

PROGETTISTA: Ing. Alessandro Poli

COLLABORATORI: Ing. Melani Vidic
Ingg. Luca Tucci - A. Baselli
Ing. Nicola Bettini

COMUNE DI MUSCOLINE

Provincia di Brescia

COMMITTENTE:

COMUNE DI MUSCOLINE - Via Paolo VI - Muscoline (BS)

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA
PRIMARIA DI MUSCOLINE

OGGETTO:

RELAZIONE ILLUSTRATIVA E GENERALE DEGLI INTERVENTI
STRUTTURALI

TAVOLA:

d.S.01



DATA:

30/06/2020

AGGIORNAMENTO:

TIMBRO E FIRMA:

Doc:	C0256/19 Intervento rinforzo Scuola Primaria Muscoline (BS)
Data:	30/06/2020
N. Pagine:	15

Committente: Comune di Muscoline (BS)

Località: Muscoline (BS)

Tipologia prestazione: PROGETTO DEFINITIVO ESECUTIVO

PROGETTO DI ADEGUAMENTO SISMICO SCUOLA PRIMARIA DI MUSCOLINE (BS)

RELAZIONE ILLUSTRATIVA E GENERALE

Progettista strutturale: ing. A. Poli

Iscritto all'Ordine Ingegneri Provincia di Brescia al n. 3081 - Direttore Tecnico Di.Mo.Re.



Rev.	Data	Supporto	Collaboratori
01	30/06/2020	Ing. A. Poli	Ing. M. Vidic Ingg. L.Tucci – A. Baselli Ing. N. Bettini

Di.Mo.Re. s.r.l.

Sede Legale: Via Oberdan 1/A - 25128 Brescia

Capitale Sociale 10'000€ i.v.

REA BS 537054 - Registro Imprese BS - Codice Fiscale e Partita IVA 03472670987

Doc:	Scuola Primaria Muscoline Intervento di adeguamento
Data:	30/06/2020
Pag:	3/15

INDICE

1. INTRODUZIONE.....	5
2. BIBLIOGRAFIA	6
2.1. Normative di riferimento	6
2.2. Documentazione di riferimento	6
3. RELAZIONE ILLUSTRATIVA	7
3.1. Descrizione edificio	7
3.2. Vulnerabilità riscontrate.....	7
3.3. Descrizione generale interventi.....	12



**PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO
DI ADEGUAMENTO SISMICO
RELAZIONE ILLUSTRATIVA**

Doc:	Scuola Primaria Muscoline Intervento di adeguamento
Data:	30/06/2020
Pag:	4/15

1. INTRODUZIONE

Oggetto del presente documento è il progetto di adeguamento sismico della scuola primaria che sorge in Piazza Roma 2 a Muscoline (BS). L'edificio è il risultato di una stratificazione costruttiva avvenuta in differenti epoche e, in particolare, l'attenzione è stata posta sul corpo originario realizzato all'inizio degli anni '60.



Figura 1 – Inquadramento dell'edificio.

Per la struttura sono disponibili parziali elaborati grafici di progetto [9], il libretto delle misure [10], le relazioni di caratterizzazione geologica e geotecnica del terreno a firma dei geologi dott. A. Rebonato e L. Sarti del 2004 [13] e a firma del geologo dott. G. Torresani del 2020 [15], la relazione tecnica di Tecnoindagini S.r.l. del 2018 [14].

L'intervento, come meglio specificato nella Relazione di calcolo [16], ha la finalità di raggiungere l'adeguamento sismico del corpo originario del fabbricato in oggetto.

Doc:	Scuola Primaria Muscoline Intervento di adeguamento
Data:	30/06/2020
Pag:	6/15

2. BIBLIOGRAFIA

2.1. Normative di riferimento

La normativa di riferimento è la seguente:

- [1] Decreto Ministeriale del 17/01/2018 – Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC18).
- [2] Decreto Ministeriale del 14/01/2008 – Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC08).
- [3] Circolare Ministeriale n.7 del 21/01/2019 – Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 17/01/2018.
- [4] Circolare Ministeriale n.617 del 02/02/2009 – Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 14/01/2008.
- [5] FEMA 273: NEHRP Guidelines for the seismic Rehabilitation of buildings.
- [6] UNI EN 1998-5 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici

