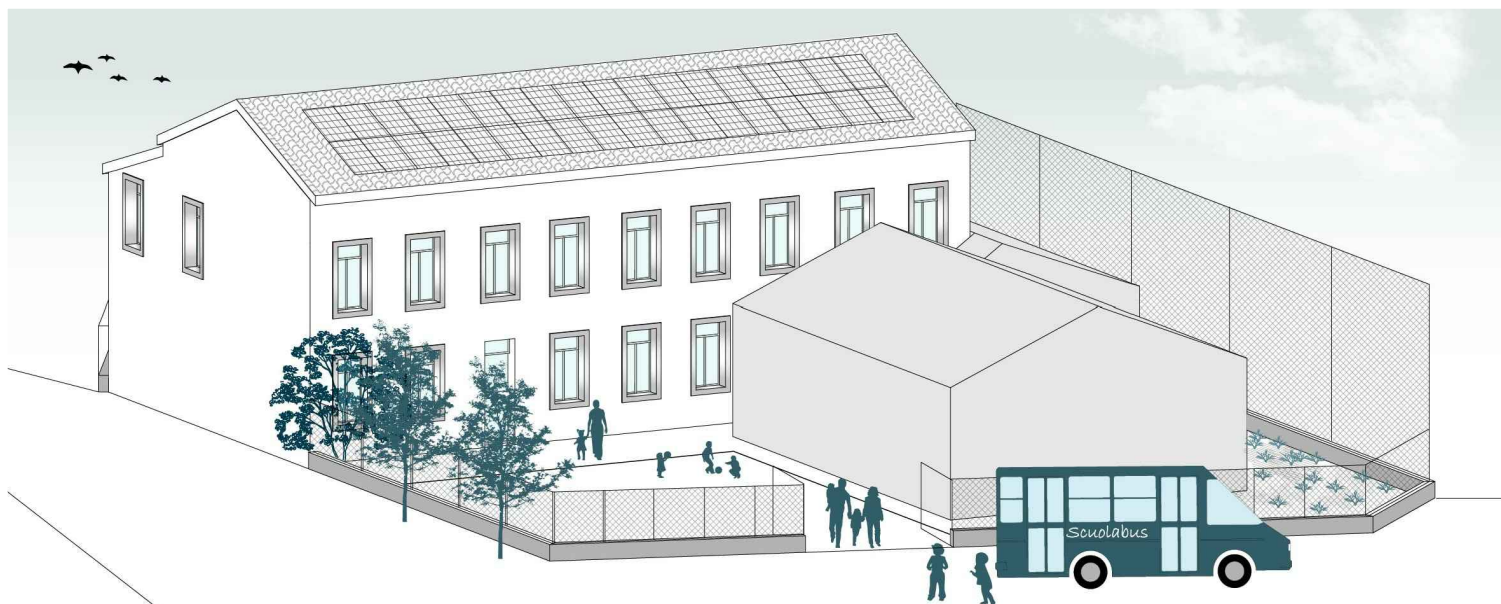




REGIONE BASILICATA
PROVINCIA DI POTENZA
COMUNE DI PIETRAGALLA

INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO SISMICO DELL'EDIFICIO SCOLASTICO 0760600278
DELLA FRAZIONE DI LOLLA



SINDACO
Paolo Cillis

RUP
Ing. Maria Carmela IACOVERA

COMMITTENTE
Comune di Pietragalla
Via Cadorna 6, 85016
Pietragalla (PZ)

PROGETTISTA
Arch.Mariangela Coviello

CONSULENTE ALLA PROGETTAZIONE STRUTTURALE
Ing.Diego Fabrizio

COORDINATORE ALLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE
Ing.Francesco Rocco Abruzzese

ELABORATO:
Relazione sui materiali

DATA: MAGGIO 2021

CODICE: PDE-RE-02.1

**INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DELL'EDIFICIO
SCOLASTICO 0760600278 DI Lolla _PIETRAGALLA (PZ)_**

RELAZIONE SUI MATERIALI

Il Tecnico

Arch. Mariangela COVIELLO

A seguire si illustrano le caratteristiche meccaniche dei materiali da costruzione impiegati nell'intervento di messa in sicurezza, mediante miglioramento sismico, dell'edificio che ospita la scuola primaria di Lolla nel comune di Pietragalla (PZ).

