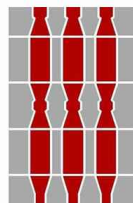




COMUNE DI DERUTA



REGIONE DELL'UMBRIA

POR FESR 2014/2020, Asse 8, Azioni 8.3.1 e 8.4.1. D.L. n. 104/2013, convertito in Legge n. 128/2013, Decreto interministeriale 08/01/2018. DGR n. 486 del 14/05/2018. Programmazione di interventi per l'edilizia scolastica 2018/2020. PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA PER IL MIGLIORAMENTO SISMICO DELL' EDIFICIO SCOLASTICO DI PONTENUOVO.



**SCUOLA ELEMENTARE E MATERNA - VIA FRANCISCANA,
PONTENUOVO - DERUTA (PG)**



Via Orazio Tramontani n.52,
P. S. Giovanni 06135 Perugia,
tel. 075/394485 fax. 075/395926
E-mail: mtprogetti@mtprogetti.it
Pec: umberto.tassi2@ingpec.eu
P.IVA 01983250547

Committente:
AREA TECNICA DEL COMUNE DI DERUTA
Geom. Marco Ricciarelli

OGGETTO:

RELAZIONE TECNICA

TAV.:

RT

SCALA: -

PLOTTAGGIO: -

FILE: 1807 RT

REV.	DATA	REDATTO	APPROVATO	MOTIVAZIONE
A	06/06/2018	P.GIULIANI	U. TASSI	PRIMA EMISSIONE
B				
C				



PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA PER IL MIGLIORAMENTO SISMICO ED ENERGETICO DEGLI EDIFICI SCOLASTICI DI PONTENUOVO, SAN NICOLÒ DI CELLE E SANT'ANGELO DI CELLE

Relazione introduttiva

Relazione strutturale

Relazione geologica e geotecnica

Relazione sismica

Relazione sui materiali

Progetto di fattibilità – interventi di miglioramento sismico

Progetto di fattibilità – interventi di efficientamento energetico

SCUOLA DI PONTENUOVO

0. OGGETTO.....	3
1. INTRODUZIONE	3
2. NORME DI RIFERIMENTO.....	4
3. RELAZIONE SUI MATERIALI	12
3.1. EDIFICIO ESISTENTE – MATERIALI E LIVELLO DI CONOSCENZA	ERRORE. IL SEGNA LIBRO NON È DEFINITO.
3.2. ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA	ERRORE. IL SEGNA LIBRO NON È DEFINITO.
3.3. FIBRE IN FIBRA DI VETRO	ERRORE. IL SEGNA LIBRO NON È DEFINITO.
4. RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE.....	ERRORE. IL SEGNA LIBRO NON È DEFINITO.
4.1. DATI DIMENSIONALI E SCHEMI PLANO-ALTIMETRICI	ERRORE. IL SEGNA LIBRO NON È DEFINITO.
4.1.1. Dati dimensionali.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
4.1.2. Inquadramento generale.....	4
5. PROGETTO DI FATTIBILITA' - INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO SISMICO.....	22
5.1. AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO	ERRORE. IL SEGNA LIBRO NON È DEFINITO.
5.2. DESCRIZIONE GEOTECNICA E DEL SISTEMA FONDALE	ERRORE. IL SEGNA LIBRO NON È DEFINITO.
5.3. VERIFICHE NUMERICHE	22
5.3.1. Descrizione degli interventi	Errore. Il segnalibro non è definito.
5.3.2. Analisi dei carichi	Errore. Il segnalibro non è definito.
5.3.3. Identificazione e descrizione del modello di calcolo strutturale	ERRORE. Il segnalibro non è definito.
5.3.4. Condizioni di carico elementari.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
5.3.5. Combinazioni di carico per Analisi Sismica	Errore. Il segnalibro non è definito.
5.3.6. Valutazione sicurezza – analisi sismica	Errore. Il segnalibro non è definito.
5.3.6.1. Verifica Globale Push-over	Errore. Il segnalibro non è definito.
5.3.6.2. Verifica Globale analisi lineari -.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
5.3.6.3. Verifiche di deformabilità laterale (SLO)	Errore. Il segnalibro non è definito.
5.3.7. Valutazione della sicurezza – analisi per carichi statici	ERRORE. Il segnalibro non è definito.
5.4. RIEPILOGO E COMMENTO DEI RISULTATI.....	ERRORE. IL SEGNA LIBRO NON È DEFINITO.
5.4.1. Riepilogo degli indicatori di rischio sismici.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
6. PROGETTO DI FATTIBILITA' - INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO	35

POR FESR 2014/2020, Asse 8, Azioni 8.3.1 e 8.4.1. D.L. n. 104/2013, convertito in Legge n. 128/2013, Decreto interministeriale 08/01/2018. DGR n. 486 del 14/05/2018. Programmazione di interventi per l'edilizia scolastica 2018/2020 - PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA PER IL MIGLIORAMENTO SISMICO DEGLI EDIFICI SCOLASTICI DI PONTENUOVO, SAN NICOLÒ DI CELLE E SANT'ANGELO DI CELLE_

7. STIMA DEI COSTI DELL'INTERVENTOERRORE. IL SEGNA LIBRO NON È DEFINITO.

0. RELAZIONE INTRODUTTIVA

0.1. OGGETTO

La presente relazione si riferisce allo studio di fattibilità degli interventi di miglioramento sismico ed energetico dell'edificio scolastico ospitante la Scuola Materna ed Elementare di Pontenuovo, sito in Via Francescana nel Comune di Deruta. Tali interventi si inquadrano in quelli ammissibili a contributo per il programma POR FESR 2014/2020. Tutto quanto qui descritto trova fondamento nel vecchio studio di vulnerabilità sismica e sui rilievi precedentemente effettuati.

0.2. INTRODUZIONE

L'edificio scolastico di Pontenuovo è una costruzione realizzata in muratura ordinaria tradizionale, composta da un unico corpo di fabbrica del tutto simile agli altri edifici scolastici esistenti nel Comune di Deruta e Comuni limitrofi.

L'area dove sorge il plesso scolastico è lungo via Francescana, la via di maggior scorrimento del paese di Pontenuovo, in una posizione pressoché centrale rispetto allo sviluppo dell'abitato cittadino. E' circondata, sui lati, da edifici sorti anch'essi nei primi anni del 900 e anni 70, mentre posteriormente scorre il fiume Tevere.

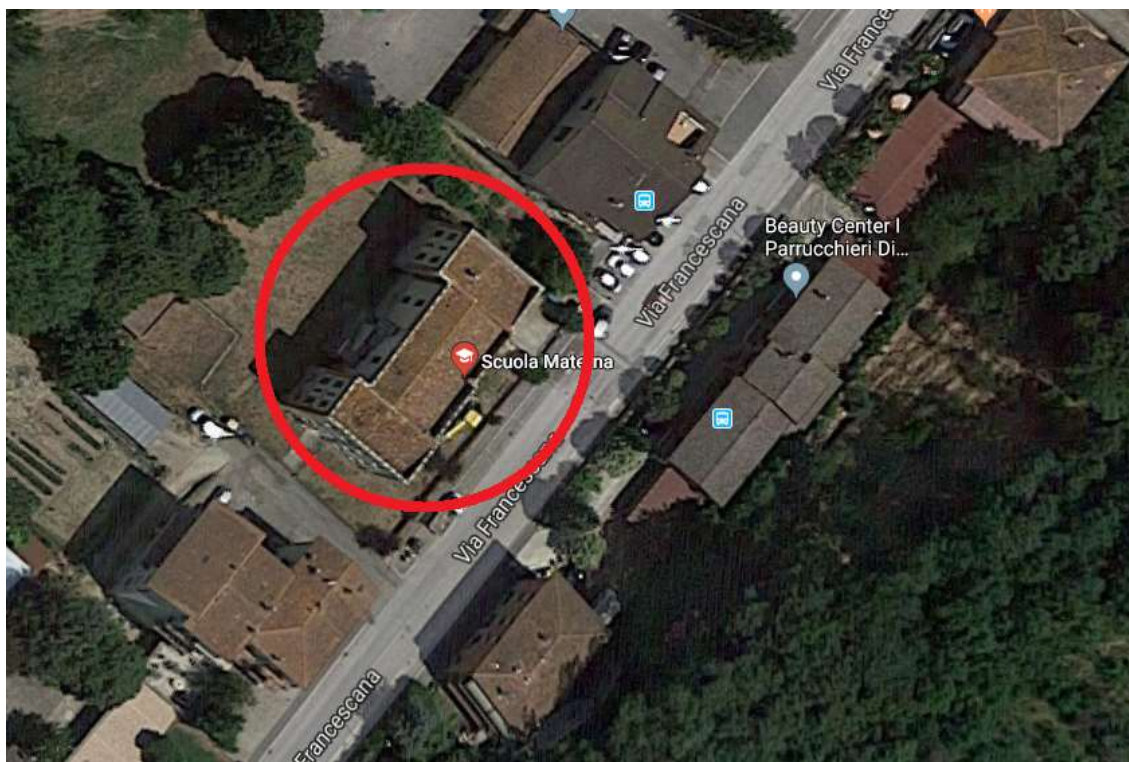


Figura 1: Sito di interesse e vista in pianta della struttura in esame

L'edificio ha una volumetria complessiva di circa mc. 3350 ed una superficie utile così

suddivisa (di calpestio netto):

- Piano seminterrato 245 mq
- Piano terra 245 mq
- Piano primo 245 mq
- Piano sottotetto 245 mq (accessibile non praticabile)

0.3. NORME DI RIFERIMENTO

Normativa adottata per le verifiche tecniche

La verifica di vulnerabilità sismica si rifà alle seguenti normative nazionali o regionali:

-D.M. del 17/01/2018.

-Circolare del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici del 02/02/2009 n°617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 14 gennaio 2008

- Ordinanza PCM 3274 del 20 Marzo 2003

0.4. INQUADRAMENTO GENERALE

L'immagine seguente mette in evidenza il posizionamento dell'edificio rispetto al centro di Pontenuovo e la sua collocazione rispetto alle costruzioni adiacenti. Catastalmente è individuabile al Foglio 4 particella 75 del Comune di Deruta.



1. RELAZIONE STRUTTURALE

1.1. DATI DIMENSIONALI E SCHEMI PLANO-ALTIMETRICI

Come riportato negli elaborati grafici allegati, trattasi di un architettura tipica del periodo degli primi anni 50, con altezze d'interpiano di circa 3.5 m, ampie finestre, praticamente quasi a nastro intervallate da piccoli setti-pilastrini in muratura, con servizi posti agli angoli dei lati corti, il corpo scale decentrato posto situato su di un lato corto dell'edificio, corridoio centrale di smistamento, con scala esterna per uscita di sicurezza svincolata e tetto in latero-cemento.

Alla fine degli anni 70 furono realizzati alcuni lavori di ristrutturazione e sistemazione dell'edificio scolastico che prevedevano le seguenti opere:

- a piano seminterrato: apertura di due porte esterne, e di due finestre, la costruzione di un muro di tufo (sp. 30 cm);
- a piano primo (destinato a scuola elementare): realizzazione di un nuovo solaio.

A tali opere si aggiunsero anche interventi sugli impianti di riscaldamento e quello elettrico, così come la realizzazione di nuove fondellature a definire nuove unità didattiche richieste dalle mutate esigenze, e tutte le relative opere di finitura.

La costruzione presenta le seguenti caratteristiche strutturali:

- fondazioni a cordolo continue in conglomerato cementizio armato;
- struttura portante in pietra calcarea con malta cementizia di scarsa qualità;
- fondellature eseguite con laterizi forati
- piano terra con pavimento controterra rialzato mediante massicciata e massetto;
- solai di calpestio, sottotetto e tetto in latero-cemento, tipo Sap,
- manto di copertura in tegole marsigliesi
- solai con cordoli con armatura insufficiente
- scale realizzate mediante gradini in c.a. a sbalzo
- scala esterna di sicurezza svincolata rispetto all'edificio principale

Dall'analisi dei documenti a disposizione e dalle ricognizioni effettuate emergono queste considerazioni che saranno riportate di seguito in maniera molto schematica:

1. l'edificio, allo stato attuale non è atto a sopportare i carichi orizzontali anche di un modesto sisma;
2. le interconnessioni fra i muri risultano insufficienti a garantire un minimo di continuità di comportamento con possibili cinatismi locali sia nel piano che fuori piano delle pareti;

3. i solai sono privi di soletta armata e pertanto possono considerarsi semirigidi;
4. la copertura è di tipo pesante realizzata in latero-cemento con caldana di superficie non armata ed inoltre è vincolata alle pareti in maniera inadeguata;
5. le altezze degli interpiani risultano notevoli con problemi di verifica delle pareti al ribaltamento ed a pressoflessione;
6. il corpo fondale, non presenta segni di cedimento;
7. si segnalano evidenti segni di risalita di umidità;
8. alcune aperture eseguite per esigenze didattiche sulle pareti di controventamento, hanno ridotto notevolmente la resistenza delle stesse e dell'intera struttura;
9. la posizione disallineata delle aperture ai vari piani impedisce la continuità dei maschi murari delle pareti interne;
10. le finestre sono molto ampie, praticamente quasi a nastro intervallate da piccoli setti-pilastri in muratura che risultano molto vulnerabili;
11. le murature presentano alcuni punti di discontinuità negli allineamenti, senza che a ciò corrisponda alcun tipo di irrigidimento.

