

COMUNE DI MURELLO

Regione Piemonte
Provincia di Cuneo

**PROGETTO DI
ADEGUAMENTO SISMICO
CON RIQUALIFICAZIONE
ENERGETICA
DELLA SCUOLA PRIMARIA**

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

COMMITTENTE

Comune di Murello

Via Caduti Murellesi, n. 72
12030 - MURELLO (CN)
C.F.: 86001850048
P.IVA: 00783330046

PROGETTISTA INCARICATO

dott. arch. Roberto GILI

Via Donaudi, 35 - 12037 SALUZZO (CN)

PROGETTISTA OPERE STRUTTURALI

dott. ing. Dario ALBERTO

Corso Roma, 7 - 12037 SALUZZO (CN)
Cell.: 348-4048751
e-mail: ad.ing@live.it
P.IVA: 03032850046

TITOLO DOCUMENTO

**RELAZIONE ILLUSTRATIVA
DELLE OPERE STRUTTURALI**

ELABORATO

A3

CODICE PROGETTO
21AD15-CAO

NOME FILE
Relazione illustrativa

N. REVISIONE

AUTORE REVISIONE

AUTORE
AD

DATA DI REVISIONE

OGGETTO REVISIONE

SCALA ---

DATA

Marzo 2022

PREMESSA

L'adeguamento sismico dell'edificio scolastico di Murello è un intervento avente valenza specificatamente strutturale, finalizzato a rendere la costruzione esistente in grado di far fronte anche ad eventuali azioni orizzontali derivanti da evento tellurico.

L'edificio, risalente alla fine degli '60 del secolo scorso, è stato sottoposto a collaudo statico nel corso del 1970.

Purtroppo però le ricerche documentali relative alla pratica strutturale non hanno avuto alcun esito, per cui si è dovuto procedere con l'analisi della struttura esistente mediante indagine in situ.

In considerazione delle incertezze relative alle membrature esistenti e per evitare di intervenire internamente alla scuola, con conseguenti disagi nella distribuzione interna dei volumi nonché all'ordinato svolgimento delle attività scolastiche, si è preferito far ricorso ad una struttura sismoresistente esterna, connessa all'edificio scolastico a livello dei solai, che possono considerarsi infinitamente rigidi nel loro piano.

La presente relazione illustrativa segue lo schema del "modello 3" della documentazione strutturale predisposta dalla Regione Piemonte per la denuncia degli interventi ex L. 1086/1971 e D.P.R. 380/2001 e s.m.i., che era denominato proprio "RELAZIONE ILLUSTRATIVA".

Tale modello risulta oramai trasposto sulla piattaforma dello Sportello Unico Edilizia digitale, mediante il quale vengono effettuate le denunce degli interventi strutturali previste dalla normativa vigente. In sede di formalizzazione della pratica strutturale, prima dell'avvio dei lavori, si procederà a trasferire sul SUED le informazioni tecniche qui riportate.

IDENTIFICAZIONE DEI LAVORI E DELL'UBICAZIONE DELL'IMMOBILE

LAVORI DI: adeguamento sismico della scuola primaria di Murello

PROPRIETA': Comune di Murello

UBICAZIONE: Comune di Murello (CN) - Piazzale della Chiesa n. 6

RIF. CATASTALI: Foglio N. 10 - mappale 722



La Scuola Primaria di Murello è ubicata nella zona centrale del capoluogo comunale: sorge a Sud del piazzale antistante la chiesa parrocchiale di San Giovanni Battista e il vicino castello di origine medievale, modificato nel corso dei secoli e oggi destinato ad abitazione del Parroco.

La zona è completamente pianeggiante, posta ad una quota indicativa di 259 m s.l.m.

GEOMETRIA DEL FABBRICATO

FABBRICATO: esistente

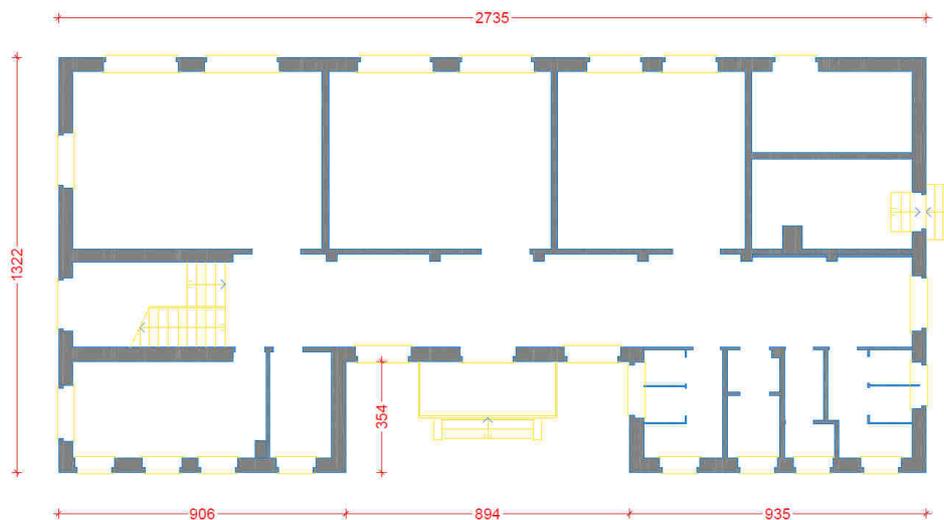
N. PIANI FUORI TERRA: 2 (piano terreno e piano primo; sottotetto agibile solo per manutenzione)

