispondenza di talune bucature verranno realizzate delle cerchiature metalliche. Le nicchie presenti, ove necessario verranno richiuse con elementi aventi caratteristiche meccaniche simili alla muratura esistente. È previsto inoltre l'inserimento di tirantature metalliche e la realizzazione di cordoli di coronamento in muratura armata.

Si specificano di seguito le caratteristiche dei materiali, in base alla Vigente Normativa D.M. 17 gennaio 2018 e Circolare 21 Gennaio 2019 n. 7 C.S.LL.PP.



S.A.G.I. S.r.l.
Società per l'Ambiente, la Geologia e Ingegneria
63037 Porto D'Ascoli (A.P.)
Via Pasubio, 20 - Tel. 0735/757580
Fax 0735/757588
Sede di Ascoli Piceno: Viale Assisi n.107 – Folignano -





2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si specificano di seguito le caratteristiche dei materiali utilizzati in riferimento alle seguenti normative:

- D. M. 17/01/2018 – Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni;
- Circ. Ministero Infrastrutture e Trasporti 21 gennaio 2019, n. 7 Istruzioni per l'applicazione dell'"Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni" di cui al D. M. 17 gennaio 2018;

3. CONGLOMERATO CEMENTIZIO

3.1 LEGANTI

Nelle strutture oggetto del presente progetto devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici definiti come cementi e provvisti del marchio ICITE-CNR che ne garantisce la qualità secondo le disposizioni vigenti in materia, con esclusione del cemento alluminoso.

3.2 INERTI

Gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose, argillose, di gesso, ecc., in proporzioni 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 e dall'ingombro delle armature, così come successivamente specificato.

3.3 ACQUA

L'acqua per gli impasti deve essere conforme alla norma UNI EN 1008:2003 e in ogni caso limpida, priva di Salì (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva. Si userà possibilmente acqua potabile con pH compreso tra i valori di 4,5 e 7,5.

3.4 IMPASTI

La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto, devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto, e al procedimento di posa in opera del conglomerato. Il quantitativo d'acqua deve essere calibrato per consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti. Partendo dagli elementi già fissati, il rapporto acqua-cemento, e quindi il dosaggio del cemento, dovranno essere scelti in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato. L'impiego di additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività. L'impasto deve essere preparato con mezzi idonei ed il dosaggio dei componenti eseguito con modalità



S.A.G.I. S.r.l.
Società per l'Ambiente, la Geologia e Ingegneria
63037 Porto D'Ascoli (A.P.)
Via Pasubio, 20 - Tel. 0735/757580
Fax 0735/757588

Sede di Ascoli Piceno: Viale Assisi n.107 - Folignano -





atte a garantire la costanza del proporzionamento previsto in sede di progetto. Per il costipamento dei getti si raccomanda inoltre l'uso di appositi vibratori avendo cura di non prolungare l'intervento di questi in zone ad alta concentrazione di armatura oltre i 15-20 secondi onde evitare la separazione dell'inerte dal calcestruzzo.

3.5 CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO IMPIEGATO

Per la realizzazione delle caldane dei nuovi solai si impiegherà un calcestruzzo di classe **C28/35**, avente le seguenti caratteristiche:

R_{ck} :	35 N/mm²	Resistenza caratteristica cubica del calcestruzzo;
f_{ck} :	28 N/mm²	Resistenza caratteristica cilindrica del calcestruzzo;
D_{max} :	16 mm	Diametro massimo dell'inerte;
Slump:	S4	Classe di consistenza del calcestruzzo;
	XC2	Classe di esposizione ambientale.

In mancanza di analisi granulometriche preventive, ogni metro cubo di calcestruzzo sarà mediamente composto da:

- 3,50 q.li/mc di cemento tipo 425 e dosaggio comunque tale da dare un calcestruzzo della classe richiesta;
- inerti, dosaggio: - sabbia 0 - 5 mm 40%
- pietrisco 5 - 12 mm 35%
- pietrisco 12 -26 mm 25%
- acqua in misura di circa 200 litri.

4. ACCIAI

4.1 ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO B450 C

Le barre e le reti di armatura devono essere ad aderenza migliorata dovranno essere rispondenti alle caratteristiche di cui al D.M. 17 Gennaio 2018 Cap.11.3 §11.3.2.1.