2.2. Documentazione di riferimento

Le analisi, le valutazioni e i calcoli contenuti nella presente relazione fanno riferimento alla seguente documentazione:

- [7] Spettri NTC ver. 1.0.3. Foglio di calcolo per la valutazione della sollecitazione sismica compatibile con NTC08.
- [8] Iervolino I., Galasso C., Cosenza E. (2009). REXEL: computer aided record selection for code-based seismic structural analysis. Bulletin of Earthquake Engineering, 8:339-362. DOI 10.1007/s10518-009-9146-1.
- [9] Dott. Ing. F. Cremaschini. Progetto per la costruzione dell'edificio scolastico elementare (elaborati grafici). Comune di Muscoline, Provincia di Brescia.
- [10] Avanzi Bruno – Gavardo (1962). Libretto delle misure per il lavoro di costruzione dell'edificio scolastico elementare del capoluogo.
- [11] Geom. M. Gobbini (1985). Elaborati grafici per il progetto di rifacimento della copertura pericolante, ampliamento e ristrutturazione interna dell'edificio scuole elementari del capoluogo.
- [12] Geom. M. Gobbini (1985). Relazione per il progetto di rifacimento della copertura pericolante, ampliamento e ristrutturazione interna dell'edificio scuole elementari del capoluogo.
- [13] Dott. Geol. A. Rebonato, Dott. Geol. L. Sarti. (2004). Relazione geologica e geotecnica per il progetto di ampliamento delle scuole elementari del capoluogo. Comune di Muscoline (BS).
- [14] Tecnoindagini S.r.l. (2018). Valutazione vulnerabilità e rischio sismico con metodo Sismocert, Relazione tecnica.
- [15] Dott. Geol. G. Torresani. (2020). Indagine geologica e geotecnica relativa alla caratterizzazione geomeccanica dei terreni dell'intervento di realizzazione opere di miglioramento sismico scuola primaria di Muscoline.
- [16] Di.Mo.Re. s.r.l, Relazione di calcolo delle strutture e sismica, verifica delle strutture esistenti, giugno 2020.

Nei paragrafi successivi, le informazioni acquisite dai documenti di riferimento di cui sopra, quindi riportate nel contenuto della presente relazione, sono citate con la rispettiva referenza "[n°]".

Doc:	Scuola Primaria Muscoline Intervento di adeguamento
Data:	30/06/2020
Pag:	7/15

3. RELAZIONE ILLUSTRATIVA

3.1. Descrizione edificio

Il progetto illustrato di seguito riguarda l'adeguamento sismico della Scuola Primaria di Muscoline. Il fabbricato oggetto di intervento è esistente, realizzato in due fasi progettuali: la prima del 1962 [9][10], nel corso della quale è stato realizzato il corpo originale in muratura (dedicato ad aule e spazi amministrativi), e la seconda nel 1994, quando è stato realizzato un corpo aggiuntivo, destinato prevalentemente a palestra, in calcestruzzo armato gettato in opera. Entrambi i corpi sono stati oggetto di successivi interventi: il blocco originario è stato oggetto di ristrutturazioni, riorganizzazione degli spazi interni e rifacimento della copertura, il secondo blocco è stato oggetto di sopralzo.

Il progetto illustrato di seguito riguarda, come già anticipato, l'adeguamento sismico della sola porzione in muratura della Scuola Primaria di Muscoline; questa può essere suddivisa in 2 sotto unità strutturali, Corpo A ed Corpo B, riquadrate rispettivamente in blu ed in azzurro nella Figura 2, e l'Allineamento C, indicato in rosso in Figura 2.

La pianta complessiva del corpo originale è irregolare, con un ingombro massimo in pianta pari a circa 30.15x28.70m. Il blocco è monopiano, di altezza interna pari a circa 3.35m, ad eccezione dell'atrio di ingresso di altezza interna media pari a 5.30m circa.



Figura 2 – Individuazione corpo Scuola Muscoline – Google Earth.

3.2. Vulnerabilità riscontrate

Si riporta di seguito una sintesi delle principali vulnerabilità sismiche rilevate nelle verifiche di vulnerabilità condotte in passato e come parte integrante del corrente progetto. Gli interventi previsti sono finalizzati all'eliminazione delle criticità elencate al fine di raggiungere l'obiettivo di adeguamento sismico.

Il dettaglio del calcolo della vulnerabilità sismica è riportato nella Relazione di Calcolo di Progetto.

