

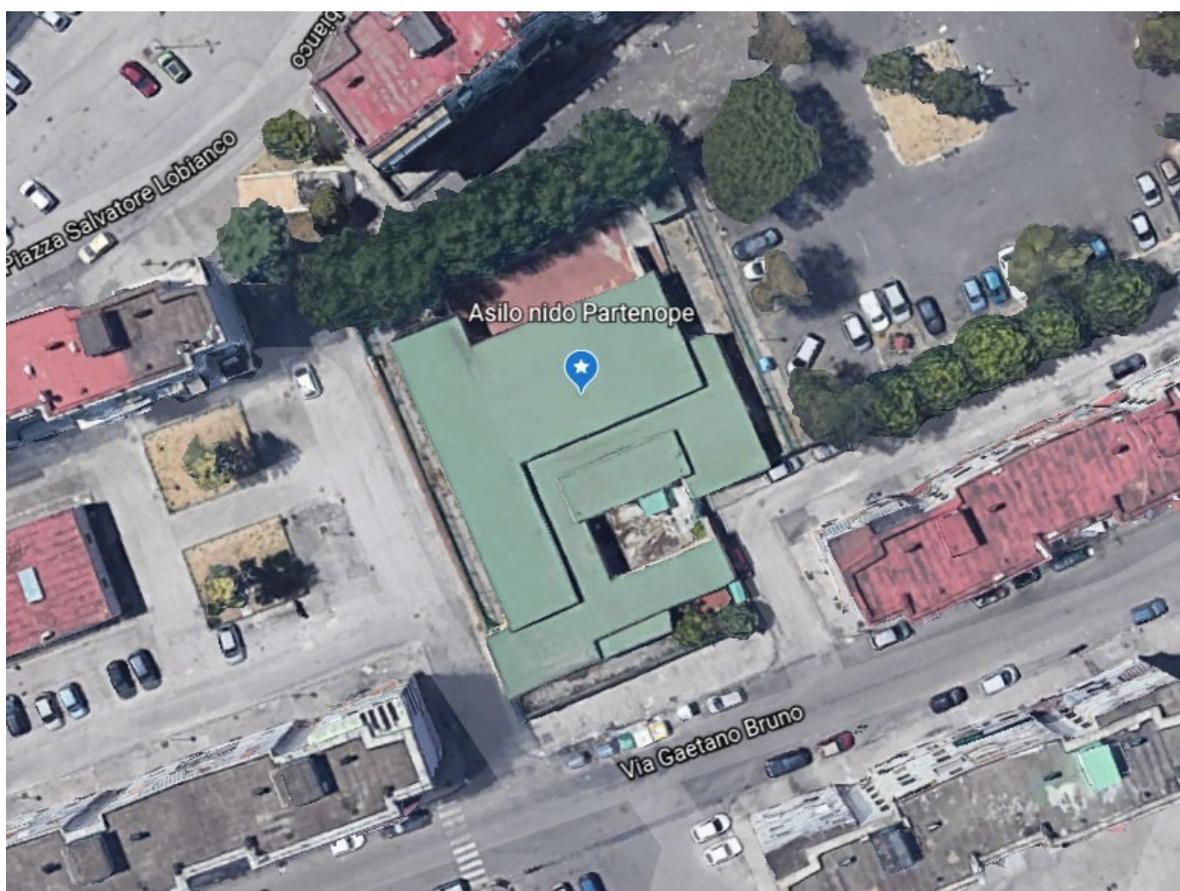
FUTURA LA SCUOLA PER L'ITALIA DI DOMANI



PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA MISSIONE 4: ISTRUZIONE E RICERCA

Componente 1 – Potenziamento dell'offerta dei servizi di istruzione: dagli asili nido alle Università

Investimento 1.1: Piano per asili nido e scuole dell'infanzia e servizi di educazione e cura per la prima infanzia



RIQUALIFICAZIONE FUNZIONALE E MESSA IN SICUREZZA SCUOLA PARTENOPE

VIA G. BRUNO 17 NAPOLI

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Progettista

 Arch. Massimo Mallardo

RUP
Arch. Alfonso Ghezzi

Cronoprogramma

data - MARZO 2022

CRONOPROGRAMMA DI SPESA PER ANNO E PER ATTIVITA'

Anno	Attività previste	Importo
2022	Progettazione definitiva ed esecutiva, validazione, approvazione	60.976,57 €
2023	Indizione, aggiudicazione, consegna lavori	108.041,47 €
2024	esecuzione lavori	257.645,98 €
2025	esecuzione lavori, ultimazione	257.645,98 €
2026	collaudo	102.512,96 €
		786.822,96 €

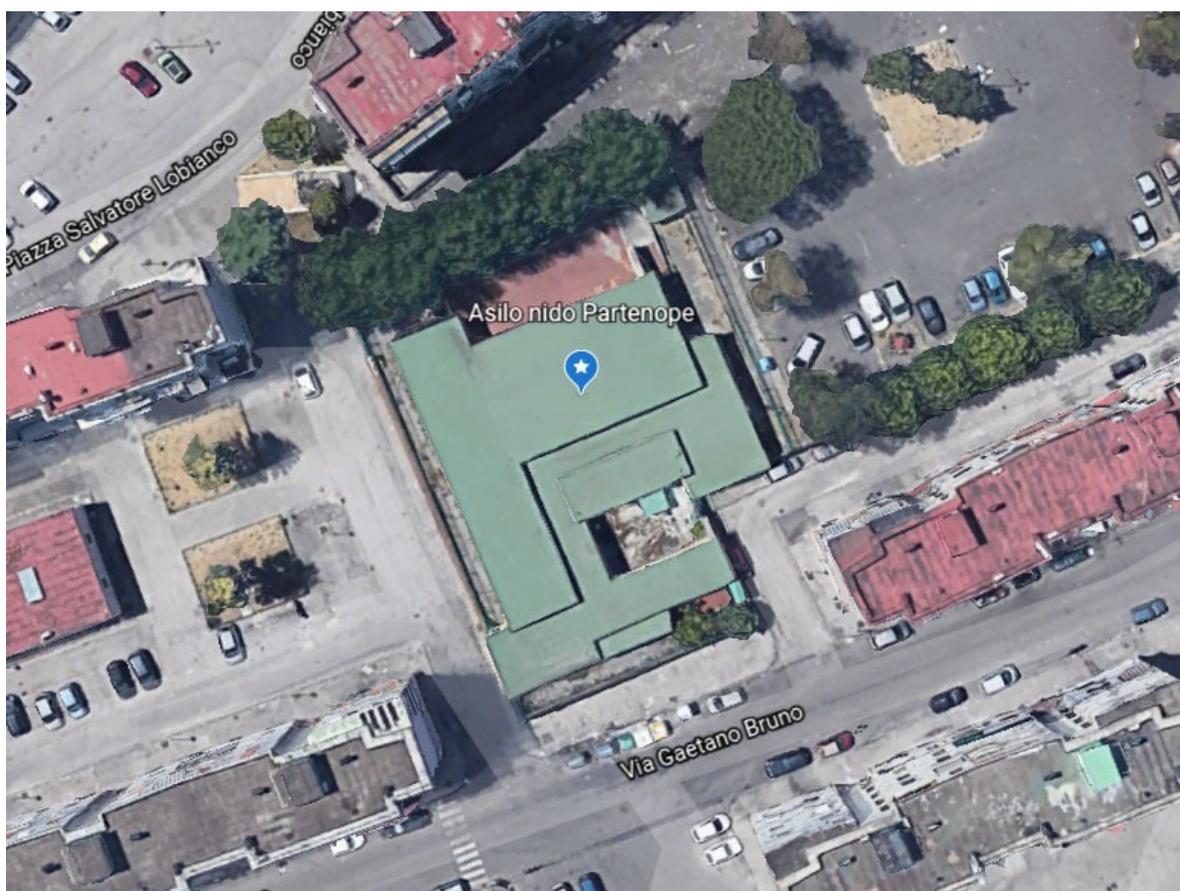
FUTURA **LA SCUOLA PER L'ITALIA DI DOMANI**



PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA MISSIONE 4: ISTRUZIONE E RICERCA

Componente 1 – Potenziamento dell'offerta dei servizi di istruzione: dagli asili nido alle Università

Investimento 1.1: Piano per asili nido e scuole dell'infanzia e servizi di educazione e cura per la prima infanzia



RIQUALIFICAZIONE FUNZIONALE E MESSA IN SICUREZZA SCUOLA PARTENOPE

VIA G. BRUNO 17 NAPOLI

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Progettista

Arch. Massimo Mallardo

RUP
Arch. Alfonso Ghezzi

Quadro Economico

data - MARZO 2022

1. QUADRO ECONOMICO

<i>Tipologia di Costo</i>	<i>IMPORTO</i>
a. Lavori	502.592,09 €
A1) Demolizioni	125.648,02 €
A2) Edilizia	201.036,84 €
A3) Strutture	100.518,42 €
A4) Impianti	75.388,81 €
B1) Spese tecniche per incarichi esterni	60.976,57 €
B2) Contributo reclutamento personale (eventuale)	77.000,00 €
C) Incentivi funzioni tecniche	8.041,47 €
D) Altri costi (IVA, imprevisti, etc.)	135.699,86 €
D1) Imprevisti	25.129,60 €
D2) IVA	110.570,26 €
E) Pubblicità	2.512,96 €
TOTALE	786.822,96 €

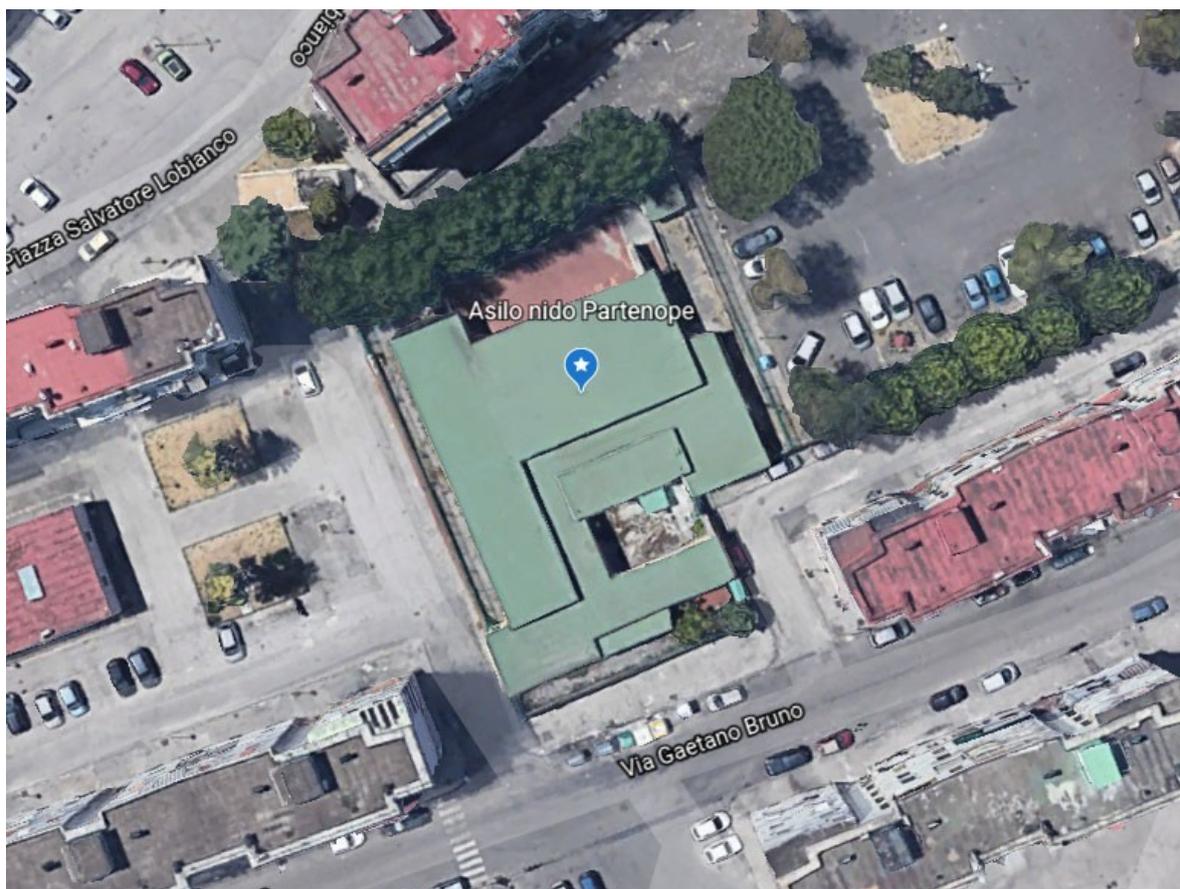
FUTURA LA SCUOLA PER L'ITALIA DI DOMANI



PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA MISSIONE 4: ISTRUZIONE E RICERCA

Componente 1 – Potenziamento dell'offerta dei servizi di istruzione: dagli asili nido alle Università

Investimento 1.1: Piano per asili nido e scuole dell'infanzia e servizi di educazione e cura per la prima infanzia



RIQUALIFICAZIONE FUNZIONALE E MESSA IN SICUREZZA SCUOLA PARTENOPE

VIA G. BRUNO 17 NAPOLI

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Progettista

 Arch. Massimo Mallardo

RUP
Arch. Alfonso Ghezzi

Stima sommaria di spesa

data - MARZO 2022

	Descrizione opera	Costo intervento
1	Spicconatura accurata d'intonaci, asportazione effettuata seguendo i contorni delle parti evidenziate, evitando danni a tutto quanto non è da asportare. La spicconatura sarà eseguita con piccolo scalpello e martello o con martellina, compreso la discesa ed il trasporto dei materiali di risulta al sito di carico sui mezzi di trasporto fino alla distanza di mt 50	22.548,65
2	Rimozione di manti impermeabili su superfici orizzontali o inclinate, a qualsiasi altezza, compresi, il calo in basso e avvicinamento al luogo di deposito provvisorio.	37.588,31
3	Rimozione di impianti termici e idrici esistenti comprensivo di tubazioni	15.506,98
4	Demolizioni di tramezzature e avvicinamento al luogo di deposito provvisorio	14.795,88
5	Trasporto a rifiuto e movimentazione delle macerie edilizie prodotte in cantiere	35.208,20
	A	125.648,02
6	Realizzazione di tramezzature con blocchi di laterizio forato da 12 cm	21.650,30
7	Intonaco grezzo o rustico su pareti e soffitti anche a volta, interno ed esterno, costituito da un primo strato di rinforzo steso fra predisposte guide (comprese nel prezzo) e da un secondo strato della medesima malta tirato in piano a frattazzo rustico, steso con frattazzo e cazzuola, dello spessore complessivo non inferiore a 15 mm.	16.487,19
8	Intonaco per interni, costituito da gesso scagliola e calce, nelle proporzioni di 40 parti di calce in polvere e 60 parti di gesso, perfettamente levigato, dello spessore non inferiore a 5 mm, per rasatura di pareti, soffitti e volte già predisposti. Intonaco pronto premiscelato	48.338,44
9	Tinteggiatura con pittura lavabile di resine sintetiche emulsionabili (idropittura), data a pennello o a rullo su pareti o soffitti, con tre mani a perfetta copertura, esclusa la preparazione degli stessi da conteggiarsi a parte. A base di resine viniliche	15.486,79
10	Rifacimento manti impermeabili	49.049,40
11	Sostituzione degli infissi esistenti con nuovi infissi con telaio metallico a taglio termico con triplo vetro e doppia camera con gas argon	50.024,72
	B	201.036,84
12	Confinamento di alcuni nodi non confinati con piatti di acciaio S355, spessore 10 mm.	18.035,80
13	Rinforzo (TIPO 1) dei pilastri ad unico blocco costituito da angolari (100x100x10) – S355 e nastri CAM (LXt=20mmx1mm con 4 avvolgimenti a passo 103 mm costituiti da un acciaio fyk=700 Mpa);	38.586,40
14	Rinforzo (TIPO 2) dei pilastri ad unico blocco costituito da angolari (60x60x6) – S355 e nastri CAM (LXt=19mmx1mm con 3 avvolgimenti a passo 141 mm costituiti da un acciaio fyk=700 Mpa);	43.896,22
	C	100.518,42
15	Ristrutturazione impianto di riscaldamento con sostituzione del generatore esistente con caldaia a condensazione e installazione di valvole termostatiche sui radiatori esistenti	22.960,74
16	Adeguamento impianto elettrico e idrico	13.854,50
17	Realizzazione di impianto fotovoltaico di potenza 30 kW da installare in copertura	28.468,56
18	Sostituzione dei corpi illuminanti con nuovi a LED	10.105,01
	D	75.388,81
	Totale A+B+C+D	502.592,09

FUTURA

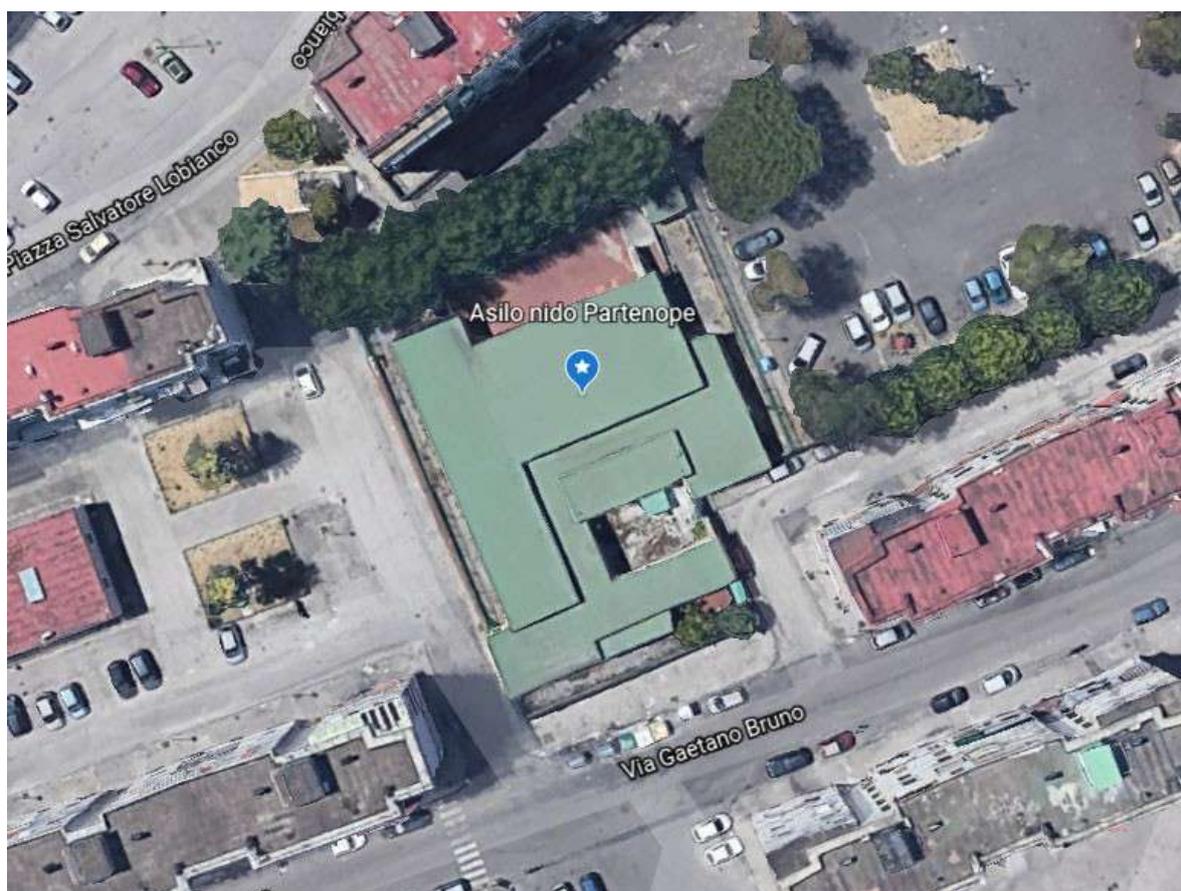
LA SCUOLA PER L'ITALIA DI DOMANI



PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA MISSIONE 4: ISTRUZIONE E RICERCA

Componente 1 – Potenziamento dell'offerta dei servizi di istruzione: dagli asili nido alle Università

Investimento 1.1: Piano per asili nido e scuole dell'infanzia e servizi di educazione e cura per la prima infanzia



RIQUALIFICAZIONE FUNZIONALE E MESSA IN SICUREZZA SCUOLA PARTENOPE

VIA G. BRUNO 17 NAPOLI

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Progettista

Arch. Massimo Mallardo

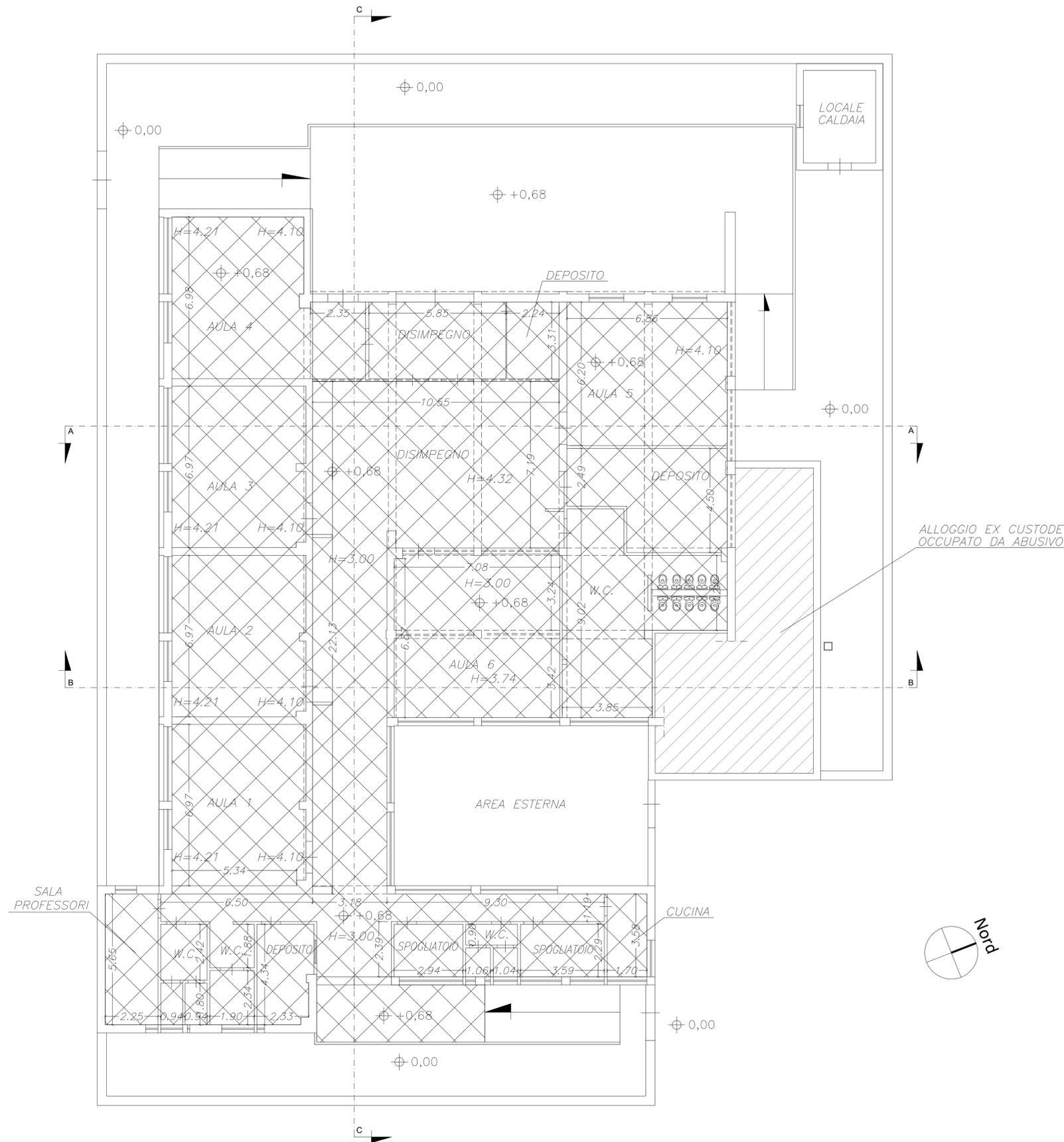
RUP

Arch. Alfonso Ghezzi

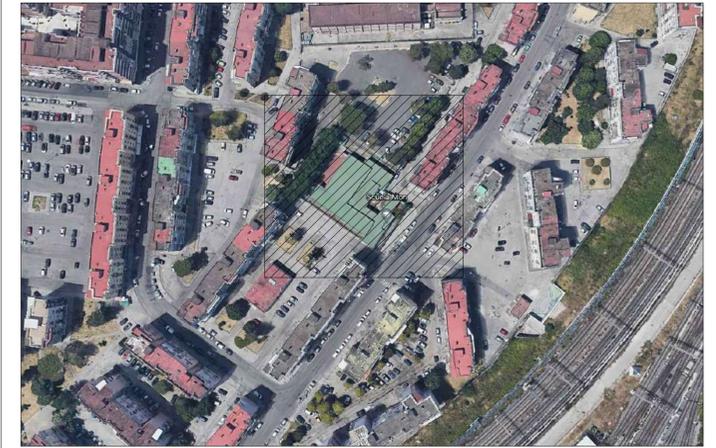
Elaborato Grafico

data - MARZO 2022

PIANTA



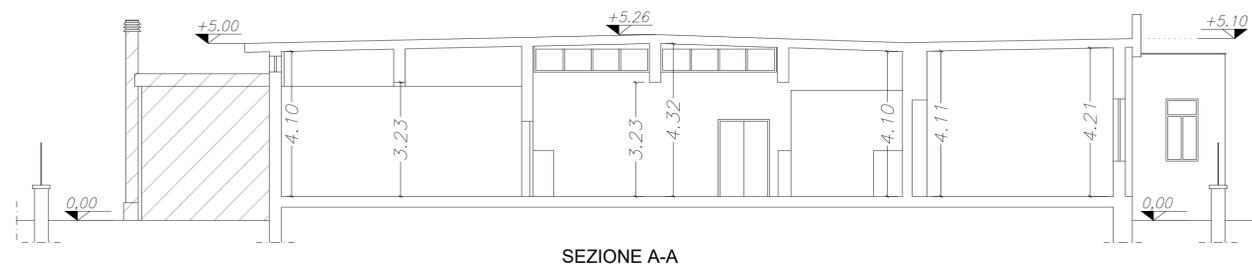
 AREA D'INTERVENTO



LEGENDA

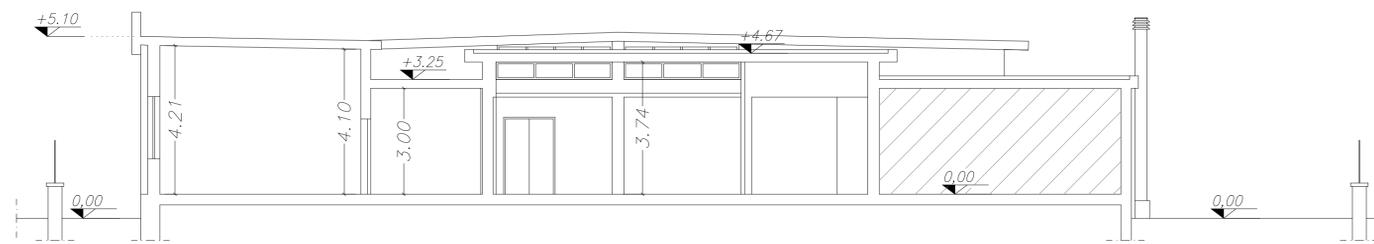
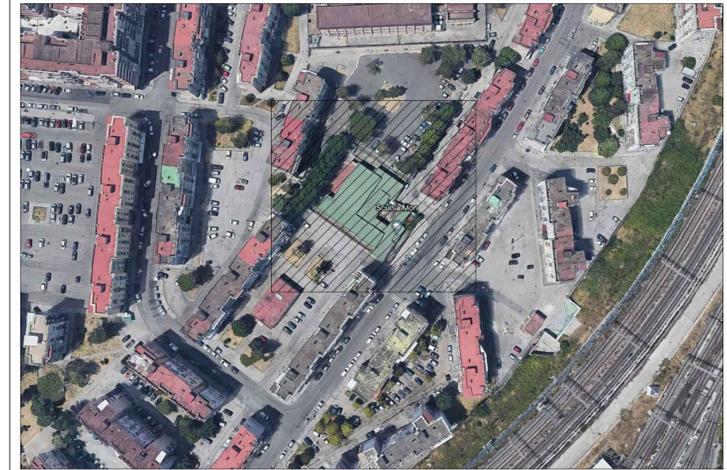
 ORDITURA SOLAIO
NON IDENTIFICABILE

SEZIONI

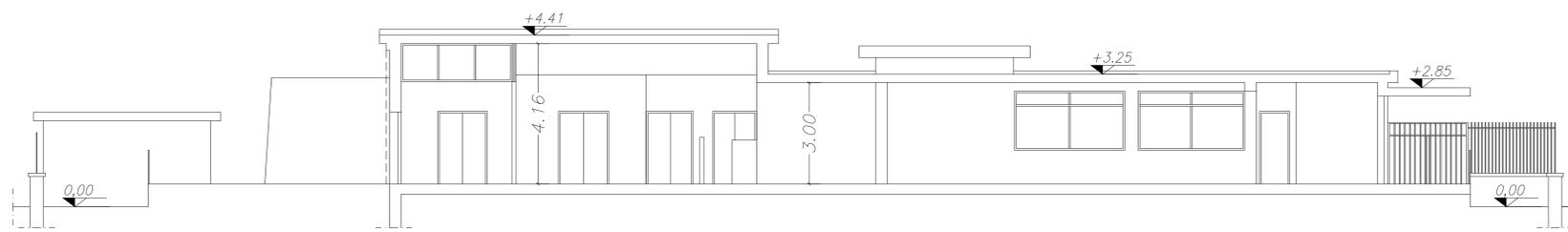


SEZIONE A-A

 AREA D'INTERVENTO

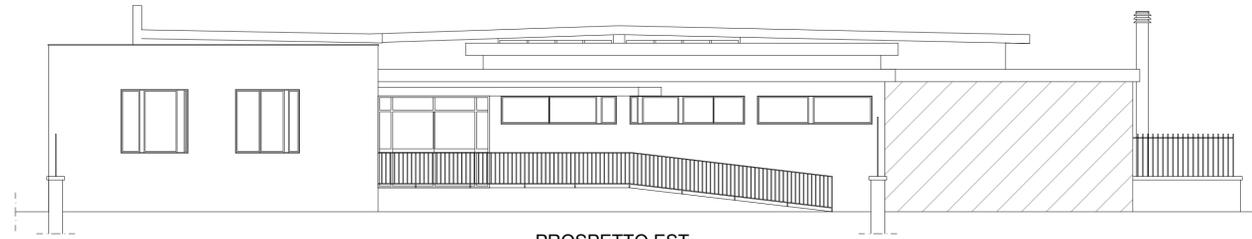


SEZIONE B-B



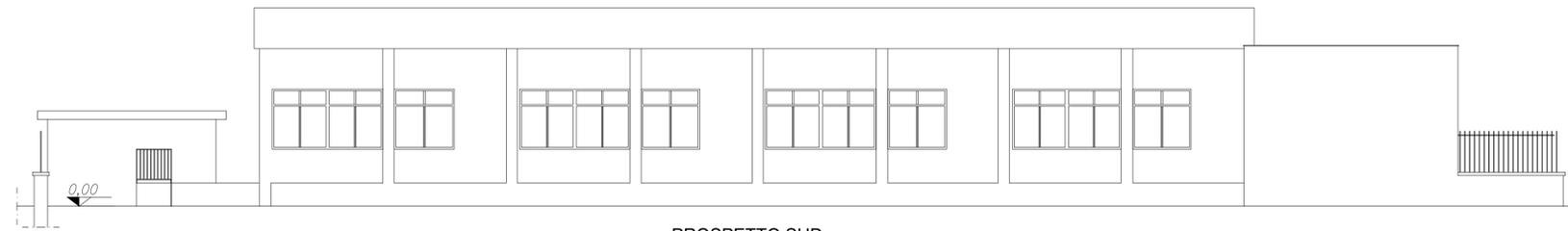
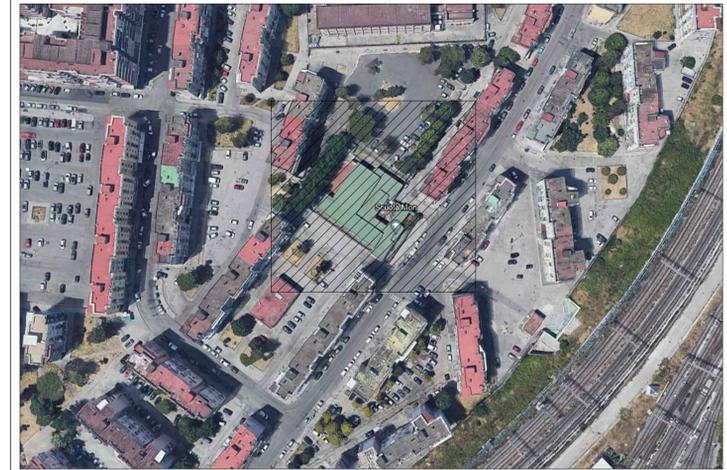
SEZIONE C-C

PROSPETTI

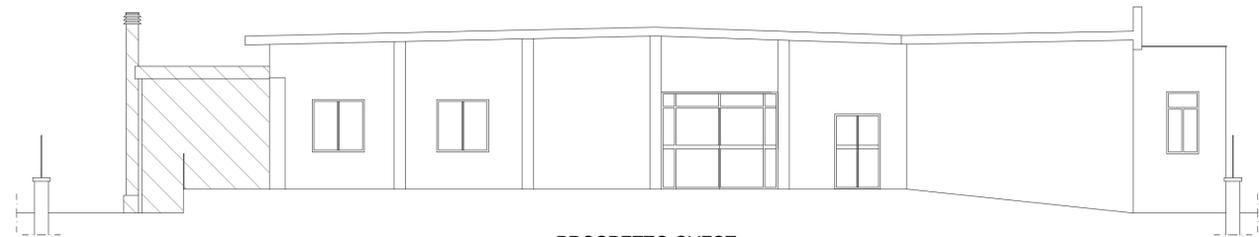


PROSPETTO EST

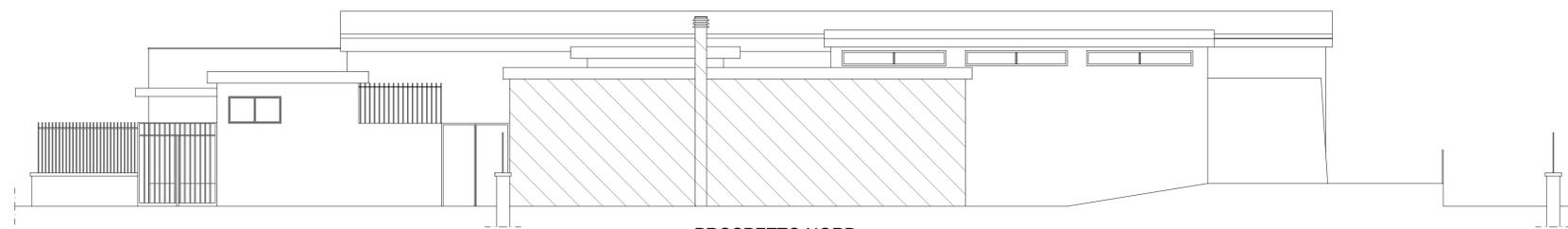
 AREA D'INTERVENTO



PROSPETTO SUD



PROSPETTO OVEST



PROSPETTO NORD

FUTURA

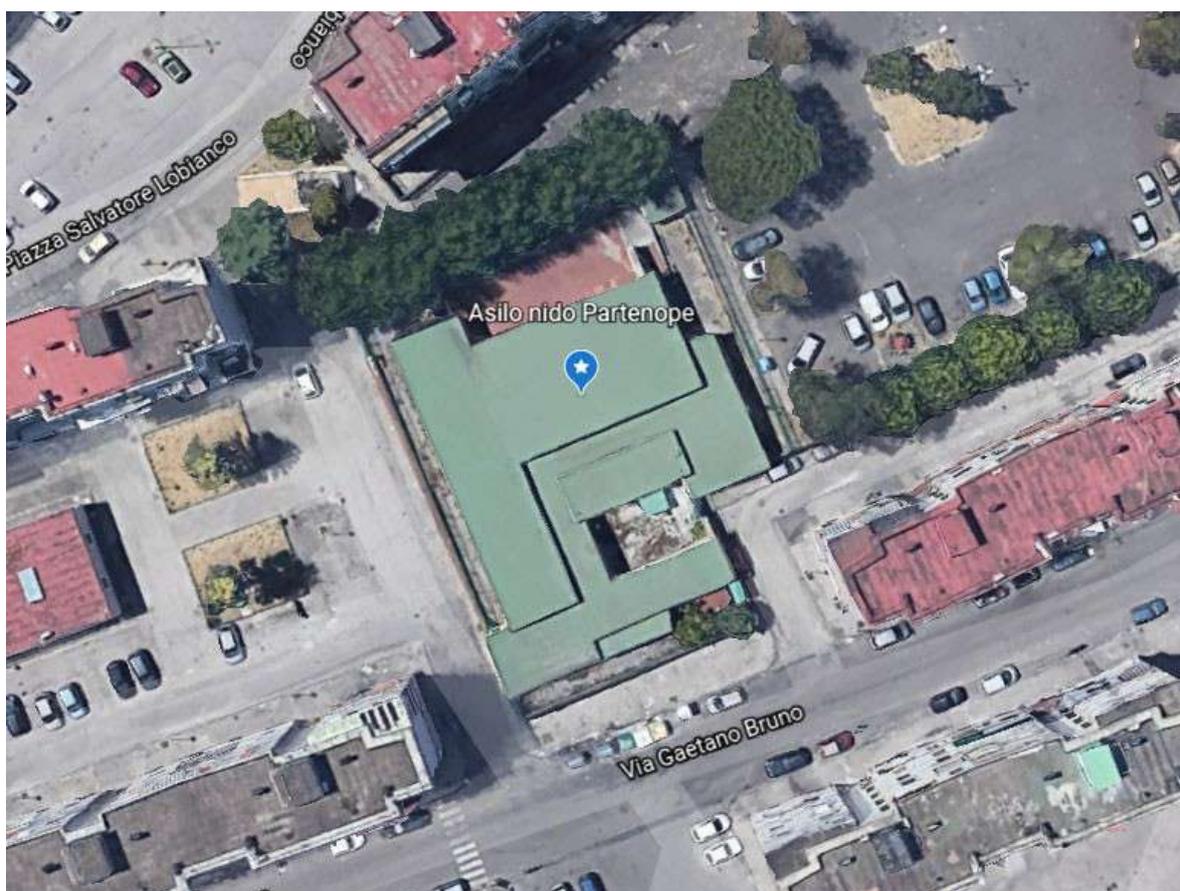
LA SCUOLA PER L'ITALIA DI DOMANI



PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA MISSIONE 4: ISTRUZIONE E RICERCA

Componente 1 – Potenziamento dell'offerta dei servizi di istruzione: dagli asili nido alle Università

Investimento 1.1: Piano per asili nido e scuole dell'infanzia e servizi di educazione e cura per la prima infanzia



RIQUALIFICAZIONE FUNZIONALE E MESSA IN SICUREZZA SCUOLA PARTENOPE

VIA G. BRUNO 17 NAPOLI

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Progettista

Arch. Massimo Mallardo

RUP

Arch. Alfonso Ghezzi

Relazione Generale

data - MARZO 2022

SOMMARIO

1	DESCRIZIONE DEL MANUFATTO.....	2
2	RILIEVO FOTOGRAFICO.....	3
3	ASPETTI SULLA VULNERABILITA' E STRATEGIE D'INTERVENTO DI ADEGUAMENTO- MIGLIORAMENTO.....	13
4	MOTIVAZIONE SCELTA DEGLI INTERVENTI.....	16
5	ANALISI DELLA PROPOSTA PROGETTUALE E CONFRONTO CON LO STATO DI FATTO.....	17
6	QUANTIZZAZIONE ECONOMICA DI MASSIMA DEGLI INTERVENTI.....	21
7	CONCLUSIONI.....	21

1 DESCRIZIONE DEL MANUFATTO

La struttura in esame è stata realizzata tra il 1980 e il 1996 e non è stata reperita nessuna documentazione tecnica circa gli elaborati grafici e descrittivi della stessa.

L'immobile oggetto di verifica, risulta un unico corpo di fabbrica in cemento armato.

I solai sono in latero cemento e la copertura è piana.

La superficie coperta del manufatto è pari a 745 m² mentre la superficie lorda complessiva è pari a 1500 m².

È costituito da 1 piano interrato inaccessibile e inutilizzato e 1 piano fuori terra.

Il piano rialzato si trova ad una quota di +0.65m e presenta altezza assoluta variabile tra i +4.00m e i +5.26m.

Dal punto di vista architettonico, il prospetto è caratterizzato dalla presenza una serie di finestre molto ampie in prossimità delle aule e di alcune finestre a nastro poste in alto in prossimità degli altri locali

- i. il piano interrato, posto a quota -0.95 mt è vuoto e svolge la funzione di areazione;
- ii. il piano terra rialzato, a quota +0,65m, è destinato all'intero plesso scolastico con aule, sale professori, bagni e sala da pranzo;

L'edificio, oggetto di studio, è un unico corpo di fabbrica realizzato in cemento armato. Si sviluppa su due piani di consistenza pari a 5215 mc e di superficie lorda pari a 1500 mq.