Materiali impiegati nella costruzione

I materiali strutturali adoperati nella costruzione per le opere di nuovo inserimento sono i seguenti:

-) Calcestruzzo per uso strutturale (opere in fondazione):

Tipologia strutturale:	Elevazioni
Classe di resistenza necessaria ai fini statici:	300 daN/cm ²
Condizioni ambientali:	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia o in interni con umidità da moderata ad alta
Classe di esposizione:	XC3
Rapporto acqua/cemento max:	0.55
Classe di consistenza:	S5 (fluida)
Diametro massimo aggregati:	32 mm
Tipologia strutturale:	Fondazioni
Classe di resistenza necessaria ai fini statici:	300 daN/cm ²
Condizioni ambientali:	Strutture completamente interrato in terreno permeabile.
Classe di esposizione:	XC2
Rapporto acqua/cemento max:	0.60
Classe di consistenza:	S4 (Plastica)
Diametro massimo aggregati:	32 mm

Classi di resistenza dei calcestruzzi															Relazione analitica/Spiegazione
$f_{ck,cyl}$ (MPa)	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	
$f_{ck,cube}$ (MPa)	15	20	25	30	37	45	50	55	60	67	75	85	95	105	
f_{cm} (MPa)	20	24	28	33	38	43	48	53	58	63	68	78	88	98	$f_{cm} = f_{ck} + 8$ (MPa)
f_{ctm} (MPa)	1,6	1,9	2,2	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	$f_{ctm} = 0,30 \cdot f_{ck}^{(2/3)} \leq$ C50/60 $f_{ctm} = 2,12 \cdot \ln [1 +$ $(f_{cm}/10)] > C50/60$
$f_{ctk,0,05}$ (MPa)	1,1	1,3	1,5	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,2	3,4	3,5	$f_{ctk,0,05} = 0,7 \cdot f_{ctm}$ frattile 5%
$f_{ctk,0,95}$ (MPa)	2,0	2,5	2,9	3,3	3,8	4,2	4,6	4,9	5,3	5,5	5,7	6,0	6,3	6,6	$f_{ctk,0,95} = 1,3 \cdot f_{ctm}$ frattile 95%
E_{cm} (GPa)	27	29	30	31	33	34	35	36	37	38	39	41	42	44	$E_{cm} = 22 \cdot [(f_{cm})/10]^{0,3}$ (f_{cm} in MPa)

Dosatura dei materiali.

	Classi di esposizione																	
	Nessun rischio di corrosione o aggressione	Corrosione causata da carbonatazione				Corrosione causata da cloruri						Aggressione da gelo				Ambiente chimico aggressivo		
						Acqua marina			Cloruri ad esclusione di acqua marina									
		X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2
Rapporto max a/c	-	0,65	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,45	0,55	0,55	0,45	0,55	0,55	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45
Classe min. res. a compr.	C12/15	C20/25	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	C35/45	C30/37	C30/37	C35/45	C30/37	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45
Contenuto min. cemento (kg/m3)	-	260	280	290	300	300	320	340	300	300	320	300	300	320	340	300	320	360
Contenuto min. aria (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,0 ^a	4,0 ^a	4,0 ^a	-	-	-
Altri requisiti												Granulometria inerti sec. prEN 12620:2000 con sufficiente resistenza al gelo e ai sali scongelandanti				Cemento resistente ai solfati		

^a Qualora non venga impiegato calcestruzzo porizzato, le sue caratteristiche vanno verificate con un idoneo procedimento di prova rispetto a quelle del CLS per cui è stata accertata la resistenza al gelo-sali scongelandanti per le classi di esposizione determinanti

^b Se la presenza di SO4⁻ comporta le classi di esposizione XA2 e XA3, è indispensabile l'impiego di cemento resistente ai solfati. Quando il cemento è classificato riguardo alla resistenza ai solfati, va impiegato cemento con moderata o elevata resistenza ai solfati per la classe di esposizione XA2 (e per la classe di esposizione XA1, se attinente) e cemento con elevata resistenza ai solfati per la classe di esposizione XA3.

Qualità dei componenti

La sabbia deve essere viva, con grani assortiti in grossezza da 0 a 3 mm, non proveniente da rocce in decomposizione, scricchiolante alla mano, pulita, priva di materie organiche, melmose, terrose e di salsedine.

La ghiaia deve contenere elementi assortiti, di dimensioni fino a 32 mm, resistenti e non gelivi, non friabili, scevri di sostanze estranee, terra e salsedine. Le ghiaie sporche vanno accuratamente lavate. Anche il pietrisco proveniente da rocce compatte, non gessose né gelive, dovrà essere privo di impurità od elementi in decomposizione.