- tensione caratteristica di snervamento $f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$
- tensione caratteristica di rottura $f_t \geq 540 \text{ N/mm}^2$
- allungamento percentuale $\geq 7.5\%$

Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:

- (per $\phi < 12\text{mm}$): **4 φ**;
- (per $12 \leq \phi \leq 16\text{mm}$): **5 φ**;
- (per $16 \leq \phi \leq 25\text{mm}$): **8 φ**;
- (per $25 \leq \phi \leq 40\text{mm}$): **10 φ**;

Inoltre sia gli acciai in barre che le reti ed i tralicci eletrosaldati, al fine di garantire i requisiti di duttilità in presenza di azioni sismiche devono soddisfare alle seguenti relazioni:





$$1,15 \leq (f_t/f_y)_k < 1,35$$

Per quanto riguarda il Modulo Elastico istantaneo del tipo di calcestruzzo utilizzato, in mancanza di diretta sperimentazione, si assume in sede di progetto il valore che discende dalla seguente relazione:

Il Modulo Elastico dell'acciaio sarà pari a: $E_s = 206000 \text{ N/mm}^2$

4.2 ACCIAIO PER TIRANTATURE E CARPENTERIE METALLICHE

Nella realizzazione delle opere, si utilizzeranno acciai conformi alle norme armonizzate, recanti la marcatura CE, cui si applica il sistema di attestazione della conformità 2+.

Si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie:

- UNI EN 10025 (per i laminati);
- UNI EN 10210 (per i tubi senza saldatura);
- UNI EN 10219-1 (per i tubi saldati).

I valori nominali delle proprietà meccaniche dei materiali assunte in sede di progettazione sono i seguenti:

- 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 (fino a 100°C) $\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}^{-1}$;
- Densità: $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$;

I valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento f_{yk} e di rottura f_{tk} , assunti nei calcoli per gli acciai di cui alle norme europee EN 10025, EN 10210 ed EN 10219-1 sono riportati nelle tabelle seguenti.

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40 \text{ mm}$		$40 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$	
	$f_{vk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{dk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{vk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{tk} [\text{N/mm}^2]$
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		

4.2.1 CARATTERISTICHE DELL'ACCIAIO IMPIEGATO

Per la realizzazione delle cerchiature sarà impiegato un acciaio di tipo **S 275 JR** conforme a quanto previsto al §4.2.1.1, nonché al §11.3.4.2 delle NTC 2018, avente le seguenti caratteristiche meccaniche:

- Tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} = 275 \text{ N/mm}^2$;
- Tensione caratteristica di rottura: $f_{tk} = 430 \text{ N/mm}^2$;
- Coefficiente parziale di sicurezza per l'acciaio: $\gamma_s = 1,05$.

Si prevede un trattamento protettivo mediante zincatura a caldo o verniciatura a polvere.

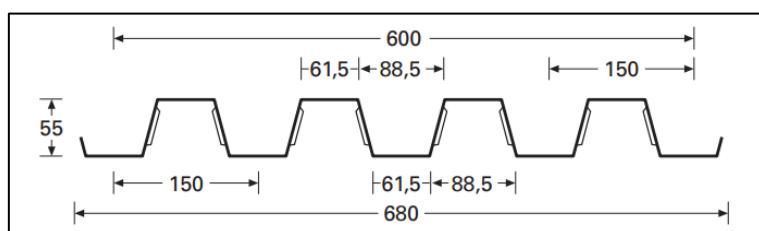
Per la realizzazione delle tirantature e degli incatenamenti sarà impiegato un acciaio di tipo **S 355 JR** conforme a quanto previsto al §4.2.1.1, nonché al §11.3.4.2 delle NTC 2018, avente le seguenti caratteristiche meccaniche:

- Tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} = 355 \text{ N/mm}^2$;
- Tensione caratteristica di rottura: $f_{tk} = 510 \text{ N/mm}^2$;
- Coefficiente parziale di sicurezza per l'acciaio: $\gamma_s = 1,05$.

Si prevede un trattamento protettivo mediante zincatura a caldo o verniciatura a polvere.

