

COMUNE DI CERRIONE

13882 - Via Monte Bianco, 49

SERVIZIO TECNICO

tel: 015/671773-671341 fax: 015/671491

e-mail: tecnico@comune.cerrione.bi.it

cod. fisc. 81019360023

p. I.V.A. 00431480029

Oggetto: **AVVISO ESPLORATIVO DI INDAGINE DI MERCATO FINALIZZATA ALL'INDIVIDUAZIONE DI SOGGETTI IN POSSESSO DEI NECESSARI REQUISITI DA IVITARE A PROCEDURA NEGOZIATA AI SENSI DELL'ART. 36 COMMA 2 LETT. B) DEL D.LGS 50/2016 RELATIVA ALL'AFFIDAMENTO DEI SERVIZI TECNICI DI ARCHITETTURA ED INGEGNERIA DI REVISIONE INTEGRALE DEL PROGETTO ESECUTIVO, DI COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI ESECUZIONE, DIREZIONE LAVORI, CONTABILITÀ E REDAZIONE DI CERTIFICATO DI REGOLARE ESECUZIONE, DELL'OPERA PUBBLICA DENOMINATA "PRIMO LOTTO FUNZIONALE DEI LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE, MESSA IN SICUREZZA E A NORMA, DELLA SCUOLA ELEMENTARE E MEDIA "LA BESSA" DI VIA ADUA IN VERGNASCO (CERRIONE - BI)"**

CPV PREVALENTI: 71200000-0 - Servizi architettonici e servizi affini

71300000-1 - Servizi di ingegneria

IL RESPONSABILE UFFICIO LAVORI PUBBLICI**PREMESSO CHE**

il Comune di Cerrione deve eseguire interventi di messa a norma e adeguamento antisismico del plesso scolastico di via Adua che ospita la scuola elementare e la scuola media "la bessa". Tali interventi sono propedeutici ad un secondo, successivo intervento di riqualificazione energetica.

L'intervento di adeguamento antisismico dovrà essere progettato ed eseguito mediante un finanziamento della Regione Piemonte, a valere sul bando cd. Mutui Bei 2014-2017 (annualità 2017) del valore complessivo di € 300.000,00. Il Comune di Cerrione si era infatti classificato utilmente partecipando al suddetto bando con un progetto esecutivo di messa a norma del medesimo plesso scolastico (approvato con DGC Giunta Comunale con deliberazione n. 16 del 20/02/2015) che deve essere tuttavia integralmente rivisto a fronte delle criticità emerse dalla allegata verifica sismica del plesso stesso, con la prioritaria finalità di massimizzare il Coefficiente di Vulnerabilità Sismica del plesso, possibilmente ottenendo quello minimo per l'adeguamento previsto nelle NTC 2018 di 0,6.

Pertanto il progetto esecutivo del 2015 deve essere aggiornato al nuovo quadro esigenziale che comprende i seguenti punti:

- a) adeguamento/miglioramento antisismico e nel caso residuo somme, aggiornamento degli elaborati già realizzati onde utilizzare al massimo le risorse disponibili con il seguente ordine di priorità:
- b) messa a norma in materia di barriere architettoniche;
- c) messa a norma in materia antincendio (in particolare risoluzione problemi anello antincendio) al fine di ottenere il CPI (ora Scia Antincendio – esame progetto già effettuata);

I punti b,c risultano già sviluppati in modo esaustivo nel citato progetto esecutivo approvato con DGC n.16 del 20/02/2015 e richiedono opportuno aggiornamento,

RENDE NOTO

che dovrà affidare i servizi professionali connessi alle finalità appena elencate secondo tutto quanto di seguito specificato.

0 OGGETTO E VALORE ECONOMICO DEI SERVIZI

In funzione della verifica sismica già eseguita, i servizi tecnico professionali necessari e connessi alla realizzazione dei lavori di efficientamento antisismico sopra descritti (il cui importo lavori a Base d'asta previsto è pari a € 210.000) sono così classificati secondo la tabella Z-1 del D.M. 17 giugno 2016:

categoria	destinazione funzionale	id.opere	importo
strutture	Strutture speciali	s.06	210.000,00

Il complesso delle prestazioni professionali, stimato in allegato, ha valore a base di negoziazione di € **42'581.24** da ricomprendersi quindi nella soglia €40.000,00 - € 100.000,00 di cui all'art. 157 comma 2 del D.Lgs 50/2016 e smi (si veda anche il capo IV art. 1.2 delle linee guida n. 1, di attuazione del D. lgs 18 aprile 2016 n. 50 recanti "Indirizzi generali sull'affidamento dei servizi attinenti all'Architettura e all'Ingegneria"). Pertanto gli affidamenti dei servizi professionali connessi all'intervento de quo avverranno mediante procedura negoziata ai sensi dell'art. 36 comma 2 lett. b) del D.Lgs 50/2016, come prevede lo stesso art. 157 comma 2 del Codice, e saranno affidati col principio dell'offerta economicamente più vantaggiosa secondo il rapporto qualità prezzo, come previsto dall'art. 95, comma 3, lett. b) dello stesso testo legislativo. Al fine di individuare soggetti in possesso dei requisiti di seguito descritti, interessati ad eseguire i servizi professionali di che trattasi e quindi ad essere invitati a negoziare, si pubblica il seguente avviso per l'effettuazione dell'indagine di mercato prevista dalla legge. Si partecipa che il Comune intende, ai sensi dell'art. 37, comma 2, primo periodo del Codice (D.Lgs 50/2016), procedere a negoziare con gli operatori economici interessati e selezionati, mediante utilizzo autonomo degli strumenti telematici di negoziazione messi a disposizione da Consip e cioè mediante procedura di RDO MEPA, sebbene si riservi di procedere a negoziare anche in altra modalità ammessa dalla legge. In funzione delle esigenze che l'iter di progettazione, finanziamento e esecuzione dell'intervento richiederà, il Comune di Cerrione procederà al sorteggio di un numero idoneo di candidati da invitare alla procedura negoziata. La verifica sulle dichiarazioni rese in sede di manifestazione di mercato sarà effettuata dopo il sorteggio e prima dell'avvio della RDO.

I servizi necessari di cui il comune necessita sono in sintesi i seguenti:

- a. redazione del progetto in fase unica definitiva-esecutiva (comprensiva anche della documentazione per l'ottenimento dell'autorizzazione preventiva ex articoli 93 e 94 del D.P.R. 380/2001) degli interventi di miglioramento/adequamento antisismico;
 - b. revisione degli elaborati contrattuali del progetto esistente (CME, EPU, QE, Schema di contratto, Capitolato Speciale di Appalto, Piano di Manutenzione dell'Opera)
 - d. coordinamento della sicurezza in fase di progettazione;
 - e. redazione di eventuali modifiche al progetto derivanti dalle attività di verifica e validazione in tempi non superiori al 30% dei tempi di progettazione contrattuali;
 - f. direzione lavori;
 - g. Contabilità lavori;
 - h. Coordinamento per la sicurezza in fase di esecuzione;
 - i. Redazione del Certificato di regolare esecuzione.
 - l. assistenza al RUP nelle attività tecnico professionali necessarie ad ottemperare alle esigenze collegate al bando di finanziamento (sia fase di presentazione del nuovo progetto esecutivo sia nella fase di richiesta pareri, sia per rendicontazioni, eventuale protocollo Itaca ecc) e al rapporto con altri Enti.
- L'elenco dei servizi richiesti e il corrispondente calcolo del corrispettivo a base di offerta, calcolato in ossequio al DM 16/06/2016 (cd. nuovo decreto parametri), è altresì reso disponibile in allegato.

I concorrenti dovranno candidarsi in forma singola, associata o in forma di raggruppamento ma di modo che il soggetto che si candida disponga dei requisiti necessari di seguito indicati. Tali requisiti devono essere posseduti dal candidato nel momento della presentazione dell'istanza di interesse e non potranno essere successivamente raggiunti, ad esempio modificando la composizione del partecipante o acquisendo una particolare qualificazione (anche nel caso di volontà di ricorrere all'avvalimento per i requisiti per cui ciò è ammesso, tutta la relativa documentazione, compreso il contratto di avvalimento, deve essere stipulato e presentato ai fini della manifestazione di interesse). Si precisa che la modifica della conformazione del concorrente in fase di negoziazione è ammessa per motivata ragione ex commi 17 e 18 dell'art. 48 del Codice. In tali casi, e evidentemente nel caso di cui al comma 17, il concorrente deve comunicare le variazioni con assoluta tempestività al Comune di Cerrione. La modifica della composizione è ammessa anche per soddisfare ulteriori requisiti, ora non previsti, che la stazione appaltante dovesse aggiungere in fase di negoziazione per specifiche esigenze.

Dovrà essere indicata la partita IVA del soggetto da invitare a RDO. Tutti i soggetti che compongono il concorrente dovranno essere registrati sul portale MEPA di Consip per poter consentire la partecipazione stessa al raggruppamento. Nel caso non fosse rinvenuta la P.Iva del concorrente a cui formulare la RDO saranno invitati i candidati che seguono nella graduatoria di estrazione.

Il presente avviso non costituisce procedura di gara e ha **scopo esclusivamente esplorativo**, senza instaurazione di posizioni giuridiche od obblighi negoziali nei confronti del Comune di Cerrione (BI), che si riserva la possibilità di sospendere, modificare o annullare, in tutto o in parte, il procedimento avviato, e di

non dar seguito all'indizione della successive procedure per l'affidamento dei lavori di cui trattasi, senza che i soggetti richiedenti possano vantare alcuna pretesa.
Si precisa quanto segue:

1. NORME DA APPLICARE NELL'ESECUZIONE DEL SERVIZIO A TITOLO NON ESAUSTIVO:

- D.Lgs n.50/2016, in particolare dovranno essere seguite le indicazioni di cui all'art 23;
- D.P.R. 207/2010 (per la parte non abrogata dal D. Lgs 50/2016), in particolare ai sensi del combinato disposto dell'art. 23 comma 3 e dell'art. 216 comma 4 del D. Lgs. 50/2016, i progetti dovranno essere composti dai documenti e dai contenuti previsti dal TITOLO II - CAPO I del D.P.R n. 207/2010
- D. Lgs n.81/2008;
- Decreto ministeriale 16 febbraio 2016;
- Nuove norme tecniche per le costruzioni 2018;
- DM 37 del 22 gennaio 2008;
- Normativa in materia di prevenzione incendi.

2. SOGGETTI AMMESSI ALLA MANIFESTAZIONE DI INTERESSE E REQUISITI DI PARTECIPAZIONE

2.1. Soggetti ammessi alla manifestazione di interesse

Possono presentare manifestazione d'interesse per l'indagine di mercato relativa alla successiva procedura negoziata gli operatori economici di cui all'art 46 del D. Lgs. 50/2016 nei limiti e nel rispetto degli artt. 254, 255 e 256 del DPR 207/2010. È fatto divieto ai concorrenti di partecipare alla selezione in più di un'associazione temporanea e/o consorzio ordinario di concorrenti, ovvero di partecipare anche in forma individuale qualora abbia partecipato in raggruppamento o consorzio ordinario di concorrenti. In caso di partecipazione quale singolo professionista, il candidato dovrà dimostrare di possedere ognuno dei requisiti professionali di cui ai successivi punti. In caso contrario il candidato dovrà dichiarare in sede di manifestazione di interesse di costituirsi in una delle forme previste dall'art. 46 del Codice in caso di eventuale invito alla procedura di affidamento, con le figure necessarie a garantire la completezza dei servizi richiesti.

Indipendentemente dalla natura giuridica del soggetto richiedente, l'incarico dovrà essere espletato da progettisti iscritti negli appositi albi previsti dai vigenti ordinamenti professionali, personalmente responsabili e nominativamente indicati già in sede di presentazione della presente manifestazione, con la specificazione delle rispettive competenze.

In sede di istanza di partecipazione il soggetto partecipante dovrà dichiarare per le finalità di cui all'art. 5, comma 5, del D.L. n. 78/2010 convertito in Legge n. 122/2010, l'eventuale titolarità di cariche elettive.

2.2. Requisiti di partecipazione richiesti per manifestare l'interesse:

2.2.1. Requisiti di ordine generale:

I candidati non devono trovarsi nelle condizioni di esclusione dalla partecipazione a procedure di appalto di cui all'art. 80 del D.Lgs. 50/2016 s.m.i. e devono essere in possesso dei requisiti di cui al Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 02 dicembre 2016 n. 263 "Regolamento recante definizione dei requisiti che devono possedere gli operatori economici per l'affidamento dei servizi di architettura e ingegneria e individuazione dei criteri per garantire la presenza di giovani professionisti in forma singola o associata, nei gruppi concorrenti ai bandi relativi a incarichi di progettazione, concorsi di progettazione e di idee, ai sensi dell'art. 24, commi 2 e 5 del decreto legislativo 18 aprile 2016 n. 50".

Nel caso di raggruppamento temporaneo di concorrenti o consorzio ordinario di concorrenti o GEIE, già costituito o non ancora costituito, i suddetti requisiti devono essere posseduti da ciascun soggetto costituente il richiedente.

Inoltre, l'operatore economico invitato, non deve aver concluso contratti di lavoro subordinato o autonomo e comunque non deve aver attribuito incarichi a ex dipendenti del Comune di Cerrione che hanno esercitato potere autoritativo o negoziale per conto del Comune stesso nei loro confronti per il triennio successivo alla cessazione del rapporto. La circostanza è causa di esclusione dalla procedura ai sensi del Codice di comportamento dei dipendenti pubblici ex art. 54 D. Lgs 165/2001 e DPR n. 62/2013.

2.2.2. Requisiti di idoneità professionale (Art. 83 c. 1 lett. "a", art. 86 c. 5 c. 5-bis, allegato XVII - parte II del D.Lgs. n. 50/2016 s.m.i. – artt. 1, 2, 3, 4, 5 del D.M. n. 263/2016):

In merito ai seguenti requisiti di idoneità tecnico-professionale, come già anticipato, in caso di partecipazione di un singolo professionista, il candidato dovrà dimostrare di possedere tutti i requisiti professionali di cui ai

successivi punti. In caso di candidatura in una delle forme previste dall'art. 46 del Codice, le figure necessarie a garantire la completezza dei servizi richiesti, devono far parte del concorrente. I requisiti che il concorrente deve possedere sono:

- Laurea in Architettura o Ingegneria o titoli equipollenti con iscrizione ai rispettivi albi professionali da parte delle persone fisiche firmatarie delle elaborazioni progettuali che dovranno anche risultare in regola con gli obblighi di aggiornamento professionale. Per la redazione di parti del progetto che prevedono specifiche abilitazioni, poiché i relativi elaborati dovranno risultare firmati da soggetto in possesso della corrispondente abilitazione (ad esempio il PSC dovrà essere firmato da soggetto in possesso del titolo di Coordinatore per la Sicurezza ex art. 81 e all. XIV del D.Lvo 81/2008 e s.m.i.), dovranno essere indicati i nominativi in possesso della qualifica e, in fase di esecuzione del servizio, tale soggetto dovrà firmare gli elaborati di competenza.

L'abilitazione ai sensi del D.Lgs 139/ 2006 (ex L 818/84) non è obbligatoria al fine della manifestazione di interesse e potrà essere integrata se dovessero rendersi disponibili risorse per lavori sull'impianto antincendio.

I raggruppamenti temporanei di professionisti hanno l'obbligo di prevedere la presenza di almeno un giovane professionista abilitato da meno di cinque anni all'esercizio della professione per l'espletamento della prestazione professionale oggetto della candidatura. Si precisa che il comune dispone già della relazione geologica e della verifica sismica dello stato di fatto. Pertanto non è necessaria la figura del geologo. È inoltre già disponibile la verifica di vulnerabilità sismica dell'edificio che, si precisa, non è vincolato dal D.Lgs 42/2004.

Al cittadino di altro Stato membro non residente in Italia, è richiesta la prova dell'iscrizione secondo le modalità vigenti nello Stato di residenza in uno dei registri professionali di cui all'allegato XVI del D. Lgs. 50/2016 mediante dichiarazione giurata o secondo le modalità vigenti nello Stato membro nel quale è stabilito ovvero mediante attestazione, sotto la propria responsabilità che il certificato prodotto è stato rilasciato da uno dei registri professionali istituiti nel Paese in cui è residente.

Requisiti di capacità economica-finanziaria e tecnico-organizzativa: (Art. 83 c. 1 lett. "b", c. 4 lettere "a", art. 86 c. 4, allegato XVII - parte I del D. Lgs. n. 50/2016, paragrafo 2.2.2 della parte IV della "Linea guida n.1 di attuazione del D.Lgs. n. 50/2016").

Il combinato disposto degli artt. 83, 86, e 135 del D. Lgs. 50/2016 nonché l'allegato XVII del citato codice, stabiliscono i requisiti di accesso da richiedere ai partecipanti alla procedura di servizi. Tenuto conto, inoltre, della specificità dei servizi di ingegneria e di architettura in oggetto, i concorrenti per poter manifestare interesse alla procedura in oggetto, pena l'esclusione, devono essere in possesso dei seguenti requisiti minimi di capacità economico-finanziaria e tecnico-organizzativa:

2.2.3.1. Fatturato globale per servizi di ingegneria ed architettura, di cui all'art. 3, lett. vvvv) del Codice, espletati nei migliori tre esercizi dell'ultimo quinquennio antecedente la pubblicazione del bando.

Importo al netto di IVA e contribuzioni, non inferiore all'importo di € 85.000,00

. In fase negoziale tale requisito, in ottemperanza alle linee guida Anac n. 1, paragrafo 2.2.2, potrà essere sostituito dalla richiesta di adeguate coperture assicurative.

2.2.3.2. Avvenuto espletamento negli ultimi 10 anni di servizi di ingegneria ed architettura, di cui all'art. 3, lett. vvvv) del D. Lgs 50/2016.

Progettazione di lavori appartenenti ad ognuna delle classi e categorie dei lavori cui si riferiscono i servizi da affidare, individuate sulla base delle elencazioni contenute nelle vigenti tariffe professionali, per un importo globale per ogni classe e categoria pari a 2 volte l'importo stimato dei lavori da progettare e quindi per i seguenti importi minimi:

Importo richiesto strutture s.06: € 420.000,00

In caso di raggruppamento temporaneo, detti requisiti dovranno essere posseduti cumulativamente dal raggruppamento. In ogni caso la mandataria dovrà possedere il requisito prevalente (s.06) in misura percentuale maggioritaria superiore rispetto a ciascuno dei mandanti.

2.2.3.3. Avvenuto svolgimento negli ultimi 10 anni di due servizi di ingegneria ed architettura, di cui all'art. 3, lett. vvvv) del D. Lgs 50/2016.

Progettazione di Lavori appartenenti ad ognuna delle classi e categorie dei lavori cui si riferiscono i servizi da affidare, individuate sulla base delle elencazioni contenute nelle vigenti tariffe professionali, per un importo totale non inferiore ad un valore di 0,8 volte l'importo stimato dei lavori da progettare, calcolato con riguardo ad ognuna delle classi e categorie e riferiti a tipologie di lavori analoghi per dimensioni e caratteristiche tecniche a quelli oggetto dell'affidamento e quindi per i seguenti importi minimi:

Importo richiesto: strutture s.06: € 168.000,00

dovranno essere stati già svolti almeno due servizi di punta per la categoria e classe sopra indicata per l'importo evidenziato.

I servizi di ingegneria valutabili sono quelli iniziati ed ultimati negli ultimi dieci (2.2.3.2 e 2.2.3.3) o negli ultimi cinque anni (2.2.3.1) antecedenti la data di pubblicazione del presente avviso, ovvero la parte di essi ultimata negli stessi periodi nel caso di servizi iniziati in epoca precedente. Si precisa che in caso di raggruppamenti temporanei i requisiti finanziari e tecnici di cui ai punti 2.2.3.1, 2.2.3.2 possono essere posseduti cumulativamente dal raggruppamento. La mandataria in ogni caso deve possedere i requisiti in misura percentuale superiore rispetto a ciascuno dei mandanti. Il requisito di cui al punto 2.2.3.3 (servizi di punta) non è frazionabile (come suggerisce la definizione "di punta") all'interno delle singole classi (è consentito che due operatori raggruppati abbiano eseguito ognuno uno dei due servizi di punta richiesti nella classe S06 evidenziata).

Per quanto riguarda i consorzi stabili di cui all'articolo 46, comma 1 lettera f) del Codice, secondo quanto riportato nelle Linee Guida "Indirizzi generali sull'affidamento dei servizi attinenti all'architettura e all'ingegneria" di ANAC, per i primi cinque anni dalla costituzione, tutti i requisiti di cui ai punti da 2.2.3.1 a 2.2.3.3 possono essere dimostrati dal consorzio stabile attraverso i requisiti delle società consorziate. Il possesso dei requisiti prescritti per la partecipazione alla gara è dichiarato dal concorrente ai sensi delle disposizioni contenute nel D.P.R. 445/2000.

Tutti i requisiti devono essere posseduti alla data della partecipazione alla presente indagine di mercato.

3. MODALITÀ DI SELEZIONE DEI CANDIDATI DA INVITARE ALLA SUCCESSIVA PROCEDURA NEGOZIATA

La Stazione appaltante provvederà, in seduta riservata il giorno 12.06.2019 in presenza di testimoni, al sorteggio finalizzato ad individuare gli operatori da invitare a successiva procedura negoziata. Tutti gli operatori partecipanti saranno inseriti in un elenco costituito sulla base dell'ordine di estrazione. In funzione del numero di partecipanti che sarà stabilito di invitare, sempre in seduta riservata sarà verificata la correttezza e completezza delle istanze pervenute dai soggetti da invitare, procedendo se necessario al soccorso istruttorio e comunque a verificare la sussistenza dei requisiti minimi di partecipazione richiesti, sulla base delle autocertificazioni prodotte. Gli esiti delle verifiche saranno riportati in appositi verbali (secretati fino a conclusione delle procedure).

Il sorteggio avverrà con le seguenti modalità: ciascuna domanda di partecipazione verrà contrassegnata da un numero progressivo (da 1 a n.) in base al numero di iscrizione al protocollo generale. Prima dell'estrazione verrà esposto l'elenco dei numeri progressivi, senza indicazione delle generalità degli operatori economici che hanno presentato istanza. Seguirà l'estrazione.

La denominazione degli operatori economici sorteggiati da invitare alla procedura negoziata, sarà mantenuta riservata sino alla presentazione delle offerte, nel rispetto dell'art. 53, comma 2 lett. b. del D.Lgs 50/2016.

La Stazione appaltante potrà avviare la procedura negoziata anche nel caso pervenga una sola candidatura valida, riservandosi comunque la possibilità di invitare ulteriori soggetti fino alla concorrenza del numero stabilito di cui ai periodi precedenti.

La domanda di partecipazione a questa indagine di mercato non dovrà contenere alcuna offerta economica.

4. NEGOZIAZIONE E CRITERI DI SELEZIONE DELLE OFFERTE IN FASE DI NEGOZIAZIONE

Alla luce delle strettissime tempistiche fissate dalla regione Piemonte per la trasmissione del progetto esecutivo l'invito ai soggetti sorteggiati sarà effettuato lo stesso 12.06.2019 e le tempistiche fissate per la consegna delle offerte tecniche e economiche non saranno superiori a giorni 7. Pertanto si invitano i soggetti interessati ad eseguire i servizi in titolazione a prendere perfetta conoscenza delle specificità del bando regionale di finanziamento dell'intervento e di tutti gli adempimenti che questo comporta accedendo alla pagina web <https://www.regione.piemonte.it/web/temi/istruzione-formazione-lavoro/edilizia-scolastica/edilizia-scolastica-on-line-materiali-utili-per-gli-enti-beneficiari-mutui-bei-2017>.

I servizi in oggetto saranno affidati con il criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa, secondo il miglior rapporto qualità/prezzo, ai sensi dell'articolo 95 comma 3, lett. b) del Codice dei contratti D.Lgs. n. 50/2016 con il metodo "aggregativo-compensatore" di cui all'allegato "p" al D.P.R. n. 207/2010.

Saranno presi in considerazione elementi valutativi tra quelli seguenti:

Per l'offerta economica:

- a) ribasso percentuale unico indicato nell'offerta economica;
- b) riduzione percentuale, indicata nell'offerta economica, con riferimento al tempo di consegna degli elaborati progettuali (riduzione massima ammessa del tempo stimato 20%);

Per l'offerta tecnico-metodologica:

A) professionalità e adeguatezza desumibili da documentazione all'uopo predisposta (schede in formato A4 di massimo una pagina per intervento) relativa a un numero massimo di **due servizi** relativi a **progettazione (compresi studi di fattibilità tecnica e economica ex art. 23 del D.Lvo 50/2016) di interventi di miglioramento o adeguamento antisismico** di edifici;

B) professionalità e adeguatezza desumibili dalla documentazione all'uopo predisposta (schede in formato A4 di massimo una pagina per intervento) relativa a un numero massimo di **due servizi** relativi a **interventi progettati che abbiano compreso la messa a norma integrale di edifici pubblici** con ottenimento dell'agibilità senza necessità di ulteriori interventi di messa a norma;

C) caratteristiche metodologiche dell'offerta desunte dalla illustrazione delle modalità di svolgimento delle prestazioni oggetto dell'incarico mediante apposita relazione che indichi con precisione anche tutte le fasi di assistenza al Rup per la gestione/rendicontazione del contratto mediante gli specifici canali telematici e gli specifici applicativi del Miur e della Regione Piemonte. La relazione dovrà contenere anche il dettaglio delle modalità di tracciamento di ogni attività compiuta con espressa relazione alle modalità di gestione delle richieste e degli incontri con la committenza:

D) relazione sull'approccio progettuale richiesto dal D.M. 11 ottobre 2017, "CRITERI AMBIENTALI MINIMI PER L'AFFIDAMENTO DI SERVIZI DI PROGETTAZIONE E LAVORI PER LA NUOVA COSTRUZIONE, RISTRUTTURAZIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI PUBBLICI, da cui si evinca in particolare la professionalità già acquisita, compresa la partecipazione ad attività di ricerca e sviluppo, in merito all'utilizzo di materiali cd "ecocompatibili";

E) numero di **autorizzazione preventive** già ottenute ai sensi degli artt. 93 e 94 del DPR 380/2001 e s.m.i. (tale parametro è opportunamente distinto dai requisiti di partecipazione) con indicazione dell'atto dirigenziale di autorizzazione;

F) numero di **verifiche di vulnerabilità sismica** già eseguite relative a edifici rilevanti/strategici come richiesto dal combinato disposto della OPCM 3271/2003 e della DGR Piemonte 2011-8034 con indicazione degli Enti proprietari/locatari degli immobili,

G) numero di **adeguamenti antisismici** già eseguiti di **edifici scolastici** con coefficiente di vulnerabilità sismica di partenza inferiore a 0,6 (tale parametro sarà opportunamente distinto dai requisiti di partecipazione) e che abbiano prodotto almeno un aumento di 0,2 punti del coefficiente stesso;

H) aver già progettato interventi di cui al punto precedente senza delocalizzazione degli studenti gestendo già in fase progettuale (crono programmi specifici / PSC) la presenza dell'utenza scolastica durante i lavori (mediante specifiche compartimentazioni) e/o mediante specifico piano di delocalizzazione parziale/totale a cura dell'impresa mediante formulazione di criteri di aggiudicazione/bandi adeguati coerenti con col Capitolato Speciale di Appalto;

I) aver già svolto la funzione di DL (o membro dell'ufficio di DL) di interventi di adeguamento antisismico (se di scuole: punteggio doppio; se di scuole senza delocalizzazione degli studenti gestendo la presenza dell'utenza scolastica durante i lavori: punteggio triplo);

L) aver già svolto la funzione di CSE di interventi di cui al punto precedente (se di scuole: punteggio doppio; se di scuole senza delocalizzazione degli studenti gestendo la presenza dell'utenza scolastica durante i lavori: punteggio triplo);

M) attività dimostrabile di ricerca, sviluppo e sperimentazione in materia di adeguamento antisismico di edifici ed in particolare saranno valutati peso e approfondimento di pubblicazioni scientifiche sull'argomento.

N) possesso da parte del candidato di certificazione di qualità aziendale

Nel rispetto del Capo VI, art. 1 punto 1.7 delle Linee Guida n. 1 di attuazione del D. Lgs 18 aprile 2016 n. 50, saranno attribuibili i seguenti pesi **massimi** ai criteri di cui ai precedenti punti da a) a N):

1. per il criterio a): 20 punti (assegnazione proporzionale)
2. per il criterio b): 10 punti (assegnazione proporzionale con limite di riduzione)
3. per il criterio A): 10 punti (confronto a coppie o assegnazione punteggi motivati da 0 a 1)
4. per il criterio B): 5 punti (confronto a coppie o assegnazione punteggi motivati da 0 a 1)
5. per il criterio C): 25 punti (confronto a coppie o assegnazione punteggi motivati da 0 a 1)
6. per il criterio D): 10 punti (confronto a coppie o assegnazione punteggi motivati da 0 a 1)
7. per il criterio E): 5 punti (1 pt per ogni servizio dimostrato)
8. per il criterio F): 5 punti (1 pt per ogni servizio dimostrato)
9. per il criterio G): 5 punti (1 pt per ogni servizio dimostrato)
10. per il criterio H): 5 punti (S/N)
11. per il criterio I): 6 punti (1/2/3 pt per ogni servizio dimostrato)

12. per il criterio L): 6 punti (1/2/3 pt per ogni servizio dimostrato)
13. per il criterio M): 10 punti (confronto a coppie o assegnazione punteggi motivati da 0 a 1)
14. per il criterio N): 5 punti (S/N)

Gli inviti a negoziare:

- disciplineranno il peso effettivo dei criteri sopraesposti anche con riferimento alla loro riclassificazione rispetto ai 5 criteri riferiti nelle linee guida ANAC n. 1 (cap. Vi punto 1.7),
- potranno accorpare singoli parametri o escluderne alcuni,
- stabiliranno la disciplina di attribuzione dei punteggi in funzione dell'offerta tecnica, economica e temporale.

5. MERCATO ELETTRONICO DELLE PA.

La negoziazione potrà avvenire mediante il portale MEPA di Consip (www.acquistinretepa.it) - procedura di RDO.

Il candidato che intenda eseguire il contratto dovrà essere iscritto al momento dell'avvio della negoziazione al seguente BANDO: **“Servizi Professionali - Architettonici, di costruzione, ingegneria ed ispezione e catasto stradale”** Nella manifestazione di interesse dovrà essere indicata la partita Iva/ Codice Fiscale del soggetto iscritto sul MEPA al quale inviare la richiesta di offerta (nel caso di raggruppamenti dovrà essere il capogruppo).

Ogni soggetto che partecipi alla manifestazione, anche all'interno di raggruppamenti, dovrà essere iscritto per poter sottoscrivere le proprie dichiarazioni.

Qualora un concorrente non risultasse iscritto effettivamente al MEPA al momento dell'avvio della negoziazione, sarà incluso nella negoziazione il candidato che segue in ordine di estrazione del sorteggio, se vi sono soggetti disponibili in elenco.

6 SOPRALLUOGO E COMMISSIONE DI VALUTAZIONE

Per poter partecipare alla procedura (**a pena di esclusione**) è consigliato apposito **sopralluogo** da effettuare con un addetto del Comune previo appuntamento (tel 015-671341 – mail tecnico@comune.cerrione.bi.it) onde prendere miglior coscienza dei servizi da eseguire per cui si manifesta interesse, del materiale disponibile e delle caratteristiche dell'immobile sul quale intervenire.

Le manifestazioni di interesse saranno esaminate dal RUP dopo l'estrazione dei candidati da invitare e limitatamente a queste ultime. Nel caso le istanze ricevute presentassero elementi poco chiari, potranno essere chieste spiegazioni e integrazioni al fine di dirimere gli aspetti dubbi, secondo quanto ammesso dalla legge (cd. soccorso istruttorio).

Le offerte ricevute in fase di negoziazione saranno invece esaminate da apposita commissione di valutazione formata dopo la scadenza dei termini per la partecipazione. La commissione, salvo entrata in vigore dell'albo nazionale dei commissari di gara o di diversa normativa sarà formata attingendo alle professionalità interne alla P.A. committente, salva la facoltà di nomina di un presidente esterno in possesso del requisito minimo dell'aver partecipato nell'ultimo triennio a procedure di valutazione mediante OEPV condotte sul MEPA per l'affidamento di servizi professionali relativi a interventi con presenza della classe S06 (strutture).

La commissione di valutazione sarà effettuata da tre membri che, in ogni caso, unitamente assicurino esperienza e competenza curriculare nel settore del contratto (materia strutturale, normativa tecnica sugli edifici) nonché in merito al corretto svolgimento delle procedure mediante OEPV, e in materia di normativa e contrattualistica pubblica.

In funzione del momento in cui sarà avviata la nomina dei commissari, potrà ricorrere il caso di obbligo di nomina del Presidente della commissione mediante richiesta nominativi ad Anac (vedasi comunicato del Presidente di Anac del 10 aprile 2019). Per quanto riguarda gli altri membri sarà preferita la scelta di esperti interni alla stazione appaltante nel rispetto del principio generale di economicità dell'azione amministrativa.

7 TERMINI E MODALITÀ DI PRESENTAZIONE DELLA MANIFESTAZIONE DI INTERESSE

Le manifestazioni di interessi da parte degli operatori economici interessati, redatte mediante l'apposito allegato fac-simile, dovranno pervenire, considerata la necessità di procedere con massima celerità all'affidamento dell'incarico previa negoziazione per rispettare le tempistiche collegate al finanziamento regionale, entro le ore **8.00 del 12/06/2019** in una delle seguenti modalità:

- via pec all'indirizzo cerrione@pec.ptbiellese.it ,
- consegna a mano al protocollo comunale negli orari di apertura disponibili sul sito del Comune di Cerrione. È caldamente consigliato i files trasmessi abbiano formato il più compatto possibile. Ogni

forma di spedizione diversa è a esclusivo rischio del mittente. I plichi o i messaggi regolarmente pervenuti saranno protocollati e numerati progressivamente in base all'ordine di arrivo.

Nel caso di trasmissione a mano, le firme nei documenti presentati dovranno o essere autenticate ai sensi di legge o i documenti presentati dovranno essere corredati di copia fotostatica del documento di identità dei sottoscrittori in corso di validità.

Nel caso di trasmissione con posta elettronica i documenti dovranno essere salvati o scannerizzati in formato pdf. I documenti firmati debbono essere sottoscritti con firma digitale o essere firmati in originale cartaceo e successivamente scannerizzati in formato pdf, unendo la scansione di un documento di identità dei sottoscrittori in corso di validità (sempre in formato pdf) ai fini della trasmissione via posta elettronica.

L'oggetto del plico o delle mail dovrà riportare il mittente e la dicitura "[serviziprofessionaliprimaria](#)".
(nel caso di pec ad esempio: mario.rossi.serviziprofessionaliprimaria).

8. TERMINI PER LA PRESENTAZIONE DELLA PROGETTAZIONE:

I termini massimi per rendere le prestazioni richieste saranno definiti nelle lettere di invito a negoziare.

9. MODALITÀ DI VERIFICA DEI REQUISITI DI PARTECIPAZIONE IN FASE DI NEGOZIAZIONE.

Le modalità di effettuazione della verifica del possesso dei requisiti di carattere generale, tecnico organizzativo ed economico finanziario saranno descritte nelle lettere di invito a negoziare e potranno essere svolte attraverso l'utilizzo del sistema AVCPASS, reso disponibile dall'A.N.A.C. con la delibera attuativa n. 111 del 20 dicembre 2012. In tal caso, i soggetti invitati, dovranno accedere all'apposito link sul portale A.N.A.C. <https://www.anticorruzione.it/portal/public/classic/Servizi/ServiziOnline/AVCpass> e, con riferimento al CIG che identifica le procedure, acquisire il PASSOE, di cui all'art. 2, comma 3.2 della citata Delibera attuativa 111/2012.