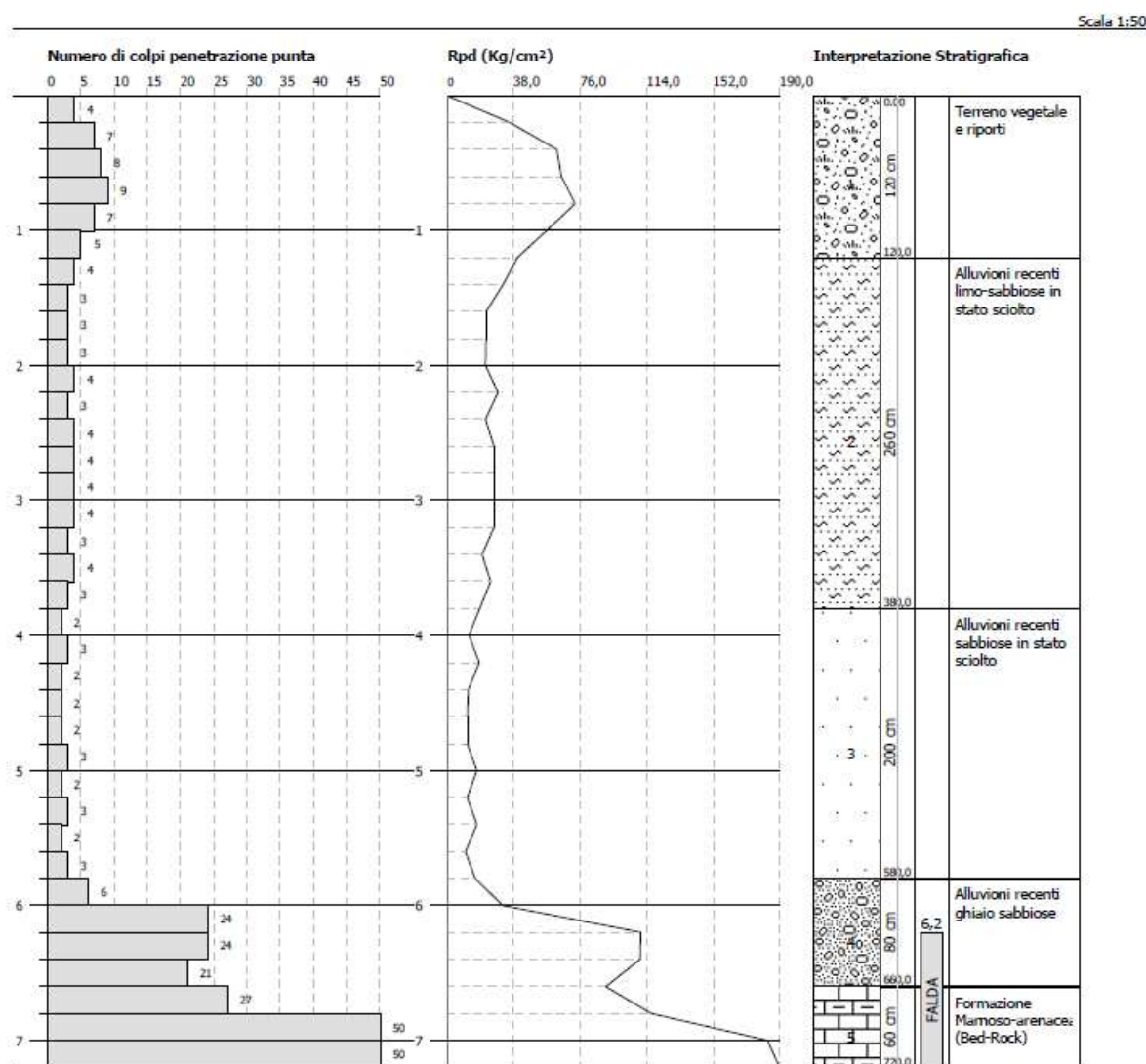
POR FESR 2014/2020, Asse 8, Azioni 8.3.1 e 8.4.1. D.L. n. 104/2013, convertito in Legge n. 128/2013, Decreto interministeriale 08/01/2018. DGR n. 486 del 14/05/2018. Programmazione di interventi per l'edilizia scolastica 2018/2020 - PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA PER IL MIGLIORAMENTO SISMICO DEGLI EDIFICI SCOLASTICI DI PONTENUOVO, SAN NICOLO' DI CELLE E SANT'ANGELO DI CELLE.

2. RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

I dati geologico-stratigrafici e geotecnici dei terreni presenti sono stati ricavati mediante l'elaborazione di n. 1 sondaggio penetrometrico statico eseguito in aderenza all'edificio scolastico.

I terreni presenti in superficie sono costituiti da Depositi alluvionali recenti (Olocene) di pertinenza del fiume Tevere, costituiti da prevalenti limi sabbiosi in superficie e sabbie sciolte in profondità, passanti poi a ghiaie sabbiose.

Tale complesso di terreni superficiali, dello spessore massimo pari a circa 6.60 m dal piano campagna nel punto di perforazione, appoggia in profondità con contatto discordante fortemente inclinato su un bed-rock semi-lapideo, costituito dalla formazione miocenica della Marnoso-arenacea, costituita in loco da prevalenti arenarie in banchi e strati fratturati, alternati a subordinati livelli marnosi e marnoso-argillosi.



La struttura fondale esistente è costituita da un cordolo in c.a. al di sotto delle pareti murarie esistenti. La sovrastruttura di fatto non presenta segni di cedimenti dovuto a carenze fondali. L'intervento proposto di fatto non comporta variazioni di carico sugli elementi, nonostante il lieve incremento di rigidità delle pareti murarie, e di conseguenza sul sistema fondale. Per quanto detto e in base a quanto riportato al paragrafo C8A.5.11 della Circ. 617/09 per gli edifici in muratura, non si andranno a verificare le strutture di fondazione esistenti.

Si riporta il suddetto paragrafo:

“È in genere possibile omettere interventi sulle strutture di fondazione, nonché le relative verifiche, qualora siano contemporaneamente presenti tutte le condizioni seguenti:

x) nella costruzione non siano presenti importanti dissesti di qualsiasi natura attribuibili a cedimenti delle fondazioni e sia stato accertato che dissesti della stessa natura non si siano prodotti neppure in precedenza;

y) gli interventi progettati non comportino sostanziali alterazioni dello schema strutturale del fabbricato;

z) gli stessi interventi non comportino rilevanti modificazioni delle sollecitazioni trasmesse alle fondazioni;

aa) siano esclusi fenomeni di ribaltamento della costruzione per effetto delle azioni sismiche”.

Tali ipotesi sono state poi riadattate nell'attuale normativa e trascritte al paragrafo 8.3 riportato in parte a seguire.

Qualora sia necessario effettuare la valutazione della sicurezza della costruzione, la verifica del sistema di fondazione è obbligatoria solo se sussistono condizioni che possano dare luogo a fenomeni di instabilità globale o se si verifica una delle seguenti condizioni:

- nella costruzione siano presenti importanti dissesti attribuibili a cedimenti delle fondazioni o dissesti della stessa natura si siano prodotti nel passato;
- siano possibili fenomeni di ribaltamento e/o scorrimento della costruzione per effetto: di condizioni morfologiche sfavorevoli, di modificazioni apportate al profilo del terreno in prossimità delle fondazioni, delle azioni sismiche di progetto;
- siano possibili fenomeni di liquefazione del terreno di fondazione dovuti alle azioni sismiche di progetto.

3. RELAZIONE SISMICA

Ai sensi del DM 17/01/2018 “Norme tecniche per le costruzioni” ai fini della determinazione delle azioni sismiche gravanti sulle opere in progetto, risulta necessaria la conoscenza della cosiddetta “**pericolosità sismica di base**” e della risposta sismica locale, ossia della “**categoria di sottosuolo**”.

La pericolosità sismica viene introdotta in termini di accelerazione orizzontale massima attesa in condizioni di campo libero su sito di riferimento e suolo rigido (Tipo “A” secondo la Tab. 3.2.II) con superficie topografica orizzontale (a_g), di ordinate dello spettro di risposta elastico in termini di accelerazione ($S_e(T)$), con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R definito in fase di scelte progettuali (vedi tabella 3.2.I delle norme sotto riportata).

Tabella 3.2.I – Probabilità di superamento P_{VR} al variare dello stato limite considerato

Stati Limite		P_{VR} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Le forme spettrali vengono dunque definite, in funzione delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento (da 30 a 2475 anni), a partire dai seguenti parametri di sito:

a_g = accelerazione orizzontale massima al sito;

F_o = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.

T_C^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Vita nominale della costruzione

- $V_N \geq 50$ anni \Rightarrow “Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale” - Tab. 2.4.I, punto 2, D.M. 17-01-2018.

Tabella 2.4.I – Vita nominale V_N per diversi tipi di opere

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

POR FESR 2014/2020, Asse 8, Azioni 8.3.1 e 8.4.1. D.L. n. 104/2013, convertito in Legge n. 128/2013, Decreto interministeriale 08/01/2018. DGR n. 486 del 14/05/2018. Programmazione di interventi per l'edilizia scolastica 2018/2020 - PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA PER IL MIGLIORAMENTO SISMICO DEGLI EDIFICI SCOLASTICI DI PONTENUOVO, SAN NICOLO' DI CELLE E SANT'ANGELO DI CELLE.

Classe d'uso

- Classe III \Rightarrow “Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie [...] Dighe rilevanti per il loro eventuale collasso”.

Periodo di riferimento per l'azione sismica

- $V_R = V_N \times C_U = 50 \times 1.50 = 75$ anni

$\Rightarrow C_U = 1.5$ per Classe d'uso III - Tab. 2.4.II, DM 14/01/2008.

Ubicazione dell'opera

Al fine della determinazione dei parametri di sito, è necessaria la conoscenza dell'ubicazione dell'opera. Nel caso in oggetto le coordinate del sito di costruzione risultano (ED50):

\Rightarrow Ubicazione fabbricato: **12.429787° E** - **43.010064° N**

Stati limite

Classe Edificio

II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Nominale: 50

Interpolazione: Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	Fo	Tc' [s]
Operatività (SLO)	30	0.061	2.489	0.270
Danno (SLD)	50	0.076	2.478	0.279
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.182	2.433	0.310
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.227	2.462	0.320

Periodo di riferimento per l'azione sismica: 50

Coefficienti sismici

Tipo: Muri di sostegno NTC 2008

☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m): 1 us (m): 0.1

Cat. Sottosuolo: E

Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,60	1,60	1,51	1,38
CC Coeff. funz. categoria	1,94	1,92	1,84	1,81
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

☐ Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]: 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.018	0.022	0.066	0.097
kv	0.009	0.011	0.033	0.049
Amax [m/s²]	0.962	1.194	2.693	3.079
Beta	0.180	0.180	0.240	0.310

Figura 2 Coordinate geografiche

Condizioni topografiche

Le condizioni topografiche sono tali da considerare la costruzione ricadente nella categoria “T1” della Tab. 3.2.IV del DM 14/01/2008.

Tabella 3.2.IV – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Categoria di sottosuolo

La categoria di sottosuolo individuata tra quelle previste nella Tabella 3.2.II del DM 14/01/2008, è la “E”.

Nella cartografia comunale la zona ricade nelle zone stabili suscettibili di amplificazioni locali – Aree fondovalle con depositi alluvionali

Elementi areali

- 1 - Zone suscettibili di instabilità - Aree caratterizzate da movimenti franosi attivi
- 2 - Zone suscettibili di instabilità - Aree caratterizzate da movimenti franosi quiescenti
- 3 - Zone suscettibili di instabilità - Aree potenzialmente franose o esposte a rischio di frana
- 4 - Zone suscettibili di instabilità - Aree con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale)
- 5 - Zone suscettibili di instabilità - Aree interessate da deformazioni dovute a faglie attive e capaci
- 6 - Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali - Aree di fondovalle con depositi alluvionali
- 7 - Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali - Aree pedemontane di falda di detrito o cono di deiezione
- 14 - Zone stabili

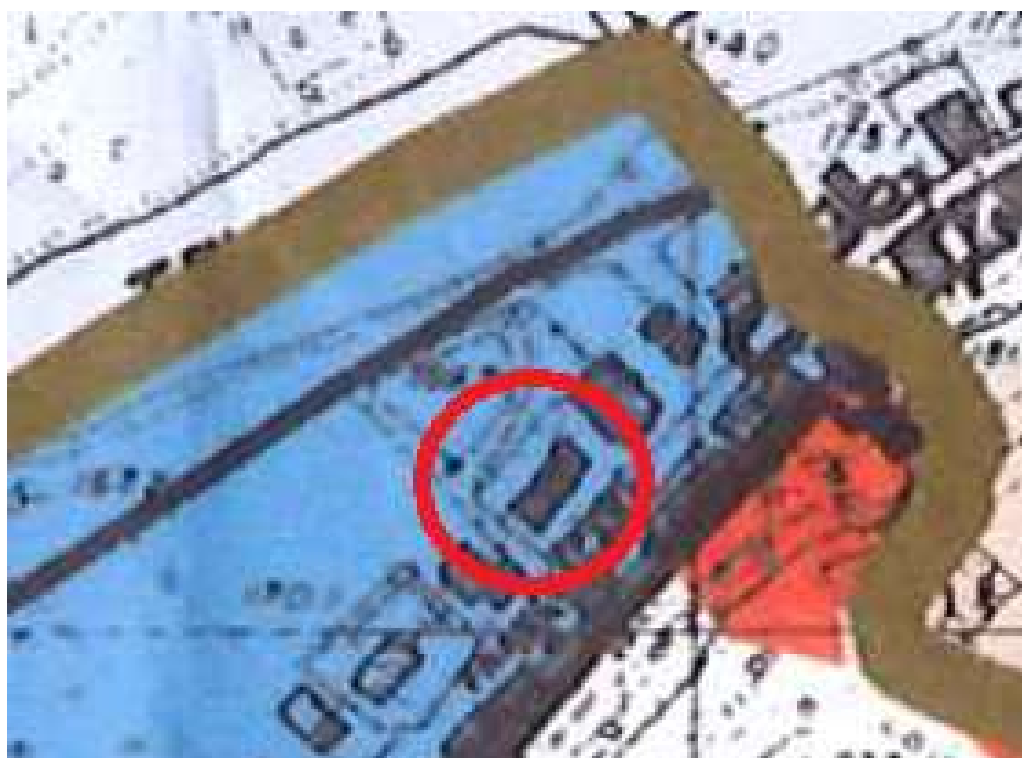


Figura 3 Stralcio cartografia comunale pericolosità sismica

4. RELAZIONE SUI MATERIALI

Nell'esecuzione delle opere e per la stima della vulnerabilità di quello esistente è previsto l'impiego dei seguenti materiali.