Presenta una forma irregolare per entrambi i piani, inscrivibile in un rettangolo 27 m x 35.5 m.

La struttura in elevazione è costituita da telai principalmente monodirezionali e le travi suddivise tra tipo a spessore ed emergente.

I solai sono gettati in opera con un interasse tra i travetti di 50cm.

2 RILIEVO FOTOGRAFICO



Figura 2- Piano interrato

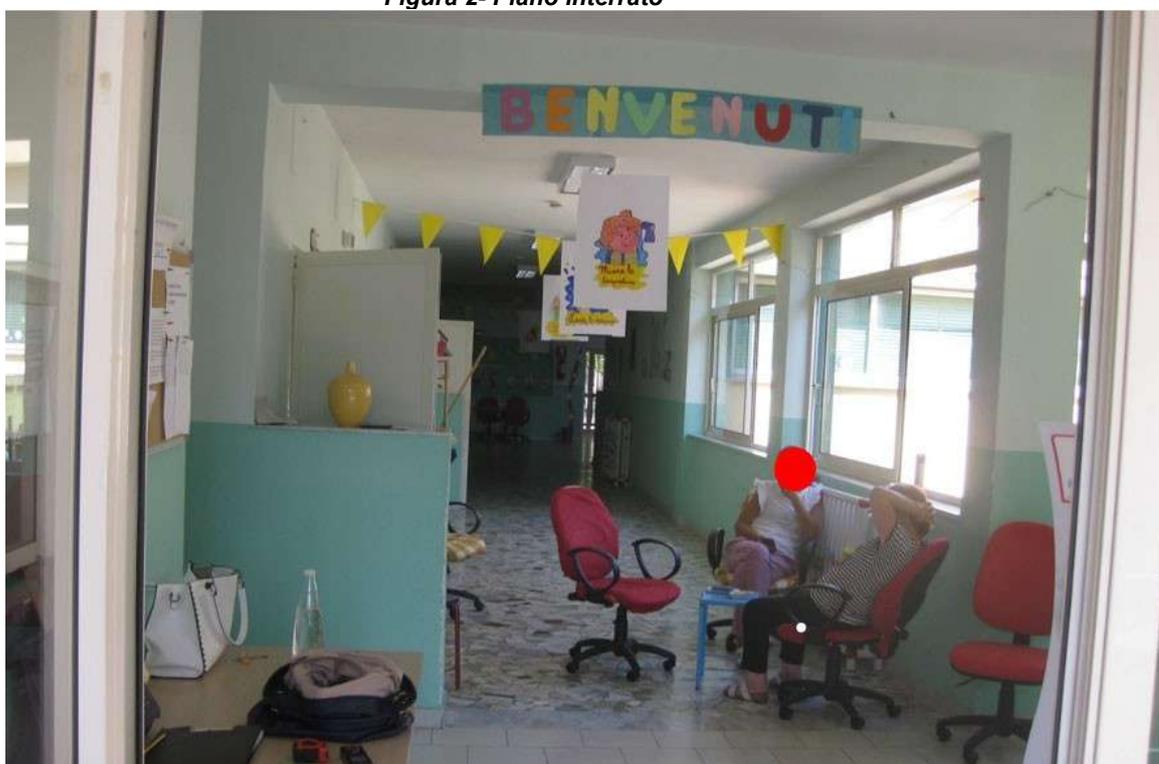










Figura 3- Immagini Piano Terra Rialzato











Figura 4- Immagini Esterne

3 ASPETTI SULLA VULNERABILITA' E STRATEGIE D'INTERVENTO DI ADEGUAMENTO-MIGLIORAMENTO

Le analisi strutturali contenute nella relazione sulla vulnerabilità sismica hanno evidenziato una struttura che presenta una buona capacità ai carichi di tipo gravitazionale risultando staticamente idonea ma che invece si presenta particolarmente vulnerabile alle azioni di tipo orizzontale. Ciò è dovuto alla presenza di elementi particolarmente vulnerabili quali nodi e pilastri. Le analisi evidenziano una struttura con una capacità inferiore alla domanda a causa dell'attivazione di meccanismi fragili e duttili che interessano alcuni elementi strutturali.

Come risulta dagli istogrammi che seguono, vengono riportati il numero di elementi che non hanno una capacità tale da soddisfare la domanda al SLV a seguito del sisma per diverse percentuali della PGA attesa in sito.

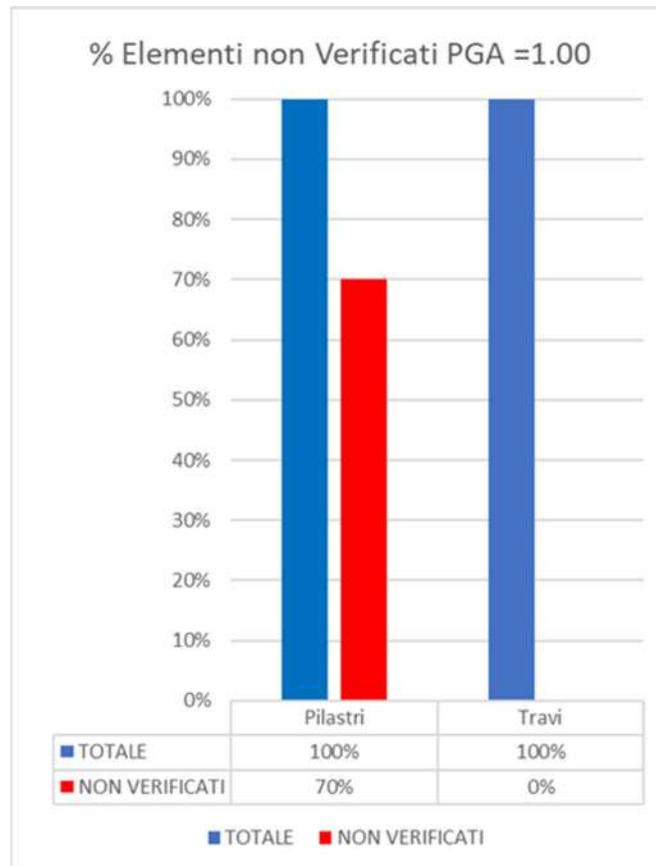


Figura 4- Elementi non verificati con PGA=100%

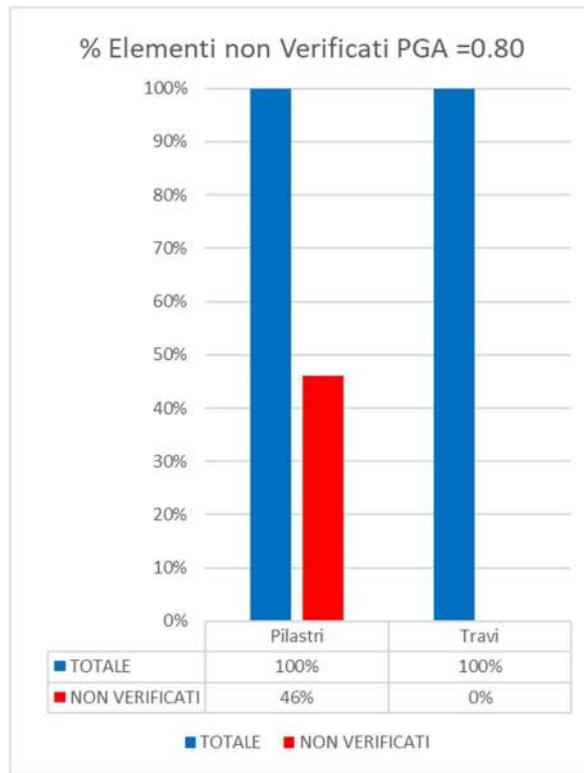


Figura 5- Elementi non verificati con PGA=80%

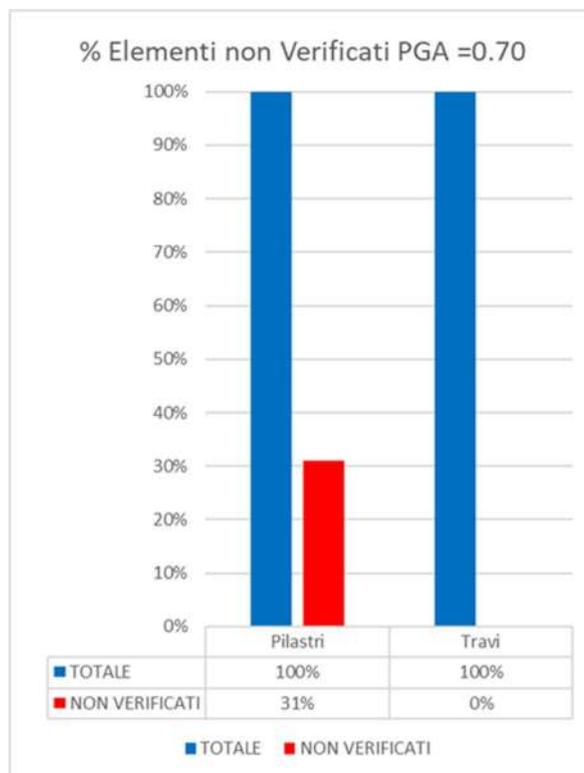


Figura 6- Elementi non verificati con PGA=70%

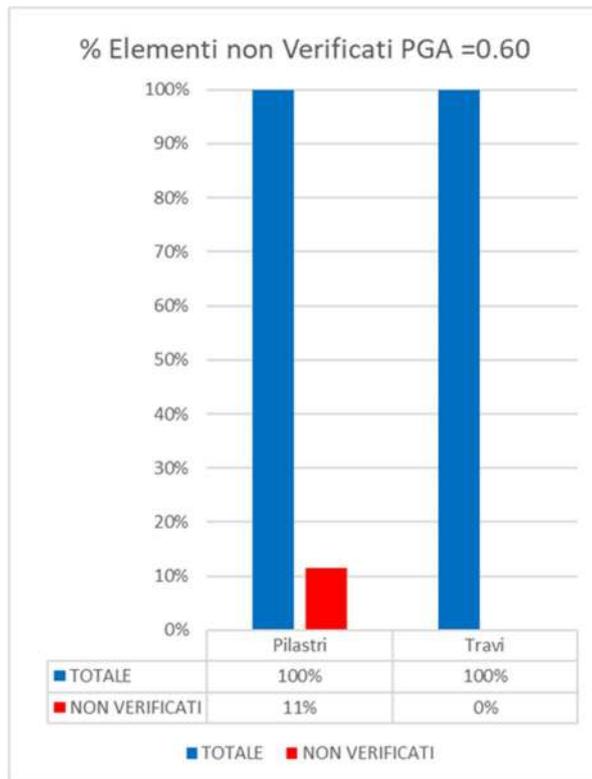


Figura 7- Elementi non verificati con PGA=60%

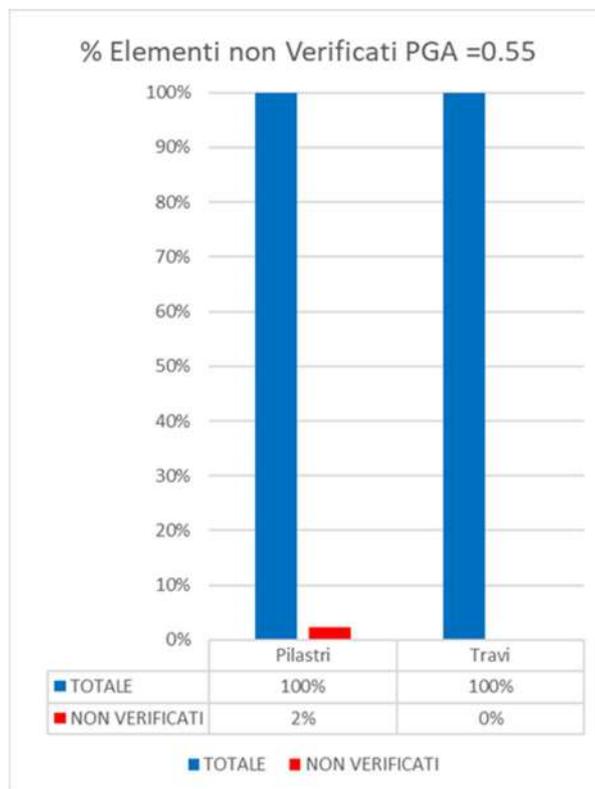


Figura 8- Elementi non verificati con PGA =55%

L'adeguamento sismico può ottenersi attraverso metodologie e tecniche. Nel caso in esame si è ipotizzato un intervento atto ad aumentare la capacità degli elementi in termini di resistenza. Sulla base di quanto richiamato nelle precedenti relazioni, per portare il livello di sicurezza strutturale a valori compatibili con quanto prescritto dalle vigenti norme tecniche NTC18, occorre eseguire l'adeguamento sismico del manufatto adottando una strategia di intervento che incida sul comportamento globale del sistema strutturale.

L'intervento che si suggerisce porre in essere, prevede di agire sulla capacità degli elementi strutturali senza intervenire sulla domanda. In particolare, l'obiettivo che si intende raggiungere è quello di incrementare globalmente la resistenza alle azioni laterali inserendo dei rinforzi CAM di pilastri e piatti di acciaio per confinare i nodi non confinati.

L'intervento, inoltre, deve essere concepito tenendo conto delle seguenti problematiche:

- a) Architettoniche (distribuzione funzionale del manufatto, estetica)
- b) Tecnologiche (compatibilità, reversibilità dell'intervento)
- c) Ambientali (riciclabilità e basso impatto)
- d) Di varia natura (psicologiche, economiche)

Le problematiche architettoniche sono legate alle interferenze con gli schemi distributivi ed impiantistici del manufatto. Le questioni tecnologiche riguardano l'uso di materiali compatibili dal punto di vista fisico- chimico con il cemento armato che al contempo consentano di realizzare interventi reversibili.

4 MOTIVAZIONE SCELTA DEGLI INTERVENTI

Il sistema CAM rappresenta la soluzione tecnologica più evoluta negli interventi di consolidamento statico, di rinforzo strutturale e di miglioramento / adeguamento sismico. I materiali utilizzati nel sistema CAM sono dei nastri metallici in acciaio inossidabile che fungono così, da confinamento tridimensionale attivo e da gabbia di sostegno della struttura interessata. La leggerezza, la flessibilità, la compatibilità, la reversibilità e la sostenibilità ambientale ed economica è certamente rappresentata dall'acciaio ed in generale dalla carpenteria metallica rendendo il tutto un sistema non invasivo che non incrementa la massa dell'edificio risultando duraturo e di facile esecuzione.

Il sistema di rinforzo permette di ottenere i seguenti miglioramenti:

- Aumento di resistenza e duttilità a compressione centrata mediante l'effetto del confinamento attivo;
- Aumento di duttilità a compressione del CLS con aumento della rotazione ultima della sezione a presso-flessione o flessione semplice;
- Aumento del taglio resistente grazie alla aggiunta di armatura a taglio (staffatura dei nastri)

Le analisi eseguite nella configurazione di progetto proposta consentono al manufatto di raggiungere una capacità pari all'101% della domanda. Nel merito, la soluzione progettuale, ha visto un intervento in termini di resistenza. L'intervento prevede il consolidamento pilastri con il sistema CAM e confinamento dei nodi non confinati atto ad aumentare la resistenza e duttilità degli stessi. Il tutto come specificato di seguito:

- Confinamento di alcuni i nodi;
- Inserimento di nastri metallici in acciaio a blocco ai pilastri.

5 ANALISI DELLA PROPOSTA PROGETTUALE E CONFRONTO CON LO STATO DI FATTO

- A. Rinforzo (TIPO 1) dei pilastri ad unico blocco costituito da angolari (100x100x10) – S355 e nastri CAM (LXt= 20mmx1mm con 4 avvolgimenti a passo 103 mm costituiti da un acciaio $f_{yk}=700$ Mpa);
- B. Rinforzo (TIPO 2) dei pilastri ad unico blocco costituito da angolari (60x60x6) – S355 e nastri CAM (LXt= 19mmx1mm con 3 avvolgimenti a passo 141 mm costituiti da un acciaio $f_{yk}=700$ Mpa);
- C. Confinamento di alcuni nodi non confinati con piatti di acciaio S355, spessore 10 mm.

Tipologia N.1 (Rinforzo CAM Pilastro)

Specifiche rinforzo: Rinforzo CAM Pilastro2

Angolari spigoli (100x100x10) - S355 (UNI EN 10025-2) Nastri CAM (Lxt: 20x1) - 4 avvolgimenti - f_{yk} : 700 MPa

Quote: 0 → 1.0 - num. elem. = 30

Note costruttive:

L'applicazione dei rinforzi è da effettuare, previa scarnificazione del copriferro dell'elemento e riprofilatura con malta strutturale pronta a ritiro controllato.

Tipologia N.2 (Rinforzo CAM Pilastro)

Specifiche rinforzo: Rinforzo CAM Pilastro

Angolari spigoli (60x60x6) – S355 (UNI EN 10025-2) Nastri CAM (Lxt: 19x1) – 3 avvolgimenti – f_{yk} : 700 MPa

Quote: 0 → 1.0 – num. Elem. = 20

Note costruttive:

L'applicazione dei rinforzi è da effettuare, previa scarnificazione del copriferro dell'elemento e riprofilatura con malta strutturale pronta a ritiro controllato.

Tipologia N.3 (Confinamento Nodi non confinati)

Piatti di acciaio S355, spessore 10 mm

Note costruttive:

L'applicazione dei rinforzi è da effettuare, previa scarnificazione del copriferro dell'elemento e riprofilatura con malta strutturale pronta a ritiro controllato.

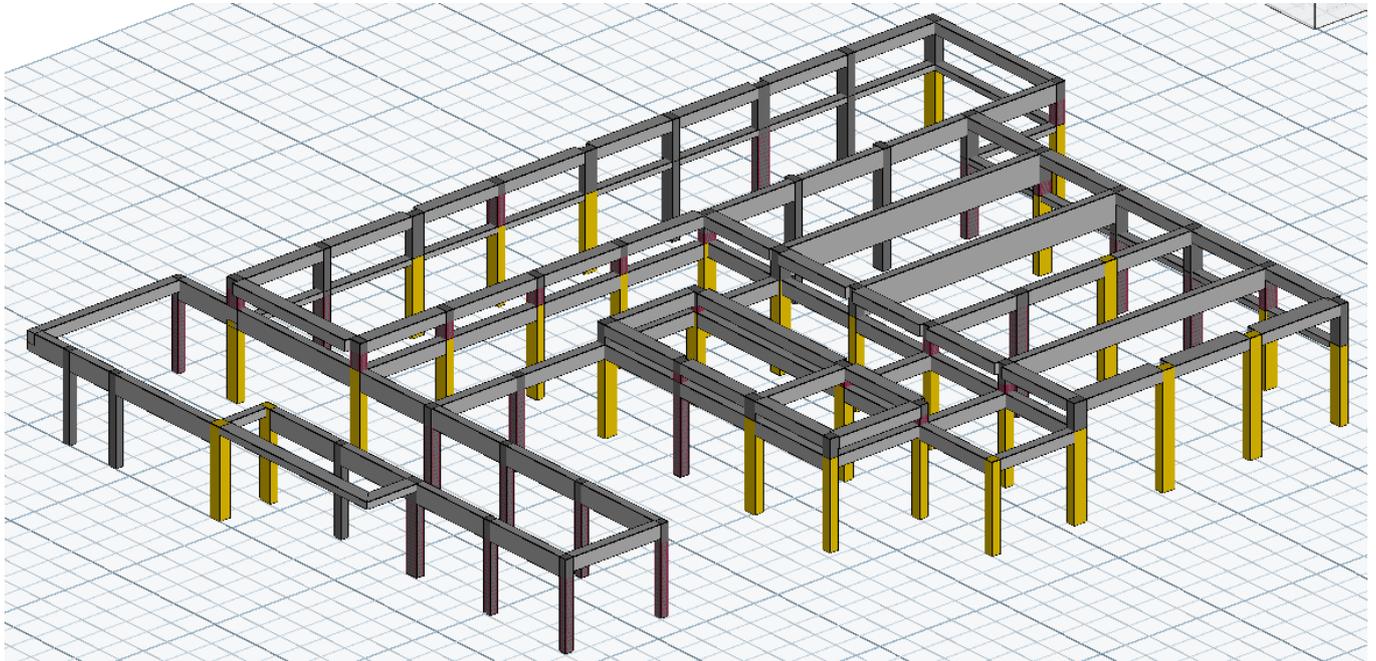


Figura 9- Pilastri Rinforzo di tipo 1

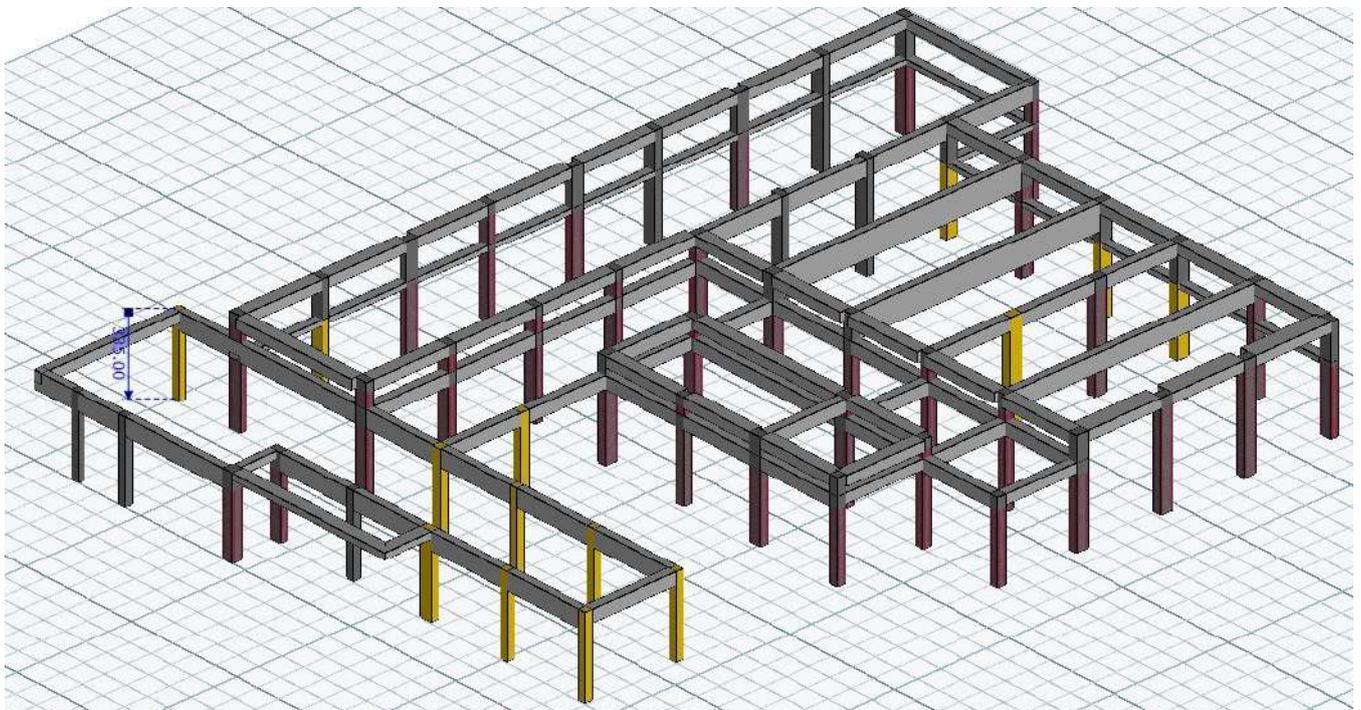


Figura 10- Pilastri rinforzo di tipo 2

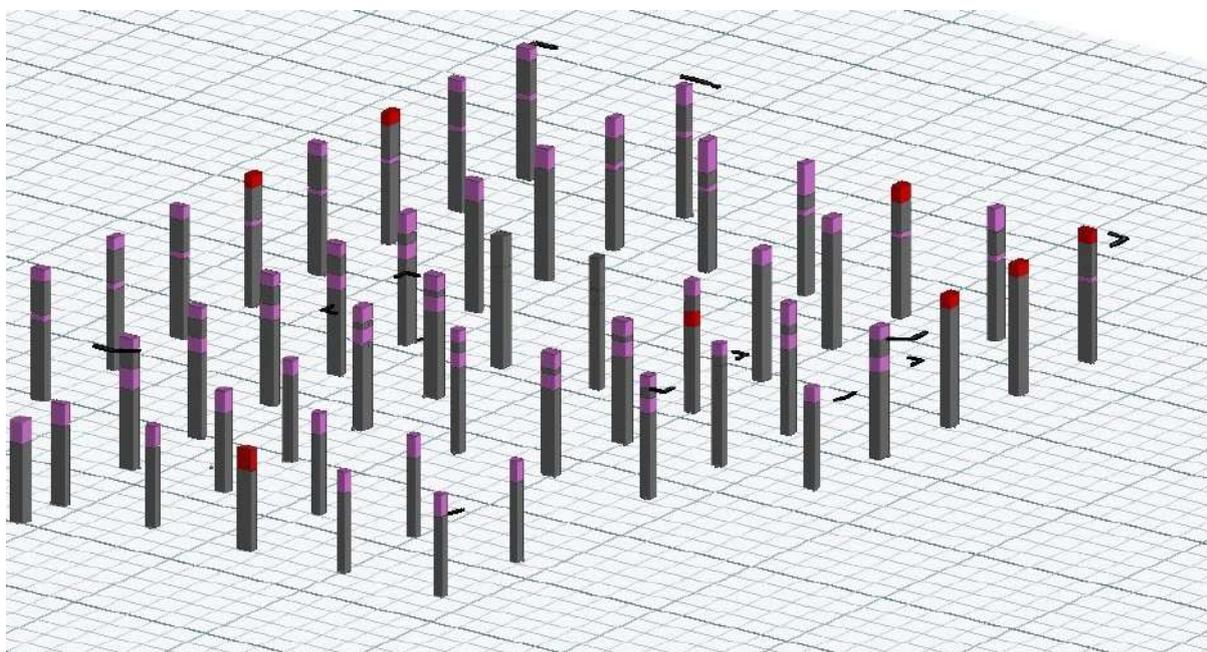


Figura 11- Confinamento dei nodi con piatti di acciaio (Segnalati in rosso)

L'introduzione di tali interventi di consolidamento ha registrato:

- Incremento della capacità sismica in termini di resistenza allo SLV e SLD di alcuni pilastri, travi e nodi;
- Aumento dei periodi di ritorno associati alla PGAc per gli stati limite considerati;
- Aumento degli indicatori della sicurezza per l'azione sismica sia dei periodi di ritorno che delle accelerazioni.

Nelle successive tabelle sono pertanto riportati i valori utilizzati per le attribuzioni.

Dati generali e pericolosità sismica	
Zona sismica ex OPCM 3274/2003	2
Località	NAPOLI (NA)
Longitudine	14.2923702
Latitudine	40.8567639
Classe d'uso	III
Vita Vn	50.0 [anni]
Periodo Vr	75.0 [anni]
Tipo di suolo	C
Categoria topografica	T1
ag per SLV	0.193 [g]

Indicatori di rischio

CLASSIFICAZIONE				
ANTE OPERA				
PAM (%)	CLASSE PAM	IS-V (%)	CLASSE IS-V	CLASSE ASSEGNATA
0.82	A	55.11	C	C
POST OPERA				
PAM (%)	CLASSE PAM	IS-V (%)	CLASSE IS-V	CLASSE ASSEGNATA
0.46	A+	101	A+	A+

Dati per dichiarazione asseverata	
STATO DI FATTO (prima dell'intervento):	
Classe di rischio della costruzione:	C
Valore dell'indice di sicurezza strutturale (IS-V):	55.11%
Valore della Perdita Annua Media (PAM):	0.82%
Linea Guida. utilizzata come base di riferimento per le valutazioni:	decreto MIT n. 65 del 07-03-2017
Classe di rischio attribuita utilizzando il metodo:	convenzionale

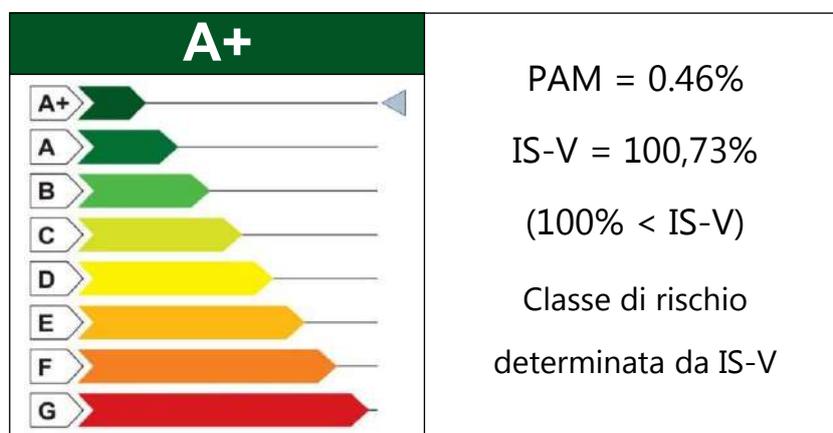
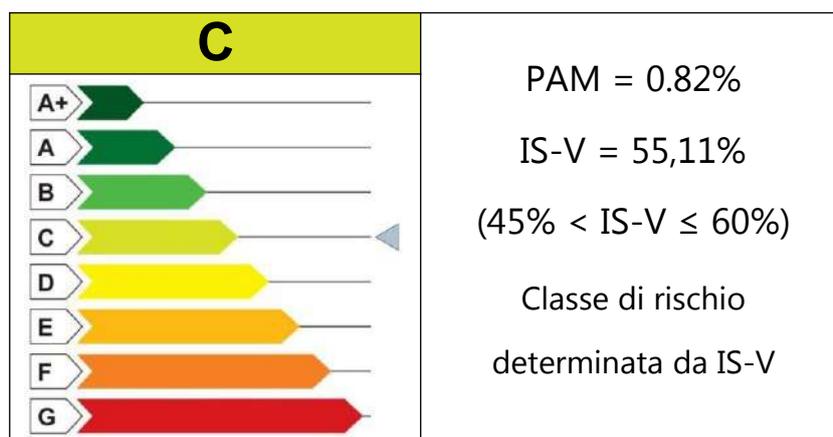


Figura 12- Classe di rischio ante-opera e post-opera

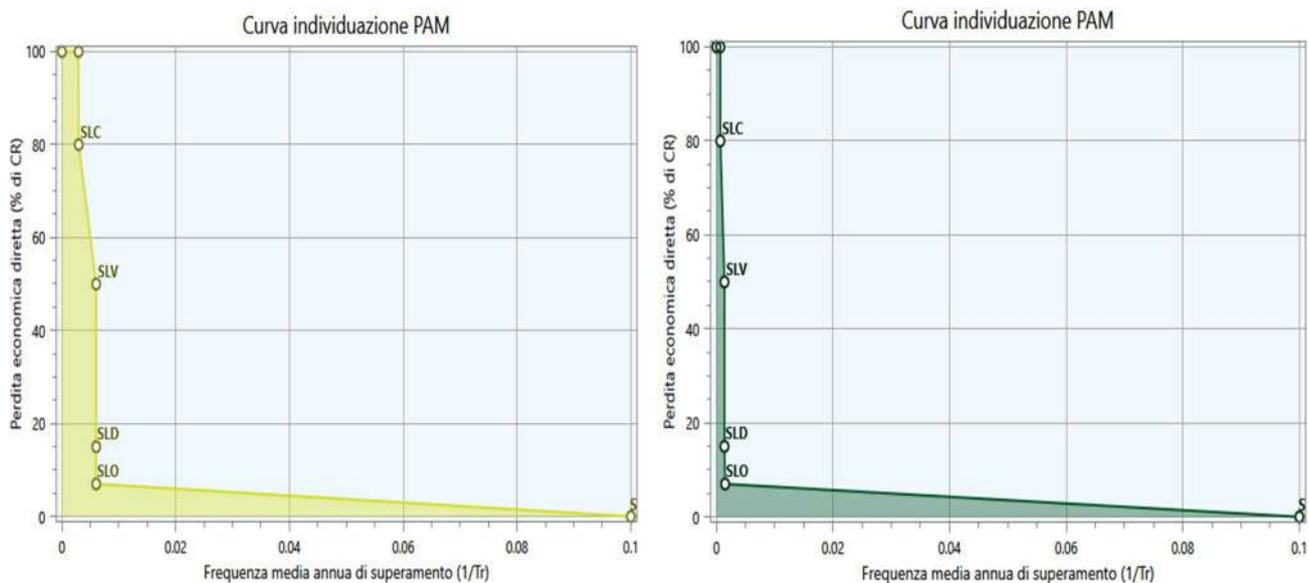


Figura 13- Curva PAM ante-opera e post-opera

Il post opera è rappresentato dall'adeguamento dell'immobile che si persegue in seguito alle indicazioni contenute nella relazione sulle strategie d'intervento.

6 QUANTIZZAZIONE ECONOMICA DI MASSIMA DEGLI INTERVENTI

- Opere di consolidamento strutturale con SISTEMA CAM/Confinamento Nodi: 180.000 €
- Ripristino e finiture degli elementi interessati: 54.000 €
- Opere provvisoriale e sicurezza: 25.000 €
- Imprevisti: 18.000 €
- Oneri discarica comprensivo delle spese generali: 11.000 €

Totale: 288.000 €

7 CONCLUSIONI

La proposta progettuale indicata nel rispetto delle condizioni tipologiche della struttura riesce a sanare i diversi meccanismi che si attivano in presenza di azioni sismiche consentendo l'incremento della capacità di tutti gli elementi strutturali 101% della domanda $PGA_c = 0.276g$ in luogo di $0.274g$ (101%).

FUTURA

LA SCUOLA PER L'ITALIA DI DOMANI



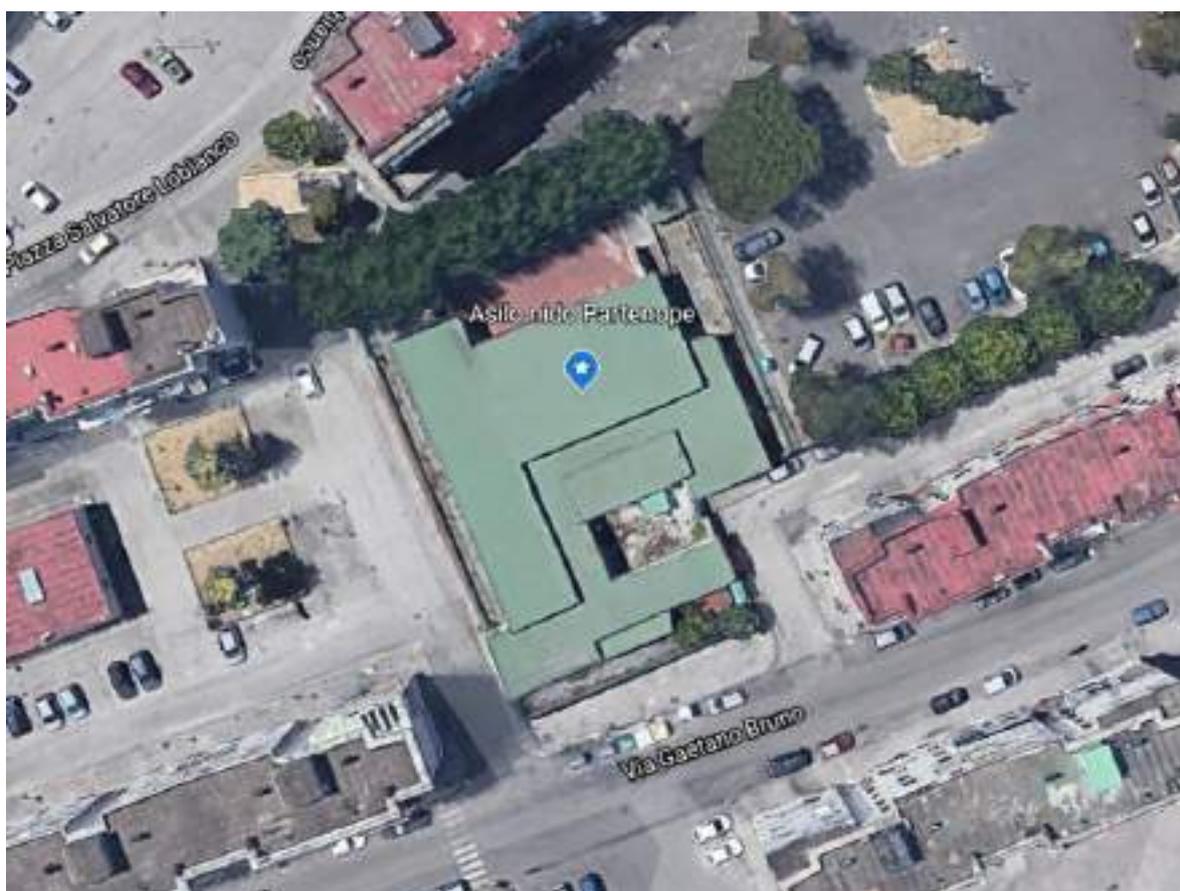
Ministero dell'Istruzione

Italia domani

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA MISSIONE 4: ISTRUZIONE E RICERCA

Componente 1 – Potenziamento dell'offerta dei servizi di istruzione: dagli asili nido alle Università

Investimento 1.1: Piano per asili nido e scuole dell'infanzia e servizi di educazione e cura per la prima infanzia



RIQUALIFICAZIONE FUNZIONALE E MESSA IN SICUREZZA SCUOLA PARTENOPE

VIA G. BRUNO 17 NAPOLI

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Progettista

Arch. Massimo Mallardo

RUP

Arch. Alfonso Ghezzi

Relazione Tecnica

data - MARZO 2022

SOMMARIO

PREMESSA	
RIFERIMENTI NORMATIVI	
AGGREGATI EDILIZI	
LIVELLO DI CONOSCENZA ED IDENTIFICAZIONE DEL SISTEMA STRUTTURALE	
METODI DI ANALISI IN CONDIZIONI DI CARICO SISMICO	
MODELLAZIONE STRUTTURALE	
MODELLO GEOMETRICO	
MODELLO MECCANICO.....	
MODELLO DELLE AZIONI.....	
MEMBRATURE DEL SISTEMA STRUTTURALE	
SOLAI DI COPERTURA	
AZIONI VARIABILI DI ESERCIZIO (q_k)	
AZIONE SISMICHE (Q_{ek})	
COMBINAZIONE DELLE AZIONI	
VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA CON LE NTC18	
REGOLARITA' STRUTTURALE.....	
CRITERI DI VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI	
RISPOSTA DEL SISTEMA STRUTTURALE	
<i>SOLLECITAZIONI AGENTI PER CARICHI GRAVITAZIONALI SU ELEMENTI TRAVE E PILASTRO NELLA COMBINAZIONE PIU' GRAVOSA</i>	
RISPOSTA DEL SISTEMA STRUTTURALE IN CONDIZIONI DINAMICHE	
MODI DI VIBRARE	
Modi Di Vibrare.....	
<i>SOLLECITAZIONI AGENTI PER CARICHI ORIZZONTALI NELLA COMBINAZIONE SISMICA PIU' GRAVOSA</i>	
RESISTENZA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI PER CARICHI GRAVITAZIONALI	
RESISTENZA DEGLI ELEMENTI AI CARICHI GRAVITAZIONALI	
Verifica dei Pilastri SLU.....	
Verifica delle Travi SLU.....	
RESISTENZA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI PER AZIONI ORIZZONTALI	
ANALISI DINAMICA LINEARE SLV CON FATTORE DI STRUTTURA q	
Verifica dei Pilastro SLV.....	
Verifica delle Travi SLV.....	
Verifica dei Nodi SLV.....	
RISULTATI GLOBALI PGA PER GLI ELEMENTI SLV	
VULNERABILITA' NEI CONFRONTI DELLO SLD	
RISULTATI GLOBALI PGA PER GLI ELEMENTI SLD	
INDICATORI DI RISCHIO	
ANALISI CRITICA DEI RISULTATI	
CLASSE DI RISCHIO	
CONTROLLO ED AFFIDABILITA' DEI RISULTATI	
CONCLUSIONI	
RISPOSTA DEL SISTEMA STRUTTURALE IN CONDIZIONI STATICHE	

LIMITAZIONI ALL'USO DELLE STRUTTURE.....
RISPOSTA DEL SISTEMA IN CONDIZIONE DINAMICA ED IPOTESI D'INTERVENTO.....
CONSIDERAZIONI FINALI.....

1 PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto la valutazione del rischio sismico dell'edificio scolastico "ASILO NIDO PARTENOPE" sito in Napoli a via Via Gaetano Bruno, 17 - 80143. La sede dell'Istituto è ubicata nella Municipalità n.4 – S. Lorenzo, Vicaria, Poggioreale – Napoli. Tale documento, unitamente ai relativi allegati, si propone di ottemperare alle indicazioni del capitolato tecnico descrittivo prestazionale, fornendo una definizione completa delle diverse fasi relative all'incarico ed in particolare:

- Fase A: Raccolta dati e conoscenza dell'immobile;
- Fase B: Raccolta dati e prove;
- Fase C: Elaborazione dei dati raccolti e verifiche di vulnerabilità;
- Fase D: Sintesi dei Risultati – Verifiche di vulnerabilità -Ipotesi di intervento strutturale.