L'instaurarsi di un meccanismo globale è generalmente possibile qualora siano inibiti i cinematismi locali, quali tipicamente quelli di ribaltamento fuori piano delle singole pareti (meccanismi di modo I): ciò è possibile in presenza di un diaframma di copertura rigido e resistente, in presenza di setti murari perpendicolari ben ammortati tra loro o in presenza di cordoli efficacemente ammortati alle pareti. Allo

stato di fatto non è presente un diaframma di copertura rigido e resistente, dunque non è possibile considerare un comportamento scatolare d'insieme. Ogni elemento strutturale è, pertanto, sollecitato da una forza proporzionale ai carichi gravitazionali gravanti su di esso e determinati secondo le aree di influenza che può portare all'attivazione di meccanismi di modo I (Figura 3).

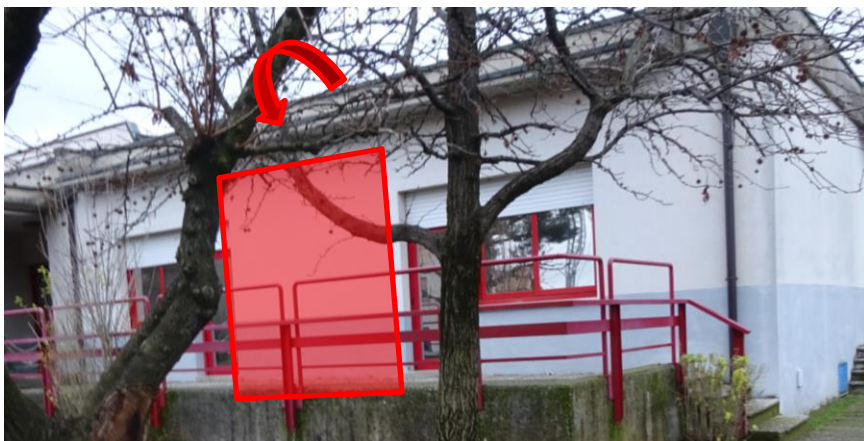


Figura 3 - Meccanismo ribaltamento facciata Sud (Corpo A).

Dalle verifiche di vulnerabilità eseguite sui singoli corpi nell'ipotesi di comportamento scatolare è emersa la scarsa resistenza offerta dalle pareti esistenti nella direzione trasversale per ciascun corpo e per l'allineamento C.

Sono state riscontrate alcune vulnerabilità locali:

- Il terrazzo più a Sud, riquadrato in rosso in Figura 4, presenta ampie fessure (Figura 5), alle estremità ed in mezzeria. Osservando le fessure non è stata riscontrata la presenza di barre d'armatura, dunque, il solo calcestruzzo del muro di contenimento non risulta in grado di resistere alle forze derivanti dalla spinta del terreno.

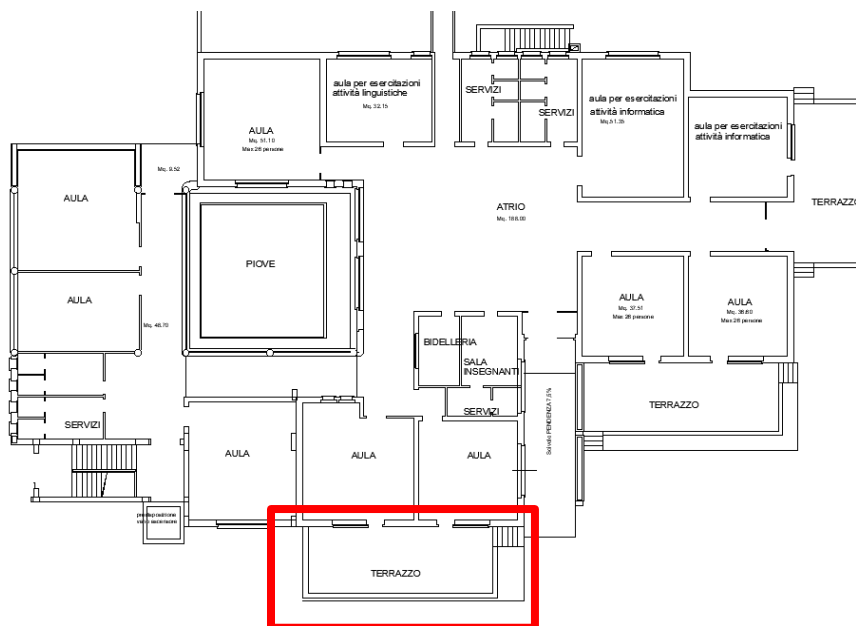


Figura 4 - Localizzazione terrazzo.