10. PROCEDURE DI RICORSO IN FASE DI NEGOZIAZIONE

L'organismo responsabile delle procedure di ricorso è il Tribunale Amministrativo Regionale del Piemonte, C.so Stati Uniti, 45, codice postale 10128, Torino, Italia. Presentazione di ricorso: 30 giorni davanti al TAR Piemonte. Servizio presso il quale sono disponibili informazioni sulla presentazione del ricorso: Tribunale Amministrativo Regionale del Piemonte, C.so Stati Uniti, 45, codice postale 10128, Torino, Italia.

11. OBBLIGHI IN TEMA DI "LEGGE ANTICORRUZIONE"

In sede di sottoscrizione del contratto l'appaltatore deve dichiarare, ai sensi dell'articolo 53 — comma 16-ter del decreto legislativo 30 marzo 2001, n. 165 «Norme generali sull'ordinamento del lavoro alle dipendenze delle amministrazioni pubbliche», di non aver concluso contratti di lavoro subordinato o autonomo e comunque di non aver attribuito incarichi a ex dipendenti del Comune di Cerrione che abbiano esercitato poteri autoritativi o negoziali per conto del Comune stesso, nei confronti dell'appaltatore, nel triennio successivo alla cessazione del rapporto di pubblico impiego. Si specifica che l'ambito di applicazione della predetta norma ricomprende, oltre che i soggetti di cui all'articolo 21 del decreto legislativo 8 aprile 2013, n. 39 «Disposizioni in materia di inconfirmità e incompatibilità di incarichi presso le pubbliche amministrazioni e presso gli enti privati in controllo pubblico, a norma dell'articolo 1, commi 49 e 50, della legge 6 novembre 2012, n. 190», anche i soggetti che, pur non esercitando concretamente ed effettivamente poteri autoritativi o negoziali per conto del Comune, hanno elaborato atti endoprocedimentali obbligatori relativi al provvedimento di aggiudicazione definitiva, così come previsto dall'Autorità Nazionale Anticorruzione [A.N.A.C.] con Orientamento n. 24 del 21 ottobre 2015.

L'appaltatore dichiarerà di essere a conoscenza che in caso di accertamento della violazione del suddetto obbligo dovrà restituire i compensi eventualmente percepiti e non potrà contrattare con le pubbliche amministrazioni per i successivi tre anni.

12. CODICE DI COMPORTAMENTO

L'appaltatore si obbliga a estendere, nei confronti dei propri collaboratori a qualsiasi titolo, per quanto compatibili, gli obblighi di condotta previsti dal «Regolamento recante codice di comportamento dei dipendenti pubblici, a norma dell'art. 54 del D.Lgs. 30.3.2001 n. 165» di cui al D.P.R. 16 aprile 2013, n. 62. Il contratto sarà automaticamente risolto in caso di violazione accertata dei predetti obblighi, ai sensi dell'articolo 2, comma 3, del citato codice.

13. NORME FINALI

Si rende noto che l'amministrazione non è vincolata in alcuno modo a procedere all'affidamento dell'incarico professionale in oggetto, e si riserva altresì la facoltà di affidare l'incarico parziale rispetto a quello oggetto del presente avviso. In particolare l'avvio della negoziazione è subordinato alla autorizzazione da parte della Regione Piemonte ad impiegare il finanziamento per l'esecuzione prioritaria di interventi antisismici. Si precisa che in caso negativo, qualora la Regione pretendesse l'esecuzione dei lavori previsti nel progetto esecutivo dell'anno 2015, in fase di negoziazione sarà chiesto al partecipante di provare il possesso dei requisiti nelle classi IA01 (valore lavori 50.000), IA02 (valore lavori 25.000), IA03 (valore lavori 5.000) del decreto parametri consentendo a tal fine la costituzione di RTP;

- Per tutto quanto non espressamente previsto nel presente avviso, si fa riferimento D.Lgs 50/2010, al Regolamento approvato con DPR 207/2010 al Capitolato Generale d'Appalto approvato con Decreto del Ministero dei LL.PP. n. 145 del 19/4/2000;
- Eventuali comunicazioni riguardanti il presente avviso e/o risposte a quesiti di carattere generali saranno pubblicati sul profilo del committente nella sezione bandi di gara
- l'istanza deve essere sottoscritta dal legale rappresentante e dovrà essere allegata copia fotostatica di un documento valido di identità del sottoscrittore se non firmata elettronicamente.
- il conferimento di dati, compresi quelli "giudiziari", ha natura obbligatoria, connessa all'adempimento di obblighi di legge, regolamenti e normative comunitarie in materia di contratti pubblici.
- secondo quanto meglio enucleato nell'informativa sul trattamento dei dati personali allegati in calce i dati forniti all'Amministrazione saranno raccolti e trattati esclusivamente nell'ambito delle proprie finalità istituzionali per i dati comuni e in caso di dati sensibili per rilevanti finalità di interesse pubblico previste da leggi o da provvedimenti. T;
- l'aggiudicatario delle procedure di negoziazione dovrà possedere adeguata polizza di R.C.;
- l'eventuale aggiudicazione mediante MEPA è soggetta all'imposta di bollo di € 16,00;
- sarà richiesta la cauzione definitiva ai sensi dell'art. 103 del Codice dei contratti pubblici;
- l'affidamento/gli affidamenti potranno essere modificati ex art 106 del D.Lvo 50/2016 e s.m.i. e pertanto implementato/i nei limiti previsti dalla normativa vigente (max 50 %);
- non trattandosi di contratti con carattere ripetitivo non potrà essere applicato il principio di rotazione escludendo gli operatori "uscenti".

14 RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO: Arch. Cristiano Campagnolo, via Monte Bianco 49, 13882 Cerrione, Tel: 015671341.

INFORMAZIONI TECNICHE: Ufficio Tecnico del Comune di Cerrione, 015-671341, fax 015- 671491, mail: tecnico@comune.cerrione.bi.it

Cerrione, 16/04/2019

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
ARCH. CRISTIANO CAMPAGNOLO
f.to digitalmente

In Allegato

a) Mod. A - dichiarazione cumulativa (assenza cause di esclusione e requisiti di partecipazione qualificazione);

b) Determinazione del corrispettivo calcolato applicando il Decreto Ministeriale 17 giugno 2016 "Approvazione delle tabelle dei corrispettivi commisurati al livello qualitativo delle prestazioni di progettazione adottato ai sensi dell'art. 24, comma 8 del D. Lgs n. 50/2016.

C) Verifica sismica

Informativa sul Trattamento dei dati personali –

ai sensi del combinato disposto di cui agli articoli 13 del Reg. UE 679/2016 (GDPR) e dell'art. 13 del D.Lgs. 196/2003 (Codice in materia di protezione dei dati personali).

Ai sensi dell'art. 13 GDPR, si forniscono, in coerenza del principio di trasparenza, le seguenti informazioni al fine di rendere consapevole l'utente delle caratteristiche e modalità del trattamento dei dati:

a) Identità e dati di contatto

Si informa che

- il Titolare del Trattamento dei dati da Lei forniti è il Comune di Cerrione, con sede in Via Monte Bianco 49 a Cerrione, rappresentato dal Sindaco protempore.

-il **Responsabile della protezione dei dati**, Fison Vittordavide, come risulta anche dal link che segue:
<http://www.comune.cerrione.bi.it/Home/Menu?IDDettaglioPagina=106356>, è reperibile al seguente punto:

Email: argacom@pec.it

Funzioni e compiti inerenti al trattamento sono inoltre svolte dai funzionari del settore competente sulla procedura

b) Finalità del trattamento e base giuridica

I trattamenti dei dati richiesti all'interessato sono effettuati ai sensi dell'art. 6, lett. e) del regolamento UE 2016/679 per tutti gli adempimenti connessi alla procedura cui si riferiscono e nel rispetto degli obblighi previsti dalla normativa e dalle disposizioni regolamentari. Il conferimento dei dati da parte dei candidati è pertanto obbligatorio ai fini della valutazione dei requisiti di partecipazione e, pena l'esclusione dalla procedura medesima.

c) Destinatari ed eventuali categorie di destinatari dei dati personali

I dati sono trattati all'interno dell'ente dai dipendenti coinvolti nel procedimento, compresi i membri della Commissione, autorizzati al loro trattamento sotto la responsabilità del Titolare per le finalità sopra riportate.

I dati potranno essere comunicati ad altre Amministrazioni Pubbliche. I dati saranno trattati anche successivamente, in caso di instaurazione di rapporti contrattuali, per le finalità inerenti alla gestione del rapporto medesimo. Sono previste comunicazioni pubbliche relative alla procedura e potranno essere pubblicati on line nella sezione: Amministrazione Trasparente in quanto necessario per adempiere agli obblighi di legge previsti del D.Lgs. n. 33/2013 -testo unico in materia di trasparenza amministrativa. I dati di cui non sia motivatamente voluta la pubblicazione debbono essere specificamente indicati dal soggetto partecipante con separata dichiarazione.

d) Trasferimento dati a paese terzo

Si informa che il titolare non intende trasferire i dati ad un paese terzo rispetto all'Unione Europea.

e) Periodo di conservazione dei dati

I dati sono conservati per il tempo di espletamento della procedura e successiva rendicontazione e certificazione di regolare esecuzione

f) Diritti sui dati

Gli interessati possono avvalersi, ove applicabili:

- diritto di accesso ai suoi dati personali; diritto di chiederne la rettifica, la limitazione o la cancellazione, nonché diritto di opporsi al trattamento, fatta salva l'esistenza di motivi legittimi da parte del Titolare;

DICHIARA

1. relativamente all'art. 80 del D.Lgs. 50/20016¹:

- di non trovarsi in nessuna delle clausole di esclusione di cui ai commi 1, 2, 4 e 5 del medesimo articolo
- relativamente ai soggetti di cui al comma 3 dello stesso art. 80, di non essere a conoscenza che gli stessi si trovino nelle cause di esclusione di cui al comma 1.
- relativamente a tutti gli altri soggetti componenti il raggruppamento, di non essere a conoscenza che gli stessi si trovino nelle cause di esclusione di cui all'art. 80 del D.Lvo 50/2016 avendo acquisito in merito specifica dichiarazione da parte dei soggetti stessi.

2. di essere in possesso dei requisiti di idoneità tecnico-professionale e economico-finanziario per eseguire il servizio in oggetto, come specificamente elencati nell'avviso di manifestazione di interesse, e in particolare:

il tecnico avente **laurea in Architettura o Ingegneria o equipollente**, con iscrizione all'Albo degli architetti/ingegneri e in regola con gli obblighi formativi (sezione A) sarà:

il **tecnico incaricato del servizio di coordinamento della sicurezza** in fase di progettazione ed esecuzione abilitato ai sensi dell'art. 98 del D. Lgs 81/2008 e in regola con gli obblighi formativi di aggiornamento sarà:

(In caso di raggruppamento temporaneo di professionisti)

il **giovane professionista** ai sensi degli artt. 24 comma 5 del D. Lgs 50/2016 e 253 comma 5 el D.P.R. 207/2010, in regola con gli obblighi formativi di aggiornamento sarà:

(In caso di raggruppamento temporaneo di professionisti)

ai sensi e per gli effetti dell'articolo 46 e 48, del decreto legislativo n. 50 del 2016, nell'ambito dei servizi tecnici di ingegneria e architettura posti in gara, le seguenti prestazioni saranno eseguite come segue

a)	S.06	per una quota del
A	Mandatario:	%
1	Mandante:	%
2	Mandante:	%
3	Mandante:	%

(solo per consorzi stabili ex articolo 36 e articolo 90, comma 1, lettera h) (i) ai sensi dell'articolo 36, in quanto applicabile, e dell'articolo 90, comma 1, lettera h), del decreto legislativo n. 163 del 2006, che questo consorzio stabile concorre: ⁽ⁱⁱ⁾

in proprio con la propria organizzazione consortile e non per conto dei consorziati;

¹ Barrare chiaramente la casella pertinente.

- per conto dei seguenti operatori economici consorziati, dei quali sono allegate apposite dichiarazioni, con i contenuti di cui ai precedenti numeri da 1) a 5), attestanti il possesso dei requisiti richiesti dalla dall'avviso di manifestazione di interesse:

	<i>Ragione sociale del consorziato</i>	<i>Sede</i>	<i>Codice fiscale</i>
1			
2			
3			

- che il **fatturato globale** per i servizi di ingegneria e architettura, di cui all'art. 3, lett. vvvv) del Codice, espletati nei migliori tre esercizi dell'ultimo quinquennio antecedente la pubblicazione dell'avviso, al netto di IVA e contribuzioni, è il seguente:

(Requisito minimo - totale fatturato per servizi di ingegneria e di architettura nei migliori tre esercizi del quinquennio NON inferiore a € 85.000,00. Nel caso di raggruppamento tale requisito può essere raggiunto orizzontalmente purché almeno il 50% sia in capo al mandatario capogruppo)

Fatturato globale <i>(punto 2.2.3.1 dell'avviso di indagine di mercato)</i>		
Mandatario o concorrente singolo		
Esercizio Anno 201_	€.	
Esercizio Anno 201_	€.	
Esercizio Anno 201_	€.	
tot	€.	<i>(requisito minimo: NON inferiore a € 85.000,00 se concorrente singolo e a 50% di € 85.000 se Mandatario)</i>
Mandante		
Esercizio Anno 201_	€.	
Esercizio Anno 201_	€.	
Esercizio Anno 201_	€.	
tot	€.	
Mandante		
Esercizio Anno 201_	€.	
Esercizio Anno 201_	€.	
Esercizio Anno 201_	€.	
tot	€.	
Mandante		
Esercizio Anno 201_	€.	
Esercizio Anno 201_	€.	
Esercizio Anno 201_	€.	
tot	€.	
Mandante		
Esercizio Anno 201_	€.	
Esercizio Anno 201_	€.	
Esercizio Anno 201_	€.	
tot	€.	

- di aver espletato negli ultimi 10 (dieci) anni servizi di ingegneria e architettura, di cui all'art. 3, lett. vvv) del Codice, relativi a lavori appartenenti alla classe S.06, individuate sulla base delle elencazioni contenute nelle vigenti tariffe professionali, per un importo globale pari a 2 volte l'importo stimato dei lavori da progettare, come di seguito riportato: *(Nel caso di raggruppamento tale requisito può essere raggiunto orizzontalmente all'interno della categoria purché almeno il 50% della categoria prevalente sia in capo al mandatario capogruppo) INSERIRE SOLO SERVIZI SUFFICIENTI A DIMOSTRARE IL POSSESSO DEI REQUISITI*

Servizi di ingegneria ed arch. espletati nei ultimi 10 anni <i>(punto 2.2.3.2 dell'avviso di indagine di mercato)</i>			
Categoria/ID Opere <i>(DM 17.06.2016)</i>	Anno/oggetto lavoro/ Eseguito da (indicare se eseguito da mandatario o mandante con nominativo)	Importo base asta lavori	Committente
STRUTTURE S.06 (categorie I/g e IX/c L. 143/1949 Cat III DM 18.11.1971) Requisito minimo Euro 420.000,00 (210.000 in capo al mandatario nel caso di mandatario che intenda raggiungere verticalmente il requisito)			

- di aver espletato negli ultimi 10 (dieci) anni n. 2 (DUE) servizi di ingegneria e architettura, di cui all'art. 3, lett. vvv) del Codice, relativi a lavori appartenenti alla classe e categorie S.06 cui si riferiscono i servizi da affidare, individuate sulla base delle elencazioni contenute nelle vigenti tariffe professionali, per un importo totale non inferiore a un valore di 0,8 l'importo stimato da progettare, calcolato con riguardo alla classe S.06 e riferiti a tipologie di lavori analoghi per dimensioni e caratteristiche tecniche a quelli oggetto dell'affidamento, come di seguito riportato: *In caso di*

raggruppamento temporaneo, i servizi di punta già svolti, dovranno la singola classe e categoria prevista (s.06) essere integralmente posseduti da uno dei componenti il raggruppamento o meglio è consentito un servizio di punta di valore maggiore in capo al mandatario e uno di valore minore in capo al mandante)

Servizi di ingegneria ed arch. espletati nei ultimi 10 anni (punto 2.2.3.3 dell'avviso di indagine di mercato)			
Categoria/ID Opere (DM 17.06.2016)	Anno/oggetto lavoro Eseguito da (indicare se eseguito da mandatario o mandante con nominativo)	Importo	Committente
STRUTTURE S.06 (categorie I/g e IX/c L. 143/1949 Cat III DM 18.11.1971) Requisito minimo Euro 168.000,00			
totale		€	

- DI ESSERE A CONOSCENZA CHE I REQUISITI DI CUI ALLA PRESENTE DICHIARAZIONE POSSONO ESSERE SOTTOPOSTI A VERIFICA.**
- di aver ricevuto l'informativa sul trattamento e diffusione anche in Internet dei dati personali ai sensi ai sensi del combinato disposto di cui agli articoli 13 del Reg. UE 679/2016 (GDPR) e dell'art. 13 del D.Lgs. 196/2003 (Codice in materia di protezione dei dati personali) inserita all'interno dell'avviso di selezione e di autorizzare l'utilizzo dei propri dati personali nel rispetto delle disposizioni vigenti;
14. di autorizzare il Comune di Cerrione a rendere pubblici, mediante pubblicazione all'Albo Pretorio online e sul sito internet del Comune, l'ammissione/esclusione dalla selezione, il risultato conseguito nelle prove e nei titoli e la posizione in graduatoria con relativo punteggio

Data _____

FIRMA DEL DICHIARANTE

ⁱ Cancellare l'intero punto 9) se non si tratta di consorzi stabili.

ⁱⁱ Scegliere una sola delle due opzioni che seguono.

**ARCH CRISTIANO CAMPAGNOLO**

VIA MONTE BIANCO 49 - 13882 CERRIONE (BI)

Tel.: 015-671341 - Cell.: 338-2615211 - Fax.: 015-671491

E-mail: tecnico@comune.cerrione.bi.it

C.F.: 81019360023 - P.IVA: 00431480029

*CERRIONE, lì 28/05/2019***OGGETTO: Determinazione del corrispettivo a base gara per l'affidamento dei contratti pubblici di servizi attinenti all'architettura e all'ingegneria (D.M. 17/06/2016).****INCARICO: servizi tecnici di ingegneria e architettura di revisione del progetto esecutivo, direzione lavori e coordinamento per la sicurezza in fase esecutiva dell'intervento titolato 1 lotto funzionale dell'intervento di ristrutturazione, messa in sicurezza e a norma della scuola elementare e media "la bessà" di via Adua in Vergnasco (Cerrione - BI)**

Ai sensi del regolamento recante le modalità per la determinazione dei corrispettivi a base di gara per l'affidamento dei contratti pubblici di servizi attinenti all'architettura e all'ingegneria (D.M. 17/06/2016), si identificano le seguenti competenze da porre a base di gara:

COMPENSO PER PRESTAZIONI PROFESSIONALI

Descrizione	Importo euro
1) Strutture	
Strutture speciali	
Valore dell'opera [V]: 210'000.00 €	
Categoria dell'opera: STRUTTURE	
Destinazione funzionale: Strutture speciali	
Parametro sul valore dell'opera [P]: 10.4321%	
Grado di complessità [G]: 1.15	
Descrizione grado di complessità: [S.04] Opere strutturali di notevole importanza costruttiva e richiedenti calcolazioni particolari - Verifiche strutturali relative - Struttura con metodologie normative che richiedono modellazioni particolari: edifici alti con necessità di valutazione di sendo ordine.	
Specifiche incidenze [Q]:	
Verifica sismica delle strutture esistenti e individuazione delle carenze strutturali [QbII.16=0.18]	4'534.83 €
Relazione generale e specialistiche, elaborati grafici, calcoli esecutivi [QbIII.01=0.12]	3'023.22 €
Particolari costruttivi e decorativi [QbIII.02=0.13]	3'275.16 €
Computo metrico estimativo, quadro economico, elenco prezzi e eventuale analisi, quadro dell'incidenza percentuale della quantita' di manodopera [QbIII.03=0.03]	755.81 €
Schema di contratto, capitolato speciale d'appalto, cronoprogramma [QbIII.04=0.01]	251.94 €
Piano di manutenzione dell'opera [QbIII.05=0.025]	629.84 €
Progettazione integrale e coordinata - Integrazione delle prestazioni specialistiche [QbIII.06=0.03]	755.81 €
Piano di sicurezza e coordinamento [QbIII.07=0.1]	2'519.35 €
Supporto al RUP: per la supervisione e coordinamento della progettazione esecutiva [QbIII.08=0.01]	251.94 €

**ARCH CRISTIANO CAMPAGNOLO**

VIA MONTE BIANCO 49 - 13882 CERRIONE (BI)

Tel.: 015-671341 - Cell.: 338-2615211 - Fax.: 015-671491

E-mail: tecnico@comune.cerrione.bi.it

C.F.: 81019360023 - P.IVA: 00431480029

Supporto al RUP: per la programmazione e progettazione appalto [QbIII.10=0.04]	1'007.74 €
Direzione lavori, assistenza al collaudo, prove di accettazione [QcI.01=0.38]	9'573.54 €
Liquidazione (art. 194, comma 1, d.P.R. 207/2010) - Rendicontazioni e liquidazione tecnico contabile [QcI.02=0.02]	503.87 €
Controllo aggiornamento elaborati di progetto, aggiornamento dei manuali d'uso e manutenzione [QcI.03=0.02]	503.87 €
Coordinamento e supervisione dell'ufficio di direzione lavori [QcI.04=0.02]	503.87 €
Ufficio della direzione lavori, per ogni addetto con qualifica di ispettore di cantiere [QcI.06=0.06]	1'511.61 €
Contabilita' dei lavori a corpo:	
- Fino a 210'000.00 €: QcI.10=0.045	1'133.71 €
Certificato di regolare esecuzione [QcI.11=0.04]	1'007.74 €
Coordinamento della sicurezza in esecuzione [QcI.12=0.25]	6'298.37 €
Totale	38'042.22 €

2) Prestazioni a vacanza

Per le prestazioni computate a vacanza si dovrà corrispondere:

- al professionista incaricato l'importo di 50.00 €/ora per 8 ore [8 * 50.00 €]	400.00 €
- all'aiuto iscritto all'albo l'importo di 37.00 €/ora per 4 ore [4 * 37.00 €]	148.00 €
- all'aiuto di concetto l'importo di 30.00 €/ora per 4 ore [4 * 30.00 €]	120.00 €

Per il dettaglio delle prestazioni a vacanza computate si rimanda all'apposito allegato.

TOTALE PRESTAZIONI **38'710.22 €**
S.E.&O.

SPESE E ONERI ACCESSORI

Descrizione	Importo euro
1) Spese generali di studio	3'871.02 €
TOTALE SPESE E ONERI ACCESSORI	3'871.02 €
Per il dettaglio delle voci di spesa ed oneri accessori si rimanda all'apposito allegato.	S.E.&O.

RIEPILOGO PER TIPOLOGIA

Descrizione	Importo euro
Prestazioni professionali:	
Compenso per prestazioni professionali	38'710.22 €
Spese ed oneri accessori	3'871.02 €

RIEPILOGO FINALE

Descrizione	Importo euro
-------------	-----------------



ARCH CRISTIANO CAMPAGNOLO

VIA MONTE BIANCO 49 - 13882 CERRIONE (BI)

Tel.: 015-671341 - Cell.: 338-2615211 - Fax.: 015-671491

E-mail: tecnico@comune.cerrione.bi.it

C.F.: 81019360023 - P.IVA: 00431480029

Imponibile

42'581.24 €

TOTALE DOCUMENTO

42'581.24 €

NETTO A PAGARE

42'581.24 €

Diconsi euro quarantaduemila-cinquecentottantauno/24.

S.E.&O.

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

(UFFICIO TECNICO COMUNALE -BI- COMUNE DI
CERRIONE)

**ARCH CRISTIANO CAMPAGNOLO**

VIA MONTE BIANCO 49 - 13882 CERRIONE (BI)

Tel.: 015-671341 - Cell.: 338-2615211 - Fax.: 015-671491

E-mail: tecnico@comune.cerrione.bi.it

C.F.: 81019360023 - P.IVA: 00431480029

ALLEGATO*CERRIONE, li 28/05/2019*

OGGETTO: Dettaglio delle singole voci delle prestazioni a vacanza e delle spese.
INCARICO: servizi tecnici di ingegneria e architettura di revisione del progetto esecutivo, direzione lavori e coordinamento per la sicurezza in fase esecutiva dell'intervento titolato 1 lotto funzionale dell'intervento di ristrutturazione, messa in sicurezza e a norma della scuola elementare e media "la bessa" di via Adua in Vergnasco (Cerrione - BI)

**DETTAGLIO del
COMPENSO per PRESTAZIONI A VACAZIONE**

Descrizione	Importo euro
1) assistenza per pratiche bando e ottenimento autorizzazione preventiva ex artt. 93-94 DPR 380 (modulistica regionale - rapporti con il settore tecnico regionale decentrato OOPP di Biella e Vercelli)	
Professionista incaricato per 8 ore [8 * 50.00]	400.00 €
Aiutante iscritto all'albo per 4 ore [4 * 37.00]	148.00 €
Aiutante di concetto per 4 ore [4 * 30.00]	120.00 €
TOTALE PRESTAZIONI A VACAZIONE	668.00 €
	S.E.&O.

**DETTAGLIO delle
SPESE E ONERI ACCESSORI**

Descrizione	Importo euro
1) Spese generali di studio	
Spese generali di studio (forfettarie) pari al 10% del compenso per prestazioni professionali. [10% * 38'710.22 €]	3'871.02 €
TOTALE SPESE PROFESSIONALI	3'871.02 €
	S.E.&O.

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO(UFFICIO TECNICO COMUNALE -BI- COMUNE DI
CERRIONE)



COMUNE DI CERRIONE (BI)

Via Adua, 9 – 13882 Cerrione

SCUOLA PRIMARIA E SECONDARIA DI PRIMO GRADO DI VERGNASCO

Verifica di vulnerabilità sismica



Revisione	Redatto	Ver./App.	Data	Descrizione delle modifiche
00	AC	AC/PO	16/03/2018	Prima emissione

ADVANCED ENGINEERING s.r.l.

Via Monte Bianco, 34 - 20149 Milano
Telefono +39 02 45473703
Fax +39 02 45473704

mail@advancedengineering.it

Registro delle imprese di Milano
C.F. e P.IVA 04325430967
R.E.A. MI-17394923



INDICE

1	Introduzione.....	3
2	Metodologia.....	6
3	Indagini conoscitive.....	8
3.1	<i>Definizione del livello di conoscenza e pianificazione delle indagini.....</i>	8
3.2	<i>Rilievo geometrico.....</i>	11
3.3	<i>Impianto strutturale</i>	13
3.4	<i>Rilievo dei solai</i>	14
3.5	<i>Verifiche dei dettagli costruttivi</i>	14
3.6	<i>Proprietà del terreno</i>	14
3.7	<i>Risultati delle prove meccaniche sui materiali</i>	14
3.8	<i>Definizione del fattore di confidenza e conclusioni dell'indagine conoscitiva</i>	16
4	Definizione della sollecitazione sismica.....	17
5	Modello di calcolo.....	19
5.1	<i>Masse sismiche.....</i>	19
5.2	<i>Proprietà meccaniche dei materiali.....</i>	20
5.3	<i>Ipotesi di modello.....</i>	21
5.4	<i>Combinazioni di carico.....</i>	22
5.5	<i>Condizioni al contorno</i>	23
5.6	<i>Analisi modale.....</i>	23
5.7	<i>Fattore di struttura.....</i>	29
6	Verifiche sismiche.....	30
6.1	<i>Proprietà dei materiali ed elementi oggetto di verifica</i>	30
6.2	<i>Verifica strutture in calcestruzzo armato rispetto al sisma di progetto.....</i>	30
6.3	<i>Verifica portanti in muratura.....</i>	41
7	Conclusioni e suggerimenti per l'adeguamento.....	46
8	Bibliografia	48
	Allegato 1 Tavole delle indagini diagnostiche	49
	Allegato 2 Documentazione fotografica	53
	Allegato 3 Certificati di prova dei materiali	84
	Allegato 4. Risultati di calcolo	86

1 Introduzione

Scopo della presente relazione è la rendicontazione dell'analisi di vulnerabilità sismica della scuola primaria e secondaria di primo grado sita in Via Adua, 9 Cerrione (BI).

L'analisi della vulnerabilità sismica prevede, in accordo al D.M. 14.01.2008, l'esecuzione di una serie articolata di attività conoscitive e di indagini preliminari del complesso scolastico, grazie al quale si è potuto successivamente mettere a punto la fase delicata del calcolo strutturale vero e proprio e dell'analisi dei risultati.

Le attività si distinguono nelle seguenti fasi:

- 1) Programmazione ed esecuzione delle attività conoscitive e diagnostiche necessarie per conseguire un adeguato grado di conoscenza della struttura in oggetto rispetto a: geometria, schema strutturale, dettagli strutturali e proprietà meccaniche dei materiali e del terreno.
- 2) Implementazione di un modello di calcolo agli elementi finiti, in grado di rappresentare il comportamento della struttura rispetto ai carichi gravitazionali (permanenti e accidentali) e rispetto all'azione sismica attesa sul sito, tenendo in debito conto delle condizioni al contorno rappresentate dal sistema dei vincoli a terra.
- 3) Illustrazione delle soluzioni propositive per la fase successiva di consolidamento strutturale, allo scopo di conseguire un *miglioramento* o un *adeguamento* del comportamento della struttura rispetto all'azione sismica.

Il complesso scolastico in oggetto è un vero e proprio agglomerato di corpi con funzioni differenziate, ciascuno dei quali ha forma, dimensioni planimetriche, altezza, differenti uno dall'altro.

Questo è sostanzialmente formato da un corpo principale originario, con ingresso, uffici ed aule, che si sviluppa su tre piani, a pianta rettangolare, con dimensioni di circa 10 x 34 m. Si accede con lo scalone esterno alla zona di ingresso al piano rialzato, dotata di ampio atrio. Sul lato destro dell'ingresso, si sviluppa un lungo corridoio, lungo il quale sono disposti il vano scala, le aule scolastiche, i ripostigli, i servizi igienici.

Frontalmente all'ingresso, un breve corridoio conduce alla palestra, edificio monopiano con dimensioni 17 x 29 metri circa, altezza 7,20 metri, realizzata come ampliamento nel 1988. Sul breve corridoio sono disposti alcuni locali destinati ad uffici e infermeria.

Sul lato sinistro dell'ingresso, è stato realizzato un ulteriore ampliamento con un corpo di 2 piani, a forma di "L" di circa 16x19 metri, eseguito nel 2004. Nell'ampliamento sono presenti altre aule, servizi ed il percorso che conduce alla Mensa Scolastica.

Proseguendo su questo lato, attraversando una passerella chiusa tra pareti e solaio, si giunge al nuovo corpo mensa scolastica, edificata nel 2009, caratterizzata da una forma esagonale con lato di circa 8,0 metri, monopiano.

Gli edifici presentano soluzioni strutturali con pilastri o con pareti portanti in laterizio forato. Gli orizzontamenti della struttura sono formati da travi sulle quali sono solidarizzati i solai con travetti di calcestruzzo armato ed alleggerimenti con pignatte di laterizio, gettati in opera. Nell'ampliamento del 2004 si osservano travetti in c.a. precompresso e pignatte.

I solai trovano pertanto appoggio sulle pareti perimetrali oppure sono solidarizzati alle travi di spina e perimetrali, grazie alle quali è stato possibile creare le ampie finestrate delle aule, dotate di incorniciature in risalto.

Le diverse porzioni della scuola pertanto possono essere classificate in relazione al periodo di costruzione, in particolare:

- prima porzione di fabbrica, quella principale, costituita dalla parte di scuola posta a nord, sviluppata su 3 livelli di cui uno parzialmente interrato, uno rialzato di circa 1,5 m dal piano campagna e il secondo a seguire, con solaio di copertura piano e tetto a falde di finitura (realizzazione primi anni '70);
- seconda porzione di fabbrica, costituita dalla parte di scuola che si protende verso ovest, sviluppata su 2 livelli di cui uno parzialmente interrato e uno rialzato di circa 1,5 m dal piano campagna; la parte principale comprende il magazzino comunale al piano seminterrato e la palestra al piano superiore, mentre il secondo un locale deposito al piano seminterrato e gli spogliatoi della palestra al piano sopraelevato, con solaio di copertura piano e tetto a falde di finitura (completamento 1988);
- terza porzione di fabbrica, costituita dalla parte di scuola che si estende verso sud, sviluppata su 2 livelli di cui uno parzialmente interrato e uno rialzato di circa 1 m dal piano campagna, con solaio di copertura piana e tetto a falde di finitura (realizzata alla fine del 2004);
- quarta e ultima porzione di fabbrica, costituita dalla mensa a forma esagonale posta nella zona sud-ovest dell'area, sviluppata su un unico livello, con solaio di copertura piana e tetto a falde di finitura (realizzata nel 2009).

Tutte le strutture delle prime 3 porzioni sono caratterizzate dalle seguenti opere strutturali:

- piano seminterrato con pareti in c.a. continue, con inserite alcune aperture per dare luce ed aria ai locali presenti;
- fondazioni continue in corrispondenza delle murature continue in c.a. e plinti singoli per i pilastri.
- struttura superiore del tipo misto, con telaio in calcestruzzo e tamponature in mattoni pieni o semipieni ma comunque portanti, con grandi aperture finestrate;
- solai in laterocemento con travetti prefabbricati in calcestruzzo armato e pignatte di alleggerimento in laterizio, con travi intradossate in evidenza per la palestra;

Per quanto concerne la quarta porzione è caratterizzata dalle seguenti opere strutturali:

- fondazioni continue in corrispondenza delle murature continue in c.a. e plinti singoli per i pilastri connessi fra loro da travi di collegamento;
- solaio di copertura in laterocemento con travetti prefabbricati e pignatte di alleggerimento in laterizio;
- pareti perimetrali realizzate in blocchi di calcestruzzo prefabbricati con pilastri e travi di irrigidimento.

La progettazione e realizzazione della prima porzione di tale struttura risale agli anni 70, per cui la normativa di riferimento dell'epoca era costituita dal Regio Decreto Legge 16/11/1939 n°2229 e dalla Circolare 23/05/1957 n°1472. Ne consegue che la struttura è stata progettata rispetto ai soli carichi verticali ed all'azione del vento.

2 Metodologia

Il quadro normativo di riferimento della presente relazione attinge alle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 14 gennaio 2008 (NTC2008) e alla Circolare contenente le istruzioni per l'applicazione delle suddette norme del 2 febbraio 2009 (CIRC2009).

In riferimento al suddetto quadro normativo, gli stati limite di riferimento rispetto ai quali eseguire una verifica di vulnerabilità sismica sono:

- SLV: Stato limite di salvaguardia della vita. Garantisce la salvaguardia degli occupanti e la conservazione del manufatto nell'eventualità di terremoti di particolare intensità per il sito in esame (vedi paragrafo 3.2.1 delle NTC2008).
- SLD: Stato limite di danno. Garantisce l'assenza di perdita di funzionalità rispetto a terremoti di media intensità (quindi più frequenti di quelli che caratterizzano lo SLV).

Per quanto riguarda la scuola in esame, trattandosi di un edificio cosiddetto "rilevante" la verifica va eseguita rispetto allo stato limite di salvaguardia della vita SLV.

La conoscenza della struttura costituisce un presupposto fondamentale per ottenere una valutazione attendibile dello stato di sicurezza del manufatto nei confronti dell'azione sismica.