Nel dettaglio si forniscono riferimenti di carattere generale sulle procedure adottate, con riferimento agli elaborati specifici allegati (indagini – grafici – verifiche analitiche).

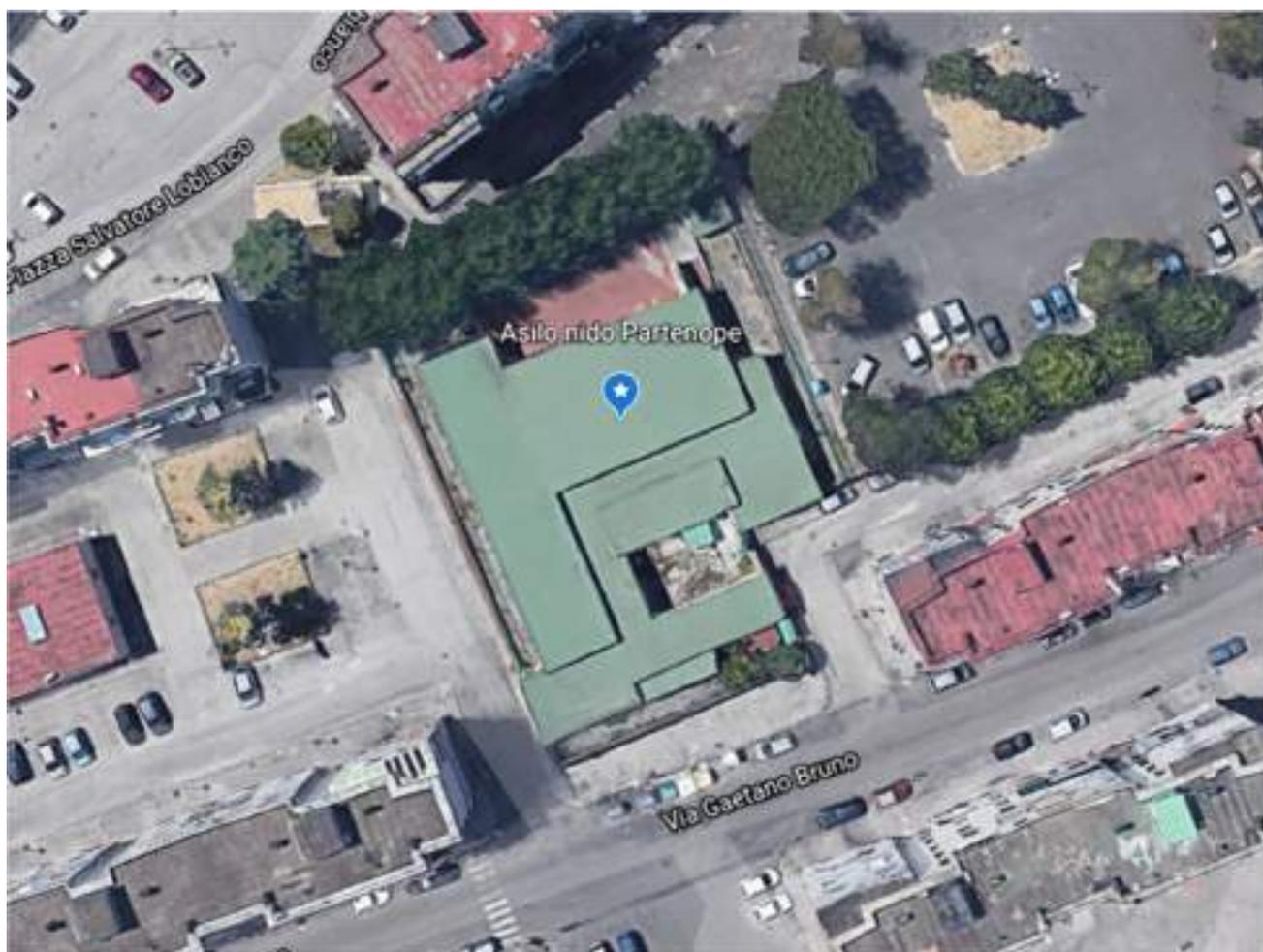


Figura 1- Localizzazione del manufatto oggetto di studio

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

La valutazione del livello di sicurezza delle strutture di c.a. oggetto del servizio, è condotto attraverso il Metodo Semiprobabilistico agli Stati Limite (MSL). Tale metodologia, nonostante le sue semplificazioni rispetto ad un criterio puramente probabilistico, costituisce indubbiamente il migliore approccio nella stima della sicurezza strutturale rispetto al classico metodo alle tensioni ammissibili.

Gli stati limite sono raggruppabili nelle seguenti categorie:

- Stati Limite di Esercizio: corrispondenti essenzialmente alla perdita di funzionalità della costruzione;
- Stati Limite Ultimi: corrispondenti al raggiungimento della massima capacità portante della struttura.

Per ognuno di essi, il metodo consiste essenzialmente nel controllare che la risposta del sistema strutturale (E_d), prodotta dalle azioni di progetto (F_d), in termini di sollecitazioni o deformazioni sia compatibile con i corrispondenti valori limite (R_d).

$$R_d \geq E_d$$

Le verifiche degli elementi sono condotte in ossequio a quanto disposto dal D.M.17.01.2018 e dalla Circolare n.7/2019.

Le norme tecniche cui si è fatto riferimento nel seguito per il controllo della sicurezza strutturale fanno capo sia a quelle che hanno per oggetto la valutazione delle capacità resistenti delle costruzioni esistenti, sia a quelle inerenti alla progettazione e la costruzione di nuovi edifici soggetti ad azioni sismiche.

La verifica delle strutture, è in conformità a quanto previsto dalle seguenti norme:

Leggi quadro:

- Legge n. 1086 del 5/11/1971. “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica”;
- Legge n. 64 del 2/02/1974. “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”;

Norme sulle azioni:

- D.M. 17 Gennaio 2018. “Norme Tecniche per le Costruzioni”;
- Norme per la progettazione ed il controllo:
- D.M. 17 Gennaio 2018 – “Norme Tecniche per le Costruzioni”;
- Circolare n. 7 del 2019 – “Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni” di cui al D.M.17.01.18”

3 AGGREGATI EDILIZI

L'edificio in esame non è parte di un aggregato edilizio essendo essa una struttura isolata costituita da 1 sola unità strutturale.

4 LIVELLO DI CONOSCENZA ED IDENTIFICAZIONE DEL SISTEMA STRUTTURALE

La valutazione della sicurezza strutturale dell'immobile per effetto di azioni gravitazionali e sismiche è stata eseguita con le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC18). Tale norma prevede una metodologia di tipo avanzata per l'analisi delle costruzioni esistenti. Maggiori dettagli sono inoltre contenuti nella Circolare n.7 del 2019 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018. Lo studio di valutazione richiede la preliminare identificazione del sistema strutturale secondo un preciso protocollo definito nel par. C8A.1.B della Circolare n.7/2019. Presupposto indispensabile per una corretta stima della sicurezza strutturale di una costruzione esistente è l'identificazione del sistema strutturale, ossia la sua caratterizzazione in termini di conoscenza della geometria, dei dettagli costruttivi e delle proprietà meccaniche dei materiali (caratterizzazione geometrica e meccanica del sistema strutturale). A tal riguardo le norme tecniche vigenti (NTC18) definiscono per le costruzioni esistenti, nel capitolo 8 del decreto ministeriale e della corrispondente circolare esplicativa, i criteri di scelta dei livelli di conoscenza del sistema strutturale (cfr par. C8A.1.B della Circolare n.7/2019), da cui conseguono la metodologia d'analisi (valutazione della domanda) e la scelta dei fattori di confidenza da applicare alle proprietà dei materiali (valutazione della capacità) nelle successive verifiche di sicurezza (rapporto domanda-capacità). Nella seguente tabella, sono sintetizzate le relazioni esistenti tra il livello di conoscenza perseguibile e le informazioni necessarie per la identificazione geometrica e meccanica del sistema strutturale. In essa sono inoltre riportate le metodologie d'analisi ed i fattori di confidenza da usare per la valutazione della sicurezza strutturale per un assegnato livello di conoscenza.

Ciò premesso, le indagini sono state dirette ad acquisire il livello di conoscenza accurato LC3, dove:

- la **geometria** è stata rilevata in situ attraverso la lettura della struttura presente con un rilievo completo;
- i **dettagli costruttivi** sono stati definiti attraverso rilievi metrici, a infrarossi, con saggi e misure pacometriche in situ;
- le **proprietà dei materiali** dai risultati di prove esaustive in situ.

Tabella 1: Estratto tabella C8.5.IV (NTC18) – 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 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

Nella programmazione delle indagini si è tenuto conto, al fine di una riduzione delle indagini, degli aspetti di simmetria ed omogeneità strutturale, della funzione dell'elemento nella struttura e delle condizioni di ripetitività. Tale ipotesi è stata poi confermata in sede di analisi dei risultati delle prove sui materiali.

Per i motivi sopra indicati, sulla struttura oggetto di intervento si è reso necessario programmare una campagna di rilievo della geometria, dei dettagli costruttivi e delle proprietà dei materiali come compiutamente definito nel relativo fascicolo. Nel presente paragrafo per completezza vengono indicati i criteri seguiti:

Rilievo geometrico

Le operazioni di rilievo geometrico hanno riguardato l'individuazione:

- di tutti gli elementi strutturali;
- dei carichi effettivi gravanti su ogni elemento strutturale.

Rilievo dei dettagli costruttivi

Il rilievo dei dettagli costruttivi ha riguardato i seguenti elementi:

- qualità dei collegamenti;
- presenza di elementi strutturalmente efficienti atti ad eliminare eventuali spinte;
- presenza di elementi, anche non strutturali, ad elevata vulnerabilità;
- tipologia, geometrie e materiali dei solai.

Rilievo delle proprietà dei materiali

La valutazione della tipologia, della qualità e delle caratteristiche meccaniche degli elementi strutturali è stata effettuata mediante prove sperimentali i cui risultati sono riportati nel relativo fascicolo. Le prove svolte in sito sono state proporzionate alla superficie dell'edificio ed al numero di piani presenti ed hanno permesso di ottenere un livello di conoscenza accurato LC3. Tutte le indagini sono state eseguite dal laboratorio GEOCONSULTLAB - prove su materiali, laboratorio tecnologico sperimentale per prove sui materiali da costruzione con autorizzazione Legge 1086/71 - D.M n 420 del 02/12/20. Nel caso in esame, considerato la presenza di una buona omogeneità dei risultati, si è provveduto a valutare la resistenza del calcestruzzo sulla base dei risultati delle prove distruttive e non, calcolando l'indice di variazione, rapporto tra la media e lo scarto quadratico medio, che è risultato minore di 13%. Con riferimento alle caratteristiche meccaniche dei materiali acciaio e calcestruzzo con cui è realizzata la struttura in esame risulta quanto segue:

Calcestruzzo:

- Strutture in elevazione
 $f_c=30.45$ MPa

Acciaio:

$f_{yk}= 433.93$ MPa

Si sottolinea che, a parte un saggio conoscitivo in fondazione, non si sono effettuate prove e verifiche in fondazione sia per le difficoltà operative riscontrate durante lo svolgimento dell'attività conoscitiva che in ottemperanza alle disposizioni della vigente normativa. Infatti, le NTC 2018 al paragrafo "8.3 VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA", inerente alle costruzioni esistenti, riporta quanto segue: *"Qualora sia necessario effettuare la valutazione della sicurezza della costruzione, la verifica del sistema di fondazione è obbligatoria solo se sussistono condizioni che possano dare luogo a fenomeni di instabilità globale o se si verifica una delle seguenti condizioni: (i) nella costruzione siano presenti importanti dissesti attribuibili a cedimenti delle fondazioni o dissesti della stessa natura si siano prodotti nel passato; (ii) siano possibili fenomeni di ribaltamento e/o scorrimento della costruzione per effetto: di condizioni morfologiche sfavorevoli, di modificazioni*

apportate al profilo del terreno in prossimità delle fondazioni, delle azioni sismiche di progetto; (iii) siano possibili fenomeni di liquefazione del terreno di fondazione dovuti alle azioni sismiche di progetto. Allo scopo di verificare la sussistenza delle predette condizioni, si farà riferimento alla documentazione disponibile e si potrà omettere di svolgere indagini specifiche solo qualora, a giudizio esplicitamente motivato del professionista incaricato, sul volume di terreno significativo e sulle fondazioni sussistano elementi di conoscenza sufficienti per effettuare le valutazioni precedenti.”

Dalle analisi svolte sulla struttura e sul volume di terreno significativo si rileva che non sono presenti dissesti attribuibili a cedimenti, la struttura essendo fondata su plinti con travi di collegamento è impossibilitata ad avere cinematismi quali il ribaltamento, e dai sondaggi effettuati è sì evidenziato come la verifica a liquefazione può essere omessa, pertanto si possono omettere le verifiche in fondazione.

5 METODI DI ANALISI IN CONDIZIONI DI CARICO SISMICO

Come accennato in precedenza, i dati forniti dalle indagini, consentono di poter eseguire una valutazione numerica della sicurezza strutturale con il duplice intento di stimare preliminarmente la vulnerabilità della struttura e di definire il livello di prestazione da utilizzare per un successivo assesment e per il progetto di miglioramento/adequamento sismico. La vulnerabilità della struttura, secondo un approccio performance-based multi-prestazionale, richiede il controllo della sicurezza strutturale nei confronti dei seguenti stati limite:

Stati Limite Ultimi

- Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV): nonostante la presenza di significativi danni al sistema strutturale, la costruzione conserva parte della resistenza e della rigidezza alle azioni verticali ed un margine di sicurezza nei confronti del collasso per le azioni orizzontali;
- Stato Limite di Collasso (SLC): il sistema strutturale seppur caratterizzato da gravi danni conserva un margine di sicurezza alle azioni verticali ed un esiguo margine alle azioni orizzontali;

Stati Limite di Esercizio

- Stato Limite di Operatività (SLO): assenza di danni alle parti strutturali e non strutturali tali da non produrre significative interruzioni d'uso.
- Stato Limite di Danno (SLD): la costruzione subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali e orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Detto ciò la metodologia d'analisi non dipende soltanto dal livello di conoscenza che si ha del sistema strutturale, ma anche dai limiti intrinseci della procedura utilizzata per la valutazione della sicurezza nei confronti di un assegnato stato limite.

Per caratterizzare lo stato limite ultimo e la capacità dell'edificio in esame è stata eseguita per le unità strutturali oggetto della presente oltre ad un'analisi per carichi gravitazionali, un'analisi dinamica modale con fattore di struttura $q = 1.5$, adeguatamente descritto nella "RELAZIONE DI CALCOLO E TABULATI DI ANALISI".

6 MODELLAZIONE STRUTTURALE

Allo scopo di valutare correttamente la risposta strutturale è stato realizzato un modello fisico-matematico, atto a simularne il comportamento del sistema fisico reale entro definite condizioni al contorno, attraverso il programma di calcolo agli elementi finiti denominato FATA NEXT distribuito dalla Stacec srl con sede in Bovalino (RC) con codice di licenza S/2552 D/2770.

Con particolare riguardo ai principali elementi finiti presenti nel modello strutturale (elementi monodimensionali e bidimensionali) ed alle assunzioni adoperate nella modellazione si rimanda alla relazione tecnica relativa alla modellazione strutturale. Ciò ha quindi permesso di realizzare un modello agli elementi finiti dell'edificio; si riportano di seguito delle immagini esplicative che permettono una maggiore comprensione di quanto detto.

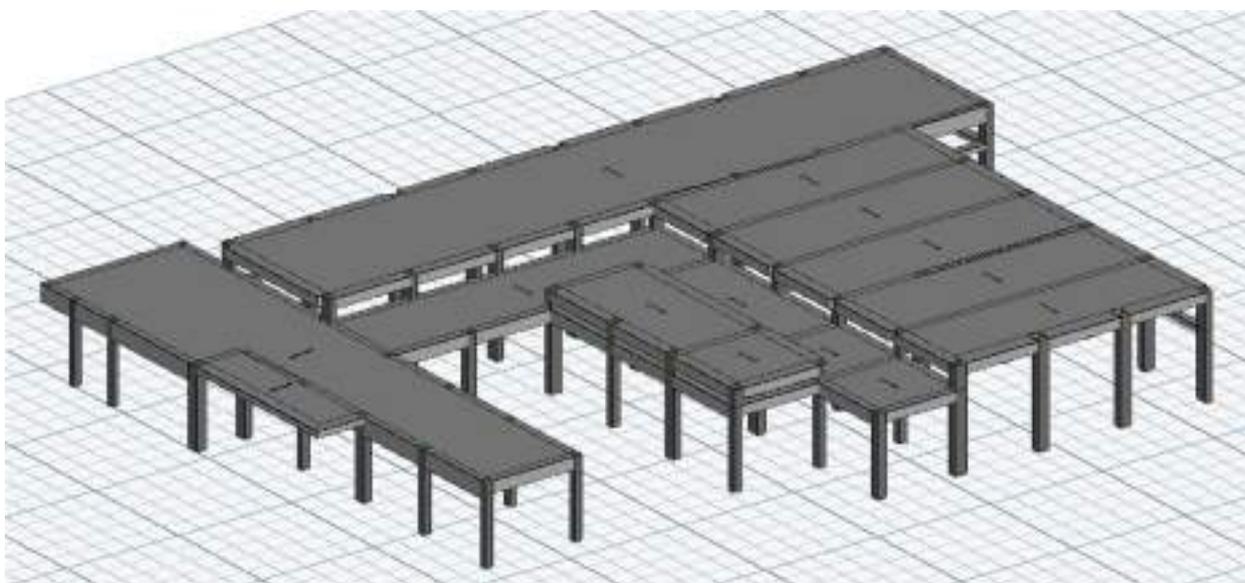


Figura 6: Schema Modello

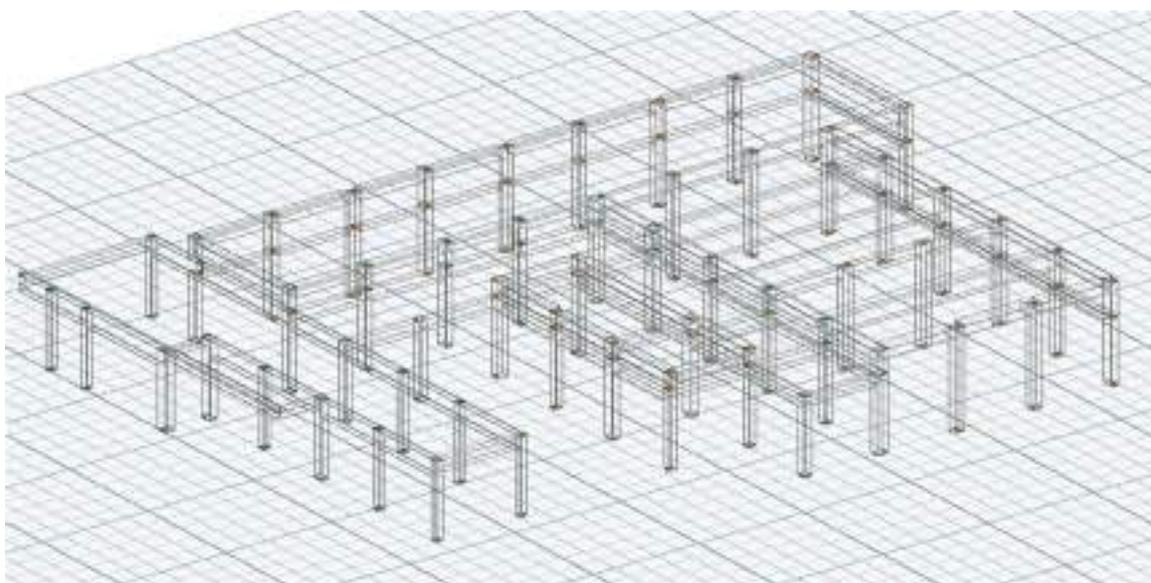


Figura 7- Schema modello lineare

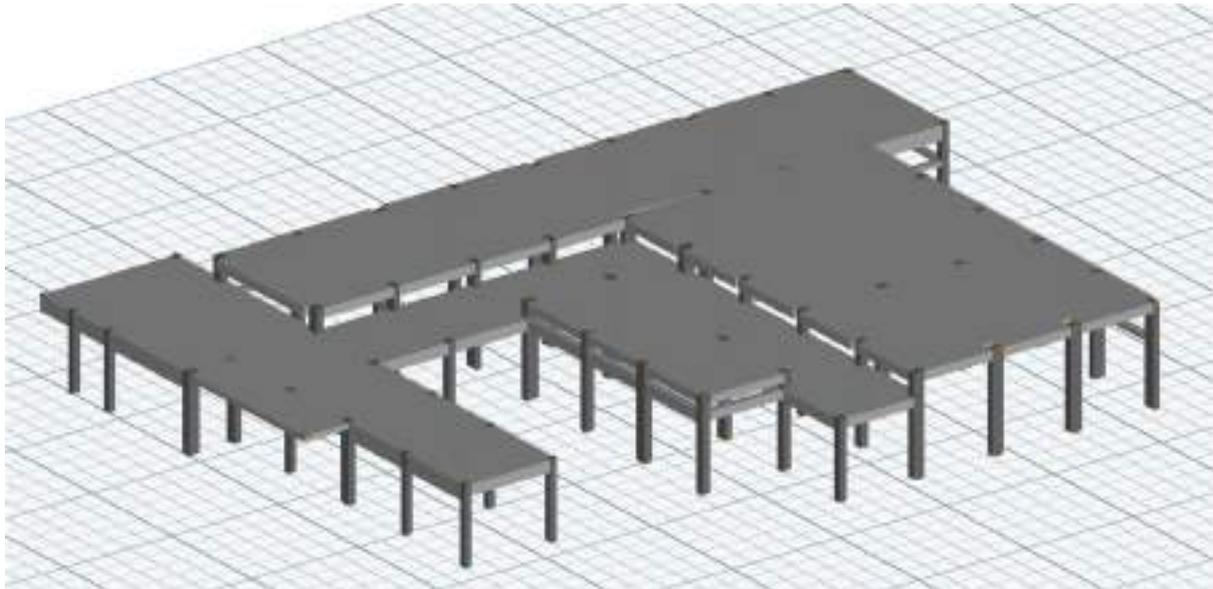


Figura 8 - Schema modello solido

9.1 MODELLO GEOMETRICO

Le analisi strutturali sono eseguite schematizzando la struttura con telai tridimensionali ed attraverso un insieme di elementi monodimensionali tipo “beam” e/o “shell” o a pannelli. Il modello di calcolo è definito dalla linea d’assi degli elementi.

9.2 MODELLO MECCANICO

Il modello meccanico descrive la relazione esistente tra il campo delle deformazioni e quello delle tensioni, ovvero tra le caratteristiche generalizzate delle sollecitazioni e gli spostamenti omologhi, la cui compatibilità è validata mediante opportuni criteri o domini di resistenza.

EDIFICIO	Rck	fck	fctm	fcm	fctk	fctd	Ecm	G	E fessurata	G fessurata
Partenope	30.5	25.3	2.4	33.3	1.7	1.1	31553.8	13147.4	22087.7	9203.2

Nel caso sismico si è proceduto all’assunzione come indicato dalla norma di una rigidezza fessurata pari al 50% degli elementi primari.

9.3 MODELLO DELLE AZIONI

Il modello delle azioni ha come finalità quella di schematizzare gli enti sollecitanti che con una certa probabilità agiranno sulla struttura in esame durante la sua vita di progetto (T_s o V_N). Assegnato un tipo di evento (*condizione elementare di carico - I step*), occorre quindi caratterizzarne l’intensità (*analisi dei carichi e trasferimento delle azioni- II step*) e la distribuzione spaziale (*configurazione dei carichi III step*). Inoltre, risultando grandezze aleatorie, occorre prevedere la possibilità di accadimento simultanea degli eventi considerati (*combinazioni di carico*) dipendente dal livello prestazionale richiesto ovvero dallo stato limite considerato. Le condizioni elementari di carico agenti sulla struttura sono rappresentate dal peso proprio, carichi permanenti solai-coperture, variabile solai: carico d’esercizio, carico da neve, sisma dinamico ($0^\circ, 90^\circ$).

- Azioni di progetto: nel presente capitolo vengono riportate le azioni sollecitanti, divise per tipologia, considerate ai fini della verifica della struttura in oggetto. In particolare si distingue, coerentemente alle indicazioni di normativa, tra le azioni naturali e quelle antropiche.

- **Azioni antropiche:** tale categoria comprende tutte le azioni legate alle attività umane, in particolare vengono considerati tutti i carichi gravitazionali derivanti dai pesi propri degli elementi strutturali, dai pesi portati e dai sovraccarichi accidentali. I pesi propri (murature, elementi in c.a., ecc.) vengono valutati in automatico dal programma mentre tutti gli altri vengono assegnati dall'utente in termini di valori caratteristici.

- **Azioni naturali:** in questa categoria ricadono tutte le azioni che vengono generate da fenomeni naturali capaci di sollecitare in modo significativo la struttura: vento, neve, ecc.

- **Azione sismica:** l'azione sismica viene valutata mediante gli spettri di normativa caratterizzati per ciascuno degli stati limite considerati. Gli elementi caratterizzanti tali spettri sono:

- T_r tempo di ritorno dell'evento sismico di progetto;
- a_g accelerazione massima al suolo con probabilità di superamento del 5% nel periodo di riferimento ai fini della verifica della struttura;
- h coefficiente legato allo smorzamento;
- S coefficiente di suolo;
- T_B, T_C, T_D periodi limite dei campi significativi dello spettro.

9.4 MEMBRATURE DEL SISTEMA STRUTTURALE

I pesi propri strutturali sono valutati automaticamente dal codice di calcolo utilizzato, sulla base delle caratteristiche geometriche delle membrature (aree per elementi monodimensionali e spessori per elementi bidimensionali) e del peso specifico del materiale da costruzione.

9.5 SOLAI DI COPERTURA

L'intensità delle azioni permanenti rappresentative dei solai di copertura è valutata attraverso l'analisi dei carichi, volta alla individuazione del peso per unità di superficie dei singoli componenti portanti e portati. Di seguito è riportata un'unica tabella riassuntiva.

Carichi solaio tipo struttura in elevazione: 25cm

solaio gettato in opera h=25cm travetto 10cm i= 50cm							
PERMANENTI STRUTTURALI (G1)	P.U.	b [m]	s [m]	h [m]	γ [kN/m ³]	Tot	
Soletta	1	1.00	1.00	0,05	25.00	1.25	kN/m²
Travetti	2	0.10	1,00	0,20	25,00	1.00	kN/m²
Pignatte	2	0.40	1,00	0,20	5.00	0.80	kN/m²
						G_{1k}	3.05 kN/m²
PERMANENTI NON STRUTT. (G2)	P.U.	b [m]	s [m]	h [m]	γ [kN/m ³]	Tot	
Guaina	1	1,00	1,00	0.01	10.00	0.1	kN/m²
Massetto Alleggerito	1	1.00	1.00	0.05	8.00	0.4	kN/m²
Intonaco interno a Gesso	1	1.00	1.00	0.01	12.00	0.12	kN/m²
Impianti e Controsoffitto	-	-	-	-	-	0.5	kN/m²
						G_{2k}	1.12 kN/m²
SOVR. VARIABILI	P.U.	b [m]	s [m]	h [m]	γ [kN/m ³]	Tot	
Cat. H Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione	-	-	-	-	-	0.50	kN/m²

9.6 AZIONI VARIABILI DI ESERCIZIO (q_k)

Per i carichi di esercizio agenti sui solai si è fatto riferimento alle indicazioni contenute nel certificato di collaudo statico alle destinazioni d'uso indicate nella documentazione fornita ed in mancanza di quest'ultima alla Tabella 3.1.II delle NTC18 distinguendo i casi di seguito indicati.

Carichi variabili solai

TIPO SOLAIO	q_k kN/m ²
Piano di Copertura	0.50

9.7 AZIONE SISMICHE (Q_{ek})

Le NTC18 sanciscono il principio per cui le azioni sismiche sulle costruzioni si stabiliscono in relazione alla pericolosità del sito definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa su suolo A (in pratica si fa finalmente coincidere il valore di ancoraggio dello spettro a_g con la PGA su roccia) e del corrispondente spettro di risposta elastico $S_e(T)$. Viene di fatto superato il concetto di classificazione sismica del territorio in zone in quanto, da uno studio condotto tra il Dipartimento della Protezione Civile e l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), i parametri per la modellazione dell'azione sismica sono distribuiti in modo uniforme sul territorio nazionale. Quest'ultimo è infatti schematizzato attraverso una griglia regolare con passo di circa 5 km che definisce il reticolo di riferimento i cui nodi sono identificati mediante le corrispondenti coordinate geografiche in termini di latitudine (distanza angolare dall'equatore) e la longitudine (distanza angolare da un arbitrario meridiano di riferimento lungo lo stesso parallelo del luogo). La pericolosità sismica è quindi associata alla accelerazione massima attesa intesa come il picco del segnale che ha una certa probabilità P_{VR} di essere superato in un periodo di riferimento V_R . Nelle NTC08 V_R è il prodotto della vita nominale della costruzione V_N e del coefficiente d'uso C_U . La vita nominale V_N (o vita di progetto) è intesa come il numero di anni nel quale la struttura purché soggetta alla manutenzione ordinaria deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata. Il valore del coefficiente d'uso C_U dipende dalla gravità delle perdite dovute al raggiungimento di un determinato stato limite e quindi riguarda "l'importanza" della struttura. Nella tabella seguente, con riferimento all'edificio oggetto di studio, si riportano i parametri che definiscono il periodo di riferimento dell'azione.

Vita nominale V_N (anni)	Coefficiente d'uso C_U	Periodo di riferimento V_R (anni)
50	1.5 (classe III)	75

Si noti che la coppia $\{V_R; P_{VR}\}$ che identifica l'accelerazione massima di riferimento per le azioni si può sintetizzare in un unico parametro, definito periodo di ritorno T_R . Esso ha un preciso significato probabilistico:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

Assegnata la probabilità di superamento per ogni stato limite e definito il periodo di riferimento dell'azione.

Per ciascun sito, quindi, il periodo di ritorno T_R identifica univocamente il valore dell'accelerazione massima attesa. Per definire lo spettro elastico (cfr par. 3.2.3.2 delle NTC18) in accelerazione oltre

ad ag sono necessari altri due parametri: F_0 , cioè il valore del rapporto tra il massimo dello spettro e ag per quel sito (amplificazione spettrale) e T^*C che rappresenta il periodo finale del ramo piatto dello spettro. Per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per i più significativi periodi di ritorno. l'Allegato B alle NTC fornisce i valori di ag, F_0 e T^*C , che sono direttamente derivati dal menzionato studio di pericolosità dell'INGV. Lo spettro poi tiene conto di eventuali alterazioni del segnale dovute a condizioni locali del sottosuolo nonché alla morfologia della superficie attraverso alcuni coefficienti di microzonazione. In particolare occorre definire la categoria topografica a cui è associato il parametro di amplificazione ST e la categoria di suolo cui corrisponde il coefficiente di amplificazione stratigrafico SS definito anche in funzione di F_0 e T^*C . Nel dettaglio, le caratteristiche di scuotimento infatti, sono fortemente influenzate dalle condizioni di sito che ne modificano spesso in modo significativo il moto sismico corrispondente alla pericolosità sismica di base. Tali modificazioni sono note in letteratura come effetti di sito o alternativamente amplificazione/deamplificazione sismica locale. Gli effetti locali concorrono quindi a modificare ampiezza frequenza e durata dell'azione sismica di progetto che risulti da uno studio di pericolosità sismica di base condotto con riferimento al suolo rigido. Essi comprendono amplificazione/deamplificazione lito-stratigrafica causata dalla propagazione verticale delle onde in profili di suolo caratterizzati da una successione stratigrafica a piani e paralleli ed amplificazione/deamplificazione topografica causata dalla presenza di eventuali irregolarità topografiche o dalle caratteristiche geomorfologiche del sito che producono nei fatti fenomeni di focalizzazione o defocalizzazione delle traiettorie di propagazione delle onde sismiche in presenza di rilievi creste e avvallamenti.

Parametri maglia zonizzazione sismica

Identificativi e coordinate (Datum ED50) dei punti che includono il sito		
Numero punto	Latitudine [°]	Longitudine [°]
32979	40°.8822	14°.2837
33202	40°.8317	14°.3492
33201	40°.8322	14°.2831
32980	40°.8817	14°.3499

Parametri sismici per le diverse combinazioni limite

	Parametri dello spettro di risposta orizzontale			
	SLV	SLC	SLD	SLO
Tempo di ritorno [anni]	712	1462	75	45
Accelerazione sismica [g]	0.193	0.241	0.075	0.057
Coefficiente F_0	2.419	2.504	2.326	2.337
Periodo T_c^* [sec]	0.342	0.344	0.323	0.306

Parametri spettri di risposta per le diverse combinazioni limite

	Periodi caratteristici dello spettro di risposta orizzontale			
	SLV	SLC	SLD	SLO
$T_B[se]$ C	0.171	0.171	0.164	0.158
$T_C[se]$ C	0.512	0.514	0.492	0.475
$T_D[se]$ C	2.372	2.564	1.90	1.828
C_C	1.50	1.49	1.52	1.55

Di seguito si riportano gli spettri di progetto calcolati attraverso i parametri esplicitati nelle tabelle precedenti

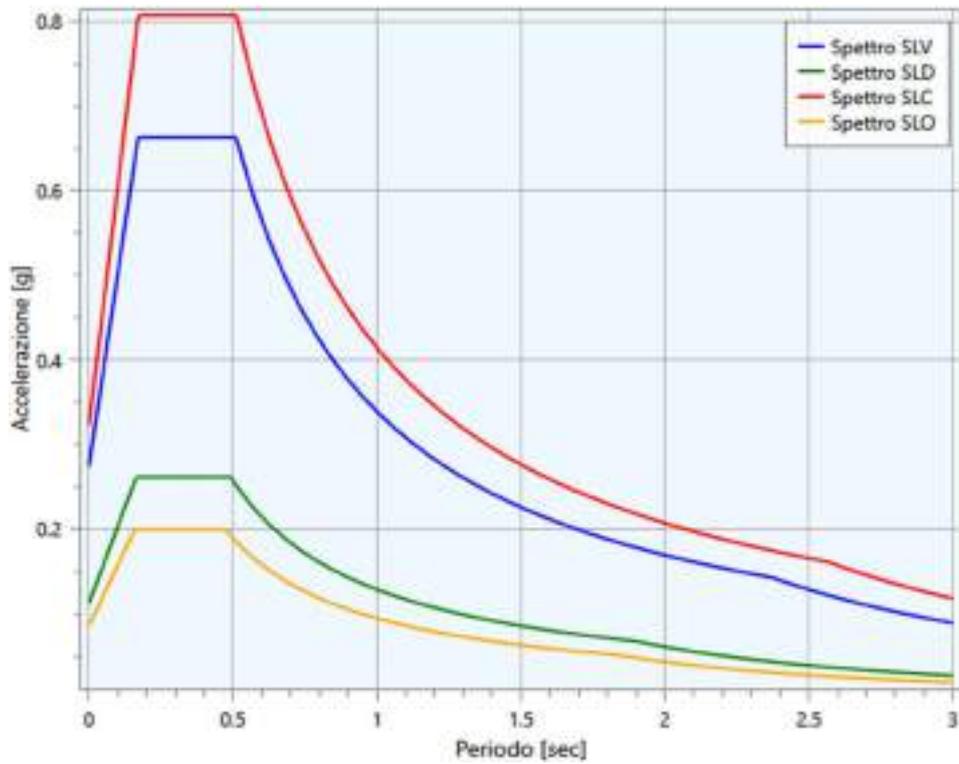


Figura 9 - Spettri elastici di risposta per i vari stati limite

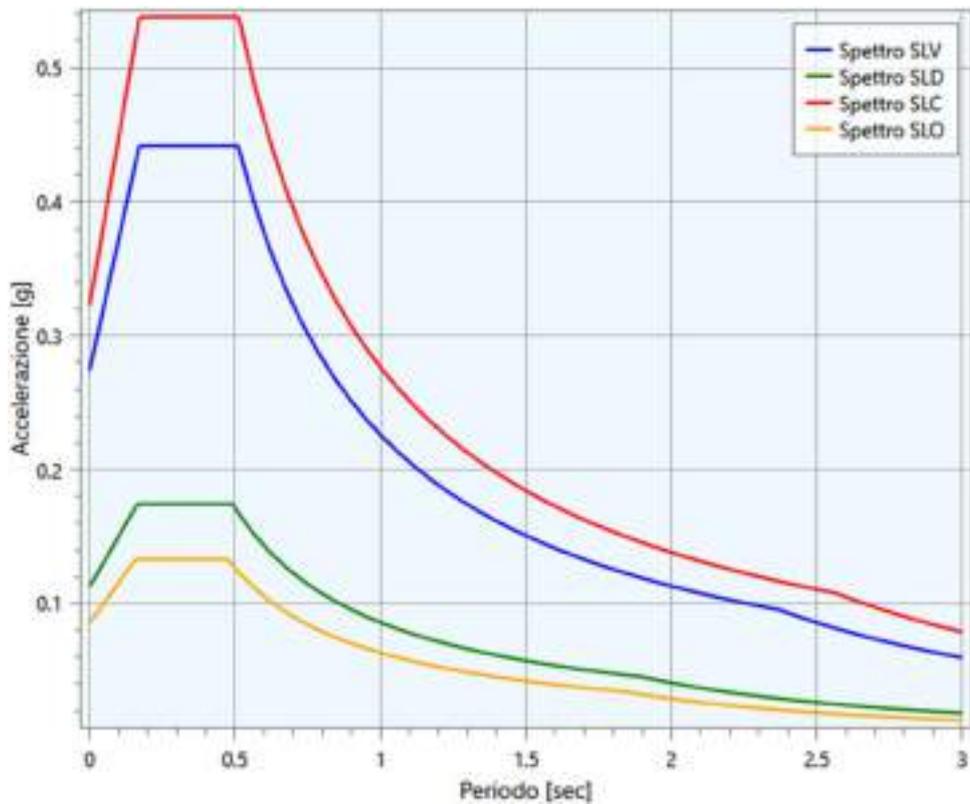


Figura 10 - Spettro di risposta di progetto ai vari stati limite

9.8 COMBINAZIONE DELLE AZIONI

Nell'ambito delle verifiche non sismiche si distingue tra verifiche di esercizio (SLE) e verifiche di sicurezza allo stato limite ultimo (SLU).

Per ciascuna verifica i carichi vengono combinati secondo le prescrizioni di normativa:

Combinazione Stati Limite Ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G1 + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{K1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{K2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{K3} + \dots$$

Combinazione rara (SLE):

$$G1 + G2 + P + Q_{K1} + \psi_{02} \cdot Q_{K2} + \psi_{03} \cdot Q_{K3} + \dots$$

Combinazione frequente (SLE):

$$G1 + G2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{K1} + \psi_{22} \cdot Q_{K2} + \psi_{23} \cdot Q_{K3} + \dots$$

Combinazione quasi permanente (SLE):

$$G1 + G2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{K1} + \psi_{22} \cdot Q_{K2} + \psi_{23} \cdot Q_{K3} + \dots$$

Combinazione Sismica E:

$$E + G1 + G2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{K1} + \psi_{22} \cdot Q_{K2} + \dots$$

dove:

- G_k : valore caratteristico dei carichi permanenti
- Q_k : valore caratteristico dei carichi variabili
- $Q_{k,j}$: carico variabile principale

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

$$G1 + G2 + \sum_j \psi_2 \cdot Q_{k,j}$$

Nelle combinazioni si intende che vengono omessi i carichi $Q_{k,j}$ che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2

Nelle formule sopra riportate il simbolo « + » vuol dire « combinato con ».

I coefficienti ψ consentono di calcolare la quota del carico variabile in relazione alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento:

- ψ_0 : valore raro - P. superamento < 10%
- ψ_1 : valore frequente - P. superamento > 10%
- ψ_2 : quasi permanente - P. superamento > 50%

La norma riporta tali coefficienti in relazione alla destinazione d'uso degli ambienti:

Coefficienti di combinazione carichi variabili

CATEGORIA - AZIONE VARIABILE	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0.7	0.5	0.3
Categoria B Uffici	0.7	0.5	0.3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0.7	0.7	0.6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0.7	0.7	0.6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1.0	0.9	0.8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0.7	0.7	0.6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0.7	0.5	0.3
Categoria H Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione	0.0	0.0	0.0
Categoria I Coperture praticabili (da valutarsi caso)	0.7	0.50	0.3
Categoria K Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)	-	-	-
Vento	0.6	0.2	0.0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0.5	0.2	0.0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0.7	0.5	0.2
Variazioni termiche	0.6	0.5	0.0

In particolare nel caso dell'analisi lineare, valendo il principio di sovrapposizione degli effetti, si analizzerà, separatamente la struttura secondo le tre direzioni mutuamente ortogonali (X, Y) del riferimento globale, adottando lo spettro di progetto definito sopra. In particolare i valori massimi (sollecitazioni, deformazioni, spostamenti, etc.) in una direzione vengono sommati al 30% dei valori massimi nella direzione ortogonale (regola detta del 30%)

$$1.00 \cdot E_x + 0.30 \cdot E_y \quad (\text{sisma secondo X})$$

$$0.30 \cdot E_x + 1.00 \cdot E_y \quad (\text{sisma secondo Y})$$

dove:

E_x , E_y , sono gli effetti (risposta del sistema) valutati con riferimento alla sola azione sismica agente rispettivamente secondo X, Y.