N. PIANI INTERRATI: 0 (presenza di basso vespaio aerato al di sotto del solaio piano terreno)

DIMENSIONI IN PIANTA: 27,35 x 13,22 m (rettangolo circoscritto)

CONFORMAZIONE PIANTA: pianta rettangolare, con arretramento nella zona dell'ingresso principale sul prospetto Ovest (arretramento di 3,54 m nella zona centrale facciata O, su una lunghezza di 8,94 m). Rientranza pari al 9,59% dell'area dell'orizzontamento.

ALTEZZA MASSIMA: sottotetto a quota +7,58 m dal piano di campagna, colmi delle parti laterali a + 11,37 m e colmo della zona centrale (in corrispondenza dell'arretramento del prospetto O) a quota +10,30 m



COORDINATE DEL SITO

WGS 84 - UTM 32N

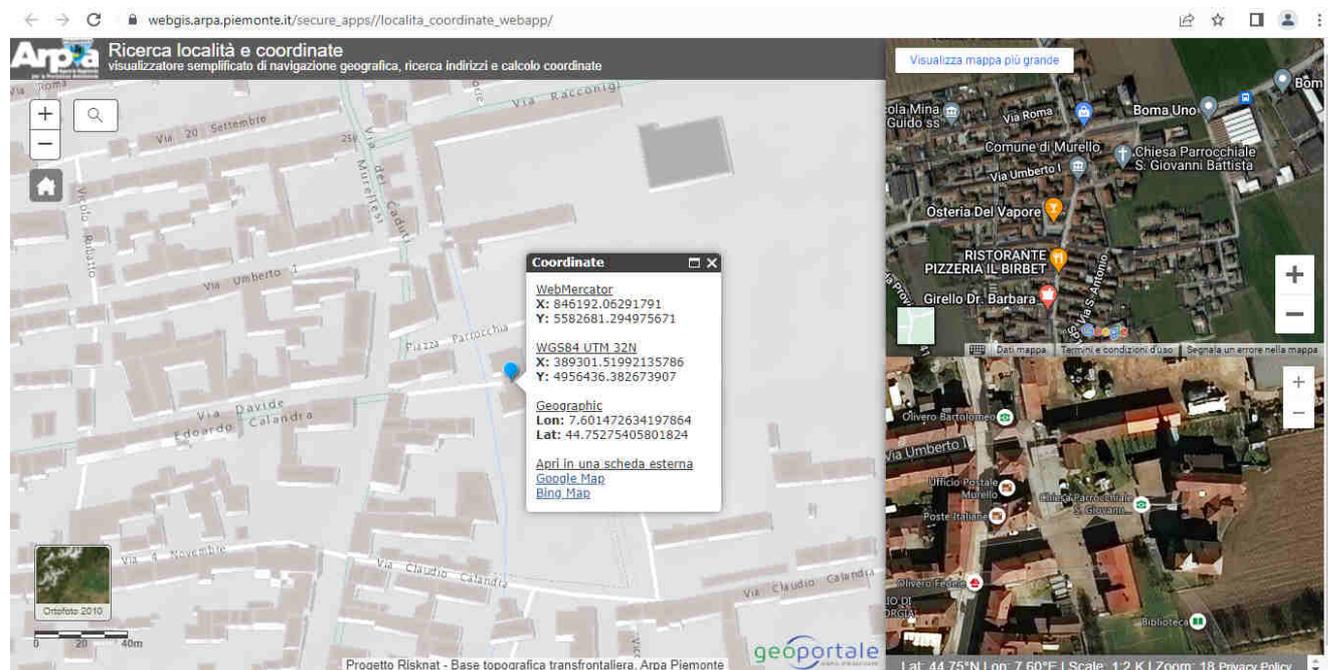
LONGITUDINE: E 4'956'436

LATITUDINE: N 389'301

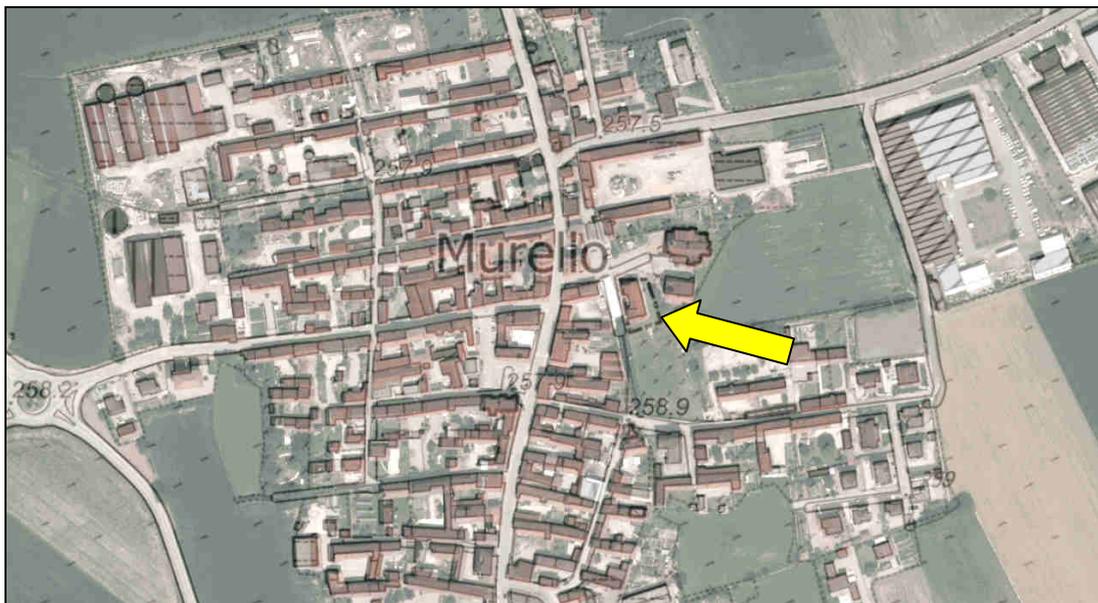
GEOGRAFICHE

LONGITUDINE: E 7,60147263°

LATITUDINE: N 44,75275406°



*Murello - Localizzazione geografica dell'edificio scolastico su applicativo GIS di ARPA Piemonte
"Ricerca località e coordinate"*



Murello - Sovrapposizione ortofoto AGEA 2018 con BDTRE (da geoportale.piemonte.it), con indicazione della posizione della Scuola Elementare



Sulla destra la Scuola Elementare, con sullo sfondo la Chiesa Parrocchiale e il Castello



Veduta dell'edificio scolastico dallo spigolo SE

NORMATIVA E CLASSIFICAZIONE TIPOLOGIA DI INTERVENTO

NORMATIVA APPLICABILE: D.M. 17/01/2018 - Norme Tecniche per le Costruzioni

TIPO DI INTERVENTO: intervento di adeguamento su edificio esistente

RIFERIMENTO NTC 2018: paragrafo 8.4.3

TIPO DI COSTRUZIONE: Ambienti suscettibili di affollamento
CAT. C1 - aree con tavoli, quali scuole (par. 3.1.4 NTC 2018)