Figura 5 - Quadro fessurativo terrazzo.

- Il solaio della tettoia d'ingresso, riquadrato in rosso in Figura 6, presenta una fessura centrale (Figura 7), probabilmente dovuta ad un'eccessiva deformazione.

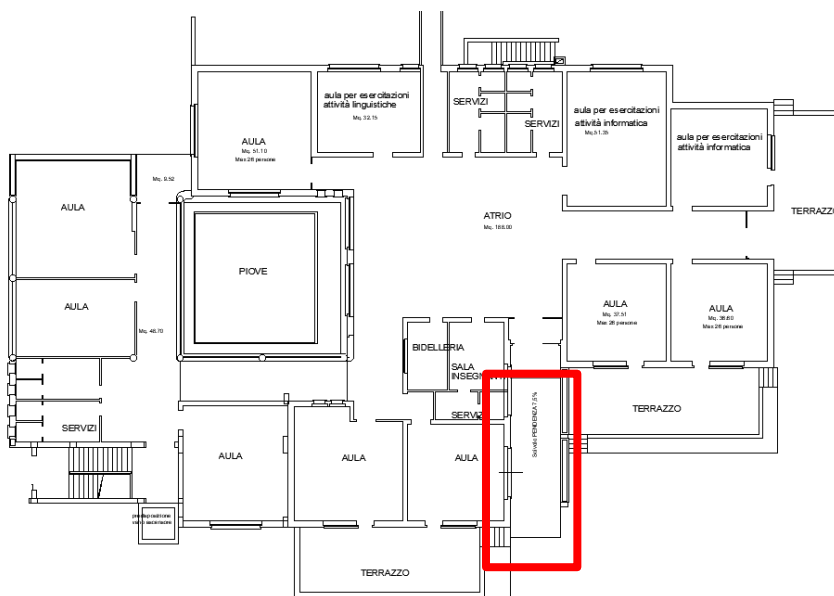


Figura 6 - Localizzazione tettoia.



Figura 7 - Fessura solaio tettoia d'ingresso.

- La struttura metallica a copertura dell'atrio centrale risulta costituita da una serie di travi reticolari in appoggio sulle pareti a Nord e a Sud. In presenza di evento sismico tali reticolari potrebbero generare sollecitazioni fuori piano sulle pareti sottostanti, non in grado di incassare tali sollecitazioni. Inoltre, i collegamenti tra le travi reticolari appaiono insufficienti ad evitare sbandamento delle travi stesse.

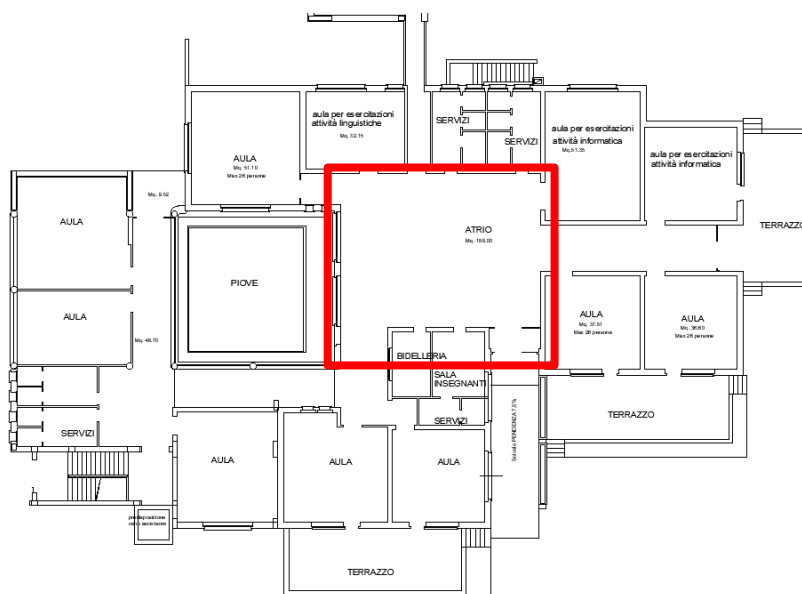


Figura 8 - Localizzazione atrio.



