



“Finanziato dall'Unione Europea – NextGenerationEU”



COMUNE DI RONCO SCRIVIA (GE)



SCUOLA ELEMENTARE “E. DE AMICIS”

VIA CESARE BATTISTI 63

REV.

A

RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE

RIFERIMENTO COMMESSA:

2101_RNC


CODICE ELABORATO:

2101_RNC_PD_REL_003

Rev.	DESCRIZIONE	DATA	REDAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE	SCALA:
A	PROGETTO DEFINITIVO / ESECUTIVO	21/01/22	MP	MP	MP	FORMATO: A4
						SUPPORTO:.....MS WORLD
TECNICO INCARICATO				COMMITTENTE		
ING. MIRKO PASTROVICCHIO Viale Vittorio Veneto 5 – 16019 Ronco Scrivia (GE) E-Mail: studio.pastrovicchio@gmail.com PEC: mirko.pastrovicchio@ingpec.eu Tel. 010.935473 – Cell. 340.9172747 P.I. 01773950991 – C.F. PSTMRK75E27D969K N° Iscrizione Ordine degli Ingegneri (GE) 8186A				COMUNE DI RONCO SCRIVIA Corso Italia, 7 - 16019 Ronco Scrivia (GE) P.I. 00705520104 Tel. 010.965.90.10 - Fax. 010.935.63.43 Mail. info@comune.roncoscrivita.ge.it PEC. comune.roncoscrivita@pec.it RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO GEOM. SABRINA BARTOLINI		

IL PRESENTE DOCUMENTO COPIATO, RIPRODOTTO O ALTREMENTI PUBBLICATO IN TUTTO O IN PARTE SENZA IL CONSENSO DELL'ING. MIRKO PASTROVICCHIO – OGNI UTILIZZO NON AUTORIZZATO SARA PUNITO A NORMA DI LEGGE.
THIS DOCUMENT MAY NOT BE COPIED, REPRODUCED OR PUBLISHED EITHER IN PART OR IN ITS INTERITY WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF ENG. MIRKO PASTROVICCHIO, UNAUTHORIZED WIL BE PROSECUTED BY LAW




	SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”	
	RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE	Pag. 2 di 57

1	PREMESSA.....	4
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
3.1	INPUT	5
3.1.1	Documentazione Storica	5
3.1.2	Documentazione Vulnerabilità Sismica Edificio ANTE OPERAM	5
3.2	OUTPUT	5
4	INDIVIDUAZIONE DELL'INTERVENTO	6
5	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	7
5.1	Stato di Fatto.....	7
5.2	Stato di Progetto	13
5.2.1	Solai a PT	13
5.2.2	Setti in C.A.	13
5.2.3	Giunto Strutturale.....	14
6	MATERIALI	15
6.1	Materiali di Progetto	15
6.1.1	Calcestruzzo C25/30	15
6.1.2	Calcestruzzo C28/35	15
6.1.3	Acciaio per Calcestruzzo Armato B450C - Barre Acciaio ad Aderenza Migliorata - Tipo B450C	
	- Controllato in Stabilimento.	15
6.2	Materiali Esistenti.....	15
6.2.1	Calcestruzzo C10/12	16
6.2.2	Acciaio per Calcestruzzo Armato FEB32K.....	17
7	ANALISI DEI CARICHI DI PROGETTO	18
7.1	Neve.....	18
7.2	Azione del Vento.....	20
7.3	Azione Sisma	24
7.4	ANALISI DETTAGLIATA CARICHI VERTICALI.....	26
7.4.1	Stato di Fatto	26
7.4.2	Stato di Progetto	29
7.5	Combinazioni di Carico	34
8	MODELLAZIONE STRUTTURALE	36
8.1	MODELLO F.E.M. e Criteri di Modellazione	39
8.1.1	Armatura Travi e Pilastri Esistenti	42
8.1.2	Fondazioni	44




“Finanziato dall'Unione Europea – NextGenerationEU”

	SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”	
	RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE	Pag. 3 di 57

8.1.3	Solai.....	45
8.1.4	Setti in C.A.....	49
9	CALCOLO VULNERABILITA' SISMICA.....	52
10	VERIFICHE SLU (Stato Limite Ultimo) – Vulnerabilità Raggiunta ($IR = 0,7$)	54
10.1	Elementi Beam (Travi e Pilastrì)	54
10.2	Nuovi Solai in Latero Cemento al PT	55
10.3	Setti in C.A. (Pareti Sismiche)	55
11	CONCLUSIONI	57



“Finanziato dall'Unione Europea – NextGenerationEU”

	SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”	
	RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE	Pag. 4 di 57

1 PREMESSA

Il Sottoscritto **Ing. Mirko Pastrovicchio**, iscritto all’Ordine degli Ingegneri della Provincia di Genova al N° 8186A, avente Studio in Ronco Scrivia - Viale Vittorio Veneto,5 - Cellulare 340 91 72 747 - C.F. PSTMRK75E27D969K - P.I. 01773950991, avendo ricevuto incarico dalla Geom. **Sabrina Bartolini** in qualità di responsabile dell’ufficio “Lavori Pubblici” del Comune di Ronco Scrivia (GE) - Corso Italia, 7 - 16019 Ronco Scrivia (GE) – P.I. 00705520104 - Tel. 010.965.90.10 - Fax. 010.935.63.43 – Mail: info@comune.roncoscrivita.ge.it – PEC: comune.roncoscrivita@pec.it - di redigere il calcolo degli interventi strutturali di miglioramento sismico della scuola elementare “E. De Amicis”.

I calcoli statici e sismici vengono eseguiti in conformità con il D.M. 17/01/2018.


La presente relazione contiene:

- Relazione illustrativa del progetto
- Relazione sui materiali esistenti, sulla base delle indagini eseguite (livello di conoscenza richiesto), e di progetto
- Interventi di miglioramento sismico con definizione del nuovo indice di vulnerabilità.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- D.M. 17 Gennaio 2018: “Norme Tecniche per le Costruzioni”
- Circolare Esplicativa NTC 2008 N. 617 del 02/02/2009
- Circolare Esplicativa NTC 2018 N°7 del 21 Gennaio 2019
- DGR 1384/2013 “Approvazione elenco edifici di interesse strategico e delle opere infrastrutturali e del programma temporale delle verifiche”



	SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”	
	RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE	Pag. 5 di 57

3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

3.1 INPUT

3.1.1 Documentazione Storica

- Carpenteria e orditura elementi strutturali a firma dell’Ing. Alfredo Balbi
- Relazione di calcolo a firma dell’Ing. Alfredo Balbi
- Elaborati architettonici a firma dell’Ing. Alfredo Balbi
- Verbale delle prove di carico a firma dell’Ing. Luigi Rocca

3.1.2 Documentazione Vulnerabilità Sismica Edificio ANTE OPERAM


- 1801_RNC_RCDA01 – Vulnerabilità sismica ANTE OPERAM
- 1801_RNC_RCDA02 – Indagine materiali esistenti
- 1801_RNC_RCDA05 – Allegati rilievi e prove in sito
- 1801_RNC_RCDA06 – Risultati prove di laboratorio
- 1801_RNC_RCDA07 – Allegati documentazione storica

3.2 OUTPUT

- 2101_RNC_PD_REL_002 – Relazione Materiali di Progetto
- 2101_RNC_PD_REL_001 – Relazione Generale Intervento
- 2101_RNC_PD_REL_006 – Relazione Geotecnica
- 2101_RNC_PD_REL_005 – Allegato 2 - Listato Software JASP - POST OPERAM
- 2101_RNC_PD_REL_007 – Allegato 3 - Listato Software JASP – VERIFICHE GEOTECNICHE FND
- 2101_RNC_PD_REL_008 – Allegato 4 - Listato Software JASP – VERIFICHE STRUTTURALI FND
- RELAZIONE GEOLOGICA a Firma del Geol. Michele Ricci
- 2101_RNC_PD_REL_009 – Piano Manutenzione
- 2101_RNC_PD_STRU_011 – Relazione Muro Sostegno
- 2101_RNC_PD_STRU_200 / 214– Elaborati Architettonici
- 2101_RNC_PD_STRU_250 / 257 – Elaborati Grafici Strutturali



“Finanziato dall'Unione Europea – NextGenerationEU”

	SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”	
	RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE	Pag. 6 di 57

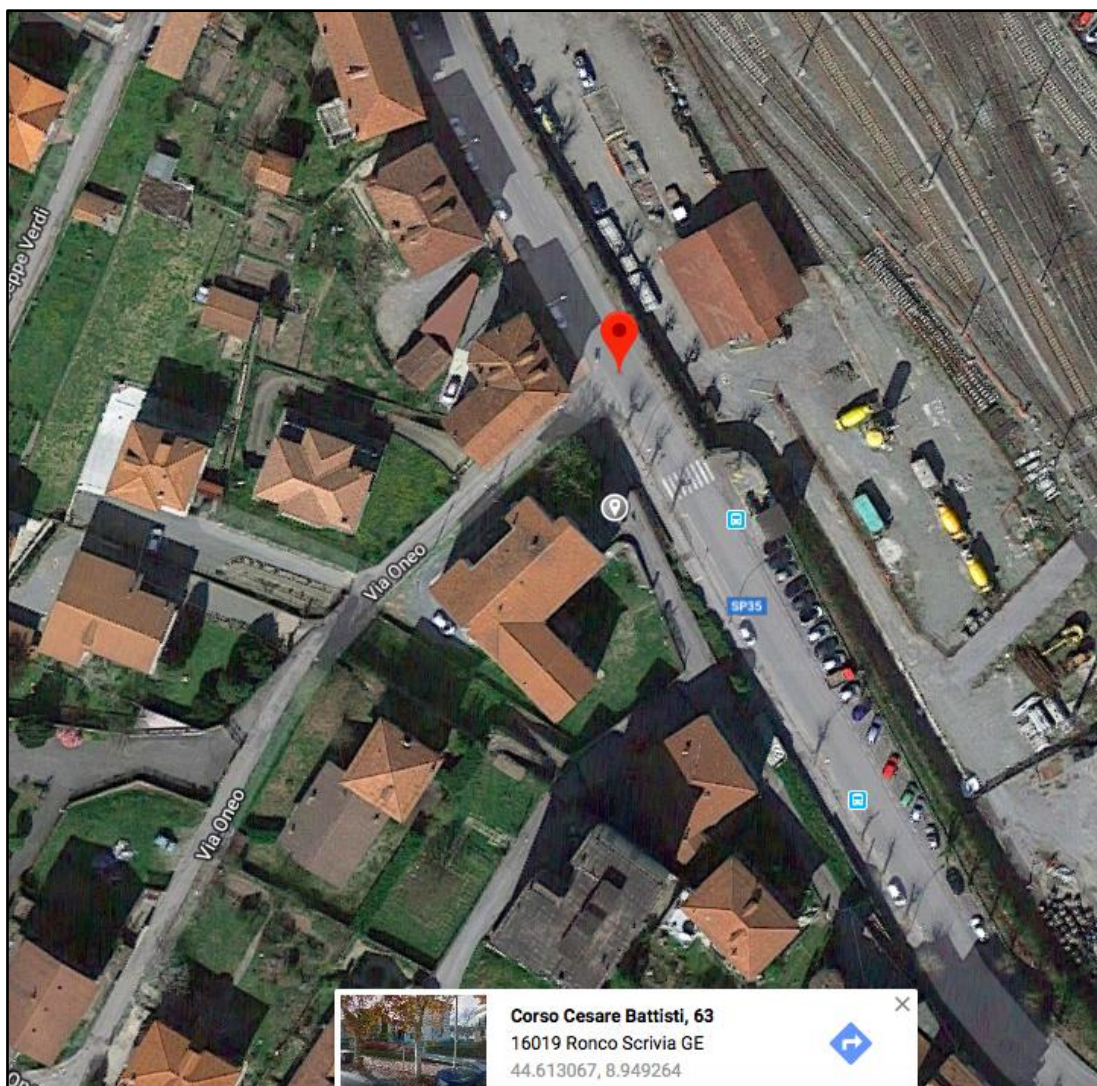
4 INDIVIDUAZIONE DELL'INTERVENTO

L'immobile oggetto di studio è un'edificio scolastico sito nel Comune di Ronco Scrivia (GE) in Via Cesare Battisti 63.

Le coordinate del sito sono:


Latitudine N 44.612889°

Longitudine E 8.949250°



Localizzazione struttura



	SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”	
	RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE	Pag. 7 di 57

5 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

La costruzione, oggetto di intervento, è un edificio scolastico in cemento armato (travi e pilastri) costituito da piano terra, piano primo, piano secondo, piano sottotetto e copertura in acciaio / legno.

5.1 Stato di Fatto

L'edificio scolastico è stato progettato, e realizzato, nel 1960 circa, dall'Ingegnere Alfredo Balbi. La struttura che compone l'edificio scolastico è stata realizzata con telai a più piani e a più campate in C.A. completati da tamponamenti in laterizio, semipieni e/o forati, intonacati sia internamente che esternamente, che non hanno funzione portante.

I solai dell'edificio scolastico sono di tipo rigido, prevalentemente in latero – cemento:

- Solai STIMIP A
- Solai STIMIP B
- Solai latero – cemento 12 + 4
- Soletta piena in C.A.

La copertura è a falde inclinate ed è costituita da profilati di acciaio e assito ligneo con tegole alla marsigliese.


Le principali criticità sono le seguenti:

- Solai al piano terra “sfondellati” mediante il distacco con caduta delle cartelle inferiori dei blocchi di alleggerimento inseriti nei solai misti in latero-cemento.
- Giunto strutturale assente tra l'edificio originario e l'ampliamento.
- Indice di vulnerabilità sismico $IR = 0,163$ (1801_RNC_RCDA01).

Di seguito foto rappresentative dello stato di fatto dell'edificio scolastico.



“Finanziato dall'Unione Europea – NextGenerationEU”


	SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”	
	RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE	Pag. 8 di 57



Vista esterna dell'edificio



“Finanziato dall'Unione Europea – NextGenerationEU”


	SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”	
	RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE	Pag. 9 di 57



Vista esterna dell'edificio



“Finanziato dall'Unione Europea – NextGenerationEU”

	SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”	
	RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE	Pag. 10 di 57



Vista esterna dell'edificio



“Finanziato dall'Unione Europea – NextGenerationEU”



SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”

RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE

Pag. 11 di 57



Comune di Ronco Scrivia, Prot. N. 0002550 del 14-03-2022 in arrivo



Solai piano terra sfondellati

— 60 —

SOLAIO «STIMIP». — Brevettato e costruito in Italia (Fornaci R. D. B. di Piacenza). Il principio sul quale è basato il suo comportamento statico è questo:

Il cotto che costituisce la parte superiore dei foratoni è chiamato ad una vera e propria funzione statica, sostituendo completamente l'ordinaria soletta cementizia, che per detti solai viene abolita.

La sostituzione della soletta di cotto e quella di cemento, oltre ad essere ammessa dalla Legge vigente, risponde alle esigenze tecniche e fisiche dei due materiali. In effetto, i moduli di elasticità si sono riscontrati pressoché uguali, tanto pel conglomerato quanto per il laterizio, mentre l'aderenza fra i due materiali si è rilevata ben notevole. La resistenza alla compressione del laterizio di buona qualità è elevatissima; talvolta si sono raggiunti ed anche sorpassati i kg. 1000/cm². Quelli sono i vantaggi che si originano con la sostituzione di un materiale ad un altro?

1 — Massima utilizzazione del materiale e maggiore convenienza economica.

2 — Minore peso proprio, minore altezza complessiva, minor consumo di ferro.

Le dimensioni dei forati variano al variare delle campate e dei carichi da vincere. La Ditta fabbricante fornisce questi dati:

Altezza solaio . . .	19	22	26	27,5	30,5	35,5	37
Spessore soletta . .	5	5	5	6,5	6,5	6,5	8
Peso proprio solaio .	145	167	188	212	230	271	283

La tabella vale per solai normali. In commercio esistono pure altezze di 41, di 46, di 48 cm.

NORME DI COSTRUZIONE. — Sul tavolato di armatura, si dispongono dapprima i laterizi che formano i fianchi delle travi, indi la travella di soffitto, poi il tavellone superiore. Fabbricato così il cassettone, si collocano i ferri e si procede al getto dei travetti.

— 61 —

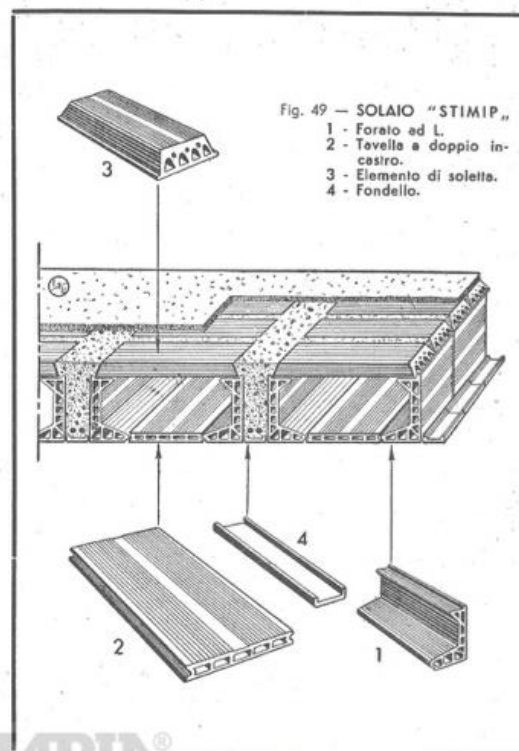


Fig. 49 — SOLAIO "STIMIP".
1 - Forato ad L.
2 - Tavella a doppio incastro.
3 - Elemento di soletta.
4 - Fondello.