VITA NOMINALE: 50 anni (par. 2.4.1 NTC 2018)

CLASSE D'USO: III - costruzione con possibili affollamenti e funzioni sociali (par. 2.4.2 NTC 2018)

ALTRI RIFERIMENTI DI NORMA:

- Legge 05.11.1971 n. 1086: «Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica»
- C.N.R. 10024/86 del 23.07.1986: «Analisi di strutture mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo»
- UNI EN 1992:2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo
- UNI EN 1998:2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica
- Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019 - "Istruzioni per l'applicazione dell' «Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018"

DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE PORTANTI DELL'EDIFICIO ESISTENTE

DESTINAZIONE D'USO:	edificio adibito a Scuola Primaria (Elementare)
SISTEMA COSTRUTTIVO:	telai piani in calcestruzzo armato normale gettato in opera
RIFERIMENTO NTC 2018:	paragrafo 4.1
FONDAZIONI:	plinti isolati, con muro di cantinato a formare una specie di trave continua rovescia a "T" lungo il perimetro della costruzione (da verificare nel corso dei lavori)
STRUTTURE VERTICALI:	telai piani costituiti da pilastrate verticali sui prospetti E e O e pilastrata centrale, con travi di collegamento orizzontali a livello di piano; disposizione dei telai secondo l'asse longitudinale "X"
ORIZZONTAMENTI:	solai laterocemento con orditura dei travetti E-O, secondo l'asse trasversale "Y" della costruzione; spessore indicativo 20+5 cm
COPERTURA:	tetto con orditura in legno, costituita da falsi puntoni che appoggiano su travi di colmo in cemento armato, su prolungamento dei pilastri inferiori

DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE IN PROGETTO

- TIPO DI INTERVENTO:** strutture sismoresistenti all'esterno della costruzione esistente, con funzione di "esoscheletro" resistente alle azioni orizzontali
- SISTEMA COSTRUTTIVO:** setti verticali in calcestruzzo armato ordinario su fondazione continua perimetrale, con connessioni a livello di piano mediante profilati metallici di solidarizzazione
- RIFERIMENTO NTC 2018:** struttura mista telaio-pareti, con telai esistenti depurati a resistere alle azioni verticali e pareti perimetrali di nuova realizzazione che sopportano le azioni orizzontali del sisma (strutture miste equivalenti a pareti, ai sensi del par. 7.4.3 delle NTC 2018)
- FONDAZIONI:** nuova trave continua a sezione rettangolare perimetrale all'edificio esistente, connessa ai plinti e al muro di cantinato esistenti mediante ferri di armatura (spinotti con ancoraggio chimico). Non sono previsti interventi di modifica delle fondazioni esistenti, che verranno in qualche modo inglobate nel nuovo sistema fondazionale lungo il perimetro dell'edificio.
- STRUTTURE VERTICALI:** setti in c.a. disposti lungo il perimetro dell'edificio esistente, con rigidità distribuita secondo i due assi principali "X" e "Y", con ubicazione planimetria simmetrica al fine di ottenere corrispondenza fra centro delle masse e centro di rigidità della costruzione nella configurazione finale di progetto. Non sono previsti interventi di rinforzo dei pilastri esistenti, che mantengono la loro funzione portante rispetto alle azioni verticali.
- ORIZZONTAMENTI:** non sono previsti interventi sugli orizzontamenti, che mantengono inalterata la loro funzione di ripartizione dei sovraccarichi sui telai portanti in c.a. I nuovi setti verranno collegati ai solai di piano mediante spinotti in ferri di armatura opportunamente sagomati, fissati con ancoraggio chimico. I setti verticali di nuova realizzazione saranno in ogni caso solidarizzati fra di loro a livello di piano mediante profilati metallici di connessione, a formare un telaio spaziale che provvede alla cerchiatura della costruzione esistente.
- COPERTURA:** non sono previsti interventi sulla copertura dell'edificio. Verranno effettuate verifiche sulle connessioni fra travi di legno e struttura portante in c.a., con eventuali integrazioni.

MODALITA' DI CALCOLO E AZIONI SISMICHE

METODO DI CALCOLO:	semiprobabilistico agli stati limite
TIPO DI ANALISI:	analisi lineare dinamica, in campo elastico
MODELLAZIONE AZIONE SISMICA:	analisi modale con spettro di risposta
COMPONENTI AZIONE SISMICA:	$1,00 * E_1 + 0,30 * E_2$ (non si considera la componente verticale)
COMBINAZIONE RISPOSTA SISMICA:	SRSS (radice quadrata della somma dei quadrati)
FATTORE DI COMPORTAMENTO:	q = 1,50 (par. 7.3 - NTC 2018)
COMPORTAMENTO STRUTTURALE:	<u>non dissipativo</u> (strutture in campo elastico)
VERIFICHE ELEMENTI PRIMARI:	in termini di rigidezza (RIG) e di resistenza (RES), senza applicare le regole specifiche dei dettagli costruttivi e della progettazione in capacità (cap. 4.1 anziché 7.4 delle NTC 2018)
ECCENTRICITA' ACCIDENTALE DEL CENTRO DI MASSA:	assunta pari a 0,05 volte la dimensione media dell'edificio secondo i due assi principali X e Y, con conseguente incremento dei momenti torcenti di piano (par. 7.2.6 - NTC 2018)
ELEMENTI PRINCIPALI:	struttura sismoresistente esterna di nuova realizzazione, costituita dai setti verticali in c.a., relative fondazioni e connessioni di piano
ELEMENTI SECONDARI:	struttura portante in calcestruzzo armato ordinario della costruzione esistente, con elementi progettati per resistere ai soli carichi verticali e per seguire gli spostamenti della struttura senza perdere capacità portante

CARATTERISTICHE E PROPRIETA' DEI MATERIALI

Caratteristiche del calcestruzzo da impiegare in funzione delle condizioni ambientali di esposizione, valutate secondo la norma UNI EN 206-1:

Elementi strutturali	Classe di esposizione
Fondazioni superficiali continue	XC2 (corrosione da carbonatazione per strutture immerse in acqua o terreni non aggressivi)
Setti verticali sismoresistenti in c.a.	XC4 (strutture soggette ad alternanze asciutto-umido in ambienti urbani)

In base alla classe di esposizione, le caratteristiche di resistenza meccanica minima del calcestruzzo per le diverse parti dell'opera sono le seguenti:

	Classe	Dosaggio minimo cemento [kg/m ³]	rapporto A/C max	Resistenza minima $R_{ck\ min}$ [MPa (N/mm ²)]
- parti interrate (fondazioni)	C 25/30	300	0,55	30
- strutture in elevazione	C 32/40	340	0,50	40

L'acciaio per cemento armato è previsto del tipo laminato a caldo, ad aderenza migliorata, denominato **B450C**, controllato in stabilimento e dotato di specifica qualificazione secondo le previsioni di norma.

