SECUREDSOLUTIONS

Spin-off dell'Università di Cagliari

COMUNE DI ASSEMINI

Scuola Secondaria 1° grado "Giovanni Pascoli" – Assemini

ANALISI DI VULNERABILITÀ SISMICA

CIG: ZCB287D619

COMMITTENTE: **Comune di Assemini**
Servizio Lavori Pubblici – Ufficio Tecnico
Piazza Repubblica, 1 - 09032 Assemini (CA)

DIRETTORE TECNICO: DOTT. ING. FAUSTO MISTRETTA

COLLABORATORI: DOTT. ING. DAVIDE DI NARO
DOTT. ING. STEFANO MELIS
SIG. MARCELLO ZEDDA

SECURED SOLUTIONS SRL
Ing. Fausto Mistretta
Amministratore Unico

MISTRETTA FAUSTO

Firmato digitalmente da MISTRETTA FAUSTO
ND: c=IT, cn=MISTRETTA FAUSTO, serialNumber=TINIT-MSTFST65E19B354D, givenName=FAUSTO, sn=MISTRETTA, dnQualifier=17888025
Data: 2019.07.04 10:47:25 +02'00'

RAPPORTO:	DATA:	REV.:	REDATTO:	VERIFICATO:
2019052_STR0100	24-06-2019	00	DD	FM

Sommario

Elenco Allegati 1
1. Premessa 2
2. Normativa di riferimento 3
3. Descrizione generale della struttura 4
4. Unità di misura 5
5. Documentazione esistente 5
6. Indagini strutturali 6
6.1 Sopralluogo e valutazione dello stato di conservazione del manufatto 6
6.2 Misura e ricerca della posizione delle armature nelle strutture in c.a mediante indagine pacometrica 12
6.1 Rilievo termografico 14
6.2 Prove di carbonatazione 19
7. Analisi strutturali 21
7.1 Vita nominale, classe d'uso e periodo di riferimento 21
7.2 Acquisizione del livello di conoscenza e del fattore di confidenza FC 21
7.3 Caratteristiche dei materiali 23
7.4 Metodo di calcolo 23
7.5 Affidabilità e accettabilità dei codici di calcolo e risultati 24
7.6 Analisi dei carichi 25
7.7 Combinazioni di carico 28
7.8 Modello strutturale e risultati delle analisi: Carichi Statici 34
7.9 Modello strutturale e risultati delle analisi: Azioni Sismiche Vr = 75 anni 36
8. Verifiche di resistenza agli SLU per Carichi Statici 42
9. Verifiche di vulnerabilità sismica 45
10. Conclusioni 47

Elenco Allegati

- Allegato A. Piante ubicazione indagini
- Allegato B. Stima dei lavori per miglioramento sismico

1. Premessa

La Secured Solutions, società spin-off dell'Università degli Studi di Cagliari specializzata nell'esecuzione di prove sperimentali e monitoraggi sulle strutture, è stata incaricata dall'Amministrazione Comunale di Assemini (CA) con determina dirigenziale n. 665 del 10.06.2019 dell'esecuzione delle indagini e delle verifiche sismiche strutturali, comprensive di Certificato di Idoneità Statica, relative alla Scuola Secondaria I° grado "Giovanni Pascoli" sita in Corso America – Assemini (CA).

Tale valutazione nasce dalla potenziale inadeguatezza delle strutture esistenti in c.a. nei confronti delle azioni sismiche; la vulnerabilità è riconducibile a molteplici aspetti: qualità del calcestruzzo, armatura trasversale carente, mancanza di cura nei dettagli costruttivi e progettazione per soli carichi verticali o con riferimento a prescrizioni sismiche di vecchia concezione. La quasi totalità delle strutture esistenti intelaiate in c.a. sono state, infatti, progettate in assenza di criteri di gerarchia delle resistenze ed esibiscono, un comportamento sismico caratterizzato dall'innesco prematuro di meccanismi di crisi di tipo fragile (crisi per taglio di travi o pilastri, crisi dovute al raggiungimento del limite di resistenza del calcestruzzo per trazione o compressione dei nodi trave-pilastro) che ne limitano la sicurezza sismica strutturale. Scopo principale di tale studio è quello di stabilire se il manufatto in oggetto è in grado o meno di resistere alla combinazione di progetto richiesta dalla norma vigente.

A tal fine le nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni, di seguito NTC2018, e la relativa Circolare applicativa 2019, forniscono gli strumenti per la valutazione della sicurezza dell'edificio: in particolare quest'ultima per gli edifici esistenti , come citato al punto 8.3 e C8.3, definiscono un coefficiente ζ_E come il rapporto dell'azione simica massima sopportabile dalla struttura e l'azione sismica massima che si utilizzerebbe nel progetto di una nuova costruzione su medesimo suolo e caratteristiche.

Attraverso l'implementazione di una analisi di tipo dinamico, si è proceduto alla definizione dell'indicatore di rischio nella configurazione attuale connessa all'innescarsi di possibili meccanismi di crisi fragile e duttile.
Una volta determinata la "*domanda*" sismica della struttura, ovvero la richiesta in accelerazione orizzontale massima su sito di riferimento rigido orizzontale rispettando lo SLV, si è definita la "*capacità*", ovvero la potenzialità della struttura allo stato attuale di sopportare un'azione sismica tale da non creare meccanismi di collasso: questo è stato ottenuto variando l'entità dell'azione sismica in termini di accelerazione massima al suolo fino all'innesco di un primo meccanismo di crisi.
All'interno della relazione è esposta una descrizione della composizione planivolumetrica dell'intero plesso scolastico, con particolare riferimento alle strutture portanti di elevazione. Per definire geometricamente la struttura sono stati acquisiti i documenti progettuali originari ed eseguiti una serie di sopralluoghi finalizzati al rilievo geometrico dell'edificio ed alla verifica dello stato di conservazione delle strutture supportata da un'opportuna campagna di indagini. Le informazioni ottenute hanno permesso di modellare, in modo accurato, con specifico software, il complesso edilizio che è stato sottoposto alle verifiche con il metodo dell'analisi dinamica elastica lineare definendone gli indicatori di vulnerabilità.

Figura 1 - Inquadramento planimetrico del fabbricato

Figura 2 - Vista Nord-Est del fabbricato

2. Normativa di riferimento

Il calcolo e la verifica delle strutture sono stati eseguiti in ottemperanza alle seguenti Norme Tecniche:

- Decreto Ministeriale del 17/01/2018, “Norme tecniche per le costruzioni” (di seguito NTC18);
- Decreto ministeriale 65 del 07/03/2017, “Linee guida per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni”;
- Circolare esplicativa delle Norme tecniche per le costruzioni 2018 del 21/01/2019.

3. Descrizione generale della struttura

L'edificio si sviluppa su due livelli. Nel primo livello sono presenti le aule, i refettori, l'infermeria e l'aula magna; nel secondo livello sono presenti i laboratori didattici della scuola, aule e la segreteria.
Il solaio di calpestio del primo livello risulta rialzato rispetto al piano di imposta delle fondazioni di un altezza pari a circa 1,50 m, realizzando così un vuoto tecnico che risulta aerato mediante diverse bocchette per il passaggio dell'aria.
La superficie lorda dell'edificio è di circa 2100 mq per ciascuno dei due livelli. E' inoltre presente una palestra con annessi spogliatoi e servizi igienici che non è oggetto della presente analisi.
L'organismo resistente dell'intero complesso scolastico è costituito da telai spaziali in cemento armato, di luci comprese tra i 4,00 m e 8,00 con pilastri di sezione 40x40 cm, 50x40 cm, 40x60 cm e 60x50 cm e travi emergenti con sezione sezione 40x70cm, 40x80 cm, 40x40 cm, 40x50 cm e 40x30 cm.
Le fondazioni sono realizzate con plinti isolati in c.a. e travi rovesce in c.a.
I tamponamenti perimetrali sono prevalentemente in laterizio a cassa vuota con intercapedine priva di isolamento termico dello spessore di 37 cm. Le partizioni orizzontali sono realizzate con solai eseguiti mediante la posa di travetti prefabbricati in c.a tipo bausta, intervallati da elementi di alleggerimento in laterizio e getto di competamento in calcestruzzo dello spessore di circa 5 cm; Questi ultimi hanno uno spessore di 25+5 cm e 35+5 cm. Nella zona dell'aula magna, gli orizzontamenti del primo piano e della copertura sono realizzati a piastra di spessore 35+5 cm con nervature incrociate.
Dal punto di vista strutturale l'edificio risulta essere suddiviso in 3 blocchi indipendenti denominati "Blocco A", "Blocco B" e "Blocco C" e realizzati in periodi diversi (Blocco A nel 1974, blocchi B e C nel 1980) e separati da un giunto strutturale.

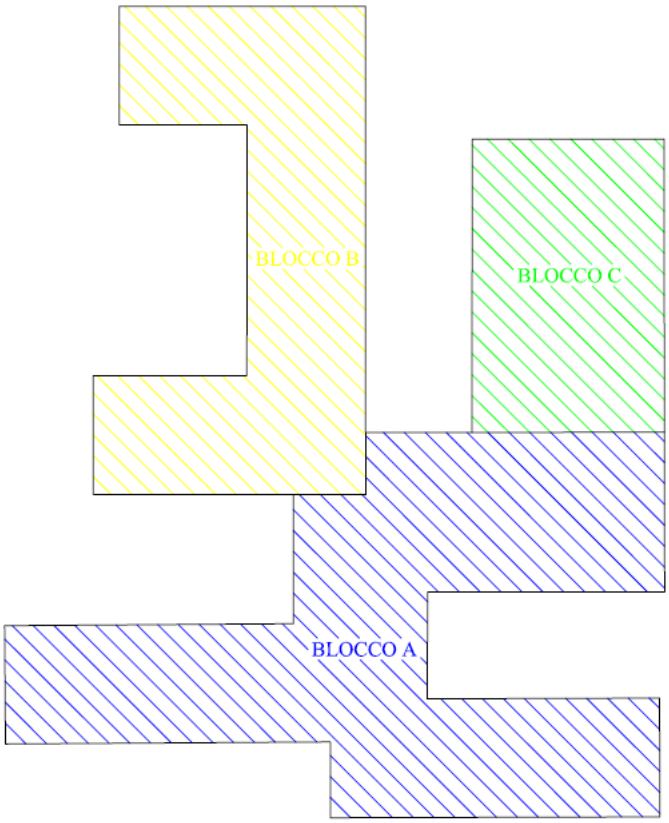


Figura 3 - Pianta con l'individuazione dei giunti strutturali

4. Unità di misura

Sistema di misura internazionale di misura "SI", Direttiva CEE del 18 ottobre 1971 (71/354/CEE) modificata il 27 luglio 1976 (76/770/CEE)

5. Documentazione esistente

La documentazione progettuale fornita dalla committenza e reperita mediante accesso agli atti amministrativi è costituita da:

- Progetto esecutivo originario del fabbricato risalente all'anno 1974 a firma dell'Ing. Antonio Masala e relativi certificati di collaudo statico del 03/11/1974 a firma del collaudatore Ing. Antonio Porcu e del 12/02/1975 a firma del collaudatore Ing. Paolo Porceddu;
- Progetto esecutivo dell'ampliamento del complesso scolastico risalente all'anno 1980 a firma dell'Ing. Luciano Governi e relativo certificato di collaudo statico del 15/12/1981 a firma del collaudatore Ing. Gustavo Pellegrini-Bettoli.

6. Indagini strutturali

6.1 Sopralluogo e valutazione dello stato di conservazione del manufatto

Il sopralluogo, effettuato in data 14/06/2019, ha messo in evidenza la corrispondenza tra gli elaborati a disposizione e lo stato di fatto del fabbricato. Questo è stato propedeutico alla definizione dell'organismo resistente della costruzione precedentemente descritto, in particolare la disposizione dei giunti di costruzione e la modalità realizzativa dello stesso.
In tale fase si è potuto constatare la discreta conservazione dell'edificio che non mostra evidenti segnali di sofferenza. Le strutture indagate non mostrano lesioni o inflessioni apprezzabili né segni di degrado superficiali.
Il sopralluogo ha inoltre evidenziato la presenza diffusa di fenomeni di umidità di risalita capillare nelle murature perimetrali dovuti probabilmente al malfunzionamento del sistema di aerazione del vuoto tecnico tra le fondazioni e il solaio di calpestio del primo livello; E' stato possibile inoltre rilevare la presenza, in alcuni pilastri esterni, di lesioni del copriferro dovute a fenomeni di ossidazione delle armature presenti; I saggi effettuati hanno evidenziato una discreta ricopertura delle armature.
Le armature esposte, in particolare al primo livello nella zona dell'aula magna, hanno mostrato segni di ossidazione.
Si è inoltre rilevato che i pilastri dell'aula magna sono stati oggetto in passato di intervento di rinforzo strutturale mediante incamiciatura, per tutta la loro altezza, con traliccio in acciaio costituito da piatti correnti con spessore pari a 8 mm e piatti diagonali con spessore pari a 6 mm.

Foto 1 – Umidità di risalita capillare nelle travi e nei pilastri del primo livello

Foto 2 – Lesione del copriferro del pilastro dell'aula magna (Blocco C) dovuta all'ossidazione dell'incamiciatura in acciaio

Foto 3 – Saggio sull'armatura di un pilastro esterno del blocco B in presenza di lesione del copriferro

Foto 4 – Ossidazione dell'armatura pilastro blocco B (Barre ad aderenza migliorata)

Foto 5 - – Saggio sull'armatura di un pilastro esterno del blocco A in presenza di lesione del copriferro

Foto 6 - Ossidazione dell'armatura pilastro blocco A (Barre lisce)

Foto 7 – Incamiciatura in acciaio pilastro aula magna blocco C con presenza di ossidazione

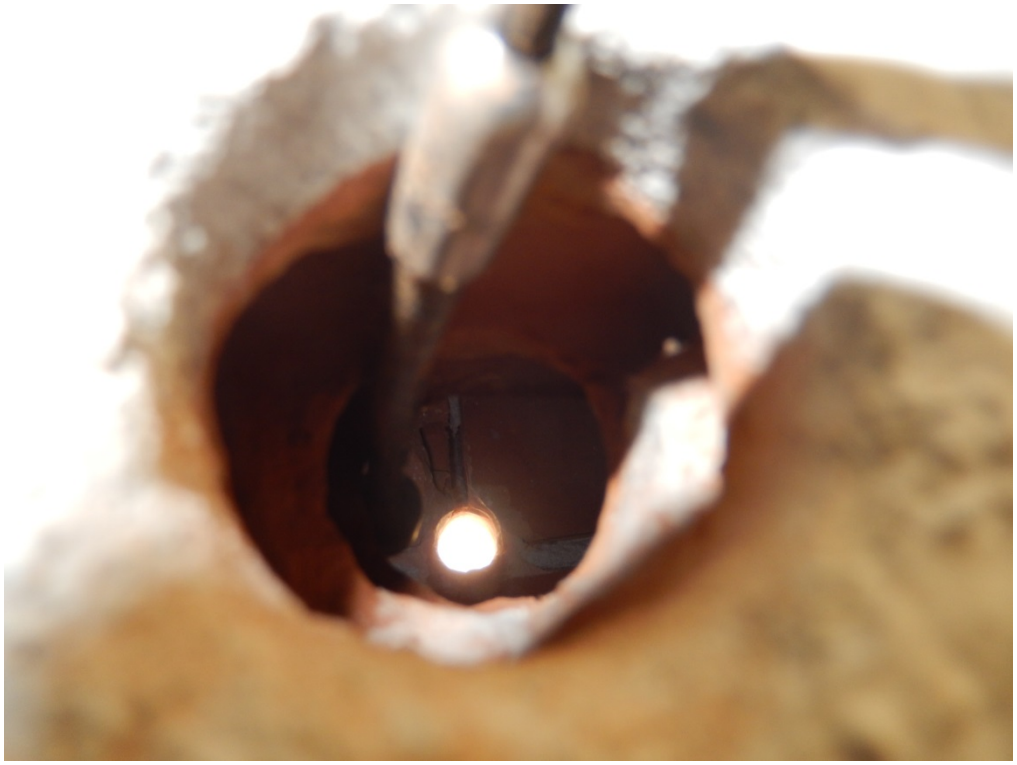


Foto 8 – Indagine endoscopica sulla muratura di tamponamento Infermeria blocco A

Foto 9 – Indagine endoscopica sulla muratura di tamponamento blocco C zona corridoio

Foto 10 – Fenomeni di degrado nelle strutture esterne dovuti a percolazione di liquido proveniente da scarichi condensa delle pompe di calore

6.2 Misura e ricerca della posizione delle armature nelle strutture in c.a mediante indagine pacometrica

Le procedure adottate per l'esecuzione dell'indagine pacometrica nelle strutture in calcestruzzo armato rispondono ai dettami della normativa **BS 1881-204/1988**.

L'attrezzatura è composta dai seguenti elementi:

- Pacometro Mod. P331-H
- Sonda standard e sonda per barre profonde

Immagine 1 - Strumentazione per prova pacometrica

È stata eseguita un'indagine pacometrica con sonda standard degli elementi in calcestruzzo armato delle strutture in c.a., per rilevare e mappare la presenza e la direzione delle barre di armatura nel calcestruzzo; la valutazione dei diametri e dei relativi copriferri è stata eseguita mediante l'esecuzione di saggi e misurazione diretta attraveso l'ausilio di un calibro digitale.

Sono stati indagati complessivamente n.10 pilastri e n.2 travi che rappresentano gli elementi più significativi relativamente al modello FEM della struttura; Lo scopo di di questa indagine è quello di confermare la quantità e disposizione delle armature riportate nel progetto esecutivo e rilevare eventuali difformità

L'ubicazione dei punti è indicata all'interno dell'**Allegato A – Rilievo strutturale e ubicazione indagini**.

Si riportano di seguito i dati ottenuti:

LOCALIZZAZIONE	N. PROG.	DIMENSIONI		BARRE LONGITUDINALI			BARRE TRASVERSALI		SPESSORE COPRIFERRO
		Larghezza b [cm]	Lunghezza a [cm]	PUNTO ARMATURA	Numero n	Diametro ϕ_{long} [mm]	Diametro ϕ_{trasv} [mm]	Passo s_{trasv} [cm]	C [cm]
Primo livello	PT01	50.0	40.0	-	incamiciatura	-	-	-	2.0
Primo livello	PT02	40.0	40.0	centro	3+3	16 A.M.	8	16.0	1.5
Primo livello	PT03	40.0	40.0	centro	2+2	14 L.	8	20.0	3.0
Scala esterna	PT04	50.0	40.0	centro	4+2+4	16* A.M.	8*	25.0	2.0*
Scala esterna	PT05	50.0	40.0	centro	4+2+4	16* A.M.	8*	25.0	2.0*
Secondo livello	P101	40.0	40.0	centro	2+2+2	14* A.M.	8*	18.0	2.0*
Secondo livello	P102	40.0	40.0	centro	2+2	14* A.M.	8*	20.0	2.0*
Secondo livello	P103	40.0	40.0	centro	2+2	14* A.M.	8*	24.0	2.0*
Secondo livello	P104	40.0	50.0	centro	2+2+2	14* A.M.	8*	20.0	2.0*
Secondo livello	P105	40.0	40.0	centro	2+2	14* A.M.	8*	24.0	2.0*

Tabella 1 - Risultati indagine pacometrica sui pilastri

*** dimensioni delle barre di armatura e del copriferro stimate dal pacometro.**

LOCALIZZAZIONE	N. PROG.	DIMENSIONI		BARRE LONGITUDINALI			BARRE TRASVERSALI			SPESSORE COPRIFERRO
		Larghezza b [cm]	Altezza h [cm]	PUNTO ARMATURA	Numero n	Diametro ϕ_{long} [mm]	PUNTO	Diametro ϕ_{trasv} [mm]	Passo s_{trasv} [cm]	C [cm]
Secondo livello	TR101	40.0	70.0	appoginf	-	-	appoggio	-	-	-
				mezzinf	5	14 A.M.*	mezzeria	8*	20	2.0*
Terzo livello	TR201	40.0	70.0	mezzinf	7	18 A.M.*	mezzeria	8*	20	2.0*
Terzo livello	TR202	40.0	70.0	mezzinf	7	14 A.M.*	mezzeria	8*	30	2.0*

Tabella 2 - Risultati indagine pacometrica sulle travi

*** dimensioni delle barre di armatura e del copriferro stimate dal pacometro.**

A.M.: barre ad aderenza migliorata

L.: barre lisce

Fotografia 1 – PT03

Fotografia 2 – PT02

6.1 Rilievo termografico

La termografia è tra le metodiche non distruttive maggiormente utilizzate nella diagnostica delle patologie edilizie. Nel caso in esame l'indagine termografica è stata utilizzata per caratterizzare e individuare in maniera chiara e precisa l'orditura dei solai e delle sue nervature portanti, nonché analizzare eventuali fenomeni di degrado.
L'indagine è stata condotta in condizioni passive, analizzando cioè, la superficie così come essa si presenta al momento dell'indagine, senza incrementi di temperatura artificiali.
L'attrezzatura è composta esclusivamente dalla termocamera InfRec Thermo Gear G100EX di ultima generazione, con risoluzione del sensore infrarosso di 320x240 pixels e risoluzione 1600x1200 per il sensore visibile. La camera è dotata di display LCD ad elevata luminosità e memoria esterna tipo SD per il salvataggio automatico delle immagini.