4.3 ACCIAIO PER LAMIERE GRECATE

Per la realizzazione dei nuovi solai saranno impiegate delle lamiere grecate collaboranti tipo HI-BOND tipo A55 P600, avente le seguenti proprietà geometriche:



Le lamiere saranno realizzate con acciai zincati conformi alle norme armonizzate, recanti la marcatura CE, cui si applica il sistema di attestazione della conformità 2+.

Si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie:

- UNI EN 10147:2002;



Sarà impiegato un acciaio di tipo **S 250 GD** (o superiore) conforme a quanto previsto al §11.3.4.2 delle NTC 2018, avente le seguenti caratteristiche meccaniche:

- Tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} = 250 \text{ N/mm}^2$;
- Tensione caratteristica di rottura: $f_{tk} = 330 \text{ N/mm}^2$;

4.4 BULLONI

I bulloni devono essere conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme UNI EN ISO 4016:2002 e UNI 5592:1968 devono appartenere alle sotto indicate classi della norma UNI EN ISO 898-1:2009, associate nel modo indicato nella Tab. 11.3.XIII.a delle NTC 2018 e di seguito riportata:

Tab. 11.3.XIII.a

Viti	Dadi	Rondelle	Riferimento
Classe di resistenza UNI EN ISO 898-1:2013	Classe di resistenza UNI EN ISO 898-2:2012	Durezza	
4.6			
4.8	4; 5; 6 oppure 8		
5.6			
5.8	5; 6 oppure 8		
6.8	6 oppure 8		
8.8	8 oppure 10	100 HV min oppure 300 HV min.	
10.9	10 oppure 12		UNI EN 15048-1

Le tensioni di snervamento f_{yb} e di rottura f_{tb} dei bulloni appartenuti alle classi indicate nella precedente tabella 11.3.XIII.a sono riportate nella tabella 11.3.XIII.b del NTC 2018, di seguito riportata:

Tab. 11.3.XIII.b

Classe	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9
f_{yb} (N/mm ²)	240	320	300	400	480	640	900
f_{tb} (N/mm ²)	400	400	500	500	600	800	1000

Gli elementi di collegamento strutturali ad alta resistenza adatti al precarico devono soddisfare i requisiti di cui alla norma europea armonizzata UNI EN 14399-1:2005, e recare la relativa marcatura CE, con le specificazioni di cui al punto A del § 11.1.

4.4.1 CARATTERISTICHE DEI BULLONI UTILIZZATI

I bulloni utilizzati sono di **classe 4.8** avente le seguenti caratteristiche:

- tensione caratteristica di snervamento $f_{yk} = 320 \text{ N/mm}^2$
- tensione caratteristica di rottura $f_{tk} = 400 \text{ N/mm}^2$

Viti e barre filettate: **classe 4.8** secondo UNI EN 898-1:2009 (UNI 5712).

Dadi: **classe 4** secondo UNI 20898-2:1994 (UNI 5713).

Rosette e piastrine: **acciaio C50** UNI EN 10083-2:2006 (temprato e rinvenuto HRC 32÷40)
(UNI 5714, UNI 5715, UNI 5716).





Precarico e coppia di serraggio secondo UNI EN 1993-1-8:2005 e UNI EN 1090:2012.

Si prevede come trattamento protettivo una zincatura elettrolitica secondo UNI 3740.

4.5 SALDATURE

Il processo di saldatura deve essere conforme a quanto indicato nel punto 11.3.4.5 del NTC 2018.

5. INTERVENTI SULLE MURATURE

Per l'esecuzione delle riprese di muratura, si utilizzeranno elementi in laterizio, posti in opera in strati regolari di spessore costante e legati tra di loro tramite malta idraulica.

Gli elementi avranno dimensioni unificate pari a cm 25 x 12 x 5.5 e comunque tali che risulti:

$$\begin{array}{ll} \% \text{ foratura} & \leq 15\% \\ f & \leq 9 \text{ cm}^2 \end{array}$$

essendo “**f**” l'area media della sezione normale di un foro;

e dove la percentuale di foratura è espressa dalla seguente formula:

$$\% \text{ foratura} = 100 F/A$$

in cui:

F = area complessiva dei fori passanti e profondi non passanti;

A = area lorda della faccia delimitata dal suo perimetro.