La scelta del copriferro viene effettuata secondo le indicazioni dell'Eurocodice 2 e delle NTC 2018, al fine di garantire l'aderenza del calcestruzzo all'armatura metallica, la durabilità del cls e per tener conto della tolleranza nel posizionamento delle armature. I valori di copriferro nel seguito indicati sono da intendersi come valori nominali e minimi, da rispettarsi mediante impiego di appositi elementi distanziatori in materiale non metallico.

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c = \max(c_{min,b}; c_{min,dur}) + \Delta c$$

$$c_{min,b} = \text{garantisce l'aderenza} \Rightarrow 16 \text{ mm}$$

$$c_{min,dur} = \text{garantisce la durabilità} \Rightarrow \text{per XC4} = 30 \text{ mm (da Eurocodice 2 per S4)}$$

$$\Delta c = \text{tolleranza di posizionamento armature} = 10 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = 30 + 10 = 40 \text{ mm}$$

Il confezionamento del calcestruzzo dovrà prevedere l'utilizzo dei seguenti cementi:

- UNI EN 197-1 CEM II/B-S o V o P
- UNI EN 197-1 CEM III
- UNI EN 197-1 CEM IV
- UNI EN 197-1 CEM V

al fine di garantire adeguata compattezza ai getti e conseguentemente un maggior resistenza al dilavamento dell'acqua ed all'aggressione chimica.

La resistenza del calcestruzzo verrà verificata in fase di esecuzione dei lavori mediante specifiche prove su provini cubici confezionati e conservati secondo la norma UNI EN 12390-2 e sottoposti a prova di compressione uniassiale dopo 28 giorni.

Ai fini del calcolo, per i materiali costituenti le strutture in cemento armato si adottano i legami costitutivi previsti dall'EC2:

- cls => schematizzazione parabola-rettangolo per condizioni ultime e andamento elastico lineare per condizioni di esercizio;
- acciaio => andamento elastico lineare fino al limite $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_m$ e perfettamente plastico per il campo di deformazione $\epsilon > \epsilon_{yd}$, con limite ϵ_{ud} per le verifiche a SLU.

Per quanto concerne le strutture metalliche, è stato previsto l'utilizzo di profilati e di piastre d'acciaio di tipo S355 per gli elementi di connessione a livello di piano fra i setti verticali sismoresistenti. La norma di riferimento è la EN10210-1 per profili a sezione cava.

Le strutture saranno fissate alle parti in c.a. mediante unioni bullonate, mediante impiego di barre filettate di classe 8.8 o superiore.

La classe di esecuzione secondo UNI EN 1090-2 è la EXC2.

CARICHI SULLA STRUTTURA

Carichi permanenti (G)

PESI PROPRI STRUTTURALI (G1)

- peso proprio elementi strutturali in c.a. = 25,00 kN/m³;
- peso proprio solai laterocemento = 2,90 kN/m²
- peso proprio delle strutture in acciaio = 7,85 kN/m³;

CARICHI PERMANENTI PORTATI (G2)

- sottofondi e pavimenti: 1,50 kN/m²
- muro perimetrale cassavuota: 10,00 kN/m
- muri divisori interni: 3,50 kN/m
- manto di copertura, compresa orditura di legno: 1,50 kN/m²

Carichi variabili (Q)

Edificio scolastico - Ambienti suscettibili di affollamento

CAT. C1 - aree con tavoli, quali scuole (par. 3.1.4 NTC 2018)

$$q_k = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Scale: } q_k = 4,00 \text{ kN/m}^2$$

Azione della neve

Definita secondo quanto previsto dal par. 3.4 delle NTC 2018.

CARICO NEVE			
Unità di misura : m ; KN/mq ; KN/m			
Zona 0			
Altitudine [m]: 260			
Periodo di Ritorno [anni]: 50			
qsk (carico neve al suolo) = 1.5673			
COPERTURA A DUE FALDE			
alfa1 (inclinazione della falda1 [°]) = 30			
alfa2 (inclinazione della falda2 [°]) = 30			
	mu	qs	qe
mu1(alfa1)	.8	1.2538	.657
0.5mu1(alfa1)	.4	.6269	.082
mu1(alfa2)	.8	1.2538	.657
0.5mu1(alfa2)	.4	.6269	.082

E' stato adottato un sovraccarico neve cautelativo $q_s = 1,50 \text{ kN/m}^2$.