Immagine 2 - Termocamera InfRec Thermo Gear G100EX

È stata effettuata un'estesa mappatura delle parti interne dell'edificio, al fine di rilevare le orditure dei solai e verificare eventuali presenze di zone umide; antecedente l'esecuzione delle indagini sono state effettuate prove per tarare lo strumento alle condizioni climatiche dei vari livelli del fabbricato.
L'ubicazione dei punti è indicata all'interno dell'**Allegato A – Piante ubicazione indagini**.
Si riportano di seguito, invece, i report grafici dei risultati ottenuti.

LOCALIZZAZIONE: Piano Terra **N° PROG.:** TH01

INFORMAZIONI IMMAGINE

NOME FILE: T00115IR.JPG,1

DATA INDAGINE: 14/06/2019 11:38:41

IMMAGINI

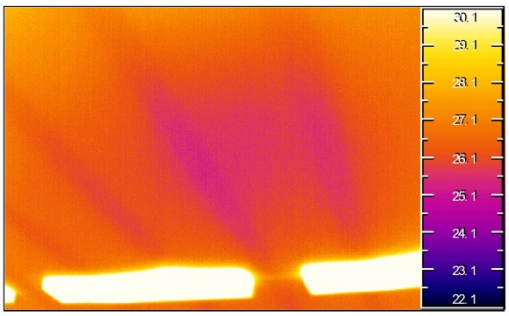


Immagine Termica

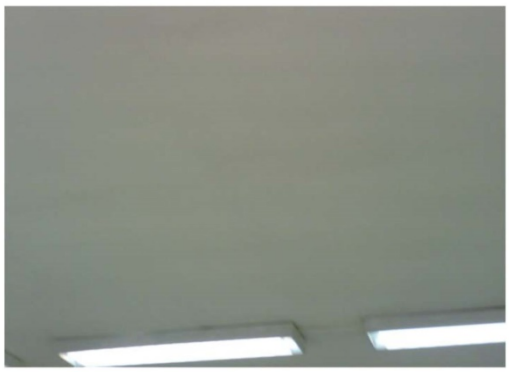


Immagine Visibile

LOCALIZZAZIONE: Piano Terra **N° PROG.:** TH02

INFORMAZIONI IMMAGINE

NOME FILE: T00116IR.JPG,1

DATA INDAGINE: 14/06/2019 11:42:44

IMMAGINI

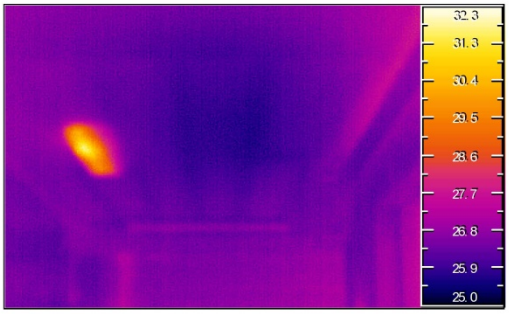


Immagine Termica

Immagine Visibile

LOCALIZZAZIONE: Piano Terra **N° PROG.:** TH03

INFORMAZIONI IMMAGINE

NOME FILE: T00114IR.JPG,1

DATA INDAGINE: 14/06/2019 11:33:29

IMMAGINI

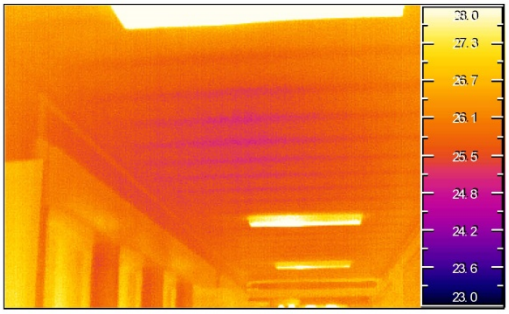


Immagine Termica

Immagine Visibile

LOCALIZZAZIONE: Piano Terra **N° PROG.:** TH04

INFORMAZIONI IMMAGINE

NOME FILE: T00118IR.JPG,1

DATA INDAGINE: 14/06/2019 11:56:10

IMMAGINI

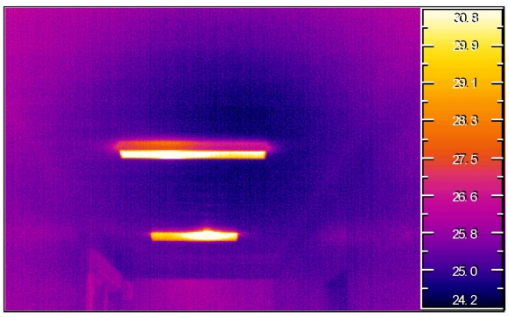


Immagine Termica

Immagine Visibile

LOCALIZZAZIONE: Piano Primo **N° PROG.:** TH05

INFORMAZIONI IMMAGINE

NOME FILE: T00119IR.JPG,1

DATA INDAGINE: 14/06/2019 12:49:44

IMMAGINI

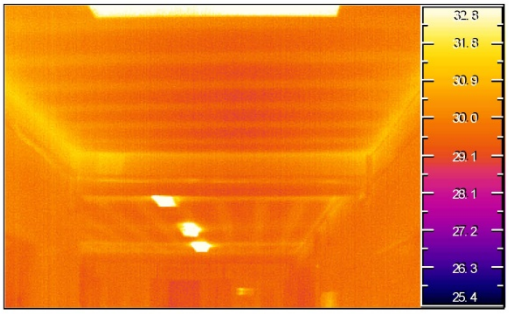


Immagine Termica

Immagine Visibile

LOCALIZZAZIONE: Piano Primo **N° PROG.:** TH06

INFORMAZIONI IMMAGINE

NOME FILE: T00120IR.JPG,1

DATA INDAGINE: 14/06/2019 13:03:46

IMMAGINI

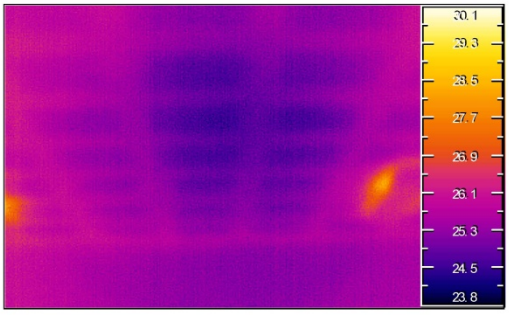


Immagine Termica

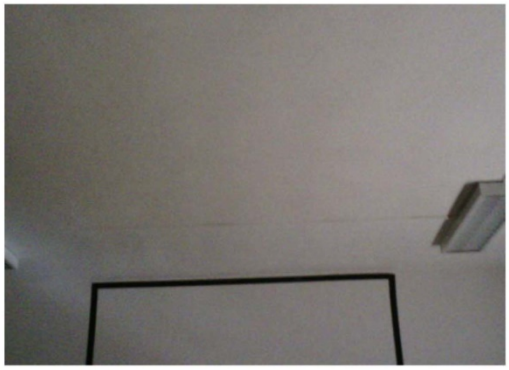


Immagine Visibile

LOCALIZZAZIONE: Piano Primo **N° PROG.:** TH07

INFORMAZIONI IMMAGINE

NOME FILE: T00121IR.JPG,1

DATA INDAGINE: 14/06/2019 13:17:25

IMMAGINI

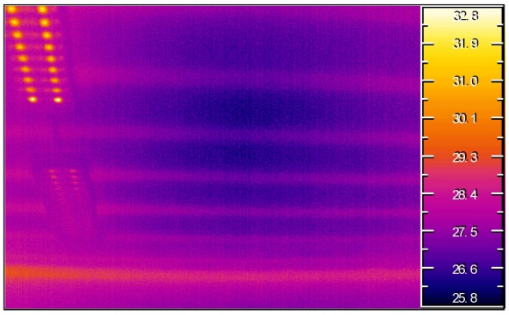


Immagine Termica

Immagine Visibile

LOCALIZZAZIONE: Piano Primo **N° PROG.:** TH08

INFORMAZIONI IMMAGINE

NOME FILE: T00124IR.JPG,1

DATA INDAGINE: 14/06/2019 13:19:49

IMMAGINI

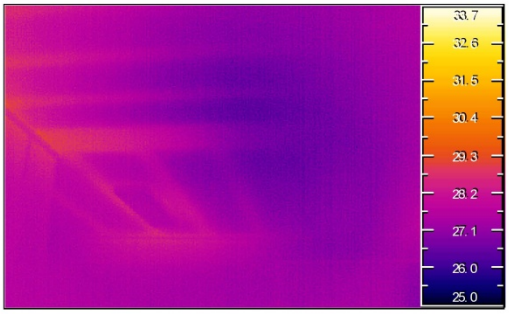


Immagine Termica

Immagine Visibile

LOCALIZZAZIONE: Piano Primo **N° PROG.:** TH09

INFORMAZIONI IMMAGINE

NOME FILE: T00122IR.JPG,1

DATA INDAGINE: 14/06/2019 13:19:20

IMMAGINI

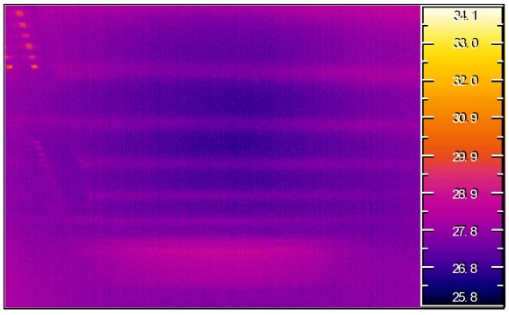


Immagine Termica

Immagine Visibile

LOCALIZZAZIONE: Piano Primo **N° PROG.:** TH10

INFORMAZIONI IMMAGINE

NOME FILE: T00126IR.JPG,1

DATA INDAGINE: 14/06/2019 13:33:26

IMMAGINI

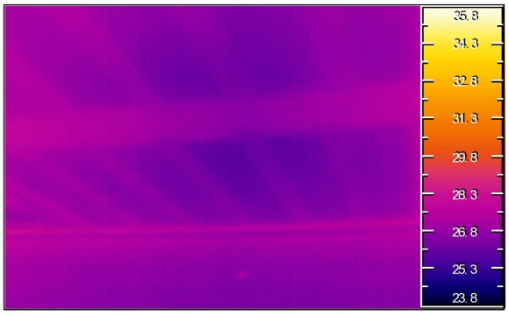


Immagine Termica

Immagine Visibile

LOCALIZZAZIONE: Piano Primo **N° PROG.:** TH11

INFORMAZIONI IMMAGINE

NOME FILE: T00125IR.JPG,1

DATA INDAGINE: 14/06/2019 13:20:00

IMMAGINI

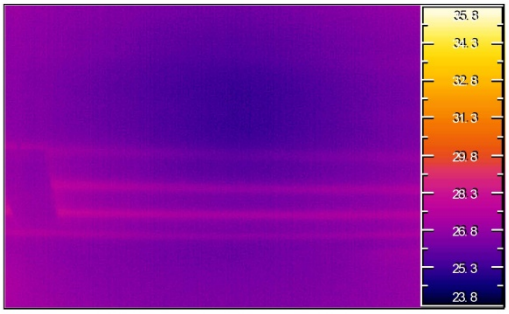


Immagine Termica

Immagine Visibile

6.2 Prove di carbonatazione

Le procedure adottate per la preparazione e la realizzazione della prova di carbonatazione sono state eseguite secondo la normativa **UNI 9944/1992**.
Il fenomeno della carbonatazione consiste nella trasformazione dell'idrossido di calcio in carbonato di calcio, che provoca la riduzione della basicità del calcestruzzo necessaria alla protezione delle armature.
Il calcestruzzo che riveste le armature, in genere caratterizzato da un pH compreso tra 13 e 13,80, ricopre l'acciaio di un film di ossido di pochi nanometri di spessore, fornendogli così delle caratteristiche protettive. L'alcalinità del calcestruzzo si riduce progressivamente al contatto con l'anidride carbonica presente nell'atmosfera, per cui il pH si riduce a valori vicini a 9: in queste nuove condizioni il film di ossido viene distrutto e si annullano le condizioni di passività delle armature (si perde la protezione anticorrosiva della pasta cementizia e l'acciaio d'armatura, in presenza di umidità e ossigeno, è soggetto a corrosione).
L'aggressione procede fino a ridurre considerevolmente la sezione resistente delle armature, la cui collaborazione con il calcestruzzo risulta per di più limitata dal decadimento dell'aderenza. I prodotti della corrosione, inoltre, occupano un volume maggiore rispetto allo strato metallico aggredito: l'aumento di volume all'interfaccia acciaio-calcestruzzo genera elevate tensioni puntuali di trazione nel calcestruzzo che ne provocano la fessurazione (fenomeni di "spalling").
La penetrazione della carbonatazione può dipendere, oltre che dalle caratteristiche intrinseche del getto di calcestruzzo (tipo di cemento, rapporto a/c, porosità, messa in opera, compattazione, stagionatura, fessurazione, copriferro), anche dalle condizioni ambientali (umidità, temperatura, concentrazione CO_2 nell'aria, esposizione). La presenza di alternanza di condizioni di bagnato e asciutto, come quelle che possono essere provocate dalla pioggia, riduce leggermente i tempi di avanzamento del fronte di carbonatazione ma costituisce le condizioni migliori per la corrosione delle armature.
Le differenze di esposizione costituiscono le principali variabili nell'avanzamento della propagazione della carbonatazione; la Norma UNI EN 206_2016, infatti, definisce 4 classi di esposizione ambientale per il calcestruzzo armato esposto all'aria e all'umidità e soggetto a corrosione indotta da carbonatazione:

- XC1 - Secco o permanentemente acquoso
- XC2 - Acquoso, raramente secco
- XC3 - Umidità moderata
- XC4 - Ciclicamente acquoso e secco

La prova, finalizzata all'accertamento dello stato di danneggiamento e di degrado degli elementi strutturali in cemento armato, consiste in un test colorimetrico, eseguito spruzzando la superficie del calcestruzzo con un indicatore chimico consistente in una soluzione acquosa di fenoftaleina all'1% in alcool etilico: se il provino o parte di esso assume il tipico colore rosso magenta del reagente utilizzato (pH maggiore di 8,3÷10), il calcestruzzo non è carbonatato, mentre se il provino non modifica il suo colore (valori di pH inferiori), il calcestruzzo è carbonatato.
La procedura di indagine utilizzata è quella mediante Carbontest, consistente nel prelievo di polveri per mezzo di un trapano a percussione.
I principali componenti che consentono l'esecuzione del prelievo e dell'analisi di seguito riportata sono i seguenti elementi:

- picker per la raccolta della polvere costituito da testina anulare di intercettazione dotata di elemento di tenuta (la parte inferiore dell'anello si conclude con un condotto ad imbuto per il convoglio della polvere nell'apposita provetta)

- provetta in stiroloacrilonitrile della lunghezza di 18cm e diametro interno da 9mm (il contenitore trasparente è dotato di un apposito taglio sottile lungo la generatrice che consente il passaggio del reagente liquido ma impedisce la fuoriuscita della polvere)
- righello di misurazione con tacche graduate per l'inserimento nel foro e per la misurazione della polvere raccolta nella provetta
- soluzione alcolica all'1% di fenolftaleina, caratterizzata da un range di reazione compreso tra pH=8,3 e pH=10,0, che determina il viraggio al rosa della polvere non interessata dalla carbonatazione
- pipetta Pasteur dosatrice da 3ml per la disposizione della fenolftaleina lungo il taglio sottile della provetta

Una volta individuate le zone in grado di fornire i risultati più significavi, si procede posizionando, in aderenza con il manufatto da analizzare, il dispositivo di raccolta corredato della provetta di accumulo; mediante il trapano a percussione è stata eseguita la penetrazione del calcestruzzo, procedendo con velocità costante per tutta la durata dell'operazione: la prima polvere in uscita è stata raccolta sul fondo della provetta e l'ultima sulla sommità della stessa. L'impiego di un contenitore trasparente ha consentito di verificare il regolare afflusso di polvere durante la perforazione, ottenendo, quindi, un campione ordinato all'interno della provetta.

Al termine della perforazione si è determinata la lunghezza del campione di polvere prelevato e lo si è rapportato alla misurazione dell'effettiva profondità del foro nel manufatto, considerato che la polvere, per quanto costipata, occupa un volume superiore all'elemento di origine.

Utilizzando una pipetta pasteur si è steso un velo di fenolftaleina lungo il taglio longitudinale svasato presente sulla provetta, in modo da far penetrare il liquido all'interno della polvere del campione; una volta che la reazione chimica del reagente è avvenuta (immediatamente), si è proceduto ad effettuare il test colorimetrico e dopo breve asciugatura del campione si è misurata, con precisione millimetrica, la lunghezza della parte carbonatata distinguendola dalla parte non degradata.

Alla fine della prova si è proceduto con la chiusura del foro prodotto durante il prelievo mediante l'utilizzo di un apposito stucco per cemento, annullando, così, la possibilità di aggressione degli agenti esterni che potrebbero accelerarne localmente il degrado.

Il calcolo della profondità di carbonatazione nei punti analizzati è stato fatto con l'ausilio del software CARBONTEST® Report, determinando il rapporto di scala tra la profondità del foro e la quantità di polvere contenuta nella provetta.

Sono stati eseguiti n.2 test di carbonatazione su due pilastri esterni della struttura.

L'ubicazione dei punti è indicata all'interno dell'**Allegato A – Rilievo strutturale e ubicazione indagini** mentre i report dei test sono illustrati nell'**Allegato B - Report indagini**.

Si riporta di seguito, invece, la tabella riassuntiva dei risultati ottenuti.

Prova N	Identificazione Punto	Tipo elemento	Carbonatazione	
			Esito P/N	Profondità dk [cm]
1	PT02	Pilastro	P	1,9
2	PT03	Pilastro	P	5,57

Tabella 3 - Tabella riassuntiva prove di carbonatazione

7. Analisi strutturali

7.1 Vita nominale, classe d'uso e periodo di riferimento

La vita nominale di progetto V_N di un opera è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché sia soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali. I valori minimi di V_N da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tab. 2.4.I delle NTC2018 di seguito illustrata:

	TIPI DI COSTRUZIONI	Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Nel caso in oggetto si considera una vita nominale V_N =50 anni
Ai fini applicativi inerenti il progetto si considera la Classe III:
Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza.Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
La normativa vigente prescrive un periodo di riferimento VR valutato come il prodotto tra la vita nominale VN della struttura e un coefficiente riferito alla classe d'uso della struttura C_U.

