



REALIZZAZIONE SCUOLA PRIMARIA CON 15 CLASSI

AGOSTO
2020

RESPONSABILE PROCEDIMENTO: Arch. Anna Casalone

PROGETTISTI

SETTANTA7 STUDIO ASSOCIATO

Arch. D. Rangone

Arch. E. Rionda

CURCIO E REMONDA STUDIO ASSOCIATO

Ing. A. Remonda



Arch. Laura Lova



PROGETTO DEFINITIVO

REV_02



RELAZIONE TECNICA COSTI/BENEFICI SULLE RAGIONI DI CONVENIENZA LEGATE ALLA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO MANUFATTO.



1. RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Obiettivo della presente relazione è illustrare il rapporto costi benefici tra due ipotesi di intervento all'interno del comune di Gassino Torinese.

- **L'amministrazione Comunale di Gassino, ha iniziato un percorso avente come obiettivo la REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA SCUOLA PRIMARIA DI 15 CLASSI, al fine di accorpare i due plessi esistenti che attualmente ospitano le classi primarie:**
- Scuola Primaria MK Gandhi di proprietà del Comune;
- Scuola Primaria Borione di proprietà del Comune.

Lo scopo di questa relazione è quello di descrivere le motivazioni della non convenienza dell'adeguamento sismico delle scuole primarie esistenti ed attualmente in uso presso il Comune di Gassino, la scuola MK Gandhi e la scuola Borione. I plessi scolastici in oggetto sono stati analizzati su commissione dell'Amministrazione di Gassino per rilevare lo stato attuale di pericolo e resistenza al sisma da cui si evince che le strutture esistenti risultano non adatte a sopportare le sollecitazioni di un sisma.

Per ulteriori specifiche si rimanda alle relazioni sismiche redatte in fase di *Verifica della vulnerabilità sismica*.

Al fine di comprovare le motivazioni della non convenienza dell'adeguamento sismico delle due scuole primarie esistenti, sono state individuate preventivamente due strategie d'intervento per poterne confrontare la relazione tra costi e benefici:

IPOTESI (A) : ristrutturazione delle scuole esistenti Gandhi e Borione con adeguamento per le azioni sismiche, e il conseguente adeguamento energetico-impiantistico per l'incremento dell'efficienza ed opere di ripristino edile.

IPOTESI (B) : realizzazione di un nuovo edificio (polo scolastico) adeguato alle esigenze funzionali richieste dalla didattica, progettato con criteri attuali di sostenibilità ambientale ed efficienza energetica, nonché sicurezza strutturale.



2. NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Norme:

- Norme tecniche per le costruzioni: NTC 2018
- Circolare ministeriale 617 - 2009 - Istruzioni;
- D.P.C.M. 05/05/2011: Approvazione del modello per il rilevamento danni, pronto intervento e agibilità per edifici ordinari nell'emergenza post-sisma e del relativo manuale di compilazione;
- D.L. 06/06/2012 n° 74: Interventi urgenti in favore delle popolazioni colpite dagli eventi sismici che hanno interessato il territorio delle province di Bologna, Modena, Ferrara, Mantova, Reggio Emilia e Rovigo, il 20 e il 29 maggio 2012;
- 00.P.C.M. n° 3274/2003 - 3362/2004 e s.m.i.;

3. ANALISI DEL RISCHIO SISMICO DELLE STRUTTURE ESISTENTI

Preventivamente, l'Amministrazione Comunale ha ritenuto opportuno condurre degli approfondimenti inerenti lo "stato di salute" delle strutture, nello specifico dell'edificio scolastico esistente MK Gandhi e dell'edificio scolastico Borione, di sua proprietà.

Sono, quindi, state redatte da SITEC Engineering s.r.l. le relazioni contenenti i risultati della campagna di indagini volta alla valutazione della vulnerabilità sismica delle opere.

Facendo seguito alle analisi di cui sopra si può concludere che le analisi di vulnerabilità sismica condotte sui fabbricati delle due scuole hanno dato risultati sostanzialmente non soddisfacenti, anche e soprattutto in considerazione della destinazione d'uso degli edifici e delle indicazioni normative. I risultati delle suddette verifiche, infatti, hanno indicato che parte delle strutture dei plessi esistenti non sono in grado di rispondere alle sollecitazioni di natura sismica e quindi, nell'ipotesi di voler adeguare la struttura, risulterebbe necessaria l'eliminazione delle criticità imputabili ad azioni di natura non controllabile dall'uomo, quali il sisma o le azioni di natura climatica.

Per prendere visione dei risultati delle suddette verifiche si rimanda ai seguenti elaborati allegati relativi alla scuola primaria oggetto di interesse, MK Gandhi:

❖ Gass_D_V_001_SCHEDA DI SINTESI DELLA VERIFICA SISMICA DI EDIFICI STRATEGICI AI FINI DELLA PORTEZIONE CIVILE O RILEVANTI IN CASO DI COLLASSO A SEGUITO DI EVENTO SISMICO - SCUOLA PRIMARIA MK GANDHI

❖ Gass_D_V_002_VULNERABILITÀ SISMICA SCUOLA PRIMARIA "MK GANDHI".

Scuola primaria Gandhi

Il fabbricato realizzato negli anni '70 del secolo scorso non è progettato per resistere alle azioni orizzontali, quali ad esempio quelle sismiche.



Sebbene realizzato con elementi e materiali in buono stato di conservazione, lo schema strutturale non è adeguato e presenta una serie di criticità nei confronti delle azioni sismiche. Gli interventi eseguiti in fase successive, riguardanti la formazione di aperture nelle pareti perimetrali ed interne, hanno aumentato tali criticità. Ulteriori elementi soggetti a criticità sono le seguenti:

- Assenza di elementi resistenti in direzioni parallela all'orditura dei solai;
- Interventi di indebolimento per posa dei corsi scaldanti all'interno delle pareti interne;
- Nodi di collegamento tra pareti e solai prefabbricati con comportamento "non rigido" senza continuità degli elementi variabili tra i solai;
- Parte di copertura realizzata in un secondo momento al fine di creare uno spazio chiuso al primo piano;
- Forte presenza di aperture cerchiato con profilati in acciaio nei locali destinati ad aula polivalente e mensa al piano seminterrato ed al piano terra.

Alla luce di questi elementi l'adeguamento sismico dovrebbe essere realizzato sulla quasi totalità della struttura, riqualificando i nodi ed inserendo setti sismo-resistenti nella direzione parallela all'orditura dei solai. Tali interventi risulterebbero fortemente invasivi e richiederebbero necessari approfondimenti sulla fattibilità tecnica ed economica degli stessi.

Scuola primaria Borione

Il fabbricato, la cui porzione originale risale agli anni '20 del secolo scorso presenta molteplici elementi che determinano un alto livello di vulnerabilità nei confronti delle azioni sismiche. In particolare si evidenziano:

- Maschi murari ad elevata snellezza nel locale palestra, senza confinamento ed irrigidimenti interni;
- Parete in falso sull'ultimo orizzontamento di copertura pilastri (luce 11 metri circa), elemento che ha generato un marcato quadro fessurativo;
- Aperture su tutte le pareti di dimensione significativa (oltre il 75% dell'altezza interpiano);
- Assenza di giunti di separazione tra i tre corpi di fabbrica, realizzati in periodi diversi;
- Vano e corpo scale senza elementi centrali di contrasto e di dimensioni ragguardevoli con pianerottoli e solette inclinate di dimensioni esili;
- Prove di carico che hanno evidenziato il raggiungimento del limite elastico e insorgenza di deformazioni plastiche con frecce residue non indifferenti;
- Prove dei calcestruzzi dei solai con bassi valori di resistenza che denotano una scarsa qualità del conglomerato cementizio;

L'intervento di messa a norma della struttura risulterebbe pertanto da interessare tutti gli elementi strutturali (murature in elevazioni, orizzontamenti e vani scale) e pertanto risulterebbe molto impegnativo dal punto di vista tecnico ed economico.

Trattandosi di strutture esistenti, come richiamato dalle NTC 2008 in uso al momento delle analisi, il calcolo non è stato effettuato per lo stato limite al collasso (SLC). Per quanto riguarda i risultati in analisi il codice di calcolo ha riportato esclusivamente il primo elemento in collasso, non proseguendo il calcolo in seguito alla crisi dell'elemento stesso.



4. DEFINIZIONE DEL METODO DI ANALISI COSTI BENEFICI DELL'INTERVENTO

Alla luce di questi risultati, analizziamo le due strategie d'intervento per poterne confrontare la relazione tra costi e benefici:

IPOTESI (A): ristrutturazione delle scuole esistenti Gandhi e Borione con adeguamento per le azioni sismiche, e il conseguente adeguamento energetico-impiantistico per l'incremento dell'efficienza ed opere di ripristino edile.

IPOTESI (B): realizzazione di un nuovo edificio (polo scolastico) adeguato alle esigenze funzionali richieste dalla didattica, progettato con criteri attuali di sostenibilità ambientale ed efficienza energetica, nonché sicurezza strutturale.

Al fine di valutare l'effettiva convenienza della realizzazione di un nuovo manufatto rispetto ad un intervento di adeguamento sismico dell'esistente, ho confrontato i costi delle due tipologie di intervento nella prima parte e nella seconda parte ho analizzato i rispettivi benefici e le relative condizioni sismiche.

ANALISI COSTI

La valutazione dei costi relativa all'**Intervento B** che riporto qui sotto è basata sulla mia esperienza professionale pregressa nell'ambito di interventi similari per caratteristiche tipologiche, tecnologiche, strutturali e distributive, realizzati sul territorio piemontese del Nord Italia da cui ho tratto i valori di riferimento.

IPOTESI (A)

La stima dei costi relativi all'adeguamento si compone dell'insieme degli interventi di carattere strutturale a cui si aggiungono le relative e complementari opere edili ed impiantistiche e adeguamento funzionale e tecnologico della scuola.

A questo, per completezza di informazioni, occorrerebbe inoltre considerare il costo ulteriore di un eventuale ampliamento per implementare l'attuale dotazione di servizi (mensa e palestra) piuttosto carente e per risolvere la mancanza di una serie di spazi previsti dalla normativa e volti a garantire e facilitare l'apprendimento degli alunni.

DATI DIMENSIONALI DI BASE

- SLP: 2.812,00 mq circa (scuola MK Gandhi)
- SLP: 1.728,00 mq circa (scuola Borione)



DESCRIZIONE SINTETICA DELLE OPERE NECESSARIE

1. Opere strutturali:

1. Rinforzo dei singoli maschi murari di maggiore snellezza con fasciature in materiali compositi o in fibra di carbonio;
2. Inserimento di elementi sismo-resistenti in c.a. di adeguata resistenza-duttilità, in grado di assorbire per intero le sollecitazioni di natura sismica.
3. Formazione di controventature in acciaio o di elementi dissipativi all'interno delle strutture in muratura armato per il contenimento delle deformazioni;
4. Consolidamento locale delle membrature in c.a. (travi e pilastri), mediante incamiciatura in betoncino e/o in acciaio o FRP, al fine di ripristinare adeguati livelli di resistenza e duttilità. E' prevedibile che questo intervento sia estremamente diffuso, stanti le criticità rilevate nella caratterizzazione meccanica dei calcestruzzi.

2. Opere edili ed impiantistiche:

1. operazioni di "cuci - scuci" per ogni nodo trave / pilastro;
2. rifacimento quasi integrale degli intonaci;
3. rifacimento quasi integrale di massetti e impermeabilizzazioni ed isolanti;
4. rifacimento quasi integrale di infissi interni ed esterni a seguito di incamiciatura e per ottenere trasmittanze termiche basse;
5. realizzazione cappotto esterno, risoluzione dei ponti termici ove possibile e realizzazione isolamento copertura;
6. risoluzioni problematiche accessibilità;
7. adeguamento impiantistico.

3. Realizzazione nuovo ampliamento per una S.U.L. di circa 600 mq

Ampliamento per implementare l'attuale dotazione di servizi (mensa e palestra) piuttosto carente e la mancanza di una serie di spazi previsti dalla normativa.

STIMA DEI COSTI

1. Stima dei costi per l'adeguamento sismico	€ 2.750.786,00
2. Stima dei costi delle opere edili ed impiantistici	€ 486.652,00
3. stima dei costi derivanti dalla realizzazione dell'ampliamento della Gandhi (considerando un costo parametrico di 1.114 euro al mq)	€ 668.400,00



somma TOT. IPOTESI arrotondata (A) € 3.905.838,00

IPOTESI (B)

Partendo dal presupposto che la nuova scuola verrà ricostruita nel lotto adiacente a quello della scuola MK Gandhi, l'ipotesi di fattibilità da cui dipende il dimensionamento dell'intervento prende in considerazione i diversi fattori contingenti riscontrati fino ad oggi riguardanti la sfera amministrativa, didattica, morfologica del lotto, temporale e finanziaria; essi sono:

1. Specifiche richieste dell'Amministrazione Comunale in funzione delle reali necessità alle quali la nuova scuola dovrà assolvere;
2. Specifiche richieste della Direzione Didattica nel rispetto dei principi della Scuola Innovativa;
3. Necessità di dotare nuovamente e in tempi rapidi la comunità di un polo scolastico sicuro;
4. Necessità di dotare nuovamente e in tempi rapidi la comunità di un polo scolastico sostenibile dal punto di vista ambientale e flessibile ai futuri mutamenti ed evoluzioni della didattica;
5. Potenziale finanziario a disposizione.

In funzione di quanto sopra descritto, il dimensionamento dell'intervento potrà soddisfare completamente non solo i minimi imposti dal D.M. 18.12.1975, ma anche tutti i concetti della scuola innovativa, in cui l'aula non è più intesa come ambiente didattico chiuso, ma che si apre a nuove esperienze collettive basilari per un sinergico percorso di accrescimento.

DATI DIMENSIONALI DI BASE

Numero di alunni: 405

- SLP di progetto: 3.615,00 mq circa

STIMA DEI COSTI RELATIVI

Importo lavori: 4.265.000,00 € (costo derivato da stima in base ai dati statistici ricavati da costi di realizzazione di opere simili e sulla base del Prezzario Regione Piemonte aggiornato)

somma TOT. IPOTESI arrotondata (B) € 4.180.000,00

QUADRO DI RAFFRONTO SULL'ATTUAZIONE DELLE DUE IPOTESI

Intervento A adeguamento esistente, valutazione stima dei costi = **€ 3.905.838,00**

Intervento B costruzione, valutazione stima dei costi = **€ 4.180.000,00**



Occorre precisare che l'ipotesi A pur essendo conseguente ad un progetto di riassetto complessivo degli edifici, che garantisce un buon livello tecnico funzionale degli immobili, non può essere equiparata agli stessi livelli raggiungibili con la realizzazione di un nuovo fabbricato - ipotesi B. Oltre che per ragioni tecnologiche ed ambientali, è evidente che l'edificio nell'ipotesi A, per quanto adeguato, non riuscirà mai a raggiungere i livelli di flessibilità e di aderenza ai nuovi modelli di didattica attuati dalla dirigenza del comune di Gassino Torinese.

È infatti obiettivo dell'amministrazione e della direzione didattica dotare il comune di un polo scolastico ove le interazioni tra alunni possano avvenire in ambienti didattici innovativi.

ANALISI BENEFICI

In seguito, per completare e esplicitare l'analisi costi benefici degli interventi ho sviluppato le seguenti considerazioni sulla qualità del risultato.

Da quanto sopra ne consegue che, nonostante gli importi economici ottenuti, il risultato dell'intervento A sarebbe un edificio adeguato sismicamente, ma che comunque non riuscirebbe ad eliminare le carenze funzionali, tecniche e dimensionali generate dall'operare all'interno di edifici esistenti, realizzati circa 50 anni fa (come nel caso della scuola MK Gandhi).

In funzione di quanto sopra possiamo trarre le seguenti considerazioni:

Se il progetto di adeguamento funzionale e tecnologico dei plessi scolastici esistenti, potesse prevedere la messa in opera di tutti gli interventi attuabili, rappresenterebbe il massimo grado di miglioramento impiantistico e di efficientamento energetico perseguibile in uno scenario di ristrutturazione dell'esistente; ma nonostante ciò, poiché applicato su un organismo edilizio caratterizzato in partenza da notevoli deficienze, sia strutturali (così come indicato nella Verifica di Vulnerabilità Sismica allegata) che funzionali che solo in parte si riuscirebbe a colmare, non potrebbe essere considerato, per quanto performante, la soluzione ottimale in senso assoluto.

Aspetti architettonici

- La scuola esistente, nel caso specifico ad esempio della Gandhi, rappresenta un esempio non particolarmente pregevole di architettura di edifici scolastici degli anni '70
- Alla luce delle verifiche sulle strutture in C.A., nel caso di costruzione di un nuovo edificio scolastico sarà possibile dotare la comunità di spazi più ampi per le diverse attività, sicure dal punto di vista strutturale, sicure dal punto di vista dei materiali impiegati che non nuocciano all'ambiente o all'uomo, efficienti dal punto di vista energetico/impiantistico e sostenibili dal punto di vista ambientale
- Nel caso di ricostruzione, il progetto risulterebbe un vero polo cittadino oltre che scolastico, con spazi condivisibili con la comunità
- Nel caso di ricostruzione sarà possibile identificare nella nuova struttura dei caratteri architettonici moderni e di pregio, mirando alla manutenibilità della struttura e dei materiali impiegati.