In definitiva gli inerti dovranno essere lavati ed esenti da corpi terrosi ed organici. Non sarà consentito assolutamente il misto di fiume. L'acqua da utilizzare per gli impasti dovrà essere potabile, priva di sali (cloruri e solfuri).

Potranno essere impiegati additivi fluidificanti o superfluidificanti per contenere il rapporto acqua/cemento mantenendo la lavorabilità necessaria.

Prescrizione per inerti

Sabbia viva 0-7 mm, pulita, priva di materie organiche e terrose; sabbia fino a 70mm per fondazioni, non geliva, lavata; pietrisco di roccia compatta.

Prescrizione per il disarmo

Indicativamente: fondazioni 3-4 giorni; per ogni porzione di struttura, il disarmo non può essere eseguito se non previa autorizzazione della Direzione Lavori.

Provini da prelevarsi in cantiere

n° 2cubi di lato 15 cm;
un prelievo ogni 100 mc

$\sigma_{c28} \geq 3 \cdot \sigma_{c \text{ adm}};$
$R_{ck \ 28} = R_m - 35 \text{ kg/cm}^2;$
$R_{min} > R_{ck} - 35 \text{ kg/cm}^2$

Corrosione indotta da carbonatazione

Nota – Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriferro e nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante, in questi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo ed il suo ambiente.

	Asciutto o permanentemente bagnato	Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa o immerse in acqua	2a	0,60	30	300
	Bagnato, raramente asciutto	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.	2a	0,60	30	300
	Umidità moderata	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia o in interni con umidità da moderata ad alta	5a	0,55	35	320
	Ciclicamente asciutto e bagnato	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette ad alternanze di asciutto ed umido. Calcestruzzi a vista in ambienti urbani.	4a, 5b	0,50	40	340

-) Acciaio per C.A.

Acciaio per C.A. B450C	
f _{yk} tensione nominale di snervamento:	≥ 4580 kg/cm ² (≥ 450 N/mm ²)
f _{tk} tensione nominale di rottura:	≥ 5500 kg/cm ² (≥ 540 N/mm ²)
f _{td} tensione di progetto a rottura:	f _{yk} / γ _S = f _{yk} / 1.15 = 3980 kg/cm ² (= 391 N/mm ²)

L'acciaio dovrà rispettare i seguenti rapporti:

$$f_y / f_{yk} < 1.35 \quad f_t / f_y \geq 1.15$$

Diametro delle barre: $\phi \leq \phi 40$ mm.

E' ammesso l'uso di acciai forniti in rotoli per diametri ≤ 16 mm.

Reti e tralicci con elementi base di diametro $\phi \leq \phi 16$ mm.

Rapporto tra i diametri delle barre componenti reti e tralicci: $\phi_{\min}/\phi_{\max} \geq 0.6$

Per le procedure di accettazione e per i controlli sull'acciaio strutturale si rimanda a quanto previsto nelle Norme Tecniche per le Costruzioni "NTC2018".

-) Blocchi e malta per muratura armata

(Riferimento D.M. 17.01.2018, par. 11.10)

Caratteristiche minime dei materiali impiegati per la costruzione delle strutture analizzate con la presente relazione, secondo il D.M. 20/11/1987 (e riprese nel D.M. 17/01/2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni”).

Modulo di elasticità normale secante E: $E = 1000 \cdot f_k$

Modulo di elasticità tangenziale secante G: $G = 0.4 \cdot E$

Parametri caratteristici:

f_k : resistenza caratteristica a compressione della muratura;

f_{vk0} : resistenza caratteristica a taglio in assenza di carichi verticali; $f_{vk0} = 0.7 f_{vm}$;

f_{vk} : resistenza caratteristica a taglio in presenza di tensioni di compressione;

$$f_{vk} = f_{vk0} + 0.4 \sigma_n;$$

Valore della f_k per murature in elementi artificiali pieni e semipieni

Resistenza caratteristica a compressione f_{bk} dell'elemento N/mm ²	Tipo di malta			
	M15	M10	M5	M2,5
2.0	1.2	1.2	1.2	1.2
3.0	2.2	2.2	2.2	2.0
5.0	3.5	3.4	3.3	3.0
7.5	5.0	4.5	4.1	3.5
10.0	6.2	5.3	4.7	4.1
15.0	8.2	6.7	6.0	5.1
20.0	9.7	8.0	7.0	6.1
30.0	12.0	10.0	8.6	7.2
40.0	14.3	12.0	10.4	--

-) Rinforzo in CRM

Sistema di rinforzo strutturale che utilizza reti, connettori e accessori preformati in GFRP (Glass Fiber Reinforced Polymer) abbinati a malte a base di calce o cementizie, per realizzare degli intonaci armati sottili, collaboranti, reversibili e collegati trasversalmente, che migliorano le resistenze al taglio, alla flessione e alla compressione della muratura.