I passi necessari all'acquisizione di un adeguato livello di conoscenza sono quelli relativi al reperimento di informazioni e all'esecuzione di indagini sui seguenti aspetti: a) l'identificazione della costruzione, la sua localizzazione in relazione a particolari aree a rischio, ed il rapporto della stessa con il contesto urbano circostante; b) rilievo geometrico; c) analisi storica degli eventi e delle trasformazioni edilizie; d) individuazione degli elementi costituenti l'organismo resistente; e) caratterizzazione meccanica dei materiali; f) informazioni sul terreno e le fondazioni.

Tutte le attività svolte in riferimento all'acquisizione di un adeguato livello di conoscenza del manufatto e i risultati conseguiti sono descritti nel prosieguo.

Sulla base di quanto prescritto dalla normativa, i valori di progetto dell'azione sismica, attesa nel sito della costruzione, caratterizzata da una certa probabilità di superamento in relazione ad una fissata vita nominale del bene e ad una sua classe d'uso, devono essere confrontati con quelli per i quali viene effettivamente raggiunto il generico stato limite considerato, al fine di quantificare il livello di sicurezza attuale o quello raggiungibile con eventuali interventi di miglioramento sismico.

In particolare è possibile definire un fattore di accelerazione ζ_E , definito dal rapporto tra l'accelerazione al suolo a_{SLV} che porta al raggiungimento dello Stato Limite considerato (SLV) e l'accelerazione $a_{R,SLV}$ corrispondente al tempo di ritorno di riferimento, definito in

base alla vita nominale dell'opera e alla sua classe d'uso, entrambe riferite alla categoria di sottosuolo A.

Considerando lo stato limite di salvaguardia della vita, nel seguito indicato con SLV, si calcola:

$$\zeta_E = a_{SLV} / a_{R,SLV}$$

Tale fattore considera solo uno dei parametri che definiscono l'azione sismica, ma ha il pregio di fornire un'indicazione quantitativa del deficit in termini di resistenza (tenendo eventualmente conto anche della duttilità tramite il fattore di struttura). Un valore di ζ_E maggiore o uguale a uno significa che il manufatto è in condizioni di sicurezza rispetto ai valori assunti come riferimento per la vita nominale e per quel particolare uso. Valori inferiori ad uno mettono in evidenza situazioni che meritano attenzione e per le quali è necessario valutare l'opportunità di un eventuale intervento di miglioramento della struttura.

3 Indagini conoscitive

3.1 Definizione del livello di conoscenza e pianificazione delle indagini

La programmazione e l'esecuzione delle indagini conoscitive è iniziata con la ricerca della documentazione di progetto del fabbricato in oggetto presso il Comune di Cerrione, l'ufficio ex Genio Civile competente e l'Archivio di Stato competente. La ricerca ha consentito di avere documentazione solo parziale relativamente alla struttura oggetto di analisi. In particolare, è stato possibile reperire delle informazioni relative alle prestazioni dei materiali utilizzati per la realizzazione delle ultime due porzioni della struttura ma non è stato possibile reperire informazioni relative a quelle realizzate precedentemente. Ciò di fatto determina l'impossibilità di andare oltre un livello di conoscenza LC1 della struttura (vedi sotto), a meno di svolgere estese verifiche e prove in situ, che però nel caso specifico avrebbero comportato demolizioni significative ed interferenze importanti con le attività scolastiche.

In accordo con la Circolare CIRC2009, vedi paragrafo C8A.1.A.4, è necessario definire un livello di conoscenza della struttura; da scegliersi tra le seguenti alternative: LC1 – livello di conoscenza limitato; LC2 – livello di conoscenza medio; LC3 – livello di conoscenza elevato. E' stata quindi pianificata una campagna di indagini diagnostiche/conoscitive allo scopo di acquisire la conoscenza del manufatto e in particolare arrivare ad un livello di conoscenza LC1, in accordo con la Tabelle C8A.1.2 e C8A.1.3a delle NTC2008, riportate sotto.

Tabella C8A.1.2 – Livelli di conoscenza in funzione dell'informazione disponibile e conseguenti metodi di analisi ammessi e valori dei fattori di confidenza per edifici in calcestruzzo armato o in acciaio

Livello di Conoscenza	Geometria (carpenterie)	Dettagli strutturali	Proprietà dei materiali	Metodi di analisi	FC
LC1		Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e <i>limitate</i> verifiche in-situ	Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e <i>limitate</i> prove in-situ	Analisi lineare statica o dinamica	1.35
LC2	Da disegni di carpenteria originali con rilievo visivo a campione oppure rilievo ex-novo completo	Disegni costruttivi incompleti con <i>limitate</i> verifiche in situ oppure estese verifiche in-situ	Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali con <i>limitate</i> prove in-situ oppure estese prove in-situ	Tutti	1.20
LC3		Disegni costruttivi completi con <i>limitate</i> verifiche in situ oppure esauritive verifiche in-situ	Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto con estese prove in situ oppure esauritive prove in-situ	Tutti	1.00

Tabella 1. Indagini sui dettagli strutturali da normativa

Tabella C8A.1.3a – Definizione orientativa dei livelli di rilievo e prove per edifici in c.a.

	Rilievo (dei dettagli costruttivi)(a)	Prove (sui materiali) (b)(c)
	Per ogni tipo di elemento "primario" (trave, pilastro...)	
Verifiche limitate	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 15% degli elementi	1 provino di cls. per 300 m2 di piano dell'edificio, 1 campione di armatura per piano dell'edificio
Verifiche estese	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 35% degli elementi	2 provini di cls. per 300 m2 di piano dell'edificio, 2 campioni di armatura per piano dell'edificio
Verifiche esaustive	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 50% degli elementi	3 provini di cls. per 300 m2 di piano dell'edificio, 3 campioni di armatura per piano dell'edificio

Tabella 2. Indagini sui materiali da normativa.

In tali tabelle sono riportate le indagini necessarie per arrivare ad un certo livello di conoscenza LC. In rosso sono state evidenziate le attività necessarie per raggiungere un livello LC1. Sulla base di queste indicazioni sono state quindi pianificate le seguenti attività:

- **Verifica geometria.** Eseguire un rilievo a campione per verificare le carpenterie reali. Eseguire un sondaggio invasivo per tipologia di solaio per identificarne la corretta stratigrafia, sia della componente strutturale che non. Nel caso in esame, è stato fatto un esame a vista completo ed un rilievo specifico per ciascuna delle quattro porzioni del complesso scolastico.
- **Verifiche dei dettagli costruttivi** (armatura longitudinale e trasversale). Servono a verificare e/o a definire le armature dei principali elementi strutturali. Al piano interrato ci sono muri perimetrali portanti di elevato spessore in calcestruzzo debolmente armato, pareti in calcestruzzo armato e 14 pilastri. Nei piani successivi ci sono 58 pilastri e relative travi di collegamento, oltre ai solai in laterocemento con travetti prefabbricati. In totale risultano 105 elementi strutturali. Ne consegue che sulla base della normativa, per ottenere un livello di conoscenza LC1, è necessario eseguire verifiche locali su un numero di elementi strutturali pari $0.15 \times 105 = 16$. Tale numero può però essere rivisto per tener conto di situazioni ripetitive che consentano di estendere ad una più ampia percentuale i controlli effettuati su alcuni elementi strutturali, facenti parte di una serie con evidenti caratteristiche di ripetibilità per uguale geometria e ruolo nello schema strutturale. In particolare, per il caso in esame sono risultati sufficienti 9 verifiche (V1÷V9, vedi sotto ed Allegato 1).
- **Verifiche delle proprietà dei materiali.** Per quanto riguarda l'armatura, in base alla normativa, a ciascun piano è richiesta una prova di trazione di almeno 1 provino, pertanto per il caso in esame sarebbero risultati necessari 3 provini. Nel caso specifico, peraltro, il suo prelievo dalla struttura avrebbe potuto compromettere la

staticità degli elementi, in particolare per le porzioni di più vecchia realizzazione in quanto la tipologia di ferro presente non consente il suo ripristino per mezzo di saldatura. D'altra parte, le caratteristiche dei ferri di armatura sono ben individuabili in relazione al periodo di costruzione della struttura. Inoltre ne sono state verificate le caratteristiche tipologiche (ferri lisci o ad aderenza migliorata) e per mezzo di prove pacometriche, ne è stata identificata la posizione ed il numero in maniera diffusa sugli elementi strutturali. Per quanto riguarda le porzioni più di recente costruzione, i dati relativi alla tipologia, alla posizione ed al numero dei ferri è stata inoltre verificata con i documenti di progetto forniti dal Comune. In definitiva, essendo minima l'incertezza sulle caratteristiche e sulla qualità dei ferri, si è preferito non rischiare di compromettere la staticità della struttura e quindi non sono stati prelevati campioni da testare in laboratorio.

Per quanto riguarda la valutazione delle proprietà meccaniche del calcestruzzo si osserva che il piano seminterrato ha una superficie di 1'115 m², il piano terra/rialzato di 1'357 m² e il piano primo di 448 m², per cui la normativa richiederebbe rispettivamente 4, 5 e 2 carotaggi, peraltro aumentabili o diminuibili in funzione delle caratteristiche di maggiore o minore uniformità delle strutture.

Nel caso in esame, al piano interrato, che è anche quello al quale le strutture sono più sollecitate, tramite prove penetrometriche si è riscontrata una scarsa uniformità di caratteristiche del calcestruzzo, pertanto si è preferito effettuare 7 carotaggi (C1÷C5 e C7÷C8, vedi sotto ed Allegato 1), cioè un numero maggiore di quello previsto dalla normativa.

Per quanto riguarda il piano terra / rialzato, la situazione è più articolata: esso è costituito da una porzione essenzialmente in muratura portante di 448 m² (il primo corpo di fabbrica), per la quale non ha interesse effettuare carotaggi relativamente al calcestruzzo (vedi maggior spiegazione relativa al piano primo); una porzione corrispondente al secondo ed al terzo corpo di fabbrica (palestra ed aule) per le quali le prove penerometriche hanno evidenziato caratteristiche del calcestruzzo pressoché identiche alle corrispondenti strutture del piano seminterrato, pertanto anche per questa porzione si è ritenuto inutile eseguire ulteriori carotaggi; infine, sussiste un'ultima porzione (la mensa) che fa a se e per la quale si è eseguito un carotaggio specifico (C6, vedi sotto ed Allegato 1).

Il piano primo, invece, è completamente in muratura portante, tranne una fila di pilastri intermedi interni che però in caso di sisma non costituiscono elementi critici poiché sicuramente gli elementi che potenzialmente vanno in crisi sono le murature portanti di facciata, più rigide e certamente con minore resistenza a taglio rispetto ai pilastri. Pertanto la determinazione esatta delle caratteristiche del calcestruzzo al piano primo non ha particolare interesse, mentre per contro eventuali carotaggi sui pilastri, che hanno dimensioni ridotte, creerebbero dei concreti rischi alla stabilità della struttura. In definitiva, si è preferito non effettuare carotaggi al piano primo,

assumendo, a favore di sicurezza, bassi valori delle proprietà meccaniche del calcestruzzo (vedi nel seguito della relazione).

Alla luce di quanto sopra, sono state pianificate le indagini specificate in Allegato 1.

I carotaggi sono stati eseguiti principalmente sulle porzioni esterne degli elementi in calcestruzzo armato con lo scopo di caratterizzare gli elementi più rigidi e quindi più sollecitati oltre a limitare le interferenze con l'attività scolastica e non compromettere le strutture più vulnerabili (travi e pilastri di minor dimensione).

3.2 Rilievo geometrico

Il rilievo geometrico, strumento fondamentale per procedere all'analisi di vulnerabilità sismica, è stato fornito dal Comune di Cerrione ed è stato verificato in fase di sopralluogo. Le planimetrie dell'edificio, rispettivamente al piano interrato, terra e primo, sono riportate nelle Figura 1, Figura 2 e Figura 3.

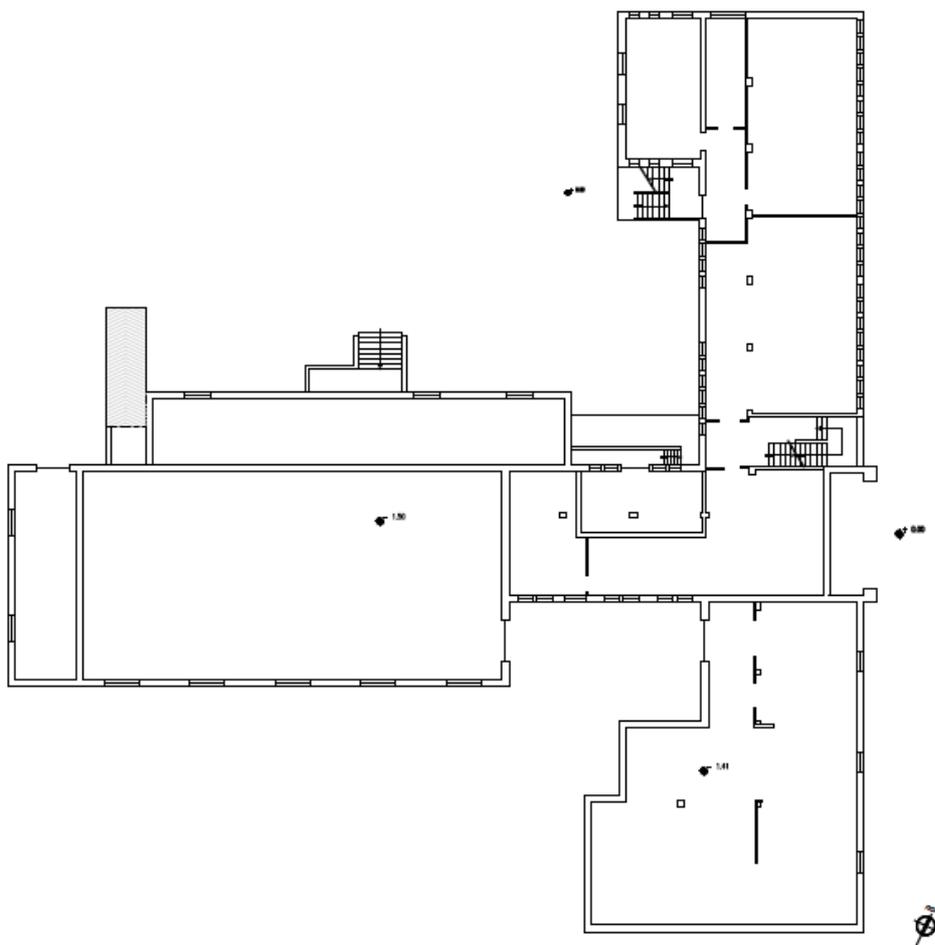


Figura 1. Rilievo geometrico piano interrato

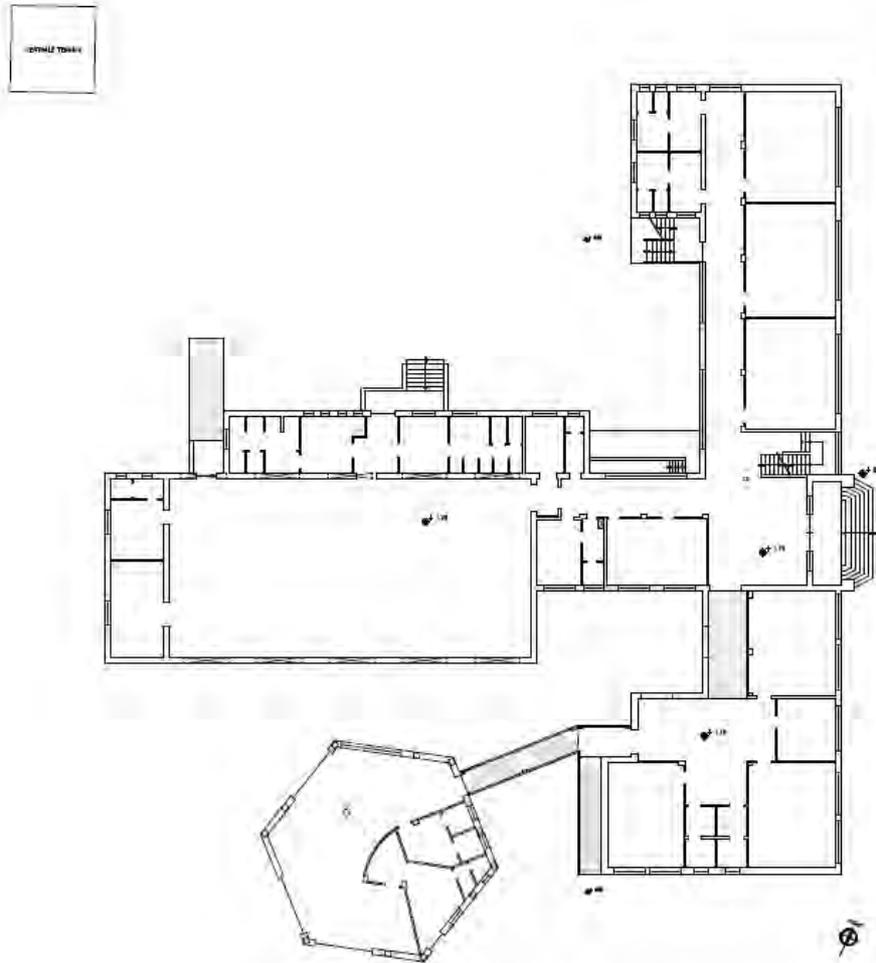


Figura 2. Rilievo geometrico piano rialzato

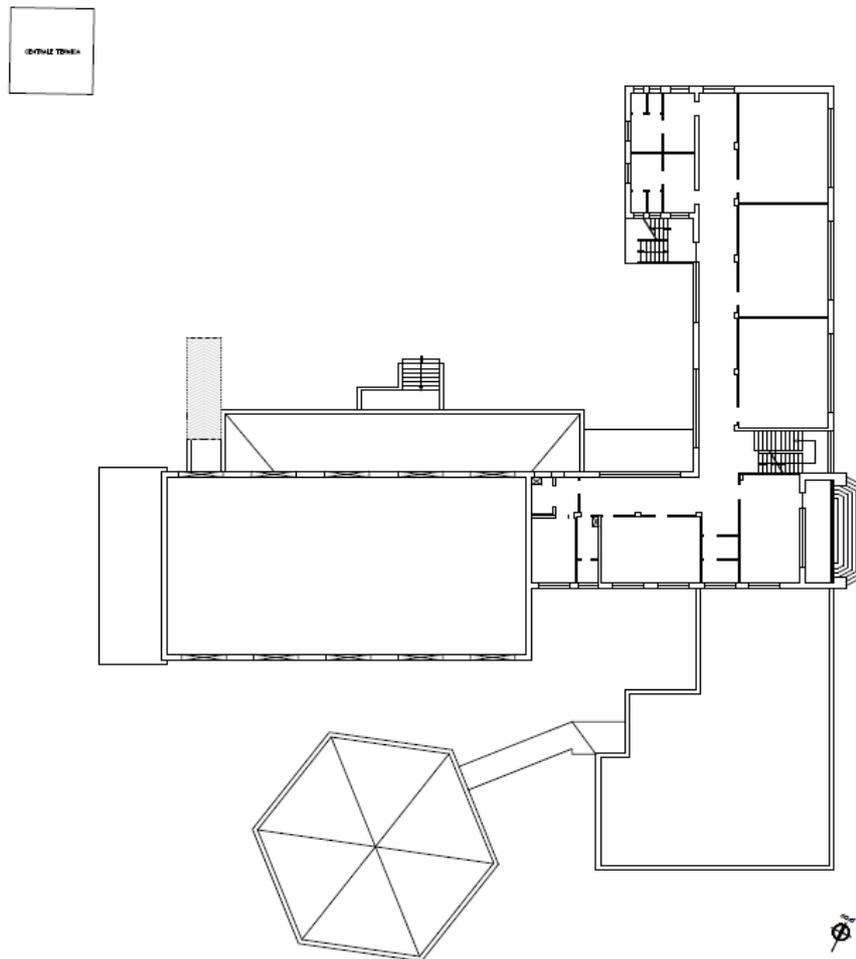


Figura 3. Rilievo geometrico piano primo

3.3 Impianto strutturale

Gli orizzontamenti della struttura sono formati da travi e solai in latero-cemento gettati in opera con travetti prefabbricati; mentre le strutture verticali sono costituite da pilastri e setti in cemento armato rispettivamente con fondazioni isolate a plinti e perimetrali continue. Dall'analisi della struttura è presumibile che sia stata progettata rispetto ai soli carichi verticali, per cui rispetto alla sollecitazione sismica mostra le seguenti criticità:

- lo schema strutturale presenta nella zona del corpo originario una ridotta presenza di elementi controventanti in senso trasversale allo sviluppo dell'edificio, condizione che potrebbe comprometterne il corretto funzionamento in caso di sisma secondo il principio della gerarchia delle resistenze.
- la presenza di barre lisce e lo scarso ancoraggio delle armature delle travi nei pilastri e nei setti suggerisce un vincolo tipo "cerniera" alle estremità delle travi.

3.4 Rilievo dei solai

Dai rilievi eseguiti, i solai risultano essere realizzati in laterocemento con travetti armati prefabbricati e cappa collaborante in calcestruzzo.

3.5 Verifiche dei dettagli costruttivi

Sono state eseguite a campione le verifiche delle carpenterie, nella misura necessaria per accedere ad un livello di conoscenza LC1. Vista la ripetitività degli elementi si è ritenuto sufficiente procedere ad 8 verifiche, relative agli elementi identificati nelle tavole riportate in Allegato 1. I risultati sono rendicontati nella Tabella seguente.

Verifica	Osservato
V1	Pilastro 30cm×40cm - 4xØ14 staffe Ø6 passo 15 cm - copriferro tra 2,5 e 3,5 cm
V2	Pilastro 30cm×40cm - 4xØ14 staffe Ø6 passo 15 cm - copriferro tra 2,5 e 3,5 cm
V3	Pilastro 30cm×40cm - 4xØ14 staffe Ø6 passo 15 cm - copriferro tra 2,5 e 3,5 cm
V4	Pilastro 30cm×40cm - 4xØ14 staffe Ø6 passo 15 cm - copriferro tra 2,5 e 3,5 cm
V5	Pilastro 40cm×50cm - 6xØ16 staffe Ø6 passo 15 cm - copriferro tra 2,5 e 3,5 cm
V6	Pilastro 30cm×35cm - 6xØ14 staffe Ø8 passo 15 cm - copriferro tra 2,5 e 3,5 cm (barre ad aderenza migliorata)
V7	Pilastro 40cm×35cm - 6xØ14 staffe Ø8 passo 15 cm - copriferro tra 2,5 e 3,5 cm (barre ad aderenza migliorata)
V8	Pilastro 20cm×40cm - 4xØ12 staffe Ø6 passo 15 cm - copriferro tra 2,5 e 3,5 cm
V9	Pilastro 35cm×40cm - 4xØ14 staffe Ø6 passo 15 cm - copriferro tra 2,5 e 3,5 cm

Tabella 3. Elenco delle verifiche di carpenteria eseguite

3.6 Proprietà del terreno

Il terreno risulta caratterizzato, dopo un iniziale strato di materiale antropico vegetale, dalla presenza di materiale ghiaioso e sabbioso addensato, stratigrafia ricavata da documenti di indagine disponibili per siti posti nelle vicinanze del lotto in esame. Da tali studi è emersa una categoria di sottosuolo C e una categoria topografia T1.

3.7 Risultati delle prove meccaniche sui materiali

Le prove di laboratorio eseguite sui campioni di calcestruzzo e di acciaio prelevati dalla struttura in esame hanno dato i risultati contenuti nei certificati riportati in Allegato 3.

In particolare, per il calcestruzzo è emerso quanto segue:

Piano interrato (parte originaria – prime due porzioni di fabbrica; prove C1, 2, 4, 8)

- resistenza media a compressione pari a 17,3 MPa
- deviazione standard della resistenza a compressione pari a 4,1 MPa

Piano interrato (parte originaria – prime due porzioni di fabbrica; prova C5 – setto non portante)

- resistenza media a compressione pari a 5,65 MPa
- deviazione standard della resistenza a compressione pari a – (unica prova)

Piano interrato (ampliamento - terza porzione di fabbrica; prove C3, 7))

- resistenza media a compressione pari a 15,5 MPa
- deviazione standard della resistenza a compressione pari a 4,5 MPa

Piani fuori terra (quarta porzione di fabbrica; prova C6)

- resistenza media a compressione pari a 26,35 MPa
- deviazione standard della resistenza a compressione pari a – (unica prova)

L'acciaio utilizzato come armatura nelle due porzioni meno recenti è compatibile con la classe FeB32 secondo quanto indicato dal D.M. 30/05/1972, tipologia di acciaio molto studiata in letteratura. Mentre per quanto riguarda le due porzioni di ultima realizzazione è stato utilizzato l'acciaio FeB44k, così come è riportato nei documenti relativi alla costruzione delle suddette porzioni. In particolare lo studio (VER2011) mostra i seguenti valori di riferimento:

Normativa	R.D.L n°2229/1939			LL.PP. n°1472/1957				D.M.30/05/1972				
Tipologia	liscio			liscio			a.m.	liscio		aderenza migliorata (a.m)		
Denominazione	Dolce	Semi duro	Duro	Aq42	Aq50	Aq60	/	FeB22	FeB32	A38	A41	FeB44
Snervamento (kgf/mm ²)	≥ 23	≥ 27	≥ 31	≥ 23	≥ 27	≥ 31	/	≥22	≥32	≥38	≥41	≥44
Rottura (kgf/mm ²)	42-50	50-60	60-70	42 - 50	50 - 60	60-70	/	≥34	≥50	≥46	≥50	≥55
Allungamento (%)	≥ 20	≥ 16	≥ 14	≥ 20	≥ 16	≥ 14	≥ 12	≥24	≥23	≥14	≥14	≥12

Tabella 4. Caratteristiche meccaniche degli acciai

3.8 Definizione del fattore di confidenza e conclusioni dell'indagine conoscitiva

Le indagini svolte sul manufatto in esame permettono di configurare un livello di conoscenza LC1 a cui corrisponde un fattore di confidenza pari a $FC=1.35$, che è stato utilizzato nelle successive analisi di vulnerabilità sismica.

Le indagini diagnostiche e conoscitive adottate hanno permesso di implementare un modello di calcolo strutturale a elementi finiti basato su un livello di conoscenza base della struttura. L'incertezza sulle dimensioni effettive della parte strutturale dei solai è stata tenuta in debito conto nel modello di calcolo, con ipotesi a favore di sicurezza sia in termini di stima delle masse sismiche che di rigidità degli impalcati.

4 Definizione della sollecitazione sismica

La domanda sismica è descritta dallo spettro di risposta elastico di riferimento definito a partire dalle coordinate geografiche della costruzione, dalle caratteristiche geologico-stratigrafiche e topografiche del sito e da una serie di parametri, funzione delle caratteristiche proprie del manufatto e del suo uso, rispetto ai quali riferire il livello di sicurezza sismica.

Nel dettaglio, dopo aver definito le coordinate geografiche del sito di costruzione, è necessario stabilire :

- la vita nominale dell'opera (V_N) a cui viene riferita la valutazione della sicurezza e per la quale viene eventualmente progettato un intervento di adeguamento sismico;
- la classe d'uso con il relativo coefficiente (C_U).

Da tali dati si può calcolare il periodo di riferimento (V_R) (vedi Paragrafo 2.4 delle NTC2008) ed il relativo periodo di ritorno del sisma (T_R) in funzione dello stato limite rispetto al quale viene condotta la verifica, nel nostro caso Salvaguardia della Vita (SLV), che prevede una probabilità di superamento PVR nel periodo di riferimento V_R pari al 10% (3.2.1 delle NTC2008).

Per la scuola in oggetto, si assume un valore di vita nominale della struttura pari a 50 anni come prescritto nelle NTC2008 per le opere ordinarie. L'immobile è destinato ad attività che prevedono affollamenti significativi legati all'attività scolastica, per cui la classe d'uso è la III. Pertanto i parametri rispetto ai quali calcolare l'azione sismica di riferimento sono:

- Latitudine = 45.4693;
- Longitudine = 8.0692;
- $V_N = 50$ anni;
- $C_U = 1,5$;

da cui consegue:

- $V_R = V_N \times C_U = 75$ anni
- $T_{R,SLV} = - V_R / \ln (1- PVR) = 712$ anni

L'azione sismica su suolo di riferimento rigido viene descritta dall'accelerazione orizzontale massima al sito a_g , dal valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale F_0 e dal periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale T_C^* .

Questi parametri sono forniti nella Tabella che segue per il sito in esame e per diversi valori del tempo di ritorno T_R :

T_R	a_g	F_0	T_C^*
30	0,016	2,596	0,162
50	0,020	2,580	0,173
72	0,023	2,635	0,177
101	0,026	2,634	0,212
140	0,029	2,635	0,226
201	0,032	2,636	0,239
475	0,040	2,638	0,287
975	0,048	2,679	0,307
2475	0,058	2,793	0,329

Tabella 5. Parametri sismici per il sito in esame e per diversi valori del tempo di ritorno T_R

In base alla situazione geologica conosciuta del territorio in cui sorge il complesso scolastico, è possibile poi definire i seguenti ulteriori parametri, necessari per la definizione della domanda sismica nel sito in esame:

- Categoria topografica definita in base al D.M. 14/01/08 pari a T1 (pendio con inclinazione media $< 15^\circ$) cui corrisponde un valore del coefficiente di amplificazione topografica ST pari a 1.
- Categoria stratigrafica del sottosuolo di tipo C : Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

5 Modello di calcolo

5.1 Masse sismiche

La massa sismica da considerare per la valutazione della risposta sismica allo stato limite ultimo SLV è quella associata ai carichi gravitazionali permanenti e variabili ed è data dalla seguente formula:

$$M = (G_k + \Psi_{2j} Q_k) / g$$

dove G_k è il valore caratteristico dei carichi permanenti, Q_k sono i carichi variabili accidentali e Ψ_{2j} è un coefficiente di combinazione che tiene conto della probabilità che i carichi variabili siano presenti in occasione del sisma. Tale coefficiente è assunto come indicato in Tabella 6, per tener conto del possibile affollamento della struttura (Categoria C della Tabella 2.5.1 delle NTC08).

Ψ_{2j}	Stato di fatto
Piano terra	0.6
Primo piano	0.6
Copertura (neve)	0.0

Tabella 6. Coefficiente Ψ_{2j} assunto nelle analisi

I valori dei carichi permanenti e variabili degli orizzontamenti sono indicati nelle Tabella 7 e Tabella 8 e sono stati assunti sulla base del rilievo geometrico dei vari pacchetti di solaio e sulla base della destinazione d'uso dell'edificio in accordo con le NTC08. In particolare vista la discrepanza emersa tra le dimensioni del solaio misurate durante le indagini e quanto rilevato dalle tavole architettoniche disponibili, è stata fatta la scelta cautelativa di stimare i pesi, quindi le masse sismiche, assumendo il pacchetto solaio più gravoso.

	G_k
Piano rialzato	4.0 kN/m ²
Primo piano	4.0 kN/m ²
Copertura	5.0 kN/m ²
Scale	4.0 kN/m ²

Tabella 7. Valori dei carichi permanenti assunti nelle analisi

	Q_k
Piano rialzato	3.0 kN/m ²
Primo piano	3.0 kN/m ²
Copertura	1.2 kN/m ²
Scale	4.0 kN/m ²

Tabella 8. Valori dei carichi variabili assunti nelle analisi

Oltre ai carichi sopra citati sono ovviamente presi in considerazione i pesi propri degli elementi strutturali verticali e orizzontali direttamente inseriti nel modello a elementi finiti, calcolati in funzione della geometria dell'elemento e del peso specifico del materiale costituente.

5.2 Proprietà meccaniche dei materiali

I valori delle proprietà meccaniche del calcestruzzo sono stati definiti tramite opportuna sperimentazione su campioni cilindrici estratti dalla struttura durante la campagna di indagini diagnostiche/conoscitive (vedi capitolo 3). Per quanto riguarda l'acciaio in barre d'armatura, i controlli di produzione in stabilimento, anche all'epoca della costruzione, garantiscono una maggior affidabilità del prodotto. Sono state osservate barre d'armatura lisce nel fabbricato originario, verosimilmente classe FeB32, e barre ad aderenza migliorata nell'ampliamento del 2004, per il quale si dispongono le documentazioni di progetto e di collaudo.

Dalle prove di rottura eseguite in laboratorio è emerso che:

- Il calcestruzzo delle pareti in c.a. del piano seminterrato della costruzione originaria, possiede una resistenza cubica media a compressione pari a $R_m = 173 \text{ daN/cm}^2$, considerando i risultati a compressione dei campioni C1, C2, C4, C8, escludendo il campione C5, il quale però è stato effettuato su un elemento strutturale non portante per completezza del modello di analisi.
- Il calcestruzzo delle pareti in c.a. del piano seminterrato dell'ampliamento, possiede una resistenza cubica media a compressione pari a $R_m = 155 \text{ daN/cm}^2$, considerando i risultati a compressione dei campioni C3, C7. Le documentazioni di progetto e di collaudo indicano prelievi di calcestruzzo con resistenze superiori a 360 daN/cm^2 , lasciando questa incertezza sulla qualità del materiale. Per il modello di calcolo, a favore di sicurezza e considerando che sono stati prelevati campioni reali significativi, si è assunta la resistenza derivante dalle prove di laboratorio, tralasciando i vecchi dati di progetto e collaudo.
- Il calcestruzzo delle pareti in c.a. del piano rialzato della nuova mensa (passerella), possiede una resistenza cubica media a compressione pari a $R_m = 263 \text{ daN/cm}^2$, considerando il solo risultato a compressione del campione C6.
- L'acciaio in barre utilizzato nel fabbricato originario è del tipo liscio, privo di aderenza migliorata, per il quale si può responsabilmente ritenere che possa appartenere alla classe FeB32, acciaio molto in uso in quel periodo di costruzione.
- L'acciaio in barre utilizzato nell'ampliamento e per la nuova mensa è del tipo ad aderenza migliorata, appartenente alla classe FeB44k.

Sulla base della resistenza a compressione del calcestruzzo è stato stimato un valore del modulo elastico del materiale pari a 280.000 daN/cm².

Per quanto riguarda la muratura portante al piano rialzato ed al piano primo, costituita da blocchi di laterizio semipieni e malta di discreta resistenza, è stata utilizzata la tabella C8A.2.1. suggerita dalla Circolare 2009, caratterizzata dai seguenti parametri meccanici:

$f_m = 50 \text{ daN/cm}^2$; $\tau_m = 3,0 \text{ daN/cm}^2$; $E = 35.000 \text{ daN/cm}^2$; $G = 8.750 \text{ daN/cm}^2$; $w = 1.500 \text{ daN/m}^3$.