Strutture

- Il consolidamento pone problemi in ordine alle inevitabili interferenze causate dall'inserimento delle nuove strutture controventanti, oltre a imporre una significativa e costosa serie di lavorazioni edili per risolvere tali interferenze sia in fase di cantiere che ad opere ultimate.
- La qualità del calcestruzzo delle strutture esistenti è scadente ed è presumibile che le opere di consolidamento delle membrature strutturali saranno necessariamente diffuse ed invasive e potranno, quindi, incidere sulla fruibilità degli spazi interni alla scuola (fasciatura dei pilastri ecc.)
- La ricostruzione offre certamente maggiori garanzie in termini di affidabilità della strutturale globale, potendosi fare riferimento ai più moderni criteri di progettazione dell'ingegneria sismica finalizzati al mantenimento della piena funzionalità della struttura anche dopo il verificarsi di un evento sismico
- Senza voler trattare in questa sede dei vantaggi offerti dalla organica progettazione strutturale edilizia ed impiantistica conseguibili con maggiore efficacia nel caso di ricostruzione, si ritiene utile sottolineare come, qualora la progettazione strutturale fosse condotta con comportamento strutturale non dissipativo (strategia che appare percorribile stante la semplicità dell'edificio), sarebbe possibile garantire la sostanziale limitazione del danneggiamento anche nei confronti del sisma atteso per lo stato limite di salvaguardia della vita (SLV); ciò rappresenta un indubbio vantaggio in termini di riduzione delle risorse economiche da allocare per la riparazione dei danni post-sisma, da prevedersi nel caso di comportamento strutturale dissipativo.

Intervento B

SCUOLA – Classe III: “Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.”

PALESTRA - Classe IV: “Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”, e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B”.

A tale classe corrisponde un coefficiente d'uso CU pari a 2.

In questo modo si ottiene un periodo di riferimento VR di 75 anni per il blocco scuola e di 100 anni per la palestra.

La palestra del nuovo edificio potrà essere iscritta nel registro della protezione civile come edificio strategico senza ulteriori costi a carico dell'Amministrazione.



Impianti ed efficientamento energetico

Per quanto concerne gli impianti meccanici da un primo sopralluogo effettuato in fase preliminare è emerso che:

- Da un esame delle condizioni degli impianti all'interno delle aule è stata rilevata la presenza di ciabatte elettriche per l'alimentazione delle apparecchiature presenti nei pressi della cattedra (indice di una quantità insufficiente di organi presa) e la vetustà di molti terminali di comando. Sarebbe opportuno prevedere in virtù del rifacimento delle dorsali e delle pavimentazioni di rifare completamente l'impiantistica elettrica all'interno delle aule sia da un punto di vista della sicurezza che della funzionalità.
- L'illuminazione delle aule è realizzata con corpi illuminanti di vecchia generazione che non rispettano né l'indice di abbagliamento $U_{gr} < 19$ né i fattori di resa cromatica con conseguenti effetti sia sulla qualità della visione che sull'apprendimento.
- Per quanto concerne l'involucro edilizio è emerso che la scuola è stata concepita con tecnologie e soluzioni che non la rendono efficiente dal punto di vista energetico; è pertanto necessario procedere con la realizzazione di un sistema di isolamento a cappotto. Infatti, tale inefficienza deriva dai materiali utilizzati e dalla scarsa attenzione nell'eliminazione dei ponti termici. Termicamente l'involucro risulta pertanto scarsamente isolato nel periodo sia invernale che estivo con conseguente scarso comfort ambientale ed elevati consumi.

La progettazione di un nuovo edificio sarebbe sviluppata nell'ottica di un elevato risparmio energetico e di confort, grazie a precise scelte edili ed impiantistiche.

Da un punto di vista impiantistico particolare attenzione sarebbe posta ai seguenti aspetti fondamentali necessari per raggiungere gli obiettivi preposti:

- ❖ risparmio energetico, tecnico-economico-ambientale;
- ❖ rispetto normativo, per fabbisogni energetici e fonti rinnovabili;
- ❖ estrema facilità manutentiva grazie alla ridotta dimensione del sistema distributivo della climatizzazione, alla facile individuazione di eventuali anomalie e guasti (sistema di supervisione e controllo).

Il sistema sarebbe quindi basato sui seguenti componenti:

- ❖ impianto di climatizzazione radiante alimentato da pompa di calore ad alta efficienza (fonti rinnovabili);
- ❖ impianto di recupero acque piovane;
- ❖ impianto antincendio;
- ❖ impianto fotovoltaico (per alimentare le varie utenze e la PDC);
- ❖ ventilazione meccanica controllata degli ambienti realizzata con macchine ad elevate prestazioni sia da un punto di vista energetico che funzionale che permetterebbe un elevato risparmio energetico, un controllo della qualità dell'aria / dell'umidità relativa ambientale e l'immissione in ambiente di



aria alla temperatura controllata tramite un pretrattamento della stessa con batteria termodinamica (evitando sbalzi termici).

Acustica

Non meno importanti sono le valutazioni relative alla componente acustica ed in particolar modo sul tempo di riverbero. Ad una pre valutazione in campo è stato possibile verificare alcune carenze acustiche da verificare analiticamente e correggere. In particolare è opportuno evidenziare tre diversi aspetti che comportano effetti distinti sugli studenti e sugli insegnanti:

- il tempo di riverberazione dei locali (effetto eco) condiziona in modo sensibile la regolazione della voce dell'insegnante con conseguente difficoltà nella comprensione del parlato;
- il livello di isolamento acustico nei confronti del rumore esterno;
- il rumore generato all'interno delle scuole, nelle classi, nelle mense e negli spazi comuni è causa dell'effetto di trasmissione del rumore tra ambienti separati da pareti generando condizioni sfavorevoli per l'apprendimento.

Anche in questo caso è importante sottolineare che nell'ipotesi A gli interventi di carattere acustico volti a migliorare la condizione esistente sono, in ragione dei costi, solo quelli strettamente necessari.

In funzione di quanto sopra possiamo trarre la seguente considerazione: se il progetto di adeguamento funzionale e tecnologico dell'esistente, potesse prevedere la messa in opera di tutti gli interventi attuabili, rappresenterebbe il massimo grado di miglioramento acustico perseguibile in uno scenario di ristrutturazione dell'esistente; ma nonostante ciò, poiché applicato su un organismo edilizio caratterizzato in partenza da notevoli deficienze che solo in parte si riuscirebbe a colmare, non potrebbe essere considerato, per quanto performante, la soluzione acustica ottimale in senso assoluto.

Principi innovativi degli spazi didattici

La progettazione di ambienti didattici innovativi parte da esigenze pedagogiche e didattiche della scuola e dalla loro relazione con gli spazi. Deve permettere agilmente l'allestimento di setting didattici diversificati e funzionali ad attività differenziate (lavorare per gruppi e in modo individuale, presentare elaborati, realizzare prodotti multimediali, svolgere prove individuali o di gruppo, discutere attorno a uno stesso tema, svolgere attività di tutoraggio tra studenti, ecc.). Deve anche permettere lo svolgimento di attività laboratoriali specialistiche, sia per ambito disciplinare che per tipologia di strumentazione necessaria (ad es. dotazioni tecnologiche o periferiche specifiche).

A tal proposito è stato condotto uno studio strategico di progettazione partecipata con insegnanti ed alunni e, in particolare, con la dirigenza scolastica, che ha prodotto un panorama esigenziale poi tradotto nell'attività di progettazione definitiva.

La nuova scuola è attenta alla sostenibilità ambientale, energetica ed economica, alla rapidità di costruzione, alla riciclabilità dei componenti e dei materiali di base, con alte prestazioni energetiche, utilizzo di fonti rinnovabili, facilità di manutenzione.



La scuola innovativa è fatta per i ragazzi, ma deve avere un'attenzione speciale per gli insegnanti, con spazi per la collaborazione professionale e il lavoro individuale dei docenti.

Fondamentale la presenza di spazi dedicati alla ricerca, alla lettura e alla documentazione, con particolare riguardo alle possibilità di utilizzo di dispositivi tecnologici digitali individuali o di gruppo e alle potenzialità offerte dalla connettività diffusa.

L'edificio insomma è il risultato di diversi tessuti che a volte interagiscono tra loro: quello delle informazioni, delle relazioni, degli spazi e dei componenti architettonici, dei materiali. Diventa strumento educativo finalizzato allo sviluppo delle competenze sia tecniche che sensoriali.

Un'idea diversa di scuola emerge anche dai nuovi metodi pedagogici che la direzione di Gassino ha già introdotto e che implementerà sul nuovo polo; essi determinano l'integrazione, la complementarità, la flessibilità e la polivalenza dei suoi spazi. Si inizia con un concetto pedagogico per finire con un progetto architettonico, non viceversa.

Appare quindi evidente che l'applicazione dei principi della scuola innovativa difficilmente si coniugano con l'operare all'interno di edifici esistenti, per di più suddivisi fisicamente e spazialmente in due plessi. Si ribadisce, inoltre, l'impossibilità gestionale ed organizzativa di esecuzione di opere di adeguamento sismico ed efficientamento delle due scuole, che richiederebbero tempistiche troppo lunghe ed incompatibili con l'attività scolastica; tali lavorazioni, infatti, causerebbero inevitabilmente un messa fuori servizio del fabbricato e andrebbero comunque pianificati nel corso di un periodo piuttosto lungo (anche di 15/20 anni) suddividendoli in diversi lotti, non escludendo situazioni di forte disagio ed interruzione dell'attività scolastica. Data la complessità degli interventi che comporterebbero comunque dei costi di realizzazione importanti, a fronte di risultati non del tutto soddisfacenti si rende necessario valutare scenari alternativi, anche in funzione della vita nominale restante della struttura.

SODDISFACIMENTO DI ULTERIORI ESIGENZE

Oltre alla non convenienza di un intervento di adeguamento sismico, i due edifici scolastici esistenti presentano tutta una serie di carenze a livello spaziale e funzionale in particolare legate alla mensa ed alla palestra. Quest'ultima in particolare non risulta adeguata alle necessità attuali avendo dimensioni nettamente inferiori a quelle necessarie per il numero di alunni presenti. La mensa in entrambi i plessi è ricavata in spazi non adeguati alle necessità e determina la ricorrenza a numerosi turni di refezione che generano confusione e un discomfort per gli utenti (personale della mensa, alunni, corpo docenti, personale ATA ecc).

In aggiunta i due plessi esistenti presentano numerose carenze e criticità dal punto di vista antincendio e pertanto necessiterebbero di una serie di interventi volti all'adeguamento alla normativa vigente in materia antincendio, con un conseguente aumento del costo totale di intervento.

Infine occorre sottolineare il costo aggiuntivo determinato in primis dalla necessità di sanare le criticità dal punto di vista energetico dei manufatti esistenti, che allo stato attuale determinano una spesa consistente



per l'Amministrazione, oltre al maggior costo causato dalla necessità di intervenire dal punto di vista manutentivo in maniera sempre maggiore nel tempo.

5. CONCLUSIONI

A seguito di quanto risultato dall'indagine costi/benefici condotta si ritiene quindi che l'adeguamento sismico degli edifici scolastici esistenti (Gandhi e Borione) non sia in alcun modo sostenibile dall'amministrazione di Gassino, anche in un'ottica di miglioramento della situazione attuale che prevede una dotazione di servizi (mensa e palestra) piuttosto carente e la mancanza di una serie di spazi previsti dalla normativa e volti a garantire e facilitare l'apprendimento degli alunni. La scuola deve essere intesa come uno spazio unico e integrato in cui i vari microambienti, finalizzati a scopi diversificati, hanno la stessa dignità e risultano flessibili, abitabili e in grado di accogliere in ogni momento le persone.

In relazione al bando regionale di cui DGR n. 12-6815 del 04-05-2018 - Adempimenti per la redazione della programmazione triennale e dei piani annuali di edilizia scolastica 2018-19-20 in attuazione dell' Art 10 D.L. n. 104/ 2013 Decreto Interministeriale MEF/MIUR/MIT n. 47 del 03-01-2018 per il quale si presenta richiesta di finanziamento in quanto intervento ricadente in categoria a2) ovvero nuova costruzione per sostituzione dell'edificio esistente che è risultato gravemente carente da studio di vulnerabilità.

In ragione di tutto quanto sopra possiamo trarre la seguente conclusione:

Risulta evidente, dal confronto tra la stima parametrica dei costi e delle considerazioni relative all'attuazione di una delle due ipotesi

- **Intervento A adeguamento dell'esistente e ampliamento;**
- **Intervento B nuova costruzione;**

che il rapporto costi / benefici tenda inequivocabilmente verso l'Intervento B

e quindi che l'**intervento B**, ovvero il progetto presentato che ha come la ricostruzione dell'edificio scolastico e la demolizione futura della scuola esistente MK Gandhi, sia maggiormente conveniente rispetto all'ipotizzato intervento A di adeguamento sismico, per ragioni di tipo qualitativo ed economico relative all'intervento da realizzarsi, alla durabilità del manufatto e alla sicurezza della struttura del risultato così ottenuto.



ALLEGATI



SCHEDA DI SINTESI DELLA VERIFICA SISMICA DI EDIFICI STRATEGICI AI FINI DELLA PROTEZIONE CIVILE O RILEVANTI IN CASO DI COLLASSO A SEGUITO DI EVENTO SISMICO

(Ordinanza n. 3274/2003 – Articolo 2, commi 3 e 4, D.M.14/1/2008)

1) Identificazione dell'edificio		Spazio riservato DPC	
Regione	Codice Istat 01	Codice DPCM	N° progressivo intervento
Provincia	Codice Istat 001	Scheda n°	Data 28/02/2018
Comune	Codice Istat 001112	Complesso edilizio composto da 1 edifici	
Frazione/Località		Codice identificativo B11	
Indirizzo VIAPO		Dati Catastali	Foglio 13 Allegato
		Particelle 288	
		Posizione edificio 1 <input checked="" type="radio"/> Isolato 2 <input type="radio"/> Interno 3 <input type="radio"/> D'estremità 4 <input type="radio"/> D'angolo	
		Coordinate geografiche (ED50 – UTM fuso 32-33)	
		E	Fuso
		N	
Num. Civico	C.A.P.		

Denominazione edificio	SCUOLA PRIMARIA M K GANDHI
Proprietario	COMUNE DI GASSINO TORINESE
Utilizzatore	COMUNE DI GASSINO TORINESE

2) Dati dimensionali e età costruzione/ristrutturazione					
N° Piani totali con interrati	Altezza media di piano [m]	Superficie media di piano [m²]	D	Anno di progettazione	1978
A	B	C	E	Anno di ultimazione della costruzione	
F	<input type="radio"/> Nessun intervento eseguito sulla struttura dopo la costruzione				
G	Anno di progettazione ultimo intervento eseguito sulla struttura	G1	<input type="radio"/> Adeg.	G2	<input type="radio"/> Miglior.

3) Materiale strutturale principale della struttura verticale										
Cemento armato	Acciaio	Acciaio-calcestruzzo	Muratura	Legno	Misto (Muratura e c.a.)	Prefabbricati in c.a. o c.a.p.	Altro (specificare)			
A	B	C	D	E	F	G	H			
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>				

4) Dati di esposizione
Numero di persone mediamente presenti durante la fruizione ordinaria dell'edificio
122

5) Dati geomorfologici					
Morfologia del sito				Fenomeni franosi	
A <input type="radio"/> Cresta/Dirupo	B <input type="radio"/> Pendio Forte	C <input type="radio"/> Pendio leggero	D <input checked="" type="radio"/> Pianura	E <input checked="" type="radio"/> Assenti	F <input type="radio"/> Presenti

6) Destinazione d'uso		
A	Originaria	Codice d'uso S 0 3
B	Attuale	Codice d'uso S 0 3

7) Descrizione degli eventuali interventi strutturali eseguiti		
A	Sopraelevazione	<input type="checkbox"/>
B	Ampliamento	<input type="checkbox"/>
C	Variazione di destinazione che ha comportato un incremento dei carichi originari al singolo piano superiore al 20%	<input type="checkbox"/>
D	Interventi strutturali volti a trasformare l'edificio mediante un insieme sistematico di opere che portino ad un organismo edilizio diverso dal precedente.	<input type="checkbox"/>
E	Interventi strutturali rivolti ad eseguire opere e modifiche, rinnovare e sostituire parti strutturali dell'edificio, allorché detti interventi implichino sostanziali alterazioni del comportamento globale dell'edificio stesso.	<input type="checkbox"/>
F	Interventi di miglioramento sismico.	<input type="checkbox"/>
G	Interventi di sola riparazione dei danni strutturali.	<input type="checkbox"/>

8) Eventi significativi subiti dalla struttura			9) Perimetrazione ai sensi del D.L. 180/1998		
Tipo evento	Data	Tipologia Intervento	SI <input type="radio"/> - NO <input checked="" type="radio"/> NB: In caso affermativo compilare la matrice sottostante		
1) Codice evento / /				Area R4	Area R3
2) Codice evento / /			1) Frana	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) Codice evento / /			2) Alluvione	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

10) Tipologia ed organizzazione del sistema resistente (cemento armato)		11) Tipologia ed organizzazione del sistema resistente (acciaio)	
1) Struttura a telai in c.a. in due direzioni	<input type="radio"/>	1) Struttura intelaiata	<input type="radio"/>
2) Struttura a telai in c.a. in una sola direzione	<input type="radio"/>	2) Struttura con controventi reticolari concentrici	<input type="radio"/>
3) Struttura a pareti in c.a. in due direzioni	<input type="radio"/>	3) Struttura con controventi eccentrici	<input type="radio"/>
4) Struttura a pareti in c.a. in una sola direzione	<input type="radio"/>	4) Struttura a mensola o a pendolo invertito	<input type="radio"/>
5) Struttura mista telaio-pareti	<input type="radio"/>	5) Struttura intelaiata controventata	<input type="radio"/>
6) Struttura a nucleo	<input type="radio"/>	6) Altro	<input type="radio"/>
7) Altro <u>PANNELLI PREFABBRICATI IN CA</u>	<input checked="" type="radio"/>		