— TAV. XV. —


Tipologia dei solai presenti nell'edificio

ING. MIRKO PASTROVICCHIO

Viale Vittorio Veneto 5 – 16019 Ronco Scrivia (GE) – T-F +39010935473

E-Mail studio.pastrovicchio@gmail.com – PEC. mirko.pastrovicchio@gmail.com



	SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”	
	RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE	Pag. 13 di 57

5.2 Stato di Progetto

Gli interventi a progetto sono volti ad ottenere il miglioramento sismico della struttura ed ad eliminare le situazioni di vulnerabilità strutturale, di seguito si riportano gli interventi a progetto

- Demolizione solaio a PT e rifacimento nuovo solaio
- Realizzazione setti in C.A. e relative fondazioni
- Ripristino giunto strutturale fra originale corpo della scuola (oggetto di intervento) e corpo aggiunto.

5.2.1 Solai a PT

I solai a PT verranno demoliti completamente ad esclusione della parte di soletta piena in C.A. in corrispondenza della partenza delle scale, per procedere alla demolizione sarà necessario rendere le aree sgombrare e ricoverare le attrezzature ed i mobili in luogo sicuro per successivo mobilio, le utenze ed i servizi esistenti dovranno essere rimosse e successivamente reinstallate. La parte di solaio in corrispondenza dell'ingresso e della scala dovrà essere finita completamente mentre la parte restante dovrà essere lasciata al grezzo e la finitura sarà oggetto di lavori compresi in un nuovo Lotto definito “Lotto 2”. Per comprendere meglio gli interventi fare riferimento agli elaborati grafici allegati alla presente.

I nuovi solai dovranno essere isolati

Uno dei solai esistenti attualmente realizzato con solaio bidirezionale sarà demolito ed al suo posto saranno realizzati 2 solai monodirezionali di luce inferiore appoggiati agli estremi sulle tarvi esistenti che la dove necessario saranno rinforzate.


5.2.2 Setti in C.A.

La realizzazione dei nuovi setti in C.A. e le relative fondazioni è finalizzata all'ottenimento del miglioramento sismico della struttura. I setti in C.A. verranno realizzati dove indicato sugli elaborati grafici allegati e andranno a sostituire la attuali murature di tamponamento. La realizzazione dei setti dovrà avvenire rendendoli solidali ai pilastri a destra e sinistra del setto stesso mediante l'inserimento di barre “inghisate” nel pilastro con resina chimica.

Prima di demolire le murature esistenti dovranno essere rimosse le utenze, le attrezzature ed i mobili e quant'altro presente sulla parte interna della muratura ed una volta realizzata la parete in C.A. dovrà essere reinstallato tutto.



“Finanziato dall'Unione Europea – NextGenerationEU”

	SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”	
	RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE	Pag. 14 di 57

La realizzazione del setto 2 in corrispondenza dell’attuale ingresso principale implica lo spostamento del nuovo ingresso principale sul lato della struttura in corrispondenza del giardino pertanto sarà modificata la rampa disabili e reso più ampio il terrapieno in fronte al nuovo ingresso principale.


In corrispondenza del setto 9 la scala di accesso dovrà essere demolita e rifatta al fine di realizzare le nuove fondazioni.

Il marciapiede intorno al fabbricato sarà demolito in corrispondenza delle fondazioni dei setti esterni e pertanto ripristinato per tutto il suo sviluppo al fine di dare uniformità al camminamento.

5.2.3 Giunto Strutturale

Fra il corpo originario della scuola ed il corpo aggiunto verrà inserito un giunto elastomerico



	SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”	
	RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE	Pag. 15 di 57

6 MATERIALI

6.1 Materiali di Progetto

Per la realizzazione dell’opera in esame si impiegheranno calcestruzzo e acciaio in accordo ai Par. 11.2 e 11.3 delle NTC 2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni). Nell’approccio agli stati limite, i valori di calcolo delle resistenze dei materiali per le verifiche agli SLU si ottengono dividendo il valore caratteristico della generica resistenza R_k per il coefficiente di sicurezza del materiale relativo γ :

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma}$$

6.1.1 Calcestruzzo C25/30

- FONDAZIONI SETTI IN C.A.
- RINFORZO TRAVI AL LIVELLO 0
- NUOVI SOLAI A PT

Calcestruzzo a Resistenza Caratteristica $R_{ck} \geq 300 \text{ daN/cm}^2$ Secondo DM 09.01.1996, e ai Sensi delle NTC 2018 (Pt. 4.1 e 11.2), Definito di Classe C25/30.

6.1.2 Calcestruzzo C28/35

- SETTI IN C.A.

Calcestruzzo a Resistenza Caratteristica $R_{ck} \geq 350 \text{ daN/cm}^2$ Secondo DM 09.01.1996, e ai Sensi delle NTC 2018 (Pt. 4.1 e 11.2), Definito di Classe C28/35.

6.1.3 Acciaio per Calcestruzzo Armato B450C - Barre Acciaio ad Aderenza Migliorata - Tipo B450C - Controllato in Stabilimento.


Caratteristiche Meccaniche (Secondo D.M. 17/01/2018 – Prospetto 11.3.2.1):

6.2 Materiali Esistenti

Vedere relazione allegata **1801_RNC_RCDA02** – Indagine materiali esistenti.

Di seguito si riportano le caratteristiche meccaniche dei materiali esistenti impiegate per la modellazione della struttura.




	SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”	
	RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE	Pag. 16 di 57

6.2.1 Calcestruzzo C10/12

DEFINIZIONE DEI MATERIALI			
Calcestruzzo - Rif. UNI EN 1992 - 1 - 1 : 2005			
RESISTENZA CARATTERISTICA CUBICA	R_{ck}	12,34	[MPa]
RESISTENZA CARATTERISTICA CILINDRICA	f_{ck}	9,87	[MPa]
COEFFICIENTE DI SICUREZZA PARZIALE PER IL CALCESTRUZZO	γ_c	1,5	[-]
COEFFICIENTE CHE TIENE CONTO DEGLI EFFETTI DI LUNGO TERMINE	α_{cc}	0,85	[-]
VALORE MEDIO DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE CILINDRICA	f_{cm}	17,87	[MPa]
VALORE MEDIO DELLA RESISTENZA A TRAZIONE ASSIALE DEL CALCESTRUZZO	f_{ctm}	1,4	[MPa]
VALORE CARATTERISTICO DELLA RESISTENZA A TRAZIONE ASSIALE (FRATTILE 5%)	$f_{ctk,0,05}$	1,0	[MPa]
VALORE CARATTERISTICO DELLA RESISTENZA A TRAZIONE ASSIALE (FRATTILE 95%)	$f_{ctk,0,95}$	1,8	[MPa]
MODULO DI ELASTICITÀ SECANTE DEL CALCESTRUZZO	E_{cm}	26185	[MPa]
DEFORMAZIONE DI CONTRAZIONE NEL CALCESTRUZZO ALLA TENSIONE f_c	ϵ_{c1}	0,0020	[-]
DEFORMAZIONE ULTIMA DI CONTRAZIONE NEL CALCESTRUZZO	ϵ_{cu}	0,0035	[-]
RESISTENZA DI PROGETTO A COMPRESSIONE DEL CALCESTRUZZO	f_{cd}	5,59	[MPa]
RESISTENZA DI PROGETTO A TRAZIONE DEL CALCESTRUZZO	f_{ctd}	0,64	[MPa]
TENSIONE AMMISSIBILE NEL CALCESTRUZZO NELLA COMBINAZIONE CARATTERISTICA	$S_{c,caratt.}$	5,922	[MPa]
TENSIONE AMMISSIBILE NEL CALCESTRUZZO NELLA COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE	$S_{c,q.p.}$	4,4415	[MPa]



“Finanziato dall'Unione Europea – NextGenerationEU”


	SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”	
	RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE	Pag. 17 di 57

6.2.2 Acciaio per Calcestruzzo Armato FEB32K

Acciaio - Rif. UNI EN 1992 - 1 - 1 : 2005

RESISTENZA A SNERVAMENTO DELL'ACCIAIO	f_{yk}	353	[MPa]
COEFFICIENTE DI SICUREZZA PARZIALE PER L'ACCIAIO	γ_s	479	[-]
MODULO DI ELASTICITÀ SECANTE DELL'ACCIAIO	E_s	206000	[MPa]
DEFORMAZIONE A SNERVAMENTO DELL'ACCIAIO	ϵ_{yd}	3,577E-06	[-]
DEFORMAZIONE ULTIMA DELL'ACCIAIO	ϵ_{su}	0,01	[-]
RESISTENZA DI PROGETTO A TRAZIONE DELL'ACCIAIO	f_{yd}	0,7	[MPa]
TENSIONE AMMISSIBILE NELL'ACCIAIO PER LE COMBINAZIONI A SLS	s_s	282,4	[MPa]



	SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”	
	RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE	Pag. 18 di 57

7 ANALISI DEI CARICHI DI PROGETTO

7.1 Neve

L'azione della Neve è calcolata in accordo con quanto riportato nel Paragrafo 3.4 delle Norme Tecniche delle Costruzioni (NTC 2018)

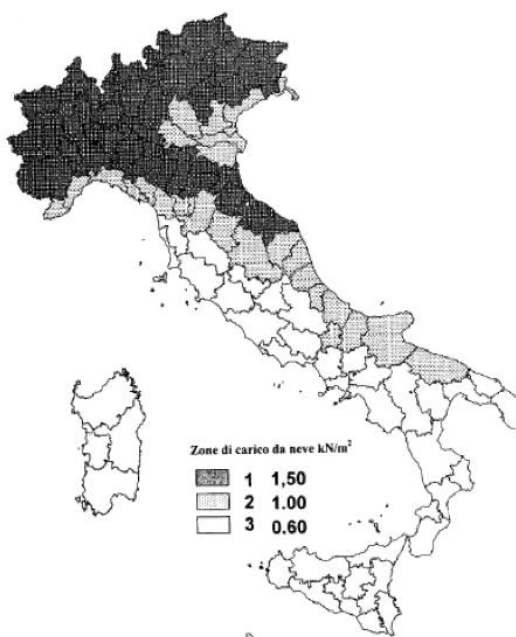
DATI:

Altitudine sul Livello del Mare = $as = 334$ Metri Circa

Zona II - [Arezzo, Ascoli Piceno, Bari, Campobasso, Chieti, Ferrara, Firenze, Foggia, **Genova**, Gorizia, Imperia, Isernia, La Spezia, Lucca, Macerata, Mantova, Massa Carrara, Padova, Perugia, Pescara, Pistoia, Prato, Rovigo, Savona, Teramo, Trieste, Venezia, Verona].


$$q_{sk} = 1,00 \frac{KN}{m^2} \quad as \leq 200 \text{ Metri}$$

$$q_{sk} = 0,85 * \left[1 + \left(\frac{as}{481} \right)^2 \right] \frac{KN}{m^2} \quad as > 200 \text{ Metri}$$



q_{sk} = Carico della Neve al Suolo



	SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”	
	RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE	Pag. 19 di 57

$$q_{sk} = 0,85 * \left[1 + \left(\frac{as}{481} \right)^2 \right] \frac{KN}{m^2} = 1,26 \text{ KN/m}^2$$

CALCOLO DEI COEFFICIENTI:

C_E = Coefficiente di Esposizione = 1

BATTUTA DAI VENTI	ARRE PIANEGGianti NON OSTRUITE SU TUTTI I LATI, SENZA COSTRUZIONI O ALBERI PIÙ ALTI	0,9
NORMALE	AREE IN CUI NON È PRESENTE UNA SIGNIFICATIVA RIMOZIONE DI NEVE SULLA COSTRUZIONE PRODOTTA DAL VENTO, A CAUSA DEL TERRENO, ALTRE COSTRUZIONI O ALBERI.	1
RIPARATA	AREE IN CUI LA COSTRUZIONE CONSIDERATA È SENSIBILMENTE PIÙ BASSA DEL CIRCOSTANTE TERRENO O CIRCONDATA DA COSTRUZIONI O ALBERI PIÙ ALTI	1,1

C_T = Coefficiente Termico = 1

C_F = Coefficiente di Forma: Inclinazione Falde Copertura = 22° [Gradi]

Coefficiente di Forma = μ = 0,8

Calcolo del Carico della Neve q_s sulla Copertura dell’Edificio:

$$q_s = \mu * q_{sk} * C_E * C_T = 0,8 * 1,26 * 1 * 1 = 1,01 \text{ KN/m}^2$$

Con:


μ = Coefficiente di Forma

q_{sk} = Valore Caratteristico della Neve al Suolo (KN/m²)

C_E = Coefficiente di Esposizione

C_T = Coefficiente Termico



	SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”	
	RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE	Pag. 20 di 57

7.2 Azione del Vento

L’Azione del Vento è calcolata in accordo con quanto riportato nel Paragrafo 3.3 delle Norme Tecniche delle Costruzioni (NTC 2018)

DATI:

Area di Ubicazione dell'Edificio: **Area 7 Liguria**

Classe di Rugosità del Terreno: **B - Aree Urbane**

Tempo di ritorno: **50 Anni**

Altitudine sul Livello del Mare: **334 m**

Distanza dalla Costa: **24 Km Circa**

Categoria di Esposizione del Sito: **IV**

Altezza dell'Edificio: **15.20 Metri Circa**

CALCOLO VELOCITÀ DI RIFERIMENTO DEL VENTO:

Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_s	C_a
7	28	1000	0,54	1,000

$V_{b,0}$ (Velocità media del Vento): 28 m/s

a_0 (Altitudine media): 1000 m

$$V_b = V_{b,0} * C_a = 28 \frac{m}{s}$$
$$V_R = V_b * C_R = 28 \frac{m}{s} * 1 = 28 \frac{m}{s}$$

Dove:

C_R = Coefficiente di Ritorno = 1

V_b = Velocità Base di Riferimento = 28 m/s

V_R = Velocità di Riferimento


PRESSIONE CINETICA DI RIFERIMENTO:

q_R = Pressione Cinetica di Riferimento (N/mm²)

φ = Densità dell’Aria (Kg/m³)



“Finanziato dall'Unione Europea – NextGenerationEU”

	SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”	
	RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE	Pag. 21 di 57

$$qR = \frac{1}{2} * \varphi * VR^2 = \frac{1}{2} * 1,25 \frac{Kg}{m^3} * 28 \frac{m}{s} = 490,0 \frac{N}{m^2}$$

CALCOLO DEL COEFFICIENTE DINAMICO:

Può essere assunto cautelativamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali edifici di forma regolare non eccedenti 80 metri di altezza ed i capannoni industriali.

CALCOLO DEL COEFFICIENTE TOPOGRAFICO:

Il coefficiente topografico si assume di norma uguale ad 1, sia per le zone pianeggianti che per le zone ondulate, collinari e montane.

CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI ESPOSIZIONE:

Il coefficiente di esposizione dipende: dall'altezza Z della costruzione dal suolo, dalla topografia del terreno e dalla categoria di esposizione del sito (quindi dalla classe di rugosità del terreno) ove sorge la costruzione.

$$Ce(z) = Kr^2 * Ct * \ln\left(\frac{Z}{Z_0}\right) * \left[7 + Ct * \ln\left(\frac{Z}{Z_0}\right)\right] \quad \text{per } Z \geq Z_{min}$$

$$Ce(z) = Ce(Z_{min}) \quad \text{per } Z < Z_{min}$$

Coefficiente di Esposizione Minimo:	$Ce_{minimo} = 1,63$	$Z < 8,00 \text{ m}$
Coefficiente di Esposizione alla Gronda:	$Ce_{Gronda} = 1,93$	$Z = 12,30 \text{ m}$
Coefficiente di Esposizione al Colmo:	$Ce_{Colmo} = 2,04$	$Z = 15,20 \text{ m}$

CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI ESPOSIZIONE:

Classificazione della costruzione: Pianta rettangolare con coperture a falde inclinate.

Costruzione che ha una parete con aperture di superficie minore di 1/3 di quella totale.