Dai dati di cui sopra, tenendo conto del Fattore di Confidenza $FC = 1,35$ derivante dal Livello di Conoscenza di tipo 1 della struttura, si possono derivare le seguenti resistenze dei materiali da adottare nei calcoli di verifica:

Calcestruzzo Edificio Originario $R_m = 173 \text{ daN/cm}^2$;

$f_m = 143 \text{ daN/cm}^2$; $f_d = \alpha_{cc} * f_m / 1,5 = 81 \text{ daN/cm}^2$; $f_d^* = f_d / 1,35 = 81 / 1,35 = 60 \text{ daN/cm}^2$;

(*) edifici esistenti

Calcestruzzo Edificio Originario (setti non portanti) $R_m = 56,5 \text{ daN/cm}^2$;

$f_m = 47 \text{ daN/cm}^2$; $f_d = \alpha_{cc} * f_m / 1,5 = 27 \text{ daN/cm}^2$; $f_d^* = f_d / 1,35 = 27 / 1,35 = 21 \text{ daN/cm}^2$;

(*) edifici esistenti

Calcestruzzo Edificio Ampliamento $R_m = 155 \text{ daN/cm}^2$;

$f_m = 128 \text{ daN/cm}^2$; $f_d = \alpha_{cc} * f_m / 1,5 = 72 \text{ daN/cm}^2$; $f_d^* = f_d / 1,35 = 72 / 1,35 = 53 \text{ daN/cm}^2$;

(*) edifici esistenti

Calcestruzzo Edificio Mensa $R_m = 263,5 \text{ daN/cm}^2$;

$f_m = 219 \text{ daN/cm}^2$; $f_d = \alpha_{cc} * f_m / 1,5 = 124 \text{ daN/cm}^2$; $f_d^* = f_d / 1,35 = 124 / 1,35 = 93 \text{ daN/cm}^2$;

(*) edifici esistenti

Muratura in blocchi di laterizio :

$f_m = 50 \text{ daN/cm}^2$; $f_d = f_m / 2,5 = 20 \text{ daN/cm}^2$; $f_d^* = 20 / 1,35 = 14,8 \text{ daN/cm}^2$

$\tau_m = 3,0 \text{ daN/cm}^2 + 0,4 \square n$; $\tau_d = \tau_m / 2,5 = 1,2 \text{ daN/cm}^2 + (0,4 \square n) / 2,5$; $\tau_d^* = 0,88 \text{ daN/cm}^2 + (0,4 \square n) / 2,5$

(*) edifici esistenti

5.3 Ipotesi di modello

Nel presente paragrafo vengono descritte le ipotesi principali alla base del modello strutturale. I vari campi di solaio sono stati modellati con elementi piastra atti a simulare la rigidità dell'impalcato, penalizzata per la presenza dei filari di pignatte di laterizio,

utilizzando un modulo elastico ridotto forfaitizzato $E=150.000 \text{ daN/cm}^2$. I telai in calcestruzzo armato sono stati riprodotti con elementi pilastro e trave con le dimensioni rilevate in sito. Per quanto riguarda gli alti portali in c.a. del corpo della palestra, nei risultati della combinazione statica sono stati osservati elevati valori dei momenti flettenti delle travi di copertura, trasmessi, per solidarizzazione, ai pilastri. La conseguente sofferenza dei pilastri condurrebbe a dichiarare che le armature dei pilastri stessi sono sotto dimensionate anche dal punto di vista statico, già in fase della loro progettazione. Nel passato alcuni progettisti attribuivano alle travi il vincolo di cerniera sulla sommità dei pilastri di appoggio, situazione che veniva a realizzarsi al momento della rimozione dei puntelli delle cassetture, in modo naturale, con leggeri snervamenti e locali schiacciamenti del calcestruzzo, nella sezione di ripresa del getto. Inoltre, alcune ricerche sperimentali sostengono che la presenza di barre di armatura lisce e il non efficace ancoraggio delle barre di acciaio delle travi nei pilastri, conducono a poter utilizzare, in via cautelativa, un vincolo a cerniera all'estremità delle travi. Assumendo perciò che non vi è trasmissione di momento tra travi e pilastri, si ipotizza, per il corpo palestra, un sistema strutturale sismo-resistente formato da pilastri con comportamento prevalente a mensola, in caso di sisma. Le murature portanti sono state riprodotte con elementi piastra, distinguendo quelle in conglomerato cementizio del piano seminterrato da quelle in laterizio portante semipieno ai piani superiori. Le murature riproducono i vuoti delle porte e delle finestrate per la corretta valutazione della diffusione degli sforzi di taglio.

5.4 Combinazioni di carico

In accordo con la normativa vigente le combinazioni di carico sono state formulate per tener conto dell'azione sismica (E) agente lungo le due direzioni principali dell'edificio (X e Y) e di un eventuale eccentricità (C) del centro di massa, nella misura massima del 5% della dimensione lineare dell'edificio ortogonale alla direzione del sisma.

Combinazioni	E_x	C_x	E_y	C_y
1 – 4	+1.0	± 1.0	+0.3	± 0.3
5 – 8	-1.0	± 1.0	+0.3	± 0.3
9 – 12	+1.0	± 1.0	-0.3	± 0.3
13 – 16	-1.0	± 1.0	-0.3	± 0.3
17 – 20	+0.3	± 0.3	+1.0	± 1.0
21 – 24	+0.3	± 0.3	-1.0	± 1.0
25 – 28	-0.3	± 0.3	+1.0	± 1.0
29 – 32	-0.3	± 0.3	-1.0	± 1.0

Tabella 9. Combinazioni di carico sismiche

E' stata poi calcolata una combinazione di carico di tipo statico per stimare le azioni interne di compressione agenti nei vari elementi strutturali in relazione ai carichi gravitazionali indotti dalle masse sismiche assunte.

Combinazioni	Peso Proprio	Carico Permanente	Carico Accidentale
0	+1.0	+1.0	+0.6

Tabella 10. Combinazione di carico statica

5.5 Condizioni al contorno

Il fabbricato in esame è caratterizzato da strutture verticali (pilastri e pareti) poste su fondazioni isolate collegate tra loro da pareti in cemento armato. Ai nodi alla base degli elementi strutturali aventi una fondazione continua è stato considerato un vincolo ad incastro che blocca tutte le traslazioni e le rotazioni.

5.6 Analisi modale

L'analisi modale è un presupposto fondamentale per la successiva analisi sismica. La tabella seguente mostra le frequenze e i periodi propri dei primi 10 modi vibrazionali della struttura.

Modo	Periodo	Frequenza	Tipologia
1	0,261	3,832	Flessionale, longitudinale Y, corpo storico
2	0,257	3,887	Flessionale, verticale Z, balcone sopra ingresso
3	0,257	3,895	Torsionale e Flessionale corpo storico
4	0,214	4,668	Flessionale, verticale Z, solaio aule primo piano
5	0,209	4,775	Torsionale e Flessionale corpo storico
6	0,208	4,797	Flessionale, verticale Z, solaio palestra
7	0,197	5,081	Flessionale, verticale Z, solaio atrio ingresso
8	0,194	5,138	Flessionale, verticale Z, solaio atrio ingresso e aule
9	0,185	5,402	Flessionale Torsionale corpo Ampliamento
10	0,176	5,670	Flessionale Torsionale corpo storico

Tabella 11. Primi 10 modi naturali della struttura

Le immagini mostrano i primi 10 modi naturali della struttura. Non compare il corpo mensa poiché esso è sostanzialmente indipendente dagli altri, è stato modellato separatamente e non denuncia criticità.

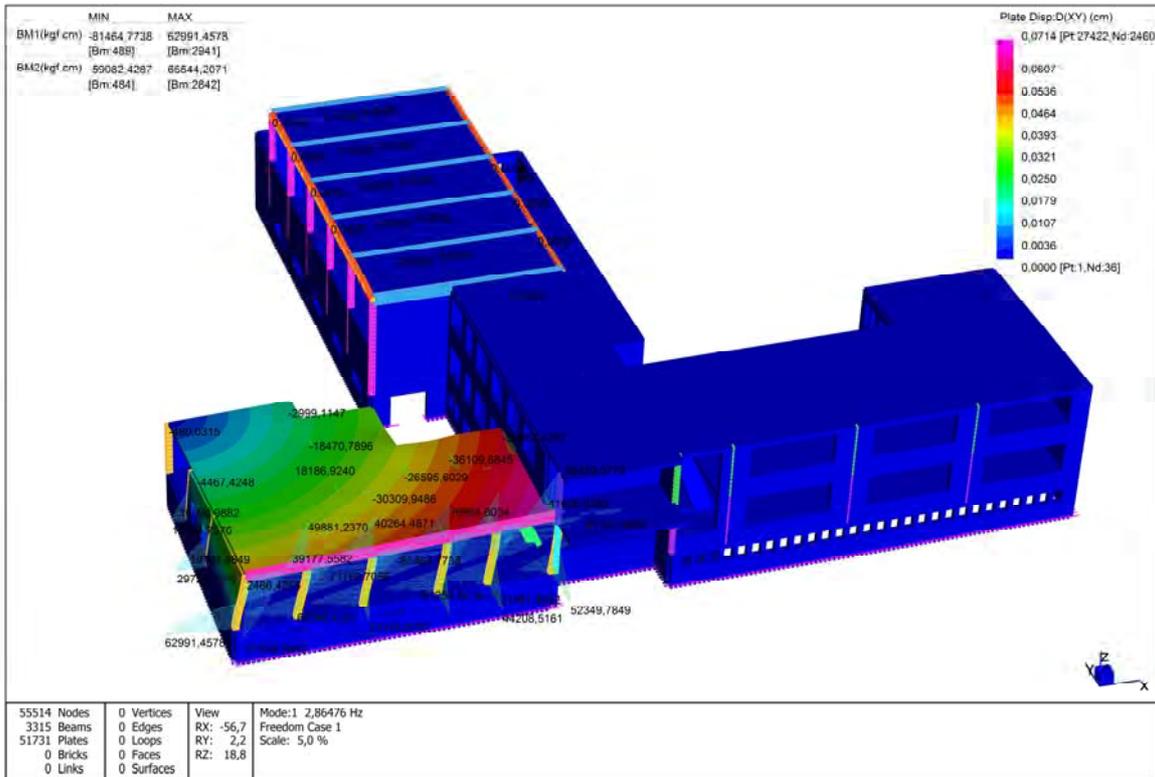


Figura 4. Primo modo

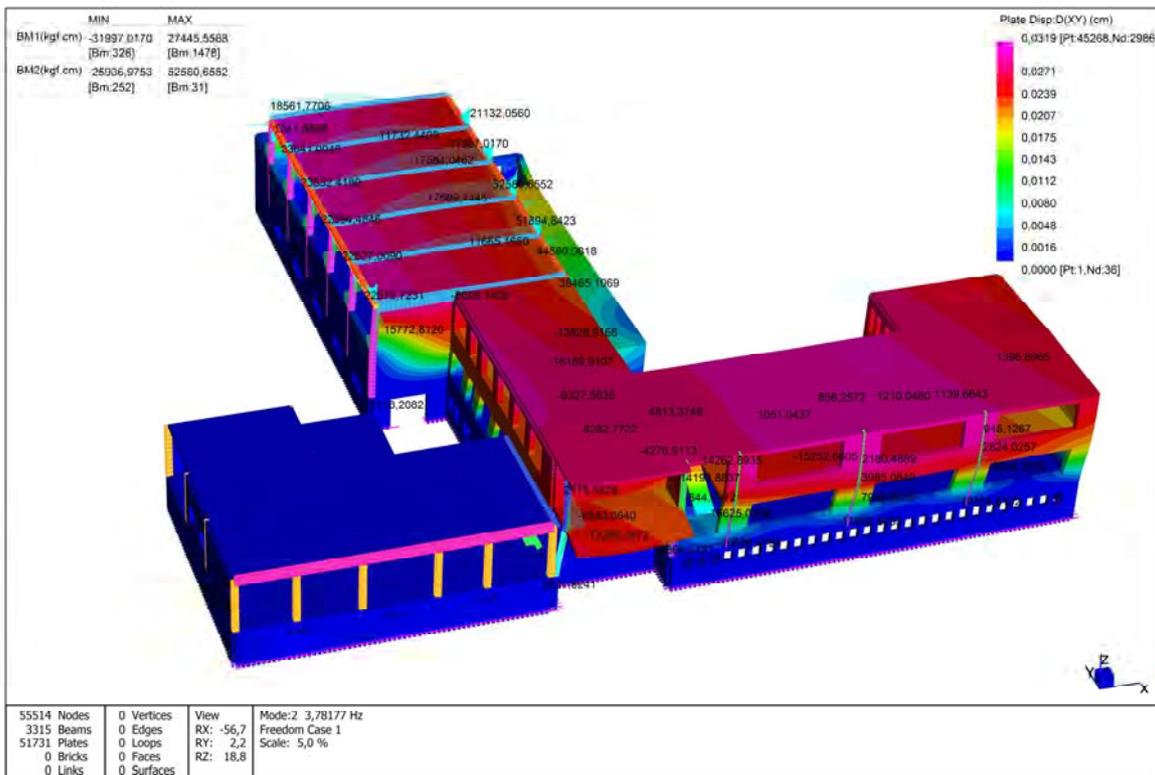


Figura 5. Secondo modo

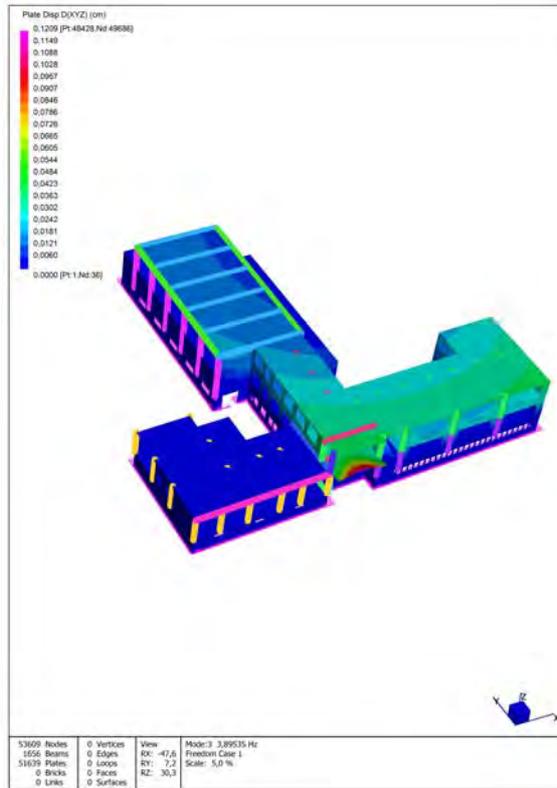


Figura 6. Terzo modo

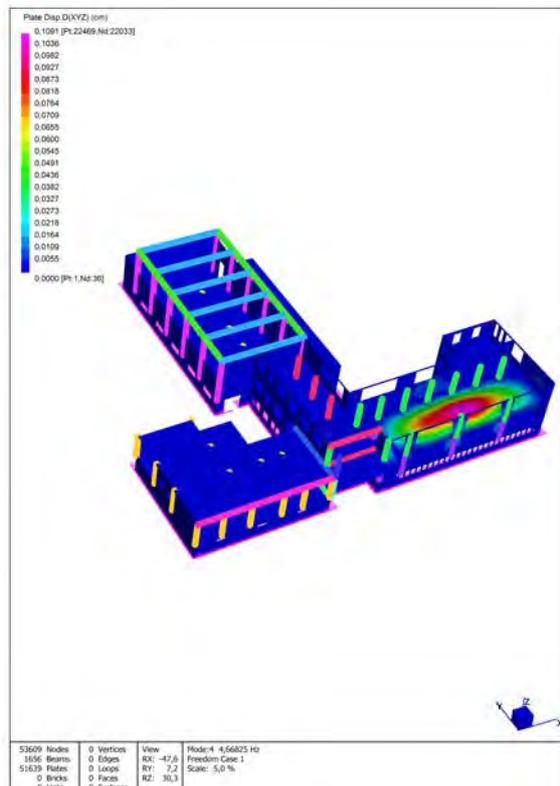


Figura 7. Quarto modo

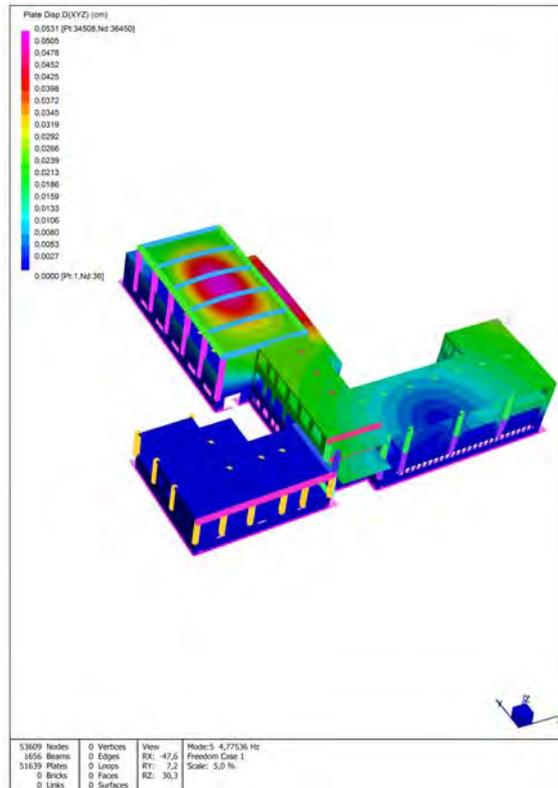


Figura 8. Quinto modo

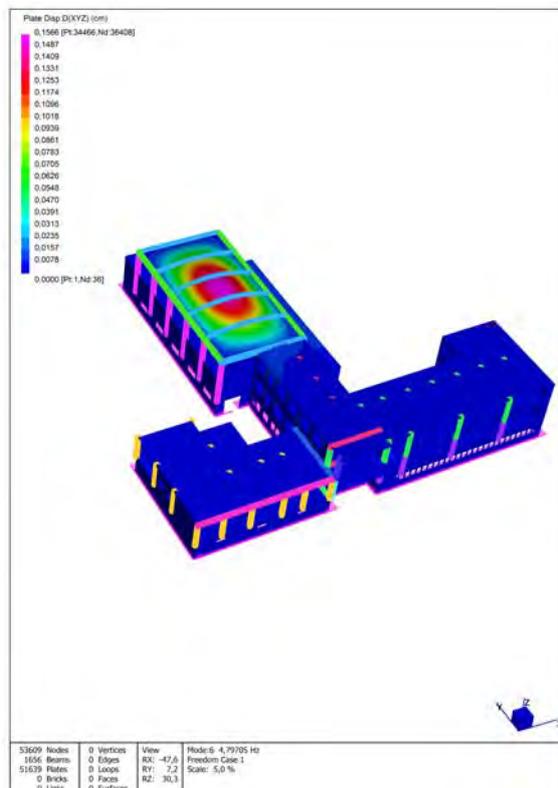


Figura 9. Sesto modo

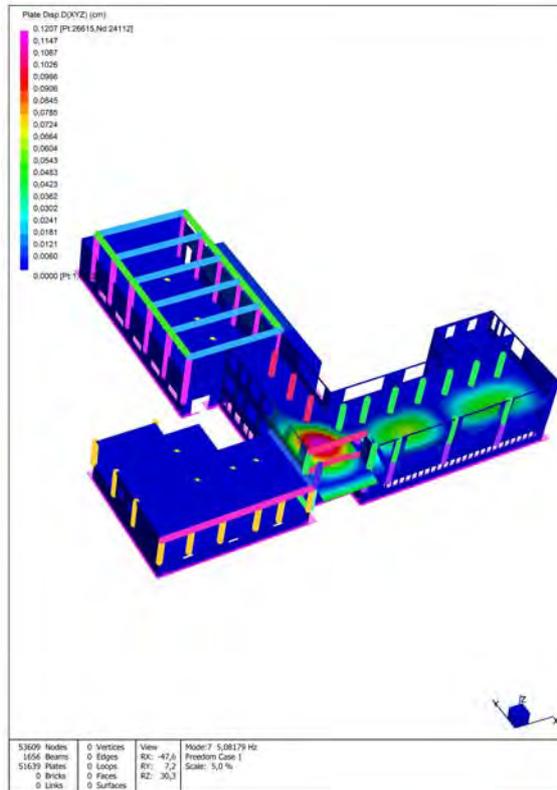


Figura 10. Settimo modo

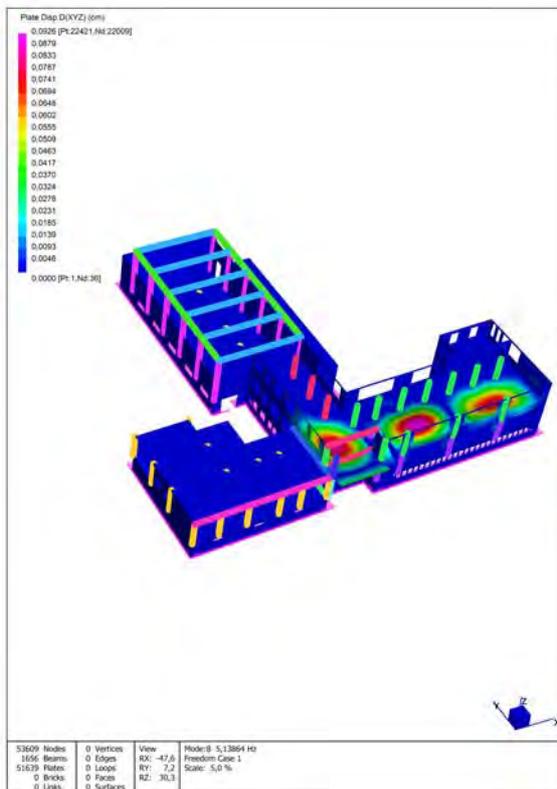


Figura 11. Ottavo modo

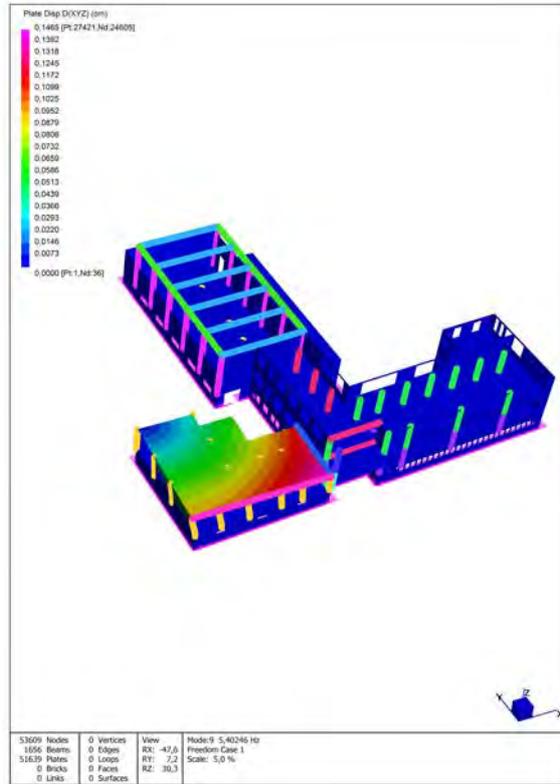


Figura 12. Nono modo

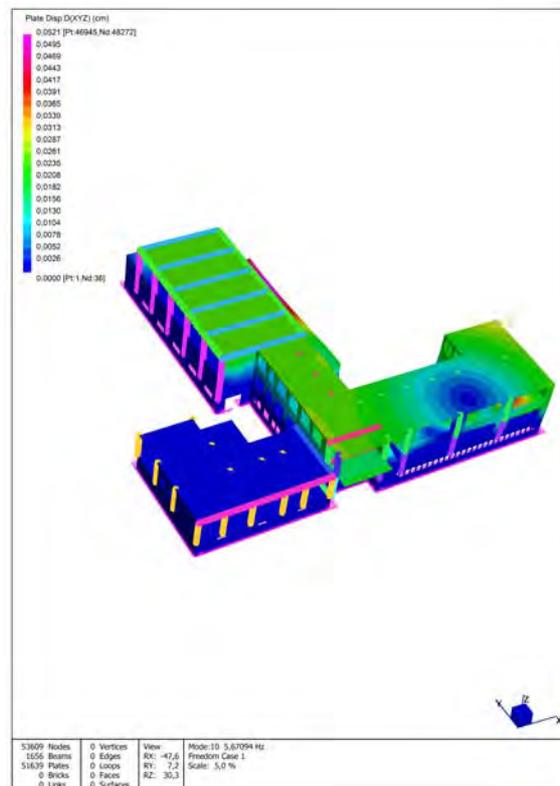


Figura 13. Decimo modo

Come emerge dall'analisi modale, il Corpo Storico originario, costituito da tre piani e annessa palestra, risulta essere più deformabile longitudinalmente e torsionalmente rispetto alle restanti porzioni del complesso scolastico, con sisma in direzione Y. In particolare, si intuisce come il corpo in cui sono disposte le aule ed il lungo corridoio del corpo originario, con tre piani utili, non disponga di pareti controventanti nella direzione Y, trasversale al corpo stesso, se non nella sola chiusura di testa, per il solo lato dell'ultima aula. Ciò significa che gran parte delle masse oscillanti di questo corpo vengono contrastate da questa unica parete, impegnandola oltre la propria resistenza, specialmente al piano rialzato. Nel piano seminterrato, la parete in calcestruzzo armato resiste con buon margine di sicurezza.

Anche le pareti finestrate del corpo originario sono percorse da sforzi taglianti superiori alla resistenza, disegnando le forme di lesione a X caratteristiche dei danni riscontrati negli eventi sismici.

Il medesimo comportamento lo si osserva nelle pareti di controventamento del corpo palestra, nella direzione Y. In particolare, le pareti più elevate sul lato spogliatoi, evidenziano superamenti della resistenza tagliante delle murature, sia al piano rialzato che al piano primo.

Inoltre si osserva che:

- La non regolarità in pianta dell'edificio comporta l'esistenza di diversi modi accoppiati flessio-torsionali, sia globali che locali.
- Le luci ragguardevoli di alcune travi e solai comportano l'esistenza di modi di vibrazione verticale. Tuttavia, in accordo con la normativa (NTC08), sussistono le condizioni per non dover considerare la componente verticale del sisma.
- Il giunto tra l'ampliamento del 2004 ed il corpo originario non presenta un distacco evidente, libero, capace di permettere le libere oscillazioni tra i solai o travi. Questo giunto, privo di interspazio, funziona adeguatamente per consentire le deformazioni reciproche per variazioni termiche, invece in caso di oscillazione sismica può produrre il martellamento della parti in calcestruzzo armato, danneggiandole.

5.7 Fattore di struttura

La struttura nel suo insieme appare essere non regolare in altezza e non regolare in pianta. Infatti, la configurazione in pianta non risulta compatta. Come mostrato nei risultati dell'analisi modale la struttura risulta essere sensibilmente deformabile torsionalmente. Essendo l'edificio in questione esistente, bisogna applicare le prescrizioni contenute al Paragrafo C8.7.2 della (CIRC2009). Ne consegue che *“tutti gli elementi strutturali “fragili” devono soddisfare la condizione che la sollecitazione indotta dall'azione sismica ridotta per $q=1.5$ sia inferiore o uguale alla corrispondente resistenza”*.

Viene quindi adottato il fattore di struttura $q=1.5$.

6 Verifiche sismiche

Nell'Allegato 4 "Risultati di Calcolo" vengono riportate le distribuzioni delle sollecitazioni e dello stato di sforzo nelle strutture portanti del complesso scolastico, nelle combinazioni di carico sismico SLV più significative. Da questi diagrammi vengono estratte le massime intensità delle sollecitazioni considerate nelle verifiche delle sezioni più impegnate, di cui si da conto qui di seguito.

6.1 Proprietà dei materiali ed elementi oggetto di verifica

In accordo con la normativa vigente, *"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"*. Inoltre, per il calcolo della capacità di elementi fragili, le proprietà meccaniche vengono ulteriormente divise per il coefficiente di sicurezza del materiale. Nel caso specifico in esame, per le proprietà dei materiali sono stati assunti i valori riportati al paragrafo 5.2 ed il fattore di confidenza è stato assunto pari a 1,35.

Gli elementi più sollecitati del sistema costruttivo sono stati individuati nei pilastri dell'ampliamento e della palestra, negli elementi portanti in conglomerato cementizio armato del Corpo originario e nelle porzioni di muratura portante costituenti parti delle pareti perimetrali. Per tali elementi qui di seguito si esplicitano le verifiche.

6.2 Verifica strutture in calcestruzzo armato rispetto al sisma di progetto

Si riportano nel seguito le verifiche, come confronto tra domanda e capacità, dei principali elementi strutturali sismo-resistenti (pilastri), ai vari piani e nelle sezioni più critiche, rispetto ai possibili meccanismi di collasso. In particolare, si presentano le verifiche relative a quelle sezioni dove il sisma di riferimento genera le massime sollecitazioni contemporanee di compressione, flessione e taglio.

Si osserva che gli elementi portanti in conglomerato cementizio armato del Corpo originario hanno un rassicurante coefficiente di sicurezza, il cui valore minimo raggiunge 1,60, nonostante la bassa classe del calcestruzzo.

I pilastri della palestra, ben serrati entro le pareti perimetrali, sono poco sollecitati, con coefficiente di sicurezza 2,70, anch'essi contraddistinti da una bassa classe del calcestruzzo.

Per quanto riguarda i pilastri dell'ampliamento, sussiste un coefficiente di sicurezza, il cui minimo raggiunge 0,86 per quelli d'angolo (che quindi richiedono un intervento di adeguamento, se lo si vuole portare a 1), meno compressi perché perimetrali, accanto a

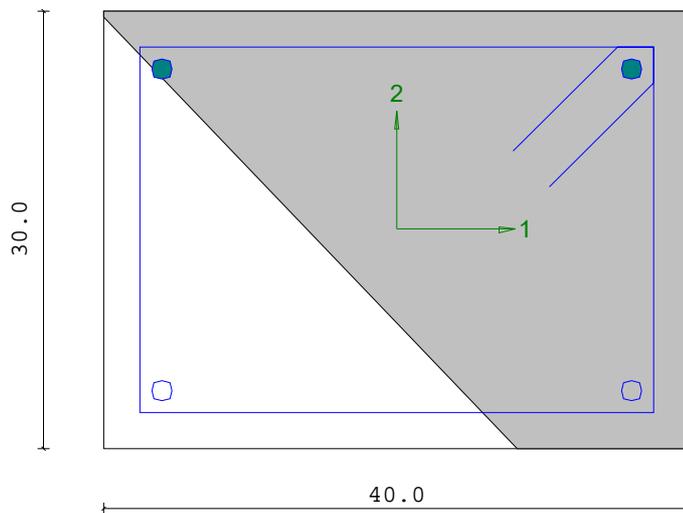
pilastrì con 1,59, piú compressi perché centrali. Analoga criticità si riscontra per il pilastro d'angolo del corpo originario verso l'ampliamento, il quale è soggetto in particolare ad un fenomeno di martellamento dato dall'ampliamento.

I pilastri del corpo esagonale destinato alla mensa, possiedono un rassicurante coefficiente di sicurezza pari a 2,30.

Essendo quasi gli elementi strutturali piú sollecitati caratterizzati da un buon coefficiente di sicurezza ne consegue che tutti gli elementi strutturali analoghi superano positivamente la verifica. Quindi, per quanto riguarda le strutture in calcestruzzo armato l'edificio sarebbe adeguato. Fanno però eccezione il pilastro d'angolo dell'ampliamento e quello del corpo originario verso l'ampliamento.

PILASTRO 2° DA PARETE DI TESTA - P RIALZ - CORPO ORIGINARIO
SEZIONE

M1 = 3.04e05	M2 = 1.27e05	
N = -23735.00	V1 = 1636.00	
V2 = 747.00	MT = 0.00	
Coeff. secur. = 1.60 (Campo 3-CLS)		
M1u=4.88e05	M2u=2.03e05	Nu=-38055.34
EpsCu=-0.350%		EpsSu=0.176%



PARAMETRI STATICI DELLA SEZIONE DI CALCESTRUZZO

Base		B =	40.00	cm
Altezza		D =	30.00	cm
Area della sezione		A =	1.20e03	cm ²
Momento d'inertia	asse 1	I ₁₁ =	9.00e04	cm ⁴
	asse 2	I ₂₂ =	1.60e05	cm ⁴
	asse 3	J =	2.00e05	cm ⁴

Copriferro interfaccia barre/staffe (mm) $c = 33$

ARMATURA

ARMATURA LONGITUDINALE

$A_{sup} = 3.08 \text{ cm}^2$
 $A_{inf} = 3.08 \text{ cm}^2$

ARMATURA A TAGLIO

$A_{st1} = 4.04 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $A_{st2} = 4.04 \text{ cm}^2/\text{m}$

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

CALCESTRUZZO TIPO *C11/13

Coefficiente di sicurezza $\gamma_c = 1.5$
 Resistenza cubica a compressione $R_{ck} = 13 \text{ MPa}$
 Resistenza caratt. a compressione $f_{ck} = 0.83 \times R_{ck} = 10.79 \text{ MPa}$
 Coeff. riduttivo di lunga durata $\alpha_{cc} = 0.85$
 Resistenza di calcolo a compressione $f_{cd} = \alpha_{cc} \times f_{ck} / \gamma_c = 62.0 \text{ kgf/cm}^2$
 Resistenza a trazione semplice $f_{ctm} = 0.30 \times R_{ck}^{2/3} = 14.94 \text{ kgf/cm}^2$
 Frattile 5 della resist. a trazione $f_{ctk,0.05} = 0.7 \times f_{ctm} = 10.46 \text{ kgf/cm}^2$
 Frattile 95 della resist. a trazione $f_{ctk,0.95} = 1.3 \times f_{ctm} = 19.42 \text{ kgf/cm}^2$
 Resistenza a trazione per flessione $f_{ctfm} = 1.2 \times f_{ctm} = 18.27 \text{ kgf/cm}^2$
 Resistenza di calcolo a trazione $f_{ctd} = f_{ctk,0.05} / \gamma_c = 6.97 \text{ kgf/cm}^2$
 Modulo elastico $E_c = 22000 \times (f_{cm} / 10)^{0.3} = 2.71e05 \text{ kgf/cm}^2$
 Rapporto di Poisson $\nu = 0 \div 0.20$
 Coefficiente di dilatazione termica $\alpha = 1 \times 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

ACCIAIO TIPO FeB32

Coefficiente di sicurezza $\gamma_s = 1.15$
 Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk} \geq 3600.00 \text{ kgf/cm}^2$
 Tensione caratteristica di rottura $f_{tk} \geq 4200.00 \text{ kgf/cm}^2$
 Resistenza di calcolo $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 3130.43 \text{ kgf/cm}^2$
 Modulo elastico $E_s = 2.10e06 \text{ kgf/cm}^2$
 Deformazione uniforme ultima $\epsilon_{ud} = 1.00 \%$

SOLLECITAZIONI AGLI STATI LIMITE ULTIMI

Sforzo normale $AF = -2.37e04 \text{ kgf}$
 Momento flettente $M1 = 3.04e05 \text{ kgfcm}$
 direzione 1 $M2 = 1.27e05 \text{ kgfcm}$
 direzione 2 $V1 = 1.64e03 \text{ kgf}$
 Sforzo di taglio $V2 = 7.47e02 \text{ kgf}$
 direzione 1 $MT = 0.00e00 \text{ kgfcm}$
 direzione 2

VERIFICA AGLI STATI LIMITE ULTIMI

STATO LIMITE ULTIMO DI PRESSOFLESSIONE

Sollecitazioni resistenti
 Sforzo assiale $N_u = -38055.34 \text{ kgf}$
 Momento in direzione 1 $M_{u1} = 4.88e05 \text{ kgfcm}$
 Momento in direzione 2 $M_{u2} = 2.03e05 \text{ kgfcm}$

Verifica della sollecitazione
 Coeff. Sicur. = 1.60
 Campo = 3

STATO LIMITE ULTIMO DI TAGLIO

Taglio resistente ultimo in direzione 1-1
 Larghezza minima della sezione $b_w = 30.00 \text{ cm}$
 Altezza utile $d = 36.00 \text{ cm}$
 Area armatura longitudinale $A_{s1} = 3.08 \text{ cm}^2$
 Coeff. maggiorativo di compressione $\alpha_c = 1.20$
 Res. a taglio dell'elemento non armato $V_{Rd1-1} = 5374.59 \text{ kgf}$

Res. a taglio compressione
 Res. a taglio trazione
 Res. a taglio dell'elemento armato
 kgf

$V_{Rcd-1} = 12538.57$ kgf
 $V_{Rsd-1} = 10241.98$ kgf
 $V_{Rd-1} = \min(V_{Rcd-1}; V_{Rsd-1}) = 10241.98$