12) Tipologia ed organizzazione del sistema resistente (muratura)						
	Tipologia base	Eventuali caratteristiche migliorative				
		Malta buona	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Iniezioni di malta	Intonaco armato
		1	2	3	4	5
1) Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) Muratura a conci sbozzati, con paramento di limitato spessore e nucleo interno	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) Muratura a conci di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) Muratura a blocchi lapidei squadrate	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) Muratura in mattoni pieni e malta di calce	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7) Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8) Muratura in blocchi laterizi forati (percentuale di foratura < 45%)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9) Muratura in blocchi laterizi forati, con giunti verticali a secco (perc. foratura < 45%)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10) Muratura in blocchi di calcestruzzo (percentuale di foratura tra 45% e 65%)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11) Muratura in blocchi di calcestruzzo semipieni	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12) Altro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

13) Diaframmi orizzontali (cemento armato, acciaio, muratura)		14) Copertura (cemento armato, acciaio, muratura)	
1) Volte senza catene	<input type="checkbox"/>	1) Copertura spingente pesante	<input type="radio"/>
2) Volte con catene	<input type="checkbox"/>	2) Copertura non spingente pesante	<input type="radio"/>
3) Diaframmi flessibili (travi in legno con semplice tavolato, travi e voltine,...)	<input type="checkbox"/>	3) Copertura spingente leggera	<input checked="" type="radio"/>
4) Diaframmi semirigidi (travi in legno con doppio tavolato, travi e tavelloni,...)	<input checked="" type="checkbox"/>	4) Copertura non spingente leggera	<input type="radio"/>
5) Diaframmi rigidi (solai di c.a., travi ben collegate a solette di c.a., lamiera grecata con soletta in c.a.,)	<input checked="" type="checkbox"/>	5) Altro _____	<input type="radio"/>
6) Altro _____	<input type="checkbox"/>		

15) Distribuzione tamponature (cemento armato ed acciaio)		16) Fondazioni	
1) Distribuzione irregolare delle tamponature in pianta	<input type="checkbox"/>	1) Plinti isolati	<input type="checkbox"/>
2) Distribuzione irregolare delle tamponature in altezza sull'intero edificio	<input type="checkbox"/>	2) Plinti collegati	<input type="checkbox"/>
3) Distribuzione parziale delle tamponature in altezza sui pilastri (pilastri tozzi)	<input type="checkbox"/>	3) Travi rovesce	<input checked="" type="checkbox"/>
4) Tamponature senza misure a contrasto di collassi fragili ed espulsione in direzione perpendicolare al pannello	<input type="checkbox"/>	4) Platea	<input type="checkbox"/>
5) Altro _____	<input type="checkbox"/>	5) Fondazioni profonde	<input type="checkbox"/>
		6) Fondazioni a quote diverse	SI <input type="radio"/> - NO <input checked="" type="checkbox"/>

17) Periodo di riferimento (NTC, 3.2.4)											
A	VR = 75 anni	<input checked="" type="radio"/>	B	VR = 100 anni	<input type="radio"/>	C	VR = 150 anni	<input type="radio"/>	D	VR = 200 anni	<input type="radio"/>

18) Pericolosità sismica di base (NTC: 3.2.1, 3.2.3.2, Allegato A)				
Parametro relativo a suolo rigido e con superficie topografica orizzontale (di categoria A)	STATI LIMITE (P_{VR})			
	SLO (81%)	SLD (63%)	SLV (10%)	SLC (5%)
1) Valore dell'accelerazione orizzontale massima a_g (g)	0.2 2 0	0.2 7 0	0.4 8 0	0.
2) Fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, F_0	2 6 0	2 6 6	2 7 4	
3) Periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro T_c (sec.)	0 1 8	0 2 0	0 2 9	
4) Periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro T_D (sec.)	1 6 9	1 7 1	1 8 0	

19) Categoria di sottosuolo e condizioni topografiche			
1	Metodologia per l'attribuzione della categoria di sottosuolo	1) Sulla base di carte geologiche disponibili	<input type="checkbox"/>
		2) Sulla base di indagini esistenti	<input checked="" type="checkbox"/>
		3) Sulla base di prove in situ effettuate appositamente	<input type="checkbox"/>
2	Descrizione indagini effettuate o già disponibili	1) Sondaggi geognostici a distruzione o a carotaggio continuo	<input type="checkbox"/>
		2) Prova Standard Penetration Test (SPT) o Cone Penetration Test (CPT)	<input checked="" type="checkbox"/>
		3) Prospezione sismica in foro (Down-Hole o Cross-Hole)	<input type="checkbox"/>
		4) Prova sismica superficiale a rifrazione	<input type="checkbox"/>
		5) Analisi granulometrica	<input type="checkbox"/>
		6) Prove triassiali	<input type="checkbox"/>
		7) Prove di taglio diretto	<input type="checkbox"/>
		8) Altro _____	<input type="checkbox"/>
3	Eventuali anomalie	1) Presenza di cavità	SI <input type="radio"/> - NO <input checked="" type="checkbox"/>
		2) Presenza di terreni di fondazione di natura significativamente diversa	SI <input type="radio"/> - NO <input checked="" type="checkbox"/>

4	Velocità media onde di taglio V_{s30} 2 7 0 m/s	5	Resistenza Penetrometrica media N_{SPT} 2 1 colpi	6	Resistenza media alla punta q_c kPa	7	Coesione non drenata media c_u kPa	
8	Suscettibilità alla liquefazione SI <input type="radio"/> - NO <input checked="" type="radio"/> NB: In caso affermativo compilare la parte destra	1) Profondità della falda da piano di campagna					Z_w .	
		2) Profondità della fondazione rispetto al piano di campagna					Z_g .	
		3) Presenza di terreni a grana grossa sotto la quota di falda entro i primi 15 m di profondità:					SI <input type="radio"/> - NO <input type="radio"/>	
		Spessore		densità		sciolte	medie	dense
		3.1) Sabbie fini m				<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
		3.2) Sabbie medie m				<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
		3.3) Sabbie grosse m				<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9	Categoria di suolo di fondazione (NTC, Tab. 3.2.II e 3.2.III) C	10	Coefficiente di amplificazione stratigrafica (S_s) e periodo T_c (sec.)					
			STATI LIMITE (P_{VR})					
			SLO (81%)		SLD (63%)		SLV (10%)	SLC (5%)
S_s		1 . 5 0		1 . 5 0		1 . 5 0	.	
$T_c = C_C T_c^*$		0 . 3 3		0 . 3 6		0 . 4 6	.	
11	Coefficiente di amplificazione topografica S_T (NTC, Tab. 3.2.IV)	1 . 0 0		12 Valori di S_s T_c ed S_T dedotti da studi specifici di RSL <input type="radio"/>				

20) Regolarità dell'edificio

A	La configurazione in pianta è compatta e approssimativamente simmetrica rispetto a due direzioni ortogonali, in relazione alla distribuzione di masse e rigidità ?	SI <input type="radio"/> - NO <input checked="" type="radio"/>
B	Qual è il rapporto tra i lati di un rettangolo in cui l'edificio risulta inscritto ?	1
C	Qual è il massimo valore di rientri o sporgenze espresso in % della dimensione totale dell'edificio nella corrispondente direzione?	2 3 %
D	I solai possono essere considerati infinitamente rigidi nel loro piano rispetto agli elementi verticali e sufficientemente resistenti?	SI <input checked="" type="radio"/> - NO <input type="radio"/>
E	Qual è la minima estensione verticale di un elemento resistente dell'edificio (quali telai o pareti) espressa in % dell'altezza dell'edificio ?	1 0 0 %
F	Quali sono le massime variazioni da un piano all'altro di massa e rigidità espresse in % della massa e della rigidità del piano contiguo con valori più elevati ?	0 %
G	Quali sono i massimi restringimenti della sezione orizzontale dell'edificio, in % alla dimensione corrispondente al primo piano ed a quella corrispondente al piano immediatamente sottostante. Nel calcolo può essere escluso l'ultimo piano di edifici di almeno quattro piani per il quale non sono previste limitazioni di restringimento.	0 % (p. 1°)
		1 0 % (p. T)
H	Sono presenti elementi non strutturali particolarmente vulnerabili o in grado di influire negativamente sulla risposta della struttura (es. tamponamenti rigidi distribuiti in modo irregolare in pianta o in elevazione, camini o parapetti di grandi dimensioni in muratura, controsoffitti pesanti) ?	SI <input checked="" type="radio"/> - NO <input type="radio"/>
I	Giudizio finale sulla regolarità dell'edificio, ottenuto in relazione alle risposte fornite dal punto A al punto H	SI <input type="radio"/> - NO <input checked="" type="radio"/>

21) Fattore di confidenza

A	Determinato secondo le tabelle dell'Appendice C.8.A alla Circolare	<input checked="" type="radio"/>	1 , 3 5
B	Determinato secondo la Direttiva PCM 12/10/07	<input type="radio"/>	.

N	Dettagli strutturali (muratura)	1) Limitate verifiche in-situ	<input checked="" type="checkbox"/>
		2) Estese ed esaustive verifiche in-situ	<input type="checkbox"/>
		3) Buona qualità del collegamento tra pareti verticali ?	SI <input checked="" type="checkbox"/> - NO <input type="checkbox"/>
		4) Buona qualità del collegamento tra orizzontamenti e pareti ?	SI <input type="checkbox"/> - NO <input checked="" type="checkbox"/>
		5) Presenza di cordoli di piano o di altri dispositivi di collegamento ?	SI <input type="checkbox"/> - NO <input checked="" type="checkbox"/>
		6) Esistenza di architravi strutturalmente efficienti al di sopra delle aperture?	SI <input type="checkbox"/> - NO <input checked="" type="checkbox"/>
		7) Presenza di elementi strutturalmente efficienti atti ad eliminare le spinte eventualmente presenti ?	SI <input type="checkbox"/> - NO <input checked="" type="checkbox"/>
		8) Presenza di elementi, anche non strutturali, ad elevata vulnerabilità ?	SI <input checked="" type="checkbox"/> - NO <input type="checkbox"/>
O	Proprietà dei materiali (muratura)	1) Limitate indagini in-situ	<input checked="" type="checkbox"/>
		2) Estese indagini in-situ	<input type="checkbox"/>
		3) Esaustive indagini in-situ	<input type="checkbox"/>
P	Edificio semplice	1) Rispondenza alla definizione ex-OPCM n. 3274/2003 all. 2 par. 11.5.10	SI <input type="checkbox"/> - NO <input checked="" type="checkbox"/>

23) Resistenza dei materiali (valori medi utilizzati nell'analisi)

		1	2	3	4	5	6	7	8
		Cls fondazione	Cls elevazione	Acciaio in barre	Acciaio profilati	Bulloni chiodi	Muratura 1	Muratura 2	Altro _ _ _ _
A	Resistenza a Compressione (N/mm ²)	_ <u>1</u> <u>6</u>	_ <u>1</u> <u>6</u>				_ _ , _	_ _ , _	_ _ _ _
B	Resistenza a Trazione (N/mm ²)	_ _ <u>1</u>	_ _ <u>1</u>	_ _ _	_ _ _	_ _ _ _	_ _ , _	_ , _ _	_ _ _ _
C	Resistenza a taglio (N/mm ²)	_ _ <u>2</u>	_ _ <u>2</u>				_ _ , _	_ , _ _	_ _ _ _
D	Modulo di elasticità Normale (GPa)	<u>2</u> <u>8</u> , <u>4</u>	<u>2</u> <u>8</u> , <u>4</u>	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ , _	_ _ , _	_ _ _ _
E	Modulo di elasticità Tangenziale (GPa)	<u>1</u> <u>2</u> , <u>9</u>	<u>1</u> <u>2</u> , <u>9</u>	_ _ _	_ _ _	_ _ _	_ _ , _	_ _ , _	_ _ _ _

24) Metodo di analisi

A	Analisi statica lineare	<input type="checkbox"/>	E	Fattore di struttura q = <u>1</u> , <u>5</u>
B	Analisi dinamica modale	<input type="checkbox"/>		
C	Analisi statica non lineare	<input checked="" type="checkbox"/>		
D	Analisi dinamica non lineare	<input type="checkbox"/>		

25) Modellazione della struttura

A	Due modelli piani separati, uno per ciascuna direzione principale, considerando l'eccentricità accidentale		<input type="checkbox"/>
B	Modello tridimensionale con combinazione dei valori massimi		<input checked="" type="checkbox"/>
C	Periodi fondamentali	Direzione X <u>0</u> , <u>0</u> <u>7</u>	Direzione Y <u>0</u> , <u>0</u> <u>6</u>
D	Masse partecipanti	Direzione X <u>8</u> <u>0</u> %	Direzione Y <u>6</u> <u>2</u> %

Rigidezza flessionale ed a taglio		1	2		3
		Non fessurata	Fessurata	con una riduzione del	determinata dal legame costitutivo utilizzato
E	Elementi trave	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	___ %	<input type="checkbox"/>
F	Elementi pilastro	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	___ %	<input type="checkbox"/>
G	Muratura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	___ %	<input type="checkbox"/>
H	Altro elem. 1 (specificare) PREFABBRICATO IN CA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	___ %	<input type="checkbox"/>
I	Altro elem. 2 (specificare)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	___ %	<input type="checkbox"/>

26) Risultati dell'analisi: Capacità in termini di accelerazione al suolo e periodo di ritorno per diversi SL

		Tipo di rottura								
		cemento armato, acciaio				Muratura				Tutti
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Primo collasso a taglio	Collasso di un nodo	Rotazione totale rispetto alla corda o verifiche a flessione o pressoflessione	Capacità limite del terreno di fondazione	Capacità limite fondazioni	Deformazione ultima nel piano	Resistenza fuori piano di un pannello	Resistenza nel piano di un pannello	Deformazione di danno i
A	PGA _{CLC}	___	___	___	___	___	___	___	___	
B	PGA _{CLV}	0.1200	___	___	___	___	___	___	___	
C	PGA _{CLD}									0.190
D	PGA _{CLO}									0.190
E	T _{RCLC}	___	___	___	___	___	___	___	___	
F	T _{RCLV}	___33	___	___	___	___	___	___	___	
G	T _{RCLD}									___33
H	T _{RCLD}									___33

27) Domanda: valori di riferimento delle accelerazioni e dei periodi di ritorno dell'azione sismica

Stato limite		Accelerazione (g)	T _{RD} (anni)
A	Stato limite di collasso (SLC)	PGA _{DLC} ___	T _{RDLC} ___
B	Stato limite di salvaguardia (SLV)	PGA _{DLV} 0.480	T _{RDLV} 7.2
C	Stato limite di danno (SLD)	PGA _{DLD} 0.270	T _{RDLD} 7.5
D	Stato limite di operatività (SLO)	PGA _{DLO} 0.886	T _{RDLO} 4.5

28) Indicatori di rischio

Stato limite		Rapporto fra le accelerazioni	Rapporto fra i periodi di ritorno elevato ad a
A	di collasso (α_{uc})	___ = (PGA _{CLC} /PGA _{DLC})	___ = (T _{RCLC} /T _{RDLC}) ^a
B	per la vita (α_{uv})	0.475 = (PGA _{CLV} /PGA _{DLV})	0.475 = (T _{RCLV} /T _{RDLV}) ^a
C	di inagibilità (α_{ed})	0.732 = (PGA _{CLD} /PGA _{DLD})	0.810 = (T _{RCLD} /T _{RDLD}) ^a
D	per l'operatività (α_{eo})	0.884 = (PGA _{CLO} /PGA _{DLO})	0.927 = (T _{RCLD} /T _{RDLO}) ^a

29) Previsione di massima di possibili interventi di miglioramento

A	Criticità che condizionano maggiormente la capacità	1 <input type="checkbox"/> fondazioni 2 <input type="checkbox"/> travi 3 <input checked="" type="checkbox"/> pilastri	4 <input checked="" type="checkbox"/> setti 5 <input type="checkbox"/> murature 6 <input type="checkbox"/> solai	7 <input type="checkbox"/> coperture 8 <input checked="" type="checkbox"/> scale 9 <input type="checkbox"/> altro
B	Interventi migliorativi prevedibili	1 <input type="checkbox"/> interventi in fondazione 2 <input checked="" type="checkbox"/> aumento resist./dutt. sezioni 3 <input checked="" type="checkbox"/> nodi/collegamenti telai	4 <input type="checkbox"/> aumento resistenza muri 5 <input type="checkbox"/> tiranti, cordoli, catene 6 <input type="checkbox"/> solai o coperture	7 <input type="checkbox"/> eliminazione spinte 8 <input checked="" type="checkbox"/> altro <u>INSERIMENTO NUOVI SETTI</u> 9 <input type="checkbox"/> altro
C	Stima dell'estensione degli interventi in relazione alla volumetria totale della struttura	Codice intervento 1 <u>2</u> <u>99</u> % percentuale volumetrica dell'edificio interessata Codice intervento 2 <u>3</u> <u>99</u> % percentuale volumetrica dell'edificio interessata Codice intervento 3 <u>8</u> <u>99</u> % percentuale volumetrica dell'edificio interessata		
D	Stima dell'incremento di capacità conseguibile con gli interventi	1 <input type="checkbox"/> SLC 2 <input type="checkbox"/> SLV 3 <input type="checkbox"/> SLD	Codice intervento 1 <u> </u> PGA1 <u>0.48</u> Codice intervento 2 <u> </u> PGA2 <u> </u> Codice intervento 3 <u> </u> PGA3 <u> </u>	approssimazione ± <u>0.05</u> g approssimazione ± <u> </u> g approssimazione ± <u> </u> g

REGIONE PIEMONTE
COMUNE DI GASSINO TORINESE (TO)

EDIFICIO ADIBITO A SCUOLA PRIMARIA "M.K. GANDHI"
sito in via Po, 12



ANALISI DI VULNERABILITA' SISMICA

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Gassino Torinese (TO)



SITEC Engineering s.r.l.