CALCOLO PRESSIONE DEL VENTO NELLA CONDIZIONE PIÙ SFAVOREVOLE:


$$P = q_b * Ce * Cp * Cd * Ct$$

q_b (Pressione Cinetica di riferimento)

C_t (Coefficiente Topografico): 1,00



“Finanziato dall'Unione Europea – NextGenerationEU”

	SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”	
	RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE	Pag. 22 di 57

Ce (Coefficiente di Esposizione)

Cd (Coefficiente Dinamico): 1,00

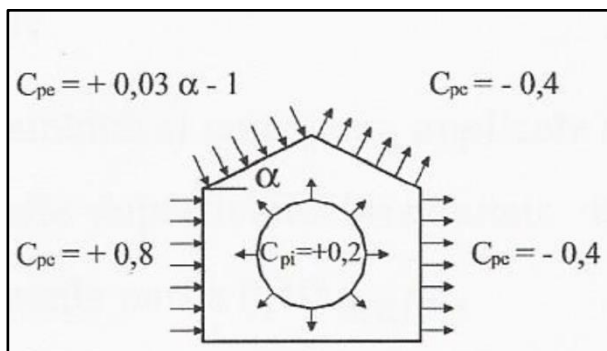
Cp (Coefficiente di Forma) = 0,6 - CONFIGURAZIONE A

Cp (Coefficiente di Forma) = 1,0 - CONFIGURAZIONE B



	SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”	Pag. 23 di 57
	RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE	

CONFIGURAZIONE A:



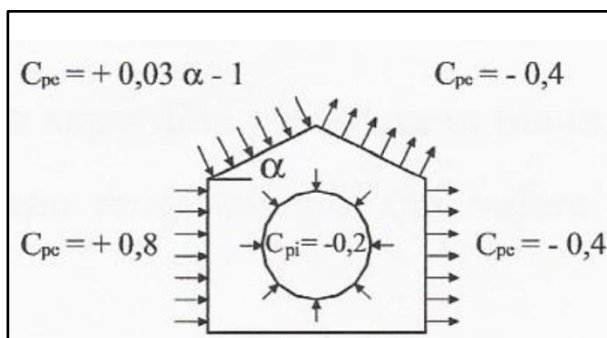
$$P_{SOPRAVENTO} = 0,491 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} * 2,04 * 0,60 * 1,0 * 1,0 = 0,60 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$P_{SOTTOVENTO} = 0,491 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} * 2,04 * (-0,60) * 1,0 * 1,0 = -0,60 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$P_{COPERTURA SOPRAVENTO} = 0,491 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} * 2,04 * (-0,54) * 1,0 * 1,0 = -0,54 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$P_{COPERTURA SOTTOVENTO} = 0,491 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} * 2,04 * (-0,60) * 1,0 * 1,0 = -0,60 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

CONFIGURAZIONE B:




$$P_{SOPRAVENTO} = 0,491 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} * 2,04 * 1,0 * 1,0 * 1,0 = 1,00 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$P_{SOTTOVENTO} = 0,491 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} * 2,04 * (-0,20) * 1,0 * 1,0 = -0,20 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$P_{COPERTURA SOPRAVENTO} = 0,491 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} * 2,04 * (-0,14) * 1,0 * 1,0 = -0,14 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$P_{COPERTURA SOTTOVENTO} = 0,491 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} * 2,04 * (-0,20) * 1,0 * 1,0 = -0,20 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$



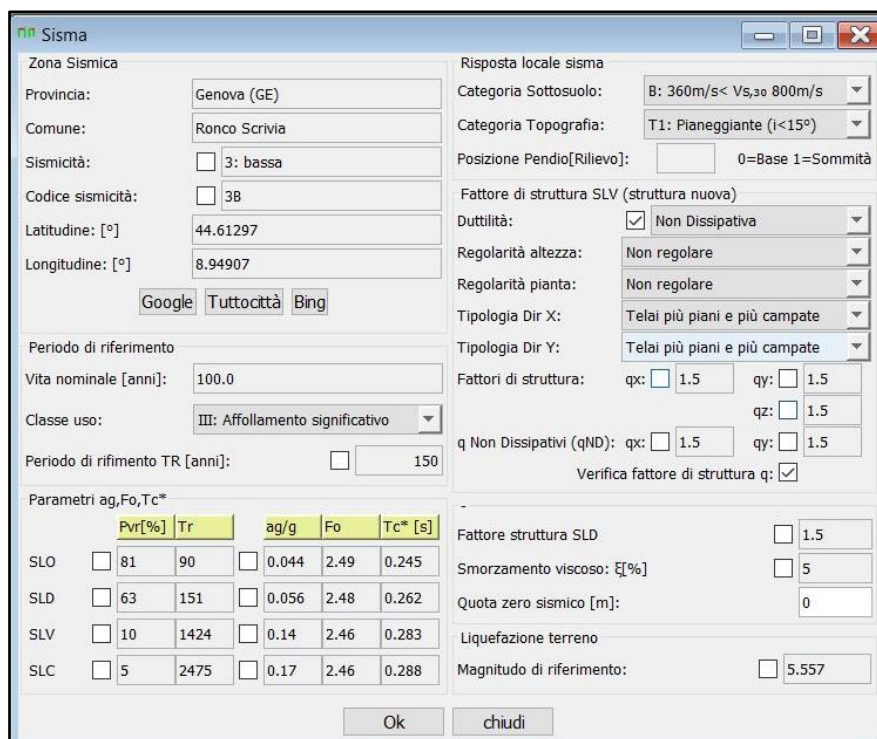
	SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”	
	RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE	Pag. 24 di 57

7.3 Azione Sisma

Lo spettro di domanda viene definito in funzione del reticolo di riferimento riportato nella “Tabella 1” (Parametri Spettrali) in allegato alle Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 17 Gennaio 2018. Tale tabella fornisce, in funzione delle coordinate geografiche (Latitudine, Longitudine), i parametri necessari a tracciare lo spettro relativo ad un periodo di ritorno assegnato (T_R), definito in base alla probabilità di superamento dello stato limite in esame.

Lo spettro sismico dipende anche dalla “classe del suolo” e dalla “categoria topografica”.

Il comune di Ronco Scrivia (Genova) presenta i seguenti valori relativi allo spettro sismico concordemente alle NTC – D.M. 17/01/2018 (**Latitudine N 44.612889° - Longitudine E 8.949250°**), calibrato su una struttura con VN = 100 anni e Classe d’Uso III.



The screenshot shows the 'Sisma' software interface with the following data entered:

- Zona Sismica:** Provincia: Genova (GE), Comune: Ronco Scrivia, Sismicità: 3: bassa, Codice sismicità: 3B, Latitudine: 44.61297, Longitudine: 8.94907.
- Periodo di riferimento:** Vita nominale [anni]: 100.0, Classe uso: III: Affollamento significativo, Periodo di riferimento T_R [anni]: 150.
- Parametri a_g, F_0, T_c^* :**

	Pvr[%]	Tr	a_g/g	F_0	$T_c^* [s]$
SLO	81	90	0.044	2.49	0.245
SLD	63	151	0.056	2.48	0.262
SLV	10	1424	0.14	2.46	0.283
SLC	5	2475	0.17	2.46	0.288

Risposta locale sisma: Categoria Sottosuolo: B: 360m/s < $V_{s,30}$ 800m/s, Categoria Topografia: T1: Pianeggiante ($i < 15^\circ$), Posizione Pendio[Rilievo]: 0=Base 1=Sommità.

Fattore di struttura SLV (struttura nuova): Duttilità: ☒ Non Dissipativa, Regolarità altezza: Non regolare, Regolarità pianta: Non regolare, Tipologia Dir X: Telai più piani e più campate, Tipologia Dir Y: Telai più piani e più campate.

Fattori di struttura: qx: 1.5, qy: 1.5, qz: 1.5, q Non Dissipativi (qND): qx: 1.5, qy: 1.5, Verifica fattore di struttura q: ☒.

Fattore struttura SLD: 1.5, Smorzamento viscoso: ξ [%]: 5, Quota zero sismico [m]: 0.

Liquefazione terreno: Magnitudo di riferimento: 5.557.


Dove:

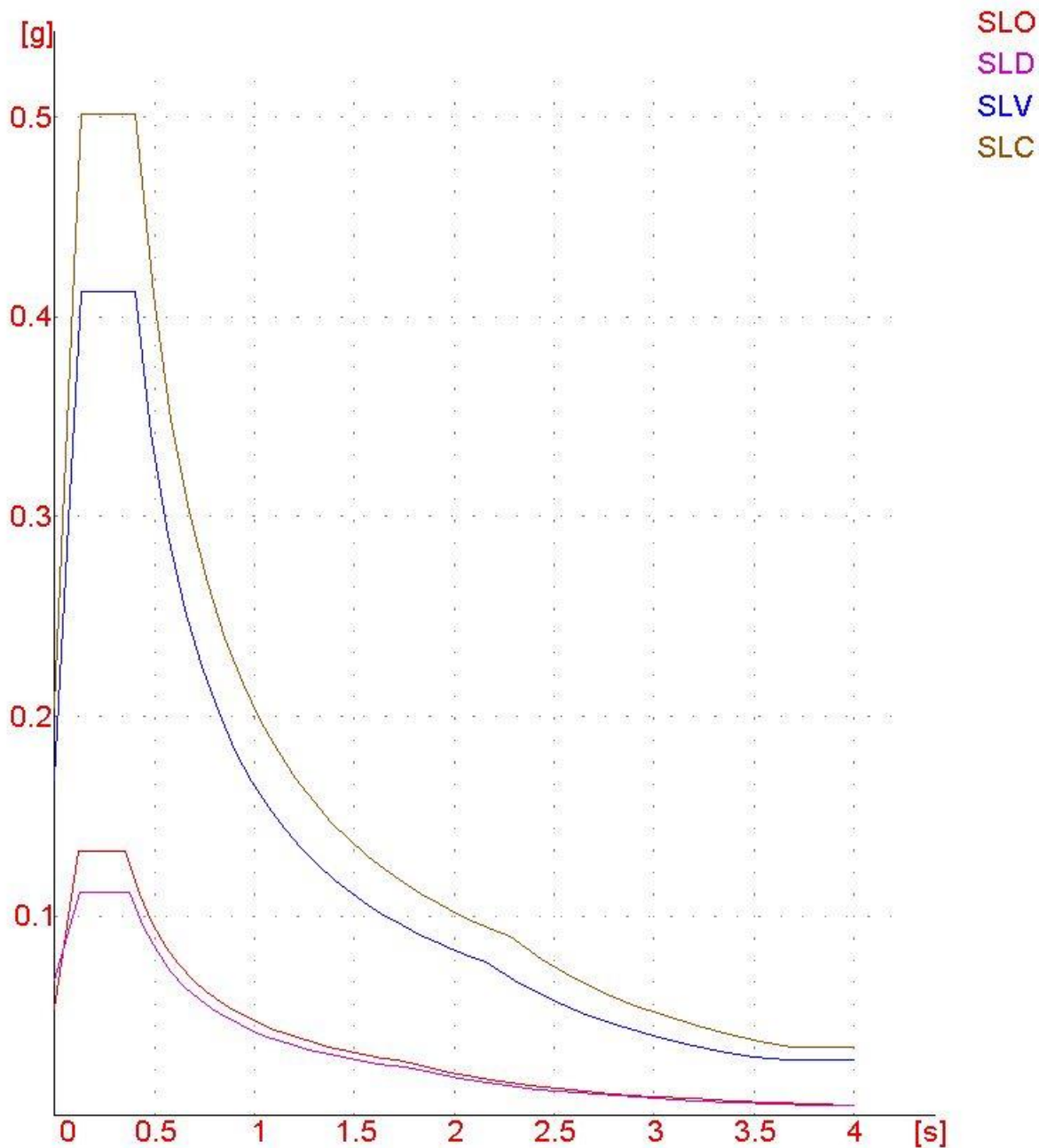
a_g = Accelerazione Orizzontale massima al Sito

F_0 = 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




	SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”	
	RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE	Pag. 25 di 57



Spettri – Direzione X e Y di Progetto



	SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”	
	RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE	Pag. 26 di 57

7.4 ANALISI DETTAGLIATA CARICHI VERTICALI

7.4.1 Stato di Fatto

ANALISI DEI CARICHI SCUOLA "E. DE AMICIS" - RONCO SCRIVIA (GE)				
COPERTURA				
<i>Elementi Strutturali (G_1)</i>		KN/m ³	Sp. M	KN/m ²
COPERTURA (Profilati Metallici, Tavolato e Tegole)				0,70
			$G_1 =$	0,70
<i>Elementi Non Strutturali (G_2)</i>		KN/m ³	Sp. M	KN/m ²
IMPERMEABILIZZAZIONI				0,0335
			$G_2 =$	0,0335
<i>Carichi Variabili (Q)</i>				KN/m ²
CARICO NEVE				1,01
			$Q_k =$	1,01
Coefficienti Parziali (g_F) per le Azioni (Verifica SLU)			(Favorevole)	(Sfavorevole)
$g_{G1} =$			1	1,30
$g_{G2} =$			1	1,50
$g_Q =$			1	1,50
Combinazione Fondamentale (SLU)		$q_1 = G_1 \times g_{G1} + G_2 \times g_{G2} + Q_k \times g_Q$		
	(Favorevole)	(Sfavorevole)		
$G_1 \times g_{G1} =$	0,70	0,91	KN/m ²	
$G_2 \times g_{G2} =$	0,03	0,05	KN/m ²	
$Q_k \times g_Q =$	1,01	1,52	KN/m ²	
$q_1 =$	1,74	2,48	KN/m ²	



	SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”	
	RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE	Pag. 27 di 57

SOTTOTETTO

Elementi Strutturali (G_1)

			KN/m ³	Sp. M	KN/m ²
SOLAIO STIMP A		A		0,22	
SOLAIO 12+4		B		0,16	
SOLAIO STIMP B		C		0,29	
				$G_{1A} =$	2,00
				$G_{1B} =$	2,25
				$G_{1C} =$	2,65

Elementi Non Strutturali (G_2)

			KN/m ³	Sp. M	KN/m ²
INTONACO INTRADOSSO					0,20
				$G_2 =$	0,20

Carichi Variabili (Q)

		KN/m ²
CARICO ESERCIZIO q _k		2,00
	q _k =	2,00

Coefficienti Parziali (g_F) per le Azioni (Verifica SLU)

Combinazione Fondamentale (SLU)

	(Favorevole)	(Sfavorevole)
$g_{G1} =$	1	1,30
$g_{G2} =$	1	1,50
$g_Q =$	1	1,50

$$q_1 = G_1 \times g_{G1} + G_2 \times g_{G2} + q_k \times g_Q$$

	(Favorevole)	(Sfavorevole)	
$G_1 \times g_{G1} =$	2,00	2,60	KN/m ²
$G_2 \times g_{G2} =$	0,20	0,30	KN/m ²
$q_k \times g_Q =$	2,00	3,00	KN/m ²
$q_1 =$	4,20	5,90	KN/m ²

	(Favorevole)	(Sfavorevole)	
$G_1 \times g_{G1} =$	2,25	2,93	KN/m ²
$G_2 \times g_{G2} =$	0,20	0,30	KN/m ²
$q_k \times g_Q =$	2,00	3,00	KN/m ²
$q_1 =$	4,45	6,23	KN/m ²

	(Favorevole)	(Sfavorevole)	
$G_1 \times g_{G1} =$	2,65	3,45	KN/m ²
$G_2 \times g_{G2} =$	0,20	0,30	KN/m ²
$q_k \times g_Q =$	2,00	3,00	KN/m ²
$q_1 =$	4,85	6,75	KN/m ²



	SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”	
	RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE	Pag. 28 di 57

PIANO SECONDO - PIANO PRIMO - PIANO TERRA

Elementi Strutturali (G_1)

			KN/m ³	Sp. M	KN/m ²
SOLAIO STIMP A		A		0,22	
SOLAIO 12+4		B		0,16	
SOLAIO STIMP B		C		0,29	
				$G_{1A} =$	2,00
				$G_{1B} =$	2,25
				$G_{1C} =$	2,65

Elementi Non Strutturali (G_2)

			KN/m ³	Sp. M	KN/m ²
INTONACO INTRADOSSO					0,20
SOTTOFONDO					0,72
TRAMEZZE					0,80
PAVIMENTAZIONE					0,40
				$G_2 =$	2,12

Carichi Variabili (Q)

		KN/m ²
CARICO ESERCIZIO qk		3,00
	qk =	3,00

Coefficienti Parziali (g_F) per le Azioni (Verifica SLU)

	(Favorevole)	(Sfavorevole)
$g_{G1} =$	1	1,30
$g_{G2} =$	1	1,50
$g_Q =$	1	1,50

Combinazione Fondamentale (SLU)


$$q_1 = G_1 \times g_{G1} + G_2 \times g_{G2} + q_k \times g_Q$$

	(Favorevole)	(Sfavorevole)	
$G_1 \times g_{G1} =$	2,00	2,60	KN/m ²
$G_2 \times g_{G2} =$	2,12	3,18	KN/m ²
$q_k \times g_Q =$	3,00	4,50	KN/m ²
$q_1 =$	7,12	10,28	KN/m ²

	(Favorevole)	(Sfavorevole)	
$G_1 \times g_{G1} =$	2,25	2,93	KN/m ²
$G_2 \times g_{G2} =$	2,12	3,18	KN/m ²
$q_k \times g_Q =$	3,00	4,50	KN/m ²
$q_1 =$	7,37	10,61	KN/m ²

	(Favorevole)	(Sfavorevole)	
$G_1 \times g_{G1} =$	2,65	3,45	KN/m ²
$G_2 \times g_{G2} =$	2,12	3,18	KN/m ²
$q_k \times g_Q =$	3,00	4,50	KN/m ²
$q_1 =$	7,77	11,13	KN/m ²



	SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”	
	RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE	Pag. 29 di 57

7.4.2 Stato di Progetto

ANALISI DEI CARICHI SCUOLA "E. DE AMICIS" - RONCO SCRIVIA (GE)																
COPERTURA																
<i>Elementi Strutturali (G_1)</i>																
	KN/m ³	Sp. M	KN/m ²													
COPERTURA (Profilati Metallici, Tavolato e Tegole)			0,70													
		$G_1 =$	0,70													
<i>Elementi Non Strutturali (G_2)</i>																
	KN/m ³	Sp. M	KN/m ²													
IMPERMEABILIZZAZIONI			0,0335													
		$G_2 =$	0,0335													
<i>Carichi Variabili (Q)</i>																
				KN/m ²												
CARICO NEVE				1,01												
	$q_k =$			1,01												
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="width: 45%;"> <p>Coefficienti Parziali (g_F) per le Azioni (Verifica SLU)</p> </div> <table border="1" style="width: 50%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>(Favorevole)</th> <th>(Sfavorevole)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$g_{G1} =$</td> <td>1</td> <td>1,30</td> </tr> <tr> <td>$g_{G2} =$</td> <td>1</td> <td>1,50</td> </tr> <tr> <td>$g_Q =$</td> <td>1</td> <td>1,50</td> </tr> </tbody> </table> </div>						(Favorevole)	(Sfavorevole)	$g_{G1} =$	1	1,30	$g_{G2} =$	1	1,50	$g_Q =$	1	1,50
	(Favorevole)	(Sfavorevole)														
$g_{G1} =$	1	1,30														
$g_{G2} =$	1	1,50														
$g_Q =$	1	1,50														
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="width: 45%;"> <p>Combinazione Fondamentale (SLU)</p> </div> <div style="width: 50%;"> $q_1 = G_1 \times g_{G1} + G_2 \times g_{G2} + q_k \times g_Q$ </div> </div>																
	(Favorevole)	(Sfavorevole)														
$G_1 \times g_{G1} =$	0,70	0,91	KN/m ²													
$G_2 \times g_{G2} =$	0,03	0,05	KN/m ²													
$q_k \times g_Q =$	1,01	1,52	KN/m ²													
$q_1 =$	1,74	2,48	KN/m ²													



	SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”	
	RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE	Pag. 30 di 57

SOTTOTETTO

Elementi Strutturali (G_1)

			KN/m ³	Sp. M	KN/m ²
SOLAIO STIMP A		A		0,22	
SOLAIO 12+4		B		0,16	
SOLAIO STIMP B		C		0,29	
				$G_{1A} =$	2,00
				$G_{1B} =$	2,25
				$G_{1C} =$	2,65

Elementi Non Strutturali (G_2)

			KN/m ³	Sp. M	KN/m ²
INTONACO INTRADOSSO					0,20
				$G_2 =$	0,20

Carichi Variabili (Q)

		KN/m ²
CARICO ESERCIZIO q _k		2,00
	q _k =	2,00

Coefficienti Parziali (g_F) per le Azioni (Verifica SLU)

Combinazione Fondamentale (SLU)

	(Favorevole)	(Sfavorevole)
$g_{G1} =$	1	1,30
$g_{G2} =$	1	1,50
$g_Q =$	1	1,50

$$q_1 = G_1 \times g_{G1} + G_2 \times g_{G2} + q_k \times g_Q$$

	(Favorevole)	(Sfavorevole)	
$G_1 \times g_{G1} =$	2,00	2,60	KN/m ²
$G_2 \times g_{G2} =$	0,20	0,30	KN/m ²
$q_k \times g_Q =$	2,00	3,00	KN/m ²
$q_1 =$	4,20	5,90	KN/m ²

	(Favorevole)	(Sfavorevole)	
$G_1 \times g_{G1} =$	2,25	2,93	KN/m ²
$G_2 \times g_{G2} =$	0,20	0,30	KN/m ²
$q_k \times g_Q =$	2,00	3,00	KN/m ²
$q_1 =$	4,45	6,23	KN/m ²

	(Favorevole)	(Sfavorevole)	
$G_1 \times g_{G1} =$	2,65	3,45	KN/m ²
$G_2 \times g_{G2} =$	0,20	0,30	KN/m ²
$q_k \times g_Q =$	2,00	3,00	KN/m ²
$q_1 =$	4,85	6,75	KN/m ²



	SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”	
	RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE	Pag. 31 di 57

PIANO SECONDO

Elementi Strutturali (G_1)

			KN/m ³	Sp. M	KN/m ²
SOLAIO STIMP A		A		0,22	
SOLAIO 12+4		B		0,16	
SOLAIO STIMP B		C		0,29	
				$G_{1A} =$	2,00
				$G_{1B} =$	2,25
				$G_{1C} =$	2,65

Elementi Non Strutturali (G_2)

			KN/m ³	Sp. M	KN/m ²
INTONACO INTRADOSSO					0,20
SOTTOFONDO					0,72
TRAMEZZE					0,80
PAVIMENTAZIONE					0,40
				$G_2 =$	2,12

Carichi Variabili (Q)

		KN/m ²
CARICO ESERCIZIO q _k		3,00
	q _k =	3,00

Coefficienti Parziali (g_i) per le Azioni (Verifica SLU)

	(Favorevole)	(Sfavorevole)
$g_{G1} =$	1	1,30
$g_{G2} =$	1	1,50
$g_Q =$	1	1,50

Combinazione Fondamentale (SLU)

$$q_1 = G_1 \times g_{G1} + G_2 \times g_{G2} + q_k \times g_Q$$

	(Favorevole)	(Sfavorevole)	
$G_1 \times g_{G1} =$	2,00	2,60	KN/m ²
$G_2 \times g_{G2} =$	2,12	3,18	KN/m ²
$q_k \times g_Q =$	3,00	4,50	KN/m ²
$q_1 =$	7,12	10,28	KN/m ²

	(Favorevole)	(Sfavorevole)	
$G_1 \times g_{G1} =$	2,25	2,93	KN/m ²
$G_2 \times g_{G2} =$	2,12	3,18	KN/m ²
$q_k \times g_Q =$	3,00	4,50	KN/m ²
$q_1 =$	7,37	10,61	KN/m ²

	(Favorevole)	(Sfavorevole)	
$G_1 \times g_{G1} =$	2,65	3,45	KN/m ²
$G_2 \times g_{G2} =$	2,12	3,18	KN/m ²
$q_k \times g_Q =$	3,00	4,50	KN/m ²
$q_1 =$	7,77	11,13	KN/m ²



	SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”	
	RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE	Pag. 32 di 57

PIANO PRIMO

Elementi Strutturali (G_1)

			KN/m ³	Sp. M	KN/m ²
SOLAIO STIMP A		A		0,22	
SOLAIO 12+4		B		0,16	
SOLAIO STIMP B		C		0,29	
				$G_{1A} =$	2,00
				$G_{1B} =$	2,25
				$G_{1C} =$	2,65

Elementi Non Strutturali (G_2)

			KN/m ³	Sp. M	KN/m ²
INTONACO INTRADOSSO					0,20
SOTTOFONDO				0,04	0,72
TRAMEZZE					0,80
PAVIMENTAZIONE					0,40
				$G_2 =$	2,12

Carichi Variabili (Q)

	KN/m ²
CARICO ESERCIZIO q_k	3,00
	$q_k =$ 3,00

Coefficienti Parziali (g_F) per le Azioni (Verifica SLU)

	(Favorevole)	(Sfavorevole)
$g_{G1} =$	1	1,30
$g_{G2} =$	1	1,50
$g_Q =$	1	1,50

Combinazione Fondamentale (SLU)

$$q_1 = G_1 \times g_{G1} + G_2 \times g_{G2} + q_k \times g_Q$$

	(Favorevole)	(Sfavorevole)	
$G_1 \times g_{G1} =$	2,00	2,60	KN/m ²
$G_2 \times g_{G2} =$	2,12	3,18	KN/m ²
$q_k \times g_Q =$	3,00	4,50	KN/m ²
$q_1 =$	7,12	10,28	KN/m ²

	(Favorevole)	(Sfavorevole)	
$G_1 \times g_{G1} =$	2,25	2,93	KN/m ²
$G_2 \times g_{G2} =$	2,12	3,18	KN/m ²
$q_k \times g_Q =$	3,00	4,50	KN/m ²
$q_1 =$	7,37	10,61	KN/m ²

	(Favorevole)	(Sfavorevole)	
$G_1 \times g_{G1} =$	2,65	3,45	KN/m ²
$G_2 \times g_{G2} =$	2,12	3,18	KN/m ²
$q_k \times g_Q =$	3,00	4,50	KN/m ²
$q_1 =$	7,77	11,13	KN/m ²



	SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”	
	RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE	Pag. 33 di 57

PIANO TERRA

Elementi Strutturali (G_1)

			KN/m ³	Sp. M	KN/m ²
SOLAIO LATERO - CEMENTO	20 + 5	-		0,25	
SOLAIO LATERO - CEMENTO	22 + 5	-		0,27	
				$G_{1_20+5} =$	3,60
				$G_{1_22+5} =$	3,83

Elementi Non Strutturali (G_2)

			KN/m ³	Sp. M	KN/m ²
INTONACO INTRADOSSO					0,20
SOTTOFONDO				0,04	0,72
TRAMEZZE					0,80
PAVIMENTAZIONE					0,40
				$G_2 =$	2,12

Carichi Variabili (Q)

	KN/m ²
CARICO ESERCIZIO q_k	3,00
	$q_k =$ 3,00

Coefficienti Parziali (g) per le Azioni (Verifica SLU)

Combinazione Fondamentale (SLU)


	(Favorevole)	(Sfavorevole)
$g_{G1} =$	1	1,30
$g_{G2} =$	1	1,50
$g_Q =$	1	1,50

$$q_1 = G_1 \times g_{G1} + G_2 \times g_{G2} + q_k \times g_Q$$

	(Favorevole)	(Sfavorevole)	
$G_1 \times g_{G1} =$	3,60	4,67	KN/m ²
$G_2 \times g_{G2} =$	0,40	0,60	KN/m ²
$q_k \times g_Q =$	3,00	4,50	KN/m ²
$q_1 =$	7,00	9,77	KN/m ²

	(Favorevole)	(Sfavorevole)	
$G_1 \times g_{G1} =$	3,83	4,98	KN/m ²
$G_2 \times g_{G2} =$	2,12	3,18	KN/m ²
$q_k \times g_Q =$	3,00	4,50	KN/m ²
$q_1 =$	8,95	12,66	KN/m ²



	SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”	
	RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE	Pag. 34 di 57

7.5 Combinazioni di Carico

Le azioni sono state combinate secondo la combinazione fondamentale e sismica riportate nel Par. 2.5.1 e 2.5.7 delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 – D.M. 17/01/2018.

Ai fini delle verifiche degli stati limite, si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$
 [2.5.1]
- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$
 [2.5.2]
- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$
 [2.5.3]
- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$
 [2.5.4]
- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$
 [2.5.5]
- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali A:

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$
 [2.5.6]

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj} \quad [2.5.7]$$


Nelle combinazioni si intende che vengano omessi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2 .

Altre combinazioni sono da considerare in funzione di specifici aspetti (p. es. fatica, ecc.).

Nelle formule sopra riportate il simbolo “+” vuol dire “combinato con”.

I valori dei coefficienti ψ_{0j} , ψ_{1j} e ψ_{2j} sono dati nella Tab. 2.5.I oppure nella Tab. 5.1.VI per i ponti stradali e nella Tab. 5.2.VII per i ponti ferroviari. I valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_{Gi} e γ_{Qi} sono dati nel § 2.6.1.



	SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”	
	RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE	Pag. 35 di 57

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

		Coefficiente	EQU	A1	A2
		γ_F			
Carichi permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

Nella Tab. 2.6.I il significato dei simboli è il seguente:

γ_{G1} coefficiente parziale dei carichi permanenti G_1 ;

γ_{G2} coefficiente parziale dei carichi permanenti non strutturali G_2 ;


γ_{Qi} coefficiente parziale delle azioni variabili Q.

Nel caso in cui l'azione sia costituita dalla spinta del terreno, per la scelta dei coefficienti parziali di sicurezza valgono le indicazioni riportate nel Capitolo 6.

Il coefficiente parziale della precompressione si assume pari a $\gamma_p = 1,0$.

Altri valori di coefficienti parziali sono riportati nei capitoli successivi con riferimento a particolari azioni specifiche.



	SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”	
	RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE	Pag. 36 di 57

8 MODELLAZIONE STRUTTURALE

Con i dati a disposizione, riassunti nella seguente relazione di calcolo e nelle relazioni 1801_RNC_RCDA01 – 1801_RNC_RCDA02 - 1801_RNC_RCDA05 - 1801_RNC_RCDA06 - 1801_RNC_RCDA07 allegate, è stata modellata la struttura mediante il programma agli elementi finiti JASP 7.0 di INGEGNERIA.NET.

Si tratta di un programma di calcolo strutturale agli elementi finiti che nella versione più estesa è dedicato al progetto e alla verifica di elementi strutturali in cemento armato e alla vulnerabilità sismica di edifici in C.A. esistenti.

Il programma schematizza la struttura, che nel caso in esame, ha permesso, attraverso l'introduzione nell'ordine di fondazioni, poste anche a quote diverse, plinti e travi di fondazione, poggianti tutte su suolo elastico alla Winkler, di elementi verticali, pilastri, di orizzontamenti costituiti da solai orizzontali, e relative travi di piano e di falda; è ammessa anche l'introduzione di elementi prismatici in C.A. di interpiano con possibilità di collegamento in inclinato a solai posti a quote diverse. I nodi strutturali possono essere connessi a travi e pilastri, simulando così impalcati infinitamente deformabili nel piano. I nodi appartenenti agli impalcati orizzontali possono essere connessi rigidamente ad uno o più nodi principali giacenti nel piano dell'impalcato. Per quanto concerne i carichi, in fase di immissione dati, vengono definite, in numero a scelta dell'utente, condizioni di carico elementari le quali, in aggiunta alle azioni sismiche, vengono combinate attraverso coefficienti moltiplicativi per fornire le combinazioni richieste per le verifiche scelte. Tipologicamente sono ammessi sulle travi e sui pilastri carichi uniformemente distribuiti e concentrati.

Il calcolo degli effetti del sisma è condotto, a scelta dell'utente, con analisi statica lineare, con analisi dinamica modale o con analisi statica non lineare (Push Over), in accordo con il DM del 17/01/2018.


Generalmente per le costruzioni esistenti sono obbligatorie le verifiche rispetto ai soli SLU (Stati Limite Ultimi), opzionali quelle rispetto agli SLE (Stati Limite d'Esercizio).

Per gli SLU sono stati considerati, al fine di determinare la vulnerabilità sismica dell'edificio scolastico, gli stati limite SLV (Stato Limite di Salvaguardia della Vita), SLU (Stato Limite Ultimo) ed SLD (Stato Limite di Danno).

La valutazione dell'indice di rischio sismico si ottiene dalla seguente espressione:

$$IR = \frac{Capacità}{Domanda}$$



	SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”	
	RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE	Pag. 37 di 57

Domanda = Intensità sismica nel sito in esame (per il terremoto relativo allo stato limite di verifica SLV)

Capacità = Valutazione della resistenza sismica (rispetto ad un certo stato limite SLV)

La vulnerabilità sismica è stata quindi valutata in termini di indice di Rischio Sismico

$$IR = \frac{ag,c}{ag,d}$$

Dove a_g indica l'accelerazione di picco del terreno in fase sismica, il pedice c , indica la condizione ultima della struttura e definisce la sua capacità sismica, il pedice d , indica la condizione di progetto per lo stato limite considerato e definisce la domanda sismica.

La pericolosità sismica per i diversi stati limite, caratterizzata dal valore a_g e dalla forma dello spettro di risposta, è stata determinata sulla base delle norme tecniche attualmente in vigore (D.M. 2018).

La valutazione della capacità sismica è stata effettuata sulla base delle stesse norme mediante un'analisi Dinamica di tipo Lineare.


Si è scelto di effettuare la valutazione dell'Indice di rischio sismico con riferimento allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) e Stato Limite di Danno (SLD).

La scelta della tipologia di analisi impiegata (analisi dinamica lineare) è funzione della tipologia strutturale e delle caratteristiche dell'opera, in quanto in ragione del passaggio ad un sistema duale e delle dimensioni del manufatto oggetto di modellazione matematica, risulta impercorribile l'approccio mediante un'analisi più raffinata quale potrebbe essere una statica non lineare (Push - Over), che consente di avere un quadro dei risultati meno cautelativo (in quanto si attinge mediante la stessa anche alle riserve plastiche del sistema) ma sostanzialmente più approfondito sui limiti prestazionali del comportamento della struttura. Si è quindi optato per un tipo di analisi sicuramente cautelativa, ma soprattutto idonea all'edificio scolastico oggetto di vulnerabilità sismica.

L'analisi dinamica lineare consiste:

- Nella determinazione dei modi di vibrare della costruzione (analisi modale);
- Nel calcolo degli effetti dell'azione sismica, rappresentata dallo spettro di risposta di progetto, per ciascuno dei modi di vibrare individuati;
- Nella combinazione di questi effetti.



	SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”	
	RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE	Pag. 38 di 57

Devono essere considerati tutti i modi con massa partecipante significativa, ed è opportuno a tal riguardo considerare tutti i modi con massa partecipante superiore al 5% e comunque un numero di modi la cui massa partecipante totale sia superiore all'85%.

Di seguito immagine che mostra il tipo di analisi svolto:

Analisi Elastica Lineare

Opzioni analisi sismica

Analisi sismica Dinamica

Sisma Verticale ☐

Effetto P-Δ sisma No

Somma cmb. Sism. Automatica

Calcolo % rigidezza elementi secondari ☒

Amplificazione sisma 0.7

Azioni Temica, Vento, Imprefezioni

Azione Vento No

Effetto P-Δ vento ☐

Azione Termica ☐

Imprefezioni Globali No

Combinazioni

Rigenera combinazioni ☒

Esecutivi

Def. Travate Completa

Def. Travetti Solai Completa

Progetto armature No

Combinazioni & Verifiche

Esplicite

	SLU	Deform.	Fessur.	Tens. Eserc.	Spost. Sismici	Gerarch. Resist.	Rotaz. Ultima
Fondamentale	<input checked="" type="checkbox"/>
Rara.	.	.	.	<input type="checkbox"/>	.	.	.
Frequente	.	.	<input type="checkbox"/>
Quasi Perm.	.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.	<input type="checkbox"/>	.
Permanente	<input type="checkbox"/>	.
Sismica SLO	<input type="checkbox"/>	.	.
Sismica SLD	<input checked="" type="checkbox"/>	.	.	.	<input type="checkbox"/>	.	.
Sismica SLV	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sismica SLC	<input type="checkbox"/>

Opzioni analisi esistente

Verifica Esistenti ☒

Vulnerabilità sismica ☒

Analisi Elastica lineare


q elementi fragili 1

q elementi duttili 1

Calcola

Annulla

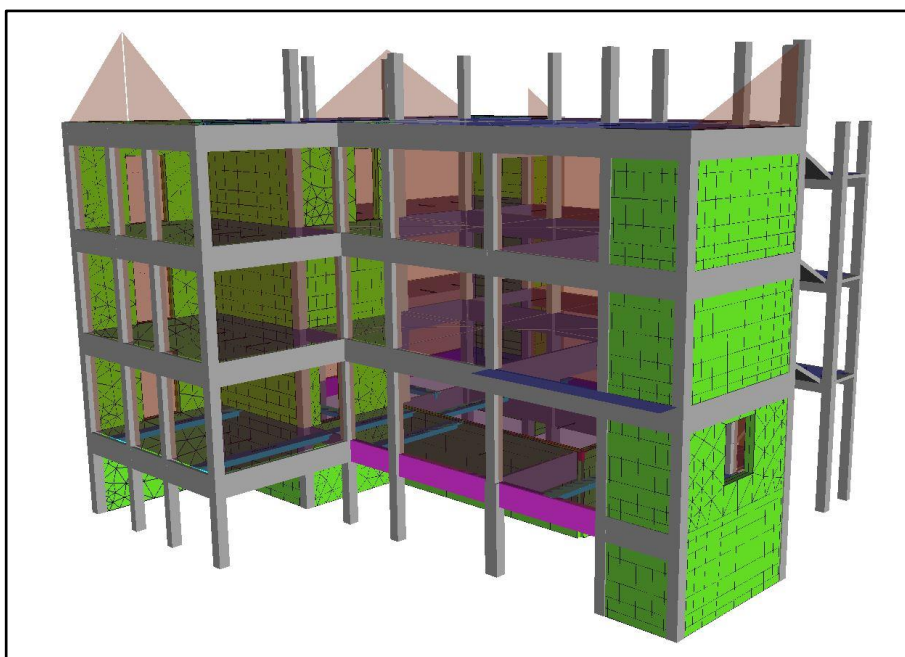


	SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”	
	RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE	Pag. 39 di 57

8.1 MODELLO F.E.M. e Criteri di Modellazione

La struttura, nel suo insieme, è stata schematizzata attraverso un modello tridimensionale costituito da elementi finiti bidimensionali (travi e pilastri).