4.1. Edificio esistente – materiali e Livello di Conoscenza

Trattandosi di edifici esistenti la valutazione della sicurezza è normalmente affetta da un grado di incertezza diverso da quello degli edifici di nuova progettazione. Ciò comporta l'impiego di adeguati fattori di confidenza (FC) nelle verifiche di sicurezza dipendenti dalla completezza e dall'affidabilità dell'informazione disponibile e quindi dal grado di conoscenza del manufatto raggiunto a seguito delle indagini effettuate.

Il livello di conoscenza acquisito determina il metodo di analisi e i fattori di confidenza da applicare alle proprietà dei materiali.

Lo studio di vulnerabilità sismica del fabbricato eseguito nel 2006 era stato condotto con un livello di conoscenza limitato della struttura LC1, in virtù della accurata campagna prove che verrà condotta nella fase di progetto definitivo si è ipotizzato, per questa fase di studio di fattibilità, un **livello di conoscenza adeguato della struttura LC2 e il relativo fattore di confidenza FC=1,2**.

Sulla base delle informazioni reperite dall'analisi di vulnerabilità sismica del 2006 e dai sopralluoghi effettuati si sono rilevate due differenti tipologie murarie:

- Muratura in pietrame;
- Muratura in mattoni pieni.

POR FESR 2014/2020, Asse 8, Azioni 8.3.1 e 8.4.1. D.L. n. 104/2013, convertito in Legge n. 128/2013, Decreto interministeriale 08/01/2018. DGR n. 486 del 14/05/2018. Programmazione di interventi per l'edilizia scolastica 2018/2020 - PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA PER IL MIGLIORAMENTO SISMICO DEGLI EDIFICI SCOLASTICI DI PONTENUOVO, SAN NICOLÒ DI CELLE E SANT'ANGELO DI CELLE.

Tipologia di muratura	f_m (N/cm ²)	τ_0 (N/cm ²)	E (N/mm ²)	G (N/mm ²)	w (kN/m ³)
	Min-max	min-max	min-max	min-max	
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	100 180	2,0 3,2	690 1050	230 350	19
Muratura a conci sbozzati, con paramento di limitato spessore e nucleo interno	200 300	3,5 5,1	1020 1440	340 480	20
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	260 380	5,6 7,4	1500 1980	500 660	21
Muratura a conci di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	140 240	2,8 4,2	900 1260	300 420	16
Muratura a blocchi lapidei squadriati	600 800	9,0 12,0	2400 3200	780 940	22
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	240 400	6,0 9,2	1200 1800	400 600	18
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤ 40%)	500 800	24 32	3500 5600	875 1400	15
Muratura in blocchi laterizi semipieni (perc. foratura < 45%)	400 600	30,0 40,0	3600 5400	1080 1620	12
Muratura in blocchi laterizi semipieni, con giunti verticali a secco (perc. foratura < 45%)	300 400	10,0 13,0	2700 3600	810 1080	11
Muratura in blocchi di calcestruzzo o argilla espansa (perc. foratura tra 45% e 65%)	150 200	9,5 12,5	1200 1600	300 400	12
Muratura in blocchi di calcestruzzo semipieni (foratura < 45%)	300 440	18,0 24,0	2400 3520	600 880	14

POR FESR 2014/2020, Asse 8, Azioni 8.3.1 e 8.4.1. D.L. n. 104/2013, convertito in Legge n. 128/2013, Decreto interministeriale 08/01/2018. DGR n. 486 del 14/05/2018. Programmazione di interventi per l'edilizia scolastica 2018/2020 - PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA PER IL MIGLIORAMENTO SISMICO DEGLI EDIFICI SCOLASTICI DI PONTENUOVO, SAN NICOLO' DI CELLE E SANT'ANGELO DI CELLE.

Tabella C8A.2.2 - Coefficienti correttivi dei parametri meccanici (indicati in Tabella C8A.2.1) da applicarsi in presenza di: malta di caratteristiche buone o ottime; giunti sottili; ricorsi o listature; sistematiche connessioni trasversali; nucleo interno particolarmente scadente e/o ampio; consolidamento con iniezioni di malta; consolidamento con intonaco armato.

Tipologia di muratura	Malta buona	Giunti sottili (<10 mm)	Ricorsi o listature	Connessioni trasversali	Nucleo scadente e/o ampio	Iniezione di miscele leganti	Intonaco armato *
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	-	1,3	1,5	0,9	2	2,5
Muratura a conci sbozzati, con paramento di limitato spessore e	1,4	1,2	1,2	1,5	0,8	1,7	2
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	-	1,1	1,3	0,8	1,5	1,5
Muratura a conci di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,5	1,5	-	1,5	0,9	1,7	2
Muratura a blocchi lapidei squadriati	1,2	1,2	-	1,2	0,7	1,2	1,2
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	1,5	1,5	-	1,3	0,7	1,5	1,5

* Valori da ridurre convenientemente nel caso di pareti di notevole spessore (p.es. > 70 cm).

Nel modello di calcolo sono state utilizzate le seguenti tipologie murarie (Tab. C8A.2.1) con i relativi valori di riferimento dei parametri meccanici:

- *Tipologia Muraria:* Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)
 - $f_m = 140 \text{ N/cm}^2$
 - $\tau_0 = 2.6 \text{ N/cm}^2$
 - $E = 870 \text{ N/mm}^2$
 - $G = 290 \text{ N/mm}^2$
 - $W = 19 \text{ kN/m}^3$
- *Tipologia Muraria:* Muratura in mattoni pieni e malta di calce
 - $f_m = 320 \text{ N/cm}^2$
 - $\tau_0 = 7.6 \text{ N/cm}^2$
 - $E = 1500 \text{ N/mm}^2$
 - $G = 500 \text{ N/mm}^2$
 - $W = 18 \text{ kN/m}^3$

POR FESR 2014/2020, Asse 8, Azioni 8.3.1 e 8.4.1. D.L. n. 104/2013, convertito in Legge n. 128/2013, Decreto interministeriale 08/01/2018. DGR n. 486 del 14/05/2018. Programmazione di interventi per l'edilizia scolastica 2018/2020 - PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA PER IL MIGLIORAMENTO SISMICO DEGLI EDIFICI SCOLASTICI DI PONTENUOVO, SAN NICOLÒ DI CELLE E SANT'ANGELO DI CELLE.

Di seguito le caratteristiche dei materiali inserite nella modellazione.

Muratura esistente	Muratura mattoni pieni
Generale Nome: Muratura esistente Tipologia: Pietrame disordinata Fattore di Confidenz: 1.20 Moduli elastici Valori: Medi E: 870 G: 290 Resistenze Valori: Medi $f_{t,m}$: 1.400 $\tau_{t,0}$: 0.026 $f_{t,m}$: 0.140 $f_{t,hm}$: 0.700 Altre proprietà meccaniche w: 19.00 Coefficiente d'attrito: 0.40 α : 0.000010 > Coefficienti correttivi Proprietà grafiche Colore 2D: 169; 169; 169 Colore 3D: 245; 222; 179 Texture: Pietra_1 Requisiti geometrici maschi murari	Generale Nome: Muratura mattoni pieni Tipologia: Mattoni pieni e malta di calce Fattore di Confidenz: 1.35 Moduli elastici Valori: Medi E: 1500 G: 500 Resistenze Valori: Medi $f_{t,m}$: 3.200 $\tau_{t,0}$: 0.076 $f_{t,m}$: 0.320 $f_{t,hm}$: 1.600 Altre proprietà meccaniche w: 18.00 Coefficiente d'attrito: 0.40 α : 0.000010 > Coefficienti correttivi Proprietà grafiche Colore 2D: 0; 0; 0 Colore 3D: 255; 165; 0 Texture: Pietra_1 Requisiti geometrici maschi murari
Muratura nuova Generale Nome: Muratura nuova Tipologia: Elementi di laterizio pieni Proprietà meccaniche w: 18.00 E: 8000 G: 3200 $f_{t,k}$: 8.000 $f_{t,m}$: 0.757 $f_{t,vk0}$: 0.300 $f_{t,hk}$: 2.650 Coefficiente d'attrito: 0.40 α : 0.000010 Blocchi e malta $f_{t,bk}$: 20 $f_{t,bk}$: 2 $f_{t,m}$: 10 Proprietà grafiche Colore 2D: 169; 169; 169 Colore 3D: 245; 222; 179 Texture: Mattoni_1 Requisiti geometrici maschi murari	

4.2. ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA

Per la realizzazione dei tiranti metallici, delle cerchiature e dei cordoli di piano si utilizzeranno 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), recanti la Marcatura CE, cui si applica il sistema di attestazione della conformità 2+.

Per la realizzazione delle parti in acciaio è previsto l'impiego di acciaio laminato di tipo S 275.

Nel calcolo, seguendo quanto riportato al paragrafo 11.3.4.1 del D.M. 14.01.2008, sono stati assunti per questo tipo di acciaio i valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento f_{yk} e di rottura f_{tk} riportati nella tabella seguente:

Tabella 1 – Laminati a caldo con profili a sezione cava

Qualità dell'acciaio	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40$ mm		$40 \text{ mm} \leq t \leq 80 \text{ mm}$	
	f_{yk} [N/mm ²]	f_{tk} [N/mm ²]	f_{yk} [N/mm ²]	f_{tk} [N/mm ²]
S 275	275	430	255	410

In sede di progettazione sono stati assunti i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

modulo elastico	$E = 210.000$	[N/mm ²]
modulo di elasticità trasversale	$G = E / [2 (1 + \nu)]$	[N/mm ²]
coefficiente di Poisson	$\nu = 0,3$	
coefficiente di espansione termica lineare	$\alpha = 12 \cdot 10^{-6}$	per °C ⁻¹ (per $t \leq 100$ °C)
densità	$\rho = 7850$	[kg/m ³]

Secondo quanto indicato al paragrafo 11.3.4.6.1, i bulloni, 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 898-1:2001, associate nel modo indicato nella seguente tabella:

	Normali			Ad alta resistenza	
Vite	4.6	5.6	6.8	8.8	10.8
Dado	4	5	6	8	10

Le tensioni di snervamento f_{yb} e di rottura f_{tb} delle viti (bulloni) appartenuti alle classi indicate nella precedente tabella sono riportate nella seguente tabella:

Classe	4.6	5.6	6.8	8.8	10.8
f_{yb} [N/mm ²]	240	300	480	649	900
f_{tb} [N/mm ²]	400	500	600	800	1000

POR FESR 2014/2020, Asse 8, Azioni 8.3.1 e 8.4.1. D.L. n. 104/2013, convertito in Legge n. 128/2013, Decreto interministeriale 08/01/2018. DGR n. 486 del 14/05/2018. Programmazione di interventi per l'edilizia scolastica 2018/2020 - PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA PER IL MIGLIORAMENTO SISMICO DEGLI EDIFICI SCOLASTICI DI PONTENUOVO, SAN NICOLO' DI CELLE E SANT'ANGELO DI CELLE.

Le giunzioni saldate saranno effettuate in conformità alle prescrizioni del paragrafo 11.3.4.5 del D.M. 14.1.2008.

Le modalità di accettazione ed i controlli verranno effettuati in accordo con le Normative citate (D.M. 14.1.2008).

4.3. FIBRE DI VETRO

Si andrà a realizzare un intonaco armato mediante il sistema Ri-Struttura-Murature della ditta Fibranet. Di seguito sono riportate le informazioni delle diverse componenti.

FIBREBUILD

SISTEMI PER IL RINFORZO STRUTTURALE

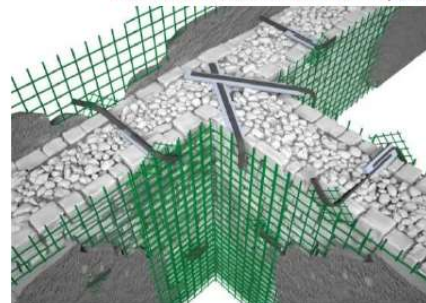
FIBREBUILD RI-STRUTTURA - MURATURE

sistema di intonaco armato sottile con rete preformata in GFRP per il rinforzo di murature

FIBREBUILD RI-STRUTTURA (Fabric Reinforced Cementitious Matrix) è il sistema di rinforzo strutturale di Fibre Net 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.

SCHEDA TECNICA DI SISTEMA FIBREBUILD RI-STRUTTURA - MURATURE

doc. FB SYS 01A001IT - rev. 1.3 - 06/2016



COMPONENTI DEL SISTEMA

RETE FB MESH

Rete in GFRP prodotta con tecnologia Texturusion™, le cui barre sono costituite da fibre di vetro lunghe impregnate con resina termoindurente di tipo epossidico-vinilestere. Nella formazione della rete le fibre delle due direzioni sono intrecciate ortogonalmente in modo da creare una maglia monolitica.

Caratteristiche	Valore	Valore
Spessore medio della rete	3 mm	5 mm
Sezione nominale della singola barra della rete	10 mm ²	20 mm ²
Dimensioni della maglia	33x33 mm / 33x66 mm / 66x66 mm / 99x99 mm	
Resistenza a trazione della barra	3,5 kN	5,7 kN
Allungamento a rottura della barra	1,5 %	1,1 %
Rigidezza assiale media a trazione della barra EA	230 kN	540 kN
Resistenza a strappo media del nodo	---	≥ 0,20 kN
Reazione al fuoco*	A2	A2
Potere calorifico	7,99 MJ/Kg	7,99 MJ/Kg

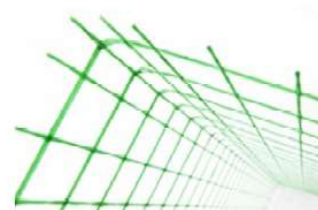
* Valutato considerando rete FB MESH 66x66T96AR interposta in uno spessore da 30 mm di malta premiscelata FIBREBUILD NHL 8MPa classificata A1.