Via Federico Chabod, 44
11100 Aosta



Dasa-Rägister
EN ISO 9001:2008
IQ-1204-01

SISTEMA QUALITÀ CERTIFICATO SECONDO LA NORMA UNI EN ISO 9001:2008



REG A/2015/0111
Fondazione dei Registri svizzeri dei professionisti
nei rami dell'ingegneria, dell'architettura e dell'ambiente

IL TECNICO:
Ing. Corrado Trasino



SOMMARIO

1. PREMESSE	3
2. DESCRIZIONE FABBRICATO – STATO ATTUALE.....	3
3. CONCETTO DI VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA E VULNERABILITÀ SISMICA – METODO DI STUDIO	4
4. PARAMETRI SISMICI DELLA STRUTTURA.....	7
5. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	7
6. CONSISTENZA STRUTTURALE DEL FABBRICATO	9
6.1. Analisi storico-critica	9
6.2. Documentazione di archivio esaminata.....	9
6.3. Normativa vigente al tempo della costruzione.....	10
6.4. Rilievi Geometrico-Strutturali.....	12
6.5. Elementi strutturali portanti.....	16
6.6. Indagini e prove.....	20
6.6.1. Indagini anno 2016	21
6.6.2. Indagini anno 2018	33
6.7. Livelli di conoscenza e fattori di confidenza	35
6.8. Caratterizzazione meccanica dei materiali	35
6.8.1. Ferro di armatura	35
6.8.2. Calcestruzzo.....	35
6.9. Criticità riscontrate nel corso del sopralluogo.....	36
7. AZIONI DI PROGETTO	39
7.1. Pesi propri dei materiali strutturali (3.1.2 – 3.1.3).....	39
7.2. Carico neve qsk (3.4)	40
7.3. Azione del vento (3.3)	42
7.4. Sovraccarichi di esercizio (3.1.4)	43
7.5. Azioni sismiche	45
8. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA - FONDAZIONI	46
8.1. Assetto geologico e litostratigrafico di dettaglio.....	46
8.1.1. Assetto geologico di superficie	48
8.1.2. Assetto litostratigrafico - idrogeologico	48
8.2. Indagini geognostiche	49
9. CRITERI DI CALCOLO – VERIFICHE STRUTTURALI	52
9.1. Valutazione della Sicurezza – Stati Limite.....	52
9.2. Azione Sismica – Stati limite ultimi e di esercizio.....	53
10. MODELLAZIONE STRUTTURALE – VERIFICHE DI SICUREZZA	53
10.1. Codice di calcolo.....	54

10.1.1. Analisi statica.....	58
11. RISULTATI – CONCLUSIONI.....	60

ALLEGATI

- All 1: Report prove eseguite da 4M sui calcestruzzi (anno 2016)
- All 2: Report prove eseguite da 4M sui ferri di armatura (anno 2016)
- All 3: Report prove di carico dei solai eseguite da 4M (anno 2016)
- All 4: Tabelle delle prove sclerometriche (anno 2018)
- All 5: Analisi statica non lineare con codice di calcolo 3Muri STADATA

DATA	0	28/02/2018	ELAB. N°	REL
REVISIONI N°.	1			
	2			
	3			
	4			
NOME FILE	S152-2 Gandhi REL VULN SISM.docx			
Redatto: Ing. Luca Pan	Visto: Ing. Corrado Trasino		Approvato: Ing. Corrado Trasino	

1. PREMESSE

Scopo del presente studio è la valutazione del **livello di vulnerabilità sismica**, ai sensi delle vigenti disposizioni e della normativa cogente, dell'edificio che ospita la **Scuola Primaria M. K. Gandhi**, sita in Via Po, 12 nel **Comune di Gassino Torinese (TO)**.



La presente è altresì finalizzata alla compilazione della “Scheda di sintesi della verifica sismica di edifici strategici ai fini della protezione civile o rilevanti in caso di collasso a seguito di evento sismico” (Ordinanza n. 3274/2003 – Articolo 2, commi 3 e 4, D.M.14/1/2008).

2. DESCRIZIONE FABBRICATO – STATO ATTUALE

L'edificio è formato da un unico corpo di fabbrica con un piano seminterrato e due piani fuori terra (piano terra e piano primo). I vari piani sono collegati tramite un vano scala composto da due rampe con pianerottolo intermedio.

La struttura risulta isolata rispetto agli edifici adiacenti e realizzato su di un appezzamento di terreno pianeggiante, con medesima quota sui 4 lati.

Il **piano seminterrato** ospita la palestra con relativi spogliatoi, un locale polivalente oltre a vari locali tecnici e servizi igienici. L'altezza media dei locali è pari a 3,35 metri. La superficie del piano è pari a 935,00 m².

Al **piano terra** gli spazi sono occupati per lo più da aule e mensa, oltre ai servizi igienici ed agli spazi riservati al personale dell'istituto. L'ingresso è accessibile tramite il porticato sul lato Sud-Ovest. L'altezza dei locali è pari a 2,85 metri, mentre la superficie coperta a questo livello è pari a 930,00 m² escluso il porticato d'ingresso.

Al **piano primo** le aule e i servizi igienici occupano la maggior parte degli spazi oltre

al precedentemente citato atrio ed altri locali destinati all'insegnamento quali la biblioteca e le aule d'informatica. Anche su questo livello, l'altezza interna esistente è pari a 2,85 metri, mentre la superficie del piano che copre anche il porticato sottostante è pari a 1.000,00 m².



Il volume complessivo della struttura è pari a circa 12.150,00 m³.

La copertura, realizzata a falde, raggiunge una quota al colmo pari a 9,30 metri rispetto al piano di campagna.

3. CONCETTO DI VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA E VULNERABILITÀ SISMICA – METODO DI STUDIO

Per valutazione della **sicurezza** si intende un procedimento quantitativo volto a:

- stabilire se una struttura esistente è in grado o meno di resistere alle combinazioni delle azioni previste dalle disposizioni vigenti;
- determinare l'entità massima delle azioni, considerate nelle combinazioni di carico previste, che la struttura è capace di sostenere con i margini di sicurezza richiesti dalle NTC, definiti dai coefficienti parziali di sicurezza sulle azioni e sui materiali.

Analizzare la **vulnerabilità** sismica di una costruzione significa valutare quale sia la sua propensione a subire danni in conseguenza delle sollecitazioni indotte dal terremoto. È questa una definizione semplice ed intuitiva che rende il senso dei fattori e delle relazioni che intervengono nel fenomeno che si intende qualificare, ma in termini più tecnici è più appropriato citare la definizione data da Sandi (1986) che definisce la vulnerabilità sismica di un edificio come un suo carattere comportamentale descritto attraverso una legge causa- effetto in cui la causa è il terremoto e l'effetto è il danno.

La valutazione della vulnerabilità sismica degli edifici esistenti si traduce

essenzialmente nella determinazione della capacità resistente che le strutture sono in grado di esibire se soggette ad azioni orizzontali quali quelle sismiche.

In particolare a differenza della nuova progettazione in calcestruzzo armato, in cui è obbligatorio garantire un adeguato livello di duttilità ed il rispetto della gerarchia delle resistenze, per gli edifici esistenti in muratura ordinaria, per i quali non sono assicurate queste caratteristiche strutturali, lo studio del comportamento anelastico risulta indispensabile per conoscere il livello di sicurezza e soprattutto per individuare gli eventuali deficit strutturali.

La valutazione della vulnerabilità degli elementi strutturali comporta:

- la **conoscenza** del manufatto: indagini in situ distruttive e non distruttive,
- la **valutazione** della capacità degli elementi strutturali,
- la **verifica** della duttilità, intesa come la capacità di mantenere un buon lavoro della resistenza anche dopo il superamento della soglia elastica e si esprime mediante il rapporto tra la deformazione al collasso e la deformazione all'atto dello snervamento.

Negli edifici esistenti le situazioni concrete riscontrabili sono le più diverse ed è quindi impossibile prevedere regole specifiche e dettagliate per tutti i casi.

Gli edifici esistenti si distinguono da quelli di nuova progettazione:

- perché il progetto:
 - riflette le conoscenze al tempo della loro costruzione,
 - può contenere difetti di impostazione concettuale e di realizzazione i cui effetti non sono manifesti,
- possono essere insiti e non palesi difetti di impostazione e di realizzazione,
- possono essere stati soggetti a terremoti passati o ad altre azioni (accidentali, degrado, eventi eccezionali, ...) i cui effetti non sono manifesti,
- la valutazione della sicurezza ed il progetto degli interventi sono normalmente affetti da un grado di incertezza diverso da quello degli edifici di nuova progettazione,

e pertanto la valutazione della sicurezza su costruzioni esistenti deve tenere conto dei citati aspetti.

Nel corso dello studio verranno impiegati

- metodi di analisi e di verifica **dipendenti dalla completezza e dall'affidabilità dell'informazione disponibile**
- di adeguati "**fattori di confidenza**", che modificano i parametri di capacità in funzione del livello di conoscenza relativo a geometria, dettagli costruttivi e materiali

Le procedure per la conoscenza dell'organismo edilizio in esame passano attraverso almeno ai seguenti passi:

- **analisi storico-critica:**

- ricostruire il processo di realizzazione,
- ricostruire le modificazioni subite,
- individuare gli eventi che hanno interessato la costruzione;
- **rilievo:**
 - geometrico,
 - strutturale,
 - dei dissesti
 - dei meccanismi di danno;
- **caratterizzazione meccanica** dei materiali, sulla base della documentazione disponibile, verifiche in situ e indagini sperimentali (nel caso in cui vengano effettuate prove sulla struttura, il requisito indispensabile per poter utilizzare fattori di confidenza alti, è, oltre ovviamente all'attendibilità, che siano eseguite in numero **statisticamente significativo**.);
- **definizione dei livelli di conoscenza e fattori di confidenza:** il livello di conoscenza e i correlati fattori di confidenza da utilizzare come ulteriori coefficienti parziali.

Nella definizione dei modelli strutturali, occorre tenere conto che:

- la geometria e i dettagli costruttivi sono definiti e la loro conoscenza dipende solo dalla documentazione disponibile e dal livello di approfondimento delle indagini conoscitive;
- la conoscenza delle proprietà meccaniche dei materiali non risente delle incertezze legate alla produzione e posa in opera ma solo della omogeneità dei materiali stessi all'interno della costruzione, del livello di approfondimento delle indagini conoscitive e dell'affidabilità delle stesse;
- i carichi permanenti sono definiti e la loro conoscenza dipende dal livello di approfondimento delle indagini conoscitive.

I metodi di analisi statica non lineare o “pushover” riescono a cogliere i cambiamenti nella risposta strutturale che si verificano via via che i singoli elementi si plasticizzano e vengono quindi utilizzate come metodo di valutazione della capacità di duttilità degli edifici esistenti.

Il metodo consiste nell'applicare ad un modello della struttura i carichi gravitazionali e, per la direzione considerata dell'azione sismica un sistema di forze orizzontali distribuite (con distribuzione lineare o costante sull'altezza), ed aventi come risultante alla base il taglio F .

Tali forze sono scalate in modo da far crescere monotonamente, sia in direzione positiva che negativa e fino al raggiungimento delle condizioni di collasso locale e globale, lo spostamento orizzontale di un punto di controllo coincidente con il centro di massa dell'ultimo livello della costruzione.

Con questa metodologia di analisi si riesce a descrivere la risposta della struttura alle azioni orizzontali, e quindi l'evoluzione del suo danneggiamento, in funzione dello spostamento del nodo di controllo.

Dall'analisi si ottiene quindi la curva di capacità Forza/Spostamento della struttura. Tale curva viene poi linearizzata e confrontata con una domanda rappresentata dallo spettro di risposta elastico in spostamento. L'analisi statica non lineare si eseguirà per entrambe le direzioni principali e per ciascuna direzione secondo i due versi di applicazione delle forze orizzontali.

I risultati dell'analisi saranno quindi la "fotografia" del comportamento strutturale dell'edificio in risposta alle sollecitazioni previste dalle disposizioni vigenti e permetteranno alla Pubblica Amministrazione di pianificare le politiche di intervento sul proprio patrimonio immobiliare.

In ultimo, la valutazione della sicurezza deve permettere di stabilire se:

- l'uso della costruzione possa continuare senza interventi;
- l'uso debba essere modificato (declassamento, cambio di destinazione e/o imposizione di limitazioni e/o cautele nell'uso);
- sia necessario procedere ad aumentare o ripristinare la capacità portante.

4. PARAMETRI SISMICI DELLA STRUTTURA

In conformità alle vigenti disposizioni normative, in particolare le *NTC2008 "Testo Unico: Norme Tecniche per le Costruzioni del 14/01/2008"* la struttura in oggetto è caratterizzata dai seguenti parametri

- Ubicazione Comune di Gassino Torinese (TO)
- Quota altimetrica 250 s.l.m.
- Zona sismica 4
Pericolosità sismica molto bassa
classificazione ex D.G.R. Piemonte n. 65-7656
del 21 Maggio 2014
- a_{gMax} (SLV) 0,480
- Longitudine $7^{\circ},822936$
- Latitudine $45^{\circ},131534$
- Tipologia costruzione 2 (art. 2.4.1 NTC)
- Vita Nominale $V_n \geq 50$ anni
- Classe d'uso III costruzione con affollamenti significativi
(art. 2.4.2 NTC)
- Categoria topografica T1
- Coefficiente c_u 1.5
- H massima fuori terra 12,50 m

5. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- **Norme Tecniche per le Costruzioni** – DM 14/01/2008 (G.U. n°29 del

04/02/2008) - Min Infrastrutture e Trasporti

- **Circolare n°617 del 2/02/2009** - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 14/1/2008 - Ministero Infrastrutture e Trasporti
- **Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri. 3274/2003** "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"
- **Circolare sullo stato delle verifiche sismiche** previste dall'OPCM 3274/2003 e programmi futuri (21/04/2010)
- **Chiarimenti alla circolare del Capo Dipartimento** prot. n. DPC/SISM/21471 del 21.04.2010 sullo stato delle verifiche sismiche previste dall'OPCM 3274/2003 e programmi futuri (04/10/2010)
- **Chiarimenti sugli esiti delle verifiche sismiche** condotte in ottemperanza nell'art. 2, comma 3 dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274/2003 del 23 marzo 2003 (04/11/2010)
- **Linee guida per la valutazione del calcestruzzo in opera** - Settembre 2017 - C.S.LL.PP. Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici Servizio Tecnico Centrale.
- **Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture**
 - UNI EN 1991-1-1:2004 Parte 1-1: Azioni in generale - Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici
 - UNI EN 1991-1-2:2004 Parte 1-2: Azioni in generale - Azioni sulle strutture esposte al fuoco
 - UNI EN 1991-1-3:2004 Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve
 - UNI EN 1991-1-4:2005 Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento
 - UNI EN 1991-1-5:2004 Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche
 - UNI EN 1991-1-6:2005 Parte 1-6: Azioni in generale - Azioni durante la costruzione
 - UNI EN 1991-1-7:2006 Parte 1-7: Azioni in generale - Azioni eccezionali
- **CNR-DT 212/2013** Consiglio Nazionale delle Ricerche commissione di studio per la predisposizione e l'analisi di norme tecniche relative alle costruzioni - Istruzioni per la Valutazione Affidabilistica della Sicurezza Sismica di Edifici Esistenti
- **Dipartimento Protezione Civile - ReLUIS** - Linee guida per riparazione e rafforzamento di elementi strutturali, tamponature e partizioni

6. CONSISTENZA STRUTTURALE DEL FABBRICATO

6.1. Analisi storico-critica

L'edificio è stato costruito nel 1978 dalla ditta "Andrea Marietta – Prefabbricati" di Balanghero (TO); il progetto strutturale è a firma del Dott. Ing. Piero Palumbo.

Il complesso, originariamente a forma di "H", è stato oggetto di un intervento di **modifica della copertura e delle partizioni esterne** volto a recuperare superficie calpestabile interna al piano primo.

L'intervento ha previsto il prolungamento della falda, la chiusura dello spazio a cielo tramite controsoffitto ordito tra gli sporti del tetto originario e la formazione di muratura esterna a filo con la facciata Sud-Ovest; ciò risulta evidente dalla ortofoto, nella quale si nota facilmente l'asimmetria della copertura.



A seguito delle indagini conoscitive, si è riscontrata comunque una buona corrispondenza tra situazione attuale e previsioni progettuali.

6.2. Documentazione di archivio esaminata

Del presente edificio è stato possibile reperire, presso le sedi comunali di Gassino Torinese, parte del progetto originale dell'opera. In particolare si dispone della "Relazione tecnica generale sul sistema costruttivo – sui criteri di progettazione – sugli impianti".

Tale relazione evidenzia un organismo strutturale di tipo prefabbricato sia per le strutture orizzontali sia per quelle in elevazione.

Inoltre, è stato possibile reperire documentazione relativa alla realizzazione delle scale antincendio esterne e nello specifico la denuncia delle opere in c.a. e la relazione illustrativa.