Così facendo si ottengono 32 combinazioni, poiché vi sono 8 coppie di azioni ortogonali (in particolare + e – azione massima in direzione x combinata con + e – azione massima direzione Y e viceversa), da moltiplicare per le 4 possibili posizioni del centro di masse.

L'azione sismica (E_d), relativa allo stato limite considerato, deve essere combinata con i valori caratteristici dei carichi permanenti e con i valori "quasi permanenti" dei carichi variabili. I medesimi carichi gravitazionali devono essere considerati sia per la sovrapposizione degli effetti (sollecitazioni, spostamenti, ecc.) sia per il calcolo delle masse sismiche.

$$C_u = E_d + \sum_{i=1}^{NG} G_k^{(i)} + \sum_{i=1}^{NG} Q_k^{(i)} \cdot \psi_2^{(i)}$$

Coefficienti di combinazione sismica carichi variabili

CATEGORIA - AZIONE VARIABILE	$\psi_2^{(i)}$
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0.3
Categoria B Uffici	0.3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0.6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0.6
Categoria E Biblioteche. archivi. magazzini e ambienti ad uso industriale	0.8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0.6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0.3
Categoria H Coperture	0.0
Categoria I Coperture praticabili	-
Categoria K Coperture per usi speciali (impianti. eliporti. ...)	-
Vento	0.0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0.0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0.2
Variazioni termiche	0.0

7 VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA CON LE NTC18

Come indicato, la valutazione della sicurezza strutturale per effetto di azioni gravitazionali e sismiche è stata eseguita con le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC18). Tale norma prevede delle metodologie avanzate per l'analisi delle costruzioni esistenti. Maggiori dettagli sono inoltre contenuti nella Circolare n. 7/2019 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

Lo studio di valutazione richiede la preliminare identificazione del sistema strutturale secondo un preciso protocollo definito nella Circolare n. 7/2019.

Di seguito verranno riportate le seguenti analisi:

- Valutazione della sicurezza strutturale rispetto ai carichi gravitazionali.
- Valutazione della sicurezza sismica attraverso un'analisi modale con fattore di struttura $q=1.5$ (per travi e pilastri) per meccanismi fragili e duttili.

10.1 REGOLARITA' STRUTTURALE

Nella tabella che segue si riporta la valutazione sulla regolarità dell'edificio:

Regolarità in Pianta	
Condizione	Verifica
La distribuzione di masse e rigidezze è approssimativamente simmetrica rispetto a due direzioni ortogonali e la forma in pianta è compatta, ossia il contorno di ogni orizzontamento è convesso; il requisito può ritenersi soddisfatto, anche in presenza di rientranze in pianta, quando esse non influenzano significativamente la rigidezza nel piano dell'orizzontamento e, per ogni rientranza, l'area compresa tra il perimetro dell'orizzontamento e la linea convessa circoscritta all'orizzontamento non supera il 5% dell'area dell'orizzontamento.	<i>Non Verificato</i>
il rapporto tra i lati del rettangolo circoscritto alla pianta di ogni orizzontamento è inferiore a 4.	<i>Verificato</i>
ciascun orizzontamento ha una rigidezza nel proprio piano tanto maggiore della corrispondente rigidezza degli elementi strutturali verticali da potersi assumere che la sua deformazione in pianta influenzi in modo trascurabile la distribuzione delle azioni sismiche tra questi ultimi e ha resistenza sufficiente a garantire l'efficacia di tale distribuzione.	<i>Verificato</i>
Regolarità in Altezza	
Condizione	Verifica
tutti i sistemi resistenti alle azioni orizzontali si estendono per tutta l'altezza della costruzione o, se sono presenti parti aventi differenti altezze, fino alla sommità della rispettiva parte dell'edificio.	<i>Non Verificato</i>
massa e rigidezza rimangono costanti o variano gradualmente, senza bruschi cambiamenti, dalla base alla sommità della costruzione (le variazioni di massa da un orizzontamento all'altro non superano il 25%, la rigidezza non si riduce da un orizzontamento a quello sovrastante più del 30% e non aumenta più del 10%); ai fini della rigidezza si possono considerare regolari in altezza strutture dotate di pareti o nuclei in c.a. o di pareti e nuclei in muratura di sezione costante sull'altezza o di telai controventati in acciaio, ai quali sia affidato almeno il 50% dell'azione sismica alla base.	<i>Non Verificato</i>
il rapporto tra la capacità e la domanda allo SLV non è significativamente diverso, in termini di resistenza, per orizzontamenti successivi (tale rapporto, calcolato per un generico orizzontamento, non deve differire più del 30% dall'analogo rapporto calcolato per l'orizzontamento adiacente); può fare eccezione l'ultimo orizzontamento di strutture intelaiate di almeno tre orizzontamenti.	<i>Verificato</i>
eventuali restringimenti della sezione orizzontale della costruzione avvengano con continuità da un orizzontamento al successivo; oppure avvengano in modo che il rientro di un orizzontamento non superi il 10% della dimensione corrispondente all'orizzontamento immediatamente sottostante, né il 30% della dimensione corrispondente al primo orizzontamento. Fa eccezione l'ultimo orizzontamento di costruzioni di almeno quattro orizzontamenti, per il quale non sono previste limitazioni di restringimento.	<i>Non Verificato</i>

8 CRITERI DI VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

Nota la risposta del sistema struttura (Domanda = D) occorre valutare se questa risulti compatibile con limiti prestazionali (Capacità = C) definiti sia in termini di resistenza che deformabilità. Le verifiche di sicurezza sono eseguite in accordo al metodo semiprobabilistico agli stati limite monitorando il livello di sfruttamento percentuale delle membrature del sistema strutturale nei riguardi due differenti livelli prestazionali:

- **Stati Limite Ultimi:** corrispondono ad una situazione di danneggiamento del sistema strutturale tale da poter compromettere la "pubblica incolumità" di persone e cose;

- **Stati Limite di Servizio:** corrispondenti essenzialmente alla perdita di funzionalità della costruzione e/o all'eccessivo danneggiamento delle parti non strutturali.

Il livello di sicurezza allo SLU e SLE è sinteticamente rappresentato dal rapporto tra la capacità (Resistenza R_d o spostamento limite D_{lim}) e la domanda (Sollecitazione E_d o spostamento D_d). Le verifiche sono da ritenersi soddisfatte se:

$$s_{SLU} = \frac{R_d}{E_d} \geq 1 \quad s_{SLE} = \frac{D_{lim}}{D_d} \geq 1$$

La risposta del sistema strutturale è determinata in relazione al tipo di analisi ed in relazione al tipo di stato limite in termini di domanda e capacità. Nei paragrafi successivi, in forma tabellare si riportano i risultati e quindi l'output delle analisi eseguite per i diversi elementi strutturali. In particolare deve risultare:

Per elementi soggetti a sollecitazione flessionale (travi)

In ogni sezione il momento resistente deve risultare superiore o uguale al momento flettente di calcolo

$$M_{Rd} \geq M_{Ed}$$

I momenti flettenti di calcolo M_{Ed} , da utilizzare per la verifica delle travi, sono quelli ottenuti dall'analisi globale della struttura, tenuto conto delle combinazioni agli SLU.

Per elementi soggetti a sollecitazione di pressoflessione deviata (Pilastrini- Pareti)

In ogni sezione dell'elemento presso inflesso deve risultare:

$$\left(\frac{M_{E_{yd}}}{M_{R_{yd}}} \right)^{\alpha} + \left(\frac{M_{E_{zd}}}{M_{R_{zd}}} \right)^{\alpha} \leq 1$$

dove:

- $M_{E_{yd}}$, $M_{E_{zd}}$ sono i valori di calcolo delle due componenti di flessione retta dell'azione attorno agli assi y e z;
- $M_{R_{yd}}$, $M_{R_{zd}}$ sono i valori di calcolo dei momenti resistenti di pressoflessione retta corrispondenti a N_{Ed} valutati separatamente attorno agli assi y e z;
- L'esponente α assunto cautelativamente pari a 1.

Per elementi soggetti ad azione tagliante: (Travi-Pilastrini)

La resistenza a taglio V_{Rd} di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di un'adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati. L'inclinazione θ dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave deve rispettare i limiti seguenti:

$$1 \leq \text{ctg } \theta \leq 2,5 \Leftrightarrow 22^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$$

In ogni sezione dovrà risultare:

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

dove V_{Ed} è il valore di calcolo dello sforzo di taglio sollecitante (azione gravitazionale da SLU)

La resistenza di calcolo è valutata come:

$$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}; V_{Rcd})$$

dove per armatura trasversale costituita da staffe verticali si ha:

- "taglio trazione"

$$V = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s_w} \cdot \frac{f_{ym}}{s_w} \cdot (\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \theta) \cdot \sin \alpha$$

Rsd s $F_c \cdot \gamma_s$
 “taglio compressione”

in cui:

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot \frac{f'_{cd}}{F_c} \cdot \frac{(\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta)}{(1 + \text{ctg}^2\theta)}$$

- d è l'altezza utile della sezione;
- b_w è la larghezza della sezione;
- A_{sw} è l'area dell'armatura trasversale;
- s è l'interasse tra due armature trasversali consecutive;
- α è angolo inclinazione armatura trasversale rispetto all'asse della trave;
- f'_{cd} è la resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima pari a $0.5f_{cd}$ con

$$f'_{cd} = \frac{f_{cm}}{F_c \cdot \gamma_c}$$

- α_c è un coefficiente maggiorativo definito come al punto 4.1.2.3.5.2 delle NTC18.

Inoltre con rif.to al p.to C.8.7.2.5 della circolare il contributo del conglomerato è assunto al massimo pari a quello relativo agli elementi senza armature trasversali resistenti a taglio.

Quest'ultima:

$$V_{Rd} = \left\{ 0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

con:

- $k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$
- $v_{min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$
- d è l'altezza utile della sezione (in mm);
- $\rho_l = A_{sl} / (b_w \cdot d)$ è il rapporto geometrico di armatura longitudinale (≤ 0.02);
- $\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c$ è la tensione media di compressione nella sezione ($\leq 0.2 f_{cd}$);
- b_w è la larghezza minima della sezione (in mm).

Per elementi gli elementi nodali:

La domanda a taglio in direzione orizzontale deve essere calcolata tenendo conto delle sollecitazioni più gravose che, per effetto dell'azione sismica, si possono verificare negli elementi che vi confluiscono. Viene calcolata con le seguenti formule:

$$V_{jnd} = \gamma_{Rd} \cdot (A_{s1} + A_{s2}) \cdot f_{yd} - V_C \quad \text{per nodi interni} \quad [7.4.6]$$

$$V_{jnd} = \gamma_{Rd} \cdot A_{s1} \cdot f_{yd} - V_C \quad \text{per nodi esterni} \quad [7.4.7]$$

in cui:

- γ_{Rd} vale 1.20 per le strutture in CD "A", 1.10 per le strutture in CD "B" e quelle non dissipative;
- A_{s1} ed A_{s2} sono rispettivamente l'area dell'armatura superiore e inferiore della trave;
- V_C è la forza di taglio nel pilastro al di sopra del nodo. derivante dall'analisi in condizioni sismiche.

Analizzando le due formule possiamo vedere che **l'unico parametro con cui possiamo abbassare la domanda è diminuire il più possibile l'armatura longitudinale A_{s1} e A_{s2} .**

La compressione nel puntone diagonale indotta dal meccanismo a traliccio non deve eccedere la resistenza a compressione del calcestruzzo. In assenza di modelli più accurati, il requisito può ritenersi soddisfatto se:

$$V_{jw} \leq \eta \cdot f_{cd} \cdot b_j \cdot h_{jv} \cdot \sqrt{1 - \frac{v_d}{\eta}} \quad [7.4.8]$$

in cui:

$$\eta = \alpha_j \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) \quad \text{con } f_{ck} \text{ espresso in MPa} \quad [7.4.9]$$

- α_j è un coefficiente che vale 0.6 per nodi interni e 0.48 per nodi esterni;
- v_d è la forza assiale nel pilastro al di sopra del nodo, normalizzata rispetto alla resistenza a compressione della sezione di solo calcestruzzo;
- h_{jv} è la distanza tra le giaciture più esterne delle armature del pilastro;
- b_j è la larghezza effettiva del nodo.

La **verifica a trazione** è possibile effettuarla utilizzando due diverse formulazioni. La prima:

$$\frac{A_{sh} \cdot f_{ywd}}{b_j \cdot h_{jw}} \geq \frac{[V_{jw} / (b_j \cdot h_{jv})]^2}{f_{ctd} + v_d \cdot f_{ctd}} - f_{ctd} \quad [7.4.10]$$

in cui: i simboli già utilizzati hanno il significato in precedenza illustrato, A_{sh} è l'area totale della sezione delle staffe e h_{jw} è la distanza tra le giaciture di armature superiori e inferiori della trave. In alternativa, l'integrità del nodo a seguito della fessurazione diagonale può essere garantita integralmente dalle staffe orizzontali se:

$$A_{sh} \cdot f_{ywd} \geq \gamma_{Rd} \cdot (A_{s1} + A_{s2}) \cdot f_{yk} \cdot (1 - 0,8v_d) \quad \text{per nodi interni} \quad [7.4.11]$$

$$A_{sh} \cdot f_{ywd} \geq \gamma_{Rd} \cdot A_{s2} \cdot f_{yk} \cdot (1 - 0,8v_d) \quad \text{per nodi esterni} \quad [7.4.12]$$

dove:

- γ_{Rd} , A_{s1} ed A_{s2} hanno il valore visto in precedenza;
- v_d è la forza assiale normalizzata agente al di sopra del nodo, per i nodi interni, al di sotto del nodo, per i nodi esterni.

Le resistenze dei materiali sono ottenute come media delle prove eseguite in sito e da fonti aggiuntive di informazione, divise per il fattore di confidenza appropriato in relazione al Livello di Conoscenza raggiunto e per il coefficiente parziale del materiale.

Per gli elementi orizzontali: solai di copertura

Per i solai di copertura si è fatto nelle singole relazioni, riferimento ad uno schema statico di trave appoggiata o continua a seconda del caso. Le sollecitazioni, determinate attraverso risoluzione automatica sono confrontate con quelli derivanti da schemi notevoli per considerare gli effetti legati alla cedevolezza dei vincoli. Individuate le massime sollecitazioni presenti, le verifiche vengono condotte attraverso l'uso di fogli di calcolo.

VERIFICHE AGLI SLE IN CONDIZIONI SISMICHE

Verifiche degli elementi strutturali in termini di resistenza

Per le costruzioni di classe III e IV, allo scopo di limitare i danneggiamenti strutturali, deve essere verificato che, per tutti gli elementi strutturali, il valore di progetto di ciascuna sollecitazione (E_d) calcolato in presenza delle azioni sismiche corrispondenti allo SLD ed attribuendo ad η il valore di 2/3, sia inferiore al corrispondente valore della resistenza di progetto (R_d) calcolato adottando i

coefficienti parziali di sicurezza dei materiali relativi alle situazioni di carico eccezionali ($\gamma_c=1.0$ e $\gamma_s=1.0$) **Verifiche degli elementi strutturali in termini di contenimento del danno agli elementi non strutturali**

Il controllo sul danneggiamento indotto da terremoti frequenti sulle parti non strutturali (elementi di partizione esterni ed interni) è valutato analizzando la deformabilità laterale del sistema strutturale. Il parametro di performance assunto per tale tipo di verifica è il drift (δ), ovvero lo spostamento relativo orizzontale tra due nodi consecutivi, allineati in verticale, appartenenti a due diversi impalcati. La verifica a danneggiamento risulta soddisfatta se il drift risulta inferiore ad un pre-assegnato valore limite rapportato all'altezza di interpiano (h). In particolare tale controllo è eseguito in modo automatico dal programma di calcolo che restituisce, per ciascuna combinazione sismica definita SLD, il livello di deformazione η_T (dr) degli elementi strutturali verticali. Per semplicità di consultazione il livello è espresso anche in unità $1000 \cdot \eta_T/h$ da confrontare direttamente con i valori forniti nella norma (es.: 5 per edifici con tamponamenti collegati rigidamente alla struttura; 10 per edifici con tamponamenti collegati elasticamente, 3 per edifici in muratura ordinaria, 4 per edifici in muratura armata).

9 RISPOSTA DEL SISTEMA STRUTTURALE

Nel presente paragrafo si riportano le massime sollecitazioni agenti per carichi verticali distinte per le caratteristiche della sollecitazione sforzo normale, taglio e momento flettente.

12.1 SOLLECITAZIONI AGENTI PER CARICHI GRAVITAZIONALI SU ELEMENTI TRAVE E PILASTRO NELLA COMBINAZIONE PIU' GRAVOSA

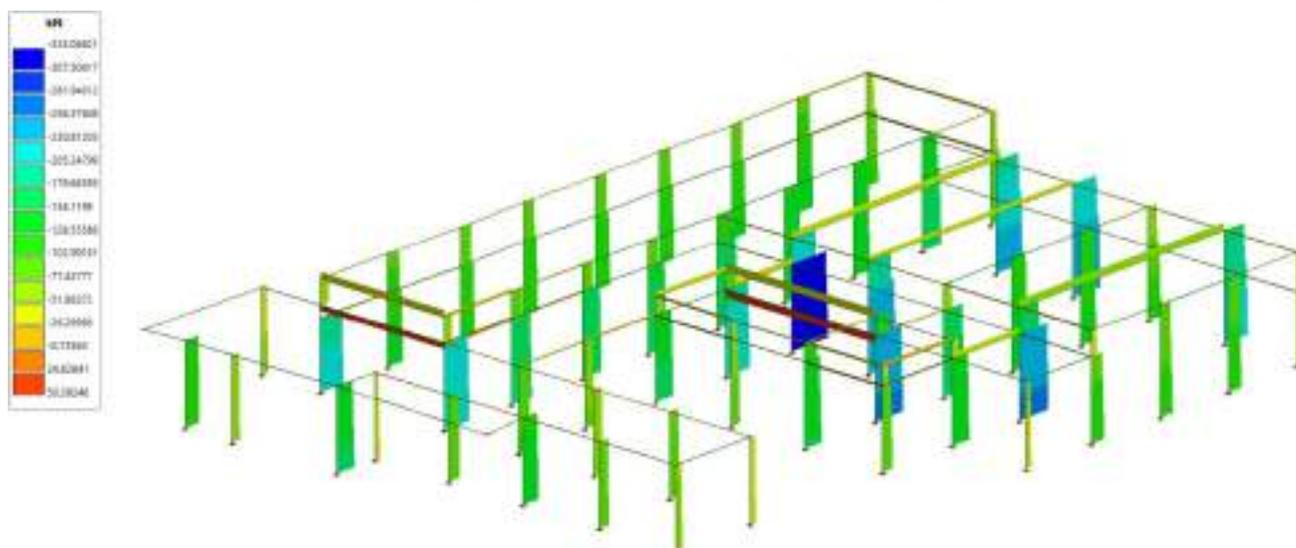


Figura 11- Sforzo normale negli elementi trave e pilastro nella combinazione più gravosa

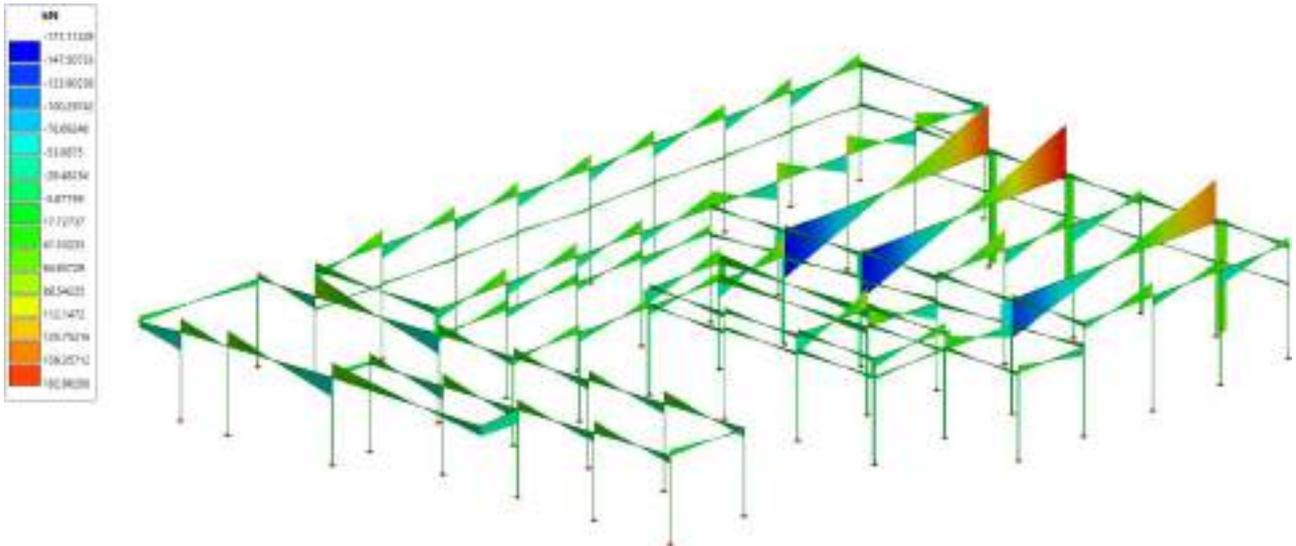


Figura 12- Taglio 1-3 negli elementi trave e pilastro nella combinazione più gravosa

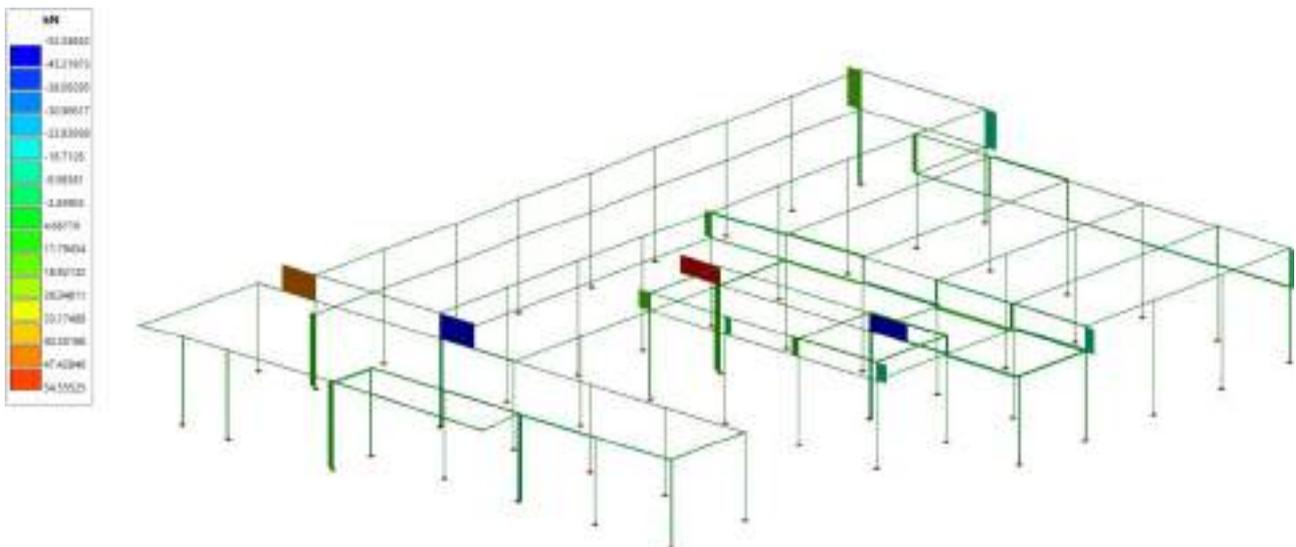


Figura 13- Taglio 1-2 negli elementi trave e pilastro nella combinazione più gravosa

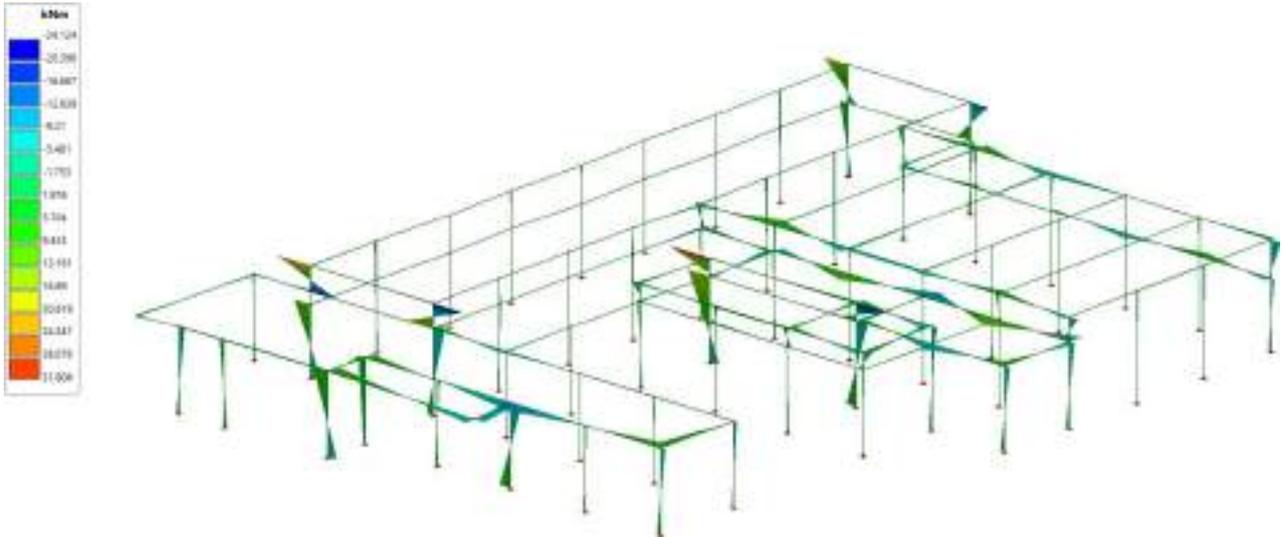


Figura 14- Momento flettente 1-2 negli elementi trave e pilastro nella combinazione più gravosa

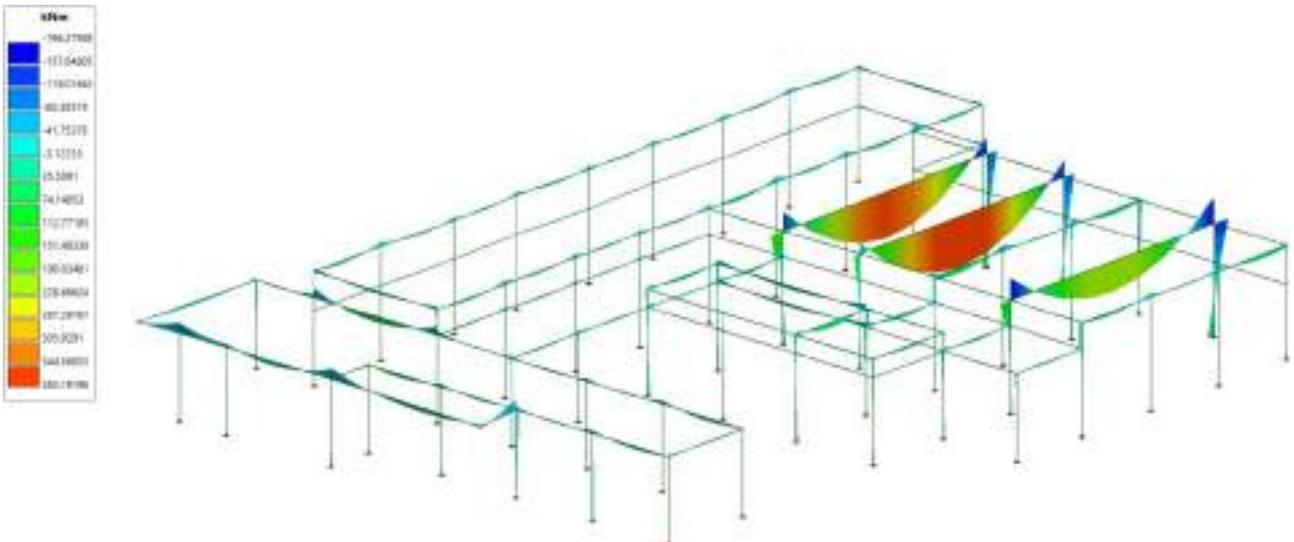


Figura 15- Momento flettente 1-3 negli elementi trave e pilastro nella combinazione più gravosa

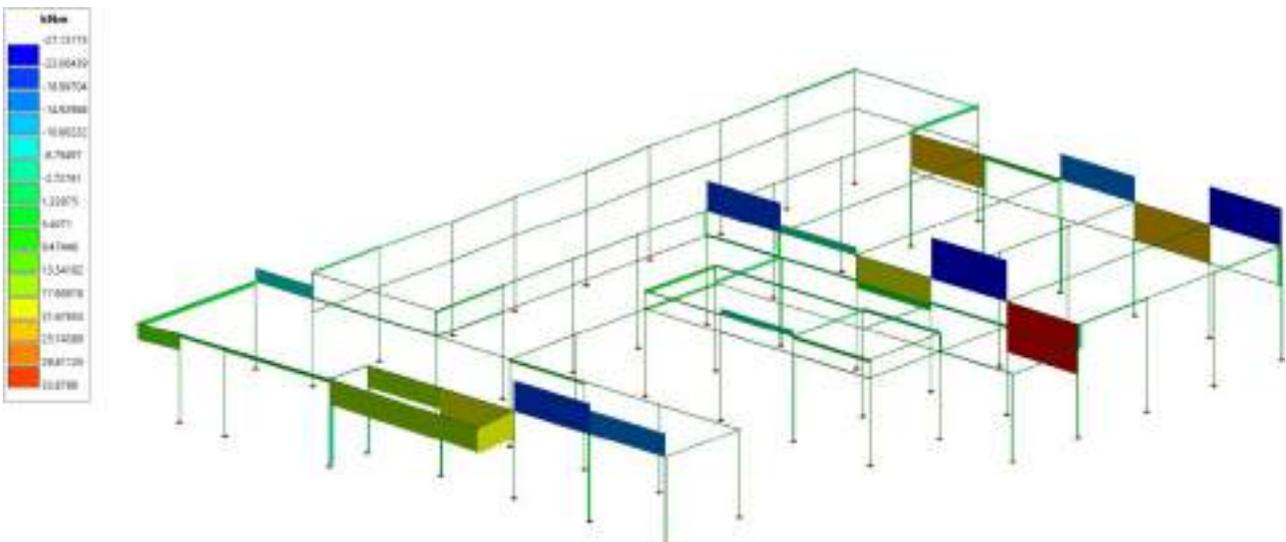


Figura 16- Momento torcente negli elementi trave e pilastro nella combinazione più gravosa

10 RISPOSTA DEL SISTEMA STRUTTURALE IN CONDIZIONI DINAMICHE

13.1 MODI DI VIBRARE

La risposta dinamica è caratterizzata dai modi di vibrazione del sistema che oltre a fornire indicazioni sullo stato di spostamento laterale sono propedeutici alla valutazione delle forze sismiche. Queste ultime sono dedotte combinando le forze d'inerzia prodotte dai modi, sufficienti ad eccitare oltre l'85% della massa del sistema secondo le due direzioni orizzontali x e y. Nelle singole relazioni si restituiscono tutte le proprietà dinamiche del sistema oltre ai valori dei tagli alla base nelle due direzioni x e y. La risposta dinamica è caratterizzata dai modi di vibrazione del sistema che oltre a fornire indicazioni sullo stato di spostamento laterale sono propedeutici alla valutazione delle forze sismiche. Nelle immagini e nelle tabelle successive si riportano le caratteristiche dinamiche del sistema in esame nella condizione di calcestruzzo fessurato. Per ogni impalcato, si riportano i dati relativi alle rigidezze, le masse e i relativi baricentri:

Impalcato	Caso	Centro Rigidezza		Rigidezze		
		xR cm	yR cm	Kx kN/m	Ky kN/m	Krz kNm/rad
1	Modi di vibrare SLV-SLC	1534.80	1543.65	10316671.73	8103207.60	881311100.97
1	Modi di vibrare SLU-SLE-SLD-SLO	1534.80	1543.65	10316671.73	8103207.60	881311100.97
2	Modi di vibrare SLV-SLC	1611.66	1633.94	12231600.03	9780246.68	232329060.237
2	Modi di vibrare SLU-SLE-SLD-SLO	1611.66	1633.94	12231600.03	9780246.68	232329060.237
3	Modi di vibrare SLV-SLC	1451.00	1482.18	9923195.42	7773875.51	849726596.351
3	Modi di vibrare SLU-SLE-SLD-SLO	1451.00	1482.18	9923195.42	7773875.51	849726596.351

Impalcato	Caso	Centro Massa		Masse		
		X cm	Y cm	Mx Kg	My Kg	Mrz Kgm ²
1	Modi di vibrare SLV-SLC	1316.79	1217.11	228597.02	228597.02	35594855.24
1	Modi di vibrare SLU-SLE-SLD-SLO	1316.79	1217.11	228597.02	228597.02	35594855.24
2	Modi di vibrare SLV-SLC	1821.35	1530.23	38379.93	38379.93	980445.03
2	Modi di vibrare SLU-SLE-SLD-SLO	1821.35	1530.23	38379.93	38379.93	980445.03
3	Modi di vibrare SLV-SLC	1298.40	2384.04	269739.01	269739.01	54243685.74
3	Modi di vibrare SLU-SLE-SLD-SLO	1298.40	2384.04	269739.01	269739.01	54243685.74

I modi di vibrare nel calcolo in oggetto sono i seguenti:

Modo	f Hz	T sec	MX %	MY %	MZ %	MRZ %
1	3.621	0.276	2.31	92.47 (*)	0.00	0.02
2	4.385	0.228	37.64 (*)	1.08	0.00	59.49
3	3.214	0.311	58.20 (*)	1.69	0.00	38.85
			95.84(>= 85%)	92.47(>= 85%)	(¹)	(²)

13.1.1 Modelli modi di Vibrare

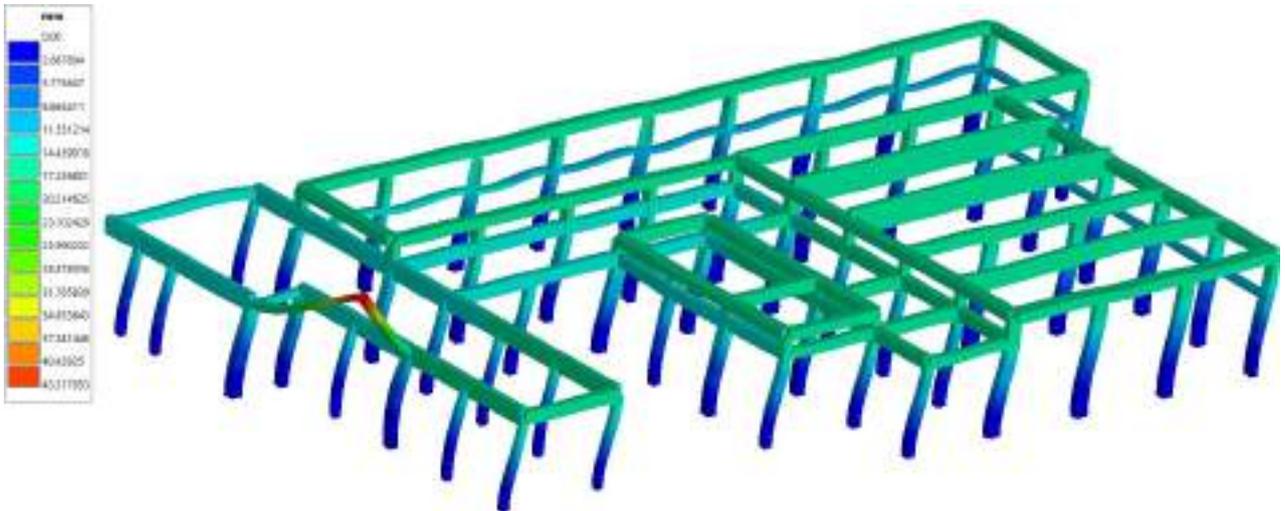


Figura 17: Modo 1 – $T=0.276s$ – $M_y=92.47\%$

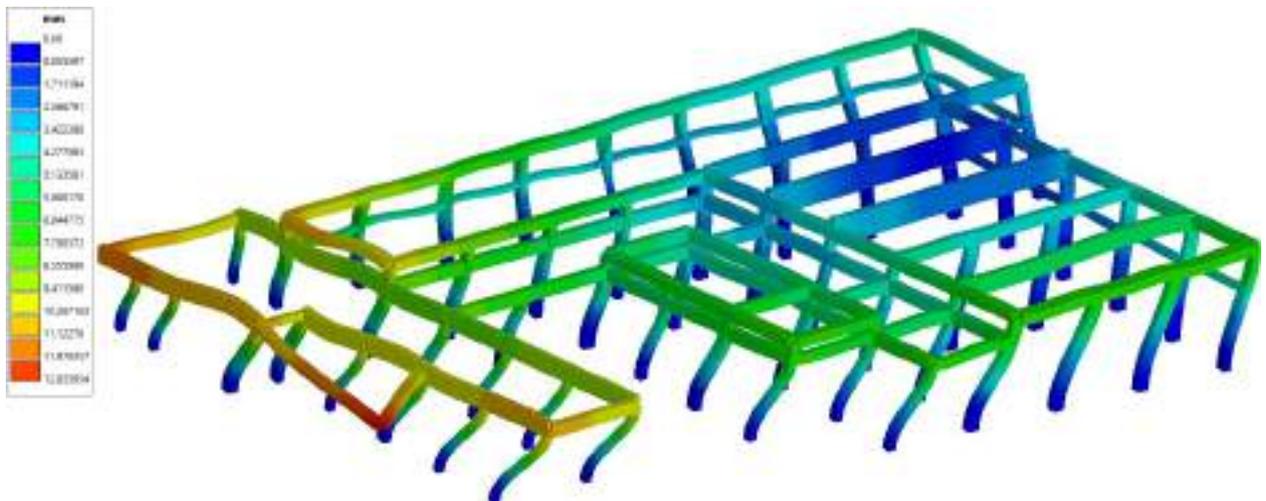


Figura 18: Modo 2 – $T=0.228s$ – $M_x=37.64\%$ $M_z=59.49\%$

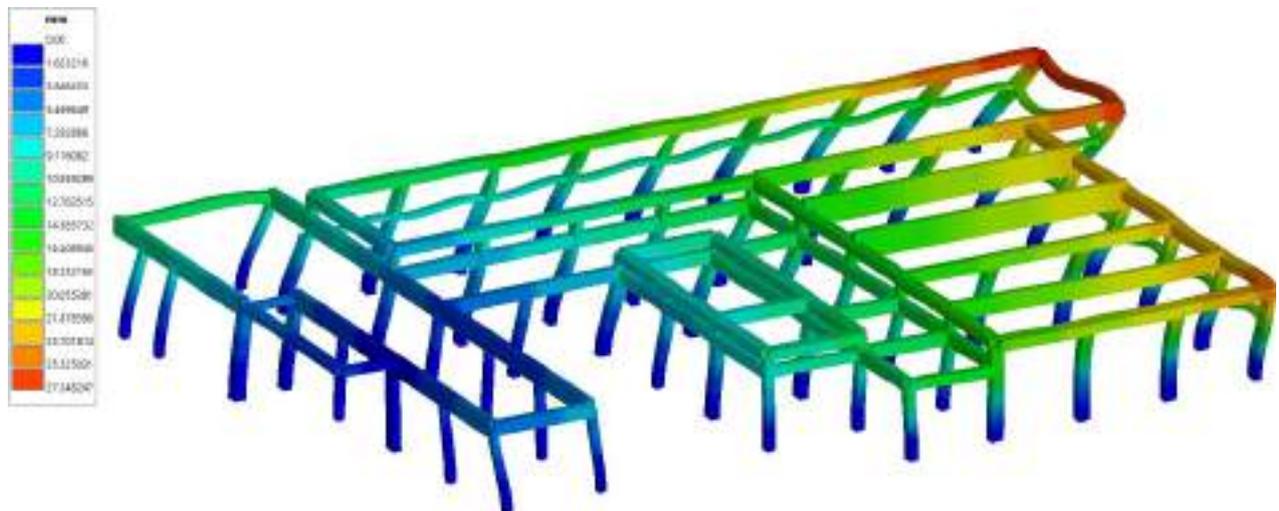


Figura 19: Modo 3 – $T=0.311s$ – $M_x=58.20\%$ $M_z=38.85\%$

13.2 SOLLECITAZIONI AGENTI PER CARICHI ORIZZONTALI NELLA COMBINAZIONE SISMICA PIU' GRAVOSA

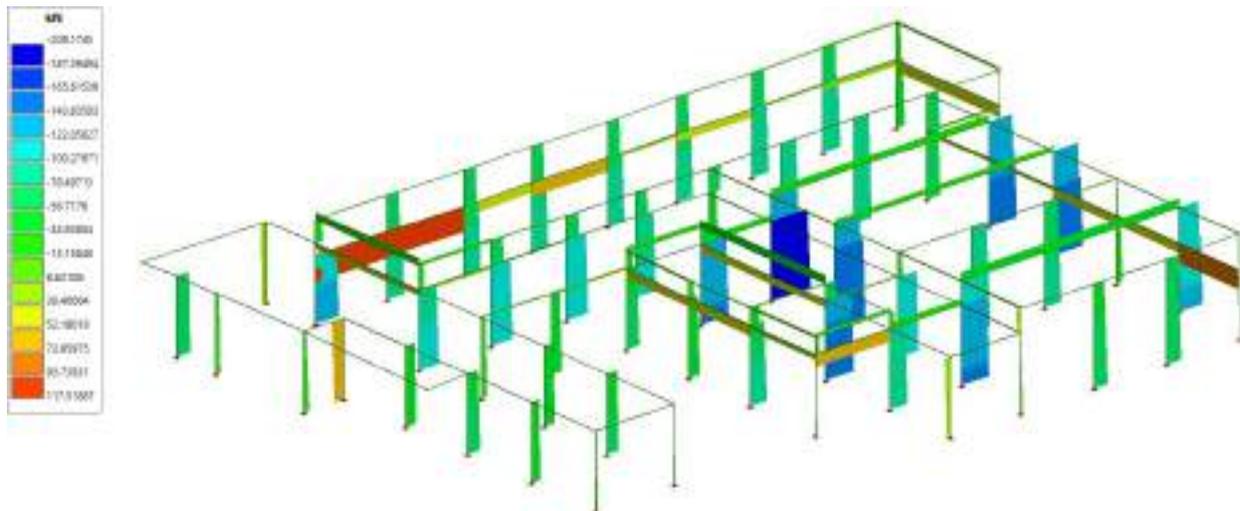


Figura 20 - Sforzo normale negli elementi trave e pilastro nella combinazione più gravosa