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

$Vr = V_N \times Cu = 50$ anni
Il periodo di riferimento inerente il progetto è assunto pari a 75 anni

7.2 Acquisizione del livello di conoscenza e del fattore di confidenza FC

Sulla base della documentazione a disposizione e delle prove effettuate si definisce il livello di conoscenza acquisito (LC) a cui corrisponde un fattore di confidenza (FC) da applicare alle proprietà dei materiali.

Tabella C8.5.IV – *Livelli di conoscenza in funzione dell'informazione disponibile e conseguenti metodi di analisi ammessi e valori dei fattori di confidenza, per edifici in calcestruzzo armato o in acciaio*

Livello di conoscenza	Geometrie (carpenterie)	Dettagli strutturali	Proprietà dei materiali	Metodi di analisi	FC (*)
LC1	Da disegni di carpenteria originali con rilievo visivo a campione; in alternativa rilievo completo ex-novo	Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e ***indagini limitate*** in situ	Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e ***prove limitate*** in situ	Analisi lineare statica o dinamica	1,35
LC2		Elaborati progettuali incompleti con ***indagini limitate*** in situ; in alternativa ***indagini estese*** in situ	Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali, con ***prove limitate*** in situ; in alternativa da ***prove estese*** in situ	Tutti	1,20
LC3		Elaborati progettuali completi con ***indagini limitate*** in situ; in alternativa ***indagini esaustive*** in situ	Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto, con ***prove estese*** in situ; in alternativa da ***prove esaustive*** in situ	Tutti	1,00

(*) A meno delle ulteriori precisazioni già fornite nel § C8.5.4.

L'identificazione del livello di conoscenza dipende dall'approfondimento conoscitivo della struttura raggiunto dal punto di vista della geometria, dei dettagli costruttivi e delle proprietà dei materiali. I parametri di riferimento contenuti nella Circolare del 21 gennaio 2019 sono tuttavia delle linee guida e hanno pertanto valore indicativo. Tutto ciò a significare che la scelta del livello di conoscenza LC e del relativo fattore di confidenza FC è responsabilità del progettista.
Per quanto riguarda l'edificio in esame si assume un livello di conoscenza pari a LC2 e relativo Fattore di Confidenza FC = 1,20.

7.3 Caratteristiche dei materiali

Le caratteristiche dei materiali impiegati nelle analisi sono state dedotte dagli elaborati di progetto esecutivo originari e dai certificati di collaudo delle strutture. Le caratteristiche meccaniche del calcestruzzo, il quale rappresenta il materiale strutturale soggetto a maggior variabilità costruttiva, sono state opportunamente corrette mediante fattore di confidenza FC = 1,20. Per quanto attiene gli acciai da armatura, anch'essi sono stati dedotti dalla documentazione originaria di progetto e opportunamente ridotti con il fattore di confidenza sopra menzionato.

Calcestruzzo per strutture in elevazione blocco A

Classe di Resistenza	Rck 200 Kg/cm^2;
Modulo di Elasticità	E = 291700 Kg/cm^2;
Coefficiente di Poisson	0.2

Calcestruzzo per strutture in elevazione blocchi B e C

Classe di Resistenza	Rck 250 Kg/cm^2;
Modulo di Elasticità	E = 305500 Kg/cm^2;
Coefficiente di Poisson	0.2

Acciaio da c.a. blocco A

Tipo FeB32;	
Resistenza caratteristica allo snervamento	f_{yk} = 320 N/mm^2;
Resistenza caratteristica a rottura	f_{tk} = 500 N/mm^2;
Modulo di Elasticità	E = 210000 N/mm^2;

Acciaio da c.a. blocchi B e C

Tipo FeB44k;	
Resistenza caratteristica allo snervamento	f_{yk} = 430 N/mm^2;
Resistenza caratteristica a rottura	f_{tk} = 540 N/mm^2;
Modulo di Elasticità	E = 210000 N/mm^2;

7.4 Metodo di calcolo

La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è condotta con il metodo agli stati limite.
Spostamenti e azioni sono calcolati con il metodo agli elementi finiti (FEM): questo si basa sulla schematizzazione di una struttura come insieme di elementi di varie geometrie e caratteristiche, connessi l'un l'altro solo in corrispondenza di un determinato numero di punti chiamati "nodi", singolarmente definiti per mezzo di tre coordinate cartesiane rispetto a un sistema di riferimento globale.
Le incognite del problema sono rappresentate dalle sei componenti di spostamento di ogni nodo, traslazioni secondo X, Y, Z e rotazioni attorno agli stessi assi, riferite alla terna globale. Il metodo permette di giungere ad un sistema di equazioni lineari i cui termini noti sono costituiti dai carichi agenti sulla struttura, opportunamente concentrati nei nodi.

$$K * u = F$$

dove: K = matrice di rigidezza; u = vettore spostamenti nodali; F = vettore forze nodali.

Dagli spostamenti risultanti dalla risoluzione del sistema algebrico sopra riportato, vengono dedotte le sollecitazioni e/o tensioni in punti caratteristici di ogni elemento, riferite generalmente ad una terna locale all'elemento stesso.
Il solutore adottato per la modellazione strutturale e le relative verifiche è il software agli elementi finiti Midas Gen 2019 V2.2.
Nelle modellazioni strutturali condotte le travi sono rappresentate con elementi *beam*, elementi monodimensionali reagenti con sei caratteristiche di sollecitazione, azione assiale, due forze di tagli, due momenti flettenti e momento torcente, mentre le pareti/setti verticali sono state modellata per mezzo di elementi piani *plate.*
Le analisi condotte sono di tipo dinamico lineare con spettro di risposta, l'azione sismica, come riportato nel paragrafo "Analisi dei carichi" è stata implementata attraverso la definizione di due spettri di risposta, uno per condurre le analisi e relative verifiche degli elementi per meccanismi duttili e uno per meccanismi fragili, differenziandoli attraverso il fattore di comportamento q.

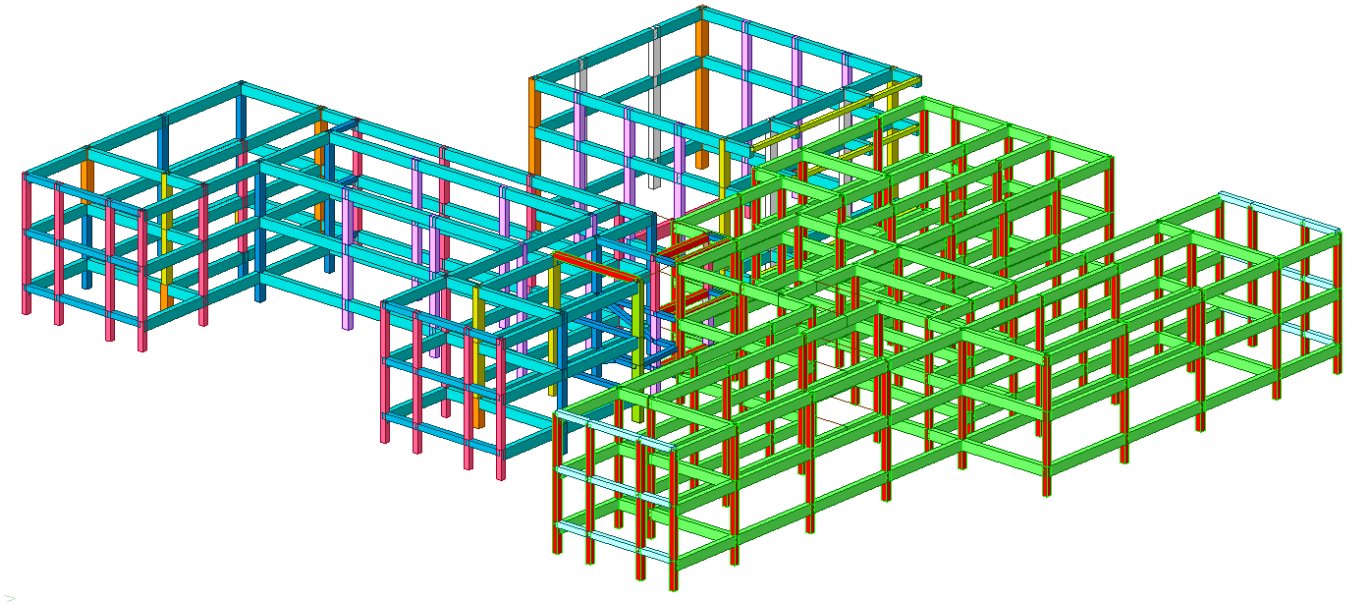


Figura 4 - Modello Fem dell'intera struttura

7.5 Affidabilità e accettabilità dei codici di calcolo e risultati

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo dei software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dai produttori contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. Le società produttrici hanno verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.
I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali tipici della scienza e della tecnica delle costruzioni. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

7.6 Analisi dei carichi

I carichi agenti sulla struttura sono rappresentati dal peso proprio degli elementi stessi, dai carichi permanenti non strutturali, dai carichi di esercizio, dalle azioni ambientali di vento e neve e dall'azione sismica.
I pesi propri degli elementi strutturali sono calcolati in maniera automatica dal software di modellazione agli elementi finiti, una volta noti i materiali e le caratteristiche geometriche.
I carichi permanenti sotto riportati sono stati dedotti dalla relazione di calcolo originaria della struttura, mentre per quanto riguarda i sovraccarichi variabili si è fatto riferimento alle NTC 2018.

Solaio Intermedio sp. 25+5 cm

Peso proprio	3,55 kN/m^2
Carichi permanenti non strutturali	1,80 kN/m^2
Sovraccarico di esercizio (Cat. C1)	3,00 kN/m^2

Solaio Intermedio sp. 35+5 cm

Peso proprio	3,80 kN/m^2
Carichi permanenti non strutturali	1,00 kN/m^2
Sovraccarico di esercizio (Cat. C1)	3,00 kN/m^2

Solaio Intermedio sp. 35+5 cm a nervature incrociate

Peso proprio	4,70 kN/m^2
Carichi permanenti non strutturali	1,00 kN/m^2
Sovraccarico di esercizio (Cat. C1)	3,00 kN/m^2

Solaio Copertura sp. 35+5 cm

Peso proprio	3,80 kN/m^2
Carichi permanenti non strutturali	1,70 kN/m^2
Sovraccarico di esercizio (Cat. H)	0,50 kN/m^2

Solaio Copertura sp. 35+5 cm a nervature incrociate

Peso proprio	4,70 kN/m^2
Carichi permanenti non strutturali	1,70 kN/m^2
Sovraccarico di esercizio (Cat. H)	0,50 kN/m^2

Azione delle neve

Pressione delle neve	0,48 kN/m^2;

Azione del vento

Al fine del calcolo dell'azione del vento si è fatto riferimento alle prescrizioni presenti nella circolare alle NTC2018. Di seguito i parametri considerati per il calcolo:

Zona 5, Sardegna orientale;	
Velocità di riferimento	28 m/s;
Tempo di ritorno	50 anni;
altezza sul livello del mare	6 m;

Classe di rugosità	B;
Categoria di esposizione	III;
Pressione cinematica di riferimento	q_p = 0.4907 kN/m^2;
Coef. dinamico	c_d = 1.0;
Coefficiente di forma sopravento	c_{pe} = 0.8
Coefficiente di forma sottovento	c_{pe} = -0.4
Coefficiente di pressione interna	c_{pi} = +/- 0.2

Azione sismica

Trattandosi di edifici esistenti, la valutazione della sicurezza sotto azioni sismiche è stata effettuata per lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV).

Vita nominale	V_N= 50 anni
Classe d'uso: Classe III	cu = 1,5
Periodo di riferimento per l'azione sismica	V_R =75 anni
Probabilità di superamento per SLV	10%
Periodo di ritorno SLV	Tr = 711,84 anni
Categoria di sottosuolo	Cat C
Categoria topografica	Cat T1

In funzione di questi parametri sono stati ricavati i seguenti valori di pericolosità sismica validi per lo stato limite di salvaguardia della vita (SLV) e successivamente i relativi spettri di risposta di progetto. Il fattore di comportamento q adottato è pari a 1,5 per la verifica della struttura per meccanismi fragili e 3,0 per la verifica relativa ai meccanismi/elementi duttili (Telaio a più piani e più campate regolare in altezza e irregolare in pianta).

S = 1.5
T_B = 0.176 s
T_C = 0,527 s
T_D = 1,822
a_g = 0,055 g
q = 1.5
F_0 = 2,94
T_C* = 0,358 s

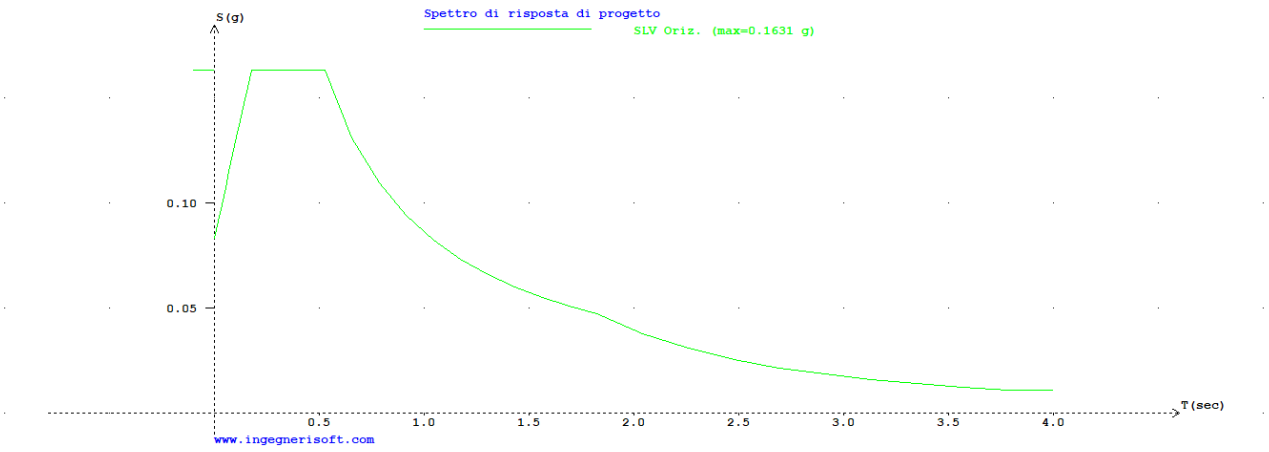


Figura 5 - Spettro di risposta di progetto SLV per meccanismi fragili

S = 1.5
T_B = 0.176 s
T_C = 0,527 s
T_D = 1,822
a_g = 0,055 g
q = 3.0
F_0 = 2,94
T_C* = 0,358 s

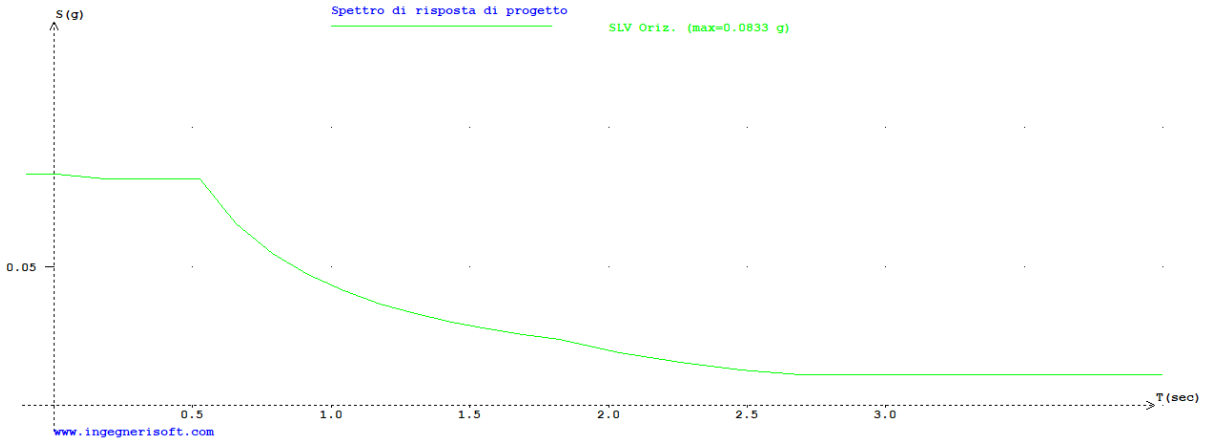


Figura 6 - Spettro di risposta di progetto SLV per meccanismi duttili

7.7 Combinazioni di carico

Le azioni riportate nell'analisi dei carichi sono state opportunamente combinate e amplificate come prescritto dalle vigenti normative tecniche; di seguito sono elencate le combinazioni di carico utilizzate.