Nell'anno 2016, è stato condotto uno studio al fine di consentire alla Pubblica Amministrazione del Comune di Gassino Torinese di sviluppare un programma di monitoraggio e di identificazione delle situazioni di vulnerabilità degli elementi strutturali e non strutturali di solai e controsoffitti con riferimento ad immobili pubblici adibiti ad uso scolastico.

Tali indagini rientravano all'interno della "Procedura pubblica nazionale per l'erogazione di contributi per indagini diagnostiche dei solai degli edifici scolastici

pubblici” indetta dal MIUR (A00DGEFID. REGISTRO UFFICIALE(U).0012812 15.10.2015) in esecuzione del decreto del Ministero dell’istruzione, dell’università e della ricerca del 07 agosto 2015, prot.n.594 e del decreto del Direttore generale 15/10/2015 prot.n. 38.

Sono stati consultati i documenti relativi a tali indagini e più in particolare:

- Gan_Doc_001 Relazione conclusiva sulla corretta esecuzione e sugli esiti delle indagini diagnostiche
- Gan_All_001 Scheda per il rilievo della vulnerabilità di elementi non strutturali negli edifici scolastici
- Gan_All_002 Prove sperimentali strutturali

Nella presente relazione vengono riportati stralci dei documenti sopra citati.

6.3. Normativa vigente al tempo della costruzione

In riferimento alla normativa che individua le Norme tecniche cui devono attenersi le costruzioni, in particolar modo per quanto riguarda la definizione dei carichi e dei sovraccarichi e della zonizzazione sismica e delle relative azioni da prendere in conto in fase di dimensionamento degli elementi strutturali, si individuano le seguenti disposizioni:

- L. 25 novembre 1962 n.1684 (G.U. 22 dicembre 1962 n.326) Provvedimenti per l'edilizia, con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- C.M.LL.PP. 6 novembre 1967 n.3797 (G.U. 22 dicembre 1962 n.326) Istruzioni per il progetto, esecuzione e collaudo delle fondazioni.
- C.M.LL.PP. 11 agosto 1969 n.6090 Norme per la progettazione, il calcolo e il collaudo di costruzioni con strutture prefabbricate in zone asismiche e sismiche.
- **D.M. 30 maggio 1972 Norme tecniche alle quali devono uniformarsi le costruzioni in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.**
- L. 2 febbraio 1974 n. 64 (G.U. 21 marzo 1974 n.76) Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- Circolare 14 febbraio 1974 n. 11951 Norme per la disciplina delle opere in c.a., normale e precompresso ed a struttura metallica.
- D.M. 30 maggio 1974 Norme tecniche per la esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per strutture metalliche.
- Circolare 25 gennaio 1975 n. 13229 Impiego di materiali con elevate caratteristiche di resistenza per cemento armato normale e precompresso.
- D.M. 03 marzo 1975 n.40 (G.U. 08 aprile 1975 n.93) Approvazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.
- D.M. 18 dicembre 1975 (G.U. 02 febbraio 1976 n.29) Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica, da osservarsi nella esecuzione di opere di

edilizia scolastica.

- D.M. 16 giugno 1976 Norme per la disciplina delle opere in c.a., normale e precompresso ed a struttura metallica.
- L. 26 aprile 1976 n. 176 (G.U. 07 maggio 1976) Norme per l'istituzione del servizio sismico e disposizioni inerenti ai movimenti sismici del 1971, del Novembre e Dicembre 1972, del Dicembre 1974 e del Gennaio 1975, in comuni della provincia di Perugia.

Facendo riferimento a tali normative, le caratteristiche costruttive e le resistenze dei materiali impegnati sono state assunte come segue:

CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO NELLE DIVERSE NORMATIVE						
Normativa	Resistenza		Compr. $\sigma_{amm}/\sigma_{max}$	Flessione $\sigma_{amm}/\sigma_{max}$	Taglio	
		[kg/cm ²]			τ_{c0}/σ_{max}	τ_{c1}/σ_{max}
R.D. 2229/39	Normale	>120	29,2%	33,3%	3,3%	11,7%
	Alta res.	>160	28,1%	31,3%	3,8%	10%
	Contr. in cant.	180-225	33,3%	33,3%	2,7%	7,1%
D.M. 30/05/72	Val.caratt.	150-500	20-28%	29-40%	2,6-1,7%	9,3-48%
D.M. 26/03/80	"	"	"	"	"	"
D.M. 09/01/96	"	"	"	"	"	"

CARATTERISTICHE DELL'ACCIAIO NELLE DIVERSE NORMATIVE					
Normativa		Resistenza [kg/cm ²]		$\sigma_{amm}/\sigma_{max}$	Allungamento a rottura
		Rottura	Snervamento		
R.D. 2229/39	Dolce	4200-4500	>2300	28-33%	20%
	Semiduro	5000-6000	>2700	33-40%	16%
	Duro	6000-7000	>3100	29-40%	14%
D.M. 30/05/72	Barre lisce	3400-5000	2300-3200	35-32%	24-23
	Barre ader.migl.	4600-5500	3800-4400	48-40%	14-12
D.M. 26/03/80		"	"	"	"
D.M. 09/01/96		"	"	"	"

DATI DI PROGETTO E VERIFICA PER GLI ELEMENTI TRAVE					
Normativa	Arm.longit.	Arm.trasversale	Verifiche	Copriferro	Interferro
R.D. 2229/39		50% taglio staffe 50% taglio piegati	n=6,8,10 Metodo T.A.	2 cm	min(2cm,Φ)
D.M. 30/05/72	Af=0,25%Asez (barre lisce) Af=0,15%Asez (barre A.M.)		n=10,15 Metodo T.A. Calcolo a rottura	2-4 cm	min(2cm,Φ)
D.M. 26/03/80	"	A _{staffe} =3cm ² /m p _{st} <0,8(alt.utile) p _{st} <12Φmin(appoggi)	n=15 Metodo T.A.	"	"
D.M. 09/01/96	"	"	"	"	"

DATI DI PROGETTO E VERIFICA PER GLI ELEMENTI PILASTRO					
Normativa	Arm.longit.	Arm.trasversale	Verifiche	Copriferro	Interferro
R.D. 2229/39	0,8% fino a 2000 cm ² 0,5% oltre 8000 cm ²	p _{st} =min(0,5Lmin; 10Φmin)	n=6,8,10 Metodo T.A.	2 cm	min(2cm,Φ)
D.M. 30/05/72	0,6-5% A _{cls} s.n. 0,3% A _{eff} Φ _{min} =12mm	p _{st} =min(15Φmin; 25cm) Φmin=6mm	n=10,15 Metodo T.A. Calcolo a rottura	2-4 cm	min(2cm,Φ)
D.M. 26/03/80	>0,8% A _{cls} s.n. 0,3-6% A _{eff} Φ _{min} =12mm	p _{st} =min(15Φmin; 25cm) Φmin=6mm	n=15 Metodo T.A.	"	"
D.M. 09/01/96	"	"	"	"	"

6.4. Rilievi Geometrico-Strutturali

Al fine di verificare la presenza degli elementi strutturali presenti nella scuola, sono stati effettuati vari sopralluoghi durante i quali tramite sia ispezioni visive che test mirati, sono state rilevati le geometrie e le composizioni degli elementi strutturali principali, da cui si sono estrapolati i dati al fine di comprendere e redigere lo schema strutturale complessivo dell'edificio.

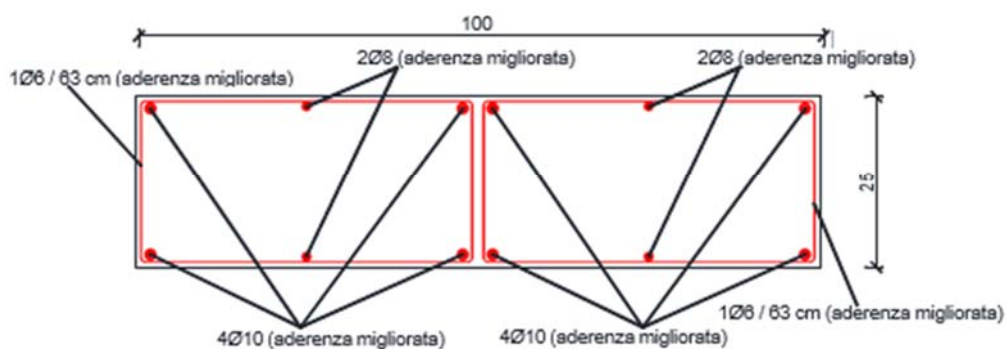
Nel corso delle indagini eseguite nel 2016, sono stati eseguite indagini magnetoscopiche e sondaggi strutturali, di cui vengono di seguito riportati i risultati; per la loro ubicazione vedere gli schemi di par. 6.6.

Sondaggio S1 – pilastro palestra piano seminterrato

Indagine magnetoscopica e sondaggio diretto ad altezza uomo:

- armatura verticale: 8 Ø 10 + 4 Ø 8 ad aderenza migliorata;

- armatura orizzontale: n° 1 \varnothing 6 / 63 cm ad aderenza migliorata.

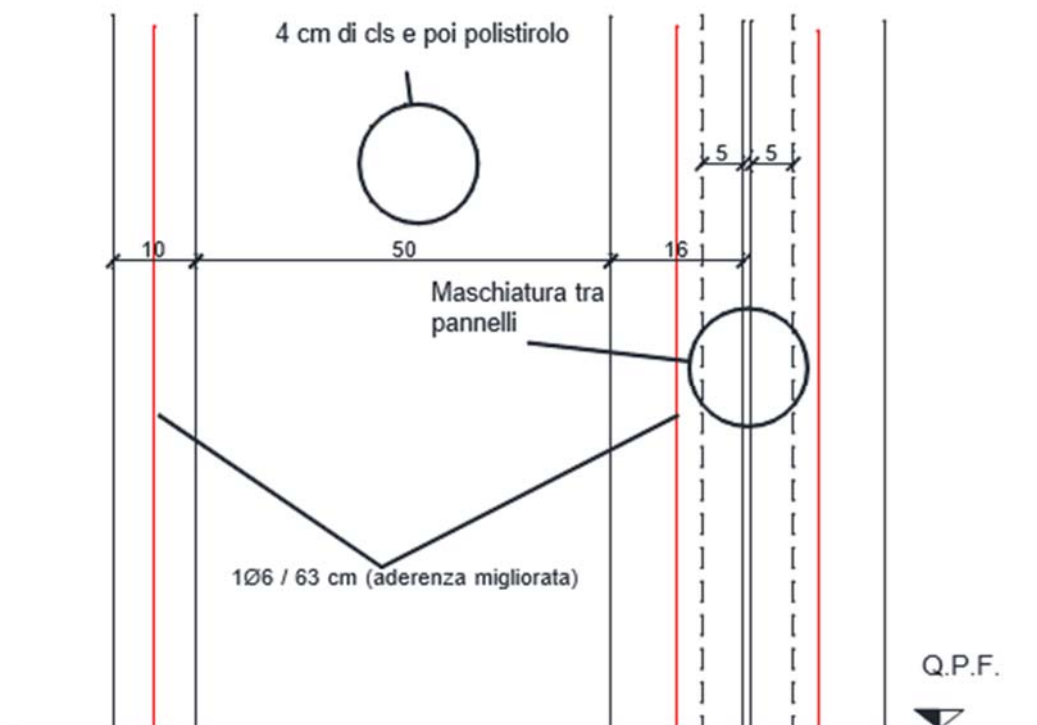


Il sondaggio nel pilastro

Sondaggio S2 – pannello prefabbricato piano seminterrato

Indagine magnetoscopica e sondaggio diretto ad altezza uomo:

- armatura verticale: 1 \varnothing 6 / 63 cm ad aderenza migliorata;
- armatura orizzontale: non rilevata.

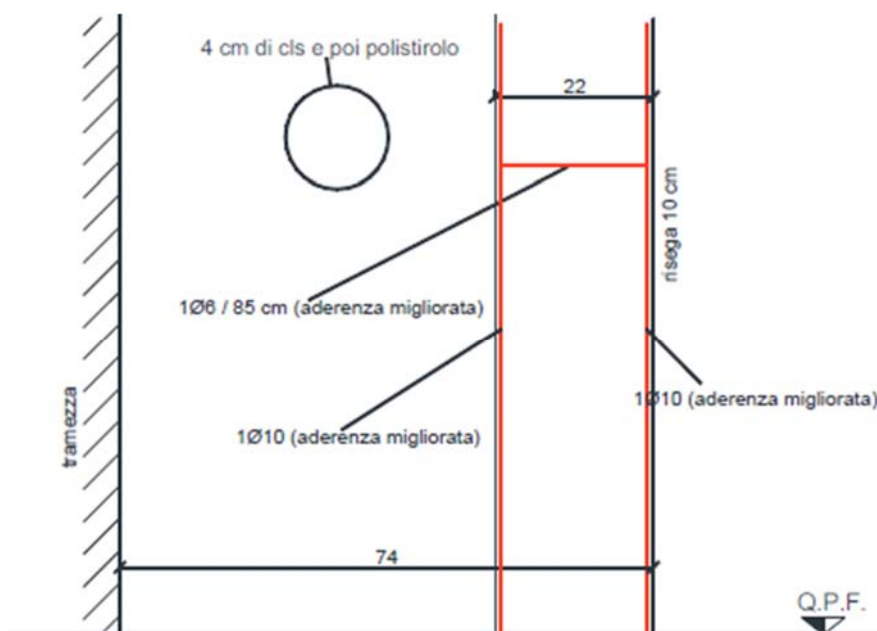


Il sondaggio nel pannello

Sondaggio S3 – pannello prefabbricato piano terreno

Indagine magnetoscopica e sondaggio diretto ad altezza uomo:

- armatura verticale: 1 Ø 10 + 1 Ø 12 cm ad adherenza migliorata;
- armatura orizzontale: 1 Ø 6 / 85 cm ad adherenza migliorata.



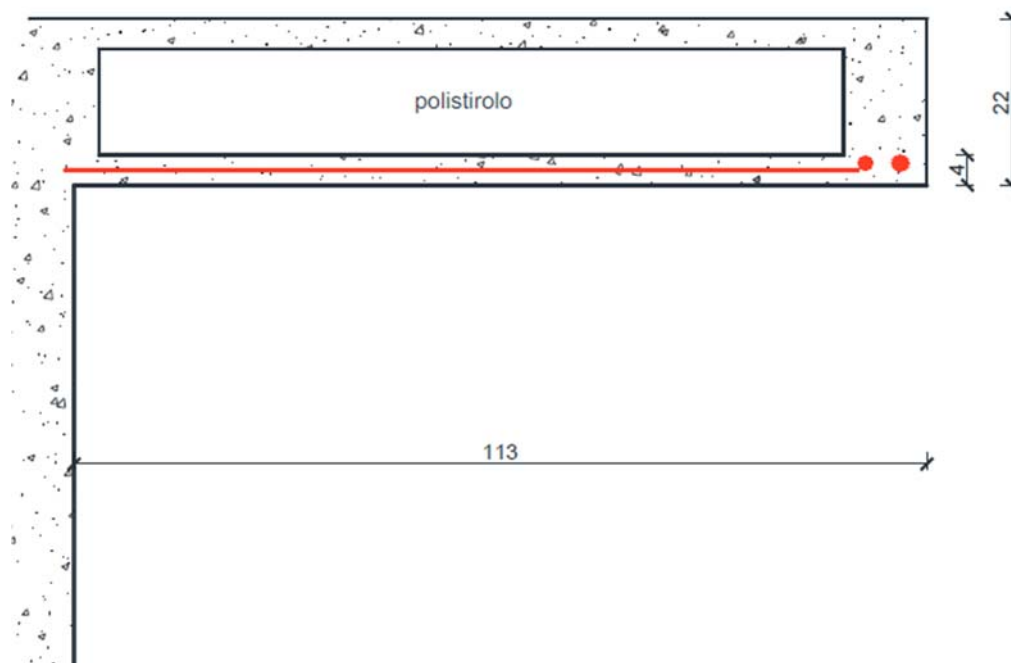
Il sondaggio nel pannello

Sondaggio S4 – cornicione facciata lato sud

Indagine magnetoscopica e sondaggio diretto:

- travetto in c.a. interasse 50 cm con base pari a 10 cm armato con 1 Ø 10 ad adherenza migliorata;
- cordolo su estremità sbalzo con base pari a 11 cm armato con 1 Ø 10 + 1 Ø 14 cm ad adherenza migliorata.

Nota: il cornicione è parte integrante del pannello di facciata.



Il sondaggio nel cornicione

6.5. Elementi strutturali portanti

Strutturalmente l'edificio si presenta come un unico corpo di fabbrica, con due ali laterali ed un corpo centrale che collega i due. Tutta la struttura si eleva dal piano seminterrato sino a raggiungere il primo piano.

Lo schema strutturale risulta omogeneo per tutto l'edificio ed è realizzato prevalentemente da elementi portanti verticali costituiti da pannelli prefabbricati in c.a. su cui poggiano solai di due tipologie a seconda del livello, come meglio di seguito esplicitato.

Sono presenti, inoltre, elementi quali pilastri in c.a. a sostegno del porticato d'ingresso e travi ribassate ai vari livelli.

Nello specifico, per ogni piano, gli elementi strutturali sono stati così individuati:

Al piano seminterrato:

- **Elementi verticali:**

- Murature perimetrali (dimensioni variabili da 42 a 50 cm) e interne (30 cm) con sistema a pannelli prefabbricati;
- Cerchiature delle aperture del locale aula magna con doppia cornice interno/esterno in profilati in acciaio HEA 140;
- Pilastrini in c.a. (30x100 cm) nella palestra.