ANGOLARE FB ANG

Elemento preformato in rete in GFRP piegato ad angolo retto.

Caratteristiche	Valore	
Dimensioni dell'angolare	330x330 mm, altezza 2 m	
Sezione nominale della singola barra della rete	10 mm ²	20 mm ²
Dimensioni della maglia	33x33 mm, 66x66 mm, 99x99 mm	
Resistenza a trazione della barra	3,5 kN	5,7 kN
Allungamento a rottura della barra	1,5 %	1,1 %
Rigidezza assiale media a trazione della barra EA	230 kN	540 kN



POR FESR 2014/2020, Asse 8, Azioni 8.3.1 e 8.4.1. D.L. n. 104/2013, convertito in Legge n. 128/2013, Decreto interministeriale 08/01/2018. DGR n. 486 del 14/05/2018. Programmazione di interventi per l'edilizia scolastica 2018/2020 - PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA PER IL MIGLIORAMENTO SISMICO DEGLI EDIFICI SCOLASTICI DI PONTENUOVO, SAN NICOLO' DI CELLE E SANT'ANGELO DI CELLE.

CONNETTORE FBCON	
Connettore a "L" in GFRP per il collegamento della rete FBMesh alla muratura, realizzato con fibra di vetro AR pretensionata e impregnata con resina termoindurente di tipo vinilestere-epossidico.	
Caratteristiche	Valore
Dimensioni del connettore	lato lungo: da 10 a 100 cm, lato corto: 10 cm
Sezione del connettore	10x7 mm
Resistenza a trazione della barra	31 kN
Allungamento a rottura	1,7 %
Rigidezza assiale media a trazione EA	1847 kN



FIBREBUILD

SISTEMI PER IL RINFORZO STRUTTURALE

SCHEDA TECNICA RIASSUNTIVA
FBMesh T96AR e T192AR
 doc. FB 01 STC 001 IT 01 - 0316

RETE IN GFRP

FBMesh T96AR e T192AR

maglia da 33x33 mm a 99x99 mm

adatta per il rinforzo strutturale di murature, solai, massetti e volte, per il consolidamento e la protezione del calcestruzzo e delle pavimentazioni storiche

FBMesh Rete preformata in GFRP (Glass Fiber Reinforced Polymer) di Fibre Net prodotta con tecnologia Texturion™, le cui barre sono costituite da fibre di vetro alcalino-resistenti impregnate con resina termoindurente epossidica-vinilestere. Nella formazione della rete le fibre nelle due direzioni sono intrecciate ortogonalmente in modo da creare una maglia monolitica.

CONFORME A LINEE GUIDA CNR-DT 200 R1/2013 e CNR-DT 203/2006

Caratteristiche geometriche	u.d.m.	33x33 T96	33x66 T96	66x66 T96	99x99 T96	66x66 T192	99x99 T192
Spessore medio	mm	3	3	3	3	5	5
Sezione nominale della singola barra	mm ²	10	10	10	10	20	20
Area nominale fibre	mm ²	3,8	3,8	3,8	3,8	7,6	7,6
Dimensione della maglia (AxB)	mm	33x33	33x66	66x66	99x99	66x66	99x99
Barre/metro/lato	—	30	30 e 15	15	10	15	10
Peso	g/m ²	1000	750	500	350	1000	700

Caratteristiche meccaniche	Normativa	33x33 T96	33x66 T96	66x66 T96	99x99 T96	66x66 T192	99x99 T192
Resistenza a trazione della singola barra	ISO 527-4,5:97	3,5 kN	3,5 kN	3,5 kN	3,5 kN	5,7 kN	5,7 kN
Allungamento a rottura	ISO 527-4,5:97	1,5 %	1,5 %	1,5 %	1,5 %	1,1 %	1,1 %
Rigidezza assiale media a trazione EA	ISO 527-4,5:97	230 kN	230 kN	230 kN	230 kN	540 kN	540 kN

POR FESR 2014/2020, Asse 8, Azioni 8.3.1 e 8.4.1. D.L. n. 104/2013, convertito in Legge n. 128/2013, Decreto interministeriale 08/01/2018. DGR n. 486 del 14/05/2018. Programmazione di interventi per l'edilizia scolastica 2018/2020 - PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA PER IL MIGLIORAMENTO SISMICO DEGLI EDIFICI SCOLASTICI DI PONTENUOVO, SAN NICOLÒ DI CELLE E SANT'ANGELO DI CELLE_

Caratteristiche chimico-fisiche	Normativa	Valore
Fibra di vetro	ASTM C1666M-07	vetro AR - $ZrO_2 \geq 16 \%$
Sezione della fibra	ISO 1889:1986	19-24 μm
Resina termoindurente	---	epossidico-vinilestere
Densità resina	---	1,1 g/cm ³
Temperatura di distorsione termica T_g	DIN 53445	120 °C
Coefficiente di dilatazione termica	---	$6-7 \times 10^{-6}$ cm/cm°C
Conduttività termica	---	0,25 kcal/mh°C
Rapporto in peso fibra/resina	---	65/35 %
Radiotrasparenza a 1 GHz	MIL-STD-285	max 1 ΔdB
Comportamento a esposizione a raggi UV	ASTM G154-2006	nessun difetto (scala grigi 5)
Comportamento a calore, freddo, umidità	ISO 9142:04	nessun difetto (n. cicli 21)
Riciclabilità	Protocollo CSI	cert. n. 140001
Colore	---	verde 6018 (RAL)
Comportamento al fuoco*	EN 13501 - 1: 2009	A2
Potere calorifico	7,99 MJ/Kg	7,99 MJ/Kg

MODALITA' DI POSA

1. Rimozione dell'intonaco esistente e delle parti ammalorate e scarifica di circa 10 – 15 mm dei giunti di allettamento per favorire l'aderenza della malta. Eventuale ricostruzione di parti di murature mancanti o particolarmente danneggiate
2. Esecuzione di fori del diametro di 24 mm per i connettori passanti nel numero previsto da progetto, da realizzarsi in zone compatte della muratura, preferibilmente con utensili a rotazione. È sufficiente un foro di diametro 14 – 18 mm laddove si prevede un solo connettore (fori non passanti o rinforzo su un solo lato della muratura)
3. Pulizia dei fori e della muratura con aria compressa, lavaggio e bagnatura della superficie a saturazione (dove possibile) e applicazione di un primo strato di rinzafo al paramento murario
4. Messa in opera della rete srotolando il rotolo dall'alto verso il basso, fra il ponteggio e la muratura
5. Fissaggio provvisorio della rete alla muratura con chiodi da carpenteria per permettere il corretto posizionamento e il taglio della rete in corrispondenza della aperture. Il taglio della rete viene realizzato per mezzo di cesoie e/o tronchesi da cantiere o con smerigliatrice angolare. Sovrapporre le fasce di rete per circa 15 cm al fine di garantire la continuità meccanica. Non piegare la rete ad angolo vivo per evitare l'eventuale rottura delle fibre.
6. Montaggio degli angolari in corrispondenza degli spigoli sovrapponendoli alla rete già stesa per 15 cm
7. Inserimento del connettore in GFRP di lunghezza pari allo spessore della muratura. Se necessario, taglio della parte eccedente del connettore in GFRP con dischi diamantati per laterizio
8. Posa della rete in GFRP sull'altro lato del paramento murario
9. Inserimento nel foro del secondo connettore in GFRP, creando una sovrapposizione di almeno 10 – 15 cm, e iniezione di resina epossidica tixotropica per solidarizzare i due elementi. Ove previsto, applicazione dei fazzoletti di ripartizione
10. Applicazione di un nuovo strato di intonaco di malta con le caratteristiche di progetto, di spessore minimo pari a circa 30 mm per lato. Al fine di evitare fessurazioni della malta da intonaco, gli elementi in GFRP dovranno essere coperti da almeno 1 cm di malta. La rete deve essere posizionata in mezzzeria dello spessore di malta.

4.4. MALTA PER INTONACO ARMATO

La malta dovrà garantire una resistenza minima di 15 Mpa. Di seguito le caratteristiche tecniche.

POR FESR 2014/2020, Asse 8, Azioni 8.3.1 e 8.4.1. D.L. n. 104/2013, convertito in Legge n. 128/2013, Decreto interministeriale 08/01/2018. DGR n. 486 del 14/05/2018. Programmazione di interventi per l'edilizia scolastica 2018/2020 - PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA PER IL MIGLIORAMENTO SISMICO DEGLI EDIFICI SCOLASTICI DI PONTENUOVO, SAN NICOLO' DI CELLE E SANT'ANGELO DI CELLE.

FIBREBUILD
SISTEMI PER IL RINFORZO STRUTTURALE

FIBREBUILD INTONACO

FBCALCEM15MPa

PREMISCELATO A BASE CALCE PER APPLICAZIONI STRUTTURALI

SCHEDA TECNICA
FBCALCEM15MPa

doc. FB 01.57C.050 IT 02 - rev. 02 - 04/2017

adatto per il rinforzo strutturale di manufatti in muratura, sottoposti a cedimenti e fessurazioni dovuti ad eventi sismici e a scarsa resistenza meccanica

Caratteristiche	Normativa	Valore
Classe e tipologia	EN 998-1	CS IV - GP
Aspetto	-	Polvere
Colore	-	Biancastro
Granulometria	-	0 ÷ 1,5 mm
Massa volumica apparente	-	1,40 ± 0,1 kg/L
Acqua di impasto	-	18 %
Massa volumica apparente dell'impasto	EN 1015-6	1,80 ± 0,1 kg/L
Temperatura di applicazione	-	+5°C ÷ +35°C
Temperatura di esercizio	-	-30°C ÷ +90°C
Spessore minimo di applicazione	-	8 mm
Spessore massimo di applicazione	-	30 mm per strato
Applicazione	-	Meccanica-Manuale
Assorbimento d'acqua per capillarità	EN 1015-18	W2 (≤ 0,20 kg/m ² ·h ^{0,5})
Permeabilità al vapore acqueo	EN 1015-19	15 / 35
Resistenza alla compressione - 28 giorni	EN 1015-11	CS IV (≥ 15 MPa)
Resistenza alla flessione - 28 giorni	EN 1015-11	≥ 1,5 MPa
Adesione al supporto in laterizio	EN 1015-12	≥ 0,5 MPa (FP: A)
Adesione al supporto in cls	EN 1015-12	≥ 1,0 MPa (FP: A)
Modulo elastico a compressione	EN 13412	≤ 10 GPa
Contenuto in cloruri	EN 1015-17	≤ 0,05 %
Conducibilità termica λ _{10dy} (P = 50 %)	EN 1745	0,83 W/m.K
Euroclasse di reazione al fuoco	EN 13501-1	A1
Consumo	-	14 kg/m ² x cm
Confezione kg	-	sacco 25 kg
Stoccaggio in luogo asciutto	-	12 mesi

Lo spessore dell'intonaco deve essere di almeno 3 cm

4.5. ADESIVO MONOCOMPONENTE

Adesivo monocomponente all'acqua a base di dispersione poliuretanica per impregnazione di tessuto in fibra di vetro tipo MAPEWRAP EQ ADHESIVE

Resistenza a trazione : 5.25 N/mm²

POR FESR 2014/2020, Asse 8, Azioni 8.3.1 e 8.4.1. D.L. n. 104/2013, convertito in Legge n. 128/2013, Decreto interministeriale 08/01/2018. DGR n. 486 del 14/05/2018. Programmazione di interventi per l'edilizia scolastica 2018/2020 - PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA PER IL MIGLIORAMENTO SISMICO DEGLI EDIFICI SCOLASTICI DI PONTENUOVO, SAN NICOLÒ DI CELLE E SANT'ANGELO DI CELLE.

4.6. BLOCCHI PER LA REALIZZAZIONE DELLE NUOVE PARETI IN POROTON

Elementi tipo blocco in laterizio forato (percentuale <45%) della ditta FBM di Marsciano con le seguenti caratteristiche tecniche:

Dimensioni (S x L x H): 25x30x18			
Caratteristiche blocco	Tipo: Elemento HD per muratura portante in zona sismica		
	Massa volumica lorda	Kg/m ³	919
	Massa volumica netta	Kg/m ³	1671
	Percentuale di foratura	%	45
	Resistenza media a compressione in direzione dei carichi verticali (fbm):	N/mm ²	24,2
	Resistenza caratteristica a compressione in direzione dei carichi verticali (fbk):	N/mm ²	20,1
	Resistenza caratteristica a compressione in direzione ortogonale (fbk1):	N/mm ²	5,4
	Resistenza termica del blocco (R)	°Km ² /W	1,28
	Conduttività termica equivalente del blocco (λ eq)	W/°Km	0,19
Parete	Massa superficiale ⁽¹⁾	Kg/m ²	235
	Potere fonoisolante R _w ⁽²⁾	dB	48
	Resistenza al fuoco ⁽³⁾	REI	120
	Sostanze pericolose	/	assenti
	Coefficiente di diffusione al vapore acqueo	μ (=δa/ δ)	5/10
	Note: (1) Spessore dei giunti di 10 mm (2) Spessore dell'intonaco 1 cm su ambo i lati (3) Con intonaco tradizionale (1 cm su ambo i lati ovvero 2 cm sul lato esposto al fuoco)		
Caratteristiche muratura	Valori riferiti alla parete con spessore 25 cm		
		malta normale	malta termica
	Trasmittanza termica (con intonaco normale int. ed est.) U	W/°Km ²	0,70
	Trasmittanza termica (con intonaco normale int. e termoisolante est.) U	W/°Km ²	0,58
	Trasmittanza termica (con intonaco termoisolante int. ed est.) U	W/°Km ²	0,49
	Note: Malta normale λ= 0,83 W/°Km Malta termica λ= 0,25 W/°Km Intonaco normale λ= 0,54 W/°Km (spessore 1,5 cm) Intonaco termoisolante λ= 0,06 W/°Km (spessore 2 cm)		

Malta per muratura di classe M10 con resistenza minima di 10MPa.