COMBINAZIONI DI CARICO RELATIVE AI CARICHI STATICI:

```
LIST OF LOAD COMBINATIONS
==========================================================================================
NUM  NAME          ACTIVE              TYPE
               LOADCASE(FACTOR) +             LOADCASE(FACTOR) +             LOADCASE(FACTOR)
==========================================================================================
1    cLCB1         Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.300) + Carichi permanenti s( 1.100) +    Carichi Esercizio( 1.500)
------------------------------------------------------------------------------------------
2    cLCB2         Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.300) + Carichi permanenti s( 1.100) +    Carichi Esercizio( 1.500)
 +                 Neve( 0.750)
------------------------------------------------------------------------------------------
3    cLCB3         Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.300) + Carichi permanenti s( 1.100) +    Carichi Esercizio( 1.050)
 +                 Neve( 1.500)
------------------------------------------------------------------------------------------
4    cLCB4         Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.300) + Carichi permanenti s( 1.100) +    Carichi Esercizio( 1.500)
 +              Vento x( 0.900)
------------------------------------------------------------------------------------------
5    cLCB5         Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.300) + Carichi permanenti s( 1.100) +    Carichi Esercizio( 1.500)
 +              Vento y( 0.900)
------------------------------------------------------------------------------------------
6    cLCB6         Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.300) + Carichi permanenti s( 1.100) +    Carichi Esercizio( 1.050)
 +              Vento x( 1.500)
------------------------------------------------------------------------------------------
7    cLCB7         Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.300) + Carichi permanenti s( 1.100) +    Carichi Esercizio( 1.050)
 +              Vento y( 1.500)
------------------------------------------------------------------------------------------
8    cLCB8         Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.300) + Carichi permanenti s( 1.100) +    Carichi Esercizio( 1.500)
 +              Vento x(-0.900)
------------------------------------------------------------------------------------------
9    cLCB9         Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.300) + Carichi permanenti s( 1.100) +    Carichi Esercizio( 1.500)
 +              Vento y(-0.900)
------------------------------------------------------------------------------------------
10   cLCB10        Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.300) + Carichi permanenti s( 1.100) +    Carichi Esercizio( 1.050)
 +              Vento x(-1.500)
------------------------------------------------------------------------------------------
11   cLCB11        Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.300) + Carichi permanenti s( 1.100) +    Carichi Esercizio( 1.050)
 +              Vento y(-1.500)
------------------------------------------------------------------------------------------
12   cLCB12        Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.300) + Carichi permanenti s( 1.100) +    Carichi Esercizio( 1.500)
 +                 Neve( 0.750) +              Vento x( 0.900)
------------------------------------------------------------------------------------------
13   cLCB13        Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.300) + Carichi permanenti s( 1.100) +    Carichi Esercizio( 1.500)
 +                 Neve( 0.750) +              Vento y( 0.900)
------------------------------------------------------------------------------------------
14   cLCB14        Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.300) + Carichi permanenti s( 1.100) +    Carichi Esercizio( 1.050)
 +                 Neve( 0.750) +              Vento x( 1.500)
------------------------------------------------------------------------------------------
15   cLCB15        Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.300) + Carichi permanenti s( 1.100) +    Carichi Esercizio( 1.050)
 +                 Neve( 0.750) +              Vento y( 1.500)
------------------------------------------------------------------------------------------
16   cLCB16        Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.300) + Carichi permanenti s( 1.100) +    Carichi Esercizio( 1.500)
 +                 Neve( 0.750) +              Vento x(-0.900)
------------------------------------------------------------------------------------------
17   cLCB17        Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.300) + Carichi permanenti s( 1.100) +    Carichi Esercizio( 1.500)
```

```
 +                Neve( 0.750) +              Vento y(-0.900)
-----------------------------------------------------------------------------------------
18   cLCB18        Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.300) + Carichi permanenti s( 1.100) +    Carichi Esercizio( 1.050)
 +                Neve( 0.750) +              Vento x(-1.500)
-----------------------------------------------------------------------------------------
19   cLCB19        Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.300) + Carichi permanenti s( 1.100) +    Carichi Esercizio( 1.050)
 +                Neve( 0.750) +              Vento y(-1.500)
-----------------------------------------------------------------------------------------
20   cLCB20        Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.300) + Carichi permanenti s( 1.100) +    Carichi Esercizio( 1.050)
 +                Neve( 1.500) +              Vento x( 0.900)
-----------------------------------------------------------------------------------------
21   cLCB21        Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.300) + Carichi permanenti s( 1.100) +    Carichi Esercizio( 1.050)
 +                Neve( 1.500) +              Vento y( 0.900)
-----------------------------------------------------------------------------------------
22   cLCB22        Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.300) + Carichi permanenti s( 1.100) +    Carichi Esercizio( 1.050)
 +                Neve( 1.500) +              Vento x(-0.900)
-----------------------------------------------------------------------------------------
23   cLCB23        Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.300) + Carichi permanenti s( 1.100) +    Carichi Esercizio( 1.050)
 +                Neve( 1.500) +              Vento y(-0.900)
-----------------------------------------------------------------------------------------
24   cLCB24        Serviceability     Add
           Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 1.000)
-----------------------------------------------------------------------------------------
25   cLCB25        Serviceability     Add
           Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 1.000)
 +                Neve( 0.500)
-----------------------------------------------------------------------------------------
26   cLCB26        Serviceability     Add
           Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.700)
 +                Neve( 1.000)
-----------------------------------------------------------------------------------------
27   cLCB27        Serviceability     Add
           Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 1.000)
 +              Vento x( 0.600)
-----------------------------------------------------------------------------------------
28   cLCB28        Serviceability     Add
           Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 1.000)
 +              Vento y( 0.600)
-----------------------------------------------------------------------------------------
29   cLCB29        Serviceability     Add
           Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 1.000)
 +              Vento x(-0.600)
-----------------------------------------------------------------------------------------
30   cLCB30        Serviceability     Add
           Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 1.000)
 +              Vento y(-0.600)
-----------------------------------------------------------------------------------------
31   cLCB31        Serviceability     Add
           Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.700)
 +              Vento x( 1.000)
-----------------------------------------------------------------------------------------
32   cLCB32        Serviceability     Add
           Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.700)
 +              Vento y( 1.000)
-----------------------------------------------------------------------------------------
33   cLCB33        Serviceability     Add
           Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.700)
 +              Vento x(-1.000)
-----------------------------------------------------------------------------------------
34   cLCB34        Serviceability     Add
           Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.700)
 +              Vento y(-1.000)
-----------------------------------------------------------------------------------------
35   cLCB35        Serviceability     Add
           Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 1.000)
 +                Neve( 0.500) +              Vento x( 0.600)
-----------------------------------------------------------------------------------------
36   cLCB36        Serviceability     Add
           Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 1.000)
 +                Neve( 0.500) +              Vento y( 0.600)
-----------------------------------------------------------------------------------------
37   cLCB37        Serviceability     Add
           Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 1.000)
 +                Neve( 0.500) +              Vento x(-0.600)
-----------------------------------------------------------------------------------------
38   cLCB38        Serviceability     Add
```

```
          Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 1.000)
 +                Neve( 0.500) +              Vento y(-0.600)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
39   cLCB39        Serviceability     Add
          Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.700)
 +                Neve( 0.500) +              Vento x( 1.000)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
40   cLCB40        Serviceability     Add
          Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.700)
 +                Neve( 0.500) +              Vento y( 1.000)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
41   cLCB41        Serviceability     Add
          Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.700)
 +                Neve( 0.500) +              Vento x(-1.000)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
42   cLCB42        Serviceability     Add
          Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.700)
 +                Neve( 0.500) +              Vento y(-1.000)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
43   cLCB43        Serviceability     Add
          Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.700)
 +                Neve( 1.000) +              Vento x( 0.600)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
44   cLCB44        Serviceability     Add
          Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.700)
 +                Neve( 1.000) +              Vento y( 0.600)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
45   cLCB45        Serviceability     Add
          Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.700)
 +                Neve( 1.000) +              Vento x(-0.600)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
46   cLCB46        Serviceability     Add
          Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.700)
 +                Neve( 1.000) +              Vento y(-0.600)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
47   cLCB47        Serviceability     Add
          Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.700)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
48   cLCB48        Serviceability     Add
          Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.600)
 +                Neve( 0.200)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
49   cLCB49        Serviceability     Add
          Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.600)
 +              Vento x( 0.200)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
50   cLCB50        Serviceability     Add
          Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.600)
 +              Vento y( 0.200)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
51   cLCB51        Serviceability     Add
          Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.600)
 +              Vento x(-0.200)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
52   cLCB52        Serviceability     Add
          Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.600)
 +              Vento y(-0.200)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
53   cLCB53        Serviceability     Add
          Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.600)
 +                Neve( 0.200) +              Vento x( 0.200)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
54   cLCB54        Serviceability     Add
          Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.600)
 +                Neve( 0.200) +              Vento y( 0.200)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
55   cLCB55        Serviceability     Add
          Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.600)
 +                Neve( 0.200) +              Vento x(-0.200)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
56   cLCB56        Serviceability     Add
          Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.600)
 +                Neve( 0.200) +              Vento y(-0.200)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
57   cLCB57        Serviceability     Add
          Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.600)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
```

COMBINAZIONI DI CARICO SISMICHE:

```
LIST OF LOAD COMBINATIONS
==========================================================================================
NUM  NAME          ACTIVE              TYPE
               LOADCASE(FACTOR) +             LOADCASE(FACTOR) +             LOADCASE(FACTOR)
==========================================================================================
1    cLCB24        Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.600)
 +                SLV X( 1.000) +                SLV X( 1.000) +                SLV Y( 0.300)
 +                SLV Y( 0.300)
------------------------------------------------------------------------------------------
2    cLCB25        Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.600)
 +                SLV X( 1.000) +                SLV X(-1.000) +                SLV Y( 0.300)
 +                SLV Y(-0.300)
------------------------------------------------------------------------------------------
3    cLCB26        Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.600)
 +                SLV X( 1.000) +                SLV X( 1.000) +                SLV Y(-0.300)
 +                SLV Y(-0.300)
------------------------------------------------------------------------------------------
4    cLCB27        Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.600)
 +                SLV X( 1.000) +                SLV X(-1.000) +                SLV Y(-0.300)
 +                SLV Y( 0.300)
------------------------------------------------------------------------------------------
5    cLCB28        Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.600)
 +                SLV Y( 1.000) +                SLV Y( 1.000) +                SLV X( 0.300)
 +                SLV X( 0.300)
------------------------------------------------------------------------------------------
6    cLCB29        Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.600)
 +                SLV Y( 1.000) +                SLV Y(-1.000) +                SLV X( 0.300)
 +                SLV X(-0.300)
------------------------------------------------------------------------------------------
7    cLCB30        Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.600)
 +                SLV Y( 1.000) +                SLV Y( 1.000) +                SLV X(-0.300)
 +                SLV X(-0.300)
------------------------------------------------------------------------------------------
8    cLCB31        Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.600)
 +                SLV Y( 1.000) +                SLV Y(-1.000) +                SLV X(-0.300)
 +                SLV X( 0.300)
------------------------------------------------------------------------------------------
9    cLCB32        Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.600)
 +                SLV X( 1.000) +                SLV X( 1.000) +                SLV Y( 0.300)
 +                SLV Y(-0.300)
------------------------------------------------------------------------------------------
10   cLCB33        Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.600)
 +                SLV X( 1.000) +                SLV X(-1.000) +                SLV Y( 0.300)
 +                SLV Y( 0.300)
------------------------------------------------------------------------------------------
11   cLCB34        Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.600)
 +                SLV X( 1.000) +                SLV X( 1.000) +                SLV Y(-0.300)
 +                SLV Y( 0.300)
------------------------------------------------------------------------------------------
12   cLCB35        Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.600)
 +                SLV X( 1.000) +                SLV X(-1.000) +                SLV Y(-0.300)
 +                SLV Y(-0.300)
------------------------------------------------------------------------------------------
13   cLCB36        Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.600)
 +                SLV Y( 1.000) +                SLV Y( 1.000) +                SLV X( 0.300)
 +                SLV X(-0.300)
------------------------------------------------------------------------------------------
14   cLCB37        Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.600)
 +                SLV Y( 1.000) +                SLV Y(-1.000) +                SLV X( 0.300)
 +                SLV X( 0.300)
------------------------------------------------------------------------------------------
15   cLCB38        Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.600)
 +                SLV Y( 1.000) +                SLV Y( 1.000) +                SLV X(-0.300)
```

```
 +                SLV X( 0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------
16   cLCB39        Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.600)
 +                SLV Y( 1.000) +                SLV Y(-1.000) +                SLV X(-0.300)
 +                SLV X(-0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------
17   cLCB40        Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.600)
 +                SLV X(-1.000) +                SLV X(-1.000) +                SLV Y(-0.300)
 +                SLV Y(-0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------
18   cLCB41        Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.600)
 +                SLV X(-1.000) +                SLV X( 1.000) +                SLV Y(-0.300)
 +                SLV Y( 0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------
19   cLCB42        Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.600)
 +                SLV X(-1.000) +                SLV X(-1.000) +                SLV Y( 0.300)
 +                SLV Y( 0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------
20   cLCB43        Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.600)
 +                SLV X(-1.000) +                SLV X( 1.000) +                SLV Y( 0.300)
 +                SLV Y(-0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------
21   cLCB44        Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.600)
 +                SLV Y(-1.000) +                SLV Y(-1.000) +                SLV X(-0.300)
 +                SLV X(-0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------
22   cLCB45        Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.600)
 +                SLV Y(-1.000) +                SLV Y( 1.000) +                SLV X(-0.300)
 +                SLV X( 0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------
23   cLCB46        Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.600)
 +                SLV Y(-1.000) +                SLV Y(-1.000) +                SLV X( 0.300)
 +                SLV X( 0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------
24   cLCB47        Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.600)
 +                SLV Y(-1.000) +                SLV Y( 1.000) +                SLV X( 0.300)
 +                SLV X(-0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------
25   cLCB48        Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.600)
 +                SLV X(-1.000) +                SLV X(-1.000) +                SLV Y(-0.300)
 +                SLV Y( 0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------
26   cLCB49        Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.600)
 +                SLV X(-1.000) +                SLV X( 1.000) +                SLV Y(-0.300)
 +                SLV Y(-0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------
27   cLCB50        Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.600)
 +                SLV X(-1.000) +                SLV X(-1.000) +                SLV Y( 0.300)
 +                SLV Y(-0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------
28   cLCB51        Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.600)
 +                SLV X(-1.000) +                SLV X( 1.000) +                SLV Y( 0.300)
 +                SLV Y( 0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------
29   cLCB52        Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.600)
 +                SLV Y(-1.000) +                SLV Y(-1.000) +                SLV X(-0.300)
 +                SLV X( 0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------
30   cLCB53        Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.600)
 +                SLV Y(-1.000) +                SLV Y( 1.000) +                SLV X(-0.300)
 +                SLV X(-0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------
31   cLCB54        Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.600)
 +                SLV Y(-1.000) +                SLV Y(-1.000) +                SLV X( 0.300)
 +                SLV X(-0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------
```

```
32   cLCB55        Strength/Stress    Add
           Peso proprio( 1.000) + Carichi permanenti s( 1.000) +    Carichi Esercizio( 0.600)
 +                SLV Y(-1.000) +                SLV Y( 1.000) +                SLV X( 0.300)
 +                SLV X( 0.300)
-----------------------------------------------------------------------------------------------
```

7.8 Modello strutturale e risultati delle analisi: Carichi Statici

Di seguito si riportano i modelli agli elementi finiti utilizzati e i principali risultati delle analisi espressi in termini di deformazioni e sollecitazioni cui è soggetta la struttura agli stati limite ultimi e di esercizio. In particolare si riportano le sollecitazioni ottenute considerando unicamente le combinazioni di carico relative ai carichi statici. In risultati sono rappresentati in maniera grafica mediante colorazione contour.
I tabulati di calcolo verranno conservati dallo scrivente presso i suoi archivi informatici e rimarranno a disposizione dell'ente committente per un periodo non inferiore a 10 anni.

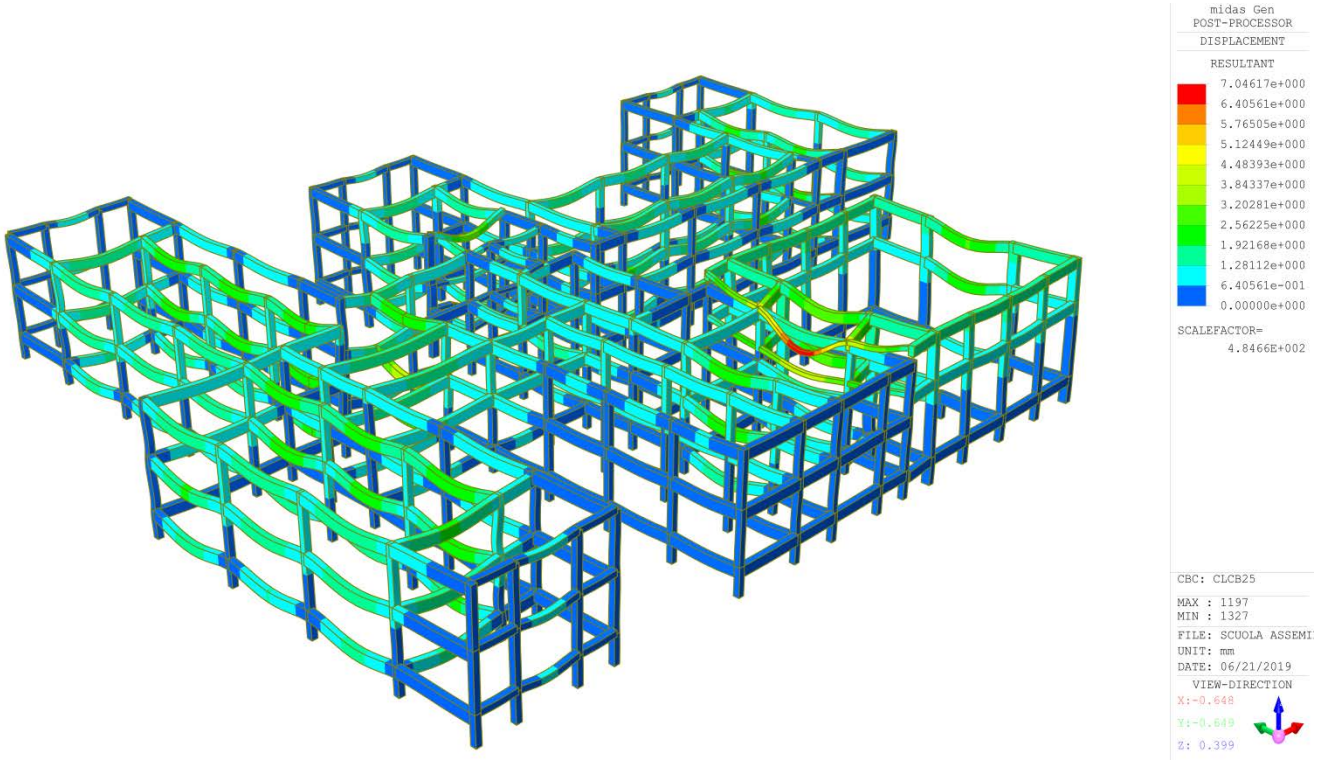


Figura 7 – Deformata combinazione SLE rara [u.m. mm]

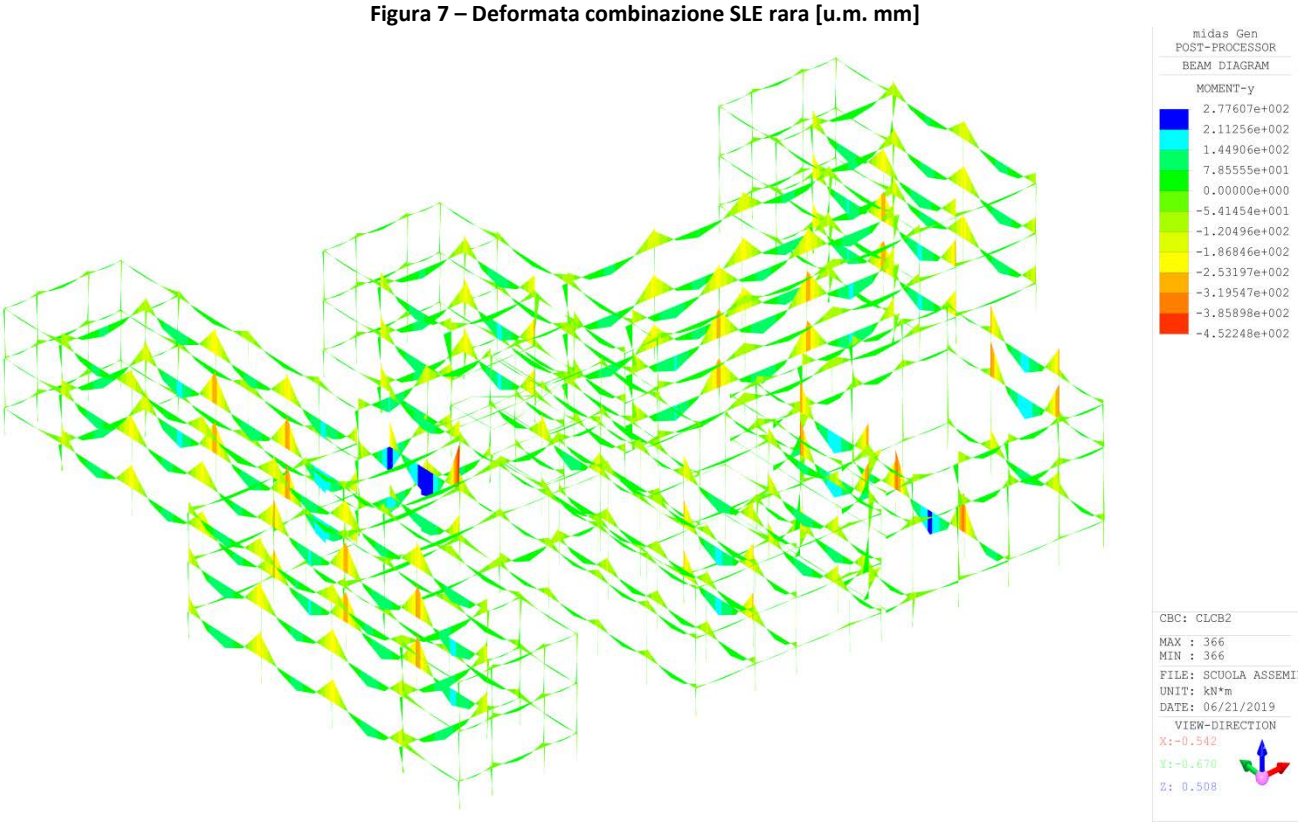


Figura 8 – Momenti Flettenti M_y combinazione SLU fondamentale [kN m]