$V_{Rd-1} > V_{sd-1}$ - Verifica soddisfatta

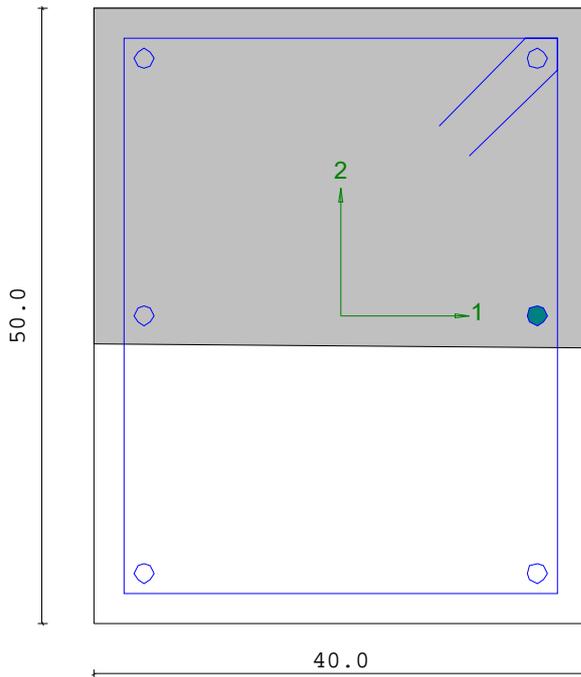
Taglio resistente ultimo in direzione 2-2
 Larghezza minima della sezione
 Altezza utile
 Area armatura longitudinale
 Coeff. maggiorativo di compressione
 Res. a taglio dell'elemento non armato
 Res. a taglio compressione
 Res. a taglio trazione
 Res. a taglio dell'elemento armato
 kgf

$b_w = 40.00$ cm
 $d = 26.00$ cm
 $A_{s1} = 3.08$ cm²
 $\alpha_c = 1.20$
 $V_{Rd1-2} = 5463.26$ kgf
 $V_{Rcd-2} = 12074.18$ kgf
 $V_{Rsd-2} = 7396.99$ kgf
 $V_{Rd-2} = \min(V_{Rcd-2}; V_{Rsd-2}) = 7396.99$

$V_{Rd-2} > V_{sd-2}$ - Verifica soddisfatta

PILASTRO PALESTRA
 SEZIONE 40 x 50 cm

M1 = 2020.00	M2 = 4.74e05
N = -21400.00	V1 = 1845.00
V2 = 1456.00	MT = 0.00
Coeff. sicur. = 2.70 (Campo 3-CLS)	
M1u=5450.55	M2u=1.28e06
Nu=-57743.45	
EpsCu=-0.350%	EpsSu=0.237%



PARAMETRI STATICI DELLA SEZIONE DI CALCESTRUZZO

Base B = 40.00 cm
 Altezza D = 50.00 cm
 Area della sezione A = 2.00e03 cm²
 Momento d'inerzia
 asse 1 I₁₁ = 4.17e05 cm⁴
 asse 2 I₂₂ = 2.67e05 cm⁴

asse 3 J = 5.65e05 cm⁴
Copriferro interfaccia barre/staffe (mm) c = 33

ARMATURA

ARMATURA LONGITUDINALE

A_{sup} = 4.02 cm²
A_{inf} = 4.02 cm²
A_{sx} = 2.01 cm²
A_{dx} = 2.01 cm²

ARMATURA A TAGLIO

A_{st1} = 4.04 cm²/m
A_{st2} = 4.04 cm²/m

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

CALCESTRUZZO TIPO *C11/13

Coefficiente di sicurezza γ_c = 1.5
Resistenza cubica a compressione R_{ck} = 13 MPa
Resistenza caratt. a compressione $f_{ck} = 0.83 \times R_{ck}$ = 10.79 MPa
Coeff. riduttivo di lunga durata α_{cc} = 0.85
Resistenza di calcolo a compressione $f_{cd} = \alpha_{cc} \times f_{ck} / \gamma_c$ = 62.0 kgf/cm²
Resistenza a trazione semplice $f_{ctm} = 0.30 \times R_{ck}^{2/3}$ = 14.94 kgf/cm²
Frattile 5 della resist. a trazione $f_{ctk,0.05} = 0.7 \times f_{ctm}$ = 10.46 kgf/cm²
Frattile 95 della resist. a trazione $f_{ctk,0.95} = 1.3 \times f_{ctm}$ = 19.42 kgf/cm²
Resistenza a trazione per flessione $f_{ctf} = 1.2 \times f_{ctm}$ = 18.27 kgf/cm²
Resistenza di calcolo a trazione $f_{ctd} = f_{ctk,0.05} / \gamma_c$ = 6.97 kgf/cm²
Modulo elastico $E_c = 22000 \times (f_{cm} / 10)^{0.3}$ = 2.71e05 kgf/cm²
Rapporto di Poisson $\nu = 0 + 0.20$
Coefficiente di dilatazione termica $\alpha = 1 \times 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

ACCIAIO TIPO FeB32

Coefficiente di sicurezza γ_s = 1.15
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk} \geq 3600.00 kgf/cm²
Tensione caratteristica di rottura f_{tk} \geq 4200.00 kgf/cm²
Resistenza di calcolo $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$ = 3130.43 kgf/cm²
Modulo elastico E_s = 2.10e06 kgf/cm²
Deformazione uniforme ultima ϵ_{ud} = 1.00 %

SOLLECITAZIONI AGLI STATI LIMITE ULTIMI

Sforzo normale AF = -2.14e04 kgf
Momento flettente direzione 1 M1 = 2.02e03 kgfcm
direzione 2 M2 = 4.74e05 kgfcm
Sforzo di taglio direzione 1 V1 = 1.85e03 kgf
direzione 2 V2 = 1.46e03 kgf
Momento torcente MT = 0.00e00 kgfcm

VERIFICA AGLI STATI LIMITE ULTIMI

STATO LIMITE ULTIMO DI PRESSOFLESSIONE

Sollecitazioni resistenti

Sforzo assiale N_u = -57743.45 kgf
Momento in direzione 1 M_{u1} = 5450.55 kgfcm
Momento in direzione 2 M_{u2} = 1.28e06 kgfcm

Verifica della sollecitazione

Coeff. Sicur. = 2.70
Campo = 3

STATO LIMITE ULTIMO DI TAGLIO

Taglio resistente ultimo in direzione 1-1
Larghezza minima della sezione b_w = 50.00 cm
Altezza utile d = 35.90 cm
Area armatura longitudinale A_{s1} = 8.04 cm²

Coeff. maggiorativo di compressione
 Res. a taglio dell'elemento non armato
 Res. a taglio compressione
 Res. a taglio trazione
 Res. a taglio dell'elemento armato
 kgf

$\alpha_c = 1.16$
 $V_{Rd1-1} = 9128.02$ kgf
 $V_{Rcd-1} = 20099.34$ kgf
 $V_{Rsd-1} = 10213.53$ kgf
 $V_{Rd-1} = \min(V_{Rcd-1}; V_{Rsd-1}) = 10213.53$

$V_{Rd-1} > V_{sd-1}$ - Verifica soddisfatta

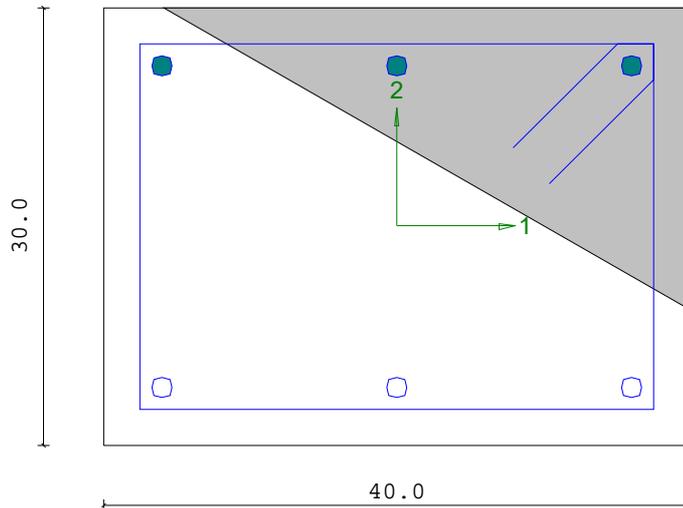
Taglio resistente ultimo in direzione 2-2
 Larghezza minima della sezione
 Altezza utile
 Area armatura longitudinale
 Coeff. maggiorativo di compressione
 Res. a taglio dell'elemento non armato
 Res. a taglio compressione
 Res. a taglio trazione
 Res. a taglio dell'elemento armato
 kgf

$b_w = 40.00$ cm
 $d = 45.90$ cm
 $A_{s1} = 8.04$ cm²
 $\alpha_c = 1.16$
 $V_{Rd1-2} = 8961.40$ kgf
 $V_{Rcd-2} = 20558.44$ kgf
 $V_{Rsd-2} = 13058.53$ kgf
 $V_{Rd-2} = \min(V_{Rcd-2}; V_{Rsd-2}) = 13058.53$

$V_{Rd-2} > V_{sd-2}$ - Verifica soddisfatta

PILASTRO AMPLIAMENTO DI GIUNTO IN ANGOLO : SEZIONE 30 x 40 cm
 SEZIONE

M1 = 3.31e05	M2 = 4.24e05	
N = -4149.00	V1 = 2595.00	
V2 = 2249.00	MT = 0.00	
Coeff. sicur. = 0.86 (Campo 3-CLS)		
M1u=2.86e05	M2u=3.66e05	Nu=-3581.96
EpsCu=-0.350%	EpsSu=0.443%	



PARAMETRI STATICI DELLA SEZIONE DI CALCESTRUZZO

Base B = 40.00 cm

Altezza	D =	30.00	cm
Area della sezione	A =	1.20e03	cm ²
Momento d'inerzia	asse 1	I ₁₁ =	9.00e04 cm ⁴
	asse 2	I ₂₂ =	1.60e05 cm ⁴
	asse 3	J =	2.00e05 cm ⁴
Copriferro interfaccia barre/staffe (mm)		c =	33

ARMATURA

ARMATURA LONGITUDINALE

A _{sup} =	4.62	cm ²
A _{inf} =	4.62	cm ²

ARMATURA A TAGLIO

A _{st1} =	7.18	cm ² /m
A _{st2} =	7.18	cm ² /m

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

CALCESTRUZZO TIPO *C9/11

Coefficiente di sicurezza	γ_c	=	1.5
Resistenza cubica a compressione	R _{ck}	=	11 MPa
Resistenza caratt. a compressione	f _{ck} = 0.83×R _{ck}	=	9.13 MPa
Coeff. riduttivo di lunga durata	α_{cc}	=	0.85
Resistenza di calcolo a compressione	f _{cd} = $\alpha_{cc} \times f_{ck} / \gamma_c$	=	52.67 kgf/cm ²
Resistenza a trazione semplice	f _{ctm} = 0.30×R _{ck} ^{2/3}	=	13.36 kgf/cm ²
Fratte 5 della resist. a trazione	f _{ctk,0.05} = 0.7×f _{ctm}	=	9.35 kgf/cm ²
Fratte 95 della resist. a trazione	f _{ctk,0.95} = 1.3×f _{ctm}	=	17.37 kgf/cm ²
Resistenza a trazione per flessione	f _{ctfm} = 1.2×f _{ctm}	=	16.34 kgf/cm ²
Resistenza di calcolo a trazione	f _{ctd} = f _{ctk,0.05} /γ _c	=	6.24 kgf/cm ²
Modulo elastico	E _c = 22000×(f _{cm} /10) ^{0.3}	=	2.64e05 kgf/cm ²
Rapporto di Poisson	ν	=	0÷0.20
Coefficiente di dilatazione termica	α	=	1×10 ⁻⁷ °C ⁻¹

ACCIAIO TIPO Feb44k

Coefficiente di sicurezza	γ _s	=	1.15
Tensione caratteristica di snervamento	f _{yk}	≥	4384.78 kgf/cm ²
Tensione caratteristica di rottura	f _{tk}	≥	5506.47 kgf/cm ²
Resistenza di calcolo	f _{yd} = f _{yk} /γ _s	=	3812.85 kgf/cm ²
Modulo elastico	E _s	=	2.10e06 kgf/cm ²
Deformazione uniforme ultima	ε _{ud}	=	1.00 %

SOLLECITAZIONI AGLI STATI LIMITE ULTIMI

Sforzo normale	AF =	-4.15e03	kgf
Momento flettente	direzione 1	M1 =	3.31e05 kgfcm
	direzione 2	M2 =	4.24e05 kgfcm
Sforzo di taglio	direzione 1	V1 =	2.60e03 kgf
	direzione 2	V2 =	2.25e03 kgf
Momento torcente	MT =	0.00e00	kgfcm

VERIFICA AGLI STATI LIMITE ULTIMI

STATO LIMITE ULTIMO DI PRESSOFLESSIONE

Sollecitazioni resistenti

Sforzo assiale	N _u =	-3581.96	kgf
Momento in direzione 1	M _{u1} =	2.86e05	kgfcm
Momento in direzione 2	M _{u2} =	3.66e05	kgfcm

Verifica della sollecitazione

Coeff. Sicur. =	0.86
Campo =	3

STATO LIMITE ULTIMO DI TAGLIO

Taglio resistente ultimo in direzione 1-1	b _w =	30.00	cm
Larghezza minima della sezione			

Altezza utile
 Area armatura longitudinale
 Coeff. maggiorativo di compressione
 Res. a taglio dell'elemento non armato
 Res. a taglio compressione
 Res. a taglio trazione
 Res. a taglio dell'elemento armato
 kgf

$d = 36.00$ cm
 $A_{s1} = 6.16$ cm²
 $\alpha_c = 1.06$
 $V_{Rd1-1} = 4499.62$ kgf
 $V_{Rcd-1} = 12732.56$ kgf
 $V_{Rsd-1} = 12732.56$ kgf
 $V_{Rd-1} = \min(V_{Rcd-1}; V_{Rsd-1}) = 12732.56$

$V_{Rd-1} > V_{Sd-1}$ - Verifica soddisfatta

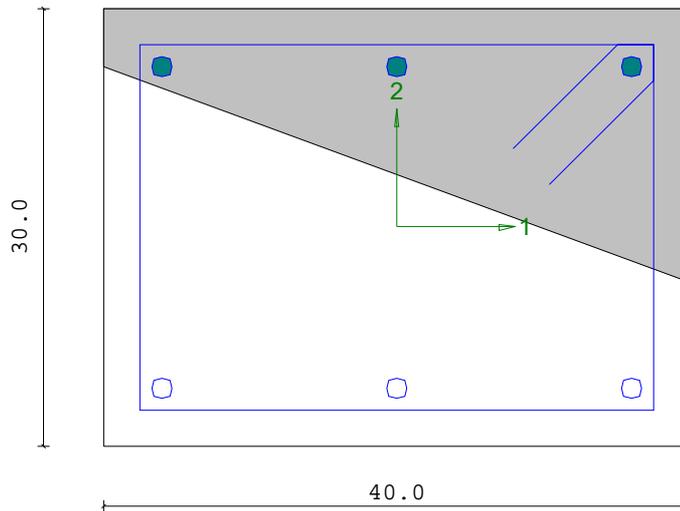
Taglio resistente ultimo in direzione 2-2
 Larghezza minima della sezione
 Altezza utile
 Area armatura longitudinale
 Coeff. maggiorativo di compressione
 Res. a taglio dell'elemento non armato
 Res. a taglio compressione
 Res. a taglio trazione
 Res. a taglio dell'elemento armato
 kgf

$b_w = 40.00$ cm
 $d = 26.00$ cm
 $A_{s1} = 6.16$ cm²
 $\alpha_c = 1.06$
 $V_{Rd1-2} = 4675.85$ kgf
 $V_{Rcd-2} = 11244.15$ kgf
 $V_{Rsd-2} = 11244.15$ kgf
 $V_{Rd-2} = \min(V_{Rcd-2}; V_{Rsd-2}) = 11244.15$

$V_{Rd-2} > V_{Sd-2}$ - Verifica soddisfatta

PILASTRO AMPLIAMENTO DI GIUNTO, CENTRALE : SEZIONE 30 x 40 cm
 SEZIONE

$M1 = 1.21e05$	$M2 = 2.96e05$
$N = -6856.00$	$V1 = 1647.00$
$V2 = 750.00$	$MT = 0.00$
Coeff. sicur. = 1.59 (Campo 3-CLS)	
$M1u=1.92e05$	$M2u=4.69e05$
$Nu=-10880.31$	
$EpsCu=-0.350\%$	$EpsSu=0.383\%$



PARAMETRI STATICI DELLA SEZIONE DI CALCESTRUZZO

Base	B =	40.00	cm
Altezza	D =	30.00	cm
Area della sezione	A =	1.20e03	cm ²
Momento d'inertzia	asse 1	I ₁₁ =	9.00e04 cm ⁴
	asse 2	I ₂₂ =	1.60e05 cm ⁴
	asse 3	J =	2.00e05 cm ⁴
Copriferro interfaccia barre/staffe (mm)	c =	33	

ARMATURA

ARMATURA LONGITUDINALE

A _{sup} =	4.62	cm ²
A _{inf} =	4.62	cm ²

ARMATURA A TAGLIO

A _{st1} =	7.18	cm ² /m
A _{st2} =	7.18	cm ² /m

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

CALCESTRUZZO TIPO *C9/11

Coefficiente di sicurezza	γ_c	=	1.5
Resistenza cubica a compressione	R _{ck}	=	11 MPa
Resistenza caratt. a compressione	$f_{ck} = 0.83 \times R_{ck}$	=	9.13 MPa
Coeff. riduttivo di lunga durata	α_{cc}	=	0.85
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{cc} \times f_{ck} / \gamma_c$	=	52.67 kgf/cm ²
Resistenza a trazione semplice	$f_{ctm} = 0.30 \times R_{ck}^{2/3}$	=	13.36 kgf/cm ²
Frattile 5 della resist. a trazione	$f_{ctk,0.05} = 0.7 \times f_{ctm}$	=	9.35 kgf/cm ²
Frattile 95 della resist. a trazione	$f_{ctk,0.95} = 1.3 \times f_{ctm}$	=	17.37 kgf/cm ²
Resistenza a trazione per flessione	$f_{ctf} = 1.2 \times f_{ctm}$	=	16.34 kgf/cm ²
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk,0.05} / \gamma_c$	=	6.24 kgf/cm ²
Modulo elastico	$E_c = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3}$	=	2.64e05 kgf/cm ²
Rapporto di Poisson	$\nu =$	0 ÷ 0.20	
Coefficiente di dilatazione termica	$\alpha =$	1 × 10 ⁻⁷	°C ⁻¹

ACCIAIO TIPO Feb44k

Coefficiente di sicurezza	γ_s	=	1.15
Tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	≥	4384.78 kgf/cm ²
Tensione caratteristica di rottura	f_{tk}	≥	5506.47 kgf/cm ²
Resistenza di calcolo	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$	=	3812.85 kgf/cm ²
Modulo elastico	E_s	=	2.10e06 kgf/cm ²
Deformazione uniforme ultima	ϵ_{ud}	=	1.00 %

SOLLECITAZIONI AGLI STATI LIMITE ULTIMI

Sforzo normale	AF =	-6.86e03	kgf
Momento flettente	direzione 1	M1 =	1.21e05 kgfcm
	direzione 2	M2 =	2.96e05 kgfcm
Sforzo di taglio	direzione 1	V1 =	1.65e03 kgf
	direzione 2	V2 =	7.50e02 kgf
Momento torcente	MT =	0.00e00	kgfcm

VERIFICA AGLI STATI LIMITE ULTIMI

STATO LIMITE ULTIMO DI PRESSOFLESSIONE

Sollecitazioni resistenti

Sforzo assiale	N _u =	-10880.31	kgf
Momento in direzione 1	M _{u1} =	1.92e05	kgfcm
Momento in direzione 2	M _{u2} =	4.69e05	kgfcm

Verifica della sollecitazione

Coeff. Sicur. =	1.59
Campo =	3

STATO LIMITE ULTIMO DI TAGLIO

Taglio resistente ultimo in direzione 1-1

Larghezza minima della sezione
 Altezza utile
 Area armatura longitudinale
 Coeff. maggiorativo di compressione
 Res. a taglio dell'elemento non armato
 Res. a taglio compressione
 Res. a taglio trazione
 Res. a taglio dell'elemento armato
 kgf

$b_w = 30.00$ cm
 $d = 36.00$ cm
 $A_{s1} = 4.62$ cm²
 $\alpha_c = 1.10$
 $V_{Rd1-1} = 4461.71$ kgf
 $V_{Rcd-1} = 13070.46$ kgf
 $V_{Rsd-1} = 13070.46$ kgf
 $V_{Rd-1} = \min(V_{Rcd-1}; V_{Rsd-1}) = 13070.46$

$V_{Rd-1} > V_{sd-1}$ - Verifica soddisfatta

Taglio resistente ultimo in direzione 2-2
 Larghezza minima della sezione
 Altezza utile
 Area armatura longitudinale
 Coeff. maggiorativo di compressione
 Res. a taglio dell'elemento non armato
 Res. a taglio compressione
 Res. a taglio trazione
 Res. a taglio dell'elemento armato
 kgf

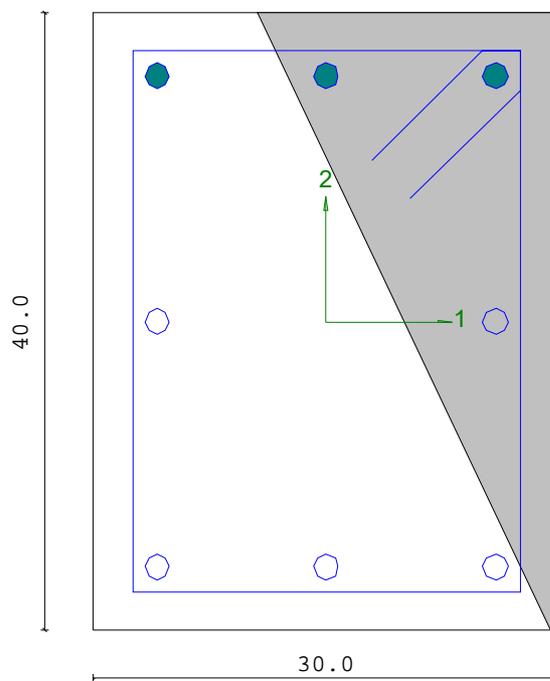
$b_w = 40.00$ cm
 $d = 26.00$ cm
 $A_{s1} = 4.62$ cm²
 $\alpha_c = 1.10$
 $V_{Rd1-2} = 4607.99$ kgf
 $V_{Rcd-2} = 11510.63$ kgf
 $V_{Rsd-2} = 11510.63$ kgf
 $V_{Rd-2} = \min(V_{Rcd-2}; V_{Rsd-2}) = 11510.63$

$V_{Rd-2} > V_{sd-2}$ - Verifica soddisfatta

PILASTRO PERIMETRALE DEL CORPO ESAGONALE MENSA
 SEZIONE 30 x 40 cm

$M1 = 3.15e05$	$M2 = 2.76e05$
$N = -9644.00$	$V1 = 1845.00$
$V2 = 1456.00$	$MT = 0.00$

Coeff. secur. = 2.30 (Campo 3-CLS)		
$M1u=7.25e05$	$M2u=6.34e05$	$Nu=-22174.51$
$EpsCu=-0.350\%$	$EpsSu=0.422\%$	



PARAMETRI STATICI DELLA SEZIONE DI CALCESTRUZZO

Base		B =	30.00	cm
Altezza		D =	40.00	cm
Area della sezione		A =	1.20e03	cm ²
Momento d'inerzia	asse 1	I ₁₁ =	1.60e05	cm ⁴
	asse 2	I ₂₂ =	9.00e04	cm ⁴
	asse 3	J =	2.00e05	cm ⁴
Coprire interfaccia barre/staffe (mm)		c =	33	

ARMATURA

ARMATURA LONGITUDINALE

A _{sup} =	6.03	cm ²
A _{inf} =	6.03	cm ²
A _{sx} =	2.01	cm ²
A _{dx} =	2.01	cm ²

ARMATURA A TAGLIO

A _{st1} =	6.70	cm ² /m
A _{st2} =	6.70	cm ² /m

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

CALCESTRUZZO TIPO C25/30

Coefficiente di sicurezza	γ_c	=	1.5	
Resistenza cubica a compressione	R _{ck}	=	30	MPa
Resistenza caratt. a compressione	$f_{ck} = 0.83 \times R_{ck}$	=	24.90	MPa
Coeff. riduttivo di lunga durata	α_{cc}	=	0.85	
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{cc} \times f_{ck} / \gamma_c$	=	143.88	kgf/cm ²
Resistenza a trazione semplice	$f_{ctm} = 0.30 \times R_{ck}^{2/3}$	=	26.09	kgf/cm ²
Fratte 5 della resist. a trazione	$f_{ctk,0.05} = 0.7 \times f_{ctm}$	=	18.26	kgf/cm ²
Fratte 95 della resist. a trazione	$f_{ctk,0.95} = 1.3 \times f_{ctm}$	=	33.91	kgf/cm ²
Resistenza a trazione per flessione	$f_{ctf} = 1.2 \times f_{ctm}$	=	31.90	kgf/cm ²
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk,0.05} / \gamma_c$	=	12.17	kgf/cm ²
Modulo elastico	$E_c = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3}$	=	3.21e05	kgf/cm ²
Rapporto di Poisson	ν	=	0 ÷ 0.20	
Coefficiente di dilatazione termica	α	=	1 × 10 ⁻⁷	°C ⁻¹

ACCIAIO TIPO FeB44k

Coefficiente di sicurezza	γ_s	=	1.15	
Tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	≥	4384.78	kgf/cm ²
Tensione caratteristica di rottura	f_{tk}	≥	5506.47	kgf/cm ²
Resistenza di calcolo	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$	=	3812.85	kgf/cm ²
Modulo elastico	E_s	=	2.10e06	kgf/cm ²
Deformazione uniforme ultima	ϵ_{ud}	=	1.00	%

SOLLECITAZIONI AGLI STATI LIMITE ULTIMI

Sforzo normale		AF =	-9.64e03	kgf
Momento flettente	direzione 1	M1 =	3.15e05	kgfcm
	direzione 2	M2 =	2.76e05	kgfcm
Sforzo di taglio	direzione 1	V1 =	1.85e03	kgf
	direzione 2	V2 =	1.46e03	kgf
Momento torcente		MT =	0.00e00	kgfcm

VERIFICA AGLI STATI LIMITE ULTIMI

STATO LIMITE ULTIMO DI PRESSOFLESSIONE

Sollecitazioni resistenti

Sforzo assiale	N _u =	-22174.51	kgf
Momento in direzione 1	M _{u1} =	7.25e05	kgfcm
Momento in direzione 2	M _{u2} =	6.34e05	kgfcm

Verifica della sollecitazione

Coeff. Sicur. =	2.30
Campo =	3

STATO LIMITE ULTIMO DI TAGLIO

Taglio resistente ultimo in direzione 1-1	
Larghezza minima della sezione	$b_w = 40.00 \text{ cm}$
Altezza utile	$d = 25.90 \text{ cm}$
Area armatura longitudinale	$A_{s1} = 10.05 \text{ cm}^2$
Coeff. maggiorativo di compressione	$\alpha_c = 1.05$
Res. a taglio dell'elemento non armato	$V_{Rd1-1} = 7925.33 \text{ kgf}$
Res. a taglio compressione	$V_{Rcd-1} = 24205.95 \text{ kgf}$
Res. a taglio trazione	$V_{Rsd-1} = 14891.58 \text{ kgf}$
Res. a taglio dell'elemento armato	$V_{Rd-1} = \min(V_{Rcd-1}; V_{Rsd-1}) = 14891.58$
kgf	

$V_{Rd-1} > V_{sd-1}$ - Verifica soddisfatta

Taglio resistente ultimo in direzione 2-2	
Larghezza minima della sezione	$b_w = 30.00 \text{ cm}$
Altezza utile	$d = 35.90 \text{ cm}$
Area armatura longitudinale	$A_{s1} = 10.05 \text{ cm}^2$
Coeff. maggiorativo di compressione	$\alpha_c = 1.05$
Res. a taglio dell'elemento non armato	$V_{Rd1-2} = 7649.18 \text{ kgf}$
Res. a taglio compressione	$V_{Rcd-2} = 25163.91 \text{ kgf}$
Res. a taglio trazione	$V_{Rsd-2} = 20641.23 \text{ kgf}$
Res. a taglio dell'elemento armato	$V_{Rd-2} = \min(V_{Rcd-2}; V_{Rsd-2}) = 20641.23$
kgf	

$V_{Rd-2} > V_{sd-2}$ - Verifica soddisfatta

6.3 Verifica portanti in muratura

Le murature portanti presentano, in generale, uno stato di sforzo tagliante contenuto entro i limiti di resistenza $t_d^* = 0,88 \text{ daN/cm}^2 + (0,4 \sigma_n)/2,5$.

Solamente le pareti di testa del corpo storico originario, sul fondo del corridoio di accesso alle aule, presentano un netto superamento dello sforzo tagliante.

E' infatti intuibile come dette pareti svolgano una notevole azione controventante del Corpo. Senza dette pareti, i pilastri portanti del corpo originario raggiungerebbero situazioni molto più vulnerabili.

Procedendo con semplici iterazioni successive, con accelerazioni di progetto via via decrescenti, viene individuato il valore dell'accelerazione sismica a_{SLV} per la quale la muratura portante presenta sforzi taglianti contenuti entro il valore di $t_d^* = 0,88 \text{ daN/cm}^2 + (0,4 \sigma_n)/2,5$, in cui σ_n varia tra 0,1 a 1,5 daN/cm^2 , con segno (-) compressione, ad eccezione di alcuni picchi caratteristici delle spigolature delle aperture (tali valori sono dovuti alla presenza del vuoto e alla geometria delle aperture e possono generare fratture limitate e localizzate del materiale senza compromettere la staticità globale dell'edificio, pertanto si ritengono accettabili). Nell'Allegato 4 "Relazione di Calcolo" viene presentata la raffigurazione dello stato di sforzo corrispondente.

Si viene pertanto ad individuare il Coefficiente di Vulnerabilità Sismica della costruzione

$$\zeta_E = a_{SLV} / a_{R,SLV} = 0,38$$

poiché:

- $a_{SLV} = 0.0665$;
- $a_{R,SLV} = 0.175$.

Si riportano di seguito alcune delle immagini più rappresentative che indicano le linee di superamento della Resistenza tangenziale e gli sforzi corrispondenti.

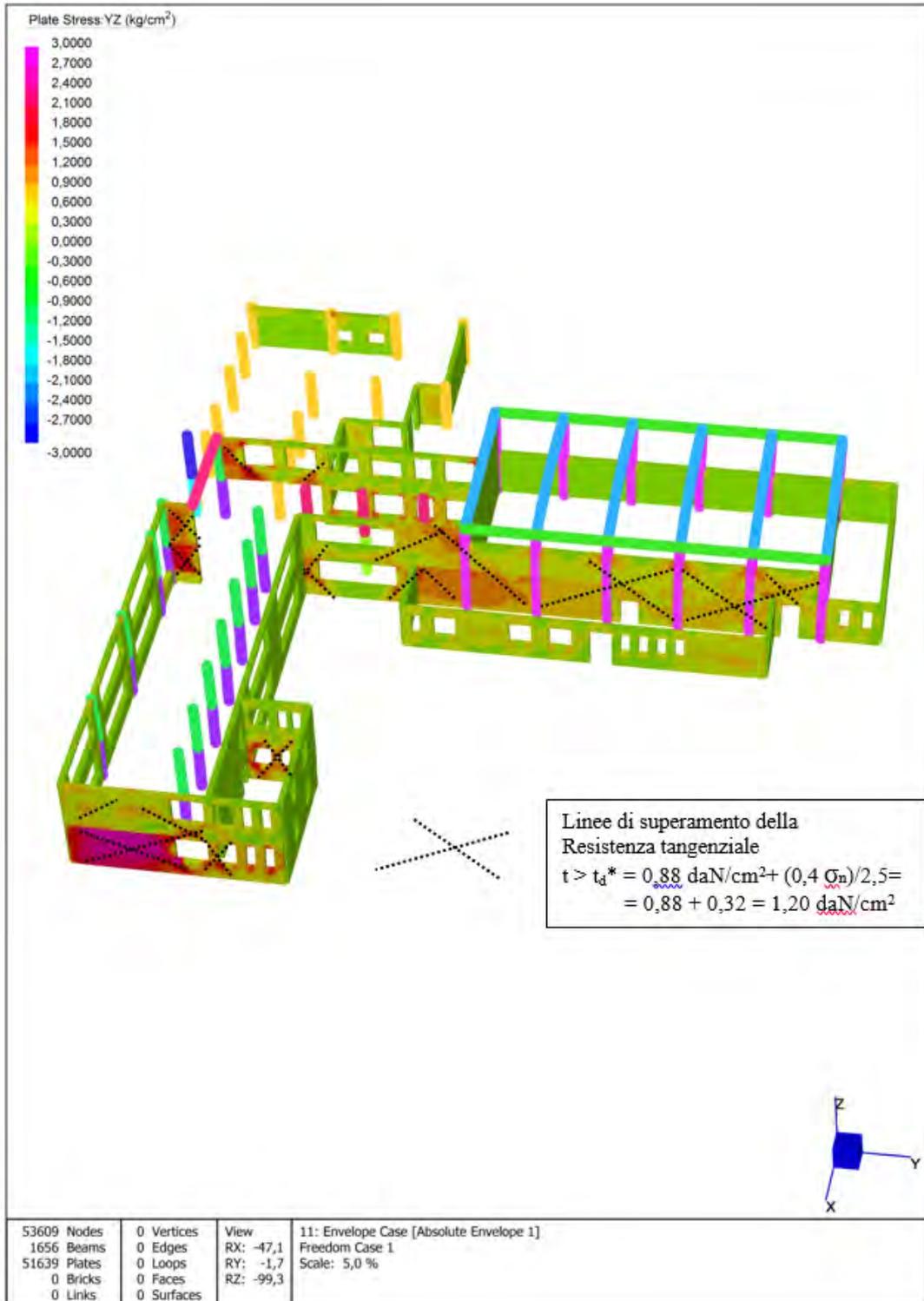


Figura 14. Involuppo sisma SLV X e Y - sforzi YZ con indicazione delle linee di superamento della Resistenza tangenziale (vista 1)