5. PROGETTO DI FATTIBILITÀ' - INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO SISMICO

5.1. VERIFICHE NUMERICHE

5.1.1. Descrizione degli interventi

Le verifiche strutturali eseguite si basano sullo studio di vulnerabilità precedente. Gli interventi proposti dovranno garantire il raggiungimento di un IR sismico almeno pari a 0.6, ovvero conseguire un livello di sicurezza sismico almeno pari al 60% di una costruzione di nuova realizzazione.

Nel dettaglio saranno eseguite:

- Setti murari di controventamento a tutta altezza in blocchi Poroton di spessore pari a 30 cm;
- Chiusura di nicchie;
- Cerchiature metalliche in grado di ripristinare la rigidezza della muratura;
- Aumento della capacità resistenziale della muratura con intervento di intonaco armato su entrambe le facce murarie con fibre di vetro;
- Inserimento di tiranti antiespulsivi e di catene metalliche al primo e secondo impalcato;
- Calastrellatura di pilastri in mattoni pieni con fasce di fibre

5.1.2. Analisi dei carichi

Nel presente paragrafo si stimano i carichi che gravano sulla struttura, nello stato di progetto, in accordo con le prescrizioni contenute al capitolo 2 del D.M. 14/01/2008.

Primo Impalcato

Carico permanente strutturale totale caratteristico $G_{1k} = 250 \text{ kg/m}^2$

Carico permanente non strutturale totale caratteristico ... $G_{2k} = 200 \text{ kg/m}^2$

Carico variabile caratteristico (Cat. C1 – Scuole)..... $Q_{1k} = 300 \text{ kg/m}^2$

Secondo Impalcato

Carico permanente strutturale totale caratteristico $G_{1k} = 250 \text{ kg/m}^2$

Carico permanente non strutturale totale caratteristico ... $G_{2k} = 200 \text{ kg/m}^2$

Carico variabile caratteristico (Cat. C1 – Scuole)..... $Q_{1k} = 300 \text{ kg/m}^2$

Impalcato Sottotetto

Carico permanente strutturale totale caratteristico $G_{1k} = 250 \text{ kg/m}^2$

Carico permanente non strutturale totale caratteristico ... $G_{2k} = 100 \text{ kg/m}^2$

Carico variabile caratteristico (Cat. H – Manutenzione) ... $Q_{1k} = 50 \text{ kg/m}^2$

Impalcato Copertura – nuova in travi in acciaio e pannello sandwich

Carico permanente strutturale totale caratteristico $G_{1k} = 250 \text{ kg/m}^2$

Carico permanente non strutturale totale caratteristico ... $G_{2k} = 100 \text{ kg/m}^2$

Carico variabile caratteristico (Neve)..... $Q_{1k} = 100 \text{ kg/m}^2$

5.1.3. Identificazione e descrizione del modello di calcolo strutturale

L'edificio è stato modellato con schema tridimensionale a telaio equivalente (software AEDES PCM 2018) con aste deformabili e tratti rigidi a definire la luce non deformabile dei maschi murari. Le rigidezze degli elementi murari sono state calcolate considerando sia il contributo flessionale sia quello tagliante, si è considerata una rigidezza fessurata pari al 50% di quella non fessurata (7.8.1.5.2 NTC 2018).

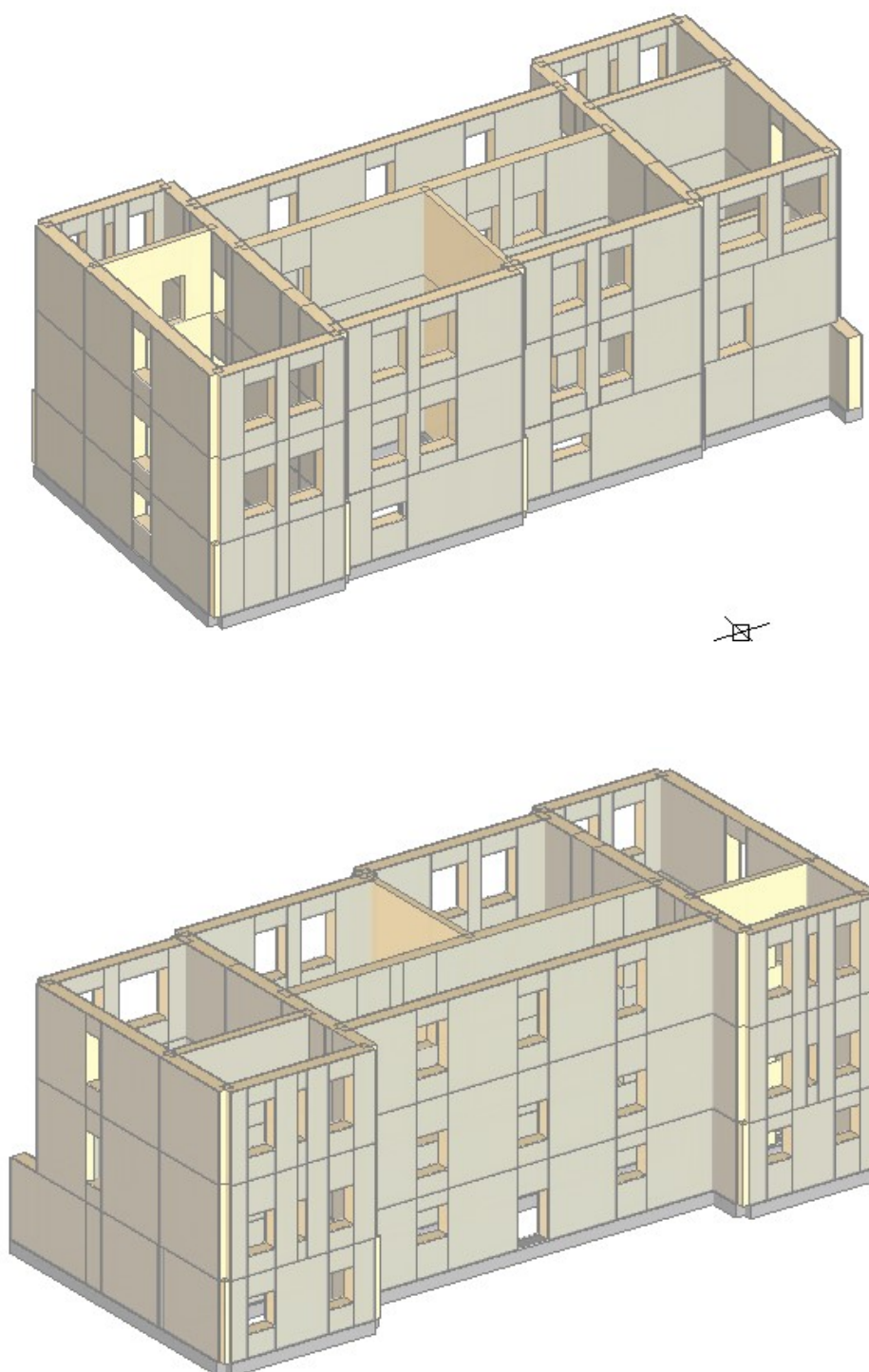
Le fasce di piano (sottofinestra, soprafinestra e sovrapporta) sono state modellate con delle bielle per non trascurare il peso proprio e allo stesso tempo così da massimizzare le azioni sui maschi.

Ai maschi murari sono state attribuite le caratteristiche meccaniche riportate nel paragrafo "Relazione sui materiali".

Le fondazioni sono state modellate come aste su suolo elastico (Winkler) anche se in analisi Non Lineare la struttura è stata considerata incastrata alla base.

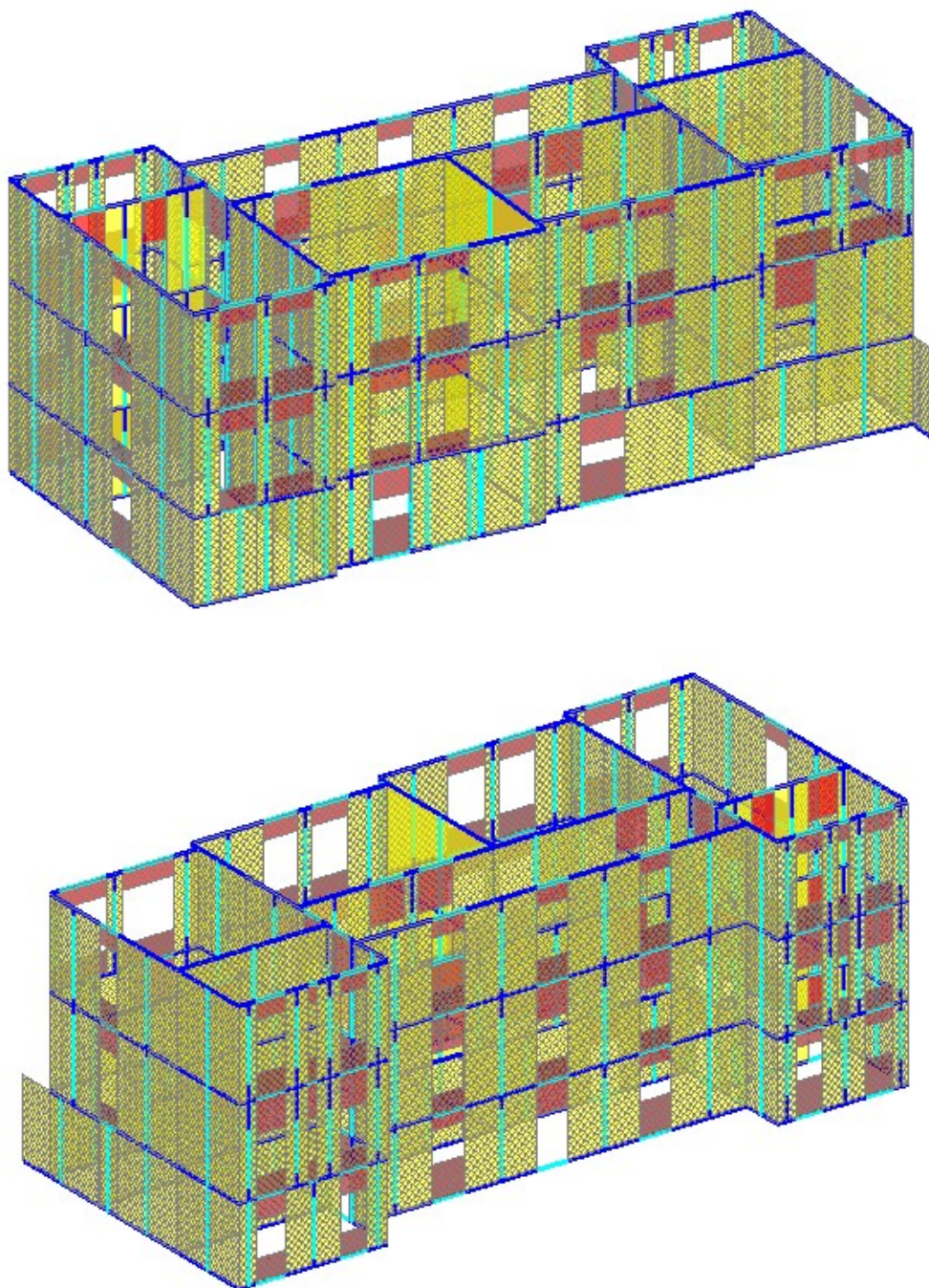
I carichi verticali relativi ai solai vengono assunti direttamente dal codice di calcolo una volta assegnati i valori di carico strutturali, permanenti portati e accidentali del solaio assegnati come carico per unità di superficie. I solai sono stati considerati deformabili in quanto non rispecchianti quanto richiesto dalla normativa.

POR FESR 2014/2020, Asse 8, Azioni 8.3.1 e 8.4.1. D.L. n. 104/2013, convertito in Legge n. 128/2013, Decreto interministeriale 08/01/2018. DGR n. 486 del 14/05/2018. Programmazione di interventi per l'edilizia scolastica 2018/2020 - PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA PER IL MIGLIORAMENTO SISMICO DEGLI EDIFICI SCOLASTICI DI PONTENUOVO, SAN NICOLÒ DI CELLE E SANT'ANGELO DI CELLE_

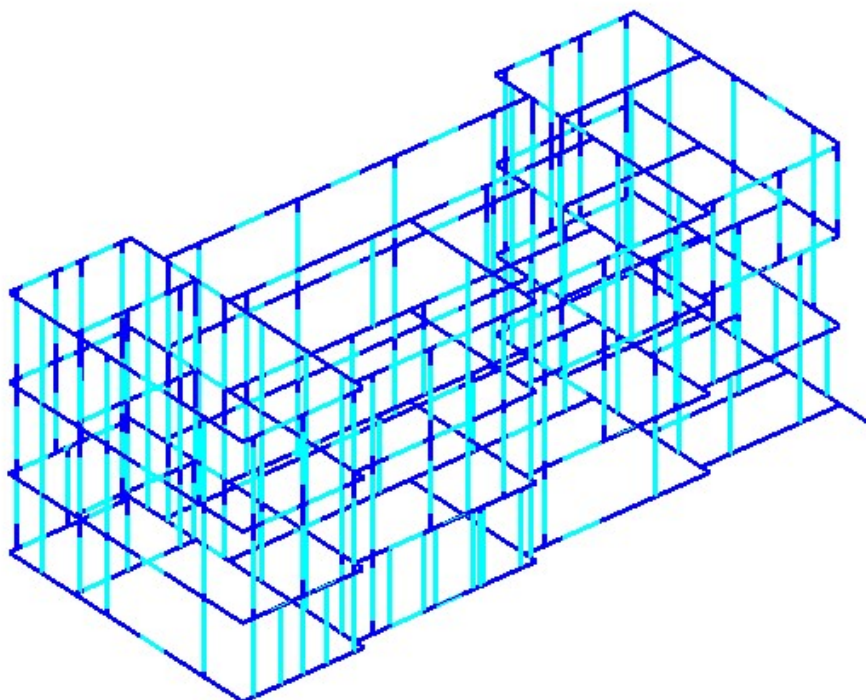


Modello di calcolo 3D

POR FESR 2014/2020, Asse 8, Azioni 8.3.1 e 8.4.1. D.L. n. 104/2013, convertito in Legge n. 128/2013, Decreto interministeriale 08/01/2018. DGR n. 486 del 14/05/2018. Programmazione di interventi per l'edilizia scolastica 2018/2020 - PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA PER IL MIGLIORAMENTO SISMICO DEGLI EDIFICI SCOLASTICI DI PONTENUOVO, SAN NICOLÒ DI CELLE E SANT'ANGELO DI CELLE_



Discretizzazione Modello di Calcolo



Modello di calcolo Unifilare

5.1.4. Condizioni di carico elementari

Per le verifiche agli stati limite si sono seguite le combinazioni definite dalla norma [1] a paragrafo 2.5.3. dove i valori dei coefficienti parziali sono definiti in tabella 2.5.II e i valori dei coefficienti di combinazione sono definiti in tabella 2.5.I.