- **Elementi orizzontali:**

- Travi ribassate ($b = 30$ cm) di 55 cm (h) rispetto all'intradosso del solaio nella palestra;
- Solaio tipo "tegolo prefabbricato nervato a tre costole" con interasse 100 cm e luce netta variabile;
- Profilati in acciaio HEA 140 orizzontali per cerchiature aperture nel locale polivalente.



Vista solaio a tre costole



Particolare cerchiature con profilati in acciaio

Al piano terra:

- **Elementi verticali:**

- Murature perimetrali (34 cm) ed interne (34 cm) con sistema a pannelli prefabbricati;
- Profilati in acciaio HEB 260 verticali per cerchiature aperture nel refettorio;
- Pilastrini in c.a. (50x50 cm) nel porticato.

- **Elementi orizzontali:**

- Profilati in acciaio HEB 260 orizzontali per cerchiature aperture nel refettorio;
- Solaio tipo “tegolo prefabbricato con nervature semicircolari” con interasse pari a 60 cm e luce netta variabile;
- Trave in spessore (b= 45 cm) nel porticato;
- Trave ribassata (b= 45 cm) tra aule e in spazi aperti.



Vista solaio con nervature semicircolari



Particolare profilati in acciaio nella mensa

Al piano primo:

- **Elementi verticali:**

- Murature perimetrali (34 cm) ed interne (34 cm) con sistema a pannelli prefabbricati;
- Pilastri in c.a. (50x50 cm) sovrastanti il porticato.

- **Elementi orizzontali:**

- Solaio tipo “tegolo prefabbricato con nervature semicircolari” con interasse pari a 60 cm e luce netta variabile;
- Trave ribassata tra aule (b= 18 cm) e in spazi aperti (b= 40 cm);
- Assi di legno nella zona dell’atrio centrale derivanti dall’ampliamento, residuali della copertura originaria.



Vista complessiva atrio centrale



Particolare assi di legno sopra controsoffitto

6.6. Indagini e prove

Al fine di investigare la natura e la consistenza delle strutture, sono state compiute indagini non distruttive, volte a valutare le dimensioni geometriche degli elementi portanti, il loro stato di consistenza, gli schemi strutturali del complesso edilizio e la caratterizzazione della resistenza dei materiali.

Per la caratterizzazione dei materiali, si è operato come segue:

1. sono stati acquisiti i dati della campagna relativa alle “Indagini diagnostiche strutturali e non strutturali dei solai degli edifici scolastici pubblici” svolte nell’ottobre 2016,
2. sono stati integrati i suddetti dati con battitura manuale per investigare le tipologie di murature, rilievi dimensionali e prove sclerometriche,

il tutto come descritto nei paragrafi successivi.

6.6.1. Indagini anno 2016

Nell’anno 2016, è stato condotto uno studio al fine di consentire alla Pubblica Amministrazione del Comune di Gassino Torinese di sviluppare un programma di monitoraggio e di identificazione delle situazioni di vulnerabilità degli elementi strutturali e non strutturali di solai e controsoffitti con riferimento ad immobili pubblici adibiti ad uso scolastico.

Tali indagini rientravano all’interno della “Procedura pubblica nazionale per l’erogazione di contributi per indagini diagnostiche dei solai degli edifici scolastici pubblici” indetta dal MIUR (A00DGEFID. REGISTRO UFFICIALE(U).0012812 15.10.2015) in esecuzione del decreto del Ministero dell’istruzione, dell’università e della ricerca del 07 agosto 2015, prot.n.594 e del decreto del Direttore generale 15/10/2015 prot.n. 38.

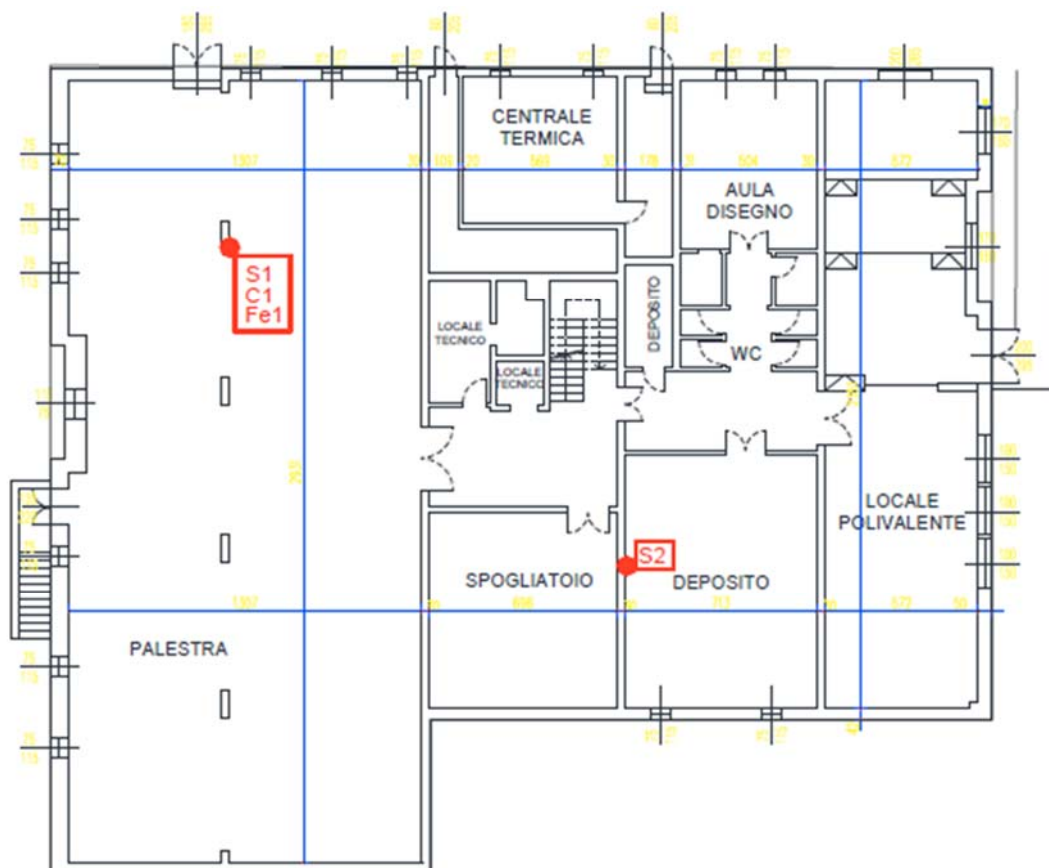
Gli esami hanno riguardato, per quanto riguarda la parte prettamente strutturale, l’esecuzione delle seguenti prove:

- indagini strutturali con rilievo diretto delle armature.....n. 4
- prove di trazione in laboratorio su barre in acciaio.....n. 2

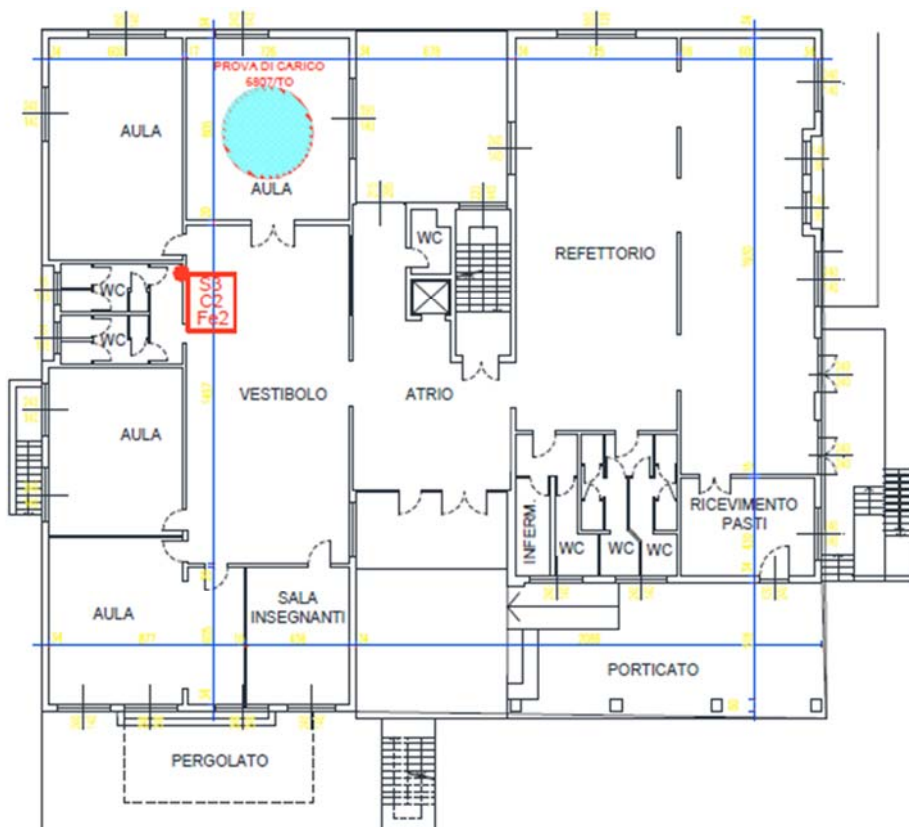
- prelievo su provini in cls.....n. 3
- prove di compressione su provini in clsn. 3

- prove di carico su solaion. 2

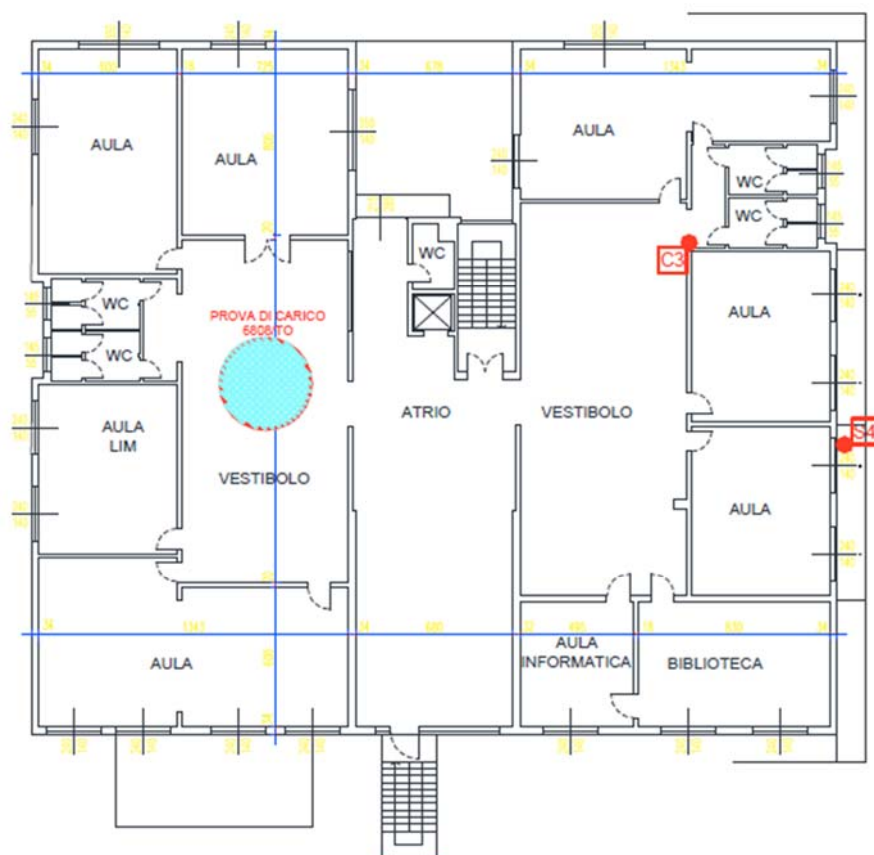
Si riportano di seguito stralci delle risultanze delle prove sopra elencate.



Pianta piano seminterrato con l'ubicazione delle prove



Pianta piano terra con l'ubicazione delle prove



Pianta piano primo con l'ubicazione delle prove

LEGENDA

S = sondaggio strutturale

C = prelievo provino in calcestruzzo

Fe = prelievo barra di armatura

NOTA BENE 1: nei disegni riportati nella pagina presente e precedenti l'ubicazione delle indagini sui pilastri è riportata nella planimetria del piano a cui sono state effettivamente eseguite, mentre le indagini su travi e solai sono riportate sulla planimetria del piano sottostante come proiezioni a soffitto.

NOTA BENE 2: nei disegni riportati nella pagina presente e precedenti l'ubicazione delle prove di carico è riportata al piano di calpestio in cui è stato effettivamente applicato il carico.

Rilievo diretto delle armature – Prelievo barre d'armatura e prove di trazione

L'obiettivo del prelievo di campioni di ferro d'armatura è l'esecuzione dei successivi test al fine di determinare i valori di snervamento e di rottura, nonché dell'allungamento % a rottura di barre di acciaio per conglomerati cementizi armati

Sono stati eseguiti n° 2 prelievi di barre d'armatura per la valutazione della resistenza meccanica a trazione:

- Fe1: 1 Ø 10 ad aderenza migliorata, prelevato da un pilastro al piano interrato;

- Fe2: 1 Ø 10 ad aderenza migliorata, prelevato prelievo da un pannello prefabbricato al piano terreno.

Gli spezzoni sono stati sottoposti a prova per la determinazione della resistenza meccanica a trazione secondo la norma UNI EN 15630:2010; i valori restituiti sono i seguenti:

Sigla barra	Elemento	Tensione di snervamento [N/mm²]	Tensione di rottura [N/mm²]
Fe1	Pilastro palestra piano interrato	500,7	768,1
Fe2	Pannello prefabbricato piano terreno	505,4	759,3

Prelievo provini cilindrici in cls e prove di compressione

Lo scopo di questa tipologia di indagine è quello di fornire al laboratorio incaricato il provino da sottoporre a prova di compressione per determinare la resistenza cilindrica.

Sono stati eseguiti tramite una carotatrice n° 3 estrazioni di provini cilindrici nelle seguenti posizioni:

- C1: pilastro palestra piano interrato;
- C2: pannello prefabbricato piano terreno;
- C3: pannello prefabbricato piano primo.

Le carote sono state sottoposte a prova per la determinazione della resistenza meccanica a compressione secondo le norme UNI EN 12504-1 e UNI EN 12390-3; i valori restituiti sono i seguenti:

Sigla carota	Elemento	Carbonatazione	Resistenza a compressione [N/mm²]
C1	Pilastro palestra piano interrato	3,5 cm	29,3
C2	Pannello prefabbricato piano terreno	3,0 cm	25,3
C3	Pannello prefabbricato piano primo	2,5 cm	28,2

Prove di carico sui solai

Descrizione della strumentazione: Collaudatore GS04

Le rilevazioni delle frecce e della forza applicata sono state eseguite con l'attrezzatura denominata "Collaudatore GS04" costituita da:

- unità computerizzata di registrazione delle deformazioni e forze GS04 matr. 040;
- trasduttori di spostamento LVDT Schaevitz serie E;
- cella di carico bidirezionale AEP Transducers;
- personal computer con software d'elaborazione 4 Emme Service S.p.A.;
- centralina oleodinamica di comando;
- uno o più pistoni oleodinamici per l'applicazione del carico.

Cella di carico

La cella di carico AEP Trasnducers modello TCQ 200 kN matricola 510000, collegata al display numerico del computer attraverso il "Collaudatore GS04", è uno strumento a funzionamento estensimetrico che consente di rilevare il valore della forza applicata.

La cella è installata direttamente su uno dei martinetti utilizzati per l'applicazione del carico. La catena di misura, strumento-cavo-unità, comporta un errore massimo pari a $\pm 1,5\%$.



La cella di carico utilizzata



Un sensore differenziale

La calibrazione della cella è stata effettuata in data 31/3/2016 e documentata col rapporto di taratura n. 1275/16 del 1/4/2016.

Trasduttori di spostamento

Per la rilevazione delle frecce sono stati impiegati dei sensori differenziali portati a contatto dell'intradosso della struttura attraverso apposite aste telescopiche in alluminio.

La catena di misura, sensore-cavo-unità, comporta un errore massimo pari a $\pm 1\%$. I sensori impiegati hanno le seguenti caratteristiche:

- escursione ± 5 mm;
- sensibilità 0,002 mm;
- linearità 99,6%;

La calibrazione dei sensori è stata effettuata in data 31/3/2016 e documentata col

rapporto di taratura n. 1275/16 del 1/4/2016.

Tutti gli strumenti sono stati tarati dal Laboratorio Tarature della 4 EMME Service S.p.A. utilizzando dei sensori campione come previsto dalla procedura 7.6 del Manuale di Qualità.

Formula generale

La prassi esecutiva è quella di sollecitare a flessione le strutture prescelte, mediante forze concentrate e di misurare gli spostamenti conseguiti da alcuni punti mediante opportuni trasduttori ad alta precisione.

La forza equivalente F_{eq} è definita come:

forza applicata su una linea di 1 metro, in corrispondenza della mezzeria di un solaio, trasversalmente alle nervature, capace di indurre lo stesso momento massimo prodotto da un carico uniformemente distribuito q .

La formula generale utilizzata per determinare la Forza Equivalente capace di indurre lo stesso momento flettente massimo prodotto da un carico uniformemente distribuito, è la seguente:

$$F_{eq} = q \times C_v \times b \times L$$

dove:

F_{eq} carico concentrato applicato (in kN);

q carico distribuito che si desidera applicare (in kN/m²);

C_v coefficiente d'uguaglianza tra momento del carico distribuito e momento del carico concentrato (coefficiente numerico);

b parametro d'incremento del carico per effetto della collaborazione trasversale; nel caso delle travi è rappresentato dalle porzioni di solaio che gravano su di esse e quindi dall'interasse delle travi stesse (in m);

L luce della struttura (in m).