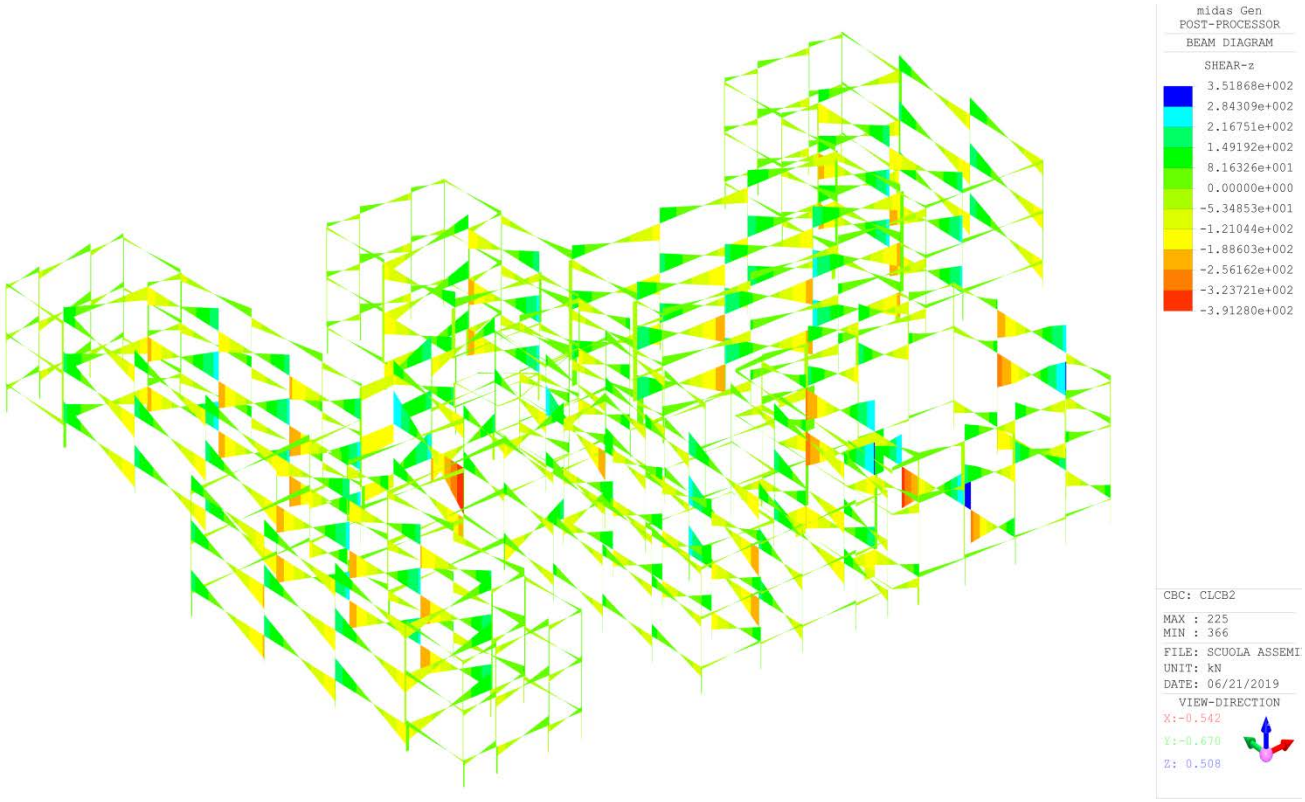


Figura 9 – Azioni taglianti F_z combinazione SLU fondamentale [kN]

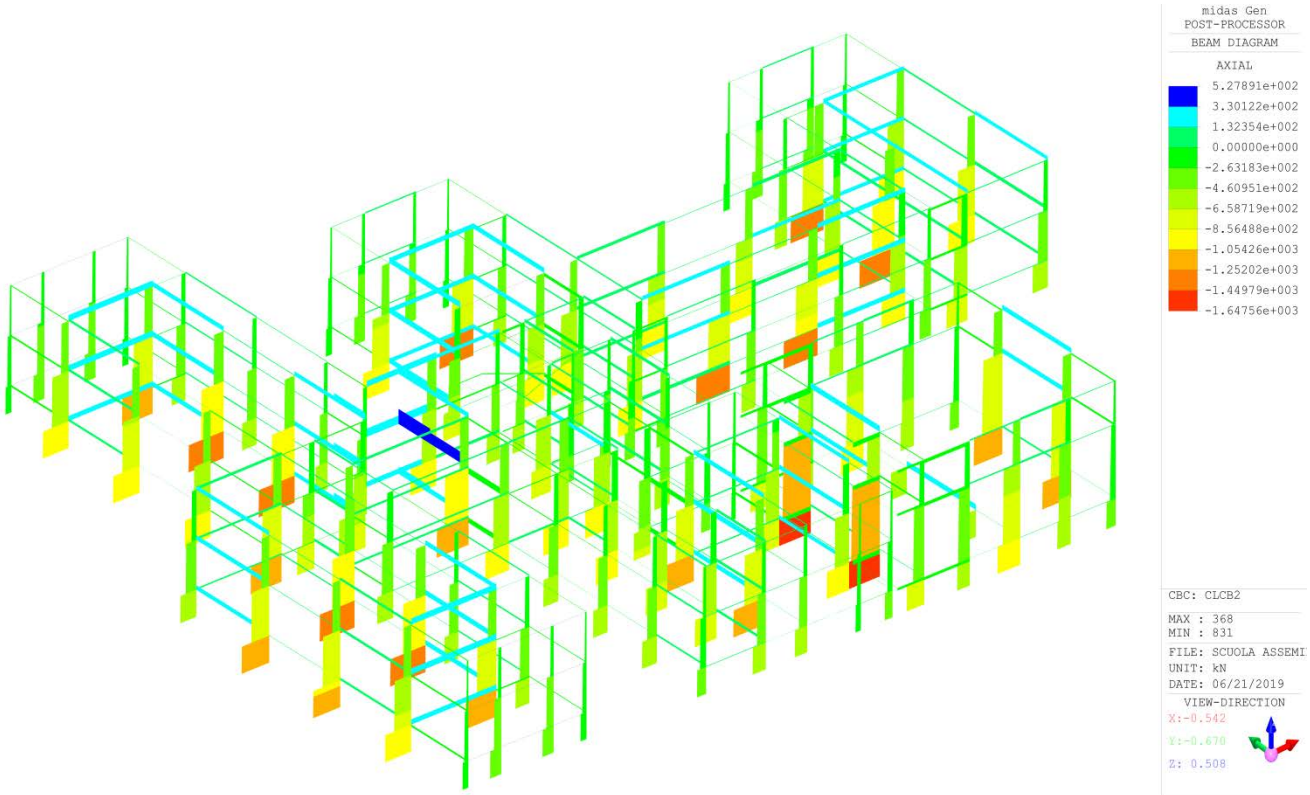


Figura 10 - Azioni Normali F_x combinazione SLU fondamentale [kN]

7.9 Modello strutturale e risultati delle analisi: Azioni Sismiche Vr = 75 anni

Di seguito si riportano i modelli agli elementi finiti utilizzati e i principali risultati delle analisi espressi in termini di deformazioni e sollecitazioni cui è soggetta la struttura agli stati limite ultimi e di esercizio. In particolare si riportano le sollecitazioni ottenute considerando unicamente le combinazioni di carico relative alle azioni sismiche. In risultati sono rappresentati in maniera grafica mediante colorazione contour.

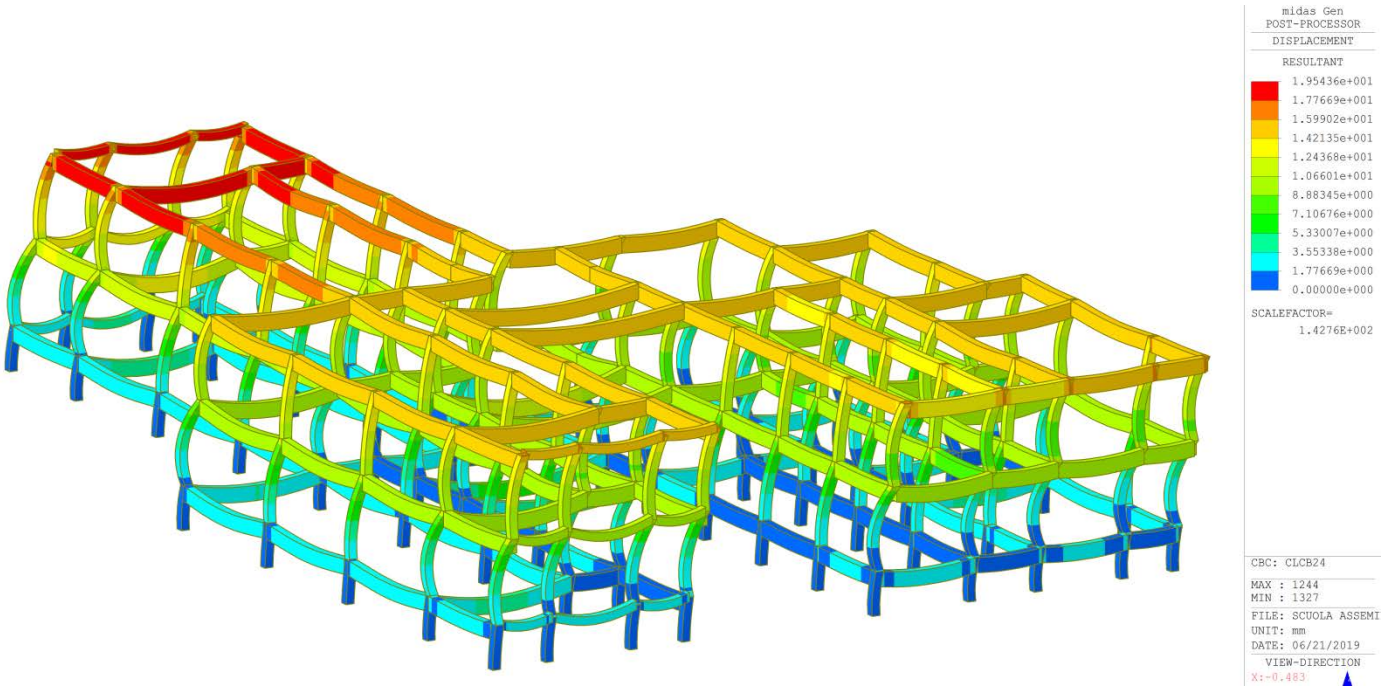


Figura 11 – Blocco A – Deformata combinazione sismica SLV [u.m. mm]

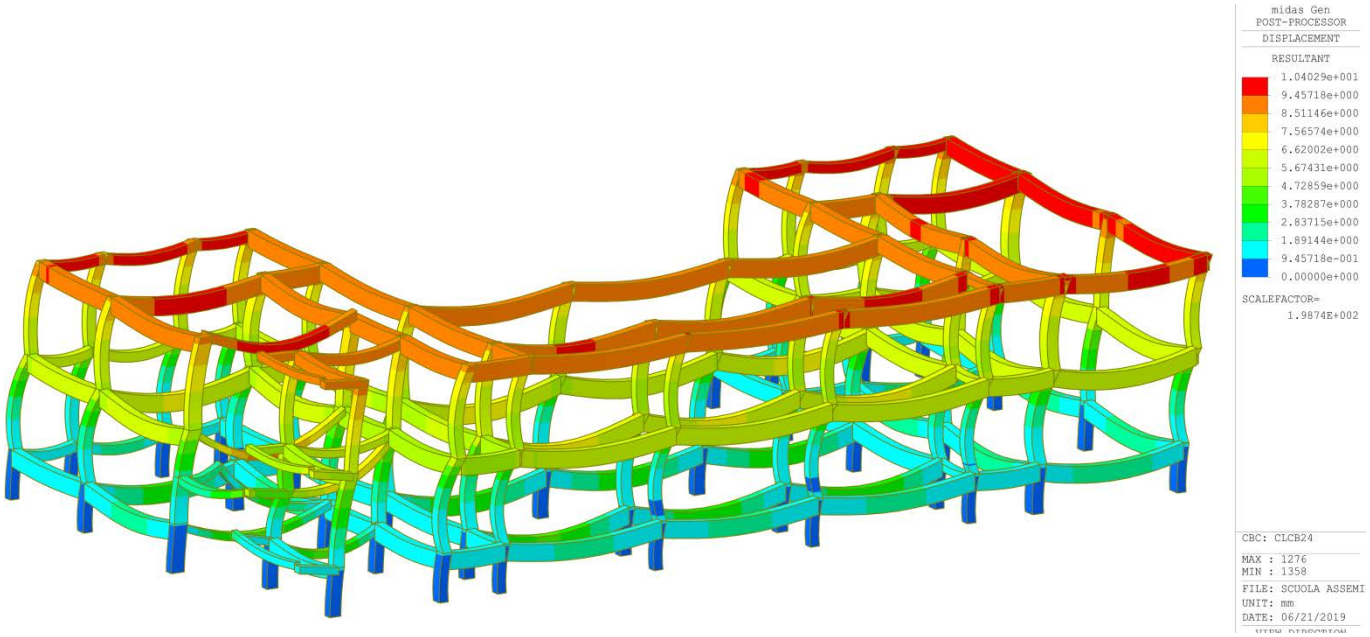


Figura 12 - Blocco B – Deformata combinazione sismica SLV [u.m. mm]

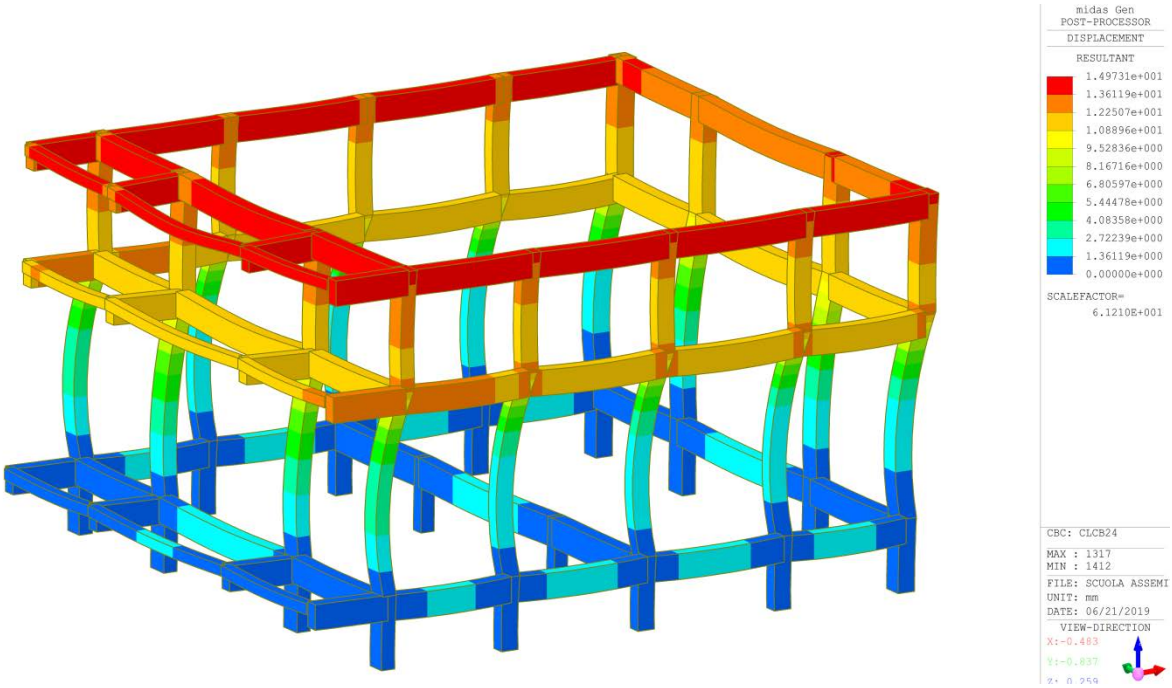


Figura 13 - Blocco C – Deformata combinazione sismica SLV [u.m. mm]

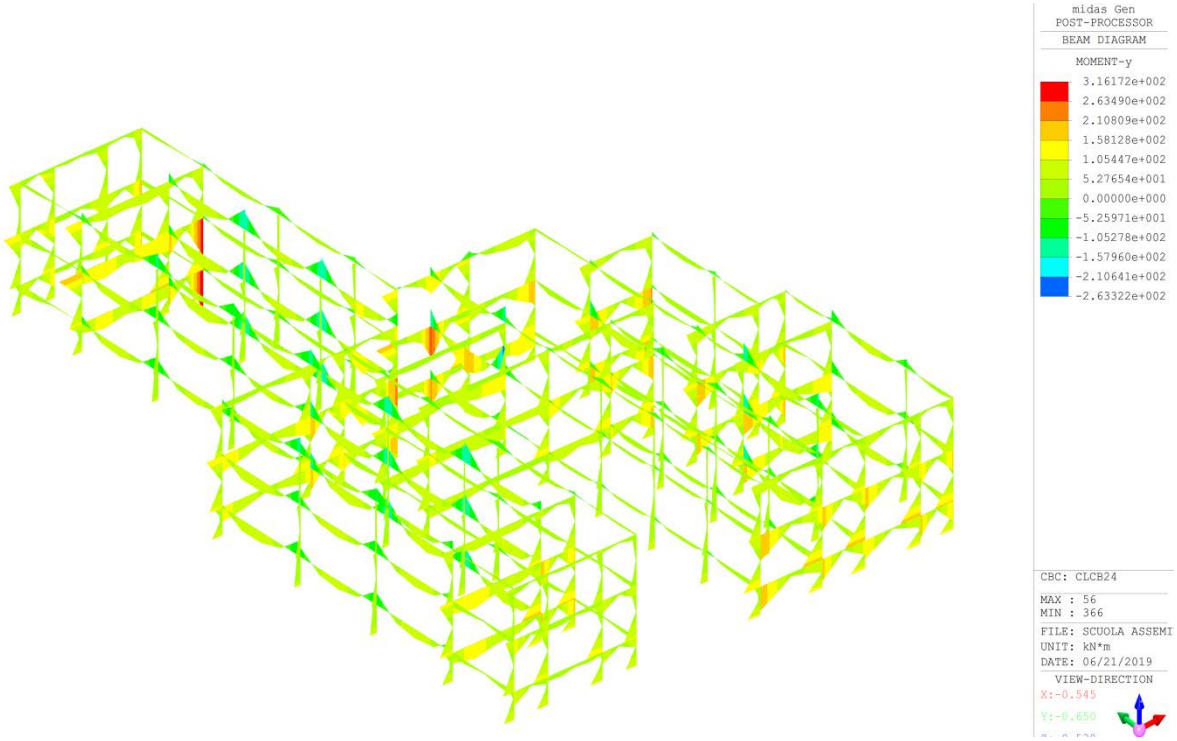


Figura 14 – Blocco A - Momenti Flettenti M_Y combinazione sismica SLV [kN m]