Figura 9 - Copertura dell'atrio.

Doc:	Scuola Primaria Muscoline Intervento di adeguamento
Data:	30/06/2020
Pag:	12/15

3.3. Descrizione generale interventi

Il Comune di Muscoline (BS) è oggi classificato in zona sismica 2. Per un tempo di ritorno di 475anni, e una categoria di sottosuolo A, pianeggiante, l'accelerazione di riferimento a_g , secondo NTC18, è pari a 0.159g.

Ai tempi del progetto (1962), il comune di Gussago non era classificato in zona sismica, e non lo è stato fino al 2003, quando con l'OPCM 3274 è stato collocato in zona sismica 3 (Figura 10), zona aggiornata e modificata con la Delibera della Giunta Regionale della Lombardia dell'11 luglio 2014 n. 2129 entrata in vigore il 10 aprile 2016.

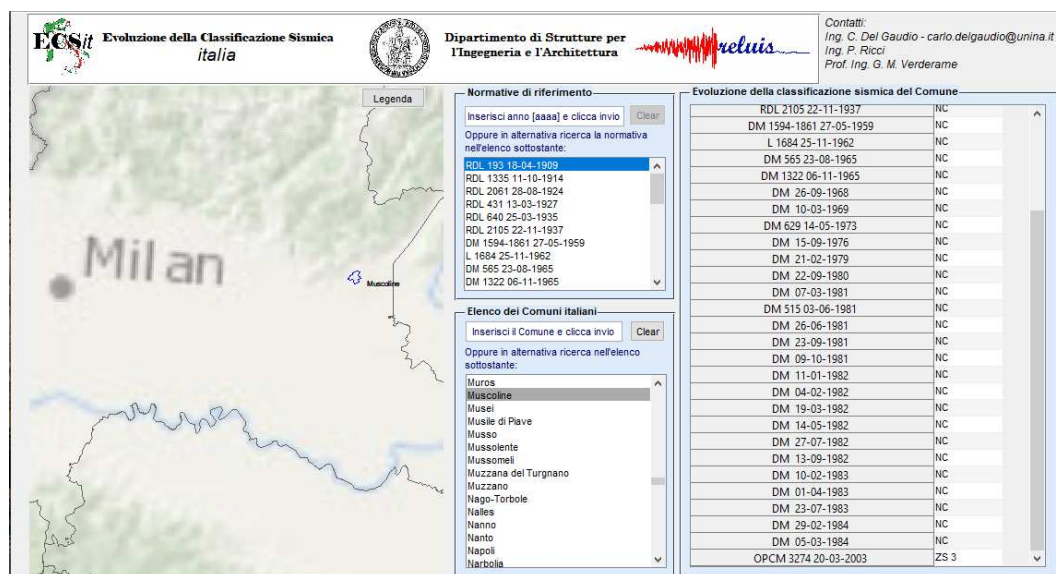
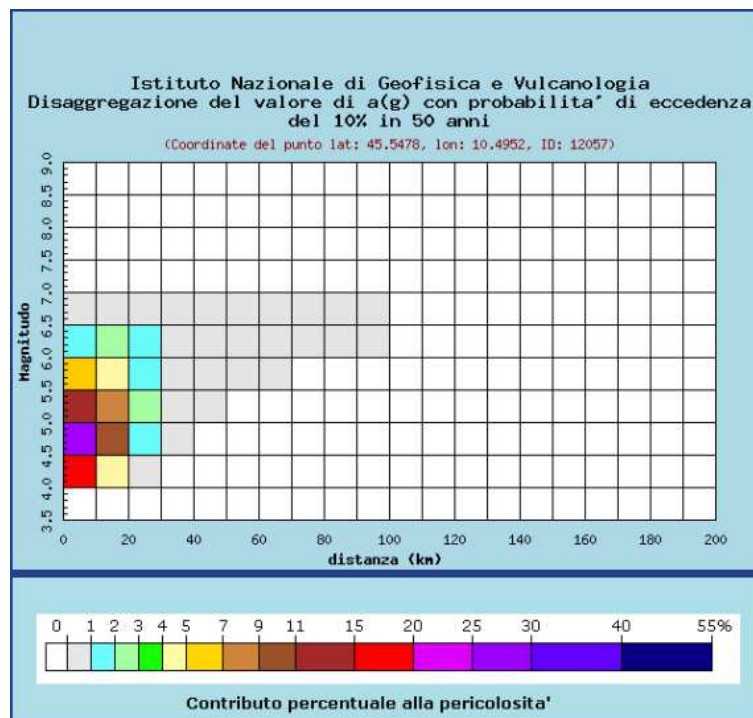


Figura 10 - Classificazione sismica storica Comune di Muscoline (ECS).