Il concetto di forza equivalente è esteso anche all'applicazione di forze concentrate su più posizioni (ai terzi, ai quarti luce, ecc.), ed è intesa come la forza somma di tutte le forze applicate

Tramite il rapporto tra freccia ad 1/4 luce e la freccia in mezzeria, depurati dal cedimento dell'appoggio, si determina il coefficiente di vincolo; a parità di vincolo **C_v** è il rapporto tra momento flettente della struttura uniformemente caricata e quello con le forze concentrate.

Il valore di **b** rappresenta la larghezza di solaio che, deformandosi con la freccia massima compensa la deformazione trasversale del solaio misurata con i sensori di collaborazione.

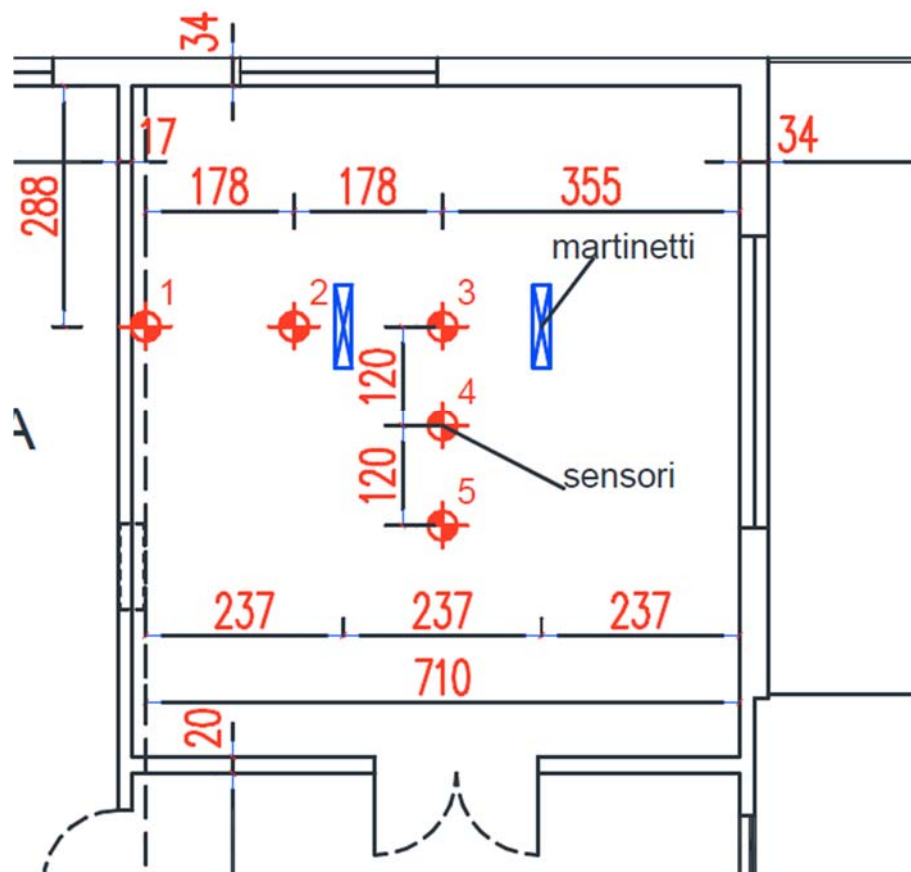
I parametri di controllo che sono considerati nelle analisi delle strutture ed i loro valori massimi secondo i nostri criteri operativi sono i seguenti:

- **Linearità:** è il rapporto percentuale tra le tangenti alla curva di isteresi passanti per i punti individuati dall'ultimo e dal primo carico.
- **Permanenza:** è il rapporto percentuale tra il residuo e la freccia massima.
- **Ripetibilità:** è il rapporto percentuale, a parità di carico, tra i valori della freccia (depurata del residuo) di due cicli diversi.

Descrizione della prova n° 6807/TO

La prova di carico è stata eseguita su una campata del solaio al piano terreno del fabbricato (copertura della palestra) come indicato nel disegno n° 2 riportato a pagina 3.

Il solaio, costituito da elementi prefabbricati in c.a., presenta una luce netta pari a 7,10 m ed è stato caricato con due martinetti operanti a spinta posizionati ai terzi della luce, come indicato nel disegno n° 04 sotto riportato.



Posizione del carico e dei sensori

Sono stati effettuati tre cicli di carico con incrementi e decrementi a gradini della forza applicata.

Il coefficiente **C_v** con i due carichi ai terzi luce è pari a 0,75 con qualsiasi condizione di vincolo.

Il coefficiente **b** è stato ricavato con i valori di freccia forniti dai sensori in collaborazione trasversale (sensori n. 3, 4 e 5).

I sensori per le rilevazioni delle frecce sono stati posizionati come riportato nel disegno e nella fotografia seguente.



I sensori montati su aste telescopiche

Rapporto dei risultati della prova n° 6807/TO

Seguono le tabelle riportanti i valori delle forze e delle frecce rilevati durante tutti i cicli di carico effettuati. Nella seconda colonna è riportata la forza rilevata dalla cella di carico montata sul pistone oleodinamico, espressa in kN.

1° CICLO DI CARICO

Data e ora	Forza kN	Sens. 1 mm	Sens. 2 mm	Sens. 3 mm	Sens. 4 mm	Sens. 5 mm
02/09/16 11:09:56	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
02/09/16 11:11:15	8	0,04	0,44	0,63	0,42	0,13
02/09/16 11:12:27	8	0,03	0,45	0,64	0,43	0,15
02/09/16 11:13:51	16	0,08	1,05	1,48	0,94	0,26
02/09/16 11:15:05	16	0,08	1,06	1,50	0,95	0,26
02/09/16 11:16:55	24	0,14	1,82	2,54	1,55	0,41
02/09/16 11:19:46	24	0,14	1,85	2,59	1,58	0,41
02/09/16 11:20:31	0	-0,03	0,26	0,37	0,19	0,01
02/09/16 11:21:00	0	-0,04	0,25	0,37	0,19	0,03

2° CICLO DI CARICO

Data e ora	Forza kN	Sens. 1 mm	Sens. 2 mm	Sens. 3 mm	Sens. 4 mm	Sens. 5 mm
02/09/16 11:22:54	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
02/09/16 11:23:55	8	0,05	0,52	0,73	0,46	0,13
02/09/16 11:24:16	8	0,05	0,52	0,74	0,46	0,13
02/09/16 11:26:37	16	0,10	1,08	1,50	0,95	0,26
02/09/16 11:27:11	16	0,10	1,08	1,50	0,95	0,26
02/09/16 11:28:25	24	0,15	1,63	2,27	1,42	0,39
02/09/16 11:30:22	24	0,15	1,64	2,29	1,43	0,40
02/09/16 11:31:31	30	0,20	2,24	3,11	1,92	0,53
02/09/16 11:35:49	30	0,20	2,30	3,19	1,97	0,52
02/09/16 11:36:55	12	0,09	1,21	1,67	0,98	0,22
02/09/16 11:38:41	0	-0,03	0,17	0,22	0,13	0,02
02/09/16 11:39:45	0	-0,03	0,16	0,21	0,13	0,01

3° CICLO DI CARICO

Data e ora	Forza kN	Sens. 1 mm	Sens. 2 mm	Sens. 3 mm	Sens. 4 mm	Sens. 5 mm
02/09/16 11:40:47	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
02/09/16 11:42:32	8	0,05	0,55	0,77	0,47	0,13
02/09/16 11:43:04	8	0,05	0,55	0,77	0,47	0,13
02/09/16 11:46:01	16	0,11	1,20	1,67	1,01	0,27
02/09/16 11:47:18	16	0,11	1,20	1,67	1,02	0,27
02/09/16 11:49:08	24	0,16	1,71	2,38	1,48	0,41
02/09/16 11:51:11	24	0,16	1,72	2,40	1,48	0,41
02/09/16 11:52:20	30	0,20	2,16	3,00	1,85	0,50
02/09/16 11:56:47	30	0,20	2,19	3,04	1,87	0,51
02/09/16 11:57:43	24	0,17	1,91	2,66	1,61	0,42
02/09/16 11:59:00	16	0,11	1,36	1,89	1,13	0,28
02/09/16 11:59:44	7,9	0,04	0,70	0,96	0,58	0,14
02/09/16 12:00:19	0	-0,03	0,04	0,04	0,03	0,01
02/09/16 12:02:13	0	-0,03	0,02	0,03	0,03	0,01

In allegato alla presente relazione viene inoltre riportato un rapporto riepilogativo dei risultati dove:

- la prima tabella raccoglie le frecce massime registrate dai sensori durante il ciclo di carico più rappresentativo;
- la seconda tabella riporta le frecce del sensore in mezzeria, ai vari gradini di carico e scarico, i corrispondenti valori di carico distribuito ed il parametro della "linearità", calcolato come variazione percentuale delle tangenti alla curva d'isteresi durante i vari gradini di carico rispetto a quello iniziale.

Il valore dell'area e della percentuale d'isteresi indica l'energia che la struttura ha assorbito durante il ciclo di carico e scarico.

Descrizione della prova n° 6808/TO

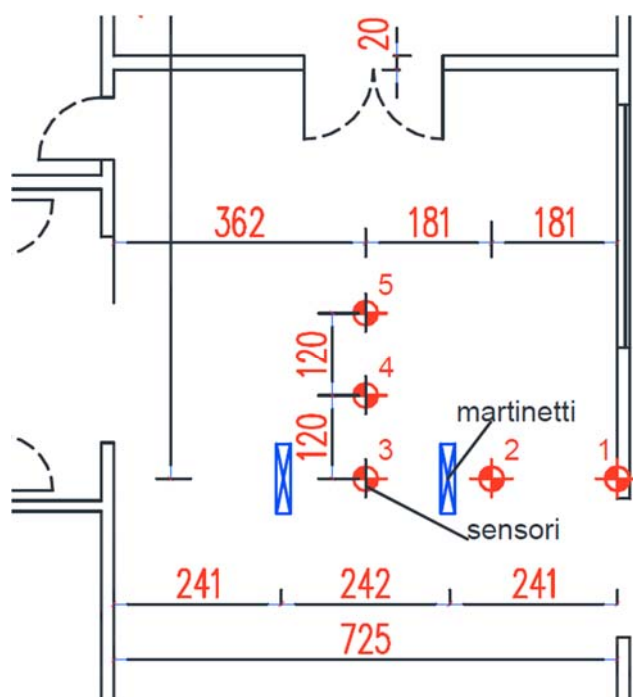
La prova di carico è stata eseguita su una campata del solaio al piano primo del fabbricato come indicato nel disegno n° 3 riportato a pagina 4.

Il solaio, costituito da elementi prefabbricati in c.a., presenta una luce netta pari a 7,25 m ed è stato caricato con due martinetti operanti a spinta posizionati ai terzi della luce, come indicato nel disegno n° 05 riportato nella pagina seguente e nella fotografia sottostante.

Sono stati effettuati tre cicli di carico con incrementi e decrementi a gradini della forza applicata.

Il coefficiente **C_v** con i due carichi ai terzi luce è pari a 0,75 con qualsiasi condizione di vincolo.

Il coefficiente **b** è stato ricavato con i valori di freccia forniti dai sensori in collaborazione trasversale (sensori n. 3, 4 e 5).



Posizione del carico e dei sensori

I sensori per le rilevazioni delle frecce sono stati posizionati come riportato nel disegno e nella fotografia seguente.



I sensori montati su aste telescopiche

Rapporto dei risultati della prova n° 6808/TO

Seguono le tabelle riportanti i valori delle forze e delle frecce rilevati durante tutti i cicli di carico effettuati. Nella seconda colonna è riportata la forza rilevata dalla cella di carico montata sul pistone oleodinamico, espressa in kN.

1° CICLO DI CARICO

Data e ora	Forza kN	Sens. 1 mm	Sens. 2 mm	Sens. 3 mm	Sens. 4 mm	Sens. 5 mm
02/09/16 15:12:35	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
02/09/16 15:14:33	8	0,01	0,37	0,53	0,27	0,08
02/09/16 15:15:52	8,1	0,01	0,37	0,54	0,27	0,08
02/09/16 15:17:21	16	0,03	0,81	1,17	0,57	0,16
02/09/16 15:18:15	16	0,03	0,82	1,18	0,57	0,16
02/09/16 15:20:42	0,1	0,00	0,02	0,04	0,00	0,00
02/09/16 15:21:54	0,1	0,00	0,02	0,04	0,00	0,00

**2° CICLO DI
 CARICO**

Data e ora	Forza kN	Sens. 1 mm	Sens. 2 mm	Sens. 3 mm	Sens. 4 mm	Sens. 5 mm
02/09/16 15:22:03	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
02/09/16 15:23:01	8	0,02	0,39	0,56	0,28	0,09
02/09/16 15:23:17	8	0,02	0,39	0,56	0,28	0,09
02/09/16 15:24:09	16	0,05	0,80	1,15	0,57	0,19
02/09/16 15:24:53	16	0,05	0,80	1,16	0,57	0,19
02/09/16 15:27:42	24	0,07	1,26	1,83	0,87	0,27
02/09/16 15:28:46	24	0,07	1,28	1,87	0,88	0,27
02/09/16 15:29:52	28	0,08	1,53	2,23	1,02	0,32
02/09/16 15:31:47	28	0,08	1,56	2,28	1,03	0,32
02/09/16 15:32:08	16	0,04	1,00	1,47	0,64	0,19
02/09/16 15:33:14	0	0,00	0,11	0,17	0,03	0,00
02/09/16 15:33:34	0	0,00	0,11	0,18	0,03	0,00

**3° CICLO DI
 CARICO**

Data e ora	Forza kN	Sens. 1 mm	Sens. 2 mm	Sens. 3 mm	Sens. 4 mm	Sens. 5 mm
02/09/16 15:34:09	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
02/09/16 15:34:52	8	0,02	0,41	0,59	0,29	0,09
02/09/16 15:35:30	8	0,02	0,41	0,58	0,29	0,09
02/09/16 15:36:05	16	0,05	0,82	1,20	0,57	0,19
02/09/16 15:36:45	16	0,05	0,83	1,21	0,58	0,19
02/09/16 15:37:30	24	0,07	1,24	1,80	0,85	0,28
02/09/16 15:38:24	24	0,07	1,25	1,81	0,86	0,28
02/09/16 15:39:09	28	0,09	1,45	2,11	0,99	0,33
02/09/16 15:40:32	28	0,09	1,46	2,12	0,99	0,33
02/09/16 15:40:58	24	0,08	1,31	1,92	0,90	0,30
02/09/16 15:41:48	16	0,05	0,93	1,36	0,62	0,21
02/09/16 15:42:21	8	0,03	0,48	0,72	0,32	0,10
02/09/16 15:43:11	0	0,00	0,00	0,01	-0,01	0,00
02/09/16 15:44:19	0	0,00	0,02	0,03	0,00	0,00

In allegato alla presente relazione viene inoltre riportato un rapporto riepilogativo dei risultati dove:

- la prima tabella raccoglie le frecce massime registrate dai sensori durante il ciclo di carico più rappresentativo;
- la seconda tabella riporta le frecce del sensore in mezzeria, ai vari gradini di carico e scarico, i corrispondenti valori di carico distribuito ed il parametro della "linearità", calcolato come variazione percentuale delle tangenti alla curva d'isteresi durante i vari gradini di carico rispetto a quello iniziale.

Il valore dell'area e della percentuale d'isteresi indica l'energia che la struttura ha assorbito durante il ciclo di carico e scarico.

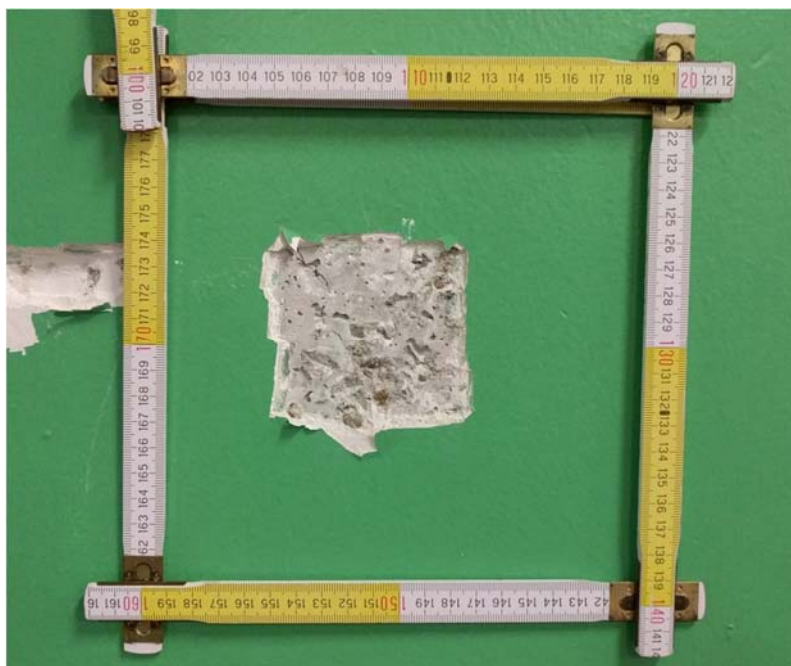
6.6.2. Indagini anno 2018

A completamento di quanto sopra illustrato, sono stati effettuati dallo scrivente i seguenti approfondimenti:

- prove di battitura manuale per indagare la natura delle partizioni interne,
- ispezione al di sotto dei controsoffitti, al fine di verificare la tipologia di solaio,
- rilievo dimensionale delle cerchiature delle aperture nelle murature al piano terreno (internamente al locale refettorio) e al piano seminterrato (su muratura perimetrale del locale aula magna),
- individuazione visiva delle criticità strutturali,
- prove sclerometriche sulle murature portanti interne, descritte nei punti successivi.