Si riportano di seguito le immagini del modello realizzato con il Software agli elementi finiti JASP.





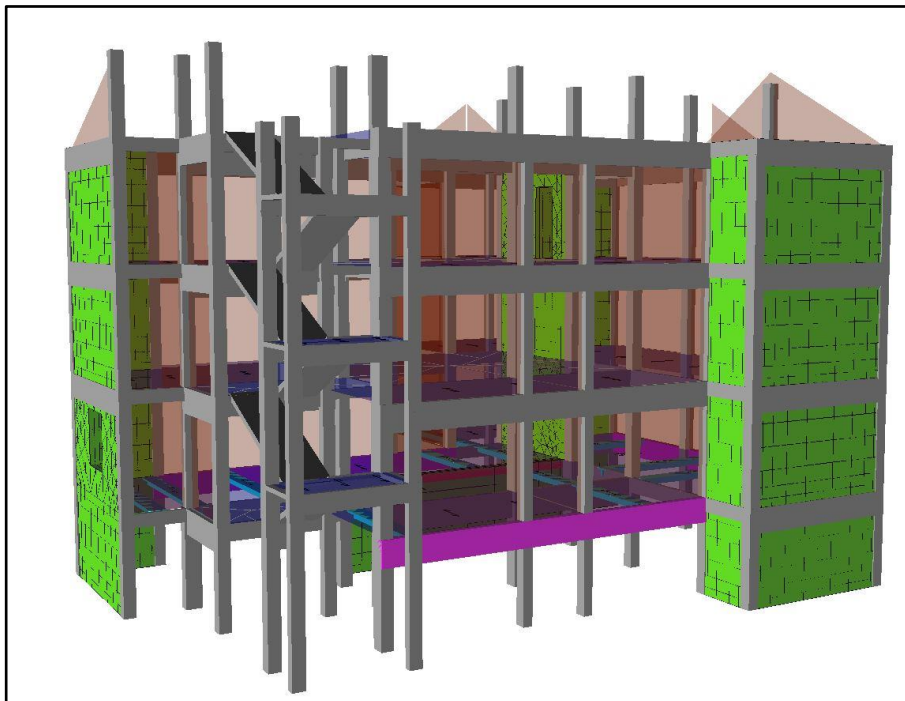
“Finanziato dall'Unione Europea – NextGenerationEU”



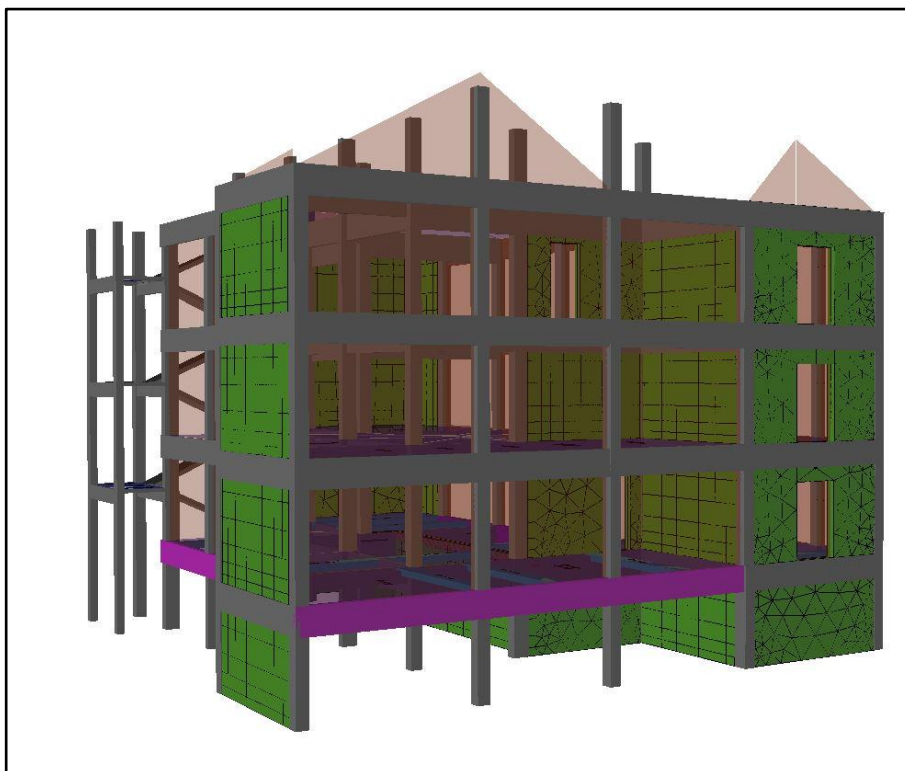
SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”

RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE

Pag. 40 di 57



Vista 3D del Modello F.E.M.



Vista 3D del Modello F.E.M.



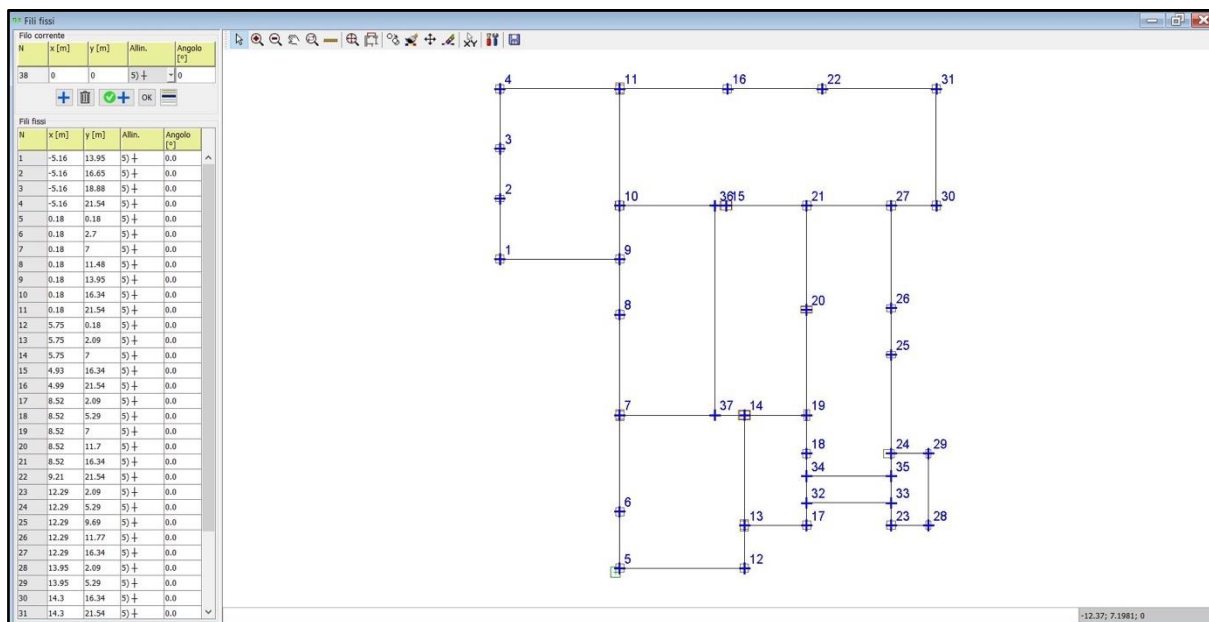
“Finanziato dall'Unione Europea – NextGenerationEU”



SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”


RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE

Pag. 41 di 57



Fili Fissi



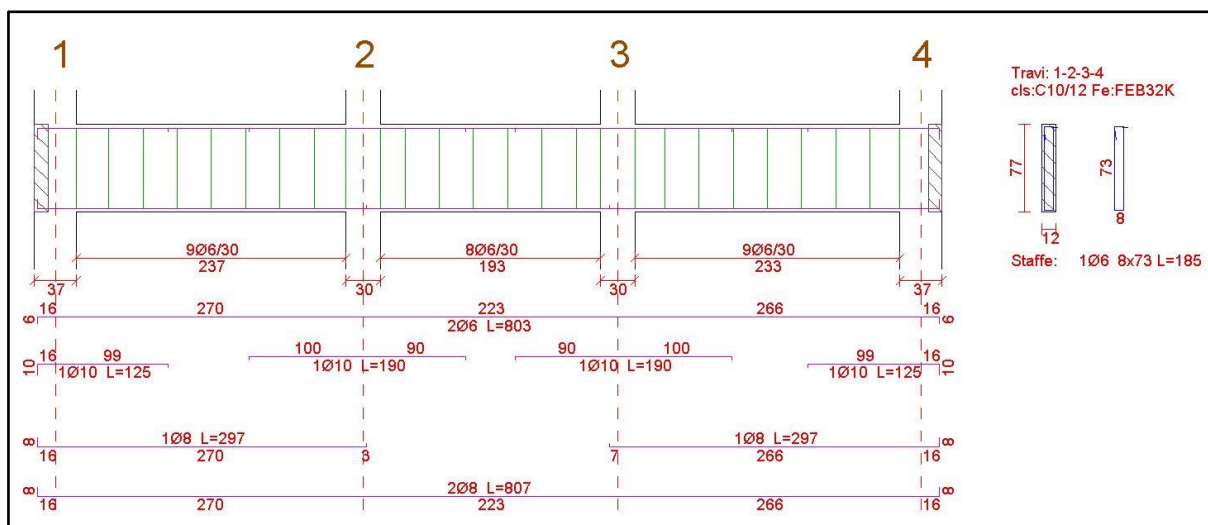
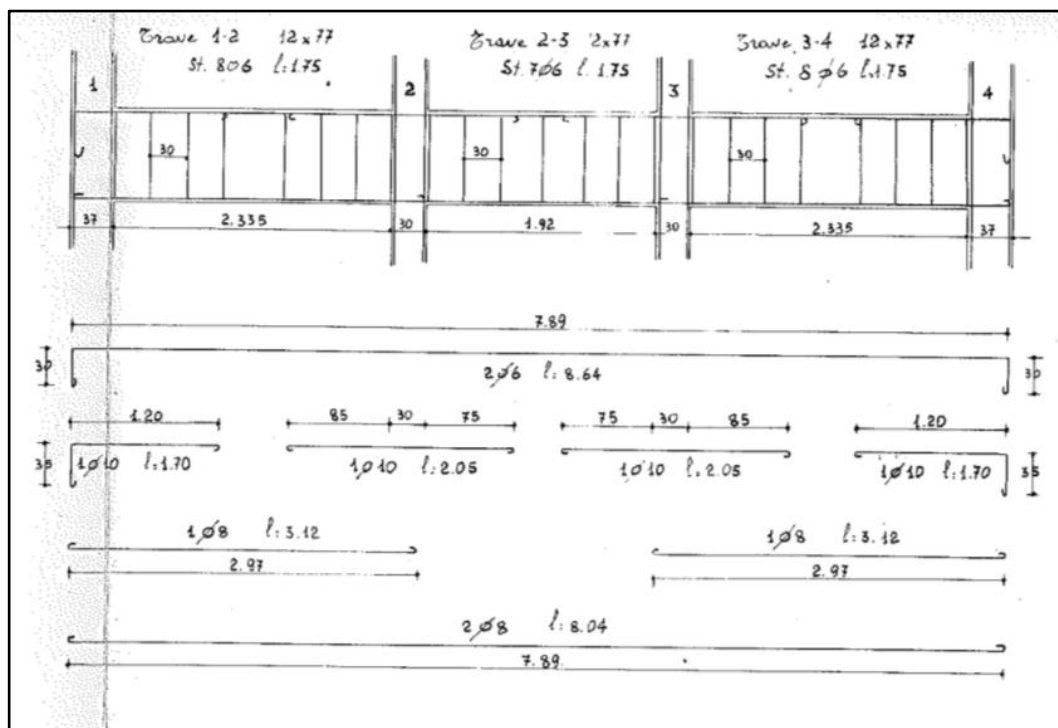
	SCUOLA ELEMENTARE "DE AMICIS"	
	RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE	Pag. 42 di 57

8.1.1 Armatura Travi e Pilastri Esistenti

Le armature delle travi e pilastri esistenti sono state inserite nel Modello F.E.M. manualmente, riportando fedelmente gli esecutivi del progetto originale.

A titolo d'esempio si riportano una trave e un pilastro:

TRAVE FILI 1 - 2 - 3 - 4



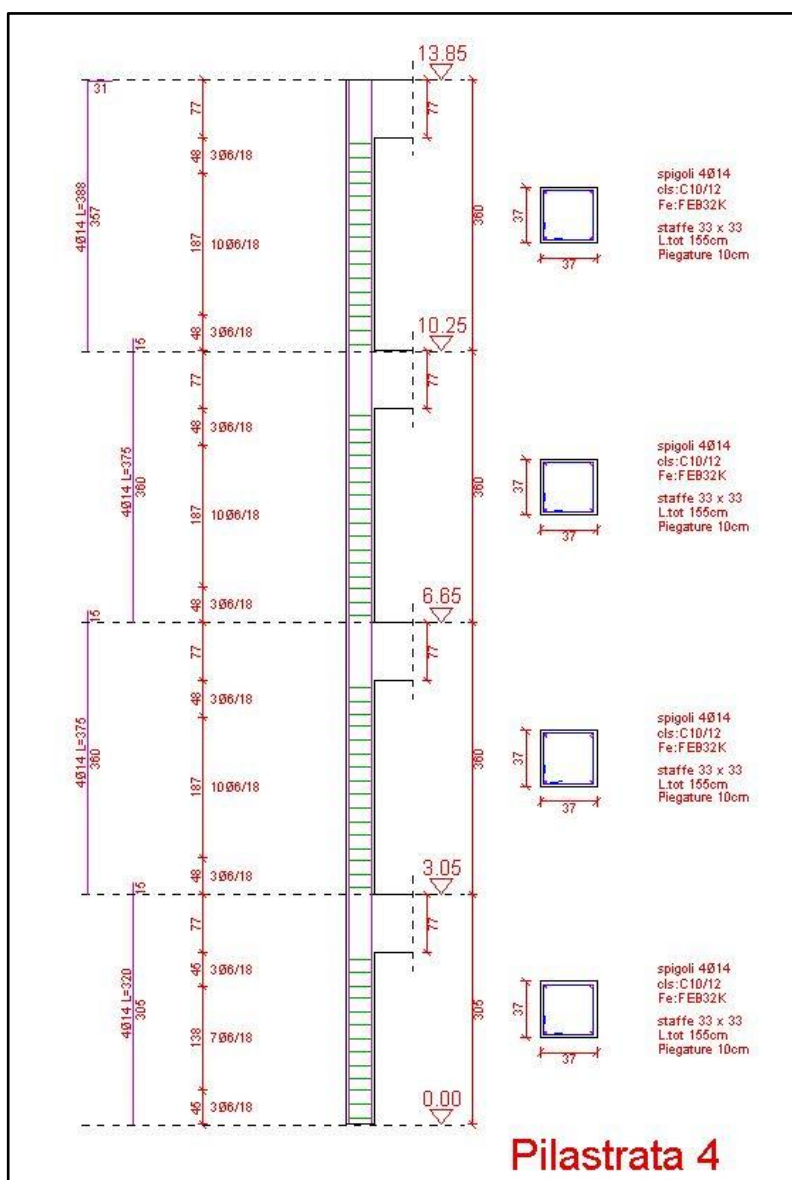


RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE

Pag. 43 di 57

PILASTRATA 4

Pilastri fra 1° e 2° solaio			
1-4-5-6-9-12-17-23-30-31	37 x 37	4 ϕ 14	l: 4.40
2-3-25-26	30 x 37	4 ϕ 12	l: 4.40
7-11-13-8-16-22-27	5 ϕ 14	l: 4.40	
10-21	37 x 37	4 ϕ 18	l: 4.40
14-15	37 x 45	6 ϕ 16	l: 4.40
18	37 x 33	4 ϕ 14	l: 4.40
19	25 x 50	6 ϕ 12	l: 4.40
20	30 x 50	6 ϕ 16	l: 4.40
24	37 x 48	4 ϕ 12	l: 4.40
28-29	37 x 25	4 ϕ 12	l: 4.40




Comune di Ronco Scrivia, Prot. N. 0002550 del 14-03-2022 in arrivo

ING. MIRKO PASTROVICCHIO

Viale Vittorio Veneto 5 – 16019 Ronco Scrivia (GE) – T-F +39010935473

E-Mail studio.pastrovicchio@gmail.com – PEC. mirko.pastrovicchio@gmail.com



	SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”	
	RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE	Pag. 44 di 57

8.1.2 Fondazioni

Le fondazioni dell’edificio non sono state modellate e le colonne sono state “incastrate” alla base.