Azione del vento

Definita secondo quanto previsto dal par. 3.3 delle NTC 2018.

VENTO

Unità di misura : m ; KN/mq ; m/s

Convenzione di segno:

(+) compressione

(-) decompressione

Zona 1

Altitudine: 260

Periodo di Ritorno [anni]: 50

Classe di rugosità del terreno:B

Distanza dalla costa [km]: 100

Categoria di esposizione del sito: 4

Tipologia di costruzione:Edifici a pianta rettangolare con coperture piane a falde inclinate o curve

vref (velocità di riferimento) = 25.

qref (pressione cinetica di riferimento) = .3906

cd (coefficiente dinamico) = 1.

cf (coefficiente d' attrito) = .01

P.to	z	ct(z)	ce(z)	par.1 esterno		par.1 interno	
				cp	p(z)	cp	p(z)
1 A	0.	1.	1.6342	.8	.5107	0.	0.
2	.83	1.	1.6342	.8	.5107	0.	0.
3	1.67	1.	1.6342	.8	.5107	0.	0.
4	2.5	1.	1.6342	.8	.5107	0.	0.
5	3.33	1.	1.6342	.8	.5107	0.	0.
6	4.17	1.	1.6342	.8	.5107	0.	0.
7	5.	1.	1.6342	.8	.5107	0.	0.
8	5.83	1.	1.6342	.8	.5107	0.	0.
9	6.67	1.	1.6342	.8	.5107	0.	0.
10 B	7.5	1.	1.6342	.8	.5107	0.	0.

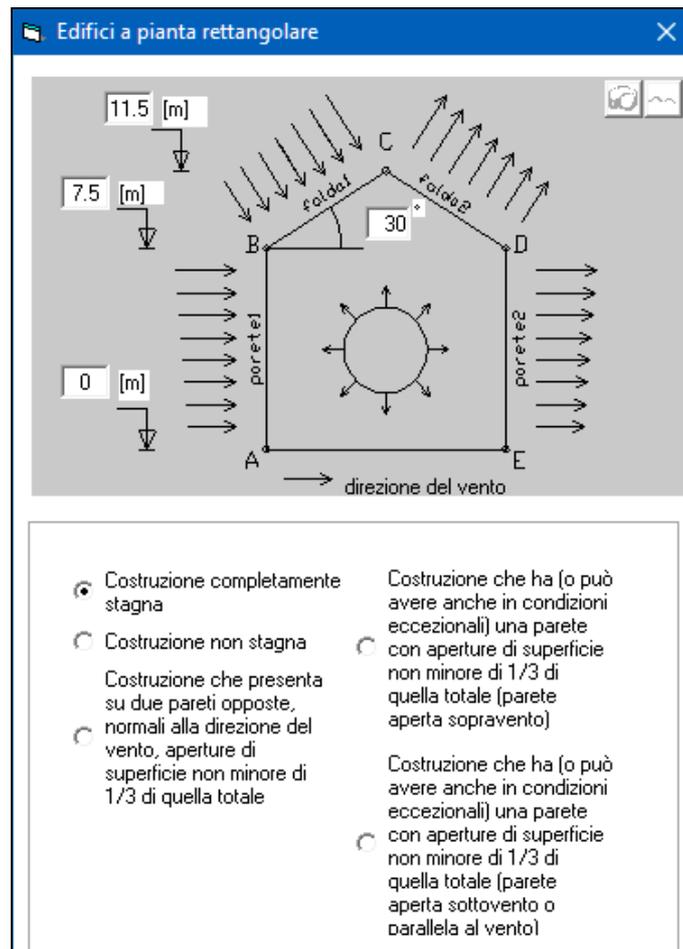
P.to	z	ct(z)	ce(z)	par.2 esterno		par.2 interno	
				cp	p(z)	cp	p(z)
1 E	0.	1.	1.6342	-.4	-.2553	0.	0.
2	.83	1.	1.6342	-.4	-.2553	0.	0.
3	1.67	1.	1.6342	-.4	-.2553	0.	0.
4	2.5	1.	1.6342	-.4	-.2553	0.	0.
5	3.33	1.	1.6342	-.4	-.2553	0.	0.
6	4.17	1.	1.6342	-.4	-.2553	0.	0.
7	5.	1.	1.6342	-.4	-.2553	0.	0.
8	5.83	1.	1.6342	-.4	-.2553	0.	0.
9	6.67	1.	1.6342	-.4	-.2553	0.	0.
10 D	7.5	1.	1.6342	-.4	-.2553	0.	0.