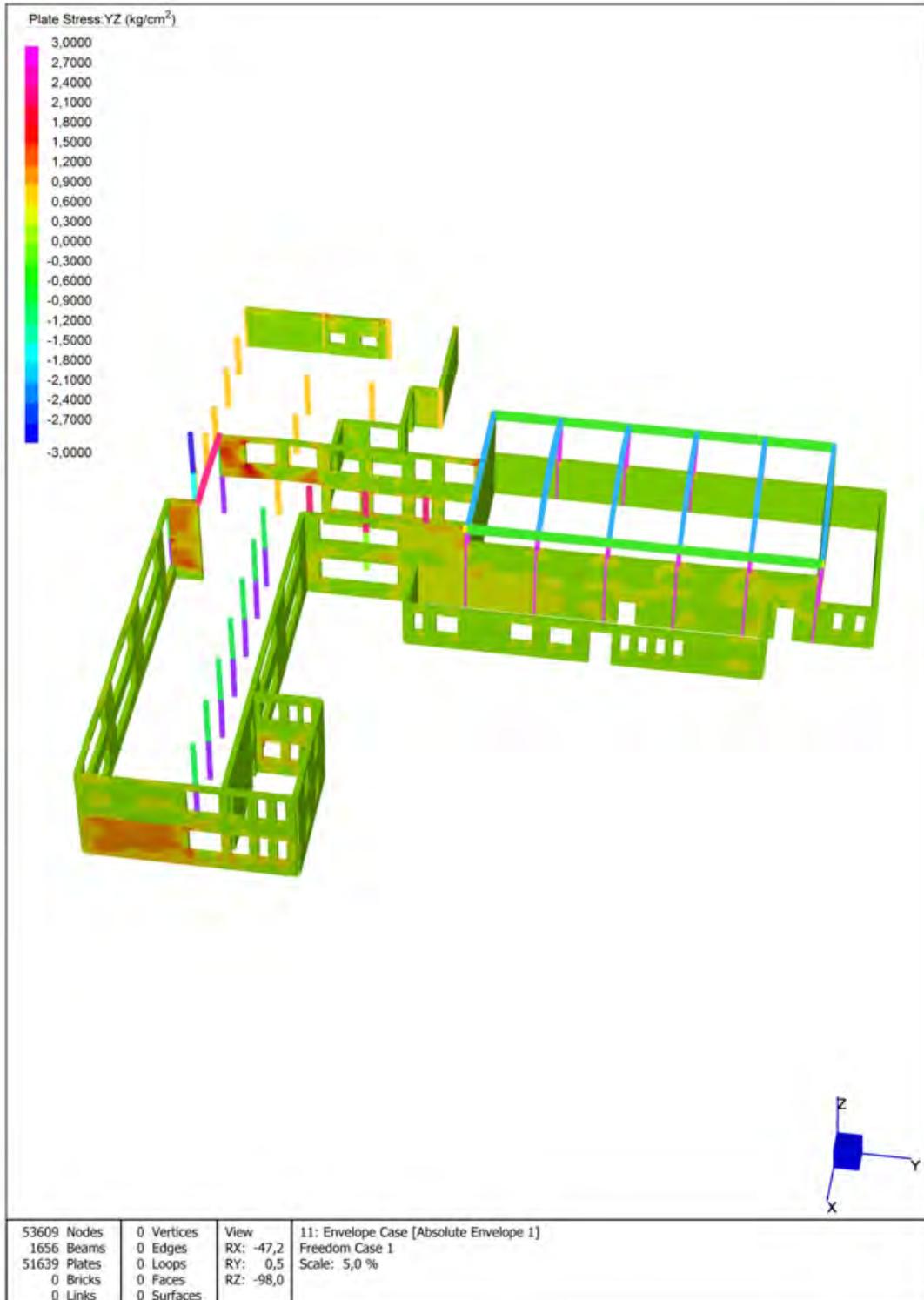


Figura 15. Involuppo sisma SLV X e Y : 0,38 x a_{SLV} - sforzi YZ

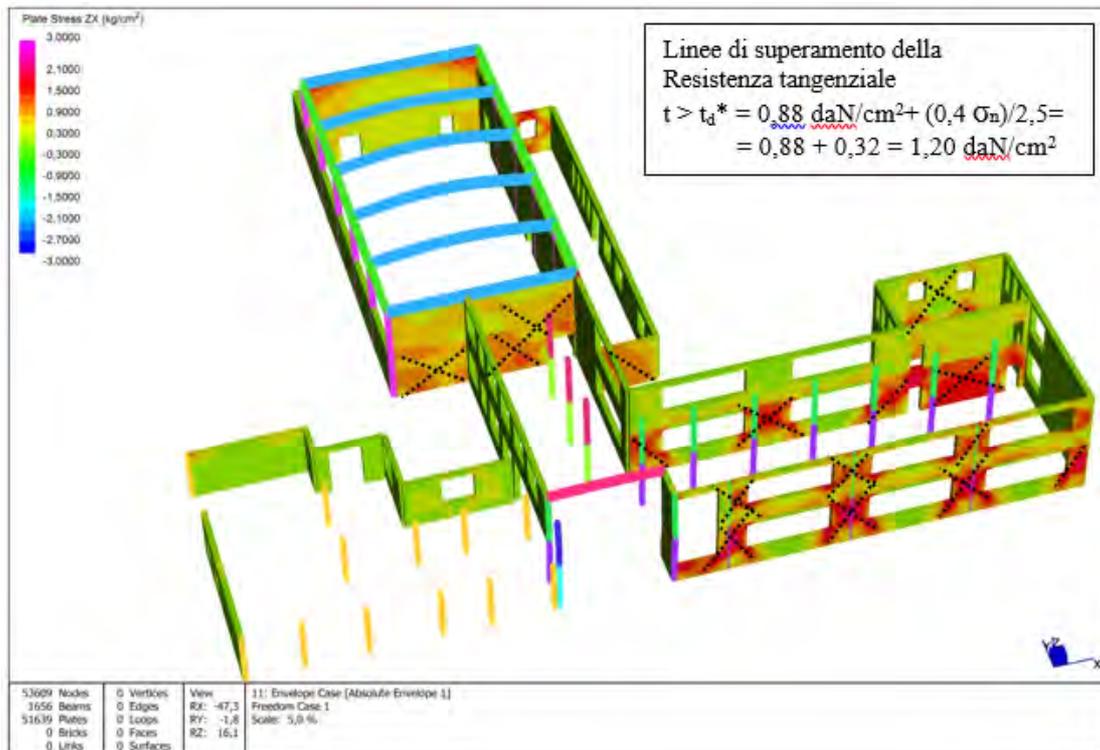


Figura 16. Involuppo del sisma SLV X e Y - sforzi YZ con indicazione delle linee di superamento della Resistenza tangenziale (vista 2)

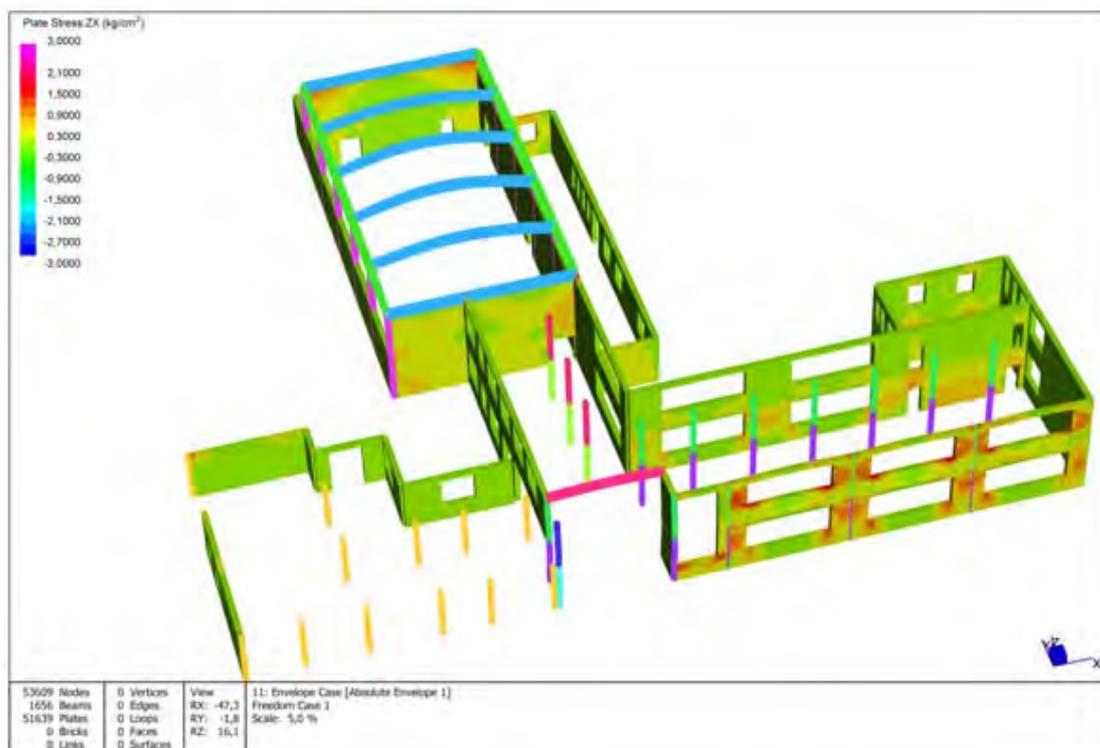


Figura 17. Involuppo sisma SLV X e Y : 0,38 x a_{SLV} - sforzi ZX

Questa carenza di pareti controventanti e l'eccessiva oscillazione del corpo palestra risultano i punti deboli del complesso scolastico, sul quale dovranno essere finalizzate le opere di adeguamento sismico. Inoltre occorrerà creare un collegamento tra i pilastri d'angolo dell'ampliamento, nonché tra il pilastro d'angolo del nucleo storico verso l'ampliamento, e le restanti parti strutturali, onde aumentare il fattore di sicurezza che per essi è inferiore ad 1.

7 Conclusioni e suggerimenti per l'adeguamento

Sulla base dell'analisi di vulnerabilità sismica eseguita e dei risultati conseguiti è possibile osservare che:

- La struttura in oggetto risulta essere caratterizzata da un valore basso del fattore di struttura $q = 1,5$.
- La struttura in oggetto presenta un indice di sicurezza sismica, calcolato come rapporto tra l'accelerazione al suolo che porta al raggiungimento dello Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) e quella corrispondente al tempo di ritorno di riferimento, calcolato sulla base della vita nominale e classe d'uso assunte, pari a $\zeta_E = 0.0665/0.175 = 0.38$.
- Le maggiori criticità sono emerse nell'accoppiamento tra il Corpo originario di tre piani e l'ampliamento, dove peraltro si verificano fenomeni di martellamento tra le strutture, e particolarmente nelle azioni taglianti delle pareti di testa. E' stato osservato che dette pareti sono impegnate a contrastare la più intensa oscillazione sismica globale del fabbricato, seppur decentrate rispetto al baricentro delle rigidità. Inoltre il giunto tra l'ampliamento del 2004 ed il corpo originario non presenta un distacco evidente, libero, capace di permettere le libere oscillazioni tra i solai o travi. Questo giunto, privo di interspazio, funziona adeguatamente per consentire le deformazioni reciproche per variazioni termiche, invece in caso di oscillazione sismica può produrre il martellamento della parti in calcestruzzo armato, danneggiandole.
- Ulteriori criticità si osservano nelle pareti più elevate del corpo palestra, lato longitudinale in cui sono disposti i servizi e gli spogliatoi, pareti impegnate al controventamento longitudinale degli alti telai in calcestruzzo armato.
- Si osservano anche superamenti dello stato di sforzo di taglio nelle esigue murature di facciata del corpo originario, quando impegnato nei moti torsionali comprendenti la direzione X.
- Infine altra criticità emersa, non del tutto afferente alle sollecitazioni sismiche è quella relativa al soffitto del passaggio coperto verso la mensa che presenta uno sfondellamento del solaio con relativo distacco e di conseguenza caduta sia dell'intonaco che del laterizio.

Sulla base di queste osservazioni si suggerisce di:

- Accrescere la resistenza controventante sia delle pareti di testa del corpo originario, ma anche delle esigue pareti di facciata, dello stesso corpo, che partecipano al controventamento nella direzione Y, disposte in punti opposti al baricentro. Lo stesso intervento viene proposto anche per le pareti finestrate laterali del corpo palestra. Questo risultato si potrà ottenere inserendo nuove strutture al piano rialzato e al piano primo, in calcestruzzo armato o in acciaio, oppure creando un intonaco armato sulle superfici delle pareti in laterizio.

Alternativamente si può scegliere di rimuovere i tamponamenti in laterizio delle pareti suddette e di sostituirli con del poroton armato o con dei termolaterizi armati che saranno poi ancorati sia al solaio di calpestio che a quello di copertura, evitando la rimozione dell'intonaco.

Altra alternativa è quella di realizzare delle pareti armate di spessore compreso tra 8 e 10 cm su uno dei due lati delle superfici di facciate che soffrono in misura maggiore le sollecitazioni sismiche.

Con tali operazioni si può ottenere un adeguamento, cioè raggiungere un indice di vulnerabilità sismica $\zeta_E \geq 1$.

- Collegare meglio i pilastri d'angolo dell'ampliamento con il resto della struttura tramite intonaco armato o setti in calcestruzzo armato e realizzare dei setti di analogo collegamento per il pilastro d'angolo del corpo originario verso l'ampliamento.
- In relazione al passaggio verso la mensa, bisognerà realizzare un controsoffitto in cartongesso che andrà ad aderire all'intradosso del solaio, evitando la caduta spontanea di intonaco e delle pignatte sul pavimento.

Da un punto di vista economico, si può stimare un costo dell'ordine di 150.000 €, oltre ad IVA e spese professionali. Pertanto l'onere lordo per il Comune di Cerrione potrebbe essere dell'ordine di 200.000 €. Ovviamente tale costo andrà meglio precisato a valle di una progettazione esecutiva degli interventi.

8 Bibliografia

- (NTC2008) Decreto Ministeriale D.M. del 14 gennaio 2008, Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni.
- (CIRC2009) Circolare sulle Nuove Norme Tecniche per la Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
- (REL01) LINEE GUIDA PER MODALITÀ DI INDAGINE SULLE STRUTTURE E SUI TERRENI PER I PROGETTI DI RIPARAZIONE, MIGLIORAMENTO E RICOSTRUZIONE DI EDIFICI INAGIBILI
- (VER2011) Gerardo Mario Verderame, Paolo Ricci, Marilena Esposito, Filippo Carlo Sansiviero. LE CARATTERISTICHE MECCANICHE DEGLI ACCIAI IMPIEGATI NELLE STRUTTURE IN C.A. REALIZZATE DAL 1950 AL 1980. Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Università degli Studi di Napoli Federico II.

Allegato 1 Tavole delle indagini diagnostiche



LEGENDA

- Cx Carotaggio
- Mx Indagine muratura
- Vx Verifica carpenteria

Comune di CERRIONE (BI)

SCUOLA ELEMENTARE E MEDIA
via Adua, 9 - 13882 Cerrione (BI)

ANALISI DELLA VULNERABILITA' SISMICA

Progettista:

Prof. Ing. Paolo Oliaro

advanced
engineering

Via Monte Bianco, 34 - 20149 Milano
Tel +390245473703 - Fax +390245473704
E-mail: mail@advancedengineering.it - C.F./P.IVA 04325430967
URL: www.advancedengineering.it

Fase: **Indagini conoscitive e diagnostiche**

Elaborato: PIANTA PIANO SEMINTERRATO - Verifiche e sondaggi

Data prima emissione: **19.03.18**

rev.	data	descrizione	redatto	controllato	approvato
00	19.03.2018	emissione	AC	PO	PO

scala: 1:100

tav **S.01**

CENTRALE TERMICA



LEGENDA

- Cx Carotaggio
- Mx Indagine muratura
- Vx Verifica carpenteria

Comune di CERRIONE (BI)

SCUOLA ELEMENTARE E MEDIA
via Adua, 9 - 13882 Cerrione (BI)

ANALISI DELLA VULNERABILITA' SISMICA

Progettista:

Prof. Ing. Paolo Oliaro

advanced engineering
Via Monte Bianco, 34 - 20149 Milano
Tel. +390245473703 - Fax +390245473704
E-mail: mail@advancedengineering.it - C.F. 07 IVA 04325430967
URL: www.advancedengineering.it

Fase: **Indagini conoscitive e diagnostiche**

Elaborato: PIANTA PIANO RIALZATO - Verifiche e sondaggi

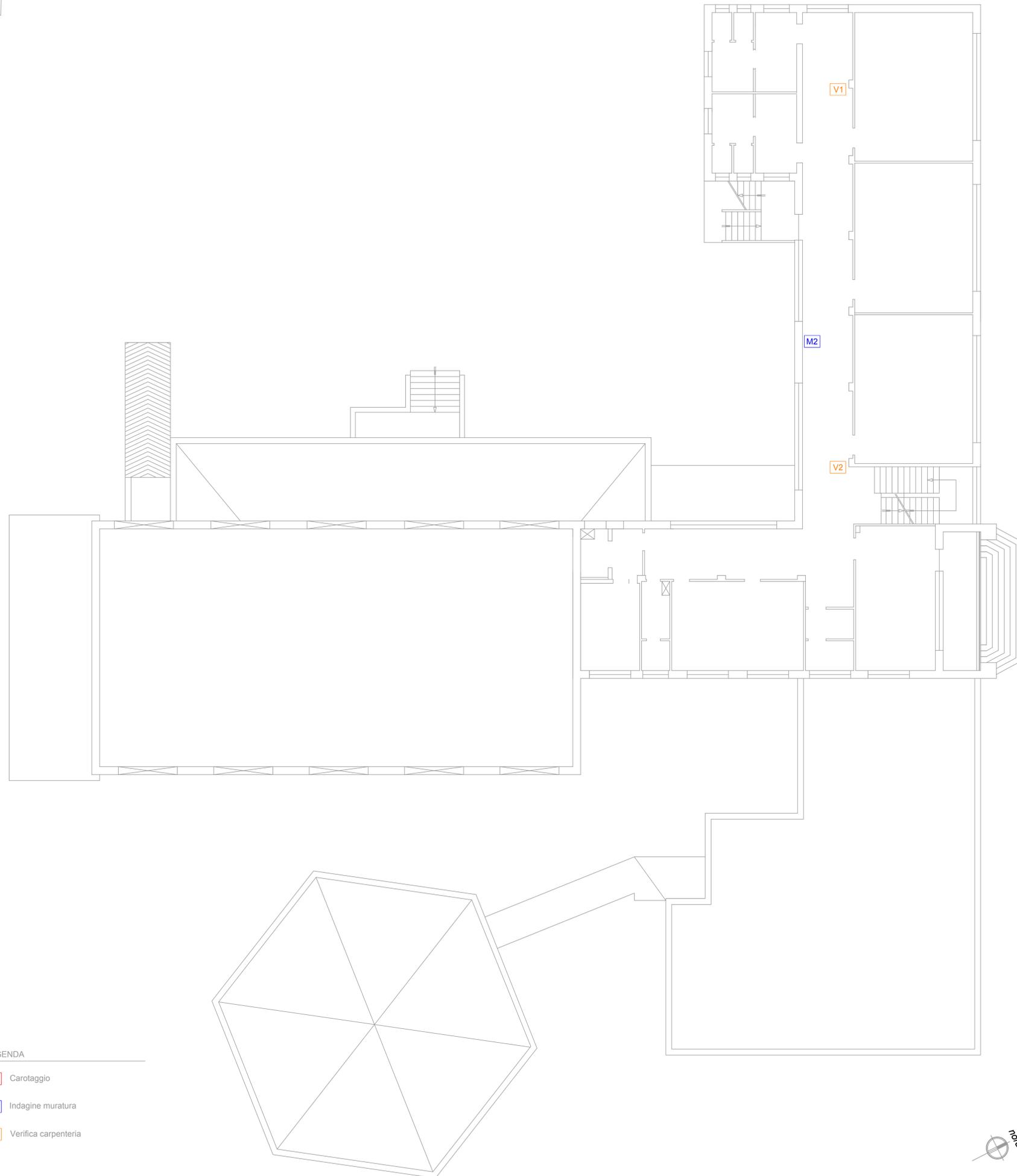
Data prima emissione: **19.03.18**

rev.	data	descrizione	redatto	controllato	approvato
00	19.03.2018	emissione	AC	PO	PO

scala: 1:100

tav **S.02**

CENTRALE TERMICA



LEGENDA

- Cx Carotaggio
- Mx Indagine muratura
- Vx Verifica carpenteria

Comune di CERRIONE (BI)

SCUOLA ELEMENTARE E MEDIA
via Adua, 9 - 13882 Cerrione (BI)

ANALISI DELLA VULNERABILITA' SISMICA

Progettista:

Prof. Ing. Paolo Oliaro

advanced
engineering
Via Monte Bianco, 34 - 20149 Milano
Tel. +390245473703 - Fax +390245473704
E-mail: mail@advancedengineering.it - C.F./P. IVA 04325430967
URL: www.advancedengineering.it

Fase: **Indagini conoscitive e diagnostiche**

Elaborato: PIANTA PIANO PRIMO - Verifiche e sondaggi

Data prima emissione: **19.03.18**

rev.	data	descrizione	redatto	controllato	approvato
00	19.03.2018	emissione	AC	PO	PO

scala: 1:100

tav **S.03**

Allegato 2 Documentazione fotografica

CAMPIONAMENTO V1



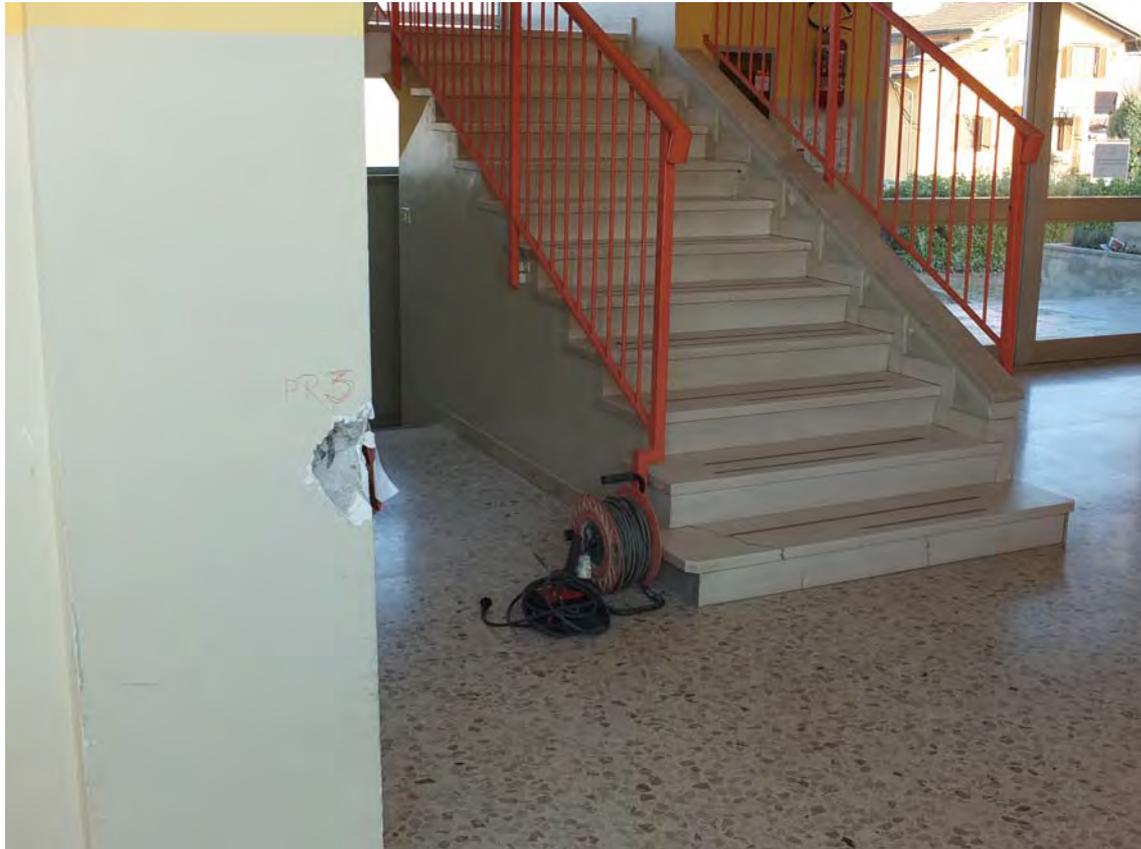


CAMPIONAMENTO V2



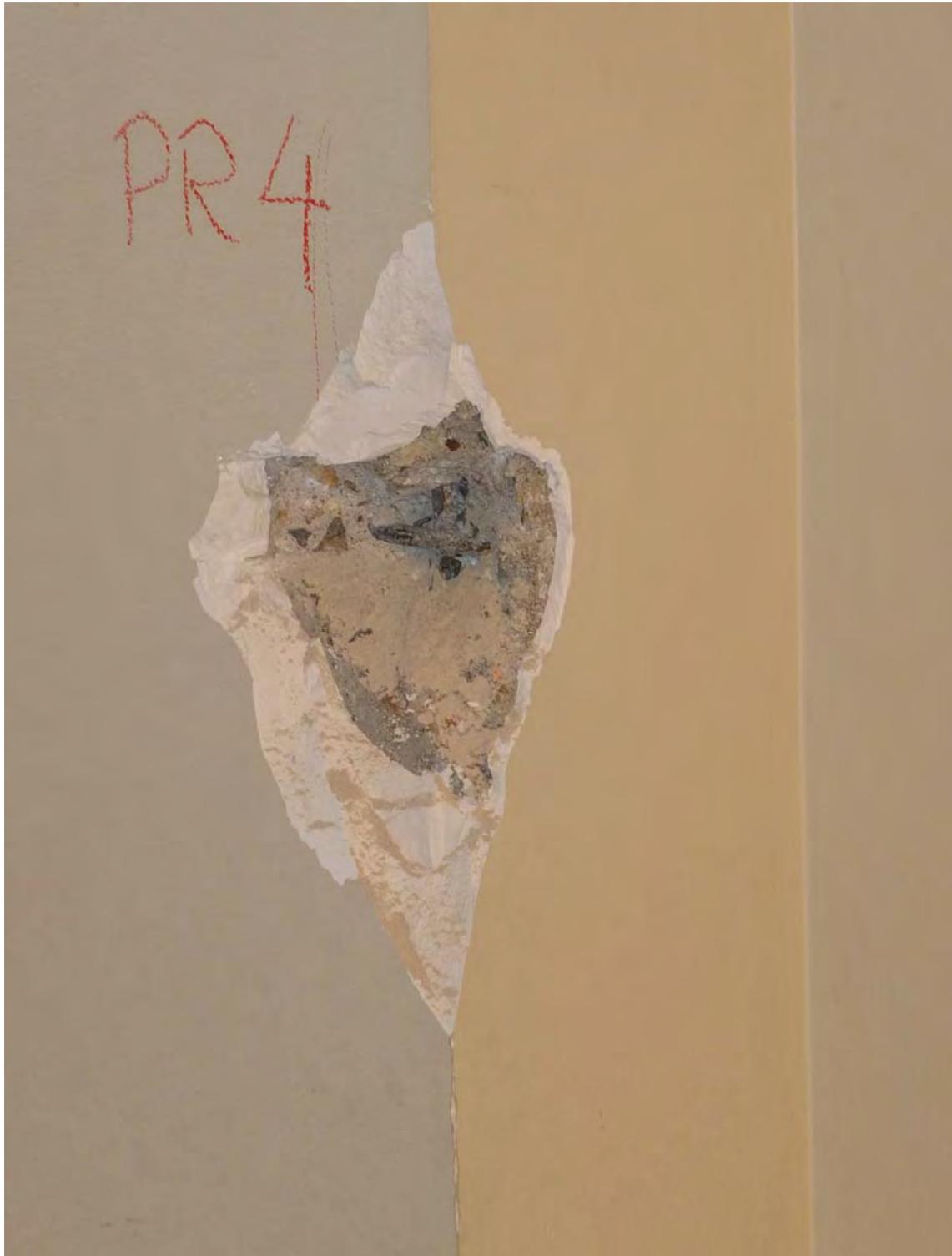


CAMPIONAMENTO V3





CAMPIONAMENTO V4





CAMPIONAMENTO V5







CAMPIONAMENTO V6





CAMPIONAMENTO V7





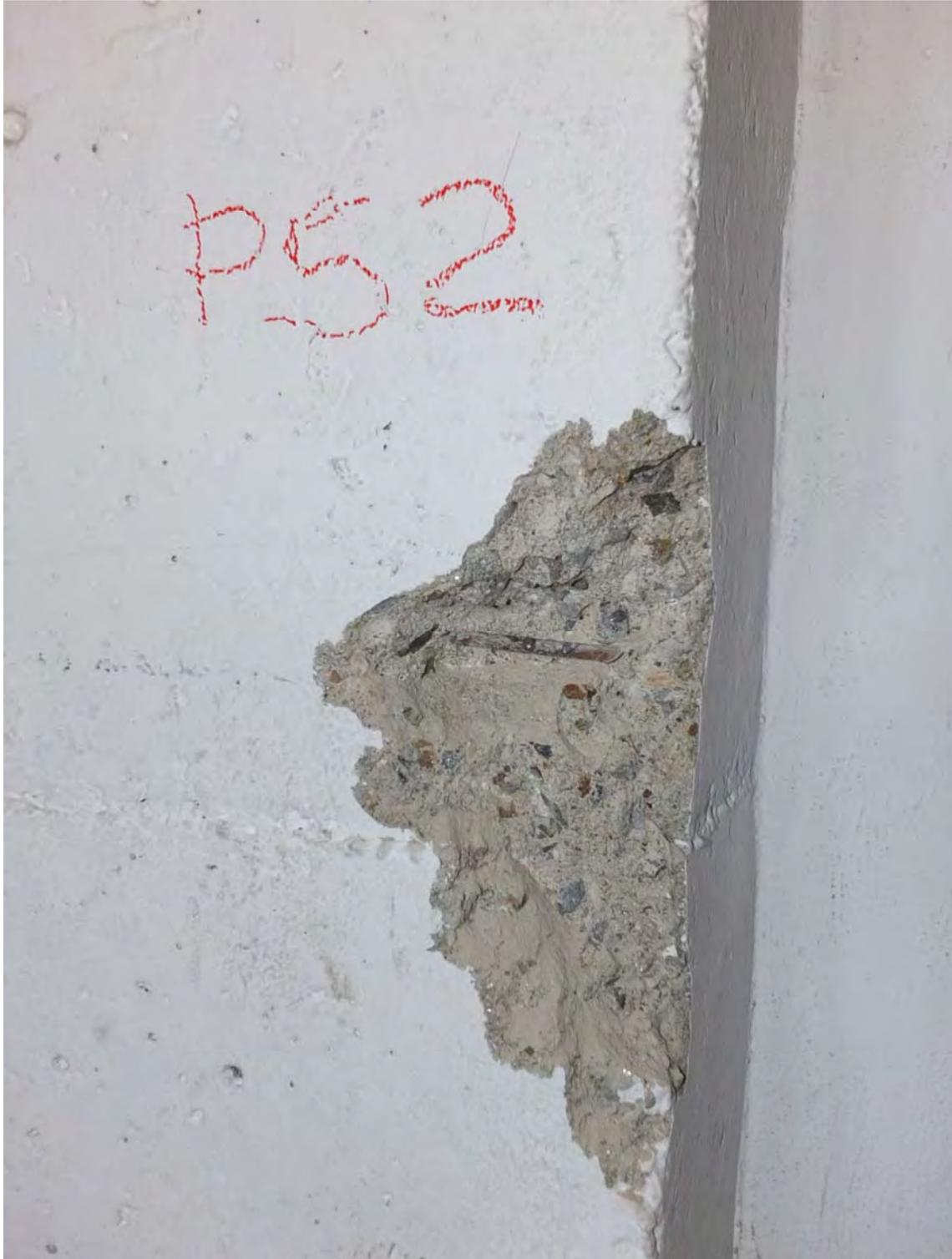


CAMPIONAMENTO V8





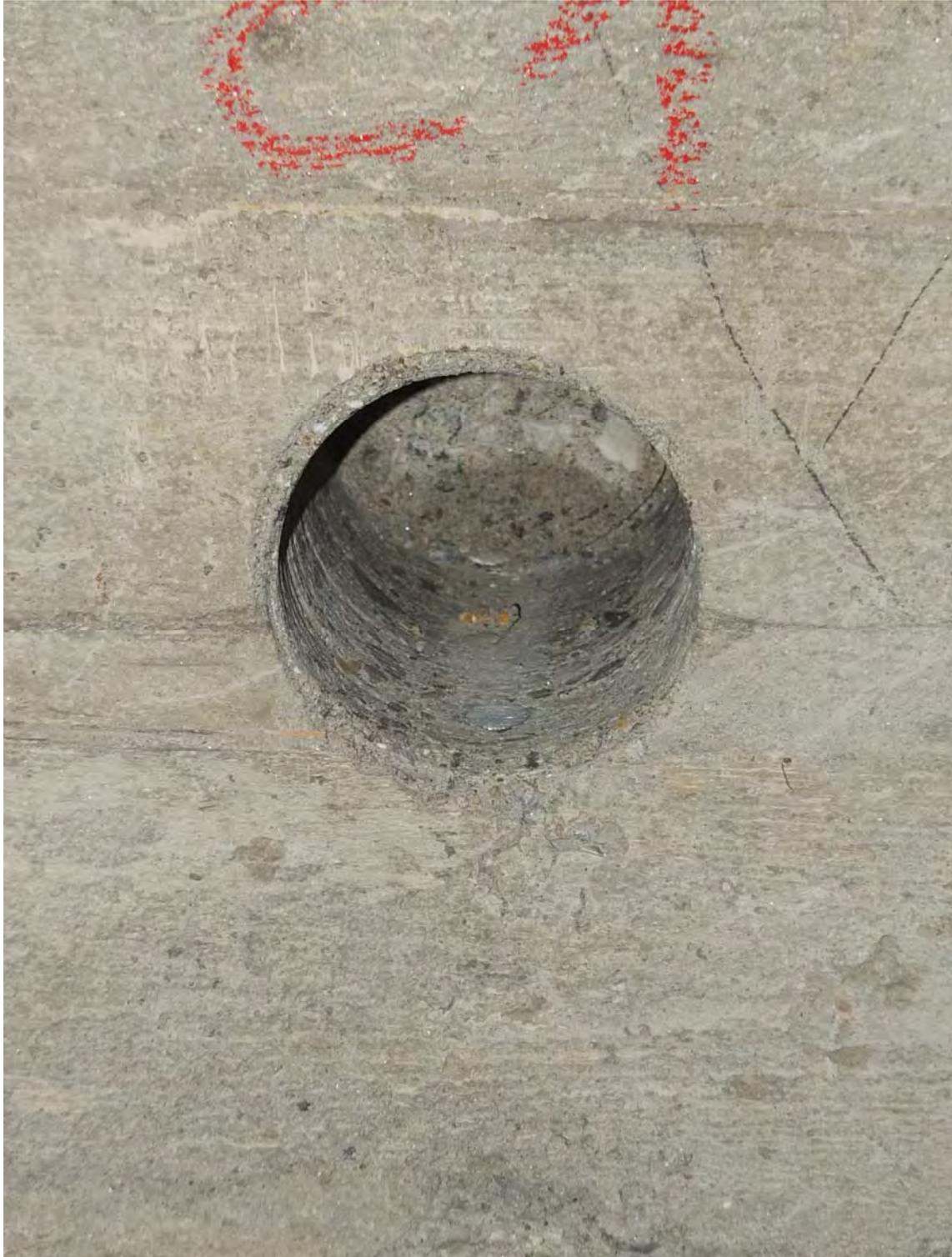
CAMPIONAMENTO V9





CAMPIONAMENTO C1





CAMPIONAMENTO C2



CAMPIONAMENTO C3



CAMPIONAMENTO C4



CAMPIONAMENTO C5



CAMPIONAMENTO C6



CAMPIONAMENTO C7



CAMPIONAMENTO C8



CAMPIONAMENTO M1





Allegato 3 Certificati di prova dei materiali



TECNO PIEMONTE S.p.A.

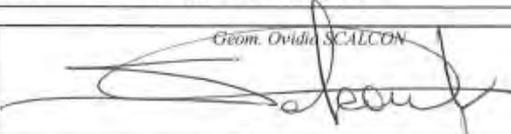
CENYTO PROVE - RICERCHE - AMBIENTE - SERVIZI PER INGEGNERIA
AUT. MIN. INTERNO - SALUTE - SVILUPPO ECONOMICO - ISTITUZIONE UNIVERSITA' E RICERCA
INFRASTRUTTURE E TRASPORTI ART. 30 LEGGE (08/07) - DPR. 380/01
INDAGINI - GEOTECNICA TERREM E BOCCHE - MARCAPIURA CE ORGANISMO NOTIFICATO N° 1377



	Committente: ADVANCED ENGINEERING srl Via Monte Bianco 34 20149 MILANO
RAPPORTO DI PROVA N° 01621/17/17 DEL 28/02/2018	
Verbale di accettazione n° 807/2018 del 05/02/2018 Vs. rif.: --	
SETTORE	CONGLOMERATI CEMENTIZI
CANTIERE	Scuola elementare e media "La Bessa" - Via Adua Cerrione
PROPRIETA' O ENTE APPALTANTE	Comune di Cerrione
IMPRESA	--
DIRETTORE DEI LAVORI	--
DESCRIZIONE MATERIALE	n° 8 Carote di cls consegnate dal committente
PRESENTI ALLE PROVE	--
PROVE ESEGUITE	
- Determinazione della resistenza a compressione	UNI EN 12504-1

Il presente rapporto di prova consta di n° 2 (due) pagine.