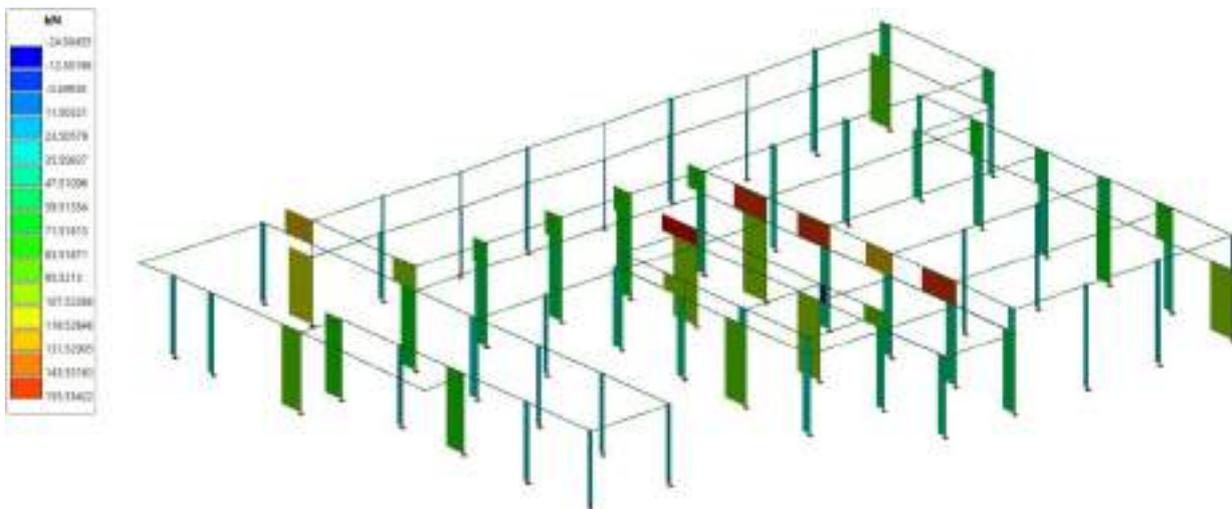


Figura 21 - Taglio 1-2 negli elementi trave e pilastro nella combinazione più gravosa

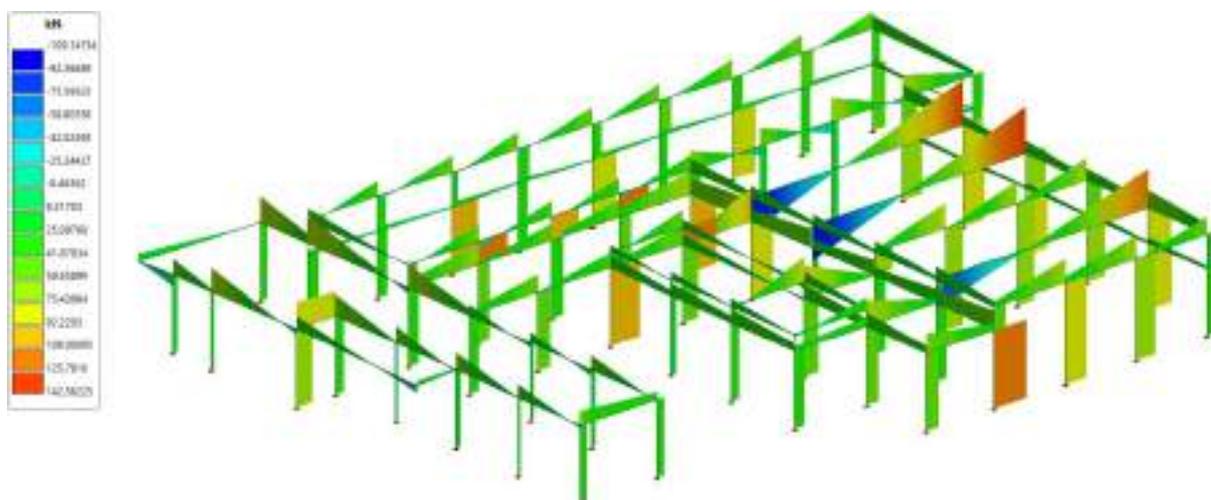


Figura 22 - Taglio 1-3 negli elementi trave e pilastro nella combinazione più gravosa

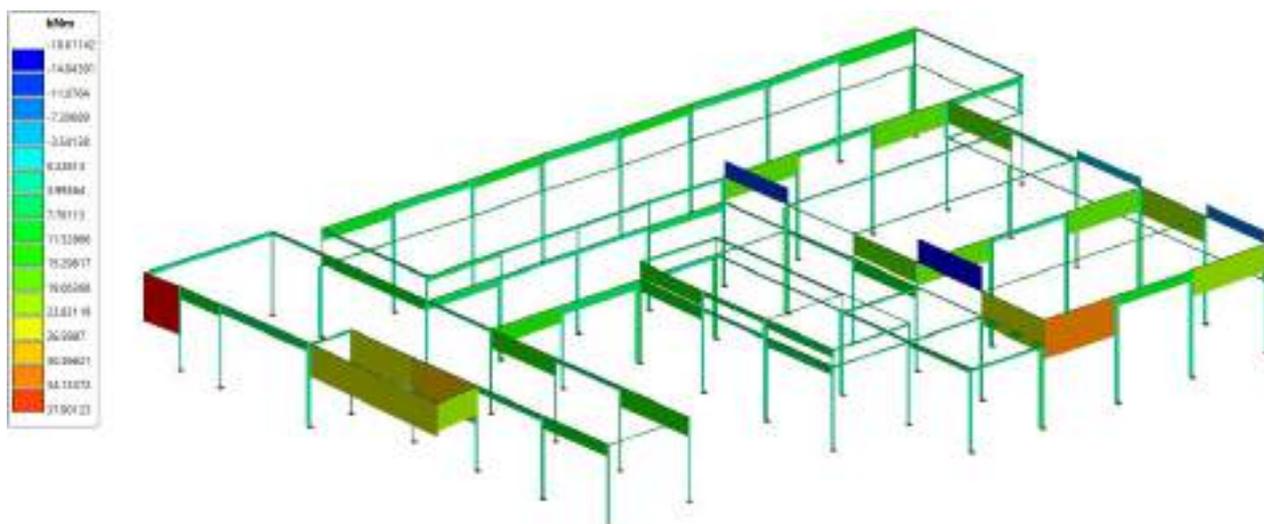


Figura 23 - Momento torcente negli elementi trave e pilastro nella combinazione più gravosa

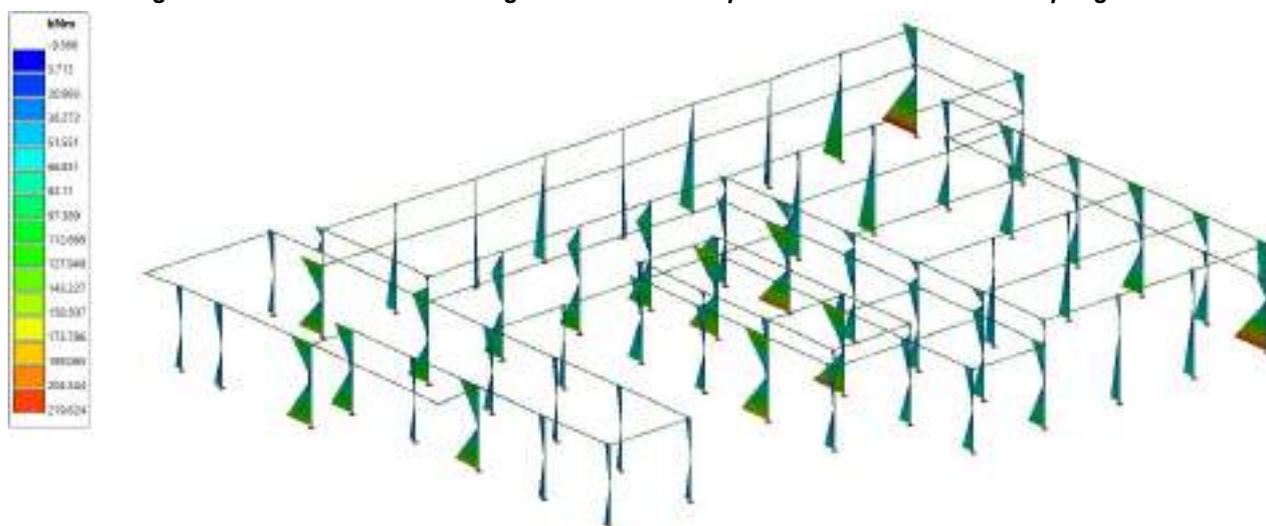


Figura 24 - Momento flettente 1-2 negli elementi trave e pilastro nella combinazione più gravosa

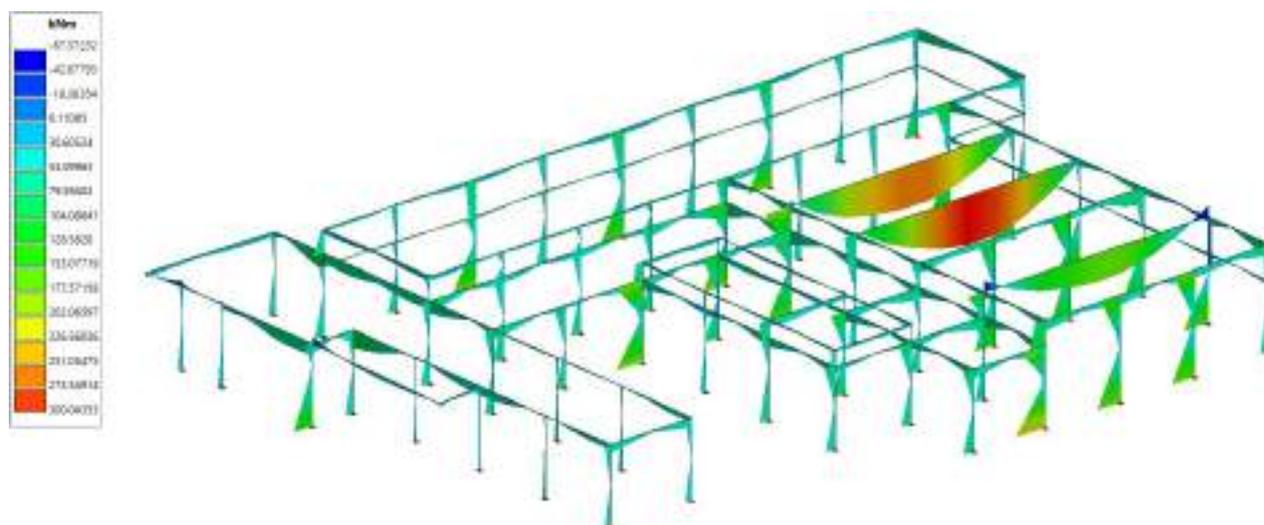


Figura 25 - Momento flettente 1-3 negli elementi trave e pilastro nella combinazione più gravosa

11 RESISTENZA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI PER CARICHI GRAVITAZIONALI

Nel presente paragrafo si riportano per ciascun elemento strutturale le verifiche eseguite rispetto alla condizione di carico più gravosa allo SLU.

14.1 RESISTENZA DEGLI ELEMENTI AI CARICHI GRAVITAZIONALI

Di seguito sono riportati graficamente i risultati ottenuti relativi alle verifiche allo SLU nei pilastri nella combinazione di carico più gravosa.

14.1.1 Verifica dei Pilastri SLU

Flessione composta retta in direzione 2 SLU

Pilastro : Pilastro di input (vedi "Asta I." in "Caratteristiche delle Aste");

Pos. : Posizione misurata lungo l'asse dell'elemento;

As : Valore dell'area totale di armature longitudinali;

SL : Stato limite della combinazione più gravosa;

CdC : Combinazione di carico più gravosa;

Azioni Sollecitanti

NSd : Sforzo normale sollecitante;

MSd3 : Valore del momento sollecitante attorno all'asse 3 locale;

MSd2 : Valore del momento sollecitante attorno all'asse 2 locale;

Azioni Resistenti

NRd : Sforzo normale resistente;

MRd3 : Valore del momento resistente attorno all'asse 3 locale;

MRd2 : Valore del momento resistente attorno all'asse 2 locale;

ecls : Deformazione massima del calcestruzzo compresso

eacc : Deformazione massima dell'armatura tesa

C : Campo di rottura

S : Valore del coefficiente di sicurezza minimo della sezione;

Esito : V = Verificato; NV = Non Verificato;

Pilastro	Pos. [cm]	As [mm ²]	SL	CdC	Azioni Sollecitanti			Azioni Resistenti			ecls [%]	eacc [%]	C	S	Esito
					NSd [kN]	MSd3 [kNm]	MSd2 [kNm]	NRd [kN]	MRd3 [kNm]	MRd2 [kNm]					
Gruppo (73-71-72)	0.00	2035.75	SLU	CC3	-96.98	-21.42	0.00	-96.98	-85.19	0.00	0.35	1.35	3	3.98	V
Gruppo (70-68-69)	0.00	2035.75	SLU	CC3	-159.38	12.13	0.00	-159.38	74.49	0.00	0.35	0.95	3	6.14	V
Gruppo (64-62-63)	0.00	2035.75	SLU	CC3	-147.19	9.58	0.00	-147.19	73.64	0.00	0.35	0.98	3	7.69	V
Gruppo (58-56-57)	0.00	1608.50	SLU	CC3	-143.68	8.93	0.00	-143.68	61.60	0.00	0.35	1.12	3	6.90	V
Gruppo (52-50-51)	0.00	1608.50	SLU	CC3	-157.81	-9.03	0.00	-157.81	-62.62	0.00	0.35	1.08	3	6.93	V
Asta 109 (46-44)	0.00	1608.50	SLU	CC3	-102.72	16.01	0.00	-102.72	58.59	0.00	0.35	1.22	3	3.66	V
Asta 110 (161-45)	0.00	1608.50	SLU	CC3	-291.83	-6.45	0.00	-291.83	-71.86	0.00	0.35	0.82	3	11.14	V
Gruppo (67-65-66)	0.00	2035.75	SLU	CC3	-152.75	5.08	0.00	-152.75	134.97	0.00	0.35	1.26	3	26.56	V
Gruppo (60-59-61)	395.16	1608.50	SLU	CC3	-145.36	-4.44	0.00	-145.36	-111.75	0.00	0.35	1.52	3	25.18	V
Gruppo (54-53-55)	395.16	1608.50	SLU	CC3	-142.74	-4.86	0.00	-142.74	-111.43	0.00	0.35	1.54	3	22.92	V
Gruppo (87-85-86)	0.00	2463.01	SLU	CC3	-109.69	-37.36	0.00	-109.69	-149.90	0.00	0.35	1.18	3	4.01	V
Asta 119 (35-36)	265.00	615.75	SLU	CC3	-110.44	-2.77	0.00	-110.44	-28.94	0.00	0.35	1.48	3	10.45	V
Asta 120 (17-18)	265.00	615.75	SLU	CC1	-102.92	-12.39	0.00	-102.92	-28.36	0.00	0.35	1.53	3	2.29	V
Asta 121 (32-33)	265.00	615.75	SLU	CC1	-105.26	-1.36	0.00	-105.26	-28.55	0.00	0.35	1.51	3	20.98	V
Asta 122 (29-30)	265.00	1231.50	SLU	CC3	-69.40	-3.85	0.00	-69.40	-43.62	0.00	0.35	1.08	3	11.33	V
Asta 123 (14-15)	265.00	1231.50	SLU	CC1	-77.23	-4.56	0.00	-77.23	-44.18	0.00	0.35	1.05	3	9.69	V
Asta 124 (47-48)	0.00	1231.50	SLU	CC1	-66.11	-12.34	0.00	-66.11	-43.38	0.00	0.35	1.09	3	3.51	V
Asta 125 (4-5)	0.00	1231.50	SLU	CC1	-155.92	4.49	0.00	-155.92	49.63	0.00	0.35	0.81	3	11.06	V
Asta 126 (7-8)	265.00	1231.50	SLU	CC3	-91.39	-1.05	0.00	-91.39	-45.20	0.00	0.35	1.01	3	43.03	V
Asta 127 (23-24)	265.00	1231.50	SLU	CC1	-117.92	-11.49	0.00	-117.92	-47.07	0.00	0.35	0.92	3	4.10	V
Gruppo (43-41-42)	0.00	1608.50	SLU	CC3	-102.67	21.31	0.00	-102.67	58.58	0.00	0.35	1.22	3	2.75	V
Asta 130 (38-39)	265.00	1608.50	SLU	CC3	-153.85	-12.16	0.00	-153.85	-73.88	0.00	0.35	1.05	3	6.08	V
Asta 131 (26-27)	265.00	1608.50	SLU	CC3	-54.90	-7.30	0.00	-54.90	-55.01	0.00	0.35	1.34	3	7.53	V
Asta 132 (10-11)	265.00	1608.50	SLU	CC1	-218.90	-22.95	0.00	-218.90	-109.65	0.00	0.35	1.58	3	4.78	V
Asta 133 (20-21)	0.00	1608.50	SLU	CC1	-172.47	-56.25	0.00	-172.47	-63.67	0.00	0.35	1.05	3	1.13	V
Gruppo (156-154-155)	0.00	2035.75	SLU	CC3	-155.78	-13.15	0.00	-155.78	-74.24	0.00	0.35	0.96	3	5.65	V

Gruppo (153-151-152)	0.00	2035.75	SLU	CC3	-144.51	-12.16	0.00	-144.51	-73.45	0.00	0.35	0.98	3	6.04	V
Gruppo (150-148-149)	0.00	2035.75	SLU	CC3	-136.92	-10.63	0.00	-136.92	-72.91	0.00	0.35	1.00	3	6.86	V
Gruppo (147-145-146)	0.00	2035.75	SLU	CC3	-186.90	13.77	0.00	-186.90	138.85	0.00	0.35	1.11	3	10.08	V
Asta 142 (144-143)	0.00	2035.75	SLU	CC3	-202.55	-8.15	0.00	-202.55	-77.48	0.00	0.35	0.88	3	9.50	V
Asta 143 (81-80)	0.00	2035.75	SLU	CC3	-202.48	8.09	0.00	-202.48	77.47	0.00	0.35	0.88	3	9.58	V
Gruppo (79-77-78)	0.00	2035.75	SLU	CC3	-202.55	-5.79	0.00	-202.55	-140.56	0.00	0.35	1.05	3	24.26	V
Gruppo (76-74-75)	0.00	1608.50	SLU	CC3	-81.81	-6.70	0.00	-81.81	-67.62	0.00	0.35	1.26	3	10.09	V
Gruppo (139-137-138)	0.00	2035.75	SLU	CC7	-280.13	136.76	0.00	-280.13	136.39	0.00	0.35	1.22	3	1.00	V
Gruppo (136-134-135)	0.00	2035.75	SLU	CC3	-266.85	57.35	0.00	-266.85	95.38	0.00	0.35	0.60	3	1.66	V
Gruppo (133-131-132)	0.00	1608.50	SLU	CC3	-105.33	32.74	0.00	-105.33	69.70	0.00	0.35	1.19	3	2.13	V
Gruppo (106-104-105)	0.00	2035.75	SLU	CC3	-192.18	91.39	0.00	-192.18	90.80	0.00	0.35	0.78	3	0.99	NV
Gruppo (100-98-99)	0.00	2544.69	SLU	CC3	-71.11	41.64	0.00	-71.11	149.32	0.00	0.35	1.07	3	3.59	V
Asta 158 (101-102)	0.00	1231.50	SLU	CC3	-57.44	12.13	0.00	-57.44	52.34	0.00	0.35	1.54	3	4.31	V
Gruppo (109-107-108)	0.00	1608.50	SLU	CC3	-75.22	-23.48	0.00	-75.22	-67.03	0.00	0.35	1.28	3	2.86	V
Gruppo (118-116-117)	0.00	2035.75	SLU	CC3	-188.61	-37.58	0.00	-188.61	-93.27	0.00	0.35	1.14	3	2.48	V
Gruppo (124-122-123)	0.00	1608.50	SLU	CC3	-121.99	-25.28	0.00	-121.99	-72.77	0.00	0.35	1.46	3	2.88	V
Gruppo (127-125-126)	0.00	2035.75	SLU	CC3	-102.89	34.50	0.00	-102.89	129.73	0.00	0.35	1.73	3	3.76	V
Gruppo (115-113-114)	365.00	1231.50	SLU	CC3	-113.70	-8.40	0.00	-113.70	-57.45	0.00	0.35	1.32	3	6.84	V
Gruppo (121-119-120)	0.00	1608.50	SLU	CC3	-158.03	31.64	0.00	-158.03	76.02	0.00	0.35	1.36	3	2.40	V
Gruppo (112-110-111)	0.00	1231.50	SLU	CC3	-76.83	21.96	0.00	-76.83	54.12	0.00	0.35	1.46	3	2.46	V
Gruppo (84-82-83)	0.00	2035.75	SLU	CC3	-276.92	-109.46	0.00	-276.92	-148.14	0.00	0.35	0.83	3	1.35	V
Gruppo (142-140-141)	0.00	2035.75	SLU	CC3	-271.96	-106.69	0.00	-271.96	-147.67	0.00	0.35	0.84	3	1.38	V
Gruppo (90-88-89)	0.00	2035.75	SLU	CC3	-196.26	-140.81	0.00	-196.26	-139.88	0.00	0.35	1.08	3	0.99	NV
Gruppo (93-91-92)	0.00	2010.62	SLU	CC3	-64.30	-13.37	0.00	-64.30	-67.43	0.00	0.35	1.24	3	5.04	V
Asta 181 (95-94)	0.00	1608.50	SLU	CC3	-141.48	11.79	0.00	-141.48	112.12	0.00	0.35	1.78	3	9.51	V
Asta 182 (97-96)	0.00	1608.50	SLU	CC3	-133.57	-6.97	0.00	-133.57	-111.03	0.00	0.35	1.81	3	15.94	V
Asta 183 (158-157)	0.00	1608.50	SLU	CC3	-175.96	18.82	0.00	-175.96	116.79	0.00	0.35	1.63	3	6.21	V
Asta 184 (160-159)	0.00	1608.50	SLU	CC3	-186.98	-6.38	0.00	-186.98	-118.19	0.00	0.35	1.56	3	18.51	V
Asta 188 (128-129)	285.00	1608.50	SLU	CC3	-115.79	-9.63	0.00	-115.79	-70.61	0.00	0.35	1.15	3	7.33	V

Flessione composta retta in direzione 3 SLU

Pilastro : Pilastro di input (vedi "Asta I." in "Caratteristiche delle Aste");

Pos. : Posizione misurata lungo l'asse dell'elemento;

As : Valore dell'area totale di armature longitudinali;

SL : Stato limite della combinazione più gravosa;

CdC : Combinazione di carico più gravosa;

Azioni Sollecitanti

NSd : Sforzo normale sollecitante;

MSd3 : Valore del momento sollecitante attorno all'asse 3 locale;

MSd2 : Valore del momento sollecitante attorno all'asse 2 locale;

Azioni Resistenti

NRd : Sforzo normale resistente;

MRd3 : Valore del momento resistente attorno all'asse 3 locale;

MRd2 : Valore del momento resistente attorno all'asse 2 locale;

ecls : Deformazione massima del calcestruzzo compresso

eacc : Deformazione massima dell'armatura tesa

C : Campo di rottura

S : Valore del coefficiente di sicurezza minimo della sezione;

Esito : V = Verificato; NV = Non Verificato;

Pilastro	Pos. [cm]	As [mm ²]	SL	CdC	Azioni Sollecitanti			Azioni Resistenti			ecls [%]	eacc [%]	C	S	Esito
					Nsd [kN]	MSd3 [kNm]	MSd2 [kNm]	NRd [kN]	MRd3 [kNm]	MRd2 [kNm]					
Gruppo (73-71-72)	0.00	2035.75	SLU	CC1	-87.50	25.54	0.00	-87.51	127.60	0.00	0.35	1.78	3	5.00	V
Gruppo (70-68-69)	0.00	2035.75	SLU	CC3	-159.38	5.20	0.00	-159.38	135.73	0.00	0.35	1.23	3	26.12	V
Gruppo (64-62-63)	0.00	2035.75	SLU	CC3	-147.19	4.35	0.00	-147.19	134.31	0.00	0.35	1.29	3	30.85	V
Gruppo (58-56-57)	0.00	1608.50	SLU	CC3	-143.68	4.10	0.00	-143.68	111.55	0.00	0.35	1.53	3	27.21	V
Gruppo (52-50-51)	0.00	1608.50	SLU	CC3	-157.81	4.78	0.00	-157.81	113.29	0.00	0.35	1.44	3	23.69	V
Asta 109 (46-44)	0.00	1608.50	SLU	CC1	-96.90	32.47	0.00	-96.90	105.32	0.00	0.35	1.78	3	3.24	V
Asta 110 (161-45)	0.00	1608.50	SLU	CC3	-291.83	15.89	0.00	-291.82	128.20	0.00	0.35	0.90	3	8.07	V
Gruppo (67-65-66)	0.00	2035.75	SLU	CC3	-152.75	-8.16	0.00	-152.75	-74.03	0.00	0.35	0.97	3	9.07	V
Gruppo (60-59-61)	395.16	1608.50	SLU	CC3	-145.36	7.90	0.00	-145.36	61.72	0.00	0.35	1.11	3	7.81	V
Gruppo (54-53-55)	395.16	1608.50	SLU	CC3	-142.74	7.75	0.00	-142.74	61.53	0.00	0.35	1.12	3	7.94	V

Gruppo (87-85-86)	0.00	2463.01	SLU	CC3	-109.69	1.17	0.00	-109.69	100.28	0.00	0.35	1.08	3	85.99	V
Asta 119 (35-36)	0.00	615.75	SLU	CC1	-65.72	-0.13	0.00	-65.72	-25.45	0.00	0.35	1.74	3	100.00	V
Asta 120 (17-18)	265.00	615.75	SLU	CC1	-102.92	2.36	0.00	-102.92	28.36	0.00	0.35	1.53	3	12.01	V
Asta 121 (32-33)	0.00	615.75	SLU	CC3	-119.25	0.87	0.00	-119.25	29.62	0.00	0.35	1.44	3	34.16	V
Asta 122 (29-30)	0.00	1231.50	SLU	CC3	-60.39	-3.51	0.00	-60.39	-42.96	0.00	0.35	1.11	3	12.23	V
Asta 123 (14-15)	0.00	1231.50	SLU	CC3	-73.79	-5.01	0.00	-73.79	-43.93	0.00	0.35	1.07	3	8.78	V
Asta 124 (47-48)	0.00	1231.50	SLU	CC3	-70.37	1.57	0.00	-70.37	43.69	0.00	0.35	1.08	3	27.78	V
Asta 125 (4-5)	0.00	1231.50	SLU	CC1	-155.92	-6.46	0.00	-155.92	-49.63	0.00	0.35	0.81	3	7.68	V
Asta 126 (7-8)	0.00	1231.50	SLU	CC3	-82.27	3.84	0.00	-82.27	44.55	0.00	0.35	1.04	3	11.60	V
Asta 127 (23-24)	265.00	1231.50	SLU	CC1	-117.92	2.73	0.00	-117.92	47.07	0.00	0.35	0.93	3	17.23	V
Gruppo (43-41-42)	0.00	1608.50	SLU	CC1	-96.77	-31.16	0.00	-96.77	-105.30	0.00	0.35	1.78	3	3.38	V
Asta 130 (38-39)	0.00	1608.50	SLU	CC3	-141.66	0.09	0.00	-141.66	72.84	0.00	0.35	1.08	3	100.00	V
Asta 131 (26-27)	0.00	1608.50	SLU	CC3	-40.04	6.55	0.00	-40.04	97.33	0.00	0.35	2.04	3	14.87	V
Asta 132 (10-11)	0.00	1608.50	SLU	CC1	-199.29	20.06	0.00	-199.29	107.29	0.00	0.35	1.64	3	5.35	V
Asta 133 (20-21)	265.00	1608.50	SLU	CC3	-211.16	13.26	0.00	-211.16	119.59	0.00	0.35	1.18	3	9.02	V
Gruppo (156-154-155)	0.00	2035.75	SLU	CC3	-155.78	-5.71	0.00	-155.78	-135.32	0.00	0.35	1.24	3	23.71	V
Gruppo (153-151-152)	0.00	2035.75	SLU	CC3	-144.51	-5.05	0.00	-144.51	-134.00	0.00	0.35	1.30	3	26.55	V
Gruppo (150-148-149)	0.00	2035.75	SLU	CC3	-136.92	5.10	0.00	-136.92	133.10	0.00	0.35	1.34	3	26.09	V
Gruppo (147-145-146)	0.00	2035.75	SLU	CC3	-186.90	10.80	0.00	-186.90	76.41	0.00	0.35	0.91	3	7.08	V
Asta 142 (144-143)	0.00	2035.75	SLU	CC3	-202.55	4.88	0.00	-202.55	140.56	0.00	0.35	1.05	3	28.83	V
Asta 143 (81-80)	0.00	2035.75	SLU	CC3	-202.48	4.73	0.00	-202.48	140.56	0.00	0.35	1.05	3	29.71	V
Gruppo (79-77-78)	0.00	2035.75	SLU	CC3	-202.55	10.37	0.00	-202.55	77.48	0.00	0.35	0.88	3	7.47	V
Gruppo (76-74-75)	0.00	1608.50	SLU	CC1	-73.37	-16.97	0.00	-73.37	-66.87	0.00	0.35	1.28	3	3.94	V
Gruppo (139-137-138)	0.00	2035.75	SLU	CC3	-280.13	-1.25	0.00	-280.13	-136.39	0.00	0.35	1.22	3	100.00	V
Gruppo (136-134-135)	0.00	2035.75	SLU	CC3	-268.33	-7.16	0.00	-268.33	-95.46	0.00	0.35	0.60	3	13.33	V
Gruppo (133-131-132)	0.00	1608.50	SLU	CC3	-105.33	8.33	0.00	-105.33	69.70	0.00	0.35	1.19	3	8.36	V
Gruppo (106-104-105)	0.00	2035.75	SLU	CC3	-240.08	10.44	0.00	-240.08	93.83	0.00	0.35	0.66	3	8.99	V
Gruppo (100-98-99)	0.00	2544.69	SLU	CC1	-71.85	-7.68	0.00	-71.85	-100.96	0.00	0.35	1.35	3	13.15	V
Asta 158 (101-102)	0.00	1231.50	SLU	CC1	-52.71	-6.33	0.00	-52.71	-51.90	0.00	0.35	1.56	3	8.20	V
Gruppo (109-107-108)	0.00	1608.50	SLU	CC3	-75.22	-7.80	0.00	-75.22	-67.03	0.00	0.35	1.28	3	8.59	V
Gruppo (118-116-117)	0.00	2035.75	SLU	CC1	-172.65	-20.80	0.00	-172.65	-138.86	0.00	0.35	1.42	3	6.68	V
Gruppo (124-122-123)	0.00	1608.50	SLU	CC1	-111.90	35.37	0.00	-111.90	108.01	0.00	0.35	1.90	3	3.05	V
Gruppo (127-125-126)	0.00	2035.75	SLU	CC1	-88.15	9.40	0.00	-88.15	84.40	0.00	0.35	1.37	3	8.98	V
Gruppo (115-113-114)	0.00	1231.50	SLU	CC1	-62.71	-3.02	0.00	-62.71	-52.83	0.00	0.35	1.52	3	17.50	V
Gruppo (121-119-120)	0.00	1608.50	SLU	CC3	-158.61	2.01	0.00	-158.61	114.47	0.00	0.35	1.71	3	57.01	V
Gruppo (112-110-111)	0.00	1231.50	SLU	CC1	-73.60	-6.94	0.00	-73.60	-53.83	0.00	0.35	1.48	3	7.76	V
Gruppo (84-82-83)	0.00	2035.75	SLU	CC3	-279.21	-9.67	0.00	-279.21	-82.56	0.00	0.35	0.76	3	8.54	V
Gruppo (142-140-141)	0.00	2035.75	SLU	CC3	-273.47	9.32	0.00	-273.47	82.19	0.00	0.35	0.77	3	8.81	V
Gruppo (90-88-89)	0.00	2035.75	SLU	CC3	-247.59	10.94	0.00	-247.59	80.50	0.00	0.35	0.81	3	7.36	V
Gruppo (93-91-92)	0.00	2010.62	SLU	CC1	-66.00	-10.88	0.00	-66.00	-120.34	0.00	0.35	1.15	3	11.06	V
Asta 181 (95-94)	0.00	1608.50	SLU	CC1	-130.77	-2.01	0.00	-130.77	-73.56	0.00	0.35	1.43	3	36.65	V
Asta 182 (97-96)	0.00	1608.50	SLU	CC1	-123.88	-1.75	0.00	-123.88	-72.94	0.00	0.35	1.46	3	41.64	V
Asta 183 (158-157)	0.00	1608.50	SLU	CC3	-175.96	-6.41	0.00	-175.96	-77.62	0.00	0.35	1.31	3	12.11	V
Asta 184 (160-159)	0.00	1608.50	SLU	CC3	-186.98	6.93	0.00	-186.98	78.60	0.00	0.35	1.28	3	11.34	V
Asta 188 (128-129)	0.00	1608.50	SLU	CC1	-85.56	0.25	0.00	-85.56	67.95	0.00	0.35	1.24	3	100.00	V

Taglio SLU

Pilastro : Pilastro di input (vedi "Asta I." in "Caratteristiche delle Aste");

Blocco : Tratto nel quale le staffe vengono mantenute costanti

1 : Estremo iniziale;

2 : Mediano;

3 : Estremo finale;

Ltr : Lunghezza del blocco;

Tagli Sollecitanti

VSd1-3 : Valore del Taglio 1-3 sollecitante di calcolo

(calcolato per soddisfare $V_{sd} = V_{ed}$; $V_{ed} = \gamma_{rd} (M_{C,Rdsup} + M_{C,Rdinf}) / lp$);

VSd1-2 : Valore del Taglio 1-2 sollecitante di calcolo

(calcolato per soddisfare $V_{sd} = V_{ed}$; $V_{ed} = \gamma_{rd} (M_{C,Rdsup} + M_{C,Rdinf}) / lp$);

$\gamma_{rd} = 1.1$;

cot(θ) : Cotangente dell'angolo θ di inclinazione delle bielle;

Tagli Resistenti

VRd1-3 : Valore del Taglio 1-3 resistente di calcolo; VRd1-

2 : Valore del Taglio 1-2 resistente di calcolo;

\emptyset : Diametro della staffa;
 Nbr 2 : Numero di bracci di cui è composta la staffa in direzione 2 locale;
 Nbr 3 : Numero di bracci di cui è composta la staffa in direzione 3 locale;
 Passo : Interasse tra le staffe;
 S1-2 : Coefficiente di sicurezza relativo a VSd1-2
 S1-3 : Coefficiente di sicurezza relativo a VSd1-3
 Esito : V = Verificato; NV = Non Verificato;

Pilastro	Blocco	Ltr [cm]	\emptyset [mm]	Nbr 2	Nbr 3	Passo [mm]	Vsd1-2 [kN]	Vsd1-3 [kN]	cot(θ)	Vrd1-2 [kN]	Vrd1-3 [kN]	S1-2	S1-3	Esito
Gruppo (73-71-72)	-	402.21	6.0	2	2	200.0	30.04	16.76	2.50	118.05	80.77	3.93	4.82	V
Gruppo (70-68-69)	-	396.36	6.0	2	2	200.0	0.57	-6.95	2.50	122.57	70.96	100.00	10.21	V
Gruppo (64-62-63)	-	396.36	6.0	2	2	200.0	0.61	-3.88	2.50	121.92	70.59	100.00	18.21	V
Gruppo (58-56-57)	-	396.36	6.0	2	2	200.0	0.63	-3.12	2.50	121.73	70.48	100.00	22.57	V
Gruppo (52-50-51)	-	396.36	6.0	2	2	200.0	0.77	2.66	2.50	122.49	70.92	100.00	26.63	V
Asta 109 (46-44)	-	60.00	6.0	2	2	200.0	66.04	-6.89	2.50	119.22	69.02	1.81	10.01	V
Asta 110 (161-45)	-	265.00	6.0	2	2	200.0	9.92	0.38	2.50	129.68	75.08	13.07	100.00	V
Gruppo (67-65-66)	-	395.16	6.0	2	2	200.0	-0.89	-3.65	2.50	70.76	122.22	79.34	33.46	V
Gruppo (60-59-61)	-	395.16	6.0	2	2	200.0	-0.68	-1.40	2.50	70.53	121.82	100.00	87.17	V
Gruppo (54-53-55)	-	395.16	6.0	2	2	200.0	-0.59	-4.38	2.50	70.45	121.68	100.00	27.79	V
Gruppo (87-85-86)	-	385.00	6.0	2	2	200.0	-0.34	16.01	2.50	83.05	121.39	100.00	7.58	V
Asta 119 (35-36)	-	265.00	6.0	2	2	200.0	-0.07	-1.40	2.50	71.26	71.26	100.00	50.84	V
Asta 120 (17-18)	-	265.00	6.0	2	2	200.0	-1.33	-1.51	2.50	70.87	70.87	53.43	47.06	V
Asta 121 (32-33)	-	265.00	6.0	2	2	200.0	0.43	-0.49	2.50	72.19	72.19	100.00	100.00	V
Asta 122 (29-30)	-	265.00	6.0	2	2	200.0	-1.78	-1.89	2.50	69.14	69.14	38.82	36.68	V
Asta 123 (14-15)	-	265.00	6.0	2	2	200.0	-2.99	-2.26	2.50	69.83	69.83	23.37	30.89	V
Asta 124 (47-48)	-	265.00	6.0	2	2	200.0	0.71	5.54	2.50	69.44	69.44	97.11	12.53	V
Asta 125 (4-5)	-	265.00	6.0	2	2	200.0	-3.09	-2.52	2.50	74.09	74.09	24.01	29.44	V
Asta 126 (7-8)	-	265.00	6.0	2	2	200.0	2.12	-0.24	2.50	70.27	70.27	33.20	100.00	V
Asta 127 (23-24)	-	265.00	6.0	2	2	200.0	-1.64	-0.54	2.50	71.65	71.65	43.57	100.00	V
Gruppo (43-41-42)	-	395.32	6.0	2	2	200.0	-66.71	-23.92	2.50	119.22	69.02	1.79	2.89	V
Asta 130 (38-39)	-	265.00	6.0	2	2	200.0	0.03	-7.84	2.50	84.38	84.38	100.00	10.76	V
Asta 131 (26-27)	-	265.00	6.0	2	2	200.0	1.24	-1.74	2.50	116.17	67.25	93.71	38.66	V
Asta 132 (10-11)	-	265.00	6.0	2	2	200.0	11.43	-6.31	2.50	109.11	109.11	9.54	17.28	V
Asta 133 (20-21)	-	265.00	6.0	2	2	200.0	-7.92	14.48	2.50	123.31	71.39	15.56	4.93	V
Gruppo (156-154-155)	-	395.56	6.0	2	2	200.0	0.07	15.23	2.50	122.38	70.85	100.00	4.65	V
Gruppo (153-151-152)	-	395.56	6.0	2	2	200.0	-0.05	13.37	2.50	121.78	70.50	100.00	5.27	V
Gruppo (150-148-149)	-	395.56	6.0	2	2	200.0	-0.59	3.80	2.50	121.37	70.27	100.00	18.49	V
Gruppo (147-145-146)	-	371.14	6.0	2	2	200.0	13.78	4.13	2.50	70.63	121.99	5.13	29.56	V
Asta 142 (144-143)	-	370.00	6.0	2	2	200.0	0.57	0.36	2.50	124.89	72.31	100.00	100.00	V
Asta 143 (81-80)	-	370.00	6.0	2	2	200.0	0.11	-0.28	2.50	124.89	72.30	100.00	100.00	V
Gruppo (79-77-78)	-	374.40	6.0	2	2	200.0	8.35	-6.91	2.50	70.87	122.42	8.49	17.72	V
Gruppo (76-74-75)	-	373.52	6.0	2	2	200.0	-29.03	8.00	2.50	81.31	81.31	2.80	10.17	V
Gruppo (139-137-138)	-	340.29	6.0	2	2	200.0	-1.37	-68.23	2.50	111.98	111.98	81.82	1.64	V
Gruppo (136-134-135)	-	340.00	6.0	2	2	200.0	-1.82	-33.25	2.50	90.08	90.08	49.63	2.71	V
Gruppo (133-131-132)	-	385.49	6.0	2	2	200.0	4.61	2.44	2.50	82.75	82.75	17.94	33.94	V
Gruppo (106-104-105)	-	365.49	6.0	2	2	200.0	4.84	-80.00	2.50	88.81	88.81	18.34	1.11	V
Gruppo (100-98-99)	-	396.51	6.0	2	2	200.0	-18.85	0.88	2.50	80.28	117.33	4.26	100.00	V
Asta 158 (101-102)	-	285.00	6.0	2	2	200.0	-3.33	-6.71	2.50	80.60	80.60	24.20	12.02	V
Gruppo (109-107-108)	-	365.00	6.0	2	2	200.0	-4.65	39.07	2.50	81.40	81.40	17.52	2.08	V
Gruppo (118-116-117)	-	355.58	6.0	2	2	200.0	-85.77	3.16	2.50	121.96	83.45	1.42	26.37	V
Gruppo (124-122-123)	-	355.16	6.0	2	2	200.0	86.47	36.27	2.50	119.17	81.54	1.38	2.25	V
Gruppo (127-125-126)	-	355.58	6.0	2	2	200.0	21.27	-41.60	2.50	81.25	118.75	3.82	2.85	V
Gruppo (115-113-114)	-	365.00	6.0	2	2	200.0	-13.36	-2.27	2.50	80.83	80.83	6.05	35.68	V
Gruppo (121-119-120)	-	355.00	6.0	2	2	200.0	13.98	-14.57	2.50	121.32	83.01	8.68	5.70	V
Gruppo (112-110-111)	-	366.51	6.0	2	2	200.0	-20.07	-30.25	2.50	81.47	81.47	4.06	2.69	V
Gruppo (84-82-83)	-	330.00	6.0	2	2	200.0	-1.91	47.16	2.50	74.69	129.00	38.91	2.74	V
Gruppo (142-140-141)	-	330.00	6.0	2	2	200.0	1.04	48.56	2.50	74.51	128.70	71.69	2.65	V
Gruppo (90-88-89)	-	365.00	6.0	2	2	200.0	1.70	73.40	2.50	73.70	127.31	43.46	1.73	V
Gruppo (93-91-92)	-	401.03	6.0	2	2	200.0	-2.40	6.89	2.50	119.25	69.04	49.72	10.02	V
Asta 181 (95-94)	-	395.00	6.0	2	2	200.0	-0.57	-4.49	2.50	82.47	120.53	100.00	26.82	V
Asta 182 (97-96)	-	395.00	6.0	2	2	200.0	-0.46	2.29	2.50	82.22	120.17	100.00	52.41	V
Asta 183 (158-157)	-	385.00	6.0	2	2	200.0	-0.06	-8.36	2.50	83.55	122.12	100.00	14.61	V
Asta 184 (160-159)	-	385.00	6.0	2	2	200.0	0.17	0.65	2.50	82.46	120.51	100.00	100.00	V
Asta 188 (128-129)	-	285.00	6.0	2	2	200.0	0.02	-5.53	2.50	82.65	82.65	100.00	14.95	V