P.to	z	ct(z)	ce(z)	fal.1 esterno		fal.1 interno	
				cp	p(z)	cp	p(z)
10 B	7.5	0.	1.6342	-.1	-.0638	0.	0.
11	7.94	0.	1.6342	-.1	-.0638	0.	0.
12	8.39	0.	1.6655	-.1	-.0651	0.	0.
13	8.83	0.	1.6998	-.1	-.0664	0.	0.
14	9.28	0.	1.7326	-.1	-.0677	0.	0.
15	9.72	0.	1.7641	-.1	-.0689	0.	0.
16	10.17	0.	1.7944	-.1	-.0701	0.	0.
17	10.61	0.	1.8235	-.1	-.0712	0.	0.
18	11.06	0.	1.8517	-.1	-.0723	0.	0.
19 C	11.5	0.	1.8789	-.1	-.0734	0.	0.

P.to	z	ct(z)	ce(z)	fal.2 esterno		fal.2 interno	
				cp	p(z)	cp	p(z)
10 D	7.5	0.	1.6342	-.4	-.2553	0.	0.
11	7.94	0.	1.6342	-.4	-.2553	0.	0.
12	8.39	0.	1.6655	-.4	-.2602	0.	0.
13	8.83	0.	1.6998	-.4	-.2656	0.	0.
14	9.28	0.	1.7326	-.4	-.2707	0.	0.

15		9.72	0.		1.7641	-0.4		-0.2756	0.		0.	
16		10.17	0.		1.7944	-0.4		-0.2804	0.		0.	
17		10.61	0.		1.8235	-0.4		-0.2849	0.		0.	
18		11.06	0.		1.8517	-0.4		-0.2893	0.		0.	
19	C	11.5	0.		1.8789	-0.4		-0.2936	0.		0.	

P.to	z	pf(z)
1 A-E	0.	.0064
2	.83	.0064
3	1.67	.0064
4	2.5	.0064
5	3.33	.0064
6	4.17	.0064
7	5.	.0064
8	5.83	.0064
9	6.67	.0064
10 B-D	7.5	.0064
11	7.94	.0064
12	8.39	.0065
13	8.83	.0066
14	9.28	.0068
15	9.72	.0069
16	10.17	.007
17	10.61	.0071
18	11.06	.0072
19 C	11.5	.0073



Con riferimento alla schematizzazione della figura precedente, è stato adottato un valore della pressione del vento $p = 0,80 \text{ kN/m}^2$, dato dalla sommatoria delle pressioni sulle pareti sopravento e sottovento. Tale pressione è stata distribuita con doppio segno sulle pareti dell'edificio, con ripartizione delle relative sollecitazioni sugli elementi "trave" (beam) di riferimento delle pareti trasversali ai due assi principali X e Y.

Azioni eccezionali

- incendio: non considerato in quanto le unità strutturali oggetto di intervento (setti sismoresistenti esterni) non presentano carico d'incendio significativo e non rientrano nell'ambito applicativo specifico della normativa antincendio;
- esplosioni: non è previsto il deposito di materiali esplosivi e le strutture di nuova realizzazione, poste all'esterno della costruzione, non sono soggette a pericolo di esplosioni di gas;
- urti: non considerati in quanto non si prevede il transito di veicoli nelle immediate vicinanze della scuola, che risulta attorniata da marciapiede.

Azioni sismiche

Per le azioni sismiche sono stati utilizzati i parametri caratteristici dello spettro di risposta secondo quanto indicato dalla normativa. Il comune di Murello risulta inserito nella categoria 3, come buona parte dei comuni della provincia di Cuneo.

Il *periodo di riferimento* per il calcolo dell'azione sismica è pari a 75 anni, secondo quanto già calcolato in precedenza.

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

$$V_R = 50 \cdot 1,5 = 75 \text{ anni}$$

Categoria di sottosuolo: "C"

Condizioni topografiche: "T1" costruzione in piano

Stati limite di esercizio:

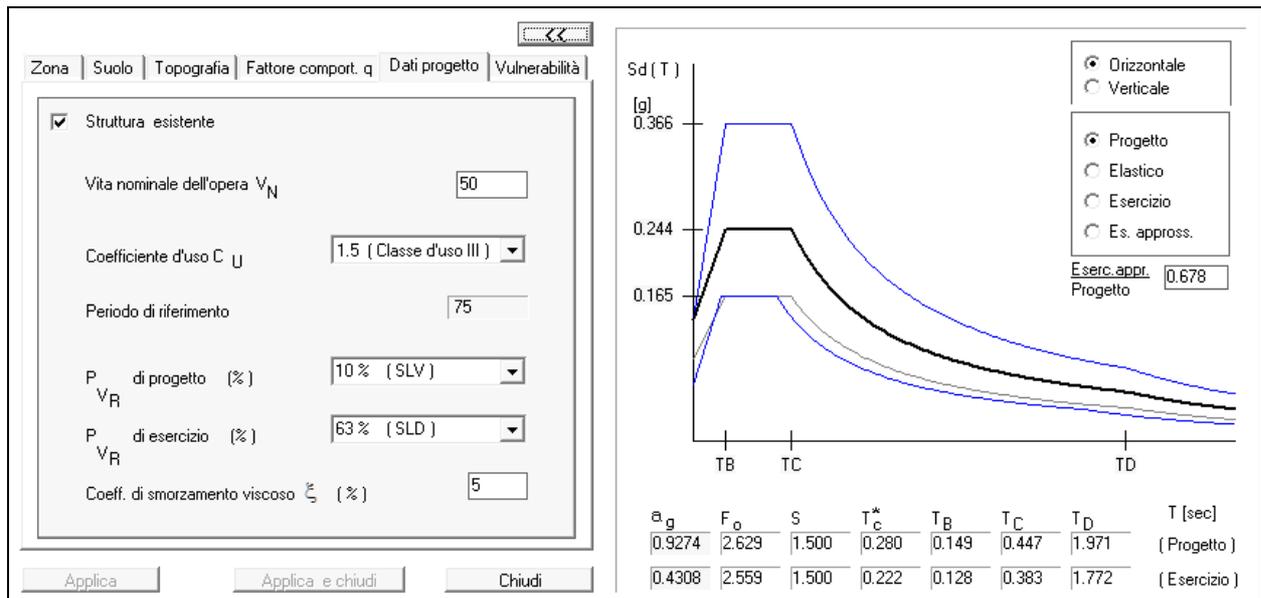
- stato limite di operatività (SLO) = non considerato in quanto la scuola non presenta impianti particolari o macchinari o apparecchiature che possano subire danni tali da provocare una significativa interruzione d'uso
- stato limite di danno (SLD) = considerato con riferimento alle deformazioni limite ammissibili per il corretto funzionamento della struttura

Stati limite ultimi:

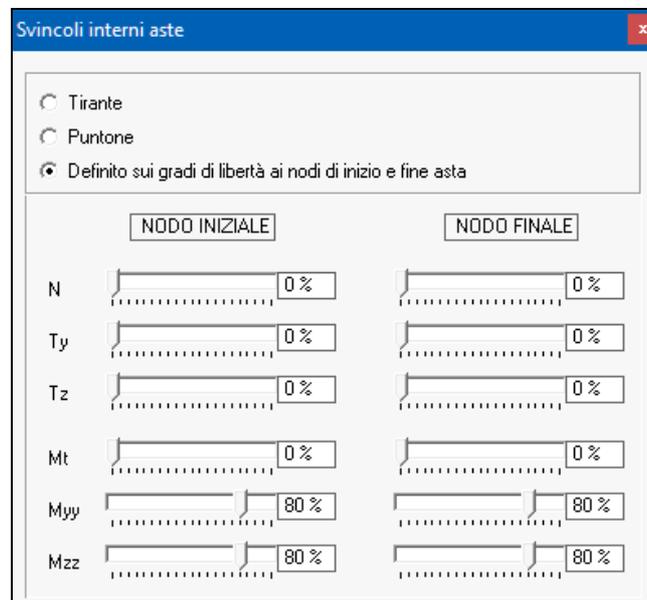
- stato limite di salvaguardia della vita (SLV) = considerato con verifica di resistenza degli elementi strutturali della costruzione, al fine di evitare danneggiamenti strutturali e consentire comunque l'utilizzo ed il funzionamento della struttura
- stato limite di prevenzione del Collasso (SLC) = non considerato in quanto non richiesto per il tipo di struttura in esame

P_{VR} - Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R :

- stato limite di danno (SLD) \Rightarrow 63%
- stato limite di salvaguardia della vita (SLV) \Rightarrow 10%



Le azioni sismiche si distribuiscono sostanzialmente sulle sole strutture sismoresistenti esterne (setti verticali in c.a. di nuova realizzazione, solidarizzati ai solai di piano), in quanto nella modellizzazione FEM i pilastri della costruzione esistente sono stati "svincolati" quasi completamente alle due estremità rispetto ai momenti flettenti principali (80% di vincolo libero), con conseguente funzionamento da semplici puntoni all'interno del modello strutturale, con sola resistenza ai carichi verticali.



Lo svincolo totale tipo "puntone" non è adottabile in quanto non accettato dal programma strutturale FEM nell'analisi dinamica modale.