5.1 RESISTENZE DEI MATTONI

Gli elementi pieni impiegati dovranno avere le seguenti resistenze medie per compressione riferiti alla superficie totale linda:

$$f_{bk} > = 18 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{vlim} > 2,2 \text{ N/mm}^2$$

5.2 MALTE

Saranno utilizzate malte a base di calce idraulica per le riprese delle vecchie murature, malte a base cementizia per la realizzazione dei nuovi elementi e dei cordoli in muratura armata.

L'acqua per gli impasti deve essere limpida, priva di sostanze organiche o grassi, non deve essere aggressiva né contenere solfati o cloruri in percentuale dannosa.

La sabbia da impiegare per il confezionamento delle malte deve essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose.

Le calci aeree, le pozzolane ed i leganti idraulici devono possedere le caratteristiche tecniche ed i requisiti previsti dalle vigenti normative.

L'impiego di malte premiscelate e premiscelate pronte per l'uso è consentito purché ogni fornitura sia accompagnata da una dichiarazione del fornitore attestante il gruppo della malta, il tipo e la quantità dei leganti e degli eventuali additivi.

In base al D.M. 17.01.2018 al §11.10.2 le malte da utilizzare dovranno appartenere alle seguenti classi:



S.A.G.I. S.r.l.
Società per l'Ambiente, la Geologia e Ingegneria
63037 Porto D'Ascoli (A.P.)
Via Pasubio, 20 - Tel. 0735/757580
Fax 0735/757588

Sede di Ascoli Piceno: Viale Assisi n.107 – Folignano -





Malta per la ripresa delle murature: classe M15

Malta per la realizzazione dei cordoli in muratura armata: classe M15

5.3 CONSOLIDAMENTO MURATURE CON INIEZIONI

Gli interventi di consolidamento delle strutture murarie prevedono l'esecuzione di iniezioni nelle murature per colmare i piccoli vuoti presenti tra gli elementi lapidei e laterizi e per ricostituire l'integrità dei giunti di malta. La miscela sarà costituita da acqua e calce in proporzioni adeguate a garantire la penetrazione nelle murature, e comunque con dosaggio d'acqua minimo di kg 150,0 ogni metro cubo di miscela.

La consistenza della miscela deve essere adeguata al particolare impiego della stessa, oltre al suo procedimento di posa. Il quantitativo d'acqua deve essere quello necessario a garantire una buona fluidità della miscela, e tale da non produrre un eccessivo ritiro dell'impasto dopo l'indurimento, per non compromettere il risultato dell'operazione.

L'impiego di additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività. L'impasto deve essere preparato con mezzi idonei ed il dosaggio dei componenti eseguito con modalità atte a garantire la costanza del proporzionamento previsto.

5.4 CONSOLIDAMENTO MEDIANTE STILATURA ARMATA

Per il consolidamento delle murature mediante **stilatura armata** verranno utilizzati dei **trefoli in acciaio inox AISI 316** a 49 fili aventi le seguenti caratteristiche:

- Diametro nominale del trefolo: $\phi 3$ mm;
- Sezione del trefolo: $4,19 \text{ mm}^2$;
- Resistenza a trazione caratteristica: $\geq 1200 \text{ Mpa}$;
- Modulo elastico a trazione medio: $\geq 80 \text{ GPa}$;

Per la connessione trasversale dei trefoli verranno impiegati dei connettori costituiti da barre filettate con relativi accessori in acciaio inox aventi le seguenti caratteristiche:

- Sezione del connettore: $38,5 \text{ mm}^2$;
- Resistenza a trazione caratteristica: 1084 Mpa ;
- Modulo elastico a trazione medio: $189,4 \text{ GPa}$;

Per la prima mano di rinzaffo e per la successiva stilatura dei giunti sarà impiegata una malta a base di calce idraulica naturale di classe **M10** o superiore.

I Progettisti



S.A.G.I. S.r.l.
Società per l'Ambiente, la Geologia e Ingegneria
63037 Porto D'Ascoli (A.P.)
Via Pasubio, 20 - Tel. 0735/757580
Fax 0735/757588

Sede di Ascoli Piceno: Viale Assisi n.107 – Folignano -