Dallo studio di disaggregazione si nota come lo spettro di progetto sia determinato da eventi di magnitudo fino al 6,5° Richter - anche se le elevate magnitudo hanno minore probabilità di manifestarsi a breve distanza dal sito in cui sorge l'edificio (<20km; Figura 11). Gli spettri di risposta da normativa non coprono le incertezze dell'input sismico in zona epicentrale.

Per l'analisi della struttura si adotta il metodo dell'analisi statica non lineare.

Gli interventi progettati si configurano come interventi locali e globali, finalizzati all'adeguamento del comportamento sismico degli edifici oggetto di intervento. Gli interventi locali in progetto non variano sostanzialmente il comportamento sismico globale dell'edificio, né consistono in interventi strutturali volti a trasformare la costruzione mediante un insieme sistematico di opere che portino ad un sistema strutturale diverso dal precedente.



Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilit� di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 45.5478, lon: 10.4952, ID: 12057)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	16.100	26.400	12.500	5.120	1.840	0.181	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	4.190	10.100	7.690	4.590	2.170	0.260	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.238	1.580	2.160	1.800	1.090	0.160	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.052	0.395	0.506	0.383	0.066	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.028	0.120	0.127	0.025	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.024	0.048	0.011	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.018	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Figura 11 - Studio di disaggregazione Muscoline, nodo 12057 (BS); <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>.

La progettazione e la verifica degli elementi strutturali   stata condotta, oltre adottando formule semplificate, anche tramite l'ausilio di un programma ad elementi finiti, software MidasGen 2019, al fine delle verifiche globali e locali.

Nella relazione di calcolo sono riportati tutti e calcoli e le verifiche eseguite.

Doc:	Scuola Primaria Muscoline Intervento di adeguamento
Data:	30/06/2020
Pag:	14/15

Il progetto di adeguamento sismico prevede le seguenti opere (meglio descritte ed analizzate e calcolate nei paragrafi successivi):

Interventi locali:

- **Atrio:** realizzazione di connessioni tra la trave in c.a. di supporto della struttura reticolare e la muratura sottostante; realizzazione di opportuni fissaggi della struttura reticolare alla trave in c.a.; realizzazione di un sistema di controventatura tra gli elementi della reticolare, al fine di garantire un efficace trasferimento delle sollecitazioni sismiche.
- **Terrazzo:** inserimento di un sistema di ritegno delle spinte derivanti dal terreno.
- **Solaio tettoia ingresso:** inserimento di una reticolare in acciaio.

Interventi globali:

- **Corpo A:** rinforzo dei maschi murari mediante l'utilizzo di intonaco armato; inserimento di catene in corrispondenza dell'intradosso del solaio di copertura al fine di realizzazione di un diaframma efficace e di evitare ribaltamenti dei maschi murari non efficacemente collegati.
- **Corpo B:** integrazione del sistema sismo-resistente tramite la realizzazione di nuovi setti in c.a. con relativa fondazione; rinforzo di un maschio murario mediante l'utilizzo di intonaco armato; inserimento di catene in corrispondenza dell'intradosso del solaio di copertura.
- **Allineamento C:** integrazione del sistema sismo-resistente tramite la realizzazione di un nuovo setto in c.a. con relativa fondazione.

Si prevede inoltre la realizzazione di giunti sismici mediante intaglio in corrispondenza della soletta a copertura dell'ingresso e delle travi in c.a. di supporto della reticolare dell'atrio, al fine di garantire l'effettivo comportamento indipendente tra il corpo A, il Corpo B e l'allineamento C.

Nelle immagini di Figura 12 e Figura 13 si riporta la localizzazione degli interventi sopra descritti.