14.1.2 Verifica delle Travi SLU

Flessione composta retta in direzione 2 SLU

- Trave : Trave di elevazione di input (vedi "Asta I." in "Caratteristiche delle Aste");
 Pos. : Posizione misurata lungo l'asse dell'elemento;
 As : Valore dell'area totale di armature longitudinali;
 SL : Stato limite della combinazione più gravosa;
 CdC : Combinazione di carico più gravosa;
 Azioni Sollecitanti
 NSd : Sforzo normale sollecitante;
 MSd3 : Valore del momento sollecitante attorno all'asse 3 locale;
 MSd2 : Valore del momento sollecitante attorno all'asse 2 locale;
 Azioni Resistenti
 NRd : Sforzo normale resistente;
 MRd3 : Valore del momento resistente attorno all'asse 3 locale;
 MRd2 : Valore del momento resistente attorno all'asse 2 locale;
 ecls : Deformazione massima del calcestruzzo compresso
 eacc : Deformazione massima dell'armatura tesa
 C : Campo di rottura
 S : Valore del coefficiente di sicurezza minimo della sezione;
 Esito : V = Verificato; NV = Non Verificato;

Trave	Pos. [cm]	As [mm ²]	SL	CdC	Azioni Sollecitanti			Azioni Resistenti			ecls [%]	eacc [%]	C	S	Esito
					Nsd [kN]	Msd3 [kNm]	Msd2 [kNm]	Nrd [kN]	Mrd3 [kNm]	Mrd2 [kNm]					
Asta 1 (1-47)	575.00	2010.62	SLU	CC1	0.00	-25.47	0.00	0.00	-123.55	0.00	0.35	1.93	3	4.85	V
Asta 2 (1-4)	140.00	1206.37	SLU	CC3	0.00	-101.10	0.00	0.00	-143.56	0.00	0.35	4.30	3	1.42	V
Asta 3 (4-7)	0.00	1206.37	SLU	CC3	0.00	-99.40	0.00	0.00	-143.56	0.00	0.35	4.30	3	1.44	V
Asta 4 (7-10)	462.50	1608.50	SLU	CC3	0.00	-88.55	0.00	0.00	-190.15	0.00	0.35	3.93	3	2.15	V
Asta 5 (26-23)	315.00	1206.37	SLU	CC3	0.00	-33.07	0.00	0.00	-143.56	0.00	0.35	4.30	3	4.34	V
Asta 6 (23-20)	0.00	1206.37	SLU	CC3	0.00	-31.54	0.00	0.00	-143.56	0.00	0.35	4.30	3	4.55	V
Asta 7 (20-17)	330.00	1206.37	SLU	CC3	0.00	-31.05	0.00	0.00	-143.56	0.00	0.35	4.30	3	4.62	V
Asta 8 (17-14)	0.00	1206.37	SLU	CC3	0.00	-28.20	0.00	0.00	-143.56	0.00	0.35	4.30	3	5.09	V
Asta 9 (47-44)	235.00	1206.37	SLU	CC3	0.00	-27.83	0.00	0.00	-143.56	0.00	0.35	4.30	3	5.16	V
Asta 10 (44-41)	0.00	2010.62	SLU	CC3	0.00	-79.58	0.00	0.00	-236.69	0.00	0.35	3.67	3	2.97	V
Asta 11 (41-38)	0.00	1206.37	SLU	CC3	0.00	-36.08	0.00	0.00	-143.56	0.00	0.35	4.30	3	3.98	V
Asta 12 (38-35)	330.00	1206.37	SLU	CC3	0.00	-23.47	0.00	0.00	-143.56	0.00	0.35	4.30	3	6.12	V
Asta 13 (35-32)	335.00	1206.37	SLU	CC3	0.00	-32.00	0.00	0.00	-143.56	0.00	0.35	4.30	3	4.49	V
Asta 14 (32-29)	0.00	1206.37	SLU	CC3	0.00	-31.45	0.00	0.00	-143.56	0.00	0.35	4.30	3	4.57	V
Asta 15 (125-113)	335.72	1017.88	SLU	CC1	0.00	-14.08	0.00	0.00	-83.69	0.00	0.35	3.18	3	5.94	V
Asta 16 (113-119)	0.00	1017.88	SLU	CC1	0.00	-10.54	0.00	0.00	-83.69	0.00	0.35	3.18	3	7.94	V
Asta 17 (119-110)	0.00	1017.88	SLU	CC1	0.00	-11.48	0.00	0.00	-83.69	0.00	0.35	3.18	3	7.29	V
Gruppo (10-13-20)	0.00	6082.12	SLU	CC3	0.00	-111.74	0.00	0.00	-188.13	0.00	0.35	0.68	3	1.68	V
Asta 20 (14-29)	0.00	1206.37	SLU	CC1	0.00	-26.52	0.00	0.00	-98.65	0.00	0.35	3.05	3	3.72	V
Asta 21 (161-50)	0.00	1017.88	SLU	CC1	0.00	-9.19	0.00	0.00	-26.08	0.00	0.35	0.86	3	2.84	V
Asta 22 (50-53)	0.00	1017.88	SLU	CC1	0.00	-8.48	0.00	0.00	-26.08	0.00	0.35	0.86	3	3.08	V
Asta 23 (53-56)	310.00	1017.88	SLU	CC1	0.00	-6.75	0.00	0.00	-26.08	0.00	0.35	0.86	3	3.86	V
Asta 24 (56-59)	0.00	1017.88	SLU	CC1	0.00	-8.42	0.00	0.00	-26.08	0.00	0.35	0.86	3	3.10	V
Asta 25 (59-62)	315.00	1017.88	SLU	CC1	0.00	-6.91	0.00	0.00	-26.08	0.00	0.35	0.86	3	3.78	V
Asta 26 (62-65)	0.00	1017.88	SLU	CC1	0.00	-8.26	0.00	0.00	-26.08	0.00	0.35	0.86	3	3.16	V
Asta 27 (65-68)	325.00	1017.88	SLU	CC1	0.00	-7.19	0.00	0.00	-26.08	0.00	0.35	0.86	3	3.63	V
Asta 28 (68-71)	0.00	1017.88	SLU	CC1	0.00	-8.25	0.00	0.00	-26.08	0.00	0.35	0.86	3	3.16	V
Asta 29 (71-74)	560.00	1017.88	SLU	CC1	0.00	-23.22	0.00	0.00	-26.08	0.00	0.35	0.86	3	1.12	V
Asta 30 (74-77)	0.00	1017.88	SLU	CC1	0.00	-7.83	0.00	0.00	-26.08	0.00	0.35	0.86	3	3.33	V
Asta 31 (77-140)	0.00	1017.88	SLU	CC1	0.00	-7.44	0.00	0.00	-26.08	0.00	0.35	0.86	3	3.50	V
Asta 32 (140-82)	0.00	1017.88	SLU	CC1	0.00	-8.14	0.00	0.00	-26.08	0.00	0.35	0.86	3	3.20	V
Asta 33 (82-85)	331.62	1017.88	SLU	CC1	0.00	-7.52	0.00	0.00	-26.08	0.00	0.35	0.86	3	3.47	V
Asta 34 (85-88)	0.00	1017.88	SLU	CC1	0.00	-7.78	0.00	0.00	-26.08	0.00	0.35	0.86	3	3.35	V
Asta 35 (88-91)	0.00	1017.88	SLU	CC1	0.00	-6.79	0.00	0.00	-26.08	0.00	0.35	0.86	3	3.84	V
Asta 36 (98-104)	0.00	1206.37	SLU	CC1	0.00	-10.56	0.00	0.00	-98.65	0.00	0.35	3.05	3	9.34	V
Asta 37 (104-131)	331.58	1206.37	SLU	CC1	0.00	-15.15	0.00	0.00	-98.65	0.00	0.35	3.05	3	6.51	V
Asta 38 (131-134)	0.00	1206.37	SLU	CC1	0.00	-12.49	0.00	0.00	-98.65	0.00	0.35	3.05	3	7.90	V
Asta 39 (134-137)	325.72	1206.37	SLU	CC1	0.00	-9.47	0.00	0.00	-98.65	0.00	0.35	3.05	3	10.42	V

Asta 40 (137-145)	0.00	1206.37	SLU	CC1	0.00	-10.72	0.00	0.00	-98.65	0.00	0.35	3.05	3	9.21	V
Asta 41 (145-148)	320.00	1608.50	SLU	CC3	0.00	-22.40	0.00	0.00	-130.10	0.00	0.35	2.76	3	5.81	V
Asta 42 (148-151)	0.00	1206.37	SLU	CC3	0.00	-22.80	0.00	0.00	-98.65	0.00	0.35	3.05	3	4.33	V
Asta 43 (151-154)	0.00	1206.37	SLU	CC3	0.00	-25.04	0.00	0.00	-98.65	0.00	0.35	3.05	3	3.94	V
Asta 44 (154-41)	0.00	1206.37	SLU	CC3	0.00	-28.72	0.00	0.00	-98.65	0.00	0.35	3.05	3	3.43	V
Asta 45 (137-122)	0.00	2010.62	SLU	CC3	0.00	-50.23	0.00	0.00	-161.49	0.00	0.35	2.57	3	3.21	V
Asta 46 (122-125)	0.00	1206.37	SLU	CC3	0.00	-23.73	0.00	0.00	-98.65	0.00	0.35	3.05	3	4.16	V
Asta 47 (125-128)	335.00	1206.37	SLU	CC3	0.00	-30.60	0.00	0.00	-98.65	0.00	0.35	3.05	3	3.22	V
Asta 48 (128-38)	0.00	1206.37	SLU	CC3	0.00	-22.47	0.00	0.00	-98.65	0.00	0.35	3.05	3	4.39	V
Asta 49 (122-116)	669.84	2010.62	SLU	CC1	0.00	-45.18	0.00	0.00	-161.49	0.00	0.35	2.57	3	3.57	V
Asta 50 (116-107)	0.00	1206.37	SLU	CC1	0.00	-13.95	0.00	0.00	-98.65	0.00	0.35	3.05	3	7.07	V
Asta 51 (107-101)	0.00	1206.37	SLU	CC1	0.00	-9.39	0.00	0.00	-98.65	0.00	0.35	3.05	3	10.51	V
Asta 52 (101-98)	310.00	1608.50	SLU	CC3	0.00	-21.17	0.00	0.00	-99.75	0.00	0.35	2.08	3	4.71	V
Asta 53 (107-110)	339.98	1017.88	SLU	CC1	0.00	-12.51	0.00	0.00	-64.49	0.00	0.35	2.40	3	5.16	V
Asta 54 (73-76)	0.00	2010.62	SLU	CC1	0.00	-26.62	0.00	0.00	-123.55	0.00	0.35	1.93	3	4.64	V
Asta 55 (147-144)	330.00	2010.62	SLU	CC3	0.00	-51.51	0.00	0.00	-217.72	0.00	0.35	3.37	3	4.23	V
Asta 56 (144-81)	0.00	2010.62	SLU	CC3	0.00	-51.53	0.00	0.00	-217.72	0.00	0.35	3.37	3	4.23	V
Asta 57 (81-79)	0.00	2010.62	SLU	CC3	0.00	-49.68	0.00	0.00	-217.72	0.00	0.35	3.37	3	4.38	V
Asta 58 (79-76)	0.00	1206.37	SLU	CC3	0.00	-50.00	0.00	0.00	-132.18	0.00	0.35	3.95	3	2.64	V
Asta 59 (73-70)	335.00	2010.62	SLU	CC3	0.00	-42.72	0.00	0.00	-125.47	0.00	0.35	2.18	3	2.94	V
Asta 60 (70-67)	0.00	2010.62	SLU	CC3	0.00	-36.79	0.00	0.00	-125.47	0.00	0.35	2.18	3	3.41	V
Asta 61 (67-64)	330.00	2010.62	SLU	CC3	0.00	-36.42	0.00	0.00	-125.47	0.00	0.35	2.18	3	3.44	V
Asta 62 (64-61)	0.00	2010.62	SLU	CC3	0.00	-33.07	0.00	0.00	-125.47	0.00	0.35	2.18	3	3.79	V
Asta 63 (61-58)	335.00	2010.62	SLU	CC3	0.00	-35.41	0.00	0.00	-125.47	0.00	0.35	2.18	3	3.54	V
Asta 64 (58-55)	0.00	2010.62	SLU	CC3	0.00	-32.56	0.00	0.00	-125.47	0.00	0.35	2.18	3	3.85	V
Asta 65 (55-52)	340.00	2010.62	SLU	CC3	0.00	-40.49	0.00	0.00	-125.47	0.00	0.35	2.18	3	3.10	V
Asta 66 (52-46)	0.00	2010.62	SLU	CC3	0.00	-42.58	0.00	0.00	-125.47	0.00	0.35	2.18	3	2.95	V
Asta 67 (46-43)	0.00	2010.62	SLU	CC1	0.00	-36.82	0.00	0.00	-125.47	0.00	0.35	2.18	3	3.41	V
Asta 68 (147-150)	0.00	2010.62	SLU	CC3	0.00	-34.29	0.00	0.00	-125.47	0.00	0.35	2.18	3	3.66	V
Asta 69 (150-153)	0.00	2010.62	SLU	CC3	0.00	-31.56	0.00	0.00	-125.47	0.00	0.35	2.18	3	3.98	V
Asta 70 (153-156)	0.00	2010.62	SLU	CC3	0.00	-37.51	0.00	0.00	-125.47	0.00	0.35	2.18	3	3.35	V
Asta 71 (156-43)	0.00	2010.62	SLU	CC3	0.00	-43.83	0.00	0.00	-125.47	0.00	0.35	2.18	3	2.86	V
Asta 72 (147-139)	320.00	1206.37	SLU	CC1	0.00	-13.37	0.00	0.00	-77.61	0.00	0.35	2.64	3	5.81	V
Asta 73 (139-136)	325.72	1206.37	SLU	CC1	0.00	-12.20	0.00	0.00	-77.61	0.00	0.35	2.64	3	6.36	V
Asta 74 (136-133)	329.12	1206.37	SLU	CC1	0.00	-15.90	0.00	0.00	-77.61	0.00	0.35	2.64	3	4.88	V
Asta 75 (133-106)	0.00	1206.37	SLU	CC1	0.00	-17.61	0.00	0.00	-77.61	0.00	0.35	2.64	3	4.41	V
Asta 76 (106-100)	0.00	1206.37	SLU	CC1	0.00	-12.46	0.00	0.00	-77.61	0.00	0.35	2.64	3	6.23	V
Asta 77 (79-142)	324.66	1206.37	SLU	CC1	0.00	-14.12	0.00	0.00	-77.61	0.00	0.35	2.64	3	5.50	V
Asta 78 (142-84)	0.00	1206.37	SLU	CC1	0.00	-14.43	0.00	0.00	-77.61	0.00	0.35	2.64	3	5.38	V
Asta 79 (84-87)	331.55	1206.37	SLU	CC1	0.00	-17.12	0.00	0.00	-77.61	0.00	0.35	2.64	3	4.53	V
Asta 80 (87-90)	0.00	1206.37	SLU	CC1	0.00	-18.15	0.00	0.00	-77.61	0.00	0.35	2.64	3	4.28	V
Asta 81 (90-93)	0.00	1608.50	SLU	CC1	0.00	-10.40	0.00	0.00	-101.59	0.00	0.35	2.36	3	9.77	V
Asta 82 (93-95)	320.00	2010.62	SLU	CC3	0.00	-36.97	0.00	0.00	-127.85	0.00	0.35	2.47	3	3.46	V
Asta 83 (95-97)	0.00	2010.62	SLU	CC3	0.00	-29.92	0.00	0.00	-127.85	0.00	0.35	2.47	3	4.27	V
Asta 84 (97-100)	0.00	2010.62	SLU	CC3	0.00	-31.74	0.00	0.00	-127.85	0.00	0.35	2.47	3	4.03	V
Asta 85 (90-106)	0.00	6371.15	SLU	CC3	0.00	-234.79	0.00	0.00	-730.10	0.00	0.35	2.52	3	3.11	V
Asta 86 (87-158)	309.90	2010.62	SLU	CC3	0.00	-45.64	0.00	0.00	-161.49	0.00	0.35	2.57	3	3.54	V
Asta 87 (158-160)	320.00	2010.62	SLU	CC3	0.00	-46.04	0.00	0.00	-161.49	0.00	0.35	2.57	3	3.51	V
Asta 88 (160-133)	0.00	2010.62	SLU	CC3	0.00	-46.74	0.00	0.00	-161.49	0.00	0.35	2.57	3	3.45	V
Asta 89 (84-136)	0.00	5321.86	SLU	CC3	0.00	-123.78	0.00	0.00	-965.73	0.00	0.35	4.37	3	7.80	V
Asta 90 (142-139)	1055.00	5321.86	SLU	CC3	0.00	-157.91	0.00	0.00	-965.73	0.00	0.35	4.37	3	6.12	V
Asta 91 (124-127)	325.00	2010.62	SLU	CC3	0.00	-32.25	0.00	0.00	-161.49	0.00	0.35	2.57	3	5.01	V
Asta 92 (118-121)	0.00	2010.62	SLU	CC3	0.00	-27.97	0.00	0.00	-161.49	0.00	0.35	2.57	3	5.77	V
Asta 93 (109-112)	0.00	1206.37	SLU	CC3	0.00	-19.07	0.00	0.00	-77.61	0.00	0.35	2.64	3	4.07	V
Asta 94 (124-118)	669.84	2412.74	SLU	CC1	0.00	-57.19	0.00	0.00	-149.30	0.00	0.35	2.04	3	2.61	V
Asta 95 (118-109)	0.00	1206.37	SLU	CC1	0.00	-23.18	0.00	0.00	-77.61	0.00	0.35	2.64	3	3.35	V
Asta 96 (127-115)	335.72	1206.37	SLU	CC1	0.00	-17.73	0.00	0.00	-77.61	0.00	0.35	2.64	3	4.38	V
Asta 97 (115-121)	0.00	1206.37	SLU	CC1	0.00	-13.57	0.00	0.00	-77.61	0.00	0.35	2.64	3	5.72	V
Asta 98 (121-112)	0.00	1206.37	SLU	CC1	0.00	-15.49	0.00	0.00	-77.61	0.00	0.35	2.64	3	5.01	V
Asta 186 (107-104)	0.00	2010.62	SLU	CC3	0.00	-29.58	0.00	0.00	-161.49	0.00	0.35	2.57	3	5.46	V
Asta 187 (116-131)	0.00	2010.62	SLU	CC3	0.00	-46.84	0.00	0.00	-161.49	0.00	0.35	2.57	3	3.45	V

Taglio SLU

Trave : Trave di elevazione di input (vedi "Asta I." in "Caratteristiche delle Aste");
Blocco : Tratto nel quale le staffe vengono mantenute costanti
1 : Estremo iniziale;

- 2 : Mediano;
3 : Estremo finale;

Ltr : Lunghezza del blocco;

Tagli Sollecitanti

VSD1-3 : Valore del Taglio 1-3 sollecitante di calcolo
(calcolato per soddisfare $V_{Sd} = V_{Ed}$; $V_{Ed} = \gamma_{Rd} (M_{C,Rdsup} + M_{C,Rdinf}) / lp$);

VSD1-2 : Valore del Taglio 1-2 sollecitante di calcolo
(calcolato per soddisfare $V_{Sd} = V_{Ed}$; $V_{Ed} = \gamma_{Rd} (M_{C,Rdsup} + M_{C,Rdinf}) / lp$);

$\gamma_{Rd} = 1.1$;

cot(θ) : Cotangente dell'angolo θ di inclinazione delle bielle;

Tagli Resistenti

VRd1-3 : Valore del Taglio 1-3 resistente di calcolo;

VRd1-2 : Valore del Taglio 1-2 resistente di calcolo;

\emptyset : Diametro della staffa;

Nbr 2 : Numero di bracci di cui è composta la staffa in direzione 2 locale;

Nbr 3 : Numero di bracci di cui è composta la staffa in direzione 3 locale;

Passo : Interasse tra le staffe;

S1-2 : Coefficiente di sicurezza relativo a VSD1-2

S1-3 : Coefficiente di sicurezza relativo a VSD1-3

Esito : V = Verificato; NV = Non Verificato;

Trave	Blocco	Ltr [cm]	\emptyset [mm]	Nbr 2	Nbr 3	Passo [mm]	Vsd1-2 [kN]	Vsd1-3 [kN]	cot(θ)	Vrd1-2 [kN]	Vrd1-3 [kN]	S1-2	S1-3	Esito
Asta 1 (1-47)	-	575.00	10.0	2	2	200.0	0.00	-35.06	2.50	0.00	250.05	100.00	7.13	V
Asta 2 (1-4)	-	140.00	10.0	2	2	200.0	0.00	-94.40	2.50	0.00	447.20	100.00	4.74	V
Asta 3 (4-7)	-	195.00	10.0	2	2	200.0	0.00	71.89	2.50	0.00	447.20	100.00	6.22	V
Asta 4 (7-10)	-	462.50	10.0	2	2	200.0	0.00	-94.58	2.50	0.00	447.20	100.00	4.73	V
Asta 5 (26-23)	-	315.00	10.0	2	2	200.0	0.00	-68.96	2.50	0.00	447.20	100.00	6.48	V
Asta 6 (23-20)	-	320.00	10.0	2	2	200.0	0.00	60.40	2.50	0.00	447.20	100.00	7.40	V
Asta 7 (20-17)	-	330.00	10.0	2	2	200.0	0.00	-49.27	2.50	0.00	447.20	100.00	9.08	V
Asta 8 (17-14)	-	335.00	10.0	2	2	200.0	0.00	56.52	2.50	0.00	447.20	100.00	7.91	V
Asta 9 (47-44)	-	235.00	10.0	2	2	200.0	0.00	-55.45	2.50	0.00	447.20	100.00	8.07	V
Asta 10 (44-41)	-	549.21	10.0	2	2	200.0	0.00	96.41	2.50	0.00	447.20	100.00	4.64	V
Asta 11 (41-38)	-	320.00	10.0	2	2	200.0	0.00	50.80	2.50	0.00	447.20	100.00	8.80	V
Asta 12 (38-35)	-	330.00	10.0	2	2	200.0	0.00	-47.10	2.50	0.00	447.20	100.00	9.49	V
Asta 13 (35-32)	-	335.00	10.0	2	2	200.0	0.00	-49.92	2.50	0.00	447.20	100.00	8.96	V
Asta 14 (32-29)	-	355.00	10.0	2	2	200.0	0.00	60.12	2.50	0.00	447.20	100.00	7.44	V
Asta 15 (125-113)	-	335.72	10.0	2	2	200.0	0.00	-23.58	2.50	0.00	316.73	100.00	13.43	V
Asta 16 (113-119)	-	313.87	10.0	2	2	200.0	0.00	20.30	2.50	0.00	316.73	100.00	15.61	V
Asta 17 (119-110)	-	331.12	10.0	2	2	200.0	0.00	22.14	2.50	0.00	316.73	100.00	14.31	V
Gruppo (10-13-20)	-	864.86	10.0	2	2	200.0	0.00	-81.84	2.23	0.00	150.03	100.00	1.83	V
Asta 20 (14-29)	-	368.00	10.0	2	2	200.0	0.00	30.91	2.50	0.00	316.73	100.00	10.25	V
Asta 21 (161-50)	-	329.21	10.0	2	2	200.0	0.00	15.57	1.94	0.00	116.69	100.00	7.50	V
Asta 22 (50-53)	-	340.00	10.0	2	2	200.0	0.00	15.52	1.94	0.00	116.69	100.00	7.52	V
Asta 23 (53-56)	-	310.00	10.0	2	2	200.0	0.00	-13.99	1.94	0.00	116.69	100.00	8.34	V
Asta 24 (56-59)	-	335.00	10.0	2	2	200.0	0.00	15.39	1.94	0.00	116.69	100.00	7.58	V
Asta 25 (59-62)	-	315.00	10.0	2	2	200.0	0.00	-14.17	1.94	0.00	116.69	100.00	8.23	V
Asta 26 (62-65)	-	330.00	10.0	2	2	200.0	0.00	15.22	1.94	0.00	116.69	100.00	7.67	V
Asta 27 (65-68)	-	325.00	10.0	2	2	200.0	0.00	-14.52	1.94	0.00	116.69	100.00	8.03	V
Asta 28 (68-71)	-	335.00	10.0	2	2	200.0	0.00	15.16	1.94	0.00	116.69	100.00	7.70	V
Asta 29 (71-74)	-	560.00	10.0	2	2	200.0	0.00	-25.42	1.94	0.00	116.69	100.00	4.59	V
Asta 30 (74-77)	-	325.00	10.0	2	2	200.0	0.00	15.02	1.94	0.00	116.69	100.00	7.77	V
Asta 31 (77-140)	-	325.00	10.0	2	2	200.0	0.00	14.57	1.94	0.00	116.69	100.00	8.01	V
Asta 32 (140-82)	-	344.22	10.0	2	2	200.0	0.00	15.21	1.94	0.00	116.69	100.00	7.67	V
Asta 33 (82-85)	-	331.62	10.0	2	2	200.0	0.00	-14.69	1.94	0.00	116.69	100.00	7.95	V
Asta 34 (85-88)	-	333.12	10.0	2	2	200.0	0.00	14.88	1.94	0.00	116.69	100.00	7.84	V
Asta 35 (88-91)	-	307.00	10.0	2	2	200.0	0.00	13.97	1.94	0.00	116.69	100.00	8.35	V
Asta 36 (98-104)	-	319.50	10.0	2	2	200.0	0.00	21.31	2.50	0.00	316.73	100.00	14.86	V
Asta 37 (104-131)	-	331.58	10.0	2	2	200.0	0.00	-23.49	2.50	0.00	316.73	100.00	13.49	V
Asta 38 (131-134)	-	329.12	10.0	2	2	200.0	0.00	21.59	2.50	0.00	316.73	100.00	14.67	V
Asta 39 (134-137)	-	325.72	10.0	2	2	200.0	0.00	-20.11	2.50	0.00	316.73	100.00	15.75	V
Asta 40 (137-145)	-	320.00	10.0	2	2	200.0	0.00	21.03	2.50	0.00	316.73	100.00	15.06	V
Asta 41 (145-148)	-	320.00	10.0	2	2	200.0	0.00	-44.15	2.50	0.00	316.73	100.00	7.17	V
Asta 42 (148-151)	-	320.00	10.0	2	2	200.0	0.00	42.09	2.50	0.00	316.73	100.00	7.53	V

Asta 43 (151-154)	-	350.00	10.0	2	2	200.0	0.00	45.50	2.50	0.00	316.73	100.00	6.96	V
Asta 44 (154-41)	-	330.00	10.0	2	2	200.0	0.00	47.88	2.50	0.00	316.73	100.00	6.62	V
Asta 45 (137-122)	-	315.00	10.0	2	2	200.0	0.00	95.06	2.50	0.00	316.73	100.00	3.33	V
Asta 46 (122-125)	-	325.00	10.0	2	2	200.0	0.00	42.00	2.50	0.00	316.73	100.00	7.54	V
Asta 47 (125-128)	-	335.00	10.0	2	2	200.0	0.00	-48.54	2.50	0.00	316.73	100.00	6.52	V
Asta 48 (128-38)	-	320.00	10.0	2	2	200.0	0.00	44.93	2.50	0.00	316.73	100.00	7.05	V
Asta 49 (122-116)	-	669.84	10.0	2	2	200.0	0.00	-42.81	2.50	0.00	316.73	100.00	7.40	V
Asta 50 (116-107)	-	331.12	10.0	2	2	200.0	0.00	21.94	2.50	0.00	316.73	100.00	14.44	V
Asta 51 (107-101)	-	319.96	10.0	2	2	200.0	0.00	21.23	2.50	0.00	316.73	100.00	14.92	V
Asta 52 (101-98)	-	310.00	10.0	2	2	200.0	0.00	-42.49	2.50	0.00	250.05	100.00	5.89	V
Asta 53 (107-110)	-	339.98	10.0	2	2	200.0	0.00	-19.63	2.50	0.00	250.05	100.00	12.74	V
Asta 54 (73-76)	-	560.00	10.0	2	2	200.0	0.00	32.10	2.50	0.00	250.05	100.00	7.79	V
Asta 55 (147-144)	-	330.00	10.0	2	2	200.0	0.00	-95.45	2.50	0.00	414.07	100.00	4.34	V
Asta 56 (144-81)	-	340.00	10.0	2	2	200.0	0.00	90.18	2.50	0.00	414.07	100.00	4.59	V
Asta 57 (81-79)	-	324.35	10.0	2	2	200.0	0.00	95.36	2.50	0.00	414.07	100.00	4.34	V
Asta 58 (79-76)	-	325.00	10.0	2	2	200.0	0.00	76.70	2.50	0.00	414.07	100.00	5.40	V
Asta 59 (73-70)	-	335.00	10.0	2	2	200.0	0.00	-77.00	2.50	0.00	250.05	100.00	3.25	V
Asta 60 (70-67)	-	325.00	10.0	2	2	200.0	0.00	69.32	2.50	0.00	250.05	100.00	3.61	V
Asta 61 (67-64)	-	330.00	10.0	2	2	200.0	0.00	-69.94	2.50	0.00	250.05	100.00	3.58	V
Asta 62 (64-61)	-	315.00	10.0	2	2	200.0	0.00	64.50	2.50	0.00	250.05	100.00	3.88	V
Asta 63 (61-58)	-	335.00	10.0	2	2	200.0	0.00	-68.03	2.50	0.00	250.05	100.00	3.68	V
Asta 64 (58-55)	-	310.00	10.0	2	2	200.0	0.00	63.19	2.50	0.00	250.05	100.00	3.96	V
Asta 65 (55-52)	-	340.00	10.0	2	2	200.0	0.00	-70.50	2.50	0.00	250.05	100.00	3.55	V
Asta 66 (52-46)	-	330.00	10.0	2	2	200.0	0.00	74.86	2.50	0.00	250.05	100.00	3.34	V
Asta 67 (46-43)	-	550.00	10.0	2	2	200.0	0.00	45.13	2.50	0.00	250.05	100.00	5.54	V
Asta 68 (147-150)	-	320.00	10.0	2	2	200.0	0.00	64.39	2.50	0.00	250.05	100.00	3.88	V
Asta 69 (150-153)	-	320.00	10.0	2	2	200.0	0.00	63.03	2.50	0.00	250.05	100.00	3.97	V
Asta 70 (153-156)	-	350.00	10.0	2	2	200.0	0.00	69.07	2.50	0.00	250.05	100.00	3.62	V
Asta 71 (156-43)	-	330.00	10.0	2	2	200.0	0.00	74.56	2.50	0.00	250.05	100.00	3.35	V
Asta 72 (147-139)	-	320.00	10.0	2	2	200.0	0.00	-27.10	2.50	0.00	250.05	100.00	9.23	V
Asta 73 (139-136)	-	325.72	10.0	2	2	200.0	0.00	-25.78	2.50	0.00	250.05	100.00	9.70	V
Asta 74 (136-133)	-	329.12	10.0	2	2	200.0	0.00	-27.68	2.50	0.00	250.05	100.00	9.03	V
Asta 75 (133-106)	-	331.62	10.0	2	2	200.0	0.00	28.94	2.50	0.00	250.05	100.00	8.64	V
Asta 76 (106-100)	-	284.50	10.0	2	2	200.0	0.00	26.30	2.50	0.00	250.05	100.00	9.51	V
Asta 77 (79-142)	-	324.66	10.0	2	2	200.0	0.00	-27.31	2.50	0.00	250.05	100.00	9.16	V
Asta 78 (142-84)	-	344.20	10.0	2	2	200.0	0.00	27.81	2.50	0.00	250.05	100.00	8.99	V
Asta 79 (84-87)	-	331.55	10.0	2	2	200.0	0.00	-28.21	2.50	0.00	250.05	100.00	8.86	V
Asta 80 (87-90)	-	333.12	10.0	2	2	200.0	0.00	29.20	2.50	0.00	250.05	100.00	8.56	V
Asta 81 (90-93)	-	287.00	10.0	2	2	200.0	0.00	25.26	2.50	0.00	250.05	100.00	9.90	V
Asta 82 (93-95)	-	320.00	10.0	2	2	200.0	0.00	-72.67	2.50	0.00	250.05	100.00	3.44	V
Asta 83 (95-97)	-	315.00	10.0	2	2	200.0	0.00	51.71	2.50	0.00	250.05	100.00	4.84	V
Asta 84 (97-100)	-	320.00	10.0	2	2	200.0	0.00	65.77	2.50	0.00	250.05	100.00	3.80	V
Asta 85 (90-106)	-	1055.00	10.0	2	2	200.0	0.00	194.38	2.50	0.00	447.20	100.00	2.30	V
Asta 86 (87-158)	-	309.90	10.0	2	2	200.0	0.00	-89.48	2.50	0.00	316.73	100.00	3.54	V
Asta 87 (158-160)	-	320.00	10.0	2	2	200.0	0.00	-72.37	2.50	0.00	316.73	100.00	4.38	V
Asta 88 (160-133)	-	325.00	10.0	2	2	200.0	0.00	92.60	2.50	0.00	316.73	100.00	3.42	V
Asta 89 (84-136)	-	1054.97	10.0	2	2	200.0	0.00	221.39	2.50	0.00	679.08	100.00	3.07	V
Asta 90 (142-139)	-	1055.00	10.0	2	2	200.0	0.00	-217.81	2.50	0.00	679.08	100.00	3.12	V
Asta 91 (124-127)	-	325.00	10.0	2	2	200.0	0.00	-73.22	2.50	0.00	316.73	100.00	4.33	V
Asta 92 (118-121)	-	324.98	10.0	2	2	200.0	0.00	96.17	2.50	0.00	316.73	100.00	3.29	V
Asta 93 (109-112)	-	325.00	10.0	2	2	200.0	0.00	50.48	2.50	0.00	250.05	100.00	4.95	V
Asta 94 (124-118)	-	669.84	10.0	2	2	200.0	0.00	-55.03	2.50	0.00	250.05	100.00	4.54	V
Asta 95 (118-109)	-	323.62	10.0	2	2	200.0	0.00	32.46	2.50	0.00	250.05	100.00	7.70	V
Asta 96 (127-115)	-	335.72	10.0	2	2	200.0	0.00	-30.45	2.50	0.00	250.05	100.00	8.21	V
Asta 97 (115-121)	-	313.87	10.0	2	2	200.0	0.00	26.16	2.50	0.00	250.05	100.00	9.56	V
Asta 98 (121-112)	-	323.62	10.0	2	2	200.0	0.00	29.13	2.50	0.00	250.05	100.00	8.58	V
Asta 186 (107-104)	-	324.96	10.0	2	2	200.0	0.00	67.79	2.50	0.00	316.73	100.00	4.67	V
Asta 187 (116-131)	-	325.00	10.0	2	2	200.0	0.00	100.24	2.50	0.00	316.73	100.00	3.16	V

12 RESISTENZA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI PER AZIONI ORIZZONTALI

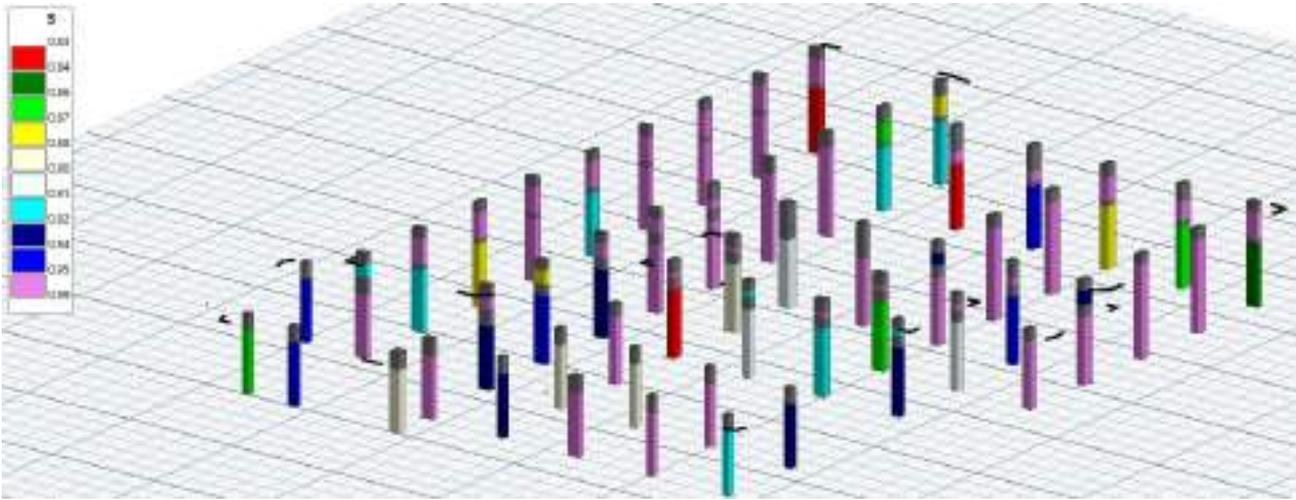
15.1 ANALISI DINAMICA LINEARE SLV CON FATTORE DI STRUTTURA q

Nel presente paragrafo sono riportati le verifiche per i meccanismi fragili e duttili dell'edificio, per i quali sono state eseguite analisi dinamiche lineari con l'utilizzo del fattore di struttura q