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

Tabella 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

Tabella 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente γ_F	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali ⁽¹⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

5.1.5. Valutazione sicurezza – analisi sismica

5.1.5.1. Verifica Globale – Analisi Pushover

L'analisi sismica globale è stata condotta attraverso un'analisi statica non lineare (Pushover) nei confronti dello Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) utilizzando le seguenti distribuzioni di forze, indipendentemente dalla percentuale di massa partecipante del primo modo:

- Gruppo 1 – Distribuzioni principali
Distribuzione di forze proporzionale alle forze statiche.
- Gruppo2 – Distribuzioni secondarie
Distribuzione uniforme di forze.

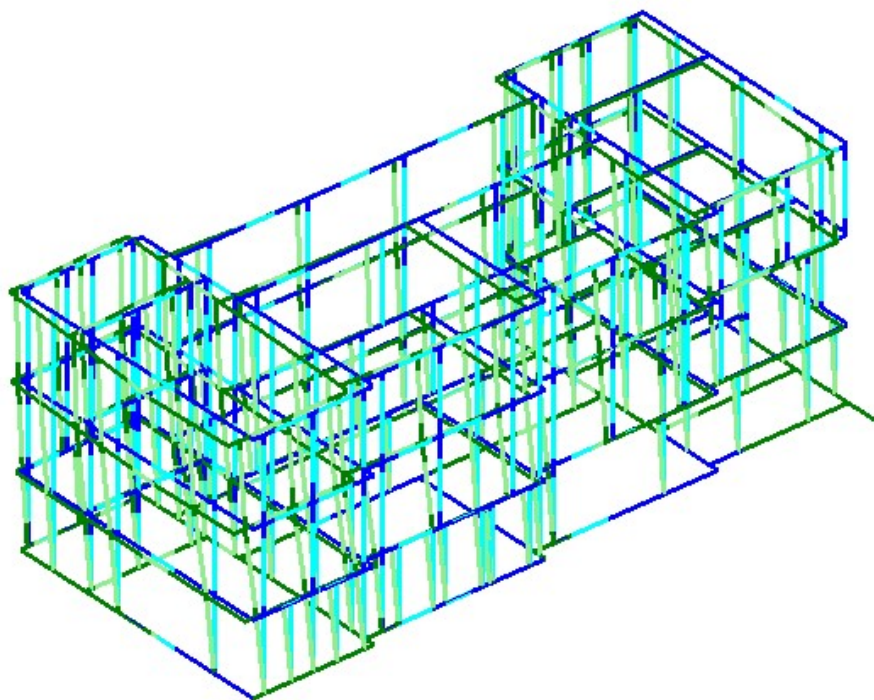
L'analisi fornisce un confronto in termini di spostamento tra capacità globale della struttura e domanda cui la stessa è soggetta per la presenza dell'evento sismico per i diversi stati limite. Lo spostamento del nodo di controllo, considerato al piano più alto verrà confrontato con quello richiesto alla struttura. Durante l'analisi Pushover la singola parete raggiunge lo stato

limite ultimo (punto di collasso) per uno spostamento orizzontale determinato dal drift (spostamento ultimo) che nel caso di resistenza ultima per pressoflessione complanare è pari allo 1% dell'altezza del pannello e dello 0.5% H nel caso di resistenza ultima per Taglio. Si eseguono, inoltre, verifiche in direzione ortogonale 'per pressoflessione fuori piano, in modo simile alle complanari.

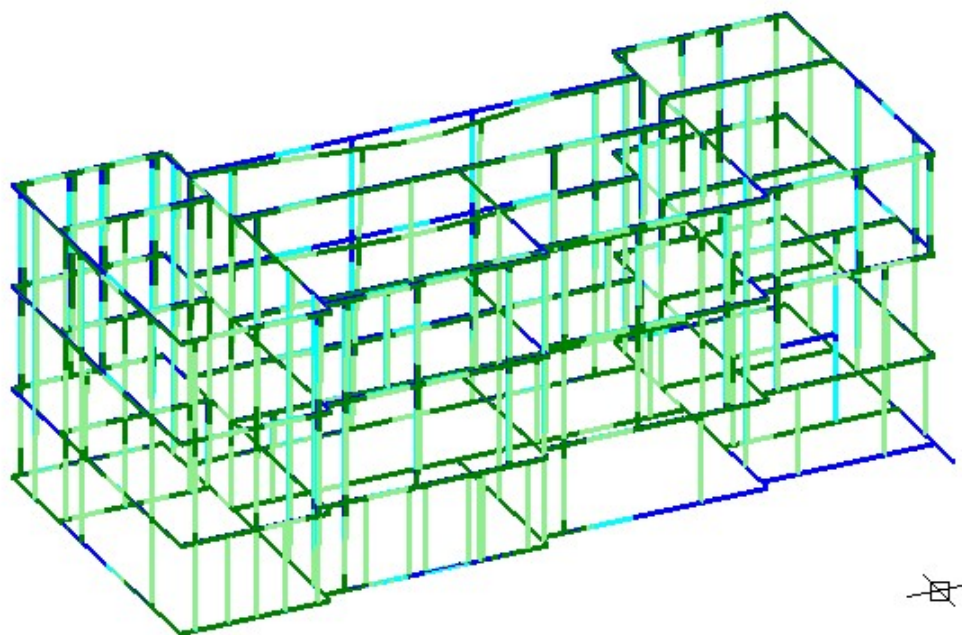
Le curve di capacità della struttura (sistema a più gradi di libertà: M-GDL) vengono rappresentate in diagrammi che riportano in ascisse lo spostamento del punto di controllo, ed in ordinate il taglio globale alla base. Per ogni curva, attraverso le relazioni di equivalenza dinamica, riportate al punto C7.3.4.1, viene definita la corrispondente curva del sistema ad 1 grado di libertà equivalente 1-GDL, e successivamente il diagramma bilineare, attraverso il quale è possibile definire la domanda sismica (spostamento richiesto secondo lo spettro di risposta) del sistema 1-GDL, ricondotta infine alla domanda per il sistema M-GDL.

Sulle curve di capacità lo Stato Limite di Danno SLD è identificato con il punto caratterizzato dallo spostamento minore tra quello corrispondente al raggiungimento della massima forza e quello per il quale lo spostamento relativo fra due punti sulla stessa verticale appartenenti a piani consecutivi eccede il 3 per mille dell'altezza di piano. Lo Stato Limite Ultimo SLV coincide, invece, con il punto caratterizzato dallo spostamento corrispondente ad una riduzione della forza non superiore al 20% del massimo.

Prima di eseguire l'analisi statica non lineare è stata effettuata l'analisi dinamica modale con cui si sono valutati i modi di vibrare della struttura, di seguito i principali modi di vibrare traslazionali.



Primo modo di vibrare traslazionale direz. X



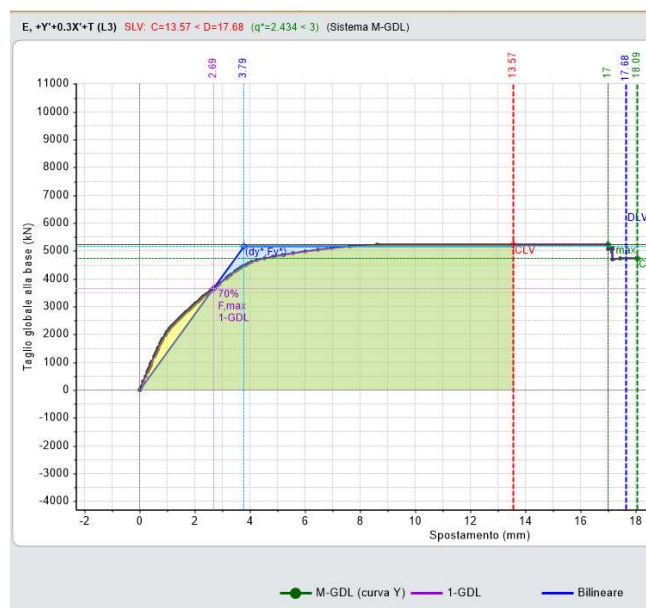
Primo modo di vibrare traslazionale direz. Y

Di seguito vengono riportate le curve di capacità più significative ottenute dal modello di calcolo. Per maggiori dettagli relativi alle curve di capacità elaborate dall'analisi si rimanda ai tabulati di calcolo allegati.

POR FESR 2014/2020, Asse 8, Azioni 8.3.1 e 8.4.1. D.L. n. 104/2013, convertito in Legge n. 128/2013, Decreto interministeriale 08/01/2018. DGR n. 486 del 14/05/2018. Programmazione di interventi per l'edilizia scolastica 2018/2020 - PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA PER IL MIGLIORAMENTO SISMICO DEGLI EDIFICI SCOLASTICI DI PONTENUOVO, SAN NICOLÒ DI CELLE E SANT'ANGELO DI CELLE_



Curva di Capacità Tipo



Curva di Capacità Tipo

Per ogni curva di capacità ed ogni stato limite analizzato, il risultato della verifica è esprimibile sotto forma di un coefficiente di sicurezza, dato dal rapporto fra capacità e domanda. Di seguito si riportano i valori degli indici di rischio ottenuti dalle curve di capacità.

POR FESR 2014/2020, Asse 8, Azioni 8.3.1 e 8.4.1. D.L. n. 104/2013, convertito in Legge n. 128/2013, Decreto interministeriale 08/01/2018. DGR n. 486 del 14/05/2018. Programmazione di interventi per l'edilizia scolastica 2018/2020 - PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA PER IL MIGLIORAMENTO SISMICO DEGLI EDIFICI SCOLASTICI DI PONTENUOVO, SAN NICOLO' DI CELLE E SANT'ANGELO DI CELLE.

N°curva	Corrente	Vista	Distr.	Direz.	Direz.2	Mt	Control	ζ ,PGA(SLV)	ζ ,TR(SLV)	VN,CLV
1	●	☑	A	+X'	+0.3Y'	+	L3	0.850	0.473	24
2	●	☐	A	+X'	+0.3Y'	-	L3	0.867	0.525	26
3	●	☐	A	+X'	-0.3Y'	+	L3	0.847	0.465	23
4	●	☐	A	+X'	-0.3Y'	-	L3	0.877	0.534	27
5	●	☐	A	+Y'	+0.3X'	+	L3	0.817	0.402	20
6	●	☐	A	+Y'	+0.3X'	-	L3	0.730	0.292	15
7	●	☐	A	+Y'	-0.3X'	+	L3	0.807	0.386	19
8	●	☐	A	+Y'	-0.3X'	-	L3	0.757	0.323	16
9	●	☐	A	-X'	+0.3Y'	+	L3	0.880	0.544	27
10	●	☐	A	-X'	+0.3Y'	-	L3	0.847	0.465	23
11	●	☐	A	-X'	-0.3Y'	+	L3	0.867	0.525	26
12	●	☐	A	-X'	-0.3Y'	-	L3	0.850	0.482	24
13	●	☐	A	-Y'	+0.3X'	+	L3	0.740	0.298	15
14	●	☐	A	-Y'	+0.3X'	-	L3	0.814	0.407	20
15	●	☐	A	-Y'	-0.3X'	+	L3	0.757	0.323	16
16	●	☐	A	-Y'	-0.3X'	-	L3	0.807	0.386	19
17	●	☐	E	+X'	+0.3Y'	+	L3	0.884	0.553	28
18	●	☐	E	+X'	+0.3Y'	-	L3	0.907	0.631	32
19	●	☐	E	+X'	-0.3Y'	+	L3	0.991	0.968	48
20	●	☐	E	+X'	-0.3Y'	-	L3	0.991	0.952	48
21	●	☐	E	+Y'	+0.3X'	+	L3	0.844	0.456	23
22	●	☐	E	+Y'	+0.3X'	-	L3	0.787	0.364	18
23	●	☐	E	+Y'	-0.3X'	+	L3	0.850	0.482	24
24	●	☐	E	+Y'	-0.3X'	-	L3	0.807	0.386	19
25	●	☐	E	-X'	+0.3Y'	+	L3	0.991	0.968	48
26	●	☐	E	-X'	+0.3Y'	-	L3	0.998	0.983	49
27	●	☐	E	-X'	-0.3Y'	+	L3	0.911	0.640	32
28	●	☐	E	-X'	-0.3Y'	-	L3	0.887	0.562	28
29	●	☐	E	-Y'	+0.3X'	+	L3	0.814	0.407	20
30	●	☐	E	-Y'	+0.3X'	-	L3	0.814	0.409	20
31	●	☐	E	-Y'	-0.3X'	+	L3	0.807	0.393	20
32	●	☐	E	-Y'	-0.3X'	-	L3	0.857	0.497	25

Indici di rischio sismico - stato di progetto

I valori sopra riportati sono riferiti allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita e sono espressi sia in termini di PGA (accelerazione di picco al suolo) che in termini di TR (tempi di ritorno). I due valori non sono uguali data la non linearità del legame fra PGA e TR, possono risultare paragonabili se l'espressione in termini di tempi di ritorno viene elevata per il coefficiente 0.41 derivante dall'analisi statistica delle curve di pericolosità a livello nazionale.