Le fondazioni e le relative connessioni all'esistente, e le mutue connessioni tra i vari elementi in acciaio sono state dimensionate e verificate nell'ottica del *capacity design*.

Si sottolinea che il progetto di adeguamento sismico non prevede variazioni apprezzabili rispetto ai carichi verticali ad oggi presenti.

Per effettuare le lavorazioni descritte in precedenza risulta necessario spostare e rifare l'impiantistica relativa al locale caldaia, tubazioni varie e l'impianto elettrico (in particolare nelle pareti oggetto di rinforzo strutturale). Tali opere sono a cura ed onere della committenza.

Pianta piano primo - localizzazione interventi
Scala 1:100

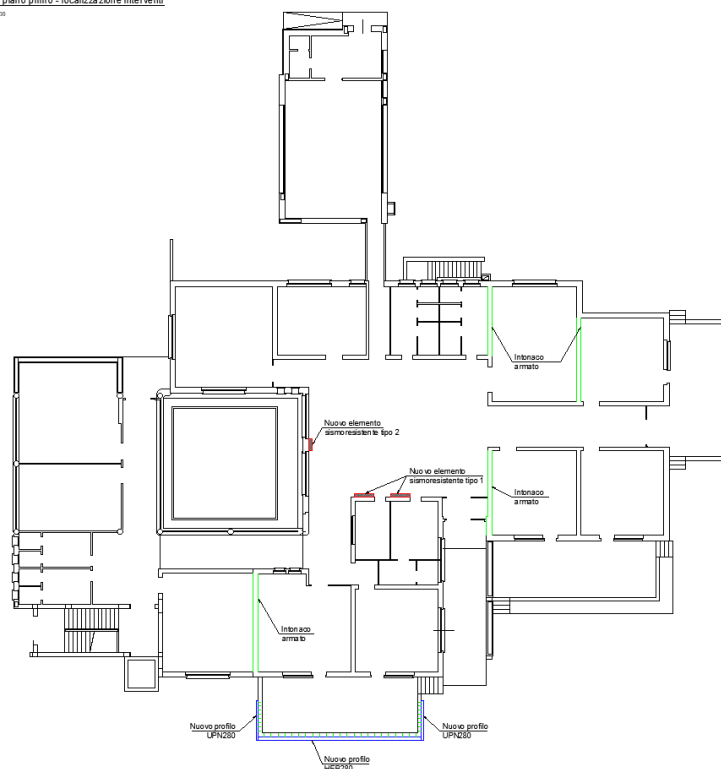


Figura 12 - Localizzazione interventi al piano terra.

Pianta piano secondo - localizzazione interventi
Scala 1:100

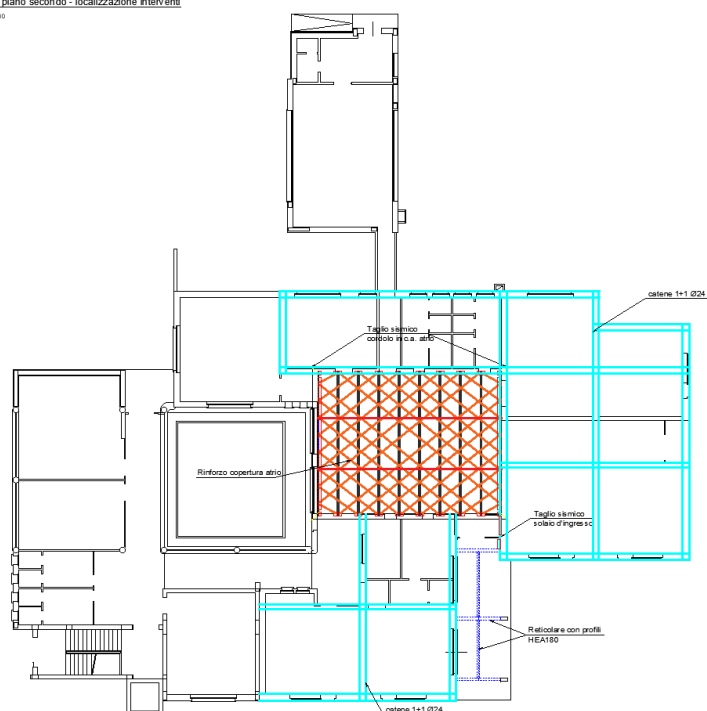


Figura 13 - Localizzazione interventi a livello copertura.