Nella valutazione della vulnerabilità sismica, finalizzata all’ottenimento di un indice di rischio inferiore, rispetto alla condizione ANTE OPERAM, la verifica del sistema di fondazione è stata omessa in quanto non sussistono condizioni tali che possono dare luogo a fenomeni di instabilità generale. L’edificio non presenta, inoltre alcun dissesto o lesione riconducibile a cedimenti di tipo fondale.

Di seguito estratto del paragrafo 8.3. delle NTC 2018:

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.

Allo scopo di verificare la sussistenza delle predette condizioni, si farà riferimento alla documentazione disponibile e si potrà omettere di svolgere indagini specifiche solo qualora, a giudizio esplicitamente motivato del professionista incaricato, sul volume di terreno significativo e sulle fondazioni sussistano elementi di conoscenza sufficienti per effettuare le valutazioni precedenti.


Le nuove fondazioni di progetto sono state calcolate prendendo le reazioni vincolari “al piede” di ciascun setto e modellate / verificate, in accordo con quanto specificato nelle Norme Tecniche delle Costruzioni (Verifiche SLU – SLE, Geometriche e Geotecniche).

Vedere Elaborati:

- 2201_RNC_PP_REL_006-A-Rel. Calc. Geot.
- 2201_RNC_PD_REL_007-A-Rel. Calc. ANNEX 3 - Calcolo FND
- 2201_RNC_PD_REL_008-A-Rel. Calc. ANNEX 4 - Calcolo FND

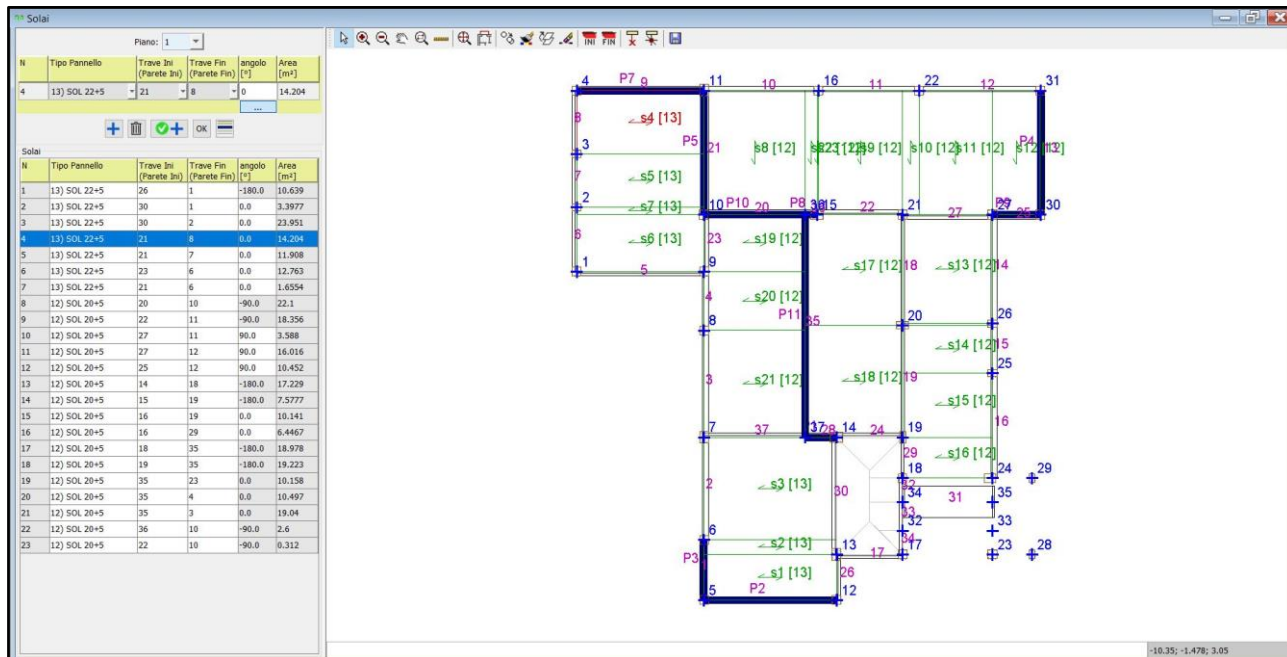


“Finanziato dall'Unione Europea – NextGenerationEU”

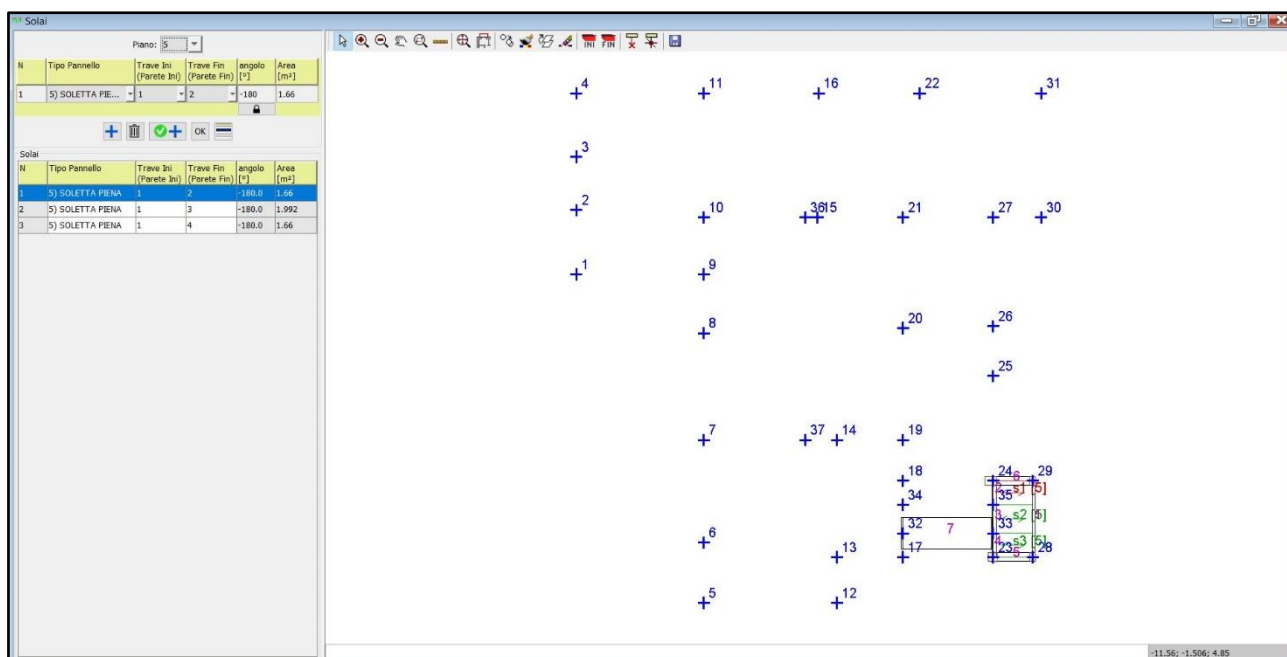
	SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”	
	RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE	Pag. 45 di 57

8.1.3 Solai

Di seguito immagini della modellazione dei solai dell’edificio scolastico.



Solai Piano Terra



Solai Pianerottolo Scala



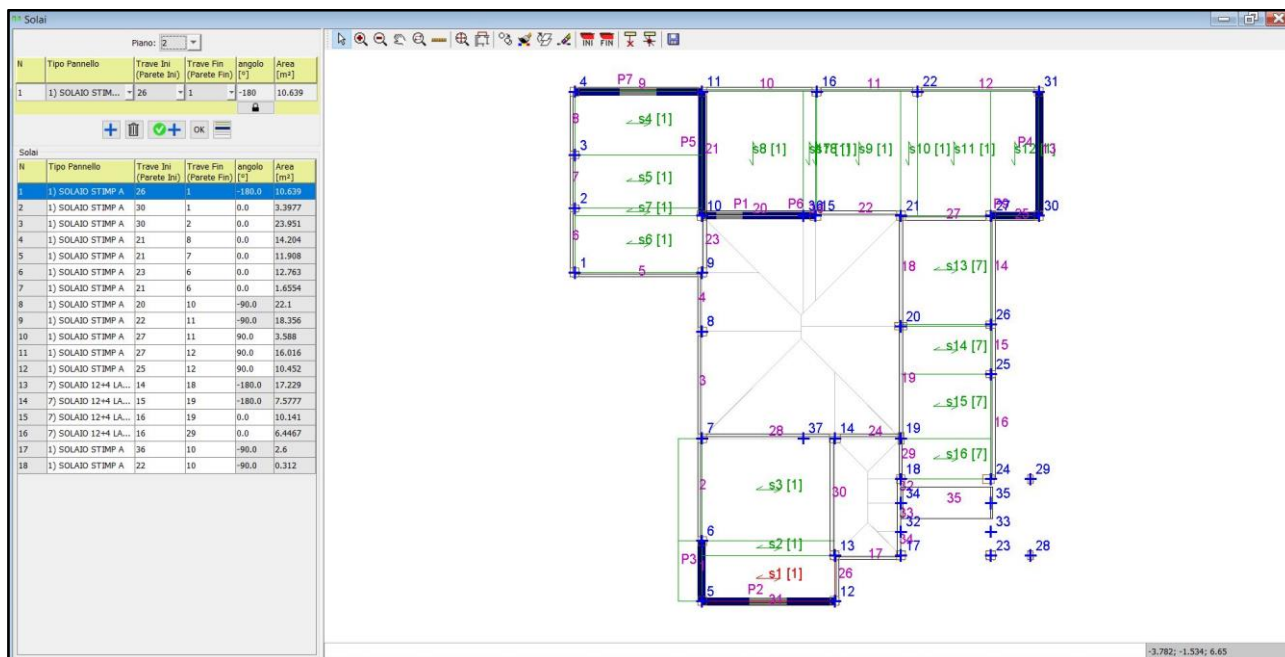
“Finanziato dall'Unione Europea – NextGenerationEU”



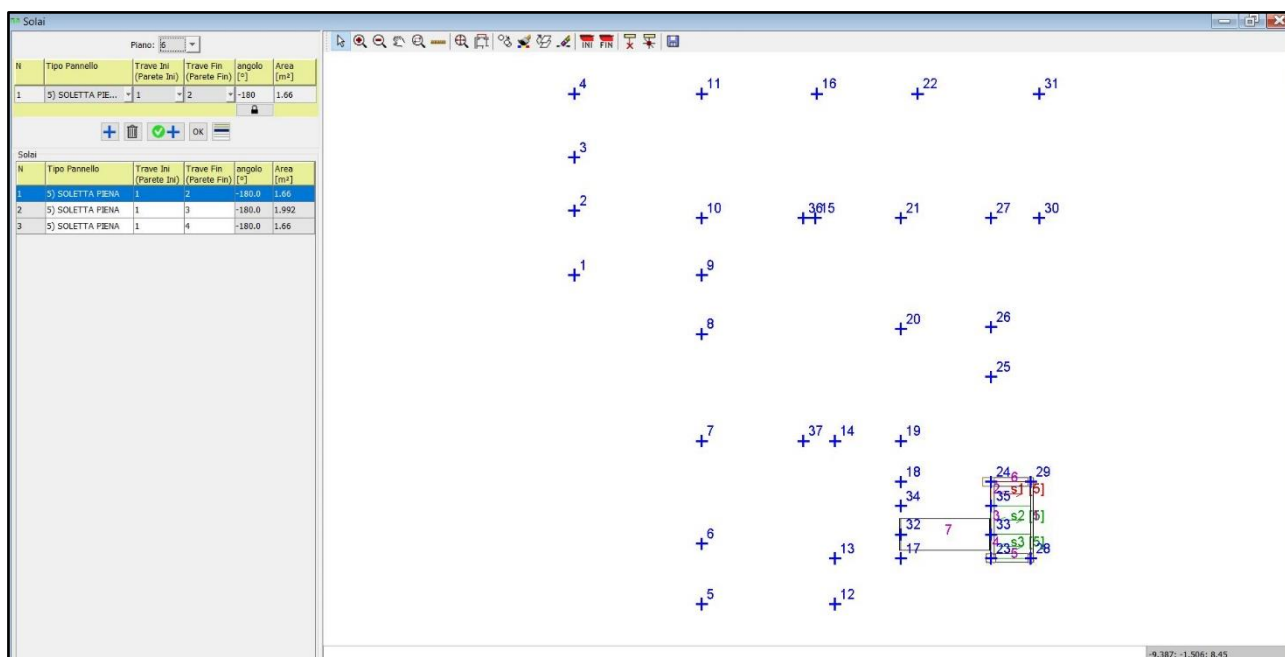
SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”

RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE

Pag. 46 di 57



Solai Piano Primo



Solai Pianerottolo Scala



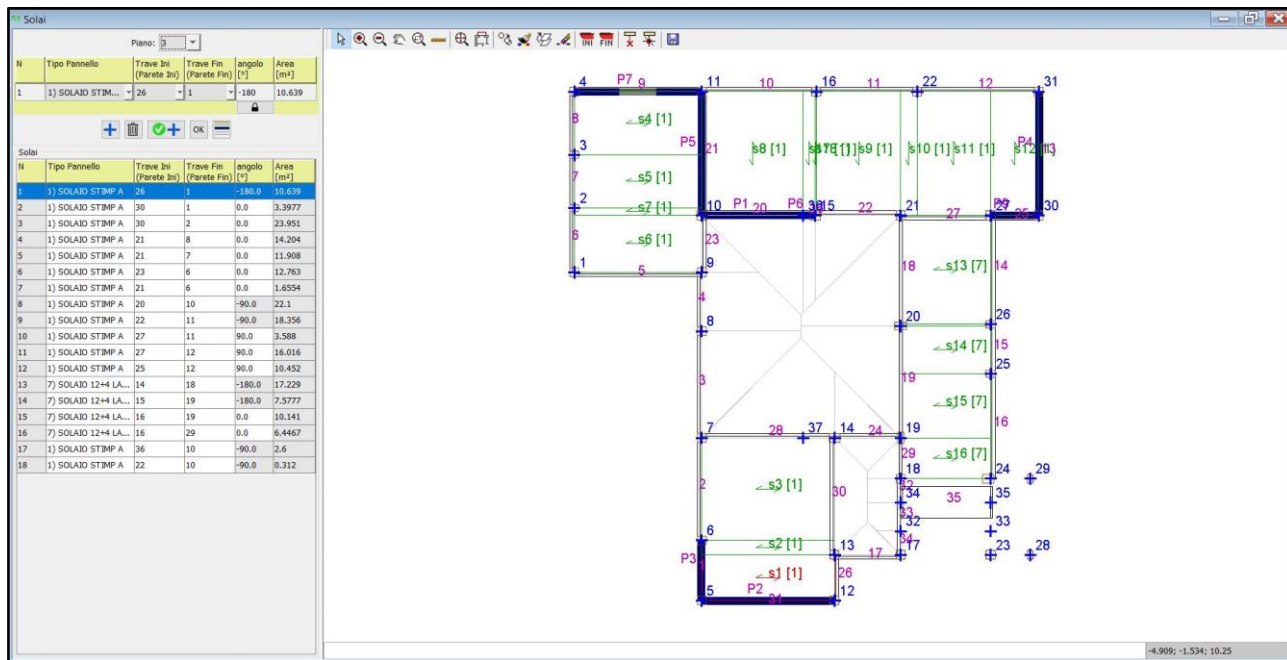
“Finanziato dall'Unione Europea – NextGenerationEU”



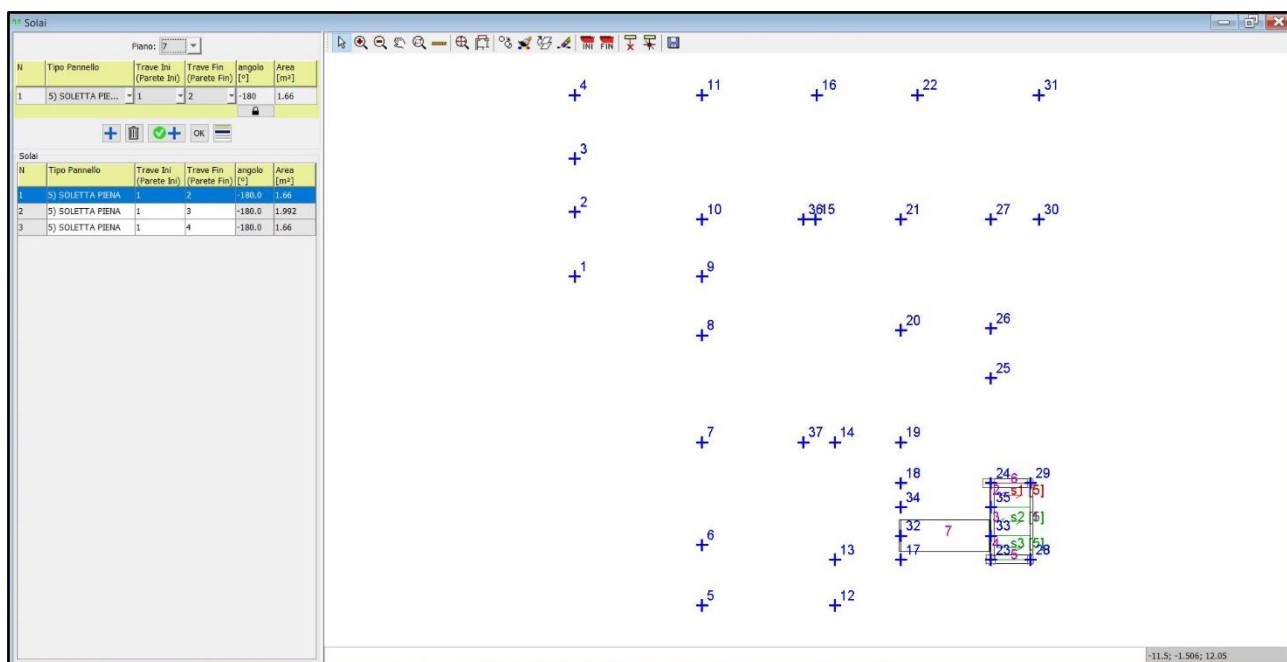
SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”

RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE

Pag. 47 di 57



Solai Piano Secondo

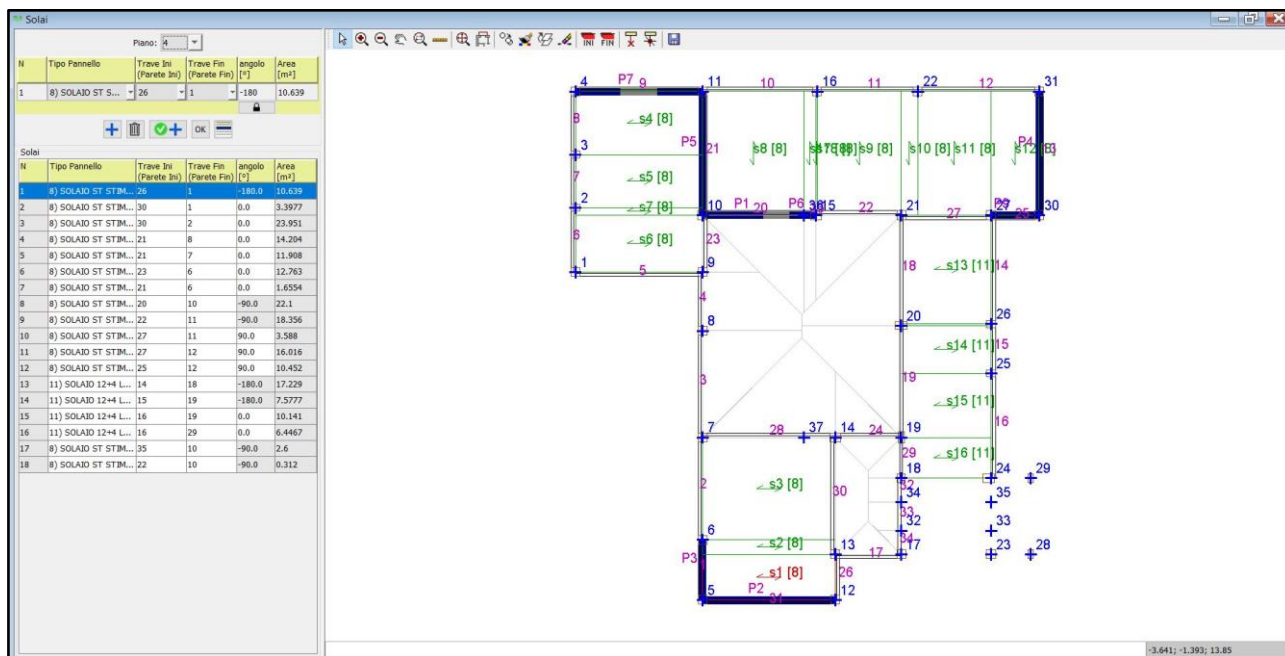


Solai Pianerottolo Scala



RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE

Pag. 48 di 57



Solai Piano Sotto Tetto

Archivio Pannelli												
N	Descrizione	Peso G1 [kN/m²]	Sezione Solaio	Sovr. G2 [kN/m²]	Sovr. acc. [kN/m²]	Socr. acc. Uso	Neve [0/1]	spessore [cm]	Masse	Direzione Carichi	Prezzo [€/m²]	Cassa- forma
1	SOLAIO STIMP A	2		2.12	3	3) Resid	0.0	22	✓	verticale	60.0	✓
2	TAMPONATURE	0		2.3	0	3) Resid	0.0	0	✓	verticale	0.0	
3	BALCONE	5		0.6	3	5) Affol.	1.0	20	✓	verticale	60.0	✓
4	COPERTURA	0.7		0.7	1.05	10) Copert	1.0	25	✓	verticale	60.0	✓
5	SOLETTA PIENA	3		2.12	3	3) Resid	0.0	12	✓	verticale	60.0	✓
6	SOLAIO STIMP B	2.65		2.12	3	3) Resid	0.0	29	✓	verticale	60.0	✓
7	SOLAIO 12+4 LATERO ...	2.25		2.12	2	3) Resid	0.0	16	✓	verticale	60.0	✓
8	SOLAIO ST STIMP A	2		2.12	2	3) Resid	0.0	22	✓	verticale	60.0	✓
9	SOLETTA PIENA ST	3		2.12	2	3) Resid	0.0	12	✓	verticale	60.0	✓
10	SOLAIO ST STIMP B	2.65		2.12	2	3) Resid	0.0	29	✓	verticale	60.0	✓
11	SOLAIO 12+4 LATERO ...	2.25		2.12	2	3) Resid	0.0	16	✓	verticale	60.0	✓
12	SOL 20+5	3.5951	1) Sez_Sol 20+5	2.12	3	3) Resid	0.0	23	✓	verticale	60.0	✓
13	SOL 22+5	3.832	2) Sez_Sol 22+5	2.12	3	3) Resid	0.0	27	✓	verticale	0.0	✓

Carichi Pannelli – Solai

Sezione solai corrente														
N	Descrizione	Ø [m]	b [m]	s [m]	H [m]	γ Pignatta [kg/m³]	Prez. pign. [€/m³]	Materiale	Criteri CA	Criteri solai	N. Tral.	Tralico	L/Ø	Colore
3		0	0	0	0	0	0	1) C25/30	1) Default	1) Cnt.Sol.1	0		250	

Sezioni Solai														
N	Descrizione	Ø [m]	b [m]	s [m]	H [m]	γ Pignatta [kg/m³]	Prez. pign. [€/m³]	Materiale	Criteri CA	Criteri solai	N. Tral.	Tralico	L/Ø	Colore
1	Sez_sol 20+S	0.5	0.12	0.05	0.25	800.0	100.0	1) C25/30	1) Default	1) Cnt.Sol.1	0		250.0	
2	Sez_sol 22+S	0.5	0.12	0.05	0.27	800.0	100.0	1) C25/30	1) Default	1) Cnt.Sol.1	0		250.0	

Nuovi Solai in Latero Cemento (Piano Terra)

ING. MIRKO PASTROVICCHIO


Viale Vittorio Veneto 5 – 16019 Ronco Scrivia (GE) – T-F +39010935473

E-Mail studio.pastrovicchio@gmail.com – PEC. mirko.pastrovicchio@gmail.com

Comune di Ronco Scrivia, Prot. N. 0002550 del 14-03-2022 in arrivo



“Finanziato dall'Unione Europea – NextGenerationEU”

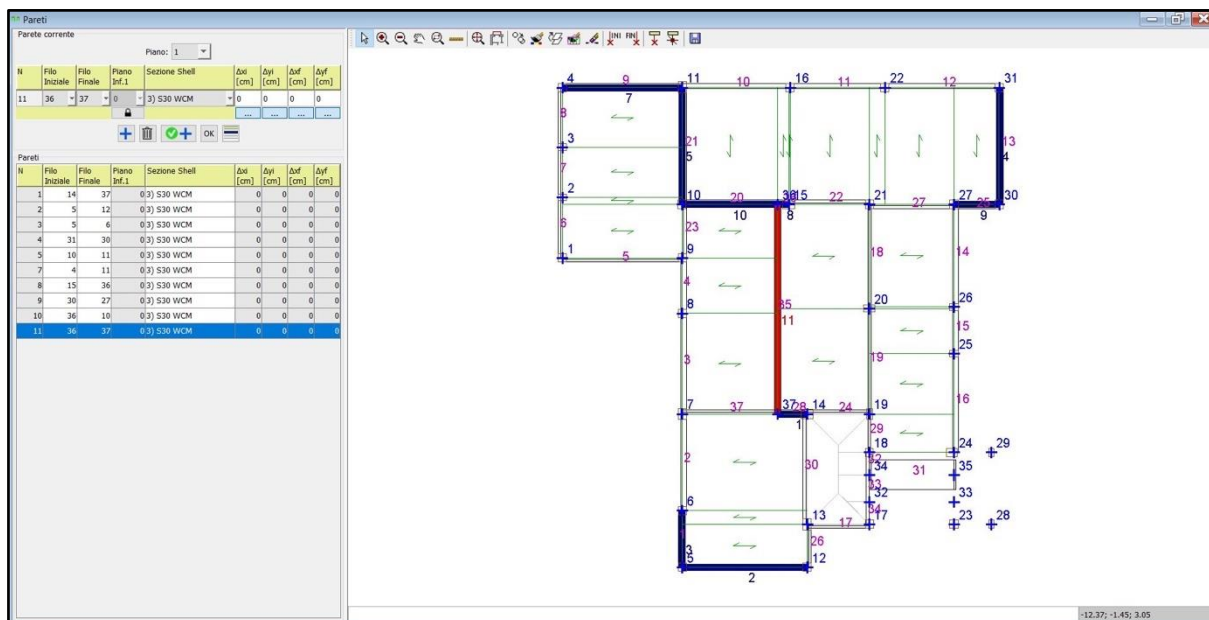
	SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”	
	RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE	Pag. 49 di 57

Piani			
N	z [m]	Esteso	Rigido
8	17.1		
9	16.25		
4	13.85	✓	✓
7	12.05		✓
3	10.25	✓	✓
6	8.45		✓
2	6.65	✓	✓
5	4.85		✓
1	3.05	✓	✓
0	0.0		

Piani Rigidi ed Estesi – Modello FEM

8.1.4 Setti in C.A.

L'intervento a progetto prevede l'inserimento di setti in C.A. in modo da affidare la risposta sismica dell'edificio alle pareti sismiche, inoltre hanno l'obiettivo di avvicinare il più possibile il centro delle masse con il centro delle rigidezza, riducendo effetti torsionali sotto azione sismica.



Planimetria Setti in C.A. Piano Terra

Il setto in rosso evidenziato nella immagine sopra riportata ha la funzione, oltre che di parete sismo resistente, di appoggio del nuovo solaio in latero – cemento.



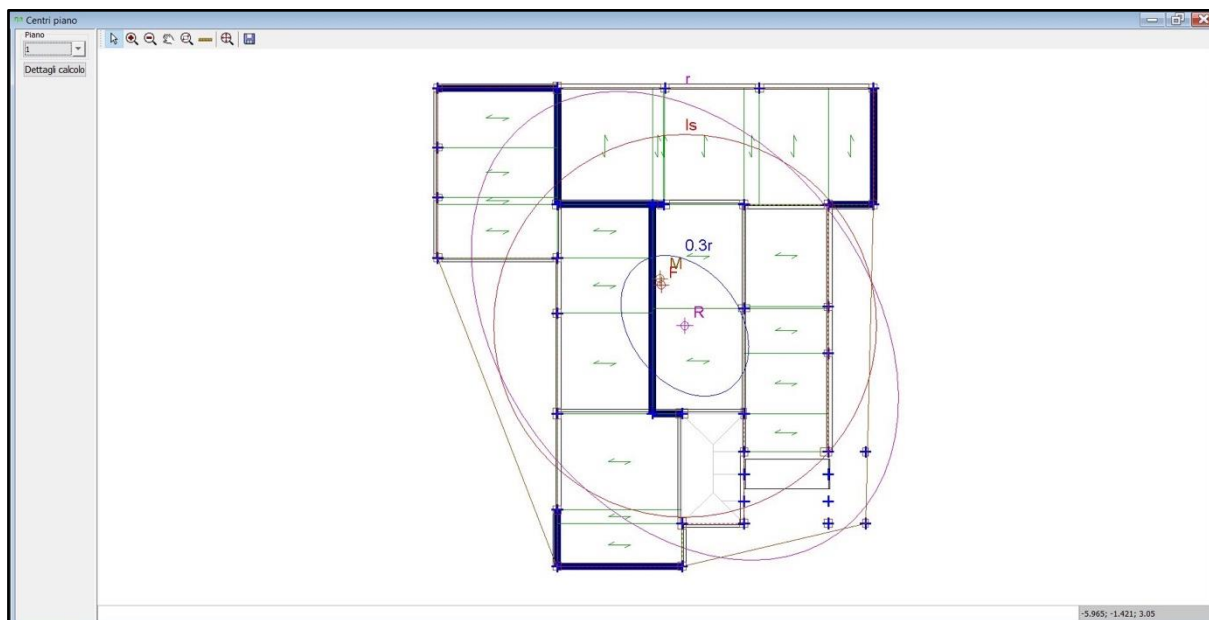
“Finanziato dall'Unione Europea – NextGenerationEU”



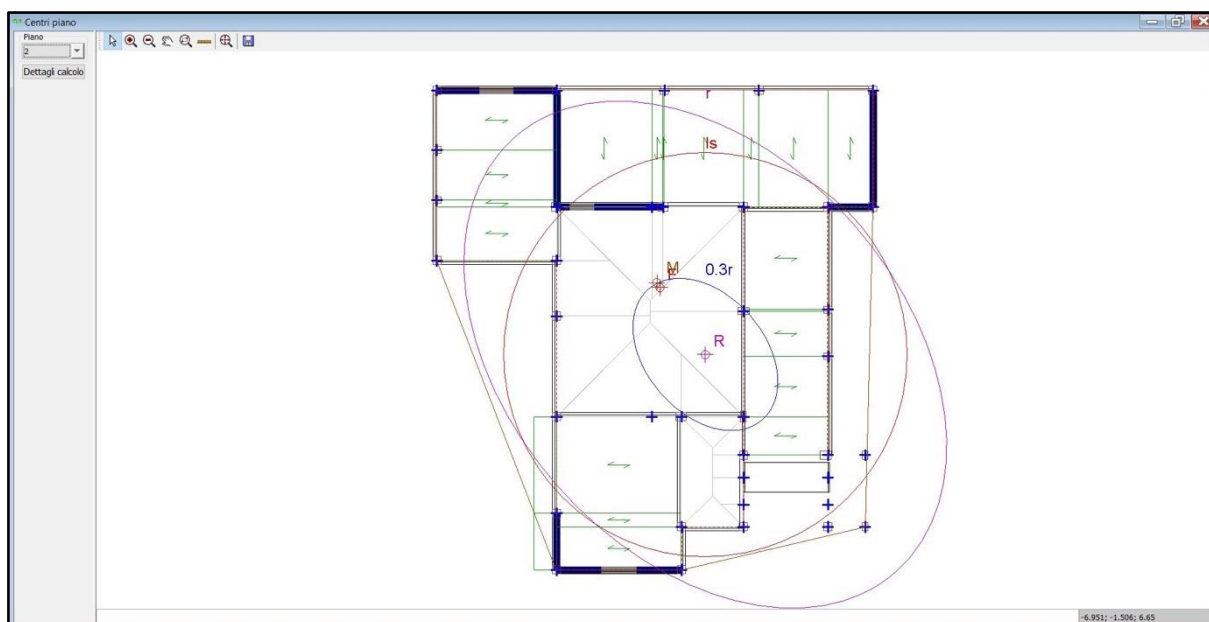
SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”

RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE

Pag. 50 di 57



Centri di Piano – PIANO TERRA



Centri di Piano – PIANO PRIMO



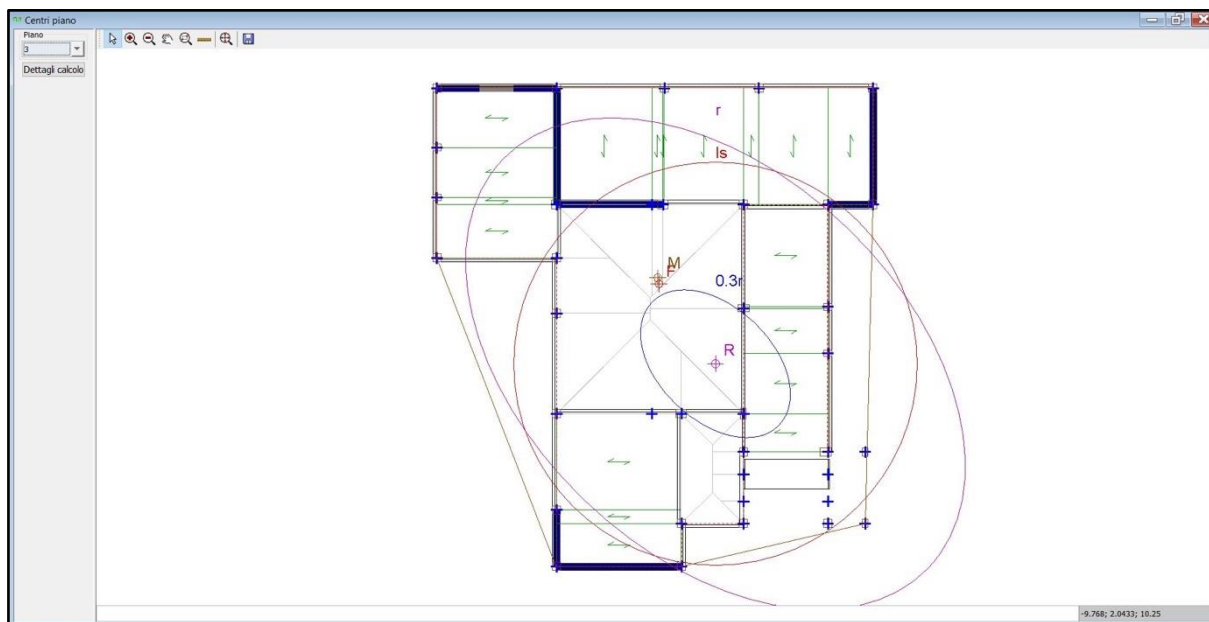
“Finanziato dall'Unione Europea – NextGenerationEU”