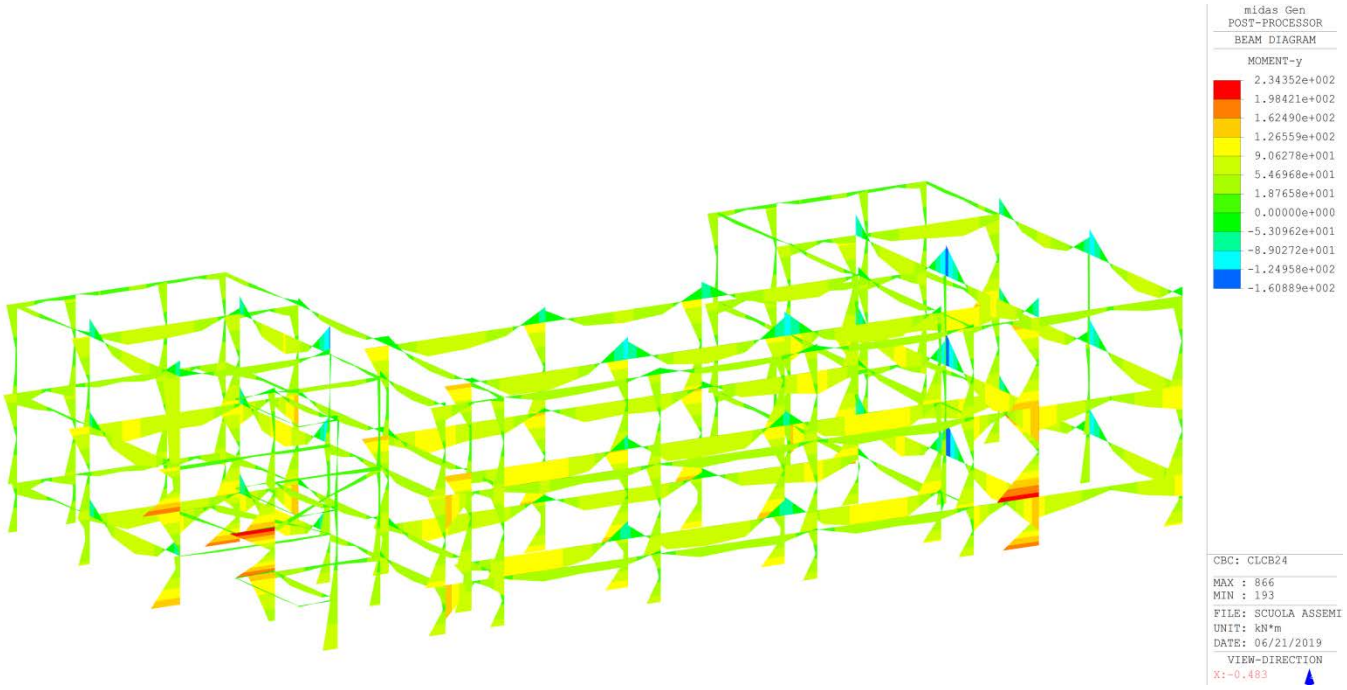


Figura 15 – Blocco B - Momenti Flettenti M_y combinazione sismica SLV [kN m]

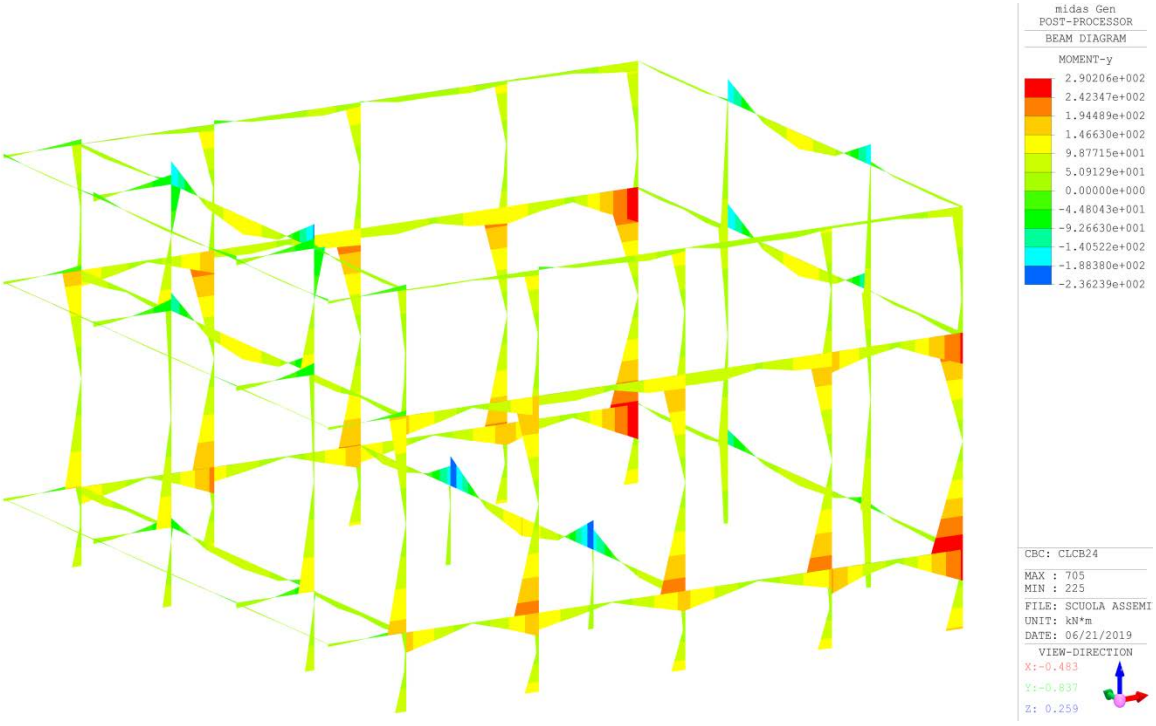


Figura 16 – Blocco C - Momenti Flettenti M_y combinazione sismica SLV [kN m]

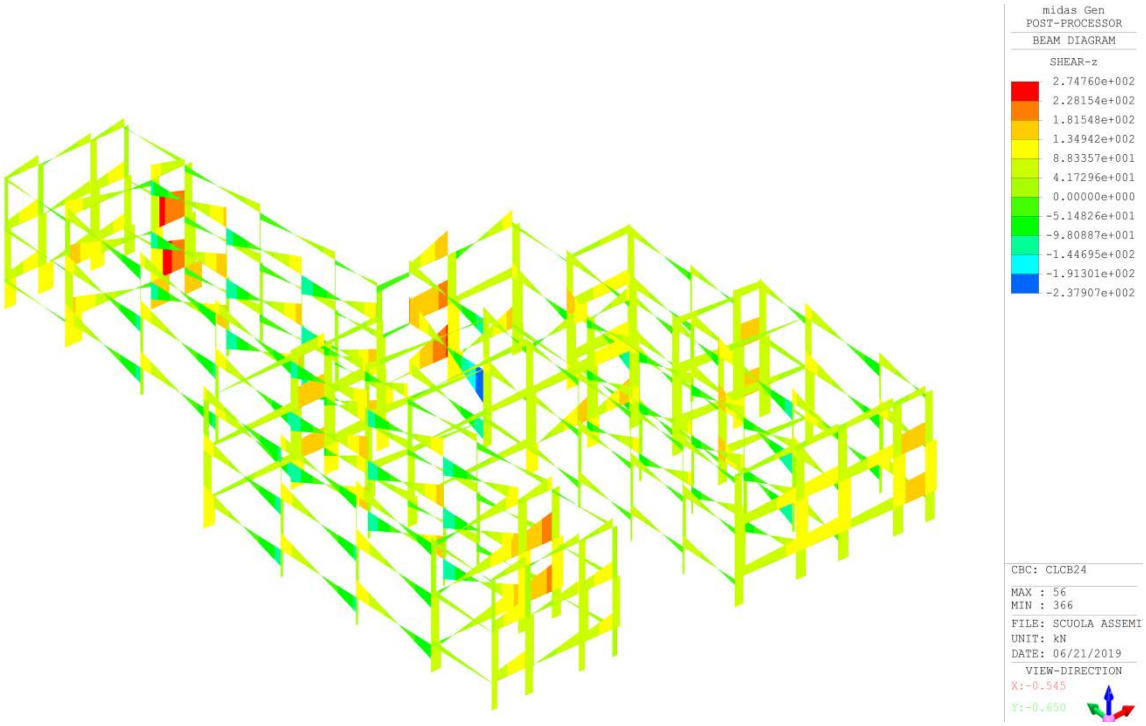


Figura 17 – Blocco A - Azioni taglianti F_z combinazione sismica SLV [kN]

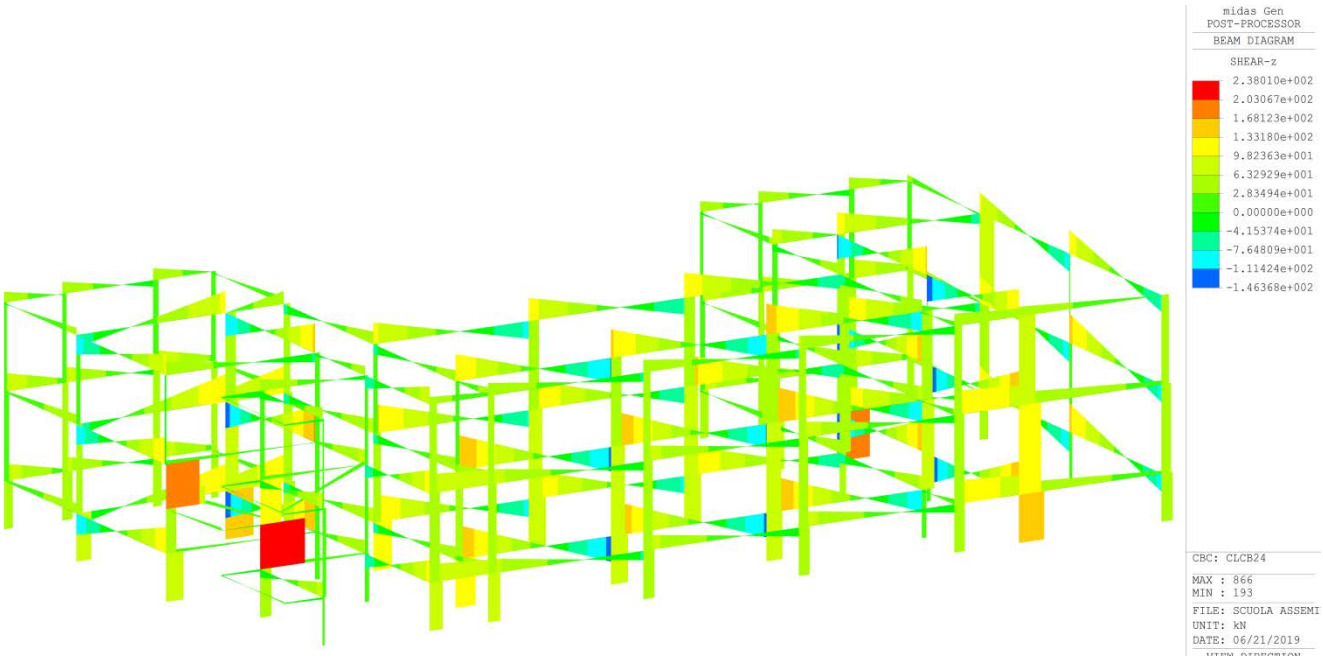


Figura 18 – Blocco B - Azioni taglianti F_z combinazione sismica SLV [kN]

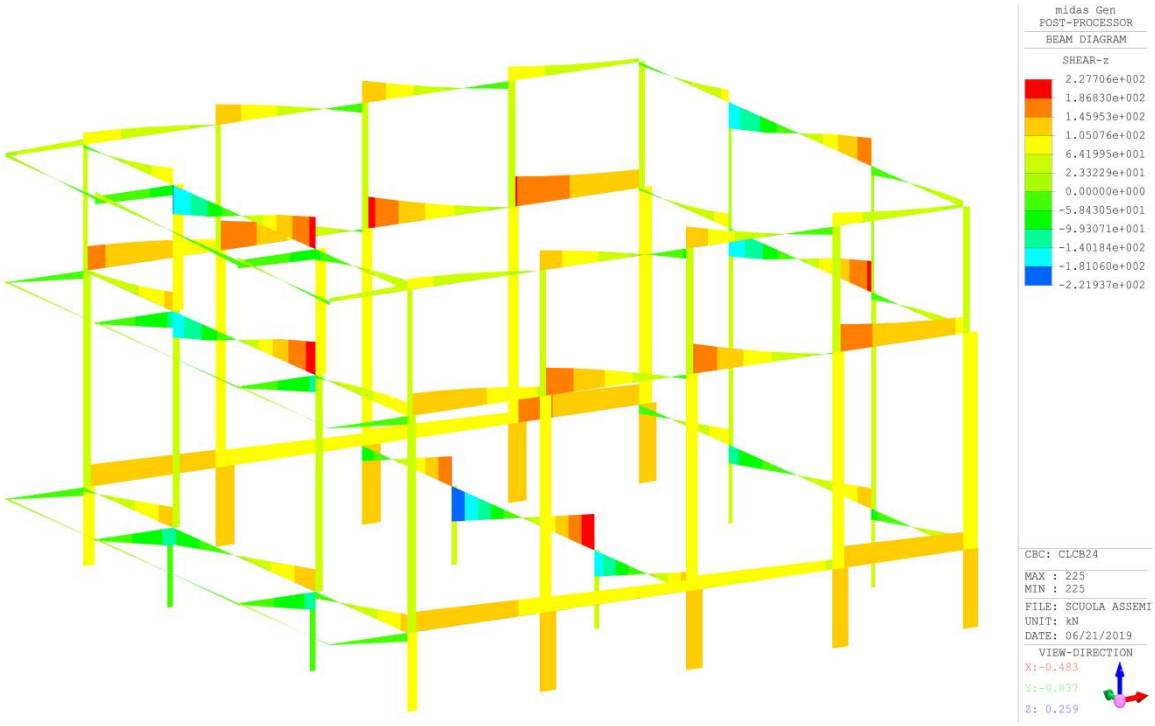


Figura 19 – Blocco C - Azioni taglianti F_z combinazione sismica SLV [kN]

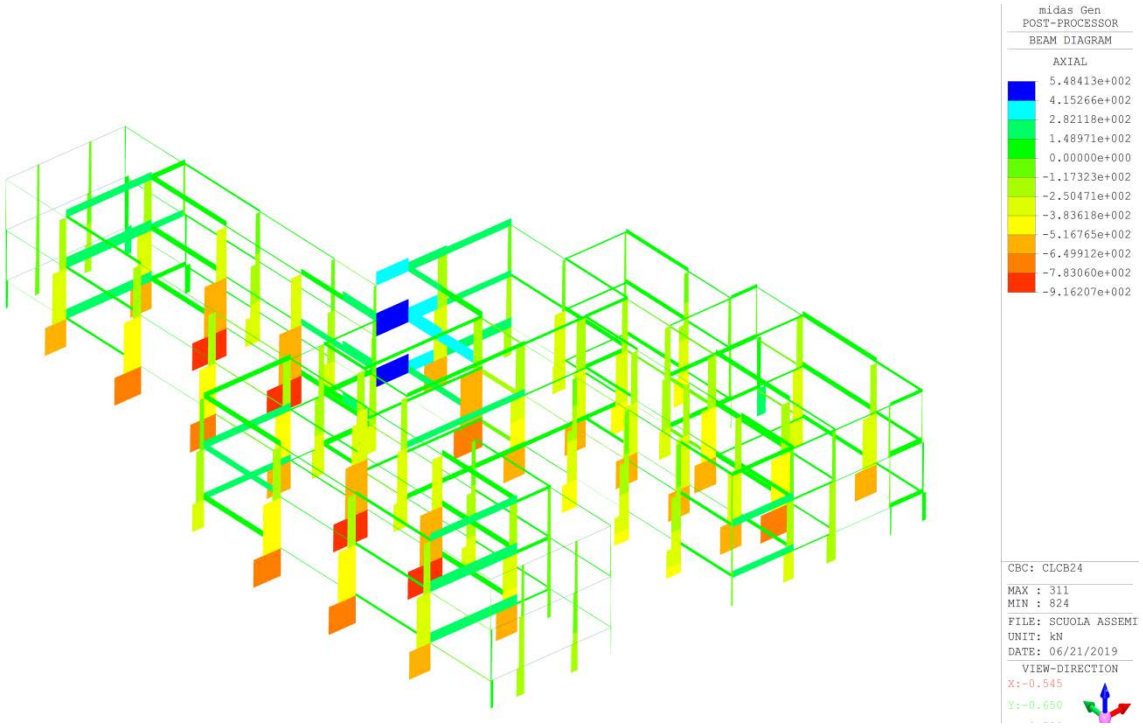


Figura 20 – Blocco A - Azioni normali F_x combinazione sismica SLV [kN]

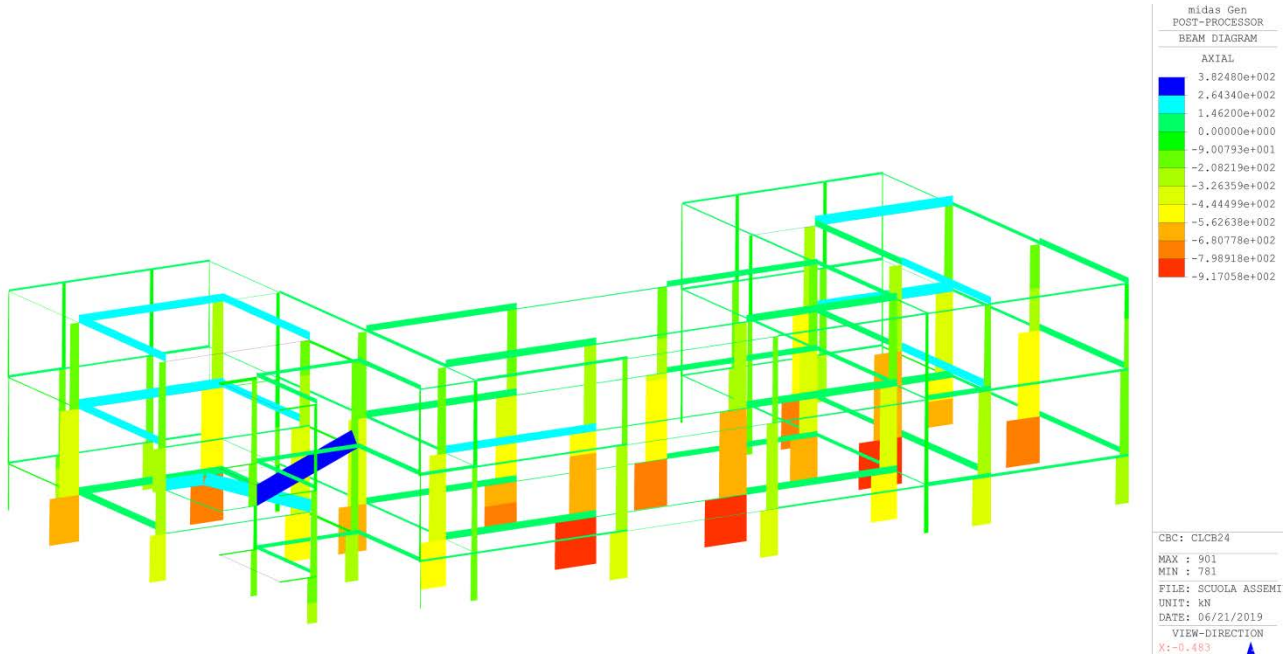


Figura 21 – Blocco B - Azioni normali F_x combinazione sismica SLV [kN]

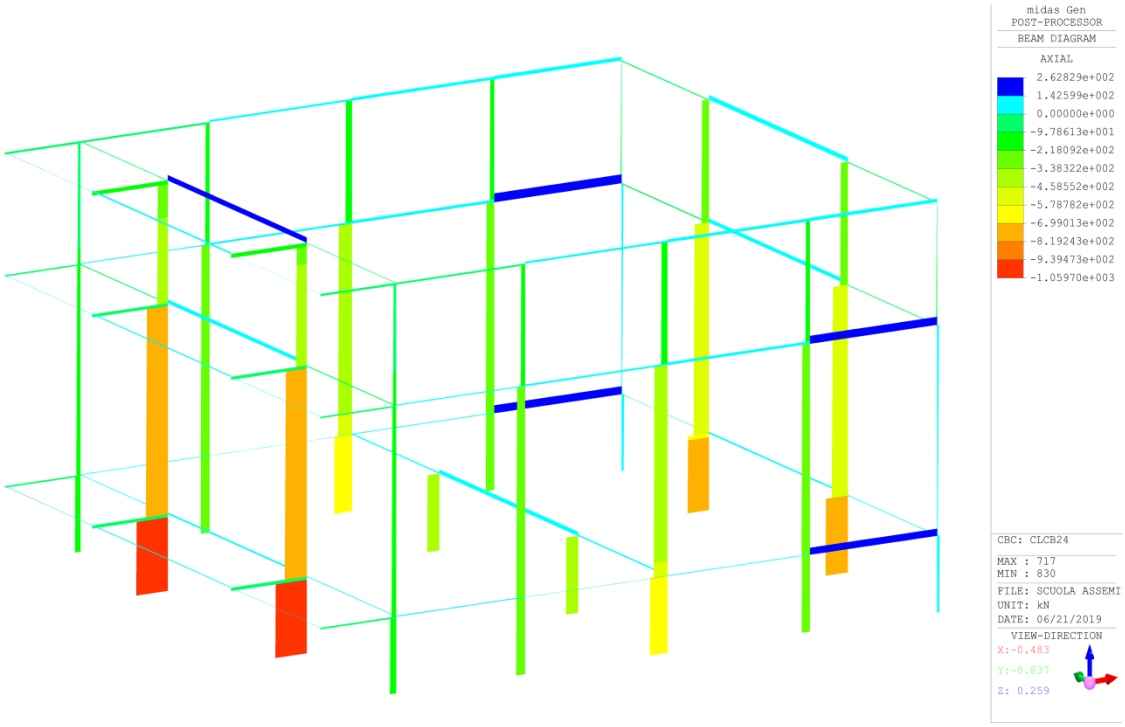


Figura 22 – Blocco C - Azioni normali F_x combinazione sismica SLV [kN]

8. Verifiche di resistenza agli SLU per Carichi Statici

Preliminarmente all'analisi sismica è necessario effettuare il controllo delle condizioni di sicurezza nei riguardi delle azioni statiche.
In particolare il controllo dei meccanismi di taglio (fragili) è fondamentale, perché l'eventuale insorgenza di essi sotto le combinazioni di carico considerate, segnalerebbe delle carenze ai carichi statici che potrebbero indicare delle fragilità da dover sanare in modo urgente.
Le Verifiche di resistenza sono state effettuate tenendo conto del contributo dei ferri piegati; questi giocano un ruolo fondamentale nelle verifiche ai carichi gravitazionali perché proprio per queste sollecitazioni sono stati pensati, mentre sismicamente forniscono un loro contributo solo se il taglio per effetto del sisma non inverte la sua posizione.
In quel caso i piegati non "lavorano" e saranno esclusi (con attività di controllo post analisi) dalle verifiche.