Caratteristiche	FBMESH_T96	FBMESH_T192
Dimensioni della maglia	33x33 / 66x66 / 99x99 mm	66x66 / 99x99 mm
Sezione minima della singola barra	8,9 mm ²	14,1 mm ²
Spessore della barra	≥ 2,5 mm	≥ 3,0 mm
Dimensioni del rotolo	Ø 50÷70 (esterno) x 200 cm	Ø 50÷70 (esterno) x 200 cm
Resistenza a trazione della barra (caratteristico) ⁽²⁾	4,3 kN	5,5 kN
Modulo elastico del composito ⁽²⁾	25000 MPa	25000 MPa
Resistenza a strappo del nodo (caratteristico) ⁽²⁾	0,25 kN	0,43 kN
Allungamento medio a rottura della barra ⁽²⁾	1,8 %	1,3 %
Tensione a trazione del composito (caratteristico) ⁽²⁾	375 MPa	390 MPa
Decadimento di resistenza a trazione e del modulo elastico per l'ambiente umido, alcalino e salino	< 10%	< 15%
Reazione al fuoco ⁽³⁾	Classe A2-s1, d0, Classe B-s1, d0	Classe B-s1, d0

Caratteristiche	FBCALCEM	FBCALCEM 10MPa	FBCALCEM 15MPa	FBCALCEM 20MPa	FBRASACEM a
Tipologia di legante	calce e cemento	calce e cemento	calce e cemento	calce e cemento	calce e cemento
Resistenza a compressione (MPa)	≥ 5	≥ 10	≥ 15	≥ 20	-
Modulo elastico (GPa)	-	≤ 8	≤ 10	≤ 15	-
Classe e tipologia	III - GP	IV - GP	IV - GP	IV - GP	IV - GP
Resistenza a compressione – 28 giorni	≥ 5,0	≥ 10	≥ 15	≥ 20	-
Resistenza a flessione – 28 giorni	≥ 1	≥ 1,5	≥ 1,5	≥ 4	-
Adesione al supporto in laterizio	≥ 0,2	≥ 0,5	≥ 0,5	≥ 0,5	-
Adesione al supporto in cls	≥ 0,5	≥ 1,0	≥ 1	≥ 1	-

-) Rinforzo sistema CAM

Il sistema CAM è realizzato con nastri in acciaio inox con le seguenti caratteristiche:

Tipo 1 - Nastri per disposizione verticale ed orizzontale – 1.4301/1.4307 EN10088-4 (acciaio INOX AISI 301)

- spessore 0.9 e larghezza 19 mm

- resistenze a snervamento $f_{yk} \geq 350 \text{ N/mm}^2$ e a rottura $f_{tk} \geq 650 \text{ N/mm}^2$

- allungamento a rottura almeno pari al 35%.

Per la resistenza del nastro, la resistenza di calcolo a trazione $N_{t,Rd}$ è assunta pari al minore fra $N_{pl,Rd}$ resistenza plastica della sezione lorda A e la resistenza $N_{u,Rd}$ a rottura della sezione netta A_{net} in corrispondenza della giunzione per la quale è garantita una resistenza minima pari al 70% della resistenza del nastro stesso.

$$f_{yd} = \min \left\{ \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}, \frac{0.7 \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}} \right\}$$

dove $\gamma_{M0} = 1,10$ (UNI EN 1993-1-4) e $\gamma_{M2} = 1,25$ Si considera quindi una tensione di calcolo pari a $f_{yd1} = 318\text{MPa}$ e $f_{yd2} = 560\text{Mpa}$.

-) Muratura dello stato di fatto

La stazione appaltante ha commissionato una campagna di indagine, descritta nella Relazione Specialistica a cui si rimanda per approfondimenti, che ha consentito di caratterizzare la muratura come muratura di pietra a spacco di buona tessitura alla quale si possono associare le seguenti caratteristiche meccaniche.

Prova con martinetto

Modulo di elasticità normale (MPa)		Resistenza a compressione (MPa)	Modulo di elasticità tangenziale (MPa)		Resistenza a taglio (MPa)
1° ciclo	2° ciclo	3.06	1° ciclo	2° ciclo	0.068
2541	2753		847	918	

Prove penetrometriche su malta

w_m	Dev. Std	f_c (MPa)	Class. DM 87	Class. NTC 2018
0.97	0.33	4.59	M4	M 2.5