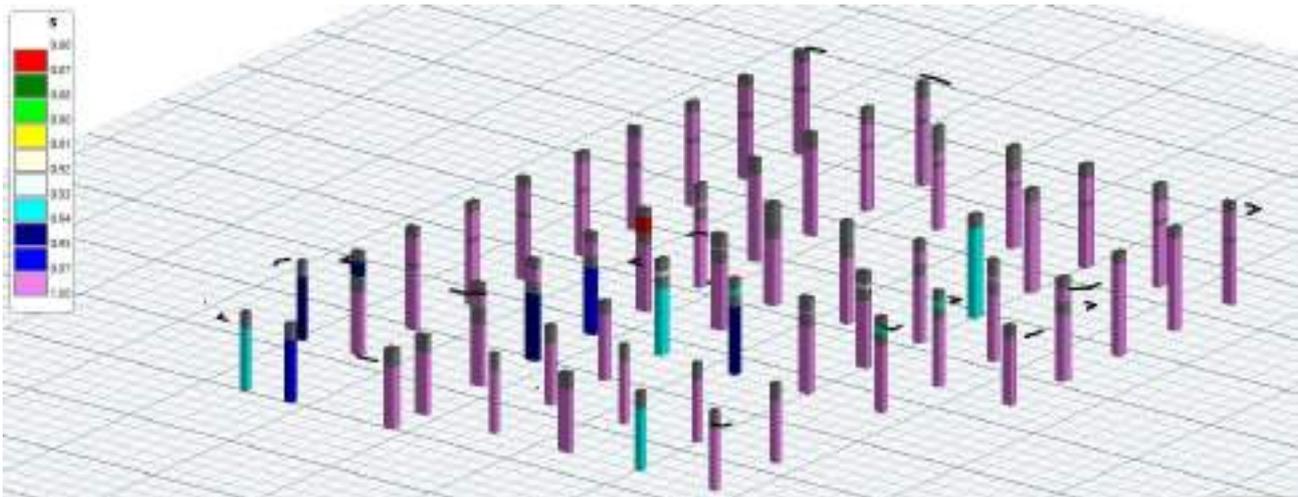
Le verifiche che sono state realizzate sono:

15.1.1 Verifica dei Pilastro SLV

VERIFICA A PRESSOFLESSIONE

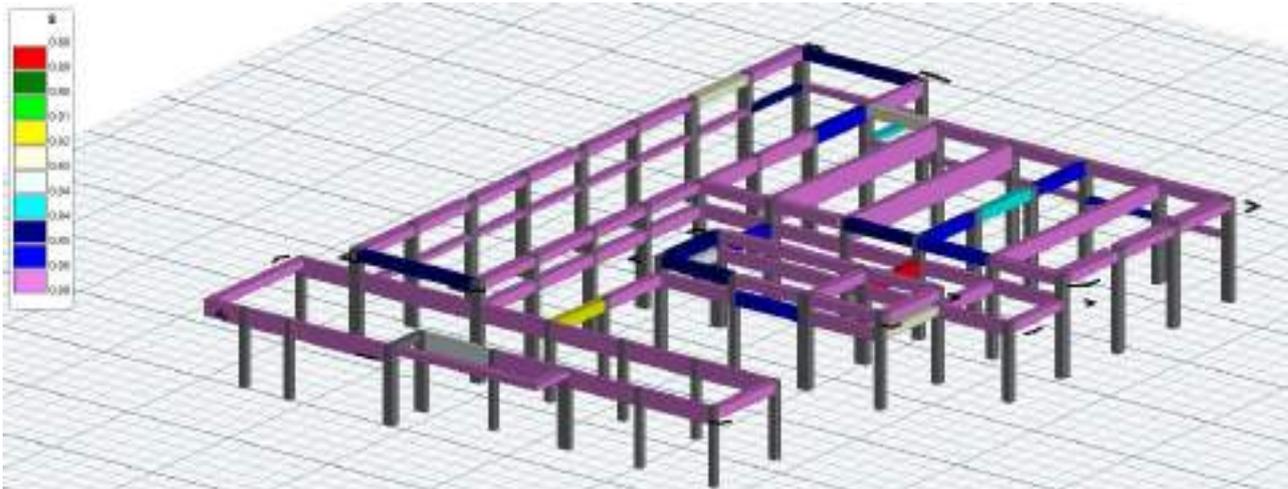


VERIFICA A TAGLIO

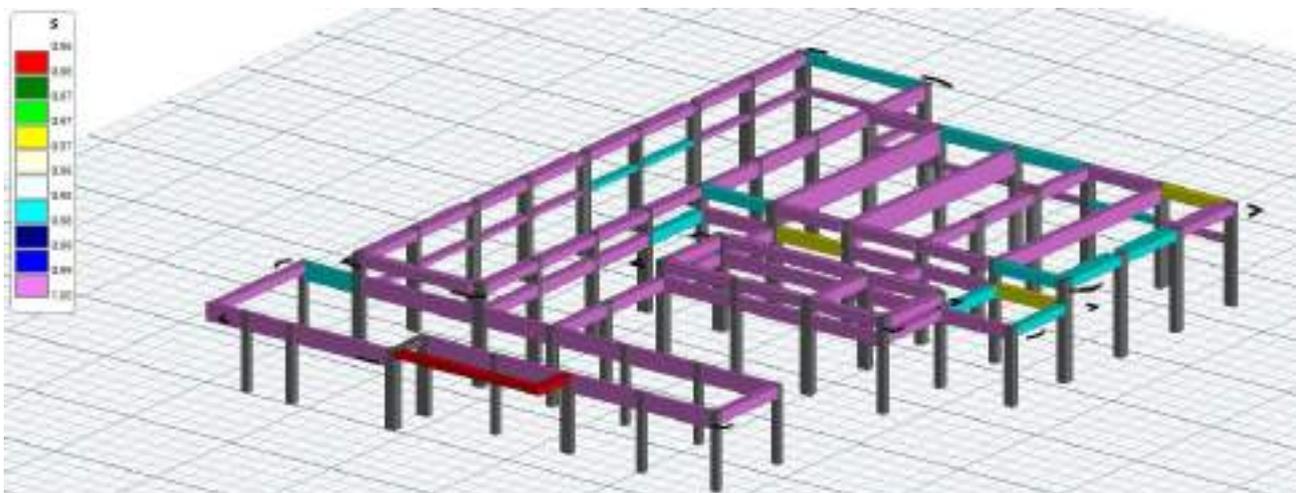


15.1.2 Verifica delle Travi SLV

VERIFICA A PRESSOFLESSIONE

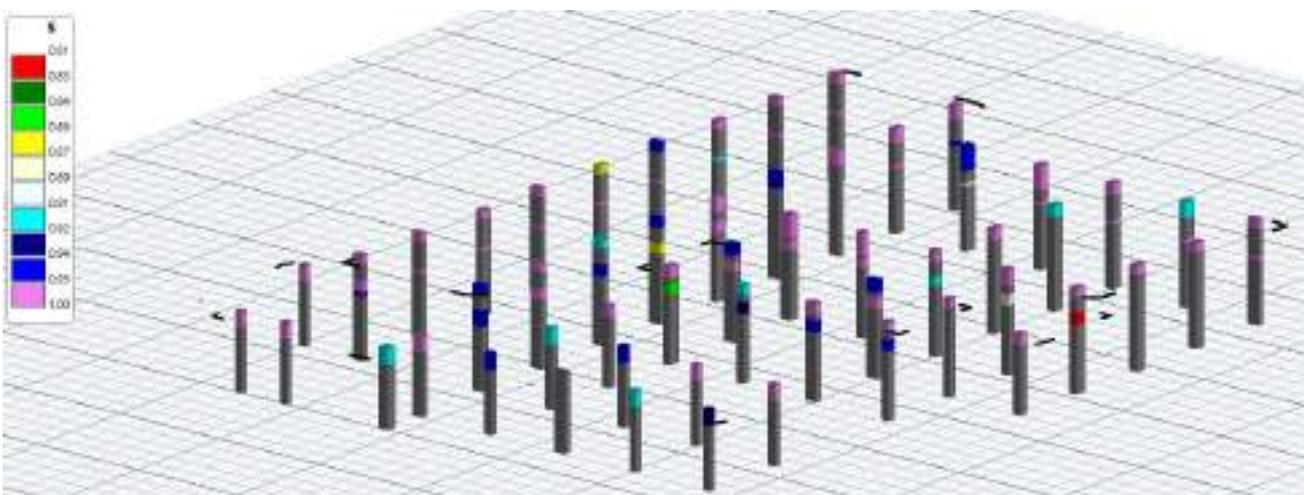


VERIFICA A TAGLIO



15.1.3 Verifica dei Nodi SLV

VERIFICA DEI NODI



15.1.4 Risultati Globali PGA Per Gli Elementi SLV

PILASTRI

Pilastro : Pilastro di input (vedi "Asta I." in "Caratteristiche delle Aste");
 PGA_C : Valore della capacità dell'accelerazione di picco al suolo per lo stato limite considerato;
 PGA_D : Valore della domanda dell'accelerazione di picco al suolo per lo stato limite considerato;
 Tipo verifica : Verifica che determina il risultato della vulnerabilità;
 ζ_E : Indicatore della sicurezza per l'azione sismica delle accelerazioni;
 Esito : V = Verificato; NV = Non Verificato;

Pilastro	PGA_C [g]	PGA_D [g]	Tipo verifica	ζ_E	Esito
Asta 99 (73-71)	0.417	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.52	V
Asta 100 (71-72)	0.162	0.274	Slv -> Fless. retta dir.3	0.59	NV
Gruppo (70-68-69)	0.296	0.274	Slv -> Fless. retta dir.3	1.08	V
Gruppo (64-62-63)	0.306	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.12	V
Asta 105 (58-56)	0.273	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.00	V
Asta 106 (56-57)	0.248	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	0.91	NV
Asta 107 (52-50)	0.339	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.24	V
Asta 108 (50-51)	0.231	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	0.84	NV
Asta 109 (46-44)	0.21	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	0.77	NV
Asta 110 (161-45)	0.184	0.274	Slv -> Fless. retta dir.3	0.67	NV
Asta 111 (67-65)	0.382	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.39	V
Asta 112 (65-66)	0.209	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	0.76	NV
Asta 113 (60-59)	0.173	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	0.63	NV
Asta 114 (59-61)	0.323	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.18	V
Asta 115 (54-53)	0.165	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	0.60	NV
Asta 116 (53-55)	0.342	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.25	V
Asta 117 (87-85)	0.329	0.274	Slv -> Fless. retta dir.3	1.20	V
Asta 118 (85-86)	0.213	0.274	Slv -> Fless. retta dir.3	0.78	NV
Asta 119 (35-36)	0.213	0.274	Slv -> Fless. retta dir.3	0.78	NV
Asta 120 (17-18)	0.202	0.274	Slv -> Fless. retta dir.3	0.74	NV
Asta 121 (32-33)	0.218	0.274	Slv -> Fless. retta dir.3	0.80	NV
Asta 122 (29-30)	0.227	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	0.83	NV
Asta 123 (14-15)	0.251	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	0.92	NV
Asta 124 (47-48)	0.224	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	0.82	NV
Asta 125 (4-5)	0.305	0.274	Slv -> Fless. retta dir.3	1.11	V
Asta 126 (7-8)	0.283	0.274	Slv -> Fless. retta dir.3	1.03	V
Asta 127 (23-24)	0.334	0.274	Slv -> Fless. retta dir.3	1.22	V
Asta 128 (43-41)	0.179	0.274	Slv -> Taglio	0.65	NV
Asta 129 (41-42)	0.236	0.274	Slv -> Fless. retta dir.3	0.86	NV
Asta 130 (38-39)	0.248	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	0.91	NV
Asta 131 (26-27)	0.187	0.274	Slv -> Fless. retta dir.3	0.68	NV
Asta 132 (10-11)	0.151	0.274	Slv -> Fless. retta dir.3	0.55	NV
Asta 133 (20-21)	0.198	0.274	Slv -> Fless. retta dir.3	0.72	NV
Asta 134 (154-155)	0.268	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	0.98	NV
Asta 135 (156-154)	0.175	0.274	Slv -> Taglio	0.64	NV
Asta 136 (151-152)	0.279	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.02	V
Asta 137 (153-151)	0.188	0.274	Slv -> Taglio	0.69	NV
Asta 138 (148-149)	0.265	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	0.97	NV
Asta 139 (150-148)	0.178	0.274	Slv -> Taglio	0.65	NV
Gruppo (147-145-146)	0.204	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	0.74	NV
Asta 142 (144-143)	0.376	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.37	V
Asta 143 (81-80)	0.35	0.274	Slv -> Fless. retta dir.3	1.28	V
Asta 144 (79-77)	0.334	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.22	V
Asta 145 (77-78)	0.24	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	0.88	NV
Asta 146 (76-74)	0.253	0.274	Slv -> Fless. retta dir.3	0.92	NV
Asta 147 (74-75)	0.24	0.274	Slv -> Fless. retta dir.3	0.88	NV
Asta 149 (137-138)	0.17	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	0.62	NV
Asta 151 (134-135)	0.315	0.274	Slv -> Fless. retta dir.3	1.15	V
Asta 152 (133-131)	0.181	0.274	Slv -> Taglio	0.66	NV
Asta 153 (131-132)	0.248	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	0.91	NV
Asta 154 (106-104)	0.169	0.274	Slv -> Taglio	0.62	NV
Asta 155 (104-105)	0.259	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	0.95	NV
Asta 156 (100-98)	0.437	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.59	V
Asta 157 (98-99)	0.175	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	0.64	NV
Asta 158 (101-102)	0.156	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	0.57	NV
Asta 159 (109-107)	0.233	0.274	Slv -> Taglio	0.85	NV
Asta 160 (107-108)	0.192	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	0.70	NV
Asta 161 (118-116)	0.507	0.274	Slv -> Taglio	1.85	V
Asta 162 (116-117)	0.201	0.274	Slv -> Fless. retta dir.3	0.73	NV

Asta 163 (124-122)	0.163	0.274	Slv -> Taglio	0.59	NV
Asta 164 (122-123)	0.17	0.274	Slv -> Fless. retta dir.3	0.62	NV
Asta 165 (127-125)	0.514	0.274	Slv -> Taglio	1.88	V
Asta 166 (125-126)	0.158	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	0.58	NV
Asta 167 (115-113)	0.202	0.274	Slv -> Taglio	0.74	NV
Asta 168 (113-114)	0.232	0.274	Slv -> Fless. retta dir.3	0.85	NV
Asta 169 (121-119)	0.301	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.10	V
Asta 170 (119-120)	0.182	0.274	Slv -> Fless. retta dir.3	0.66	NV
Asta 171 (112-110)	0.497	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.81	V
Asta 172 (110-111)	0.161	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	0.59	NV
Asta 173 (84-82)	0.276	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.01	V
Asta 174 (82-83)	0.24	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	0.88	NV
Asta 175 (142-140)	0.267	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	0.97	NV
Asta 176 (140-141)	0.227	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	0.83	NV
Asta 177 (90-88)	0.151	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	0.55	NV
Asta 178 (88-89)	0.193	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	0.70	NV
Asta 179 (93-91)	0.347	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.27	V
Asta 180 (91-92)	0.162	0.274	Slv -> Fless. retta dir.3	0.59	NV
Asta 181 (95-94)	0.163	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	0.59	NV
Asta 182 (97-96)	0.166	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	0.61	NV
Asta 183 (158-157)	0.187	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	0.68	NV
Asta 184 (160-159)	0.204	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	0.74	NV
Asta 188 (128-129)	0.205	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	0.75	NV

TRAVI

- Trave : Trave di elevazione di input (vedi "Asta I." in "Caratteristiche delle Aste");
 PGAC : Valore della capacità dell'accelerazione di picco al suolo per lo stato limite considerato;
 PGAD : Valore della domanda dell'accelerazione di picco al suolo per lo stato limite considerato;
 Tipo verifica : Verifica che determina il risultato della vulnerabilità;
 ζE : Indicatore della sicurezza per l'azione sismica delle accelerazioni;
 Esito : V = Verificato; NV = Non Verificato;

Trave	PGAC [g]	PGAD [g]	Tipo verifica	ζE	Esito
Asta 1 (1-47)	0.781	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	2.85	V
Asta 2 (1-4)	1.452	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	5.30	V
Asta 3 (4-7)	0.833	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	3.04	V
Asta 4 (7-10)	0.365	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.33	V
Asta 5 (26-23)	0.382	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.39	V
Asta 6 (23-20)	0.62	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	2.26	V
Asta 7 (20-17)	0.561	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	2.05	V
Asta 8 (17-14)	1.326	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	4.84	V
Asta 9 (47-44)	0.309	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.13	V
Asta 10 (44-41)	0.537	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.96	V
Asta 11 (41-38)	0.369	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.35	V
Asta 12 (38-35)	2.377	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	8.68	V
Asta 13 (35-32)	2.643	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	9.65	V
Asta 14 (32-29)	1.388	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	5.07	V
Asta 15 (125-113)	0.405	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.48	V
Asta 16 (113-119)	0.433	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.58	V
Asta 17 (119-110)	0.396	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.45	V
Gruppo (10-13-20)	0.558	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	2.04	V
Asta 20 (14-29)	0.406	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.48	V
Asta 21 (161-50)	0.403	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.47	V
Asta 22 (50-53)	0.452	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.65	V
Asta 23 (53-56)	0.415	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.51	V
Asta 24 (56-59)	0.426	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.55	V
Asta 25 (59-62)	0.414	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.51	V
Asta 26 (62-65)	0.415	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.51	V
Asta 27 (65-68)	0.421	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.54	V
Asta 28 (68-71)	0.413	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.51	V
Asta 29 (71-74)	0.308	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.12	V
Asta 30 (74-77)	0.433	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.58	V
Asta 31 (77-140)	0.309	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.13	V
Asta 32 (140-82)	0.33	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.20	V

Asta 33 (82-85)	0.325	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.19	V
Asta 34 (85-88)	0.322	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.18	V
Asta 35 (88-91)	0.306	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.12	V
Asta 36 (98-104)	0.288	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.05	V
Asta 37 (104-131)	0.423	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.54	V
Asta 38 (131-134)	0.427	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.56	V
Asta 39 (134-137)	0.31	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.13	V
Asta 40 (137-145)	0.279	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.02	V
Asta 41 (145-148)	0.362	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.32	V
Asta 42 (148-151)	0.48	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.75	V
Asta 43 (151-154)	0.478	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.74	V
Asta 44 (154-41)	0.344	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.26	V
Asta 45 (137-122)	0.407	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.49	V
Asta 46 (122-125)	0.388	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.42	V
Asta 47 (125-128)	0.485	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.77	V
Asta 48 (128-38)	0.384	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.40	V
Asta 49 (122-116)	0.877	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	3.20	V
Asta 50 (116-107)	0.421	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.54	V
Asta 51 (107-101)	0.465	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.70	V
Asta 52 (101-98)	0.351	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.28	V
Asta 53 (107-110)	0.38	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.39	V
Asta 54 (73-76)	0.378	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.38	V
Asta 55 (147-144)	1.41	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	5.15	V
Asta 56 (144-81)	3.073	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	11.22	V
Asta 57 (81-79)	1.159	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	4.23	V
Asta 58 (79-76)	0.537	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.96	V
Asta 59 (73-70)	0.685	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	2.50	V
Asta 60 (70-67)	0.741	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	2.70	V
Asta 61 (67-64)	0.713	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	2.60	V
Asta 62 (64-61)	0.757	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	2.76	V
Asta 63 (61-58)	0.784	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	2.86	V
Asta 64 (58-55)	0.822	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	3.00	V
Asta 65 (55-52)	0.864	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	3.15	V
Asta 66 (52-46)	1.759	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	6.42	V
Asta 67 (46-43)	0.713	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	2.60	V
Asta 68 (147-150)	1.267	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	4.62	V
Asta 69 (150-153)	1.159	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	4.23	V
Asta 70 (153-156)	1.261	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	4.60	V
Asta 71 (156-43)	1.127	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	4.11	V
Asta 72 (147-139)	0.405	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.48	V
Asta 73 (139-136)	0.513	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.87	V
Asta 74 (136-133)	0.522	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.91	V
Asta 75 (133-106)	0.527	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.92	V
Asta 76 (106-100)	0.432	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.58	V
Asta 77 (79-142)	0.312	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.14	V
Asta 78 (142-84)	0.643	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	2.35	V
Asta 79 (84-87)	0.362	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.32	V
Asta 80 (87-90)	0.392	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.43	V
Asta 81 (90-93)	0.329	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.20	V
Asta 82 (93-95)	0.49	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.79	V
Asta 83 (95-97)	0.448	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.64	V
Asta 84 (97-100)	0.51	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.86	V
Asta 85 (90-106)	2.211	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	8.07	V
Asta 86 (87-158)	0.466	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.70	V
Asta 87 (158-160)	0.647	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	2.36	V
Asta 88 (160-133)	0.73	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	2.66	V
Asta 89 (84-136)	2.409	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	8.79	V
Asta 90 (142-139)	2.353	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	8.59	V
Asta 91 (124-127)	1.18	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	4.31	V
Asta 92 (118-121)	0.756	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	2.76	V
Asta 93 (109-112)	0.77	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	2.81	V
Asta 94 (124-118)	2.706	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	9.88	V
Asta 95 (118-109)	0.763	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	2.78	V
Asta 96 (127-115)	1.108	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	4.04	V
Asta 97 (115-121)	1.094	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	3.99	V
Asta 98 (121-112)	1.025	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	3.74	V
Asta 186 (107-104)	0.486	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.77	V
Asta 187 (116-131)	0.489	0.274	Slv -> Fless. retta dir.2	1.78	V

NODI

- Nodo : Nodo di input (vedi "Nodo I." in "Caratteristiche dei Nodi");
 PGAC : Valore della capacità dell'accelerazione di picco al suolo per lo stato limite considerato;
 PGAD : Valore della domanda dell'accelerazione di picco al suolo per lo stato limite considerato;
 Tipo verifica : Verifica che determina il risultato della vulnerabilità;
 ζ_E : Indicatore della sicurezza per l'azione sismica delle accelerazioni;
 Esito : V = Verificato; NV = Non Verificato;

Nodo	PGAC [g]	PGAD [g]	Tipo verifica	ζ_E	Esito
Nodo 4	1.44	0.274	Slv -> Resistenza	5.26	V
Nodo 7	0.688	0.274	Slv -> Resistenza	2.51	V
Nodo 10	0.218	0.274	Slv -> Resistenza	0.80	NV
Nodo 14	0.258	0.274	Slv -> Resistenza	0.94	NV
Nodo 17	0.994	0.274	Slv -> Resistenza	3.63	V
Nodo 23	1.083	0.274	Slv -> Resistenza	3.95	V
Nodo 26	0.35	0.274	Slv -> Resistenza	1.28	V
Nodo 29	0.282	0.274	Slv -> Resistenza	1.03	V
Nodo 32	1.146	0.274	Slv -> Resistenza	4.18	V
Nodo 35	1.163	0.274	Slv -> Resistenza	4.24	V
Nodo 38	0.39	0.274	Slv -> Resistenza	1.42	V
Nodo 41	0.294	0.274	Slv -> Resistenza	1.07	V
Nodo 43	1.154	0.274	Slv -> Resistenza	4.21	V
Nodo 44	0.197	0.274	Slv -> Resistenza	0.72	NV
Nodo 46	0.87	0.274	Slv -> Resistenza	3.18	V
Nodo 47	0.211	0.274	Slv -> Resistenza	0.77	NV
Nodo 50	0.355	0.274	Slv -> Resistenza	1.30	V
Nodo 52	0.519	0.274	Slv -> Resistenza	1.89	V
Nodo 53	0.343	0.274	Slv -> Resistenza	1.25	V
Nodo 55	0.277	0.274	Slv -> Resistenza	1.01	V
Nodo 56	0.355	0.274	Slv -> Resistenza	1.30	V
Nodo 58	0.451	0.274	Slv -> Resistenza	1.65	V
Nodo 59	0.359	0.274	Slv -> Resistenza	1.31	V
Nodo 61	0.271	0.274	Slv -> Resistenza	0.99	NV
Nodo 62	0.343	0.274	Slv -> Resistenza	1.25	V
Nodo 64	0.43	0.274	Slv -> Resistenza	1.57	V
Nodo 65	0.379	0.274	Slv -> Resistenza	1.38	V
Nodo 67	0.271	0.274	Slv -> Resistenza	0.99	NV
Nodo 68	0.355	0.274	Slv -> Resistenza	1.30	V
Nodo 70	0.426	0.274	Slv -> Resistenza	1.55	V
Nodo 71	1.775	0.274	Slv -> Resistenza	6.48	V
Nodo 73	0.28	0.274	Slv -> Resistenza	1.02	V
Nodo 74	0.568	0.274	Slv -> Resistenza	2.07	V
Nodo 76	0.277	0.274	Slv -> Resistenza	1.01	V
Nodo 77	1.825	0.274	Slv -> Resistenza	6.66	V
Nodo 79	0.341	0.274	Slv -> Resistenza	1.24	V
Nodo 81	0.895	0.274	Slv -> Resistenza	3.27	V
Nodo 82	0.324	0.274	Slv -> Resistenza	1.18	V
Nodo 84	0.393	0.274	Slv -> Resistenza	1.43	V
Nodo 85	0.312	0.274	Slv -> Resistenza	1.14	V
Nodo 87	0.256	0.274	Slv -> Resistenza	0.93	NV
Nodo 88	0.302	0.274	Slv -> Resistenza	1.10	V
Nodo 90	0.22	0.274	Slv -> Resistenza	0.80	NV
Nodo 91	0.407	0.274	Slv -> Resistenza	1.49	V
Nodo 93	0.216	0.274	Slv -> Resistenza	0.79	NV
Nodo 95	0.196	0.274	Slv -> Resistenza	0.72	NV
Nodo 97	0.198	0.274	Slv -> Resistenza	0.72	NV
Nodo 98	0.261	0.274	Slv -> Resistenza	0.95	NV
Nodo 100	0.359	0.274	Slv -> Resistenza	1.31	V
Nodo 101	0.271	0.274	Slv -> Resistenza	0.99	NV
Nodo 104	0.245	0.274	Slv -> Resistenza	0.89	NV
Nodo 106	1.163	0.274	Slv -> Resistenza	4.24	V
Nodo 109	1.058	0.274	Slv -> Resistenza	3.86	V
Nodo 110	0.325	0.274	Slv -> Resistenza	1.19	V
Nodo 112	0.741	0.274	Slv -> Resistenza	2.70	V
Nodo 113	0.457	0.274	Slv -> Resistenza	1.67	V

Nodo 115	1.595	0.274	Slv -> Resistenza	5.82	V
Nodo 116	0.284	0.274	Slv -> Resistenza	1.04	V
Nodo 118	0.59	0.274	Slv -> Resistenza	2.15	V
Nodo 119	0.29	0.274	Slv -> Resistenza	1.06	V
Nodo 121	0.601	0.274	Slv -> Resistenza	2.19	V
Nodo 122	0.277	0.274	Slv -> Resistenza	1.01	V
Nodo 124	0.44	0.274	Slv -> Resistenza	1.61	V
Nodo 125	0.24	0.274	Slv -> Resistenza	0.88	NV
Nodo 127	1.10	0.274	Slv -> Resistenza	4.01	V
Nodo 128	0.359	0.274	Slv -> Resistenza	1.31	V
Nodo 131	0.256	0.274	Slv -> Resistenza	0.93	NV
Nodo 133	0.465	0.274	Slv -> Resistenza	1.70	V
Nodo 140	0.321	0.274	Slv -> Resistenza	1.17	V
Nodo 142	0.388	0.274	Slv -> Resistenza	1.42	V
Nodo 144	0.923	0.274	Slv -> Resistenza	3.37	V
Nodo 145	0.497	0.274	Slv -> Resistenza	1.81	V
Nodo 147	0.475	0.274	Slv -> Resistenza	1.73	V
Nodo 148	0.355	0.274	Slv -> Resistenza	1.30	V
Nodo 150	0.657	0.274	Slv -> Resistenza	2.40	V
Nodo 151	0.39	0.274	Slv -> Resistenza	1.42	V
Nodo 153	0.729	0.274	Slv -> Resistenza	2.66	V
Nodo 154	0.376	0.274	Slv -> Resistenza	1.37	V
Nodo 156	0.876	0.274	Slv -> Resistenza	3.20	V
Nodo 158	0.314	0.274	Slv -> Resistenza	1.15	V
Nodo 160	0.33	0.274	Slv -> Resistenza	1.20	V
Nodo 161	0.544	0.274	Slv -> Resistenza	1.99	V

15.2 VULNERABILITA' NEI CONFRONTI DELLO SLD

La valutazione della sicurezza strutturale ha come obiettivo la stima preliminare della vulnerabilità della struttura e la definizione del livello di conoscenza (LC) da utilizzare per un successivo studio di adeguamento sismico. La vulnerabilità è stata valutata quantitativamente tramite i valori di PGA_{SLV} , PGA_{SLD} che costituiscono le intensità sismiche in termini di accelerazione massima al suolo (Peak Ground Acceleration, PGA). Esse determinerebbero, rispettivamente, il danno severo agli elementi strutturali (PGA_{SLV}) e di danno limitato relativo essenzialmente alle parti non strutturali (PGA_{SLD}). Al fine di ottenere il rischio cui è soggetta una struttura, tali accelerazioni, rappresentative delle prestazioni (o capacità) dell'edificio, sono state rapportate alle accelerazioni attese nel sito in cui è ubicato l'edificio. Infatti, atteso che i due valori di accelerazione calcolati sono relativi a due diverse condizioni degli edifici con conseguenze di gravità crescente andando da PGA_{SLV} a PGA_{SLD} , essi vengono rapportati ad intensità sismiche possibili nel sito ma con diverse probabilità di occorrenza, ossia terremoti con periodo di ritorno di 949 anni (probabilità di eccedenza 10% in 949 anni) per lo stato limite di danno severo e di 101 anni (probabilità di eccedenza 63% in 101 anni) per lo stato limite di danno limitato. In entrambe i casi occorre analizzare sia i meccanismi duttili che quelli fragili. Nel caso si adotta un'analisi modale con spettro di risposta e fattore di struttura, tutti gli elementi strutturali "duttili" devono soddisfare la condizione che la sollecitazione indotta dall'azione sismica ridotta sia inferiore o uguale alla corrispondente resistenza.

$$E_d \leq \frac{R_m}{FC}$$

Tutti gli elementi strutturali "fragili" devono, invece, soddisfare la condizione che la sollecitazione indotta dall'azione sismica ridotta per $q=1.5$ sia inferiore o uguale alla corrispondente resistenza. Per il calcolo della resistenza di elementi/meccanismi duttili o fragili, si impiegano le proprietà dei materiali esistenti direttamente ottenute da prove in sito e da eventuali informazioni aggiuntive, divise per i fattori di confidenza FC ed il coefficiente di sicurezza parziale del materiale.

$$E_d \leq \frac{R_m}{FC \cdot \gamma_m}$$

Il controllo sugli elementi fragili appare particolarmente severo sia per quanto concerne la valutazione della domanda (fattore di struttura molto basso) che per quanto riguarda la stima della capacità, influenzata dal fattore di confidenza e quindi dal livello di conoscenza acquisito. Inoltre la resistenza a taglio di travi e pilastri si valuta come per il caso di nuove costruzioni per situazioni non sismiche, considerando però una forte limitazione sul *contributo del conglomerato* il cui valore deve al massimo essere pari a quello relativo agli elementi "senza armature" trasversali resistenti a taglio della Circolare applicativa alle NTC18 n.7/2019).

La vulnerabilità nello stato limite di danno consiste nel verificare per le costruzioni ricadenti in classe d'uso I e II che l'azione sismica di progetto non produca agli elementi costruttivi senza funzione strutturale danni tali da rendere la costruzione temporaneamente inagibile.

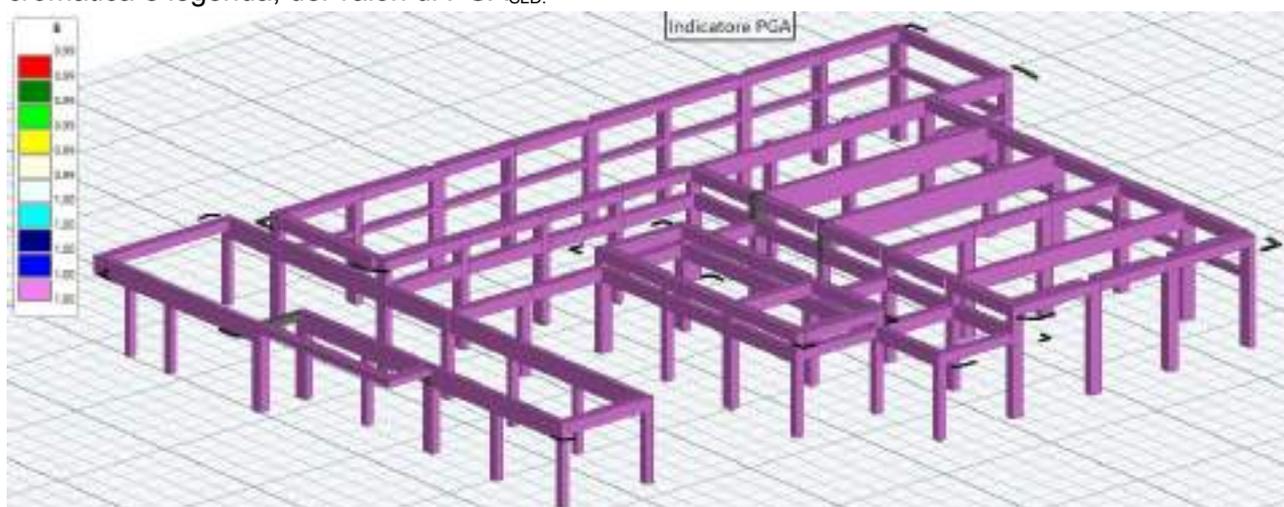
Nel caso delle costruzioni civili e industriali, qualora la temporanea inagibilità sia dovuta a spostamenti eccessivi interpiano, questa condizione si può ritenere soddisfatta quando gli spostamenti interpiano ottenuti dall'analisi in presenza dell'azione sismica di progetto relativa allo SLD siano inferiori ai limiti indicati nel seguito:

- a) per tamponature collegate rigidamente alla struttura, che interferiscono con la deformabilità della stessa:
 - $q_{dr} \leq 0.0050 \cdot h$ per tamponature fragili;
 - $q_{dr} \leq 0.0075 \cdot h$ per tamponature duttili.
- b) per tamponature progettate in modo da non subire danni a seguito di spostamenti d'interpiano d_r per effetto della loro deformabilità intrinseca oppure dei collegamenti alla struttura:
 - $q_{dr} \leq d_r \leq 0.010 \cdot h$.

dove:

- **d_r** è lo spostamento interpiano, ovvero la differenza tra gli spostamenti al solaio superiore e inferiore, calcolati secondo i §§ 7.3.3 o 7.3.4;
- **h** è l'altezza del piano.

Si riportano, di seguito, i risultati delle verifiche allo SLD mediante una rappresentazione, con mappa cromatica e legenda, dei valori di PGA_{SLD} :



Verifica stato limite di danno SLD

15.2.1 RISULTATI GLOBALI PGA PER GLI ELEMENTI SLD

PILASTRI

Pilastro : Pilastro di input (vedi "Asta I." in "Caratteristiche delle Aste");

PGA_C : Valore della capacità dell'accelerazione di picco al suolo per lo stato limite considerato;
 PGA_D : Valore della domanda dell'accelerazione di picco al suolo per lo stato limite considerato;
 Tipo verifica : Verifica che determina il risultato della vulnerabilità;
 ζ_E : Indicatore della sicurezza per l'azione sismica delle accelerazioni;
 Esito : V = Verificato; NV = Non Verificato;

Pilastro	PGA_C [g]	PGA_D [g]	Tipo verifica	ζ_E	Esito
Asta 99 (73-71)	0.578	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	5.16	V
Asta 100 (71-72)	0.219	0.112	Sld -> Fless. retta dir.3	1.96	V
Gruppo (70-68-69)	0.404	0.112	Sld -> Fless. retta dir.3	3.61	V
Gruppo (64-62-63)	0.43	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	3.84	V
Asta 105 (58-56)	0.374	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	3.34	V
Asta 106 (56-57)	0.346	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	3.09	V
Asta 107 (52-50)	0.482	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	4.30	V
Asta 108 (50-51)	0.313	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	2.79	V
Asta 109 (46-44)	0.305	0.112	Sld -> Taglio	2.72	V
Asta 110 (161-45)	0.274	0.112	Sld -> Fless. retta dir.3	2.45	V
Asta 111 (67-65)	0.504	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	4.50	V
Asta 112 (65-66)	0.288	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	2.57	V
Asta 113 (60-59)	0.231	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	2.06	V
Asta 114 (59-61)	0.428	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	3.82	V
Asta 115 (54-53)	0.22	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	1.96	V
Asta 116 (53-55)	0.459	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	4.10	V
Asta 117 (87-85)	0.438	0.112	Sld -> Fless. retta dir.3	3.91	V
Asta 118 (85-86)	0.288	0.112	Sld -> Fless. retta dir.3	2.57	V
Asta 119 (35-36)	0.363	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	3.24	V
Asta 120 (17-18)	0.352	0.112	Sld -> Fless. retta dir.3	3.14	V
Asta 121 (32-33)	0.35	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	3.13	V
Asta 122 (29-30)	0.313	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	2.79	V
Asta 123 (14-15)	0.34	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	3.04	V
Asta 124 (47-48)	0.317	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	2.83	V
Asta 125 (4-5)	0.443	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	3.96	V
Asta 126 (7-8)	0.427	0.112	Sld -> Fless. retta dir.3	3.81	V
Asta 127 (23-24)	0.497	0.112	Sld -> Fless. retta dir.3	4.44	V
Asta 128 (43-41)	0.222	0.112	Sld -> Taglio	1.98	V
Asta 129 (41-42)	0.339	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	3.03	V
Asta 130 (38-39)	0.364	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	3.25	V
Asta 131 (26-27)	0.284	0.112	Sld -> Fless. retta dir.3	2.54	V
Asta 132 (10-11)	0.225	0.112	Sld -> Fless. retta dir.3	2.01	V
Asta 133 (20-21)	0.279	0.112	Sld -> Fless. retta dir.3	2.49	V
Asta 134 (154-155)	0.369	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	3.29	V
Asta 135 (156-154)	0.217	0.112	Sld -> Taglio	1.94	V
Asta 136 (151-152)	0.375	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	3.35	V
Asta 137 (153-151)	0.228	0.112	Sld -> Taglio	2.04	V
Asta 138 (148-149)	0.356	0.112	Sld -> Fless. retta dir.3	3.18	V
Asta 139 (150-148)	0.216	0.112	Sld -> Taglio	1.93	V
Gruppo (147-145-146)	0.279	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	2.49	V
Asta 142 (144-143)	0.525	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	4.69	V
Asta 143 (81-80)	0.473	0.112	Sld -> Fless. retta dir.3	4.22	V
Asta 144 (79-77)	0.448	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	4.00	V
Asta 145 (77-78)	0.322	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	2.88	V
Asta 146 (76-74)	0.376	0.112	Sld -> Fless. retta dir.3	3.36	V
Asta 147 (74-75)	0.311	0.112	Sld -> Fless. retta dir.3	2.78	V
Asta 149 (137-138)	0.24	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	2.14	V
Asta 151 (134-135)	0.436	0.112	Sld -> Fless. retta dir.3	3.89	V
Asta 152 (133-131)	0.216	0.112	Sld -> Taglio	1.93	V
Asta 153 (131-132)	0.341	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	3.04	V
Asta 154 (106-104)	0.206	0.112	Sld -> Taglio	1.84	V
Asta 155 (104-105)	0.365	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	3.26	V
Asta 156 (100-98)	0.621	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	5.54	V
Asta 157 (98-99)	0.222	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	1.98	V
Asta 158 (101-102)	0.224	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	2.00	V
Asta 159 (109-107)	0.279	0.112	Sld -> Taglio	2.49	V
Asta 160 (107-108)	0.268	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	2.39	V
Asta 161 (118-116)	0.626	0.112	Sld -> Taglio	5.59	V
Asta 162 (116-117)	0.278	0.112	Sld -> Fless. retta dir.3	2.48	V
Asta 163 (124-122)	0.204	0.112	Sld -> Taglio	1.82	V

Asta 164 (122-123)	0.234	0.112	Sld -> Fless. retta dir.3	2.09	V
Asta 165 (127-125)	0.618	0.112	Sld -> Taglio	5.52	V
Asta 166 (125-126)	0.22	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	1.96	V
Asta 167 (115-113)	0.26	0.112	Sld -> Taglio	2.32	V
Asta 168 (113-114)	0.331	0.112	Sld -> Fless. retta dir.3	2.96	V
Asta 169 (121-119)	0.444	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	3.96	V
Asta 170 (119-120)	0.255	0.112	Sld -> Fless. retta dir.3	2.28	V
Asta 171 (112-110)	0.647	0.112	Sld -> Taglio	5.78	V
Asta 172 (110-111)	0.227	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	2.03	V
Asta 173 (84-82)	0.388	0.112	Sld -> Taglio	3.46	V
Asta 174 (82-83)	0.352	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	3.14	V
Asta 175 (142-140)	0.383	0.112	Sld -> Taglio	3.42	V
Asta 176 (140-141)	0.342	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	3.05	V
Asta 177 (90-88)	0.307	0.112	Sld -> Taglio	2.74	V
Asta 178 (88-89)	0.294	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	2.63	V
Asta 179 (93-91)	0.496	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	4.43	V
Asta 180 (91-92)	0.204	0.112	Sld -> Fless. retta dir.3	1.82	V
Asta 181 (95-94)	0.224	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	2.00	V
Asta 182 (97-96)	0.225	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	2.01	V
Asta 183 (158-157)	0.255	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	2.28	V
Asta 184 (160-159)	0.274	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	2.45	V
Asta 188 (128-129)	0.292	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	2.61	V