Nel seguito si riporta il riassunto dei tabulati di verifica per ciascuna sezione di trave che costituisce l'edificio scolastico:

```
-----------------------------------------------------------------------------
 midas Gen - RC-Beam Checking   [ Eurocode2:04 & NTC2018 ]                  Gen 2019
==============================================================================

 *.PROJECT     :
 *.UNIT SYSTEM : kN, m
==================================================================================================
   [ Eurocode2:04 & NTC2018 ]  RC-BEAM CHECK SUMMARY SHEET --- SELECTED MEMBERS IN ANALYSIS MODEL.
--------------------------------------------------------------------------------------------------


 *.MEMB =       0,  SECT =       6 (0.4x0.8, RECT),  Span = 7.00000
 *.Bc   =  0.4000,  Hc   =  0.8000                                        V_Rdc = 94.7285
 *.fck  = 16000.0,  fyk  =  358300,  fyw  =  358300
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
-
POS  CHK  AsTop  AsBot | N-M_Ed( LCB)   x/d  N-M_Rd RatN | P-M_Ed( LCB)   x/d  P-M_Rd RatP |   V_Ed( LCB)   V_Rdc   V_Rds Rat-Vc Rat-Vs  RatV
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
-
 I  OK   0.0018 0.0006 |353.231(  13) 0.170 408.481 0.865|75.7869(  17) 0.042 140.026 0.541|322.675(  13) 117.745 359.858  2.74*  0.897 0.897
 M  OK   0.0006 0.0009 |37.8546(  17) 0.045 140.635 0.269|212.201(   5) 0.063 218.419 0.972|161.800(   9) 94.7285 166.088  1.71*  0.974 0.974
 J  OK   0.0018 0.0006 |354.148(  17) 0.170 408.481 0.867|77.8546(  13) 0.042 140.026 0.556|322.937(   9) 117.745 359.858  2.74*  0.897 0.897
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
-


 *.MEMB =       0,  SECT =       7 (0.4x0.7, RECT),  Span = 7.40000
 *.Bc   =  0.4000,  Hc   =  0.7000                                        V_Rdc = 90.3670
 *.fck  = 16000.0,  fyk  =  358300,  fyw  =  358300
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
-
POS  CHK  AsTop  AsBot | N-M_Ed( LCB)   x/d  N-M_Rd RatN | P-M_Ed( LCB)   x/d  P-M_Rd RatP |   V_Ed( LCB)   V_Rdc   V_Rds Rat-Vc Rat-Vs  RatV
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
-
 I  OK   0.0018 0.0004 |316.919(  13) 0.227 347.042 0.913|79.7163(   8) 0.046 81.3090 0.980|109.917(  17) 109.926 268.391  1.000  0.410 1.000
 M  OK   0.0004 0.0010 |64.2952(   4) 0.047 81.3358 0.790|192.254(   4) 0.098 201.087 0.956|90.1660(   5) 90.3670 156.562  0.998  0.576 0.998
 J  OK   0.0018 0.0004 |318.140(  17) 0.227 347.042 0.917|67.8448(   4) 0.046 81.3090 0.834|109.798(   9) 109.926 313.123  0.999  0.351 0.999
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
-


 *.MEMB =       0,  SECT =       9 (T 40x30, RECT),  Span = 6.90000
 *.Bc   =  0.4000,  Hc   =  0.3000                                        V_Rdc = 43.7099
 *.fck  = 16000.0,  fyk  =  358300,  fyw  =  358300
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
-
POS  CHK  AsTop  AsBot | N-M_Ed( LCB)   x/d  N-M_Rd RatN | P-M_Ed( LCB)   x/d  P-M_Rd RatP |   V_Ed( LCB)   V_Rdc   V_Rds Rat-Vc Rat-Vs  RatV
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
-
 I  OK   0.0004 0.0004 |29.2834(  21) 0.124 31.6296 0.926|3.69580(  18) 0.124 31.6296 0.117|39.3260(  21) 43.7099 47.3190  0.900  0.831 0.900
 M  OK   0.0004 0.0004 |13.4588(  21) 0.124 31.6296 0.426|8.18616(  18) 0.124 31.6296 0.259|31.0055(  21) 43.7099 47.3190  0.709  0.655 0.709
 J  OK   0.0004 0.0004 |17.6479(  18) 0.124 31.6296 0.558|11.5496(  21) 0.124 31.6296 0.365|25.8657(  17) 43.7099 47.3190  0.592  0.547 0.592
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
-


 *.MEMB =       0,  SECT =      10 (40x40 trave, RECT),  Span = 4.85000
 *.Bc   =  0.4000,  Hc   =  0.4000                                        V_Rdc = 50.2911
 *.fck  = 16000.0,  fyk  =  358300,  fyw  =  358300
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
-
POS  CHK  AsTop  AsBot | N-M_Ed( LCB)   x/d  N-M_Rd RatN | P-M_Ed( LCB)   x/d  P-M_Rd RatP |   V_Ed( LCB)   V_Rdc   V_Rds Rat-Vc Rat-Vs  RatV
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
-
 I  OK   0.0006 0.0004 |50.7659(   4) 0.109 65.0532 0.780|13.4780(  22) 0.087 43.8813 0.307|55.4130(  20) 57.5689 79.8086  0.963  0.694 0.963
 M  OK   0.0004 0.0004 |2.62702(  10) 0.090 44.0583 0.060|28.5039(  17) 0.090 44.0583 0.647|38.0923(  16) 50.2911 64.8445  0.757  0.587 0.757
 J  OK   0.0006 0.0004 |51.8872(  16) 0.109 65.0532 0.798|9.37213(   4) 0.087 43.8813 0.214|55.6620(  22) 57.5689 79.8086  0.967  0.697 0.967
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

```
-------------------------------------------------------------------------------
 midas Gen - RC-Beam Checking   [ Eurocode2:04 & NTC2018 ]                Gen 2019
===============================================================================

 *.PROJECT     :
 *.UNIT SYSTEM : kN, m
=================================================================================================
   [ Eurocode2:04 & NTC2018 ]  RC-BEAM CHECK SUMMARY SHEET --- SELECTED MEMBERS IN ANALYSIS MODEL.
-------------------------------------------------------------------------------------------------


 *.MEMB =       0,  SECT =      12 (30 X 30, RECT),  Span = 7.00000
 *.Bc   =  0.3000,  Hc   =  0.3000                                        V_Rdc = 36.0818
 *.fck  = 16000.0,  fyk  =  358300,  fyw  =  358300
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
-
POS  CHK  AsTop  AsBot | N-M_Ed( LCB)   x/d  N-M_Rd RatN | P-M_Ed( LCB)   x/d  P-M_Rd RatP |   V_Ed( LCB)   V_Rdc   V_Rds Rat-Vc Rat-Vs  RatV
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
-
 I  OK   0.0006 0.0004 |42.0046(  23) 0.166 46.0470 0.912|8.46012(  21) 0.126 31.1384 0.272|38.3578(  23) 41.3033 36.0525  0.929  1.06* 0.929
 M  OK   0.0004 0.0004 |2.14323(   5) 0.133 30.9842 0.069|25.1837(  20) 0.133 30.9842 0.813|19.1962(  23) 36.0818 36.0525  0.532  0.532 0.532
 J  OK   0.0006 0.0004 |41.9736(  21) 0.166 46.0470 0.912|8.47595(  23) 0.126 31.1384 0.272|38.3489(  21) 41.3033 36.0525  0.928  1.06* 0.928
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
-


 *.MEMB =       0,  SECT =      13 (T 40 X70 d, RECT),  Span = 9.50000
 *.Bc   =  0.4000,  Hc   =  0.7000                                        V_Rdc = 99.8745
 *.fck  = 12000.0,  fyk  =  266700,  fyw  =  266700
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
-
POS  CHK  AsTop  AsBot | N-M_Ed( LCB)   x/d  N-M_Rd RatN | P-M_Ed( LCB)   x/d  P-M_Rd RatP |   V_Ed( LCB)   V_Rdc   V_Rds Rat-Vc Rat-Vs  RatV
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
-
 I  OK   0.0035 0.0018 |417.035(   9) 0.266 495.965 0.841|225.879(   4) 0.052 267.989 0.843|123.899(  16) 123.903 410.040  1.000  0.302 1.000
 M  OK   0.0008 0.0018 |111.717(   9) 0.049 119.894 0.932|224.734(   9) 0.162 265.196 0.847|99.7775(  20) 99.8745 279.687  0.999  0.357 0.999
 J  OK   0.0024 0.0020 |298.743(   9) 0.070 359.106 0.832|255.867(   9) 0.058 298.381 0.858|109.923(   5) 109.926 279.687  1.000  0.393 1.000
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
-


 *.MEMB =       0,  SECT =      14 (T 40x40 d, RECT),  Span = 4.30000
 *.Bc   =  0.4000,  Hc   =  0.4000                                        V_Rdc = 45.6925
 *.fck  = 12000.0,  fyk  =  266700,  fyw  =  266700
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
-
POS  CHK  AsTop  AsBot | N-M_Ed( LCB)   x/d  N-M_Rd RatN | P-M_Ed( LCB)   x/d  P-M_Rd RatP |   V_Ed( LCB)   V_Rdc   V_Rds Rat-Vc Rat-Vs  RatV
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
-
 I  OK   0.0008 0.0004 |53.7759(   8) 0.120 64.2267 0.837|10.6393(   4) 0.085 32.5936 0.326|76.9803(  16) 57.5689 77.2270  1.34*  0.997 0.997
 M  OK   0.0004 0.0004 |3.84599(  10) 0.088 32.6744 0.118|30.6475(   5) 0.088 32.6744 0.938|39.0150(  16) 45.6925 48.2669  0.854  0.808 0.854
 J  OK   0.0008 0.0004 |51.9334(   4) 0.120 64.2267 0.809|10.8287(  16) 0.085 32.5936 0.332|76.3057(   4) 57.5689 77.2270  1.33*  0.988 0.988
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
-


 *.MEMB =       0,  SECT =      17 (T 40 x 50, RECT),  Span = 5.00000
 *.Bc   =  0.4000,  Hc   =  0.5000                                        V_Rdc = 56.1692
 *.fck  = 16000.0,  fyk  =  358300,  fyw  =  358300
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
-
POS  CHK  AsTop  AsBot | N-M_Ed( LCB)   x/d  N-M_Rd RatN | P-M_Ed( LCB)   x/d  P-M_Rd RatP |   V_Ed( LCB)   V_Rdc   V_Rds Rat-Vc Rat-Vs  RatV
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
-
 I  OK   0.0006 0.0004 |62.1346(   5) 0.086 84.2437 0.738|17.8016(   9) 0.069 56.4459 0.315|63.1448(  58) 64.2977 82.3701  0.982  0.767 0.982
 M  OK   0.0004 0.0004 |0.00000(  58) 0.071 56.2823 0.000|41.1191(   4) 0.071 56.2823 0.731|40.9169(   5) 56.1692 82.3701  0.728  0.497 0.728
 J  OK   0.0006 0.0004 |61.9218(  17) 0.086 84.2437 0.735|17.0452(   5) 0.069 56.4459 0.302|63.3947(  58) 64.2977 82.3701  0.986  0.770 0.986
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
-
-------------------------------------------------------------------------------
 midas Gen - RC-Beam Checking   [ Eurocode2:04 & NTC2018 ]                Gen 2019
===============================================================================

 *.PROJECT     :
 *.UNIT SYSTEM : kN, m
=================================================================================================
   [ Eurocode2:04 & NTC2018 ]  RC-BEAM CHECK SUMMARY SHEET --- SELECTED MEMBERS IN ANALYSIS MODEL.
-------------------------------------------------------------------------------------------------


 *.MEMB =       0,  SECT =      19 (Cordolo 25 x 30, RECT),  Span = 5.00000
 *.Bc   =  0.2500,  Hc   =  0.3000                                        V_Rdc = 31.9522
 *.fck  = 16000.0,  fyk  =  358300,  fyw  =  358300
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
-
POS  CHK  AsTop  AsBot | N-M_Ed( LCB)   x/d  N-M_Rd RatN | P-M_Ed( LCB)   x/d  P-M_Rd RatP |   V_Ed( LCB)   V_Rdc   V_Rds Rat-Vc Rat-Vs  RatV
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
-
 I  OK   0.0004 0.0004 |3.24852(   7) 0.141 30.8433 0.105|3.09591(  23) 0.141 30.8433 0.100|6.22210(   7) 31.9522 36.0525  0.195  0.173 0.195
 M  OK   0.0004 0.0004 |0.00000(  58) 0.141 30.8433 0.000|4.92022(  22) 0.141 30.8433 0.160|3.17523(   7) 31.9522 36.0525  0.099  0.088 0.099
 J  OK   0.0004 0.0004 |3.19586(  19) 0.141 30.8433 0.104|3.03832(   5) 0.141 30.8433 0.099|6.20197(  19) 31.9522 36.0525  0.194  0.172 0.194
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
-


 *.MEMB =       0,  SECT =      20 (T 40x40, RECT),  Span = 6.90000
 *.Bc   =  0.4000,  Hc   =  0.4000                                        V_Rdc = 57.5689
 *.fck  = 16000.0,  fyk  =  358300,  fyw  =  358300
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
-
POS  CHK  AsTop  AsBot | N-M_Ed( LCB)   x/d  N-M_Rd RatN | P-M_Ed( LCB)   x/d  P-M_Rd RatP |   V_Ed( LCB)   V_Rdc   V_Rds Rat-Vc Rat-Vs  RatV
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
-
 I  OK   0.0006 0.0004 |64.2068(  20) 0.109 65.0532 0.987|21.0158(  22) 0.087 43.8813 0.479|64.6243(  20) 57.5689 64.8445  1.12*  0.997 0.997
 M  OK   0.0004 0.0006 |0.00000(  58) 0.087 43.8813 0.000|47.1775(  22) 0.109 65.0532 0.725|36.0404(  22) 57.5689 64.8445  0.626  0.556 0.626
 J  OK   0.0008 0.0004 |77.1619(  22) 0.133 85.9769 0.897|14.5156(  20) 0.086 43.7739 0.332|70.1781(  22) 63.3628 74.1080  1.11*  0.947 0.947
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
-
```

Nel seguito si riporta il riassunto dei tabulati di verifica per ciascuna sezione di colonna che costituisce l'edificio scolastico:

```
-------------------------------------------------------------------------------------
 midas Gen - RC-Column Checking [ Eurocode2:04 & NTC2018 ]                  Gen 2019
=====================================================================================

 *.PROJECT     :
 *.UNIT SYSTEM : kN, m
=====================================================================================================================================================================
   [ Eurocode2:04 & NTC2018 ]  RC-COLUMN DESIGN SUMMARY SHEET --- SELECTED MEMBERS IN ANALYSIS MODEL.
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
  MEMB Section Name      fck     fyk |  CHK    N_Rdmax     N_Ed |     M_Edy   M_Edz |  LCB  V_Rdc.end  V_Rds.end   V_Ed.end |   V_Rdc.mid  V_Rds.mid   V_Ed.mid
  SECT  Bc     Hc     Height     fyw |  LCB    V-Rebar    Rat-N |    Rat-My  Rat-Mz |  LCB Rat-Vc.end Rat-Vs.end  Rat-V.end |  Rat-Vc.mid Rat-Vs.mid  Rat-V.mid
=====================================================================================================================================================================
     0 40x40, RT     16000.0  358300 |   OK    1637.01  804.684 |  16.0937 16.0937 |    7    87.6169    64.8445    18.5002 |     87.6169    64.8445    18.5002
     1 0.4000 0.4000 3.70000  358300 |   12   4- 2-P14    0.556 |     0.566   0.566 |    7      0.211      0.285      0.211 |       0.211      0.285      0.211
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
     0 50x40, RT     16000.0  358300 |   OK    1999.67 1226.71 |  24.5343 24.5343 |   19   107.038    82.3701    57.6109 |    107.038    82.3701    57.6109
     2 0.4000 0.5000 2.00000  358300 |   16   4- 2-P14    0.690 |     0.693   0.683 |   19      0.538      0.699      0.538 |       0.538      0.699      0.538
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
     0 P 60x50, RT   16000.0  358300 |   OK    2999.51 192.611 |  3.85221 118.886 |   17   107.620    99.8956    61.0320 |    110.191    99.8956    61.0320
     3 0.6000 0.5000 3.70000  358300 |   17   6- 3-P14    0.867 |     0.847   0.857 |   17      0.567      0.611      0.567 |       0.554      0.611      0.554
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
     0 40 X 50, RT   16000.0  358300 |   OK    1999.67 1260.86 |  25.2171 25.2171 |    7    75.5857    82.3701    32.1586 |     77.2812    82.3701    32.1586
     4 0.5000 0.4000 2.00000  358300 |   12   4- 2-P14    0.709 |     0.702   0.713 |    7      0.425      0.390      0.425 |       0.416      0.390      0.416
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
     0 40X60, RT     16000.0  358300 |   OK    2419.21 300.595 |  18.8719 97.7441 |   13   126.155    88.7961    67.0778 |    126.155    88.7961    67.0778
     5 0.6000 0.4000 3.70000  358300 |   13   4- 2-P16    0.564 |     0.573   0.553 |   13      0.532      0.755      0.532 |       0.532      0.755      0.532
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
     0 60 X 40, RT   16000.0  358300 |   OK    2419.21 188.287 |  74.3213 47.2545 |   17   90.2850    88.7961    30.0153 |     92.3413    88.7961    30.0153
    11 0.4000 0.6000 3.70000  358300 |   17   4- 2-P16    0.719 |     0.739   0.707 |   17      0.332      0.338      0.332 |       0.325      0.338      0.325
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
-------------------------------------------------------------------------------------
 midas Gen - RC-Column Checking [ Eurocode2:04 & NTC2018 ]                  Gen 2019
=====================================================================================