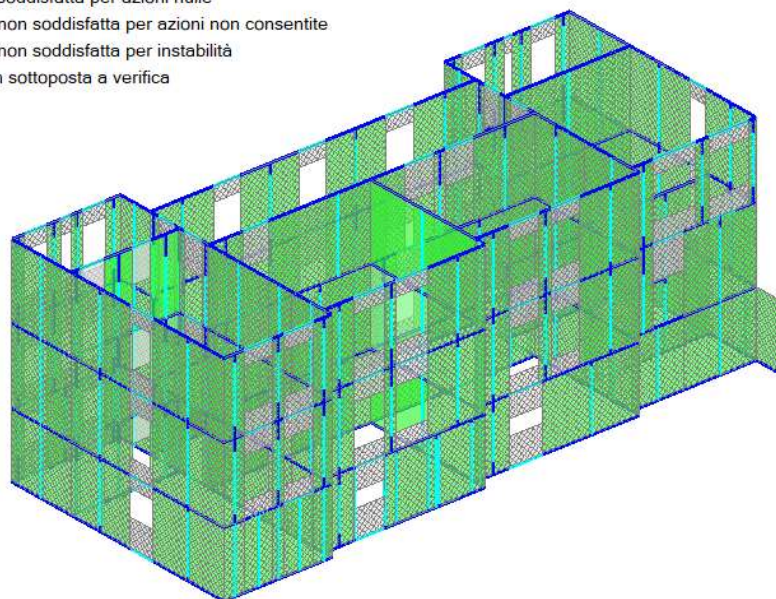
L'indice di rischio sismico dell'edificio scolastico ospitante la Scuola Materna ed Elementare di Pontenuovo nello stato di progetto è di 0.730 in termini di PGA accelerazione di picco al suolo e di 0.603 in termini di T_R tempi di ritorno.

5.1.6. Valutazione della sicurezza – analisi per carichi statici

Di seguito vengono riportate le verifiche di sicurezza in condizioni statiche (non sismiche) ed i valori del coefficiente di sicurezza relativo alle diverse verifiche eseguite (presso-flessione complanare, taglio per fessurazione diagonale, presso-flessione ortogonale).

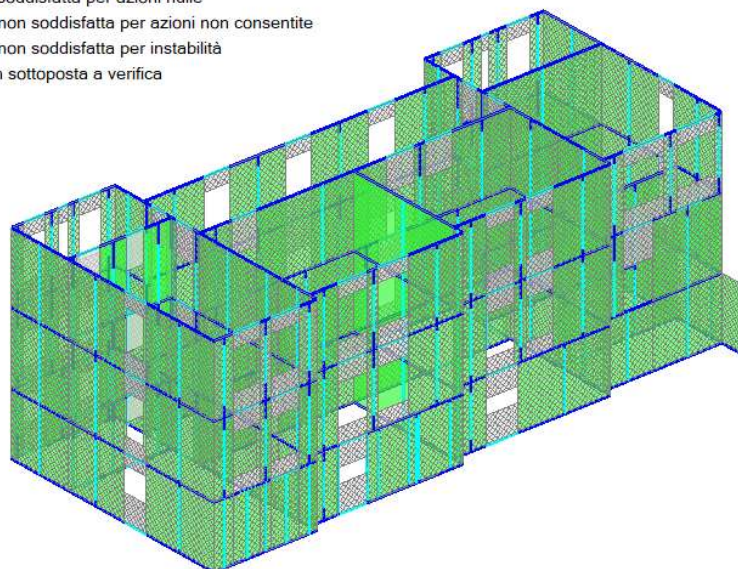
Verifiche di sicurezza

- Verifica soddisfatta
- Verifica non soddisfatta
- Verifica soddisfatta per azioni nulle
- Verifica non soddisfatta per azioni non consentite
- Verifica non soddisfatta per instabilità
- Asta non sottoposta a verifica



Verifiche Presso flessione Complanare

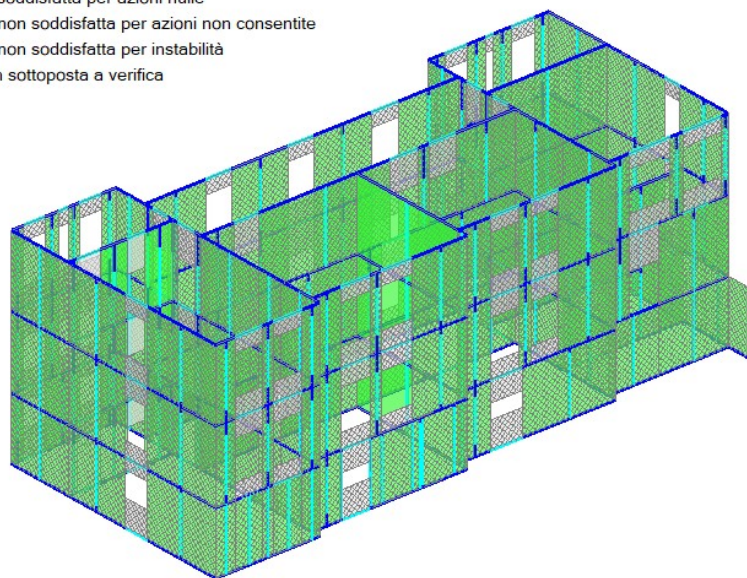
- Verifica soddisfatta
- Verifica non soddisfatta
- Verifica soddisfatta per azioni nulle
- Verifica non soddisfatta per azioni non consentite
- Verifica non soddisfatta per instabilità
- Asta non sottoposta a verifica



Verifiche Presso flessione Ortogonale

POR FESR 2014/2020, Asse 8, Azioni 8.3.1 e 8.4.1. D.L. n. 104/2013, convertito in Legge n. 128/2013, Decreto interministeriale 08/01/2018. DGR n. 486 del 14/05/2018. Programmazione di interventi per l'edilizia scolastica 2018/2020 - PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA PER IL MIGLIORAMENTO SISMICO DEGLI EDIFICI SCOLASTICI DI PONTENUOVO, SAN NICOLÒ DI CELLE E SANT'ANGELO DI CELLE_

- Verifica soddisfatta
- Verifica non soddisfatta
- Verifica soddisfatta per azioni nulle
- Verifica non soddisfatta per azioni non consentite
- Verifica non soddisfatta per instabilità
- Asta non sottoposta a verifica



Verifiche Taglio per Fessurazione diagonale

Coefficiente di Sicurezza

Analisi Statica Lineare, NON Sismica (D.M.17.1.2018)		
Analisi Statica Lineare NON Sismica [§4.5.5]		
Verifiche di sicurezza per Edifici in Muratura		
SLU di salvaguardia della Vita (SLV)		
Verifica di Resistenza (RES)		
Involuppo CCC		
Pressofless. complanare [§4.5.6]	2.273	100%
Taglio scorrimento [§4.5.6]		
Taglio fessuraz. diag. [§4.5.6]	4.585	100%
Pressofless. ortogonale (da modello 3D)	2.362	100%

Coefficiente di Sicurezza

5.2. RIEPILOGO E COMMENTO DEI RISULTATI.

5.2.1. Riepilogo degli indicatori di rischio sismici

Nelle tabelle sottostanti sono riportati gli indici di rischio a seguito degli interventi di miglioramento sismico proposti con confronto tra stato di fatto e stato di progetto.

L'indice di rischio sismico dello stato attuale dell'edificio scolastico ospitante la Scuola Materna ed Elementare di Pontenuovo allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita è di 0.191 in termini di PGA accelerazione di picco al suolo e di 0.157 in termini di T_R tempi di ritorno.

Stato Limite	Indice di Rischio - Stato Attuale	
	Modello globale	
	PGA	TR
SLV	0.191	0.157

Indice di Rischio Sismico – Stato Attuale

Di seguito gli indici di rischio sismico nello stato di progetto.

Stato Limite	Indice di Rischio - Stato Progetto	
	Modello globale	
	PGA	TR
SLV	0.730	0.603

Indice di Rischio Sismico – Stato di progetto

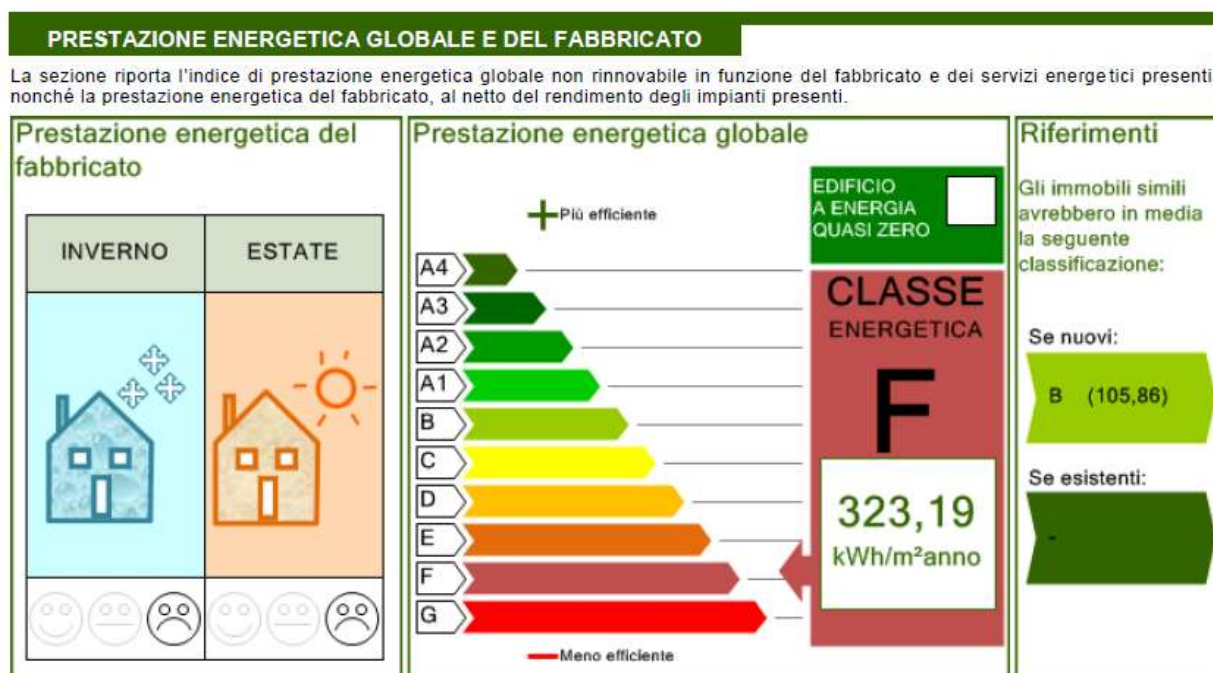
Gli interventi di miglioramento proposti sono atti a ripristinare e rafforzare la capacità portante dell'edificio così come richiesto dalla Normativa cogente al punto 8.4.2. in quanto si riduce la vulnerabilità dell'edificio e si consegue un livello di sicurezza sismico pari al 60% di quello previsto per nuove costruzioni.

6. PROGETTO DI FATTIBILITÀ' - INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO

L'amministrazione, in programmazione di un possibile intervento di miglioramento energetico, aveva già effettuato uno studio delle prestazioni energetiche dell'edificio con relativa prima analisi degli interventi da realizzare atti alla riduzione delle dispersioni termiche e al contenimento dei consumi e di conseguenza si ripartirà da quanto emerso dal precedente studio.

Alla luce delle carenze delle proprietà termiche dell'involucro edilizio e la vetustà del generatore di calore, nelle relazioni sopra menzionate, si era reso necessario intervenire su diversi elementi. Di seguito si riporta la sintesi dell'Attestato di Prestazione Energetica e la descrizione sommaria degli interventi proposti con quantificato il miglioramento ottenibile dal singolo intervento, espresso in termini di Epgl. Allo stato di fatto l'edificio risulta essere classabile come di classe F con prestazioni energetiche basse sia in inverno che in estate.