I risultati si riferiscono esclusivamente ai campioni sottoposti a prova.

LO SPERIMENTATORE	Geom. Ovidio SCALCON 
IL DIRETTORE DEL LABORATORIO	Dott. Ing. Sergio BELTRAME 

SEDE AMB. / OPERATIVA:
Strada Vallesina, 20
13036 Lenta (Vc)

SEDE LEGALE:
Via C. Beltrame, 12
28078 Romagnolo Sesia (NO)

UNITÀ LOCALI:
13036 Costata (BS) - Via Ceredoni, 54
20167 Novara - Via De Fusto, 4

Tel. 029 - 0163.895.111 - Fax. 029 - 0163.895.028 - E-mail: tecnopiemonte@tecnopiemonte.com - www.tecnopiemonte.com
P. IVA 03590050201 - R.E.A. MD 136653 - CAP. SOC. € 1.000.000,00 I.V. - 17118, MD 1102



TECNO PIEMONTE S.p.A.

CENTRO PROVE - INGEGNERIA - AMBIENTE - SERVIZI PER INGEGNERIA
AUT. MIN. INTERNO - SALUTE - SVILUPPO ECONOMICO - ISTRUZIONE UNIVERSITA' E RICERCA
INFRASTRUTTURE E TRASPORTI ART. 30 L. 08/08/97 - DPR. 360/01
INDAGINI - GEOTECNICA TERREM. E ROCCHE - MARCATURA CE - ORGANISMO NOTIFICATO N° 1972



Rapporto di prova n° 01621/17/17 del 28/02/2018
Pagina n° 2 di 2

DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A COMPRESIONE SU PROVINI CILINDRICI

(UNI EN 12504/1)

In laboratorio si è provveduto a ricavare da ogni carota n° 1 campione con rapporto lunghezza/diametro pari a 1 da sottoporre a prova di compressione.

Data prova : 22/02/2018

Data carotaggi : --

Contrassegno	Data getto	Dimensioni provino			Area [mm²]	Massa [kg]	Massa Volumica [kg/m³]	Resistenza a compressione $f_c^{(*)}$ [N/mm²]	Tipo di rottura	Presenza barre di armatura
		lunghezza L [mm]	diametro D [mm]	rapporto L/D						
C1	-	94,1	93,8	1,00	6910	1,430	2199	12,85	S	no
C2	-	93,5	93,8	1,00	6910	1,395	2159	18,99	S	no
C3	-	97,3	93,8	1,04	6910	1,540	2290	18,69	S	no
C4	-	95,8	93,8	1,02	6910	1,525	2304	22,22	S	no
C5	-	96,2	93,8	1,03	6910	1,370	2061	5,65	S	no
C6	-	98,4	93,8	1,05	6910	1,583	2328	26,35	S	si
C7	-	99,1	93,8	1,06	6910	1,545	2256	12,32	S	no
C8	-	93,7	93,8	1,00	6910	1,445	2232	15,11	S	no

(*) f_c = resistenza cilindrica a compressione

Tipo di rottura : S = soddisfacente (forma bipiramidale)

N = non soddisfacente (presenza di fessure parallele ai piani di compressione)

Osservazioni : In base alla norma UNI EN 12504-1 se si vuole paragonare il risultato alla resistenza cubica il rapporto lunghezza/diametro deve essere preferibilmente uguale a 1

SEDE AMM. / OPERATIVA
Strada Varesina, 25
12035 Lancia (VC)

SEDE LEGALE
Via G. Pizzano, 13
20070 Romagnano Sesia (VC)

UNITA' LOCALE
13036 Cossato (BI) - Via Cavour, 64
00167 Roma - Via De Sanctis, 4

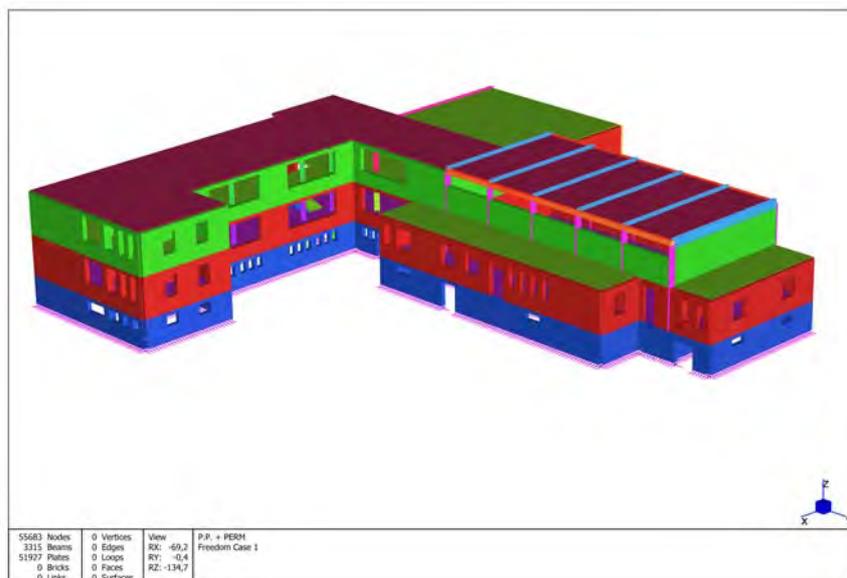
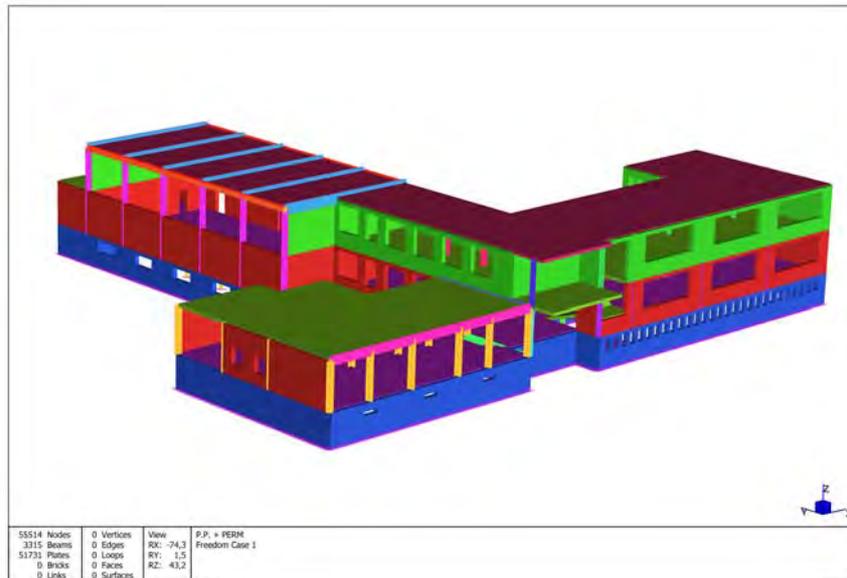
Tel. +39 - 0153.885.111 - Fax. +39 - 0153.885.028 - E-mail: tecno@tecnopte.it / tecno@tecnopte.com - www.tecnoptemonte.com
P. IVA 00560060031 - R.E.A. N° 131559 - C.A.P. S.O.C. a 2.100.006.001 v. - TUB. N° 7102

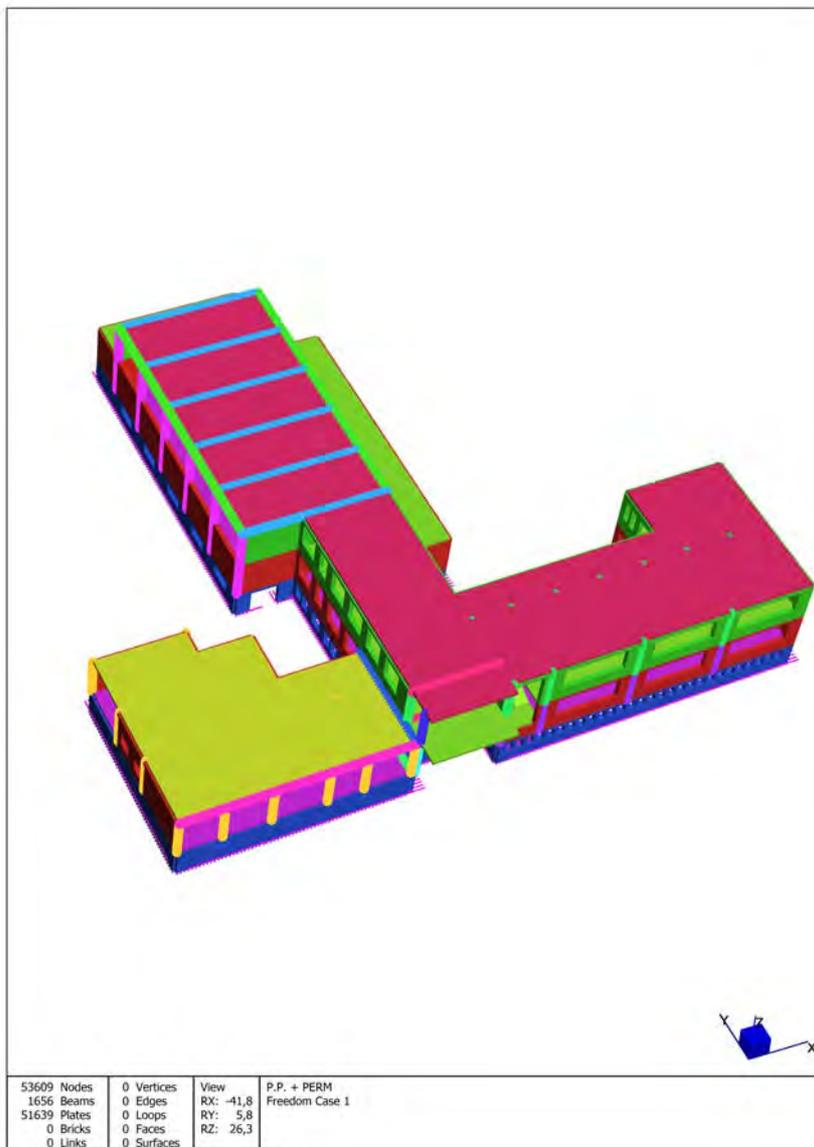
01/2017

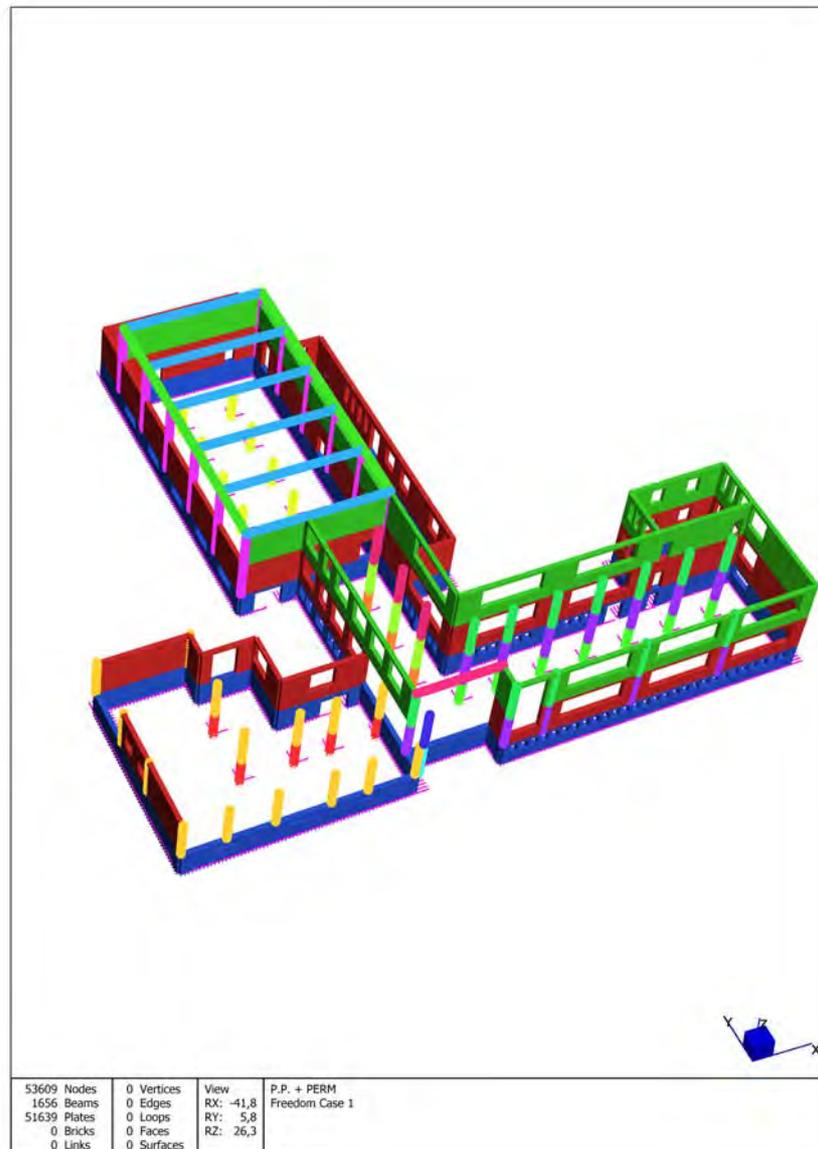
Allegato 4. Risultati di calcolo

Si riporta qui di seguito una sintesi dei risultati derivanti dalle varie fasi dell'attività di calcolo sviluppata per giungere all'analisi della vulnerabilità sismica della Scuola primaria e secondaria di primo grado di Cerrione.

Nelle figure che seguono è presentato il modello agli elementi finiti messo a punto per il calcolo strutturale, con alcune viste rappresentative, con anche la visione dello sviluppo delle pareti mediante lo spaccato in assenza dei solai.







Il fabbricato più recente, la mensa scolastica, è una costruzione isolata, monopiano. Si presenta il semplice modello di calcolo strutturale, a pianta esagonale.



Messo a punto il modello, si è passati all'analisi modale della struttura, calcolo mediante il quale la distribuzione delle masse e dell'impianto delle rigidezze ha condotto a caratterizzare le frequenze proprie di oscillazione della costruzione. L'iter di calcolo ed i relativi risultati sono riportati qui di seguito.

Straus7 [2.3.7] [Solver Build 23060315]
NATURAL FREQUENCY SOLVER - For Intel P2-P4 CPU

Computer Name: HPPORTATILE (CPU - Intel P2/P3)
User Logon Name: Lorenzo
Usable Physical Memory: 2048 MB
Usable Virtual Memory: 2048 MB

SOLVER UNITS:
Length: cm
Mass : kg
Force : kgf
Stress: kg/cm²

TOTALS:

Nodes : 53609
Beams : 1656
Plates : 51639
Bricks : 0
Links : 0

FREEDOM CASE: "Freedom Case 1"

MASS MATRIX OPTION:

Beam elements : Lumped
Plate elements : Lumped
Global Matrix : Diagonal
Non-struct masses: Included
- "P.P. + PERM"
- "ACCIDENTALI PER SISMA"

STORAGE SCHEME: Sparse

SORTING METHOD: AMD

NUMBER OF EQUATIONS : 315570
MATRIX FILL-IN RATIO : 87.4 %
[K] MATRIX SIZE : 514.5 MB
[M] MATRIX SIZE : 2.4 MB
OPTIMUM RAM NEEDED : 82.2 MB
FREE SCRATCH SPACE : 13016.5 MB

Maximum and minimum pivots: 9.6562E+10(Node 36722_RY), 1.5503E+04(Node 48364_DX).

Nodal displacement components used in starting vector:

40057[DX] 39483[DX] 46939[DZ] 44473[DZ] 44539[DZ]
46965[DZ] 44955[DZ] 44195[DZ] 44559[DX] 44975[DX]
40028[DX] 39462[DX] 46968[DZ] 44559[DZ] 44975[DZ]
43543[DX] 44539[DX]

ITERATION 1

Current Frequencies (Hz)

4.38346E+00 6.21899E+00 1.76154E+01 2.41576E+01 3.06763E+01 3.63225E+01
4.05789E+01 4.48125E+01 5.34378E+01 6.06468E+01 7.29396E+01 9.87004E+01
1.08417E+02 1.37202E+02 1.63084E+02 1.71544E+02 2.73571E+02 3.06658E+02

ITERATION 2

Current Frequencies (Hz)

3.89309E+00 3.92445E+00 5.01202E+00 5.99618E+00 6.17198E+00 7.22531E+00
7.34618E+00 8.14847E+00 9.26426E+00 1.08159E+01 1.15391E+01 1.20504E+01
1.33263E+01 1.44437E+01 1.47440E+01 1.50728E+01 1.80843E+01 2.24725E+01
Relative Difference
1.25957E-01 5.84678E-01 2.51463E+00 3.02883E+00 3.97024E+00 4.02712E+00
4.52381E+00 4.49950E+00 4.76816E+00 4.60719E+00 5.32106E+00 7.19061E+00
7.13558E+00 8.49909E+00 1.00610E+01 1.03810E+01 1.41276E+01 1.26459E+01

ITERATION 3

Current Frequencies (Hz)

3.84731E+00 3.89385E+00 4.38362E+00 4.76046E+00 4.89892E+00 5.41351E+00
5.61385E+00 5.99260E+00 6.60625E+00 7.13517E+00 7.80289E+00 7.93195E+00
8.18274E+00 1.00661E+01 1.04791E+01 1.09464E+01 1.10748E+01 1.35100E+01
Relative Difference
1.19003E-02 7.85935E-03 1.43351E-01 2.59580E-01 2.59866E-01 3.34682E-01
3.08580E-01 3.59756E-01 4.02349E-01 5.15857E-01 4.78830E-01 5.19228E-01
6.28583E-01 4.34886E-01 4.06988E-01 3.76962E-01 6.32914E-01 6.63390E-01

ITERATION 4

Current Frequencies (Hz)

3.84223E+00 3.89343E+00 3.98837E+00 4.67339E+00 4.79475E+00 4.91503E+00
5.16298E+00 5.68493E+00 5.89903E+00 6.44115E+00 7.10609E+00 7.48920E+00
7.57820E+00 8.09312E+00 8.75821E+00 9.55372E+00 1.01565E+01 1.05915E+01
Relative Difference
1.32240E-03 1.07980E-04 9.91014E-02 1.86304E-02 2.17260E-02 1.01420E-01
8.73287E-02 5.41199E-02 1.19887E-01 1.07747E-01 9.80562E-02 5.91181E-02
7.97742E-02 2.43787E-01 1.96492E-01 1.45778E-01 9.04152E-02 2.75552E-01

ITERATION 5

Current Frequencies (Hz)

3.83587E+00 3.89237E+00 3.90398E+00 4.66874E+00 4.78004E+00 4.81094E+00
5.11812E+00 5.34747E+00 5.74276E+00 5.82021E+00 6.40946E+00 6.74908E+00
7.09748E+00 7.53553E+00 7.94219E+00 8.19181E+00 9.60256E+00 1.03736E+01
Relative Difference
1.65819E-03 2.70216E-04 2.16167E-02 9.96709E-04 3.07793E-03 2.16358E-02
8.76496E-03 6.31053E-02 2.72111E-02 1.06688E-01 1.08688E-01 1.09663E-01
6.77303E-02 7.39948E-02 1.02745E-01 1.66253E-01 5.76897E-02 2.10035E-02

ITERATION 6

Current Frequencies (Hz)

3.83312E+00 3.88832E+00 3.89573E+00 4.66831E+00 4.77632E+00 4.79929E+00
5.09821E+00 5.16500E+00 5.66534E+00 5.72512E+00 5.85141E+00 6.34811E+00
7.04614E+00 7.43165E+00 7.65589E+00 7.90577E+00 8.90049E+00 9.87889E+00
Relative Difference
7.17074E-04 1.04223E-03 2.11634E-03 9.23101E-05 7.79044E-04 2.42843E-03
3.90579E-03 3.53283E-02 1.36662E-02 1.66090E-02 9.53699E-02 6.31627E-02
7.28645E-03 1.39791E-02 3.73961E-02 3.61805E-02 7.88804E-02 5.00818E-02

ITERATION 7

Current Frequencies (Hz)

3.83275E+00 3.88735E+00 3.89537E+00 4.66825E+00 4.77551E+00 4.79738E+00
5.08491E+00 5.14230E+00 5.47633E+00 5.67658E+00 5.81154E+00 6.25461E+00
7.01462E+00 7.31051E+00 7.55629E+00 7.68924E+00 8.20957E+00 8.96187E+00
Relative Difference
9.58296E-05 2.50930E-04 9.39958E-05 1.15500E-05 1.69437E-04 3.96164E-04
2.61525E-03 4.41577E-03 3.45136E-02 8.55028E-03 6.86077E-03 1.49496E-02
4.49357E-03 1.65704E-02 1.31814E-02 2.81602E-02 8.41593E-02 1.02325E-01

ITERATION 8

Current Frequencies (Hz)

3.83273E+00 3.88728E+00 3.89535E+00 4.66825E+00 4.77538E+00 4.79709E+00
5.08218E+00 5.13907E+00 5.41493E+00 5.67207E+00 5.80725E+00 6.23217E+00
6.98110E+00 7.21584E+00 7.40937E+00 7.53850E+00 7.95213E+00 8.74283E+00
Relative Difference
5.76399E-06 1.63967E-05 5.16988E-06 1.50938E-06 2.71754E-05 6.24384E-05
5.36064E-04 6.27576E-04 1.13402E-02 7.95202E-04 7.37824E-04 3.60039E-03
4.80157E-03 1.31193E-02 1.98292E-02 1.99959E-02 3.23739E-02 2.50542E-02

ITERATION 9

Current Frequencies (Hz)

3.83273E+00 3.88728E+00 3.89535E+00 4.66825E+00 4.77536E+00 4.79705E+00
5.08184E+00 5.13868E+00 5.40474E+00 5.67117E+00 5.80650E+00 6.22621E+00
6.95523E+00 7.16582E+00 7.28563E+00 7.52036E+00 7.87649E+00 8.56020E+00
Relative Difference
1.83988E-07 5.58207E-07 1.75718E-07 1.52683E-07 2.81152E-06 6.68392E-06
6.74727E-05 7.54983E-05 1.88449E-03 1.59397E-04 1.29823E-04 9.57811E-04
3.71908E-03 6.98068E-03 1.69834E-02 2.41240E-03 9.60320E-03 2.13348E-02

ITERATION 10

Current Frequencies (Hz)

3.83273E+00 3.88728E+00 3.89535E+00 4.66825E+00 4.77536E+00 4.79705E+00
5.08180E+00 5.13864E+00 5.40309E+00 5.67099E+00 5.80639E+00 6.22454E+00
6.94415E+00 7.14345E+00 7.24315E+00 7.51216E+00 7.84225E+00 8.26066E+00
Relative Difference
4.44179E-09 1.43276E-08 4.54493E-09 1.37236E-08 2.53902E-07 6.95913E-07
7.83452E-06 7.46634E-06 3.05672E-04 3.19830E-05 1.88041E-05 2.68563E-04
1.59648E-03 3.13092E-03 5.86456E-03 1.09179E-03 4.36613E-03 3.62604E-02

ITERATION 11

Current Frequencies (Hz)

3.83273E+00 3.88728E+00 3.89535E+00 4.66825E+00 4.77536E+00 4.79705E+00
5.08179E+00 5.13864E+00 5.40269E+00 5.67095E+00 5.80637E+00 6.22404E+00
6.94020E+00 7.13207E+00 7.22896E+00 7.50754E+00 7.82114E+00 8.48472E+00
Relative Difference
1.11981E-10 3.82874E-10 1.22433E-10 1.26793E-09 2.54390E-08 9.71429E-08
1.02866E-06 8.18852E-07 7.42337E-05 6.56428E-06 2.64439E-06 7.90774E-05
5.69363E-04 1.59664E-03 1.96312E-03 6.15036E-04 2.69961E-03 2.64069E-02

ITERATION 12

Current Frequencies (Hz)

3.83273E+00 3.88728E+00 3.89535E+00 4.66825E+00 4.77536E+00 4.79705E+00
5.08179E+00 5.13864E+00 5.40255E+00 5.67094E+00 5.80637E+00 6.22389E+00

6.93858E+00 7.12584E+00 7.22342E+00 7.50470E+00 7.80450E+00 8.21738E+00
Relative Difference
3.60823E-12 1.29721E-11 4.21591E-12 1.23723E-10 2.95666E-09 1.77182E-08
1.44019E-07 1.03649E-07 2.62586E-05 1.36174E-06 4.43094E-07 2.49538E-05
2.33024E-04 8.73373E-04 7.67526E-04 3.78290E-04 2.13245E-03 3.25329E-02

ITERATION 13

Current Frequencies (Hz)
3.83273E+00 3.88728E+00 3.89535E+00 4.66825E+00 4.77536E+00 4.79705E+00
5.08179E+00 5.13864E+00 5.40249E+00 5.67094E+00 5.80637E+00 6.22383E+00
6.93782E+00 7.12246E+00 7.22089E+00 7.50280E+00 7.78927E+00 8.12329E+00
Relative Difference
1.69746E-13 6.41695E-13 1.84346E-13 1.25265E-11 4.16745E-10 3.99296E-09
2.15605E-08 1.50270E-08 1.10017E-05 2.84385E-07 8.86269E-08 8.84827E-06
1.09979E-04 4.74523E-04 3.50199E-04 2.53400E-04 1.95423E-03 1.15829E-02

ITERATION 14

Current Frequencies (Hz)
3.83273E+00 3.88728E+00 3.89535E+00 4.66825E+00 4.77536E+00 4.79705E+00
5.08179E+00 5.13864E+00 5.40246E+00 5.67094E+00 5.80637E+00 6.22381E+00
6.93742E+00 7.12065E+00 7.21954E+00 7.50139E+00 7.77330E+00 8.11239E+00
Relative Difference
7.29966E-15 2.61613E-14 9.00640E-15 1.27474E-12 7.35921E-11 1.01698E-09
3.41271E-09 2.45100E-09 4.91003E-06 5.96369E-08 2.02637E-08 3.81392E-06
5.64298E-05 2.54774E-04 1.86881E-04 1.88558E-04 2.05510E-03 1.34352E-03

FINAL FREQUENCY RESULTS

Mode	Eigenvalue (rad/s)	Frequency (Hertz)	Frequency
1	5.79930886E+02	2.40817542E+01	3.83273022E+00
2	5.96556020E+02	2.44244963E+01	3.88727932E+00
3	5.99034851E+02	2.44751885E+01	3.89534723E+00
4	8.60333887E+02	2.93314488E+01	4.66824506E+00
5	9.00269358E+02	3.00044890E+01	4.77536273E+00
6	9.08464692E+02	3.01407480E+01	4.79704904E+00
7	1.01951554E+03	3.19298534E+01	5.08179401E+00
8	1.04245179E+03	3.22870221E+01	5.13863916E+00
9	1.15223976E+03	3.39446573E+01	5.40246000E+00
10	1.26960904E+03	3.56315736E+01	5.67094107E+00
11	1.33097274E+03	3.64824991E+01	5.80637006E+00
12	1.52922846E+03	3.91053508E+01	6.22380987E+00

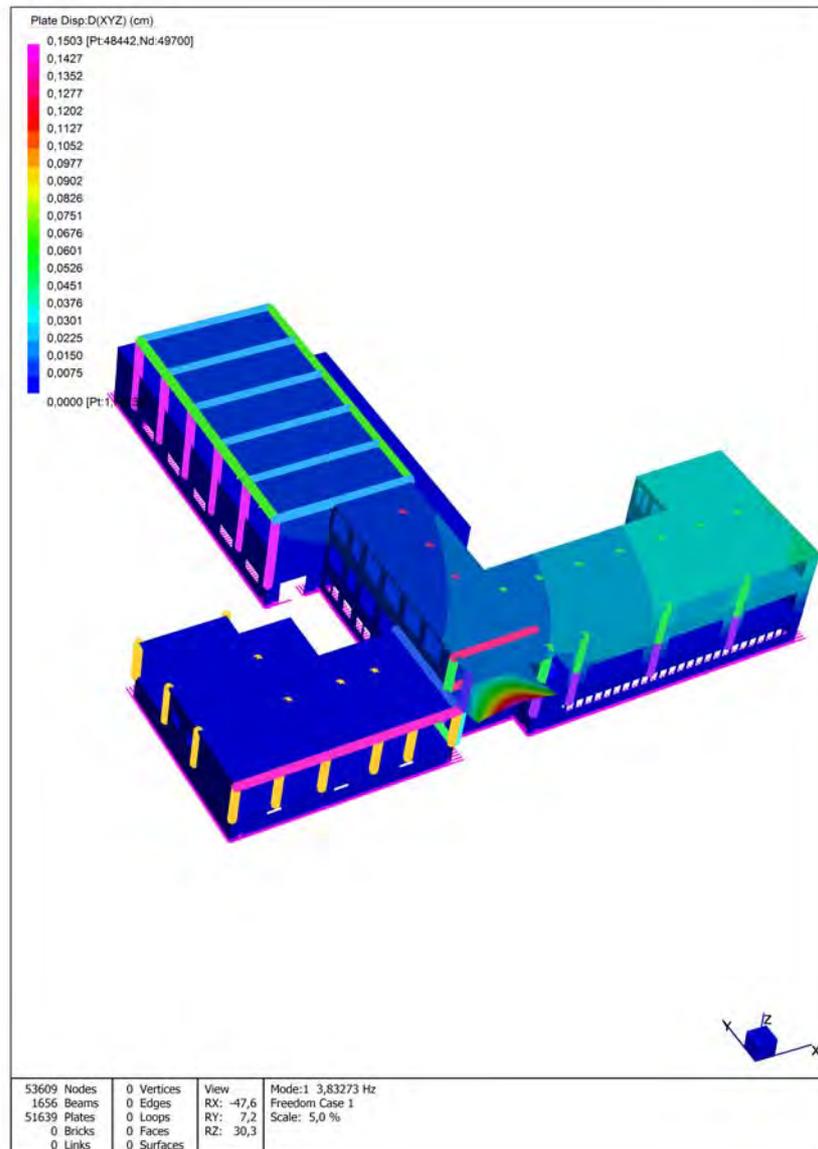
Total CPU time: 204.829 Seconds (0:03:25)

Solution time: 4 Minutes, 18 Seconds

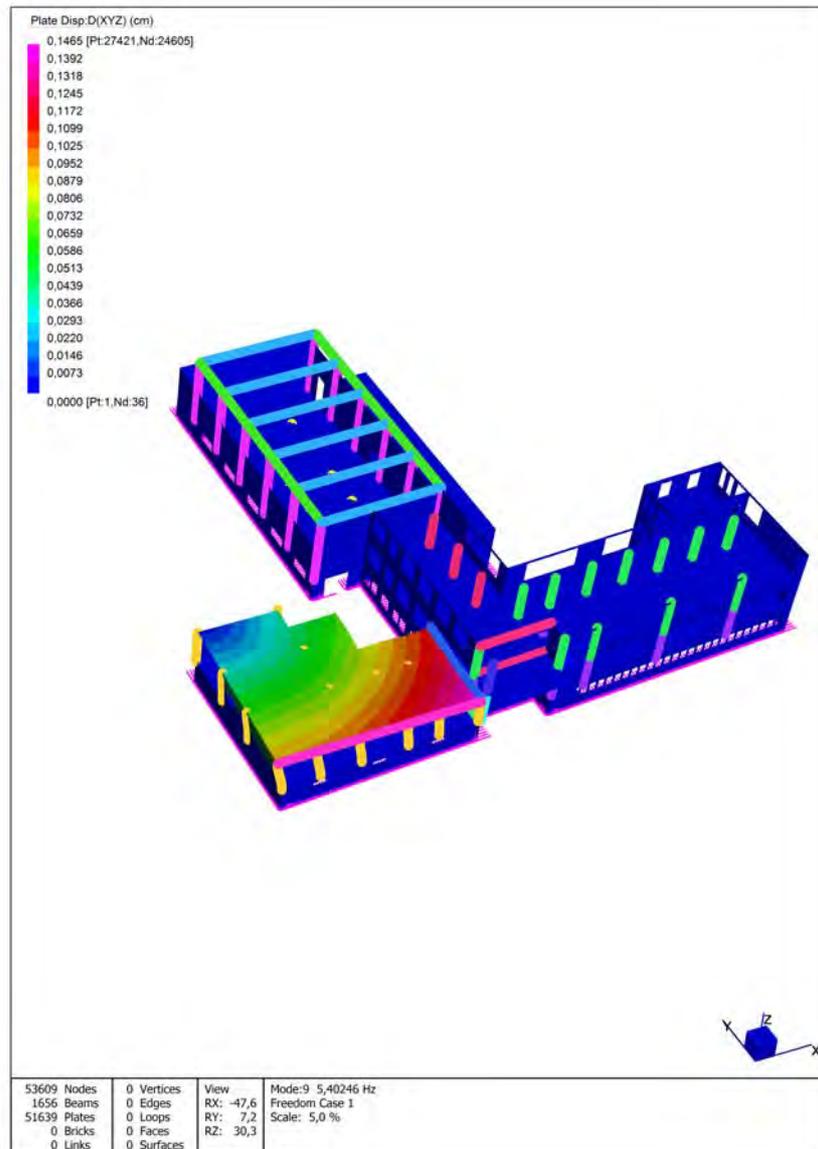
SUMMARY OF WARNING AND ERROR MESSAGES

Number of Warnings: 0
Number of Errors : 0

Si osserva come il modo 1 sia predominante nell'oscillazione trasversale del corpo originario, in particolare la porzione con il lungo corridoio e le aule. Si presenta l'immagine della distribuzione degli spostamenti nel piano x y.



Nel modo 9 si osserva l'oscillazione orizzontale dell'ampliamento, che impegna pareti e pilastri del piano rialzato.



Dall'analisi modale della struttura, si è poi passato all'applicazione degli spettri sismici definiti dalla normativa, sulla base del fattore di struttura q , secondo le componenti orizzontali x ed y e secondo la componente verticale z . Il calcolo fornisce la percentuale delle masse che vengono attivate per ogni singola frequenza propria, nelle tre direzioni x , y , e z , e le conseguenti sollecitazioni nei singoli elementi strutturali, da porre nelle differenti combinazioni di carico. I risultati sono riportati qui di seguito.