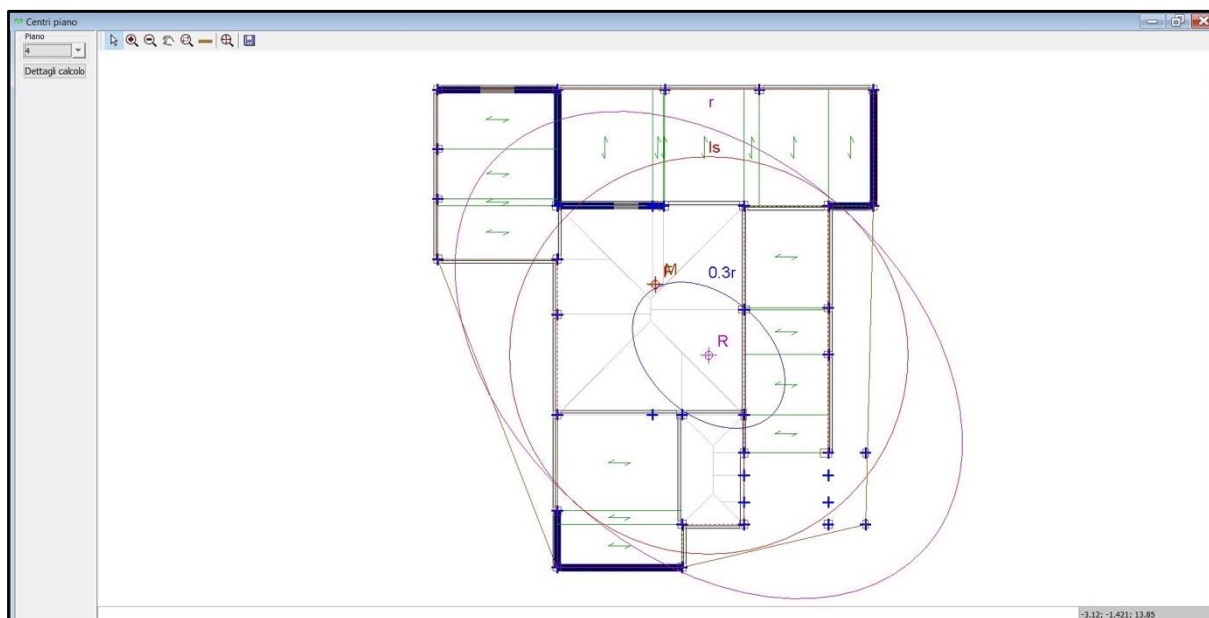
SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”

RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE

Pag. 51 di 57




Centri di Piano – PIANO SECONDO



Centri di Piano – PIANO SOTTO TETTO



	SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”	
	RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE	Pag. 52 di 57

9 CALCOLO VULNERABILITA' SISMICA

L'indice di rischio sismico di una struttura esistente è stato codificato con l'introduzione di un coefficiente denominato ζ_E con lo scopo di quantificare la vulnerabilità sismica di una struttura esistente.

Il coefficiente ζ_E è dato dal rapporto fra l'azione sismica massima sopportabile dalla struttura e l'azione sismica di progetto che si utilizzerebbe nel caso di una nuova costruzione.

$$\zeta_E = \frac{\text{Azione orizzontale massima sopportabile dalla struttura esistente}}{\text{Azione sismica di progetto nel caso di nuova costruzione}}$$

Di seguito tipo di analisi svolta e indice di rischio sismico ottenuto:

Analisi Elastica Lineare

Opzioni analisi sismica

Analisi sismica:

Sisma Verticale: ☐

Effetto P-Δ sisma:

Somma cmb. Sism.:

Calcolo % rigidezza elementi secondari: ☒

Amplificazione sisma:

Azioni Temica, Vento, Imprefezioni

Azione Vento:

Effetto P-Δ vento: ☐

Azione Termica: ☐

Imprefezioni Globali:

Combinazioni

Rigenera combinazioni: ☒

Esecutivi

Def. Travate:

Def. Travetti Solai:

Progetto armature:

Combinazioni & Verifiche

Esplicite

	SLU	Deform.	Fessur.	Tens. Eserc.	Spost. Sismici	Gerarch. Resist.	Rotaz. Ultima
Fondamentale	<input checked="" type="checkbox"/>
Rara.	.	.	.	<input type="checkbox"/>	.	.	.
Frequente	.	.	<input type="checkbox"/>
Quasi Perm.	.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.	<input type="checkbox"/>	.
Permanente	<input type="checkbox"/>	.
Sismica SLO	<input type="checkbox"/>	.	.
Sismica SLD	<input checked="" type="checkbox"/>	.	.	.	<input type="checkbox"/>	.	.
Sismica SLV	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sismica SLC	<input type="checkbox"/>

Opzioni analisi esistente

Verifica Esistenti: ☒

Vulnerabilità sismica: ☒

Analisi:

q elementi fragili:

q elementi duttili:

Calcola Annulla



“Finanziato dall'Unione Europea – NextGenerationEU”

	SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”	
	RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE	Pag. 53 di 57

Cronologia operazioni eseguite	
	Verifica completata megaparete: 4 piano:4 in 0.549s
55.49:	Inizio verifiche megaParete 5 piano: 1 (40 nodi, 28 shell)
55.50:	Creo punti di verifica 100% [424MB]
55.51:	Avvia verifiche 100% [444MB]
	Verifica completata megaparete: 5 piano:1 in 0.19s
55.69:	Inizio verifiche megaParete 6 piano: 4 (335 nodi, 563 shell)
55.69:	Creo punti di verifica 100% [463MB]
55.81:	Avvia verifiche 100% [887MB]
	Verifica completata megaparete: 6 piano:4 in 0.759s
56.45:	Inizio verifiche megaParete 7 piano: 1 (112 nodi, 91 shell)
56.45:	Creo punti di verifica 100% [427MB]
56.48:	Avvia verifiche 100% [519MB]
	Verifica completata megaparete: 7 piano:1 in 0.268s
57.01:	Fine verifica
57.14:	Sisma ampl.=0.715, struttura verificata
57.14:	Operazioni terminate.


INDICE DI RISCHIO SISMICO OTTENUTO:

$$\zeta_E = 0,715$$

PGA Sisma								
SL	PGA D [m/s ²]	Sito			Struttura			
		Tr D [anni]	S	ag/g	PGA C [m/s ²]	Tr C [anni]	λc [1/anni]	CR [%]
SLO	0.31061	30.107	1.2	0.026394	0.47259	83.796	0.011934	7
SLD	0.40136	50.289	1.2	0.034106	0.47259	74.907	0.01335	15
SLV	1.0855	474.56	1.2	0.092243	1.1771	578.21	0.0017295	50
SLC	1.4411	974.79	1.2	0.12246	1.5585	1180	0.00084745	80

Tabella PGA Sisma



	SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”	
	RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE	Pag. 54 di 57

10 VERIFICHE SLU (Stato Limite Ultimo) – Vulnerabilità Raggiunta (IR = 0,7)

Di seguito il riassunto delle verifiche allo stato limite ultimo dell’edificio scolastico “De Amicis”, secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018), per le combinazioni di carico SLU eseguite con il Software F.E.M JASP V.7 di Ingegneria.net.

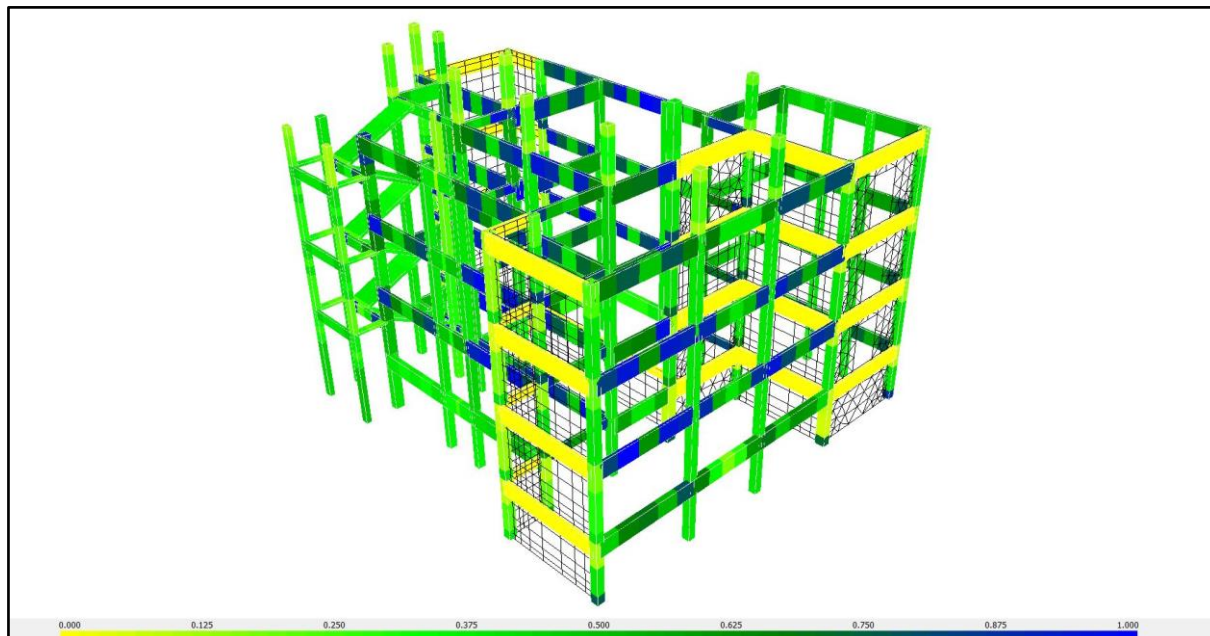
Di seguito l’estratto del Par. 8.3. delle NTC 2018, dove viene esplicitata la valutazione della sicurezza e la progettazione degli interventi sulle costruzioni esistenti.

La valutazione della sicurezza e la progettazione degli interventi sulle costruzioni esistenti potranno essere eseguite con riferimento ai soli SLU, salvo che per le costruzioni in classe d’uso IV, per le quali sono richieste anche le verifiche agli SLE specificate al § 7.3.6; in quest’ultimo caso potranno essere adottati livelli prestazionali ridotti.

Per il dettaglio delle verifiche allo stato limite ultime vedere l’elaborato **2201_RNC_PD_REL_005 – Rel. Calc. Annex 2 – POST OPERAM**, allegato alla presente relazione di calcolo.

10.1 Elementi Beam (Travi e Pilastrì)


La verifica è soddisfatta quando $RATIO < 1$.



Il massimo tasso di sfruttamento (Actual Ratio) è pari al 99,90 %

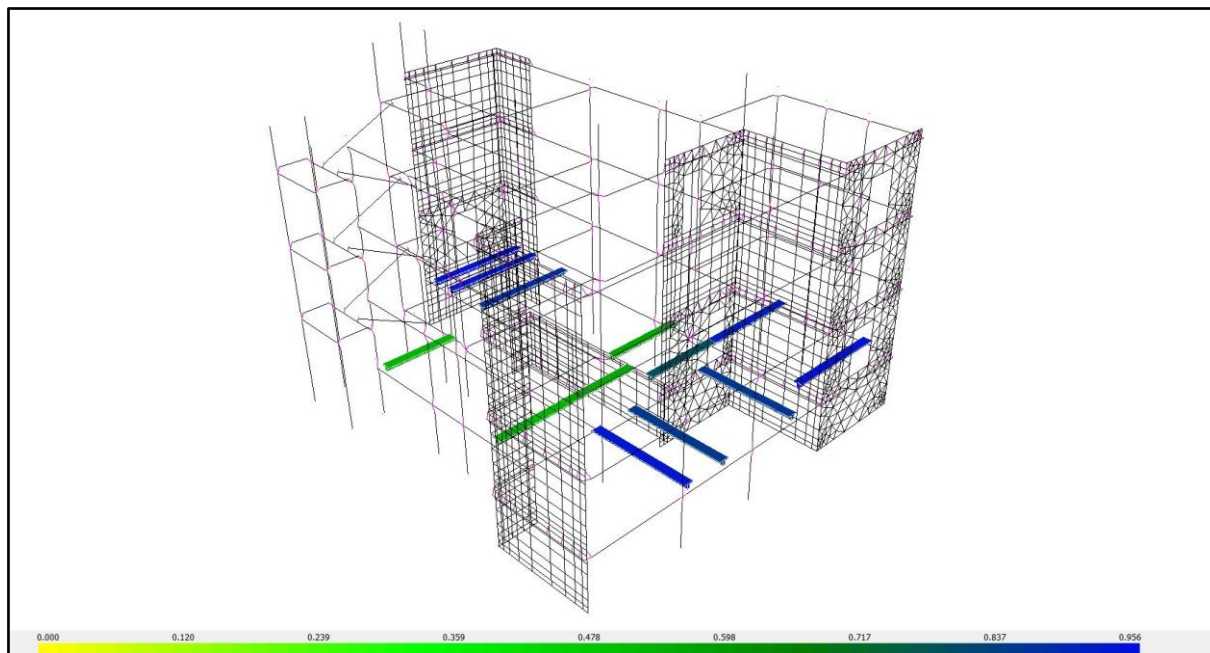
0,99 < 1,00 Verificato



	SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”	
	RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE	Pag. 55 di 57

10.2 Nuovi Solai in Latero Cemento al PT

La verifica è soddisfatta quando $RATIO < 1$.



Il massimo tasso di sfruttamento (Actual Ratio) è pari al 95,60 %

$$0,96 < 1,00 \quad \text{Verificato}$$

10.3 Setti in C.A. (Pareti Sismiche)

La verifica è soddisfatta quando $RATIO < 1$.



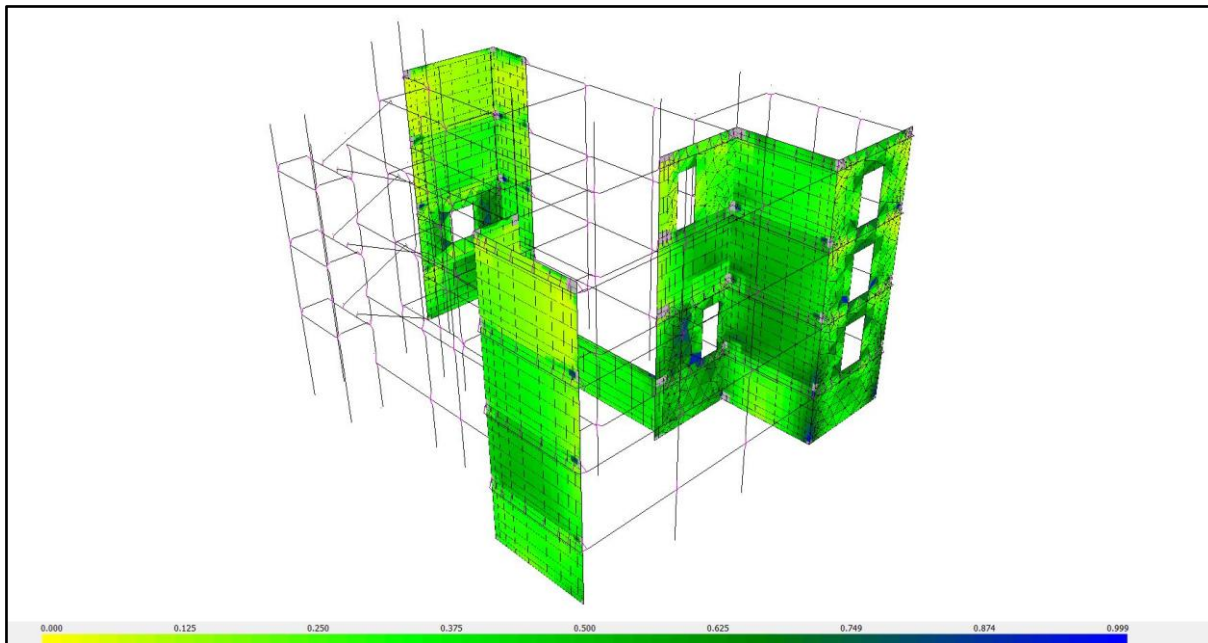
“Finanziato dall'Unione Europea – NextGenerationEU”



SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”

RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE

Pag. 56 di 57




Il massimo tasso di sfruttamento (Actual Ratio) è pari al 99,400 %

0,99 < 1,00 Verificat



“Finanziato dall'Unione Europea – NextGenerationEU”

	SCUOLA ELEMENTARE “DE AMICIS”	
	RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE	Pag. 57 di 57

11 CONCLUSIONI

L'edificio scolastico è sito nel Comune di Ronco Scrivia (GE), Classificato in Zona Sismica 3. Gli interventi a progetto ricadono nella casistica “Miglioramento Sismico” secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018 – D.M. 17/01/2018).

Si riporta di seguito il Capitolo 8.4.1 delle NTC 2018, dove viene espresso il concetto di miglioramento sismico:

8.4.2. INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO

La valutazione della sicurezza e il progetto di intervento dovranno essere estesi a tutte le parti della struttura potenzialmente interessate da modifiche di comportamento, nonché alla struttura nel suo insieme.

Per la combinazione sismica delle azioni, il valore di ζ_E può essere minore dell'unità. A meno di specifiche situazioni relative ai beni culturali, per le costruzioni di classe III ad uso scolastico e di classe IV il valore di ζ_E , a seguito degli interventi di miglioramento, deve essere comunque non minore di 0,6, mentre per le rimanenti costruzioni di classe III e per quelle di classe II il valore di ζ_E , sempre a seguito degli interventi di miglioramento, deve essere incrementato di un valore comunque non minore di 0,1.

Nel caso di interventi che prevedano l'impiego di sistemi di isolamento, per la verifica del sistema di isolamento, si deve avere almeno $\zeta_E=1,0$.

INDICE DI RISCHIO SISMICO RAGGIUNTO:

$$\zeta_E = 0,715 > 0,600 \quad \text{VERIFICATO}$$