TRAVI

- Trave : Trave di elevazione di input (vedi "Asta I." in "Caratteristiche delle Aste");
PGA_C : Valore della capacità dell'accelerazione di picco al suolo per lo stato limite considerato;
PGA_D : Valore della domanda dell'accelerazione di picco al suolo per lo stato limite considerato;
Tipo verifica : Verifica che determina il risultato della vulnerabilità;
ζ_E : Indicatore della sicurezza per l'azione sismica delle accelerazioni;
Esito : V = Verificato; NV = Non Verificato;

Trave	PGA _C [g]	PGA _D [g]	Tipo verifica	ζ _E	Esito
Asta 1 (1-47)	0.914	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	8.16	V
Asta 2 (1-4)	1.742	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	15.55	V
Asta 3 (4-7)	1.055	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	9.42	V
Asta 4 (7-10)	0.491	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	4.38	V
Asta 5 (26-23)	0.482	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	4.30	V
Asta 6 (23-20)	0.82	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	7.32	V
Asta 7 (20-17)	0.789	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	7.04	V
Asta 8 (17-14)	1.635	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	14.60	V
Asta 9 (47-44)	0.385	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	3.44	V
Asta 10 (44-41)	0.657	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	5.87	V
Asta 11 (41-38)	0.459	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	4.10	V
Asta 12 (38-35)	2.849	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	25.44	V
Asta 13 (35-32)	3.388	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	30.25	V
Asta 14 (32-29)	1.723	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	15.38	V
Asta 15 (125-113)	0.489	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	4.37	V
Asta 16 (113-119)	0.507	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	4.53	V
Asta 17 (119-110)	0.469	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	4.19	V
Gruppo (10-13-20)	0.681	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	6.08	V
Asta 20 (14-29)	0.462	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	4.13	V
Asta 21 (161-50)	0.489	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	4.37	V
Asta 22 (50-53)	0.523	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	4.67	V
Asta 23 (53-56)	0.483	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	4.31	V
Asta 24 (56-59)	0.494	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	4.41	V
Asta 25 (59-62)	0.482	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	4.30	V
Asta 26 (62-65)	0.48	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	4.29	V
Asta 27 (65-68)	0.492	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	4.39	V
Asta 28 (68-71)	0.471	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	4.21	V
Asta 29 (71-74)	0.372	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	3.32	V
Asta 30 (74-77)	0.513	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	4.58	V
Asta 31 (77-140)	0.37	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	3.30	V
Asta 32 (140-82)	0.387	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	3.46	V
Asta 33 (82-85)	0.38	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	3.39	V
Asta 34 (85-88)	0.374	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	3.34	V
Asta 35 (88-91)	0.357	0.112	Sld -> Fless. retta dir.2	3.19	V

Asta 36 (98-104)	0.346	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	3.09	V
Asta 37 (104-131)	0.497	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	4.44	V
Asta 38 (131-134)	0.507	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	4.53	V
Asta 39 (134-137)	0.358	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	3.20	V
Asta 40 (137-145)	0.332	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	2.96	V
Asta 41 (145-148)	0.428	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	3.82	V
Asta 42 (148-151)	0.565	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	5.04	V
Asta 43 (151-154)	0.563	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	5.03	V
Asta 44 (154-41)	0.408	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	3.64	V
Asta 45 (137-122)	0.489	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	4.37	V
Asta 46 (122-125)	0.455	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	4.06	V
Asta 47 (125-128)	0.551	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	4.92	V
Asta 48 (128-38)	0.449	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	4.01	V
Asta 49 (122-116)	1.027	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	9.17	V
Asta 50 (116-107)	0.497	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	4.44	V
Asta 51 (107-101)	0.542	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	4.84	V
Asta 52 (101-98)	0.401	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	3.58	V
Asta 53 (107-110)	0.434	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	3.88	V
Asta 54 (73-76)	0.445	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	3.97	V
Asta 55 (147-144)	1.744	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	15.57	V
Asta 56 (144-81)	3.245	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	28.97	V
Asta 57 (81-79)	1.292	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	11.54	V
Asta 58 (79-76)	0.645	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	5.76	V
Asta 59 (73-70)	0.767	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	6.85	V
Asta 60 (70-67)	0.847	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	7.56	V
Asta 61 (67-64)	0.80	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	7.14	V
Asta 62 (64-61)	0.863	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	7.71	V
Asta 63 (61-58)	0.852	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	7.61	V
Asta 64 (58-55)	0.946	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	8.45	V
Asta 65 (55-52)	0.964	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	8.61	V
Asta 66 (52-46)	2.231	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	19.92	V
Asta 67 (46-43)	0.865	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	7.72	V
Asta 68 (147-150)	1.555	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	13.88	V
Asta 69 (150-153)	1.413	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	12.62	V
Asta 70 (153-156)	1.528	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	13.64	V
Asta 71 (156-43)	1.43	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	12.77	V
Asta 72 (147-139)	0.478	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	4.27	V
Asta 73 (139-136)	0.599	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	5.35	V
Asta 74 (136-133)	0.613	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	5.47	V
Asta 75 (133-106)	0.614	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	5.48	V
Asta 76 (106-100)	0.514	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	4.59	V
Asta 77 (79-142)	0.367	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	3.28	V
Asta 78 (142-84)	0.74	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	6.61	V
Asta 79 (84-87)	0.424	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	3.79	V
Asta 80 (87-90)	0.446	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	3.98	V
Asta 81 (90-93)	0.367	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	3.28	V
Asta 82 (93-95)	0.565	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	5.04	V
Asta 83 (95-97)	0.512	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	4.57	V
Asta 84 (97-100)	0.577	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	5.15	V
Asta 85 (90-106)	2.504	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	22.36	V
Asta 86 (87-158)	0.531	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	4.74	V
Asta 87 (158-160)	0.742	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	6.63	V
Asta 88 (160-133)	0.829	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	7.40	V
Asta 89 (84-136)	2.684	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	23.96	V
Asta 90 (142-139)	2.725	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	24.33	V
Asta 91 (124-127)	1.397	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	12.47	V
Asta 92 (118-121)	0.861	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	7.69	V
Asta 93 (109-112)	0.918	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	8.20	V
Asta 94 (124-118)	3.148	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	28.11	V
Asta 95 (118-109)	0.886	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	7.91	V
Asta 96 (127-115)	1.323	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	11.81	V
Asta 97 (115-121)	1.257	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	11.22	V
Asta 98 (121-112)	1.202	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	10.73	V
Asta 186 (107-104)	0.551	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	4.92	V
Asta 187 (116-131)	0.55	0.112	Slid -> Fless. retta dir.2	4.91	V

NODI

Nodo : Nodo di input (vedi "Nodo I." in "Caratteristiche dei Nodi");
 PGAC : Valore della capacità dell'accelerazione di picco al suolo per lo stato limite considerato;
 PGAD : Valore della domanda dell'accelerazione di picco al suolo per lo stato limite considerato;
 Tipo verifica : Verifica che determina il risultato della vulnerabilità;
 ζ_E : Indicatore della sicurezza per l'azione sismica delle accelerazioni;
 Esito : V = Verificato; NV = Non Verificato;

Nodo	PGAC [g]	PGAD [g]	Tipo verifica	ζ_E	Esito
Nodo 4	1.639	0.112	Sld -> Resistenza	14.63	V
Nodo 7	0.952	0.112	Sld -> Resistenza	8.50	V
Nodo 10	0.281	0.112	Sld -> Resistenza	2.51	V
Nodo 14	0.322	0.112	Sld -> Resistenza	2.88	V
Nodo 17	1.382	0.112	Sld -> Resistenza	12.34	V
Nodo 23	1.382	0.112	Sld -> Resistenza	12.34	V
Nodo 26	0.744	0.112	Sld -> Resistenza	6.64	V
Nodo 29	0.346	0.112	Sld -> Resistenza	3.09	V
Nodo 32	1.50	0.112	Sld -> Resistenza	13.39	V
Nodo 35	1.50	0.112	Sld -> Resistenza	13.39	V
Nodo 38	0.694	0.112	Sld -> Resistenza	6.20	V
Nodo 41	0.425	0.112	Sld -> Resistenza	3.79	V
Nodo 43	1.315	0.112	Sld -> Resistenza	11.74	V
Nodo 44	0.27	0.112	Sld -> Resistenza	2.41	V
Nodo 46	0.996	0.112	Sld -> Resistenza	8.89	V
Nodo 47	0.292	0.112	Sld -> Resistenza	2.61	V
Nodo 50	0.43	0.112	Sld -> Resistenza	3.84	V
Nodo 52	0.784	0.112	Sld -> Resistenza	7.00	V
Nodo 53	0.421	0.112	Sld -> Resistenza	3.76	V
Nodo 55	0.339	0.112	Sld -> Resistenza	3.03	V
Nodo 56	0.44	0.112	Sld -> Resistenza	3.93	V
Nodo 58	0.632	0.112	Sld -> Resistenza	5.64	V
Nodo 59	0.447	0.112	Sld -> Resistenza	3.99	V
Nodo 61	0.322	0.112	Sld -> Resistenza	2.88	V
Nodo 62	0.414	0.112	Sld -> Resistenza	3.70	V
Nodo 64	0.617	0.112	Sld -> Resistenza	5.51	V
Nodo 65	0.468	0.112	Sld -> Resistenza	4.18	V
Nodo 67	0.313	0.112	Sld -> Resistenza	2.79	V
Nodo 68	0.428	0.112	Sld -> Resistenza	3.82	V
Nodo 70	0.517	0.112	Sld -> Resistenza	4.62	V
Nodo 71	2.52	0.112	Sld -> Resistenza	22.50	V
Nodo 73	0.349	0.112	Sld -> Resistenza	3.12	V
Nodo 74	0.915	0.112	Sld -> Resistenza	8.17	V
Nodo 76	0.347	0.112	Sld -> Resistenza	3.10	V
Nodo 77	1.978	0.112	Sld -> Resistenza	17.66	V
Nodo 79	0.537	0.112	Sld -> Resistenza	4.79	V
Nodo 81	1.125	0.112	Sld -> Resistenza	10.04	V
Nodo 82	0.398	0.112	Sld -> Resistenza	3.55	V
Nodo 84	0.486	0.112	Sld -> Resistenza	4.34	V
Nodo 85	0.364	0.112	Sld -> Resistenza	3.25	V
Nodo 87	0.30	0.112	Sld -> Resistenza	2.68	V
Nodo 88	0.366	0.112	Sld -> Resistenza	3.27	V
Nodo 90	0.368	0.112	Sld -> Resistenza	3.29	V
Nodo 91	1.059	0.112	Sld -> Resistenza	9.46	V
Nodo 93	0.265	0.112	Sld -> Resistenza	2.37	V
Nodo 95	0.233	0.112	Sld -> Resistenza	2.08	V
Nodo 97	0.243	0.112	Sld -> Resistenza	2.17	V
Nodo 98	0.322	0.112	Sld -> Resistenza	2.88	V
Nodo 100	0.388	0.112	Sld -> Resistenza	3.46	V
Nodo 101	0.33	0.112	Sld -> Resistenza	2.95	V
Nodo 104	0.321	0.112	Sld -> Resistenza	2.87	V
Nodo 106	1.29	0.112	Sld -> Resistenza	11.52	V
Nodo 109	1.172	0.112	Sld -> Resistenza	10.46	V
Nodo 110	0.56	0.112	Sld -> Resistenza	5.00	V
Nodo 112	0.983	0.112	Sld -> Resistenza	8.78	V
Nodo 113	1.65	0.112	Sld -> Resistenza	14.73	V
Nodo 115	1.861	0.112	Sld -> Resistenza	16.62	V
Nodo 116	0.357	0.112	Sld -> Resistenza	3.19	V
Nodo 118	0.75	0.112	Sld -> Resistenza	6.70	V

Nodo 119	0.372	0.112	Sld -> Resistenza	3.32	V
Nodo 121	0.739	0.112	Sld -> Resistenza	6.60	V
Nodo 122	0.359	0.112	Sld -> Resistenza	3.21	V
Nodo 124	0.628	0.112	Sld -> Resistenza	5.61	V
Nodo 125	0.298	0.112	Sld -> Resistenza	2.66	V
Nodo 127	2.25	0.112	Sld -> Resistenza	20.09	V
Nodo 128	0.455	0.112	Sld -> Resistenza	4.06	V
Nodo 131	0.321	0.112	Sld -> Resistenza	2.87	V
Nodo 133	0.55	0.112	Sld -> Resistenza	4.91	V
Nodo 140	0.373	0.112	Sld -> Resistenza	3.33	V
Nodo 142	0.458	0.112	Sld -> Resistenza	4.09	V
Nodo 144	1.20	0.112	Sld -> Resistenza	10.71	V
Nodo 145	1.005	0.112	Sld -> Resistenza	8.97	V
Nodo 147	0.579	0.112	Sld -> Resistenza	5.17	V
Nodo 148	0.455	0.112	Sld -> Resistenza	4.06	V
Nodo 150	0.818	0.112	Sld -> Resistenza	7.30	V
Nodo 151	0.418	0.112	Sld -> Resistenza	3.73	V
Nodo 153	0.917	0.112	Sld -> Resistenza	8.19	V
Nodo 154	0.404	0.112	Sld -> Resistenza	3.61	V
Nodo 156	1.136	0.112	Sld -> Resistenza	10.14	V
Nodo 158	0.375	0.112	Sld -> Resistenza	3.35	V
Nodo 160	0.391	0.112	Sld -> Resistenza	3.49	V
Nodo 161	0.723	0.112	Sld -> Resistenza	6.46	V

13 INDICATORI DI RISCHIO

L'analisi di vulnerabilità sismica, svolta nei capitoli precedenti con il metodo lineare con fattore di struttura $q=1.5$, ha evidenziato come la struttura manifesta, sotto condizioni sismiche, una tendenza ad innescare sia meccanismi duttili che fragili, nei diversi elementi strutturali. Nello specifico è emersa:

- la tendenza di alcuni elementi pilastri ad attivare sia un meccanismo duttile che fragile;
- la tendenza di alcuni nodi ad attivare meccanismi di tipo fragile.

A fronte di tali considerazioni sono stati ridotti i valori dell'accelerazione attesa in sito al fine di valutare l'accelerazione rispetto alla quale si innesca il primo meccanismo di collasso nei diversi elementi strutturali.

- **Indicatori di rischio ante-interpretazione risultati**

Stato Limite	Rapp. PGA	(Rapp. Tr) ^a
per la vita (α_{UV})	0.55	0.23
di inagibilità (α_{eD})	1.82	2.21
per l'operatività (α_{eO})	3.30	3.69

- **Riepilogo PGA ante-interpretazione risultati**

Verifiche locali									
Stato limite	PGA _C [g]	PGA _D [g]	Tr _C [anni]	Tr _D [anni]	Elemento	Tipo verifica	ζ_E	$\zeta_{E(Tr)}$	Esito
SLU	-	-	-	-	-	-	-	-	PGA non trovata
SLV	0.151	0.274	166	712	Asta 132 (10-11) [Pilastro]	Slv -> Fless. retta dir.3	0.55	0.23	PGA trovata
SLC	-	-	-	-	-	-	-	-	PGA non trovata
SLD	0.204	0.112	166	75	Asta 163 (124-122) [Pilastro]	Sld -> Taglio	1.82	2.21	PGA trovata
SLO	0.284	0.086	166	45	Impalcato 3	Spost. relativi SLO (RIG)	3.3	3.69	PGA trovata

L'analisi dinamica lineare ha evidenziato la formazione di diversi meccanismi di rottura nella struttura analizzata ma, il primo ad innescarsi è il meccanismo di rottura a flessione retta in direzione 3 per due pilastri di sezione esigua. Risulta quindi una capacità della struttura limitata al 55.00%.

Si riportano di seguito degli istogrammi in cui vengono riportati il numero di elementi strutturali che non hanno una capacità tale da soddisfare la domanda all' SLV a seguito di sisma per diverse percentuali della PGA attesa in sito.

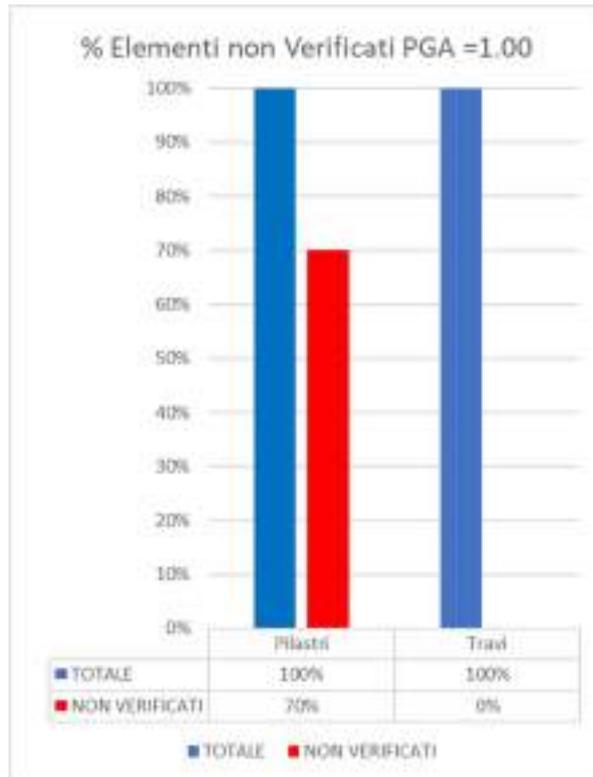


Figura 26- Elementi non verificati con PGA=100%

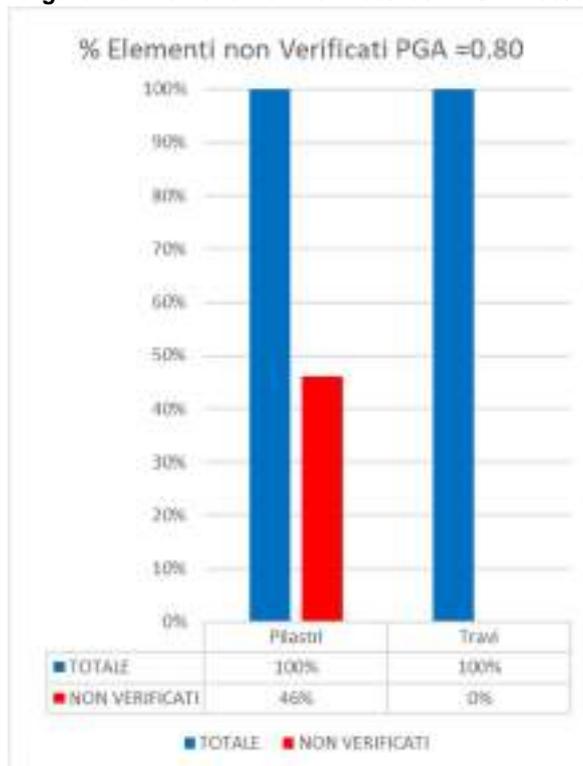


Figura 27- Elementi non verificati con PGA=80%

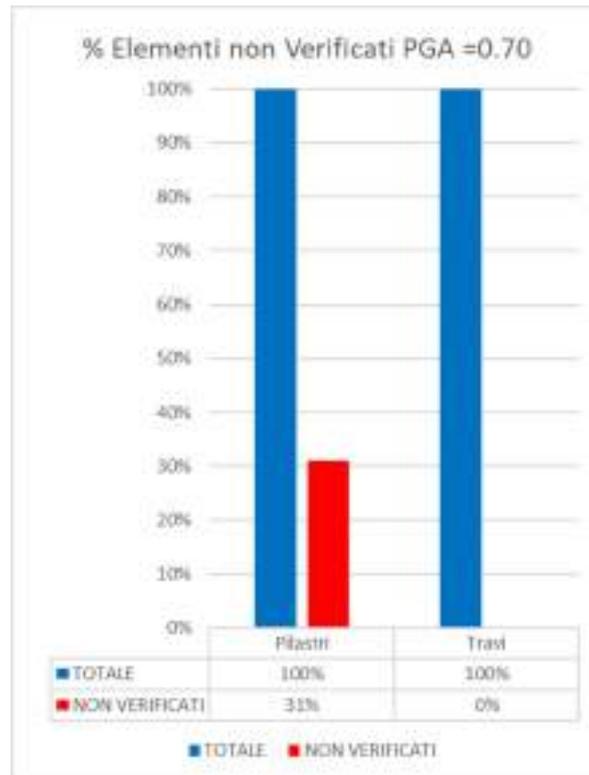


Figura 28- Elementi non verificati con PGA=70%

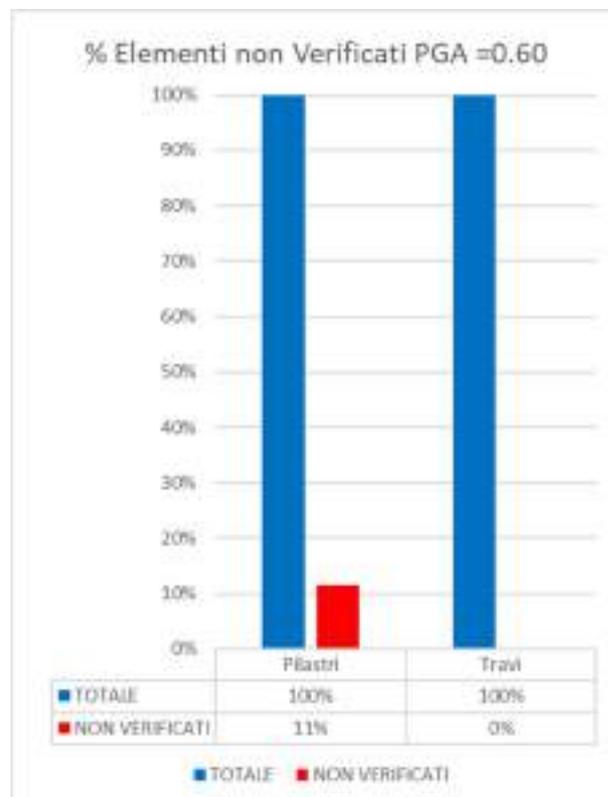


Figura 29- Elementi non verificati con PGA=60%

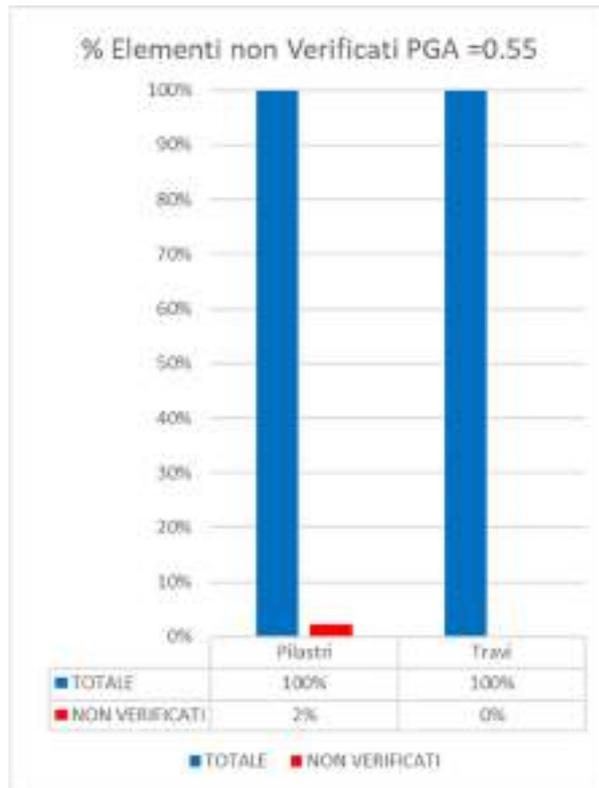


Figura 30 - Elementi non verificati con PGA =55%

14 ANALISI CRITICA DEI RISULTATI

Volendo interpretare in modo critico i risultati ottenuti, pare logico che considerare una PGA pari a 0.55 per l'intera struttura sia poco realistico. Dall'analisi al passo effettuata, andando a considerare l'andamento incrementale della PGA, il valore più realistico sembra essere di 0.61. Come si evince dai grafici riportati in precedenza, la struttura comincia a presentare meccanismi di rottura di piano solo quando la PGA supera tale valore.

Nell'intervallo che va da 0.55 PGA a 0.60 PGA si evidenzia la mancata nascita di meccanismi di piano, ma solo di rotture localizzate.

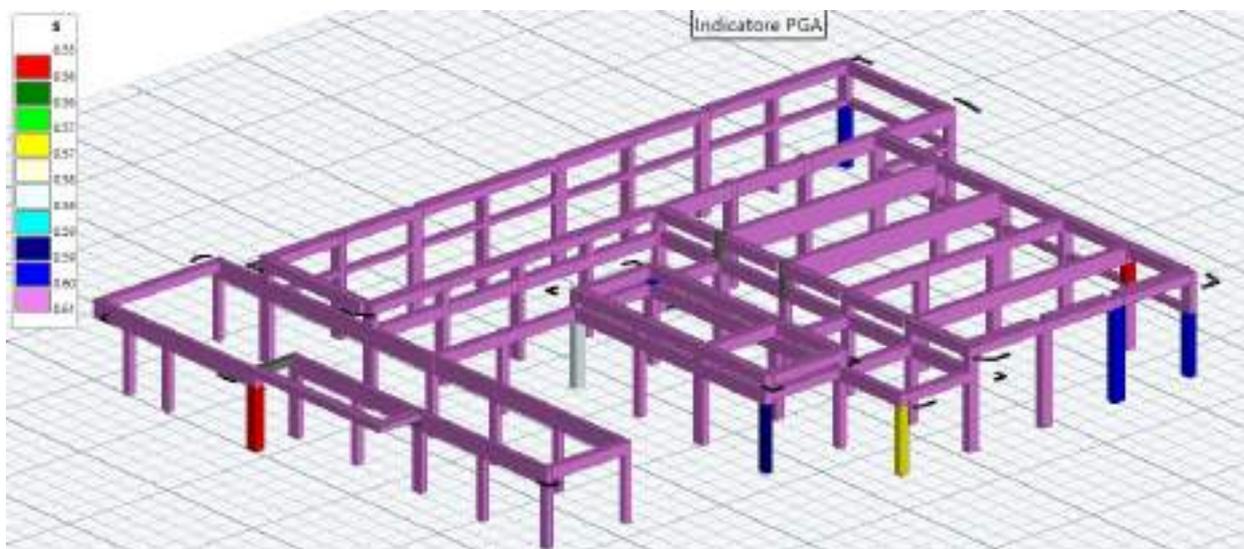


Figura 31 - Intervallo PGA 0.55- 0.60 - Analisi critica

- **Indicatori di rischio post-interpretazione risultati**

	Rapp. PGA	(Rapp. Tr)^a
per la vita (α_{UV})	0.61	0.29
di inagibilità (α_{eD})	1.84	2.79
per l'operatività (α_{eO})	0.91	0.78

- **Riepilogo PGA post-interpretazione risultati**

Verifiche locali									
Stato limite	PGA_C [g]	PGA_D [g]	Tr_C [anni]	Tr_D [anni]	Elemento	Tipo verifica	ζ_E	$\zeta_{E(Tr)}$	Esito
SLU	-	-	-	-	-	-	-	-	PGA non trovata
SLV	0.166	0.274	209	712	Asta 182 (97-96) [Pilastro]	Slv -> Fless. retta dir.2	0.61	0.29	PGA trovata
SLC	-	-	-	-	-	-	-	-	PGA non trovata
SLD	0.206	0.112	209	75	Gruppo (106-104-105) [Pilastro]	Sld -> Taglio	1.84	2.79	PGA trovata
SLO	0.078	0.086	35	45	Impalcato 1	Spost. relativi SLO (RIG)	0.91	0.78	PGA trovata

Dall'analisi critica suesposta è emerso che per la struttura in esame può essere assunto un valore di PGA allo SLV pari a 0.61.

Tale valore però consente, anche se in modo localizzato, la rottura di alcuni elementi isolati. In ottica di una valutazione cautelativa e coerente secondo norma, si è scelto di procedere con la scelta del valore iniziale ante-interpretazione dei risultati.

15 CLASSE DI RISCHIO

La definizione della Classe di Rischio Sismico è condotta in ottemperanza al documento "Linee Guida per la Classificazione del Rischio Sismico delle Costruzioni" allegato al Decreto del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti n. 65 del 7 marzo 2017.

Il documento definisce otto Classi di Rischio, con rischio crescente dalla lettera A+ alla lettera G. La determinazione della classe di appartenenza di un edificio può essere condotta secondo due metodi, tra loro alternativi, l'uno convenzionale e l'altro semplificato, quest'ultimo con un ambito applicativo limitato. 4

Il metodo convenzionale è concettualmente applicabile a qualsiasi tipologia di costruzione, è basato sull'applicazione dei normali metodi di analisi previsti dalle attuali Norme Tecniche e consente la valutazione della Classe di Rischio della costruzione sia nello stato di fatto sia nello stato conseguente all'eventuale intervento.

Il metodo semplificato si basa su una classificazione macrosismica dell'edificio, è indicato per una valutazione speditiva della Classe di Rischio dei soli edifici in muratura e può essere utilizzato sia per una valutazione preliminare indicativa, sia per valutare limitatamente agli edifici in muratura, la classe di rischio in relazione all'adozione di interventi di tipo locale. Inoltre come indicato al punto 3.2 delle LLGG è possibile ritenere valido il passaggio alla Classe di Rischio immediatamente superiore, a seguito di specifici interventi, per edifici assimilabili ai capannoni industriali e per gli edifici in calcestruzzo armato.

La classificazione oggetto del presente lavoro è stata condotta con il: **METODO CONVENZIONALE**
Per la determinazione della Classe di Rischio si fa nel seguito riferimento a due parametri:

- la Perdita Annuale Media attesa (**PAM**), che tiene in considerazione le perdite economiche associate ai danni agli elementi, strutturali e non, e riferite al costo di ricostruzione (**CR**) dell'edificio privo del suo contenuto

- l'indice di sicurezza (**IS-V**) della struttura definito come il rapporto tra l'accelerazione di picco al suolo (PGA. Peak Ground Acceleration) che determina il raggiungimento dello stato limite di salvaguardia della vita (SLV), capacità in PGA - PGAc. e la PGA che la norma indica, nello specifico sito in cui si trova la costruzione e per lo stesso stato limite, come riferimento per la progettazione di un nuovo edificio, domanda in PGA – PGAd.

Il metodo convenzionale assegna alla costruzione in esame una Classe di Rischio in funzione del parametro economico PAM e dell'indice di sicurezza della struttura IS-V. Per il calcolo di tali parametri (entrambi sono grandezze adimensionali, nel seguito espresse in %) è necessario calcolare, facendo riferimento al sito in cui sorge la costruzione in esame, le accelerazioni di picco al suolo per le quali si raggiungono gli stati limite SLO, SLD, SLV ed SLC, utilizzando le usuali verifiche di sicurezza agli stati limite previste dalle Norme Tecniche per le Costruzioni.

Al fine della assegnazione della Classe di Rischio, è necessario valutare preliminarmente la Classe PAM e la Classe IS-V in cui ricade la costruzione in esame. La Classe di Rischio della costruzione sarà la peggiore tra la Classe PAM e la Classe IS-V.

Al fine della assegnazione della Classe di Rischio in particolare vengono utilizzate le seguenti tabelle delle Linee Guida:

- *Tabella 1-Attribuzione della Classe di Rischio PAM in funzione dell'entità delle Perdite medie annue attese;*
- *Tabella 2-Attribuzione della Classe di Rischio IS-V in funzione dell'entità dell'Indice di Sicurezza;*
- *Tabella 3-Percentuale del costo di ricostruzione (CR), associata al raggiungimento di ciascun stato limite.*

Il programma possiede gli automatismi per effettuare tutte le calcolazioni a partire dai dati forniti dall'utente o dai modelli di calcolo utilizzati. Nelle calcolazioni il programma adotta tutte le indicazioni

previste dalle Linee Guida:

- *utilizza la formula indicata al 2.1. 2) per la valutazione del periodo di ritorno TR a partire dalla PGAc;*
- *se non indicati i valori di PGAc per SLO e SLC utilizza la indicazione della nota 3) del 2.1;*
- *utilizza il valore di età indicato al 2.1. nota 4) in funzione del valore di ag di sito;*
- *associa allo SLID il periodo di ritorno 10 anni;*
- *associa allo SLR il periodo di ritorno dello SLC.*

Nelle successive tabelle sono pertanto riportati i valori utilizzati per le attribuzioni. Viene infine allegato un utile quadro riassuntivo finalizzato alla compilazione della relazione asseverata.

Dati generali e pericolosità sismica	
Zona sismica ex OPCM 3274/2003	2
Località	NAPOLI (NA)
Longitudine	14°.2794
Latitudine	40°.859
Classe d'uso	III
Vita Vn	50.0 [anni]
Periodo Vr	75.0 [anni]
Tipo di suolo	C
Categoria topografica	T1
ag per SLV	0.274 [g]

Indicatori di rischio

CLASSIFICAZIONE				
ANTE OPERA				
PAM (%)	CLASSE PAM	IS-V (%)	CLASSE IS-V	CLASSE ASSEGNATA
0.82	A	55.11	C	C
POST OPERA				
PAM (%)	CLASSE PAM	IS-V (%)	CLASSE IS-V	CLASSE ASSEGNATA
0.46	A+	100.73	A+	A+

Dati per dichiarazione asseverata	
STATO DI FATTO (prima dell'intervento):	
Classe di rischio della costruzione:	C
Valore dell'indice di sicurezza strutturale (IS-V):	55.11%
Valore della Perdita Annua Media (PAM):	0.82%
Linea Guida. utilizzata come base di riferimento per le valutazioni:	decreto MIT n. 65 del 07-03-2017
Classe di rischio attribuita utilizzando il metodo:	convenzionale

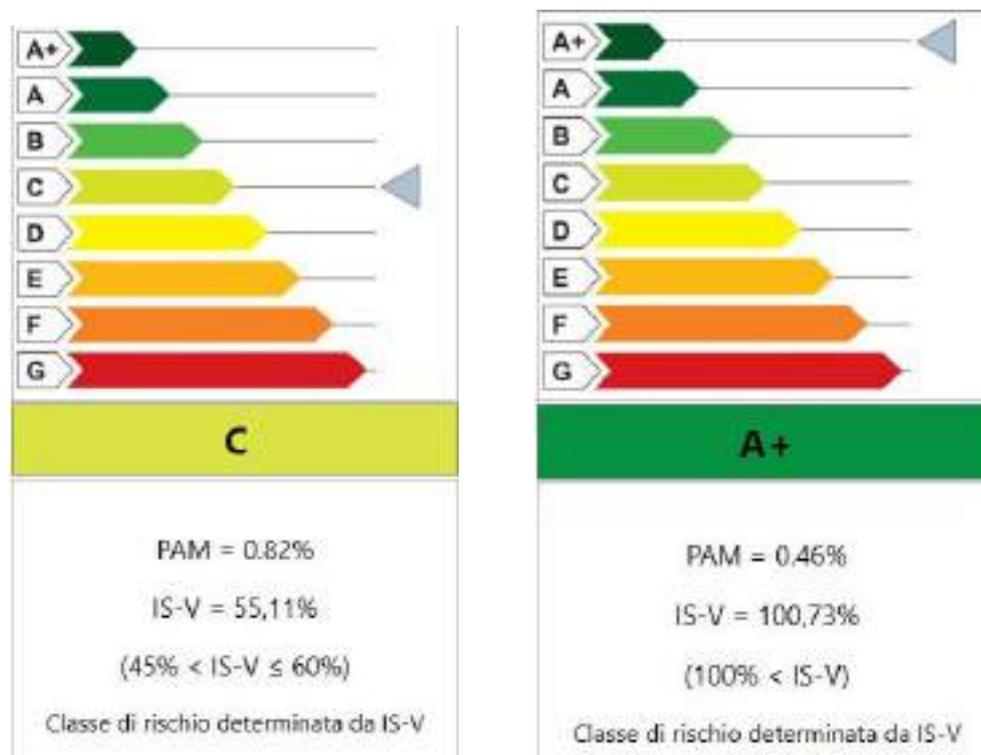


Figura 32 - Classe di rischio ante-opera e post-opera

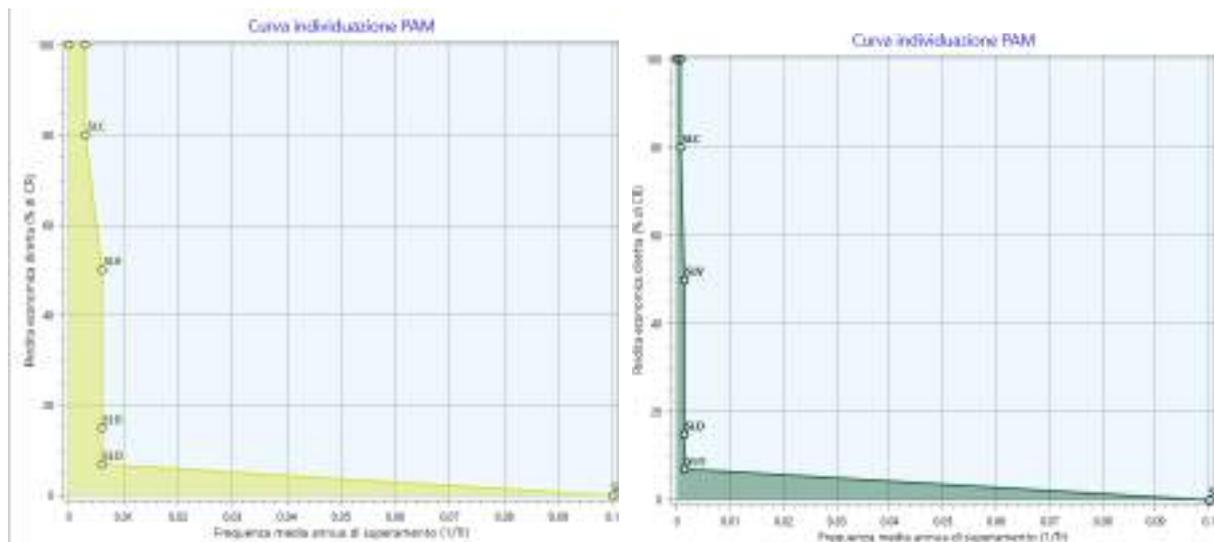


Figura 33 - Curva PAM ante-opera e post-opera

Il post opera è rappresentato dall'adeguamento dell'immobile che si persegue in seguito alle indicazioni contenute nella relazione sulle strategie d'intervento.

16 CONTROLLO ED AFFIDABILITA' DEI RISULTATI

Si allega in calce, l'" Allegato C - Giudizio motivato di accettabilità dei risultati (§10.2 NTC 2018)" estrapolato dal software di calcolo utilizzato.

17 CONCLUSIONI

Le analisi strutturali, sono eseguite schematizzando la struttura attraverso l'insieme di elementi mono di tipo "Beam". Il modello di calcolo è definito dalla linea d'assi degli elementi. Nel caso di specie, una siffatta schematizzazione, rappresenta, in modo adeguato le effettive distribuzioni spaziali di massa, rigidezza e resistenza. Le strutture sono considerate incastrate alla base con vincoli fissi. Gli impalcati sono stati schematizzati attraverso l'utilizzo di aree di carico, introducendo laddove necessario degli elementi "beam fittizi". Gli stessi impalcati, sono considerati infinitamente rigidi nel loro piano attraverso l'introduzione di un vincolo interno "constraint" del tipo "Diaphragm" che individua un nodo del piano "nodo master" ove si concentra tutta la massa traslazionale e rotazionale. Tutti i nodi del piano sono vincolati ad avere gli stessi spostamenti del nodo master (nel piano).

20.1 RISPOSTA DEL SISTEMA STRUTTURALE IN CONDIZIONI STATICHE

Le analisi eseguite nelle ipotesi formulate e nelle condizioni assunte hanno evidenziato che la struttura, presenta una capacità per carichi gravitazionali generalmente superiore alla domanda, risultando idonea ai carichi gravitazionali.

20.2 LIMITAZIONI ALL'USO DELLE STRUTTURE

Non sono presenti limitazioni all'uso delle strutture.

20.3 RISPOSTA DEL SISTEMA IN CONDIZIONE DINAMICA ED IPOTESI D'INTERVENTO

Le analisi evidenziano una struttura con una capacità inferiore alla domanda a causa dell'attivazione di meccanismi fragili di alcuni elementi strutturali (travi, nodi e pilastri). Nel dettaglio come si vedrà nella relazione specifica, sono stati previsti interventi di carattere locale aventi lo scopo di "sanare" i

meccanismi di crisi locali che interessano alcuni elementi strutturali. Le analisi eseguite nella configurazione di progetto proposta consentono al manufatto di raggiungere una capacità pari all'100% della domanda in accordo alle disposizioni normative e di capitolato.

20.4 CONSIDERAZIONI FINALI

Considerato che:

- *la valutazione della sicurezza strutturale è stata eseguita in accordo alla NTC18 ed al disciplinare d'incarico e al capitolato, nei confronti degli stati limite d'operatività, di danno, di salvaguardia della vita;*
- *la struttura appartiene alla classe d'uso III e presenta una vita nominale pari a 50 anni;*
- *le indagini eseguite ed il livello di conoscenza adottato è stato del tipo accurato "LC3";*
- *la resistenza degli elementi è stata calcolata impiegando il valore medio delle proprietà dei materiali determinato sulla scorta delle indagini eseguite.*