STATO DI FATTO



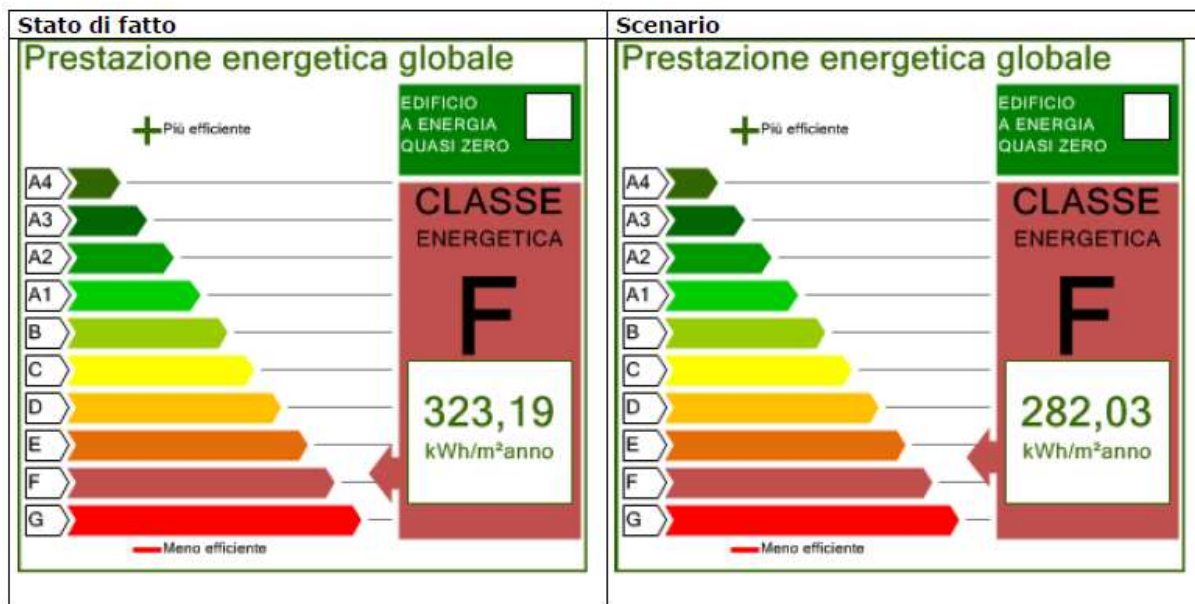
POR FESR 2014/2020, Asse 8, Azioni 8.3.1 e 8.4.1. D.L. n. 104/2013, convertito in Legge n. 128/2013, Decreto interministeriale 08/01/2018. DGR n. 486 del 14/05/2018. Programmazione di interventi per l'edilizia scolastica 2018/2020 - PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA PER IL MIGLIORAMENTO SISMICO DEGLI EDIFICI SCOLASTICI DI PONTENUOVO, SAN NICOLÒ DI CELLE E SANT'ANGELO DI CELLE_

RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA E RISTRUTTURAZIONE IMPORTANTE					
INTERVENTI RACCOMANDATI E RISULTATI CONSEGUIBILI					
Codice	TIPO DI INTERVENTO RACCOMANDATO	Comporta una Ristrutturazione importante	Tempo di ritorno dell'investimento anni	Classe Energetica raggiungibile con l'intervento (EP _{gl,nren} kWh/m ² anno)	CLASSE ENERGETICA raggiungibile se si realizzano tutti gli interventi raccomandati
R _{EN 1}	Coibentazione solaio confinante verso ambiente non climatizzato	no	9,64	F 282,03	E 214,15 kWh/m² anno
R _{EN 1}	Sostituzione serramenti	no	25,98	F 278,33	
R _{EN 3}	Sostituzione del generatore di calore	no	9,10	F 296,03	
R _{EN}					
R _{EN}					
R _{EN}					

- Coibentazione solaio confinante verso ambiente non climatizzato

Interventi sulle strutture opache:

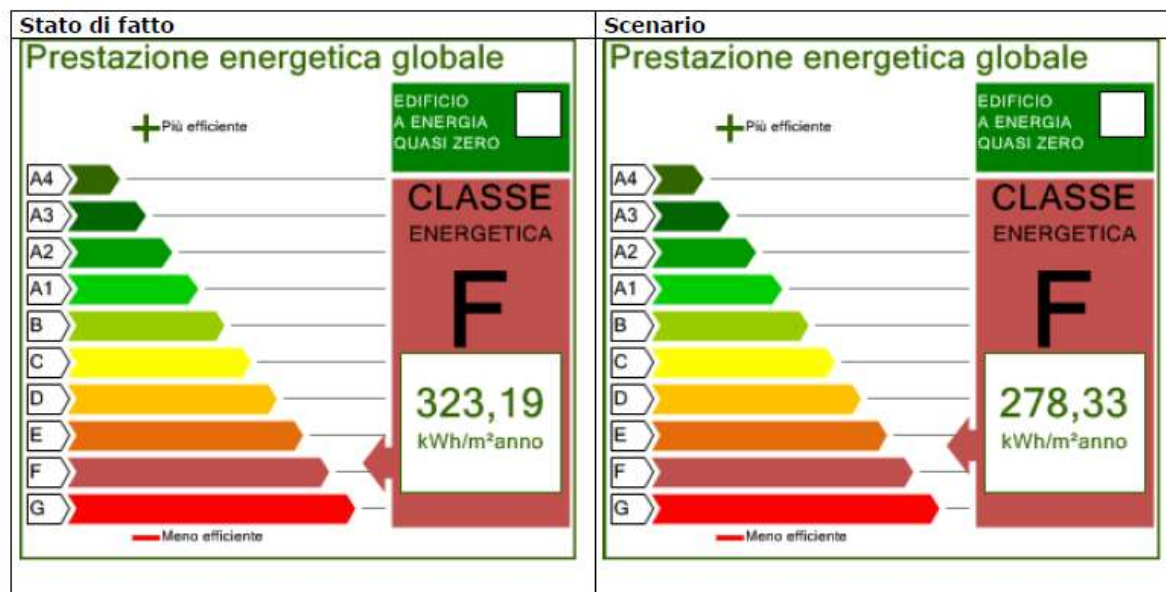
N.	Cod. struttura	STATO DI FATTO		INTERVENTO MIGLIORATIVO			
		S _{cal} [m ²]	U _{sdr} [W/m ² K]	Tipo isolante	λ [W/mK]	s [mm]	U _{im} [W/m ² K]
1	S2	309,28	1,964	Feltro in lana di vetro 15 kg/m ³	0,040	135	0,280



- Sostituzione serramenti

N.	Cod. struttura	STATO DI FATTO			INTERVENTO MIGLIORATIVO		
		S _{cal} [m ²]	U _{gdr} [W/m ² K]	U _{wdr} [W/m ² K]	Tipo serramento/vetro	U _{gim} [W/m ² K]	U _{wim} [W/m ² K]
2	W2	146,62	4,896	4,410	PVC - 90mm - 7 camere/Doppio vetro 4+12+4 argon	1,300	1,262

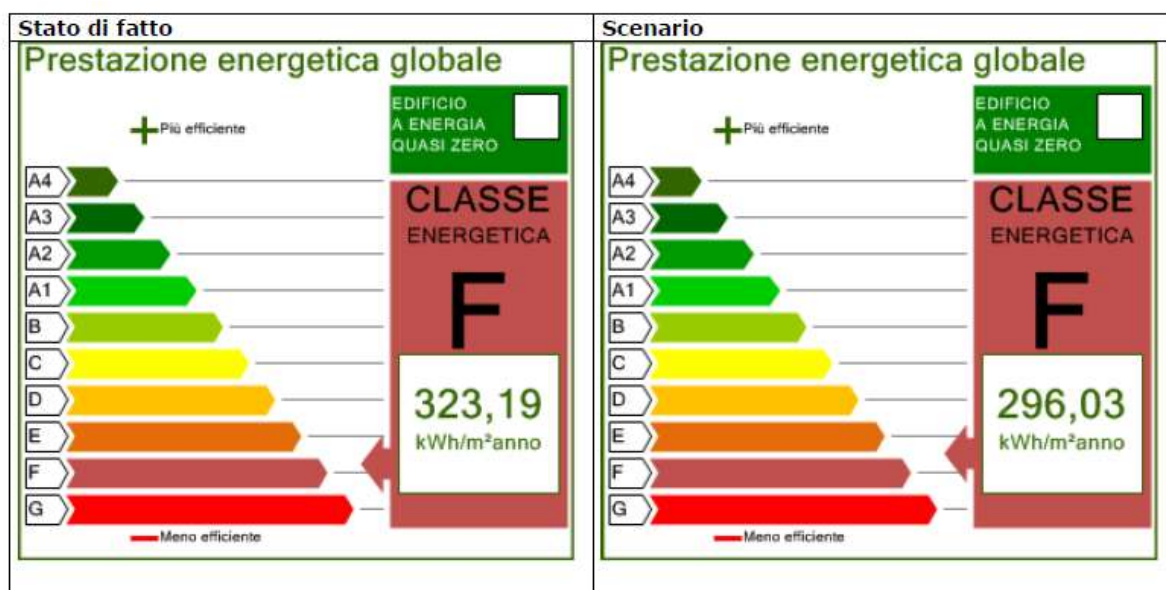
POR FESR 2014/2020, Asse 8, Azioni 8.3.1 e 8.4.1. D.L. n. 104/2013, convertito in Legge n. 128/2013, Decreto interministeriale 08/01/2018. DGR n. 486 del 14/05/2018. Programmazione di interventi per l'edilizia scolastica 2018/2020 - PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA PER IL MIGLIORAMENTO SISMICO DEGLI EDIFICI SCOLASTICI DI PONTENUOVO, SAN NICOLÒ DI CELLE E SANT'ANGELO DI CELLE.



- Sostituzione del generatore di calore

Interventi sul sistema di riscaldamento:

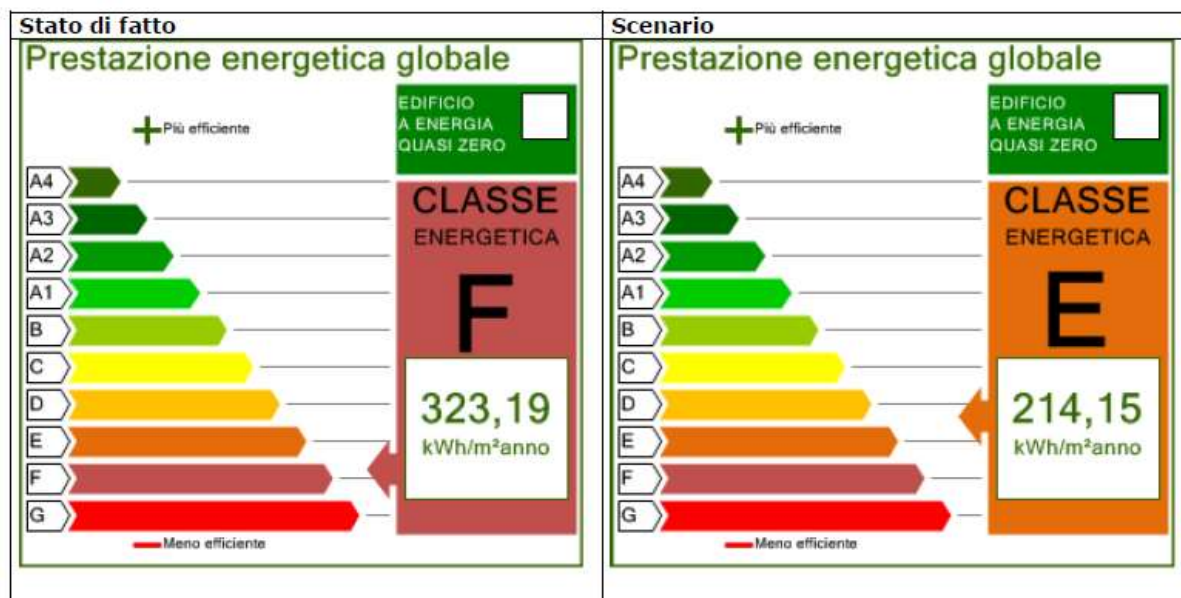
Servizio		Sostituzione del generatore di calore ad uso combinato (riscaldamento e acqua calda sanitaria) mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle		
		STATO DI FATTO		
Tipo di generatore		Caldaia tradizionale		
Potenza utile nominale	Φ_{gn} [kW]	110,17		
Combustibile		Metano	P. calorifico inferiore	9,590
Fattore di conversione	F_p [-]	1,050	Costo vettore energetico	0,82
		INTERVENTO MIGLIORATIVO		
Tipo di generatore		Caldaia a condensazione		
Potenza utile nominale	Φ_{gn} [kW]	100,00		
Combustibile		Metano	P. calorifico inferiore	9,940
Fattore di conversione	F_p [-]	1,050	Costo vettore energetico	0,82



La realizzazione di tutti gli interventi porta al salto di almeno una classe energetica passando

POR FESR 2014/2020, Asse 8, Azioni 8.3.1 e 8.4.1. D.L. n. 104/2013, convertito in Legge n. 128/2013, Decreto interministeriale 08/01/2018. DGR n. 486 del 14/05/2018. Programmazione di interventi per l'edilizia scolastica 2018/2020 - PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA PER IL MIGLIORAMENTO SISMICO DEGLI EDIFICI SCOLASTICI DI PONTENUOVO, SAN NICOLÒ DI CELLE E SANT'ANGELO DI CELLE_

da un Ep_{gl} di 323.19 kWh/mqanno a 214.15 kWh/mqanno così come visibile nell'immagine sottostante. Con un risparmio di gas metano di circa il 35 – 40 % rispetto allo stato di fatto.



Dal punto di vista economico quanto riportato nelle relazione di calcolo degli interventi di miglioramento energetico, allegata alla presente, non deve essere preso in considerazione ma si deve far riferimento a quanto descritto nei computi metrici aggiornati e presentati insieme alla corrente relazione di calcolo. La precedente quantificazione economica è stata fatta infatti con vecchi prezziari e soprattutto non teneva conto delle lavorazioni connesse al miglioramento sismico.

7. CONCLUSIONI

Gli interventi proposti garantiscono il raggiungimento del livello di sicurezza minimo richiesto dalle nuove norme tecniche NTC 18 e pari ad un indice di rischio sismico pari almeno allo 0.6 ovvero pari al 60% di quanto richiesto ad una nuova struttura con stessa destinazione d'uso e stessa posizione geografica. Di seguito si riportano gli indici ante e post opera.

Stato Limite	Indice di Rischio - Stato Attuale	
	Modello globale	
	PGA	TR
SLV	0.191	0.157

Indice di Rischio Sismico – Stato Attuale

Stato Limite	Indice di Rischio - Stato Progetto	
	Modello globale	
	PGA	TR
SLV	0.730	0.603

Indice di Rischio Sismico – Stato di progetto

Non si ritiene di escludere, visto l'impegno economico individuato, l'ipotesi di una demolizione e ricostruzione del plesso scolastico.

Dal punto di vista energetico invece si nota come gli interventi conferiscano al fabbricato prestazioni termiche migliori e lo si nota anche da passaggio di classe energetica. Di seguito la sintesi del passaggio di classe energetica conseguibile a mezzo di quanto qui proposto.