 *.PROJECT     :
 *.UNIT SYSTEM : kN, m
=====================================================================================================================================================================
   [ Eurocode2:04 & NTC2018 ]  RC-COLUMN DESIGN SUMMARY SHEET --- SELECTED MEMBERS IN ANALYSIS MODEL.
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
  MEMB Section Name      fck     fyk |  CHK    N_Rdmax     N_Ed |     M_Edy   M_Edz |  LCB  V_Rdc.end  V_Rds.end   V_Ed.end |   V_Rdc.mid  V_Rds.mid   V_Ed.mid
  SECT  Bc     Hc     Height     fyw |  LCB    V-Rebar    Rat-N |    Rat-My  Rat-Mz |  LCB Rat-Vc.end Rat-Vs.end  Rat-V.end |  Rat-Vc.mid Rat-Vs.mid  Rat-V.mid
=====================================================================================================================================================================
     0 P 60 x 40,~   16000.0  358300 |   OK    2419.21 152.382 |  12.5175 60.1136 |   17   85.8532    88.7961    33.6455 |     87.6316    88.7961    33.6455
    15 0.6000 0.4000 3.20000  358300 |   17   4- 2-P16    0.395 |     0.378   0.395 |   17      0.392      0.379      0.392 |       0.384      0.379      0.384
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
     0 P 70 x 40,~   16000.0  358300 |   OK    3097.68 424.440 |  130.092 123.407 |   17   113.181   125.249    67.6812 |    115.272   125.249    67.6812
    16 0.7000 0.4000 3.20000  358300 |   17  12- 4-P14    0.945 |     0.954   0.961 |   17      0.598      0.540      0.598 |       0.587      0.540      0.587
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
     0 40x40 d, RT   12000.0  266700 |   OK    1504.01 1292.05 |  25.8410 25.8410 |    7   72.0026    48.2669    40.0802 |     72.0026    48.2669    40.0802
    21 0.4000 0.4000 2.00000  266700 |   13  12- 4-P14    0.977 |     0.969   0.969 |    7      0.557      0.830      0.557 |       0.557      0.830      0.557
```

<u>Le verifiche di resistenza agli SLU nei riguardi dei carichi gravitazionali risultano soddisfatte, pertanto l'edificio ai sensi delle NTC 2018 non necessità l'adozione di provvedimenti restrittivi sulla destinazione d'uso attuale.</u>

9. Verifiche di vulnerabilità sismica

Premesso che le verifiche di resistenza ai carichi statici hanno dato risultati positivi rendendo la struttura compatibile con l'uso per la quale è stata progettata, sono state effettuate mediante l'analisi dinamica lineare valutazioni della sicurezza nei confronti delle azioni di natura sismica. L'analisi, in resistenza, è stata condotta considerando un fattore di comportamento pari a 3,0 (telai a più piani e a più campate, classe di duttilità "B") per le analisi dei meccanismi duttili e 1,5 per le analisi dei meccanismi fragili.
La valutazione è condotta attraverso la definizione di un indicatore di rischio:

$$\zeta_E = \frac{PGA_c}{PGA_d}$$

In cui:

- PGA_d è l'accelerazione sismica di riferimento (o di "domanda"), ricavata dai parametri di pericolosità sismica del sito, e rappresentante l'azione sismica di progetto;
- PGA_c è l'accelerazione sismica di capacità massima esplicabile dalla struttura, in funzione dello stato di fatto, tale per cui si raggiunge il fallimento delle verifiche di resistenza.

L'analisi è stata svolta in primo luogo implementando l'azione sismica di progetto (***domanda***); successivamente, con procedimento iterativo, è stata gradualmente scalata l'intensità dell'azione sismica agendo sull'accelerazione massima al suono (a_g) fino al raggiungimento della condizione di non verifica di almeno un elemento strutturale ed assumendo tale punto come indicatore della ***capacità*** della struttura allo stato attuale.

<u>Si è ritenuto opportuno concentrare l'attenzione sui meccanismi fragili che rappresentano, in caso di sisma, le situazioni più pericolose per la struttura.</u>
Si riporta di seguito uno schema riassuntivo delle analisi dei risultati, riportando separatamente gli indici di verifiche per i tre blocchi indipendenti costituenti il plesso scolastico e una breve descrizione dei risultati ottenuti.

Indice di vulnerabilità sismica - Corpo A				
Meccanismi/Elementi Duttili				
	ag [g]	*S*	*Pga*	*Indice*
Domanda	0.055	1.5	0.083	0.35
Capacità	0.019	1.5	0.053	
Meccanismi/Elementi Fragili				
	ag	*S*	*Pga*	*Indice*
Domanda	0.055	1.5	0.083	0.35
Capacità	0.019	1.5	0.029	
Indice di vulnerabilità sismica complessivo				**0.35**

L'analisi ha restituito un indicatore di vulnerabilità sismica complessivo per il Blocco A pari a **0,35**, pertanto, essendo largamente inferiore all'unità, la struttura sotto i carichi sismici di riferimento allo SLV risulta essere non idonea. In particolare il fallimento delle verifiche di resistenza (capacità della struttura)

si ha sia con riferimento a meccanismi fragili (taglio nei pilastri e nelle travi), sia valutando i meccanismi duttili (flessione nelle travi e nei pilastri) in egual misura. Il sisma di riferimento che provoca la crisi della struttura presenta una a_g pari a 0,019 g ed un PGA pari a 0,029 g, che risulta il 35% dell'azione sismica di progetto.

Indice di vulnerabilità sismica - Corpo B				
Meccanismi/Elementi Duttili				
	ag [g]	*S*	*Pga*	*Indice*
Domanda	0.055	1.5	0.083	0.64
Capacità	0.035	1.5	0.053	
Meccanismi/Elementi Fragili				
	ag	*S*	*Pga*	*Indice*
Domanda	0.055	1.5	0.083	0.35
Capacità	0.019	1.5	0.029	
Indice di vulnerabilità sismica complessivo				**0.35**

L'analisi ha restituito un indicatore di vulnerabilità sismica complessivo per il Blocco B pari a **0,35**, pertanto, essendo largamente inferiore all'unità, la struttura sotto i carichi sismici di riferimento allo SLV risulta essere non idonea. In particolare il fallimento delle verifiche di resistenza (capacità della struttura) si ha sia con riferimento a meccanismi fragili (taglio nei pilastri e nelle travi), sia valutando i meccanismi duttili (flessione nelle travi e nei pilastri). Il valore più restrittivo che governa l'indicatore di vulnerabilità per tale porzione di fabbricato è quello relativo ai meccanismi fragili, che presenta un sisma con un a_g pari a 0,019 g ed un PGA pari a 0,029 g, che risulta il 35% dell'azione sismica di progetto.

Indice di vulnerabilità sismica - Corpo C				
Meccanismi/Elementi duttili				
	ag	*S*	*Pga*	*Indice*
Domanda	0.055	1.5	0.083	0.49
Capacità	0.027	1.5	0.041	
Meccanismi/Elementi Fragili				
	ag	*S*	*Pga*	*Indice*
Domanda	0.055	1.5	0.083	0.64
Capacità	0.035	1.5	0.053	
Indice di vulnerabilità sismica complessivo				**0.49**

Per quanto riguarda il Blocco C l'analisi ha restituito un indicatore di vulnerabilità sismica complessivo pari a **0,49**, pertanto, essendo anch'esso largamente inferiore all'unità, la struttura sotto i carichi sismici di riferimento allo SLV risulta essere non idonea. In particolare il fallimento delle verifiche di resistenza (capacità della struttura) si ha sia con riferimento a meccanismi fragili (taglio nei pilastri e nelle travi), sia valutando i meccanismi duttili (flessione nelle travi e nei pilastri). Il valore più restrittivo che governa l'indicatore di vulnerabilità per tale porzione di fabbricato è quello relativo ai meccanismi duttili, che

presenta un sisma massimo ammissibile con un a_g pari a 0,027 g ed un PGA pari a 0,041 g, che corrisponde al 49% dell'azione sismica di progetto.

10. Conclusioni

Il fabbricato in esame risulta essere in buone condizioni generali di conservazione con idoneo livello di comportamento nei confronti dei carichi verticali statici di progetto.

Sono stati rilevati dei fenomeni di degrado che richiedono attenzione:

- Presenza diffusa di fenomeni di umidità di risalita capillare nelle murature e nelle strutture perimetrali dovuti probabilmente al malfunzionamento del sistema di aerazione del vuoto tecnico tra le fondazioni e il solaio di calpestio del primo livello;
- Presenza di lesioni del copriferro di alcuni pilastri esterni dovute a fenomeni di ossidazione delle armature presenti;

Per quanto attiene invece al comportamento nei confronti delle azioni orizzontali generate dalle forze di inerzia durante un evento sismico di progetto (come da normativa), l'edificio denota criticità tipiche degli edifici realizzati negli anni settanta.

In particolare le sezioni caratterizzate da meccanismi di tipo fragile (zone di appoggio), denotano una staffatura del tutto insufficiente a garantire la resistenza imposta dalle attuali normative nei riguardi delle azioni orizzontali; Inoltre la presenza dei ferri piegati, che risulta decisiva ai fini delle verifiche di resistenza agli SLU per carichi statici, non è idonea a garantire la resistenza a taglio delle sezioni nei casi in cui le sollecitazioni agenti prodotte dal sisma siano opposte a quelle generate dai carichi statici.

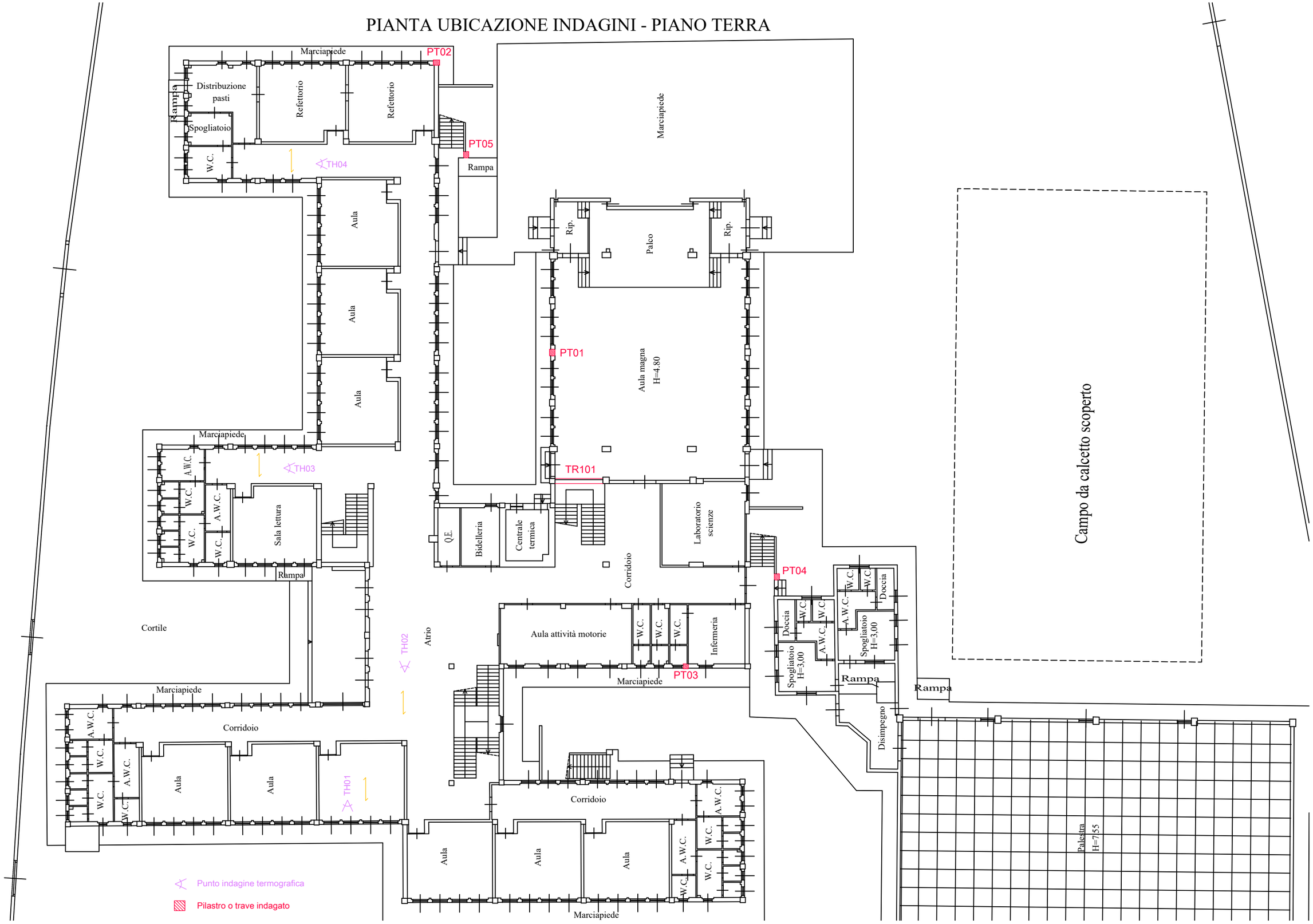
In considerazione di questo, premesso che l'edificio non è in grado allo stato attuale di resistere ad un'accelerazione sismica di progetto coerente con i valori espressi dalla normativa vigente, si è provveduto a valutare quale sia l'accelerazione al suolo ammissibile per il medesimo.
Assumendo come indicatore globale il valore più severo ottenuto dall'analisi dei tre blocchi indipendenti (nella fattispecie i Blocchi A e B), le valutazioni portano a stimare un'accelerazione sismica ammissibile per l'edificio in questione pari al **35%** del valore dell'accelerazione di progetto per il sito in esame.

<u>Si precisa che la Circolare alle NTC 2018 al punto C8.4.2, definisce che per costruzioni di Classe III ad uso scolastico il valore di ζ_E, a seguito di interventi di miglioramento, deve essere comunque non minore di 0,6; pertanto, essendo l'indice complessivo allo stato attuale inferiore a quest'ultimo valore limite, si ritiene necessario procedere alla progettazione ed esecuzione dei suddetti interventi di miglioramento, per arrivare al coefficiente di sicurezza minimo di norma.</u>

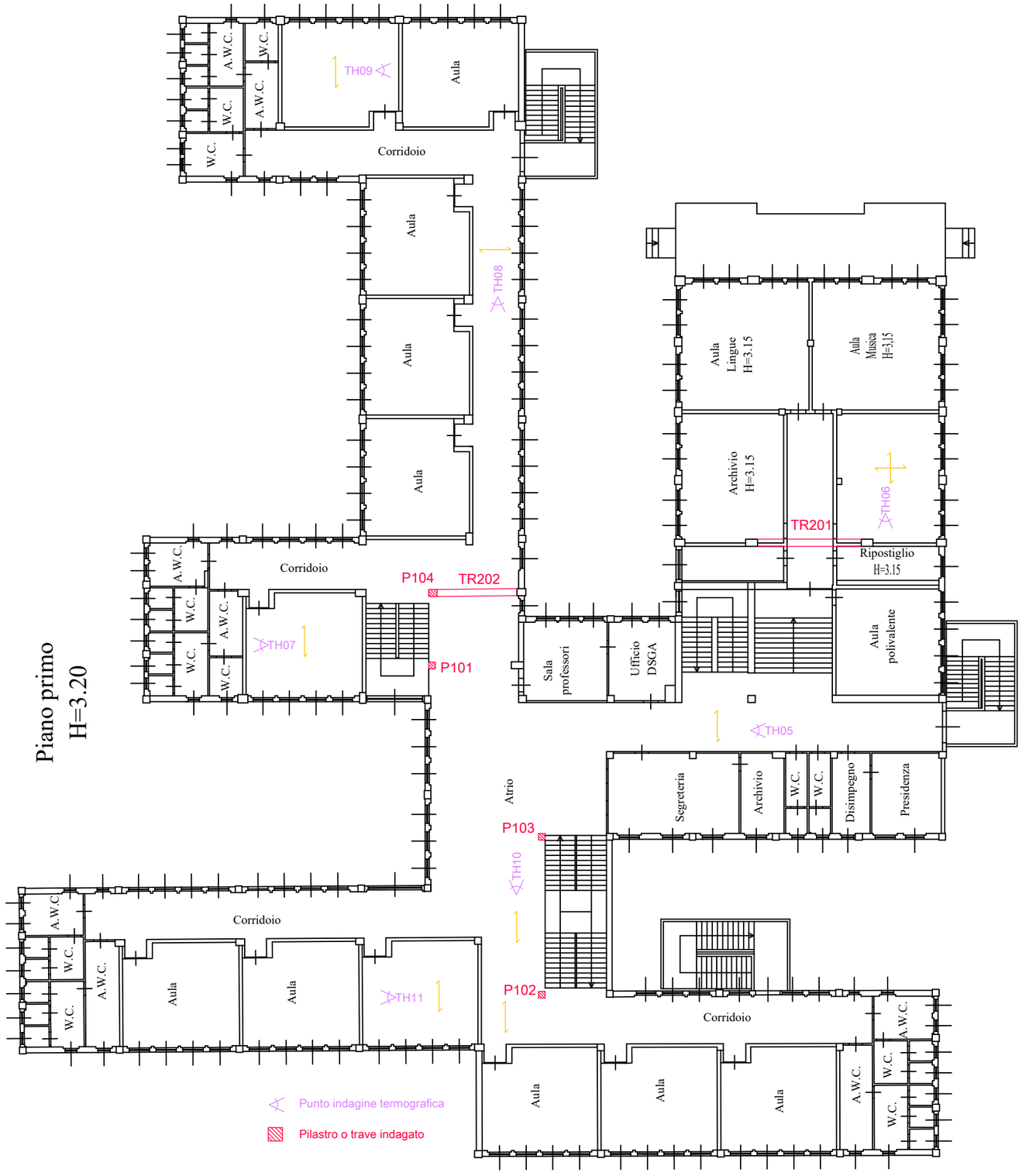
Allegato A

- Pianta ubicazione indagini -

PIANTA UBICAZIONE INDAGINI - PIANO TERRA



PIANTA UBICAZIONE INDAGINI - PIANO PRIMO



Allegato B

- Stima Lavori –

Stima Lavori - Interventi di Miglioramento Sismico

N°	Descrizione	U.M.	Quantità	Importo	
				Unitario €	Totale €
1	Opere provvisionali.	a corpo			25.000,00
2	Realizzazione di telai in acciaio esterni con controventi dissipativi per rinforzo pilastri, compreso il fissaggio ai pilastri in c.a. esistenti mediante piastre di collegamento. Compresa la realizzazione delle fondazioni in c.a. di tipo isolato	kg	50.000,00	5,00	250.000,00
3	Rinforzo a taglio e flessione di travi in c.a. con placcaggio con tessuti in fibra di acciaio galvanizzata UHTSS e malta per rinforzo strutturale	mq	1.300,00	100,00	130.000,00
4	Finitura delle superfici strutturali trattate con sistemi di rinforzi strutturali, mediante intonacatura e tinteggiatura idonea per interno/esterno.	mq	1.300,00	30,00	39.000,00
6	Spese tecniche per progettazione esecutiva, DL e collaudo	A corpo			36.000,00
	TOTALE				**480.000,00**

n.b. I prezzi sono da intendersi al netto dell'IVA di legge.