Straus7 [2.3.7] [Solver Build 23060315]
SPECTRAL RESPONSE SOLVER - For Intel P2-P4 CPU

SOLVER UNITS:
Length: cm
Mass : kg
Force : kgf
Stress: kg/cm²

TOTALS:

Nodes : 53609
Beams : 1656
Plates : 51639
Bricks : 0
Links : 0

FREEDOM CASE: "Freedom Case 1"

SPECTRUM TYPE : Response
EXCITATION : Seismic Acceleration
NUMBER OF CASES: 3
RESULTS SIGN : Absolute

RAYLEIGH DAMPING INPUT DATA
Frequency 1: 1.57894E+00 Hz Damping Ratio 1: 1.00000E+00 %
Frequency 2: 1.73684E+00 Hz Damping Ratio 2: 1.00000E+00 %

DAMPING COEFFICIENTS
Alpha = 1.03932E-01
Beta = 9.59984E-04

STORAGE SCHEME: Sparse
SORTING METHOD: AMD

NUMBER OF EQUATIONS : 315570
[M] MATRIX SIZE : 2.4 MB
FREE SCRATCH SPACE : 13245.7 MB

MODAL DATA

Mode	Frequency	Damping Ratio
1	3.832730E+00	1.371695E-02
2	3.887279E+00	1.385118E-02
3	3.895347E+00	1.387111E-02
4	4.668245E+00	1.585054E-02
5	4.775363E+00	1.613385E-02
6	4.797049E+00	1.619143E-02
7	5.081794E+00	1.695358E-02
8	5.138639E+00	1.710701E-02
9	5.402460E+00	1.782407E-02
10	5.670941E+00	1.856129E-02

EXCITATION CASE 1: "SISMA X"
Direction Vector: (9.806650E+02, 0.000000E+00, 0.000000E+00)
Spectral Table : SPETTRO X Y

EXCITATION FACTORS FOR CASE 1: "SISMA X"

Mode	Spectral Value	Excitation	Amplitude	Participation (%)
1	1.750000E-01	8.885576E+03	2.681312E+00	1.462
2	1.750000E-01	1.070287E+04	3.139693E+00	2.122
3	1.750000E-01	3.026912E+04	8.842719E+00	16.971
4	1.750000E-01	1.091695E+03	2.220609E-01	0.022
5	1.750000E-01	2.629808E+04	5.111986E+00	12.810
6	1.750000E-01	7.724767E+03	1.488043E+00	1.105
7	1.750000E-01	2.763002E+03	4.742698E-01	0.141
8	1.750000E-01	1.275466E+03	2.141169E-01	0.030
9	1.750000E-01	8.342439E+03	1.267034E+00	1.289
10	1.750000E-01	2.697174E+03	3.717723E-01	0.135

TOTAL MASS PARTICIPATION: 36.087%

EXCITATION CASE 2: "SISMA Y"
Direction Vector: (0.000000E+00, 9.806650E+02, 0.000000E+00)
Spectral Table : SPETTRO X Y

EXCITATION FACTORS FOR CASE 2: "SISMA Y"

Mode	Spectral Value	Excitation	Amplitude	Participation (%)
1	1.750000E-01	3.143768E+04	9.486637E+00	18.306
2	1.750000E-01	2.488581E+04	7.300264E+00	11.471
3	1.750000E-01	5.029273E+03	1.469235E+00	0.468
4	1.750000E-01	3.077685E+03	6.260301E-01	0.175
5	1.750000E-01	4.324028E+03	8.405316E-01	0.346
6	1.750000E-01	1.848488E+03	3.560793E-01	0.063

7	1.750000E-01	1.696116E+03	2.911387E-01	0.053
8	1.750000E-01	4.672490E+02	7.843871E-02	0.004
9	1.750000E-01	7.005826E+03	1.064032E+00	0.909
10	1.750000E-01	1.111506E+04	1.532074E+00	2.288

TOTAL MASS PARTICIPATION: 34.086%

EXCITATION CASE 3: "SISMA Z"

Direction Vector: (0.000000E+00, 0.000000E+00, 9.806650E+02)
Spectral Table : SPETTRO Z

EXCITATION FACTORS FOR CASE 3: "SISMA Z"

Mode	Spectral Value	Excitation	Amplitude	Participation (%)
1	1.278068E-02	2.393823E+03	5.275574E-02	0.106
2	1.295297E-02	6.381465E+03	1.385602E-01	0.754
3	1.297805E-02	3.493317E+03	7.568246E-02	0.226
4	1.595640E-02	1.598265E+04	2.964263E-01	4.731
5	1.640864E-02	1.791043E+03	3.264422E-02	0.059
6	1.649774E-02	1.010751E+04	1.835527E-01	1.892
7	1.759709E-02	8.035277E+03	1.386909E-01	1.196
8	1.780197E-02	5.742672E+03	9.806773E-02	0.611
9	1.869639E-02	3.584359E+02	5.816026E-03	0.002
10	1.952117E-02	5.513747E+02	8.477790E-03	0.006

TOTAL MASS PARTICIPATION: 9.584%

Total CPU time: 128.077 Seconds (0:02:08)

Solution time: 2 Minutes, 32 Seconds

SUMMARY OF WARNING AND ERROR MESSAGES

Number of Warnings: 0

Number of Errors : 0

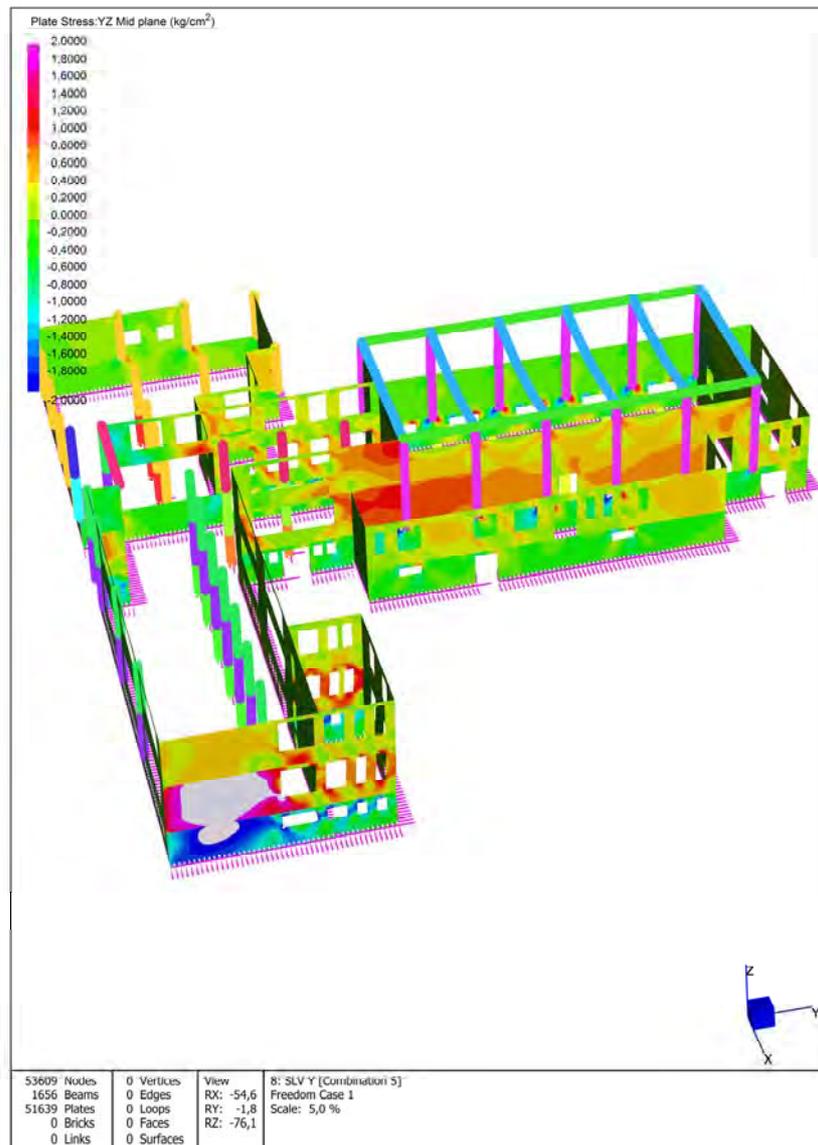
Note le sollecitazioni generate dagli spettri di calcolo secondo le componenti orizzontali x ed y e secondo la componente verticale z, è infine possibile procedere con le differenti combinazioni di carico previste dalle normative, con anche le sollecitazioni gravitazionali e le eccentricità del centro di massa.

Si osserva che le più elevate sollecitazioni taglienti si concentrano in corrispondenza delle pareti portanti del corpo originario, in testa al fabbricato, causati dal grande impegno che si rende necessario per controventare le oscillazioni trasversali del corpo corridoio e aule, distribuito su tre piani. Elevate sollecitazioni taglienti si evidenziano anche nelle pareti finestrate delle facciate del medesimo corpo del fabbricato.

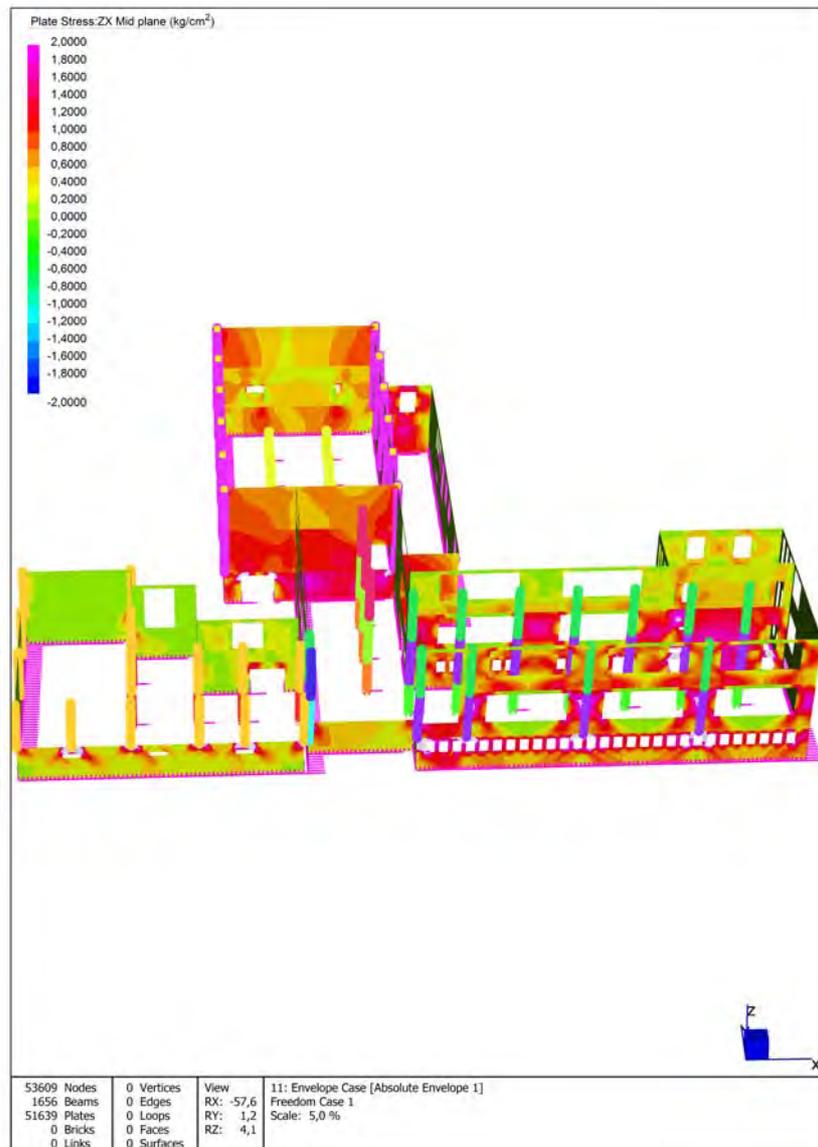
In corrispondenza delle pareti in muratura di chiusura dei telai in c.a. del corpo palestra, si manifestano anche qui sforzi taglienti superiori alla resistenza, nella direzione Y.

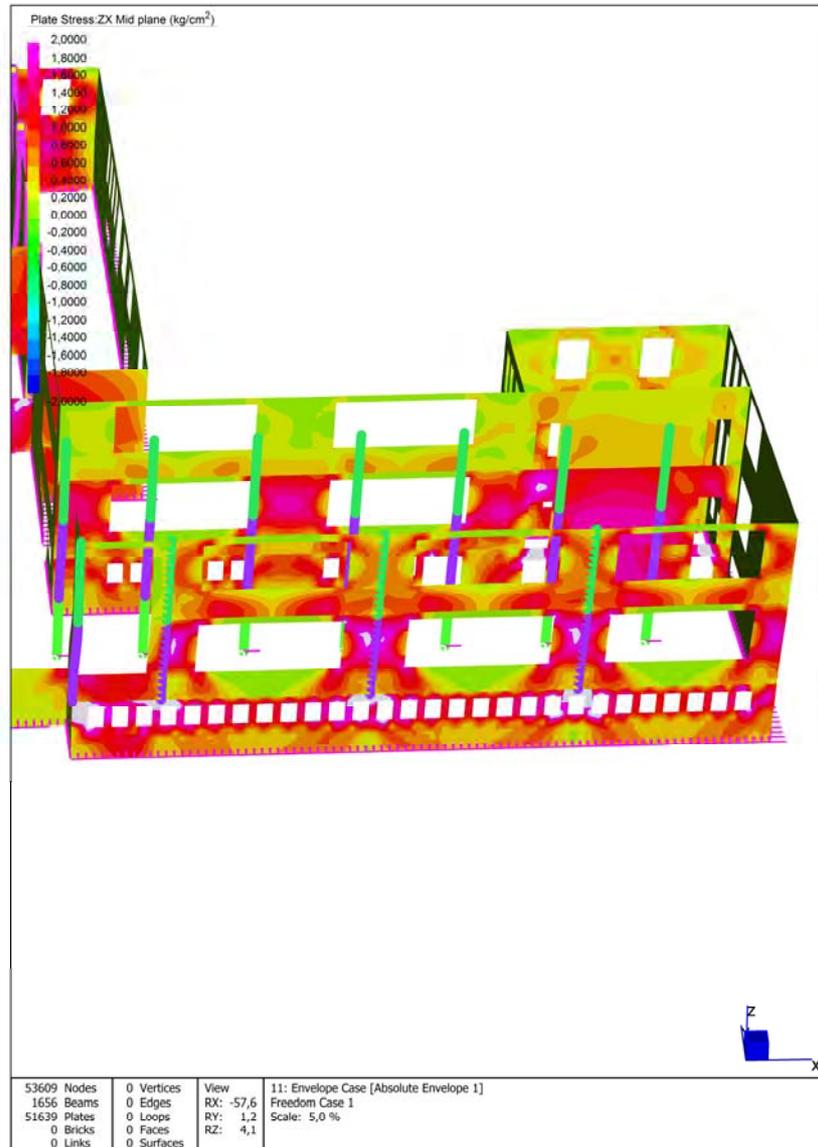
Si riportano nel seguito i risultati più significativi delle elaborazioni di calcolo.

Combinazione di carico SLV con Sisma Y

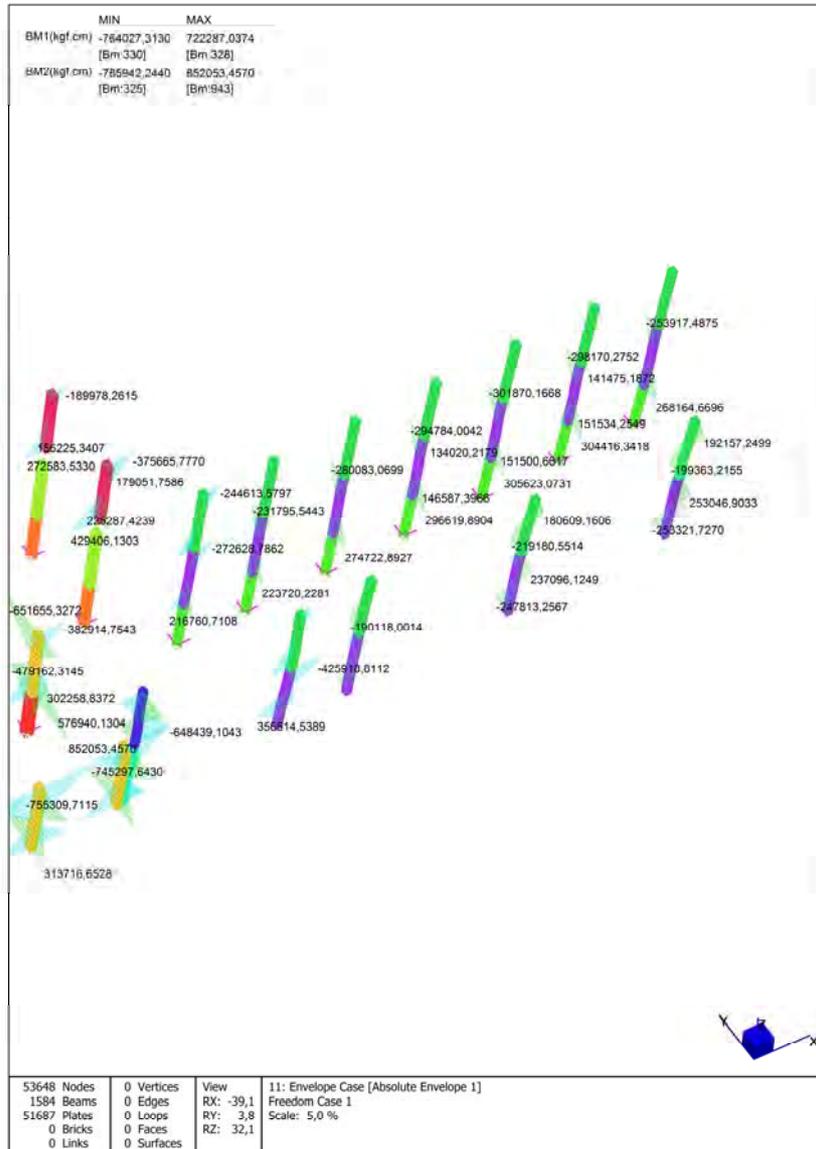


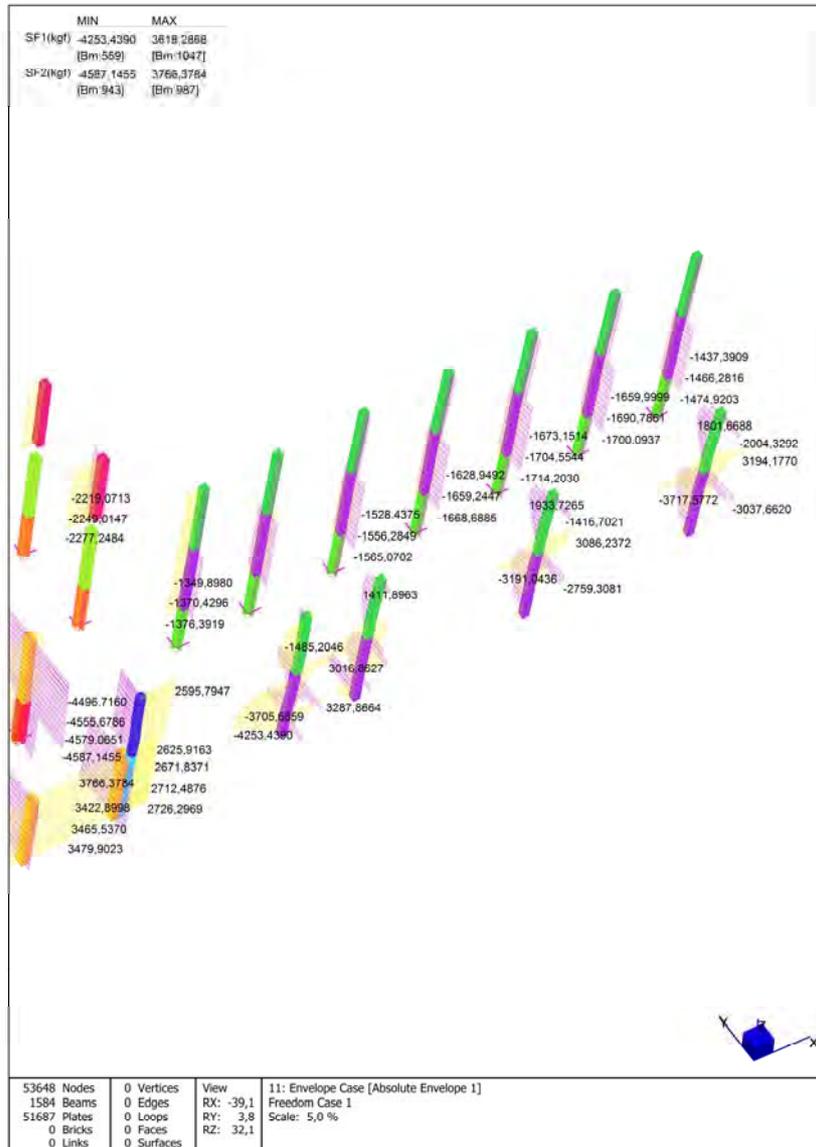
Combinazione di carico SLV con Sisma ZX



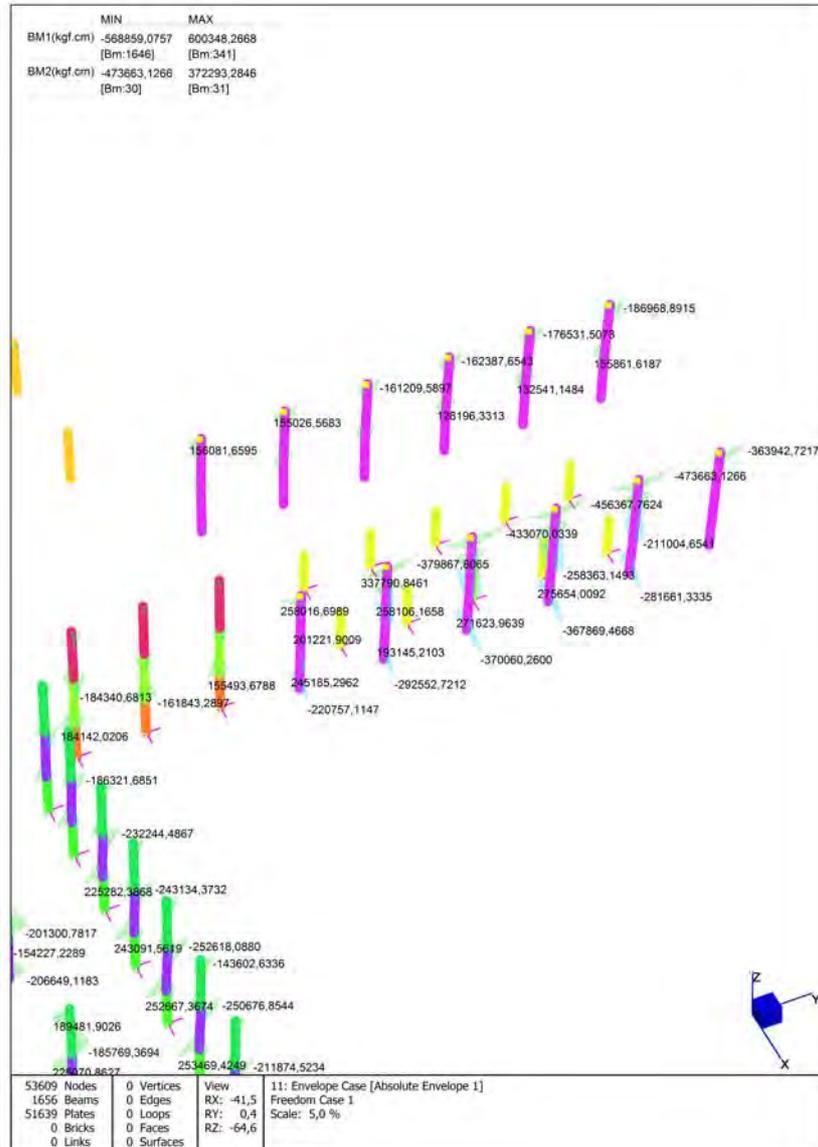


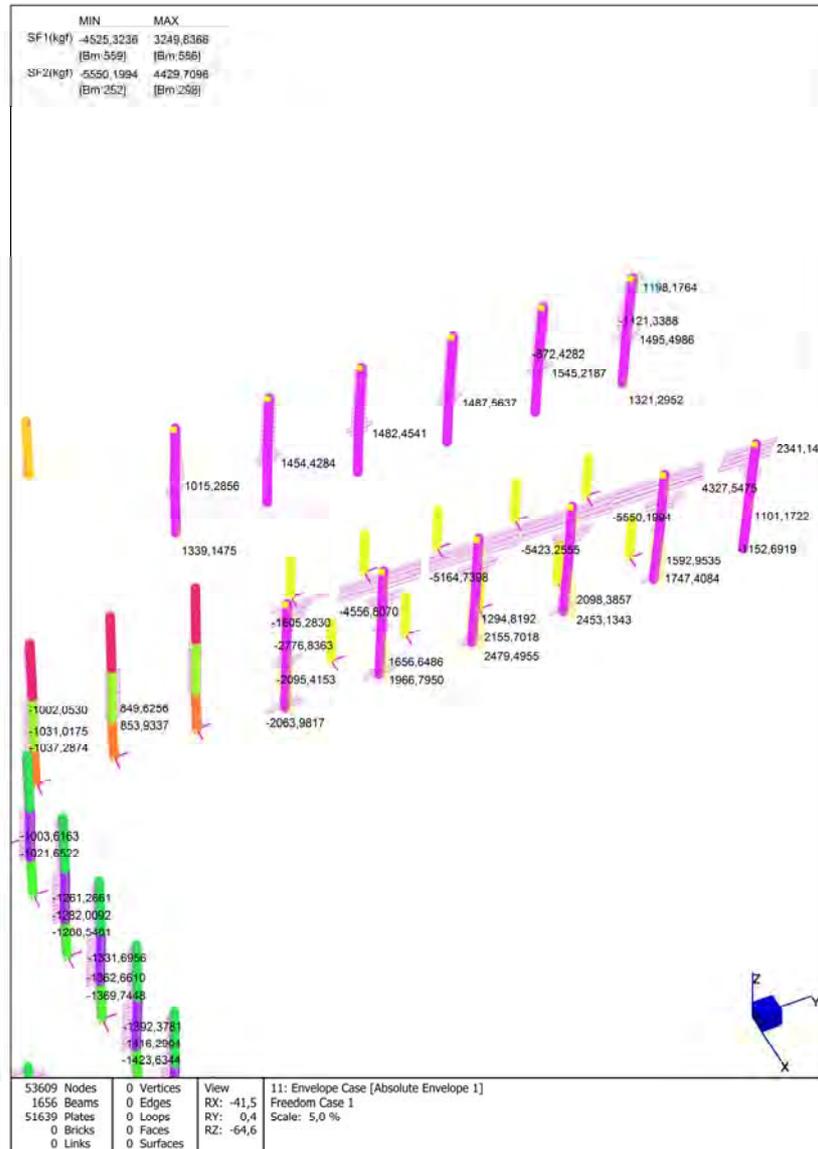
Combinazione di carico SLV con Involuppo del Sisma X Y, per verifica di presso flessione e taglio dei pilastri del corpo originario, riportata nella relazione.

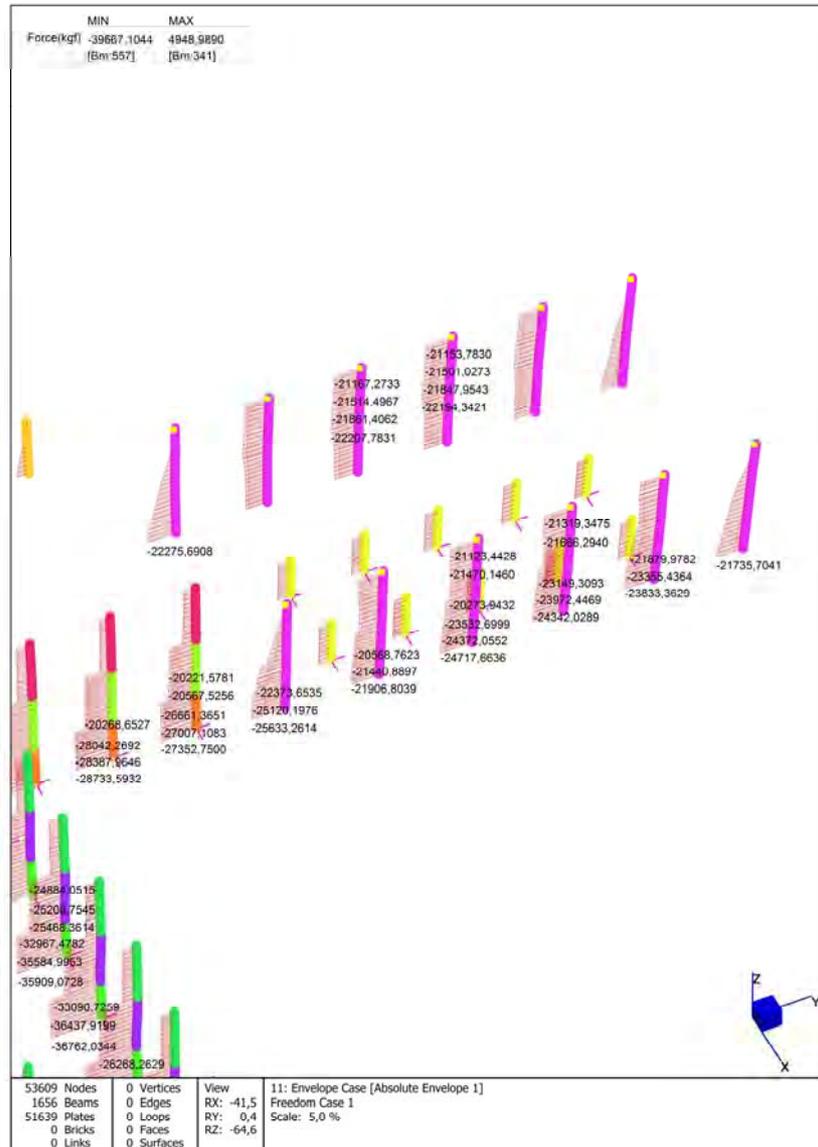




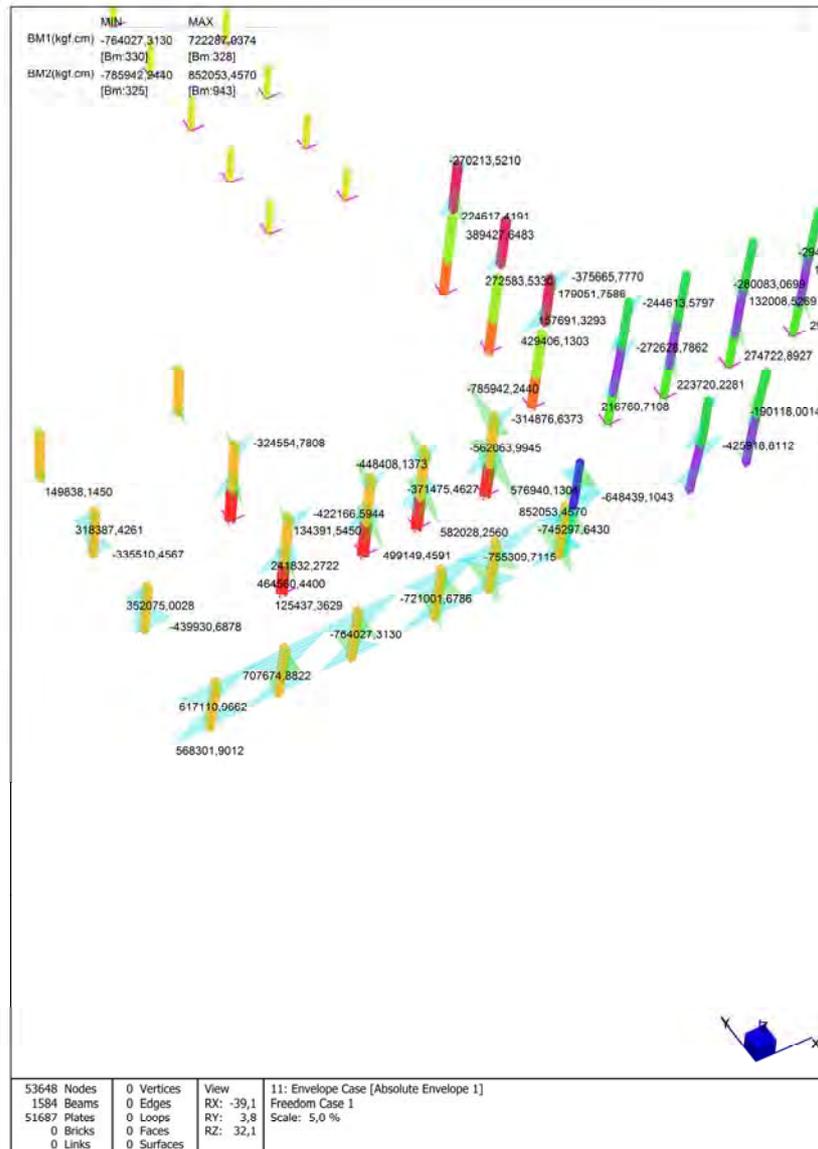
Combinazione di carico SLV con Involuppo del Sisma X Y, per verifica di presso flessione e taglio dei pilastri della palestra, riportata nella Relazione.

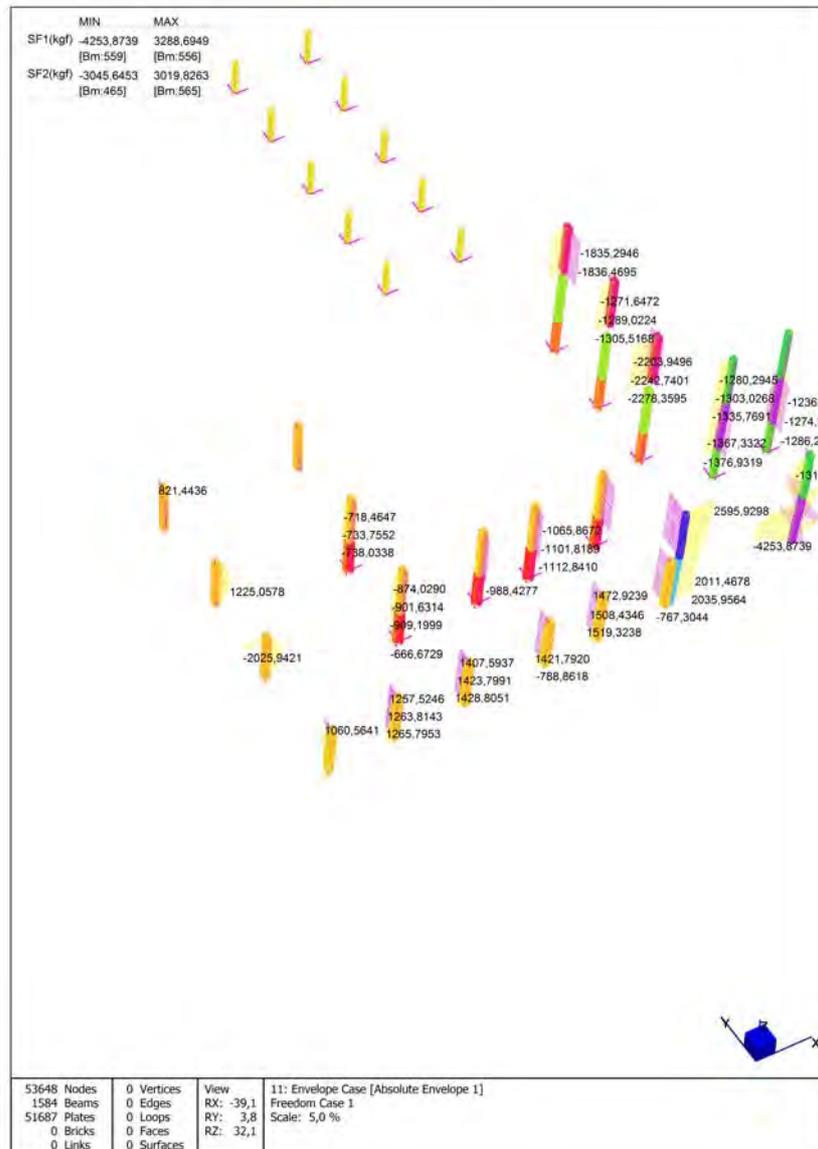






Combinazione di carico SLV con Involuppo del Sisma X Y, per verifica di presso flessione e taglio dei pilastri dell'ampliamento, riportata nella Relazione.







Combinazione di carico SLV con Involuppo del Sisma X Y, per verifica di presso flessione e taglio dei pilastri del corpo mensa esagonale, riportata nella Relazione.