Muratura interna piano terreno – tra atrio e vestibolo

È stata individuata la tipologia della muratura tramite battitura manuale; è risultato trattarsi, come atteso dall'analisi delle planimetrie, di elementi portanti in bi-lastra in calcestruzzo, con riempimento in polistirolo, così come descritto nella relazione di indagine diagnostica dell'ottobre 2016.



muro di spina tra atrio e vestibolo

Si è proceduto ad asportare l'intonaco al fine di verificare la presenza di elementi in calcestruzzo ed eseguire una prova sclerometrica (vedi allegato report di prova), che ha determinato una resistenza del materiale pari a

$$R_{ck} = 23 \text{ daN/cm}^2$$

Muratura interna piano interrato – corridoio tra corpo scale e aula magna

Come per la prova precedente, è stata eseguita una prova sclerometrica sulla muratura portante in bilastro di calcestruzzo.



Si è operato su una porzione in cui non era presente l'intonaco, al fine di contenere le zone di asportazione del rivestimento.

La prova (vedi allegato report di prova) ha determinato una resistenza del materiale pari a

$$R_{ck} = 21 \text{ daN/cm}^2$$

6.7. Livelli di conoscenza e fattori di confidenza

Con riferimento al livello di conoscenza acquisito, si definiscono i valori medi dei parametri meccanici e i fattori di confidenza secondo:

- il **livello di conoscenza LC1** in quanto sono stati effettuati il rilievo geometrico, verifiche *in situ* limitate sui dettagli costruttivi ed indagini *in situ* limitate sulle proprietà dei materiali; il corrispondente fattore di confidenza è **Fc=1,35**.

6.8. Caratterizzazione meccanica dei materiali

6.8.1. Ferro di armatura

Per la caratterizzazione delle barre di armatura si adottano i valori ottenuti dalle prove di trazione sui due provini prelevati in situ:

rif.	fy	U.M.
Fe1	500,70	MPa
Fe2	505,40	MPa

Per i solai in elevazione, a seguito di una valutazione critica dei risultati ottenuti dalla campagna d'indagine, in fase di calcolo, è stata adottata un'armatura lenta ad aderenza migliorata con tensione caratteristica a snervamento pari a

$$f_{ydm} = 503,05 \text{ MPa}$$

6.8.2. Calcestruzzo

Il valore della prova di compressione eseguita sulle carote definisce il valore di rottura f_{car} , il quale viene moltiplicato per i coefficienti correttivi $C_{H/d}$, C_{dia} , C_a , C_d , che tengono rispettivamente conto:

- del rapporto H/d,
- del diametro della carota,
- dell'eventuale presenza di armature incluse nella carota,
- del disturbo arrecato alla carota nelle operazioni di estrazione.

Per i solai, a seguito di una valutazione critica dei risultati ottenuti dalla campagna d'indagine, in fase di calcolo, è stato determinato trattarsi di un calcestruzzo avente:

- resistenza cubica media 28,15 N/mm²
- deviazione standard..... 2,48 N/mm²
- coefficiente di variazione..... 8,82 %.

I valori inferiori ottenuti dalle prove sclerometriche sono probabilmente da imputarsi al ridotto spessore delle lastre delle murature (4cm), che non costituivano un contrasto sufficiente al rimbalzo.

Si riportano di seguito le caratteristiche meccaniche del calcestruzzo così come determinato in sede di analisi dei risultati delle prove di compressione:

	Rck [N/mm ²]	fck [N/mm ²]	F.C.	fcdm(duttile) [N/mm ²]	γ_m	fcdm(fragile) [N/mm ²]	E [N/mm ²]
Calcestruzzo	28,15	23,36	1,00	23,36	1,5	15,57	28378

La profondità di carbonatazione media registrata sui tre provini è 3,0 cm

6.9. Criticità riscontrate nel corso del sopralluogo

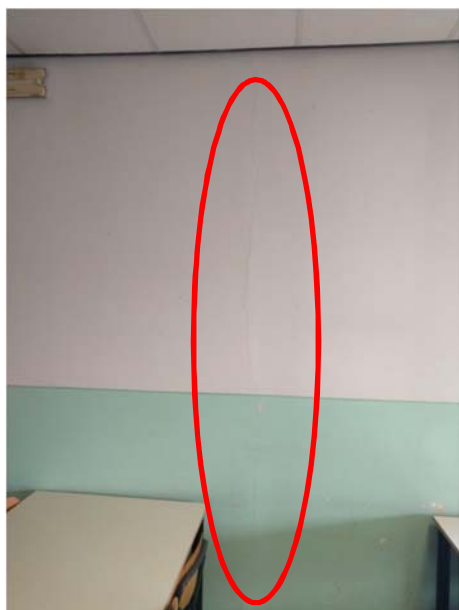
Le principali criticità strutturali che si sono desunte in seguito al rilievo effettuato in loco, sono riscontrabili per la maggior parte sugli **elementi strutturali portanti verticali** ed in maniera inferiore sugli **elementi strutturali orizzontali**.

Le pareti portanti perimetrali ed interne, infatti, presentano numerose fessurazioni dovute all'azione dei carichi a cui sono sottoposti, ma anche a causa di alcuni interventi di ampliamento eseguiti al piano primo.

Altre criticità sono facilmente individuabili in corrispondenza degli angoli del vano scala, dove le incrinature si sviluppano lungo tutta l'altezza degli elementi verticali.

I solai, seppur in quantità inferiore rispetto agli elementi verticali, presentano anch'essi situazioni in cui l'azione dei carichi e il probabile aggravio di carico dovuto all'ampliamento dell'atrio al piano primo hanno portato alla formazione di fessurazioni. Altre crepe sono individuabili sul solaio sovrastante il porticato al piano terra.

Infine è facilmente osservabile al piano terra ed al piano primo l'irregolarità della pavimentazione ove, con il passare del tempo, si sono venuti a creare veri e propri dislivelli individuabili anche con il semplice passaggio del piede.



Esempio di fessurazione su parete interna



Fessurazione angolo vano scala



Irregolarità della pavimentazione



Fessurazione su solaio sovrastante il porticato

Inoltre si evidenziano i seguenti aspetti:

- assenza di elementi verticali resistenti alle azioni orizzontali in direzione parallela all'orditura dei solai in numero sufficiente;
- situazioni locali di indebolimento delle pareti portanti dovute a posa di corpi scaldanti in nicchie ricavate attraverso demolizioni locali delle pareti interne (interventi di cui non si conosce la modalità né l'eventuale esecuzione di rinforzi);
- nodi di collegamento tra pareti e solai prefabbricati con comportamento "non rigido" senza continuità degli elementi variabili tra i solai;
- porzione di copertura realizzata in fase successiva al fine di creare uno spazio chiuso al piano primo, di cui non è nota l'interfaccia strutturale con la struttura precedente;
- sistematica presenza di aperture, sia perimetrali sia sulle pareti interne (realizzate in fase successiva), che non presentano i necessari rinforzi locali sul contorno adatti alla resistenza alle azioni orizzontali.

7. AZIONI DI PROGETTO

Al fine di effettuare le verifiche di vulnerabilità e livelli di protezione sismica, nei calcoli di verifica sono stati adottati valori di resistenza e di sollecitazione in linea con la normativa vigente, in particolare con il D.M. 14 Gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni.

I carichi presenti sono suddivisi secondo le seguenti tipologie

7.1. Pesi propri dei materiali strutturali (3.1.2 – 3.1.3)

A questa tipologia appartengono i carichi dovuto al peso proprio delle strutture. Il programma di calcolo calcola in automatico i valori di peso proprio degli elementi introdotti moltiplicando il volume per il peso specifico dei materiali impiegati.

I carichi da Peso Proprio di elementi non schematizzati (es. solai) sono inseriti come carichi distribuiti ed assegnati agli elementi portanti su cui gravano.

Si precisa che i carichi permanenti strutturali Gk1 sono stati determinati a partire dai pesi per unità di volume riportati nella tabella 3.1.I del già citato Testo Unico:

MATERIALI	PESO UNITA' DI VOLUME [KN/MC]
Calcestruzzi cementizi e malte	
Calcestruzzo Ordinario	24,0
Calcestruzzo armato (e/o precompresso)	25,0
Calcestruzzi "leggeri": da determinarsi caso per caso	14,0/20,0
Calcestruzzi "pesanti": da determinarsi caso per caso	28,0/50,0
Malta di calce	18,0
Malta di cemento	21,0
Calce in polvere	10,0
Cemento in polvere	14,0
Sabbia	17,0
Metalli e Leghe	
Acciaio	78,5
Ghisa	72,5
Alluminio	27,0
Materiale Lapideo	
Tufo Vulcanico	17,0
Calcere compatto	26,0
Calcere tenero	22,0
Gesso	13,0
Granito	27,0
Laterizio (pieno)	18,0
Legnami	
Conifere e pioppo	4,0/6,0
Latifoglie (escluso pioppo)	6,0/8,0
Sostanze Varie	
Acqua dolce (chiara)	9,81
Acqua di mare (chiara)	10,1
Carta	10,0
Vetro	25,0

N.B.: I carichi relativi ai pesi propri dei materiali strutturali Gk1 riferiti all'opera sono riportati sugli elaborati grafici di progetto alla voce "Peso proprio e permanenti strutturali".

- **Carichi permanenti non strutturali (3.1.3)**

I Carichi permanenti non strutturali sono costituiti dai carichi dovuti alla pavimentazione, tamponamenti interni, impianti leggeri. Essendo questi carichi compiutamente definiti, saranno elaborati come Carichi permanenti.

- **Elementi divisorii interni (3.1.3.1)**

Il carico di questi elementi viene assimilato ad un carico uniformemente distribuito, Le strutture saranno realizzate in modo da garantire un'adeguata ripartizione del carico trasmesso ai solai dagli elementi divisorii.

I carichi non rimovibili durante il normale esercizio della costruzione, come quelli relativi a tamponature esterne, divisorii interni, massetti, isolamenti, pavimenti e rivestimenti, intonaci, controsoffitti, impianti e altro sono stati valutati in base alle dimensioni effettive e al peso per unità di volume dei materiali costituenti.

N.B.: I carichi relativi ai pesi dei materiali non strutturali Gk2 riferiti all'opera sono riportati sugli elaborati grafici di progetto alla voce "Carico permanente".

7.2. Carico neve qsk (3.4)

Il carico variabile provocato dalla neve sulla copertura q_s è stato valutato, con riferimento al Capitolo 3.4 delle NTC del 14/01/2008, mediante l'espressione:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_T$$

dove:

- μ_i è il coefficiente di forma della copertura;
- q_{sk} è il valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo;
- C_E è il coefficiente d'esposizione, assunto pari a 1;
- C_t è il coefficiente termico, assunto pari a 1.

Si riportano di seguito i calcoli delle pressioni dovute all'azione della neve:

☒	Zona I - Alpina Aosta, Belluno, Bergamo, Biella, Bolzano, Brescia, Como, Cuneo, Lecco, Pordenone, Sondrio, Torino, Trento, Udine, Verbania, Vercelli, Vicenza.	$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/mq}$ m $q_{sk} = 1,39 [1+(a_j/728)^2] \text{ kN/mq}$	$a_j \leq 200$ $a_j > 200$ m
☐	Zona I - Mediterranea Alessandria, Ancona, Asti, Bologna, Cremona, Forlì-Cesena, Lodi, Milano, Modena, Novara, Parma, Pavia, Pesaro e Urbino, Piacenza, Ravenna, Reggio Emilia, Rimini, Treviso, Varese.	$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/mq}$ m $q_{sk} = 1,35 [1+(a_j/602)^2] \text{ kN/mq}$	$a_j \leq 200$ $a_j > 200$ m
☐	Zona II Arezzo, Ascoli Piceno, Bari, Campobasso, Chieti, Ferrara, Firenze, Foggia, Genova, Gorizia, Imperia, Isernia, La Spezia, Lucca, Macerata, Mantova, Massa Carrara, Padova, Perugia, Pescara, Pistoia, Prato, Rovigo, Savona, Teramo, Trieste, Venezia, Verona.	$q_{sk} = 1,00 \text{ kN/mq}$ m $q_{sk} = 0,85 [1+(a_j/481)^2] \text{ kN/mq}$	$a_j \leq 200$ $a_j > 200$ m
☐	Zona III Agrigento, Avellino, Benevento, Brindisi, Cagliari, Caltanissetta, Carbonia-Iglesias, Caserta, Catania, Catanzaro, Cosenza, Crotona, Enna, Frosinone, Grosseto, L'Aquila, Latina, Lecce, Livorno, Matera, Medio Campidano, Messina, Napoli, Nuoro, Ogliastra, Olbia Tempio, Oristano, Palermo, Pisa, Potenza, Ragusa, Reggio Calabria, Rieti, Roma, Salerno, Sassari, Siena, Siracusa, Taranto, Terni, Trapani, Vibo Valentia, Viterbo.	$q_{sk} = 0,60 \text{ kN/mq}$ m $q_{sk} = 0,51 [1+(a_j/481)^2] \text{ kN/mq}$	$a_j \leq 200$ $a_j > 200$ m

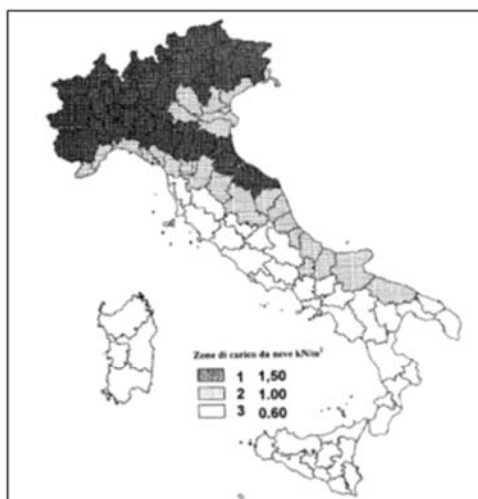
q_s (carico neve sulla copertura [kN/mq]) = $\mu_s q_{sk} C_e C_t$
 μ_s (coefficiente di forma)
 q_{sk} (valore caratteristico della neve al suolo [kN/mq])
 C_e (coefficiente di esposizione)
 C_t (coefficiente termico)

Valore caratteristico della neve al suolo

a_j (altitudine sul livello del mare [m])	250
q_{sk} (val. caratt. della neve al suolo [kN/mq])	1,55

Coefficiente termico

Il coefficiente termico può essere utilizzato per tener conto della riduzione del carico neve a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione. Tale coefficiente tiene conto delle proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere utilizzato $C_t = 1$.



Coefficiente di esposizione

Topografia	Descrizione	C_e
Normale	Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi.	1

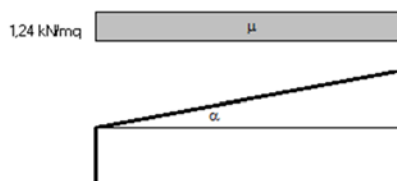
Valore del carico della neve al suolo

q_s (carico della neve al suolo [kN/mq])	1,55
--	------

Coefficiente di forma (copertura ad una falda)

α (inclinazione falda [°])	30
-----------------------------------	----

μ	0,8
-------	-----

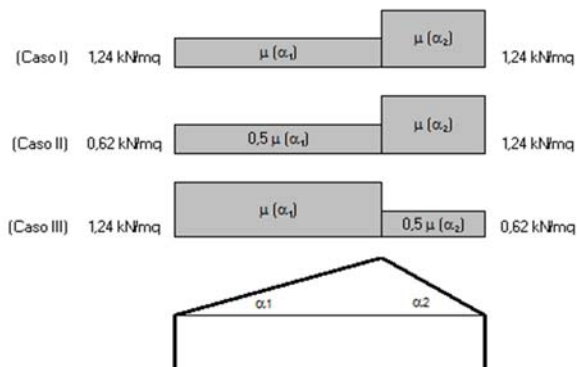


Coefficiente di forma (copertura a due falde)

α_1 (inclinazione falda [°])	30
α_2 (inclinazione falda [°])	30

$\mu(\alpha_1)$	0,8
-----------------	-----

$\mu(\alpha_2)$	0,8
-----------------	-----



7.3. Azione del vento (3.3)

Il vento esercita sulle costruzioni azioni dirette che variano nel tempo e nello spazio provocando in generale effetti dinamici. Per particolari configurazioni strutturali, specificatamente strutture flessibili, possono inoltre essere presenti fenomeni d'interazione fra la risposta strutturale e le azioni aerodinamiche. Queste situazioni, oggetto di studio della teoria dell'aeroelasticità, possono minare le capacità prestazionali e di sicurezza dell'opera, e dovranno essere accertate, prevenite, controllate o eliminate.

Il carico variabile provocato dal vento sulla struttura in progetto è stato valutato con l'utilizzo di un foglio di calcolo che tiene conto di tutti i parametri necessari, facendo riferimento alla procedura illustrata al Capitolo 3.3 delle NTC del 14/01/2008.

Si riportano di seguito i calcoli delle pressioni dovute all'azione del vento:

1) Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)

Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_s [Ts]
1	25	1000	0,01
a_0 (altitudine sul livello del mare [m])		250	
T_R (Tempo di ritorno)		50	
$v_b = v_{b,0}$ per $a_0 \leq a_b$ $v_b = v_{b,0} + k_s (a_0 - a_b)$ per $a_b < a_0 \leq 1500$ m			
v_b ($T_R = 50$ [m/s])		25,000	
$\alpha_R(T_R)$		1,00073	
$v_b(T_R) = v_b \times \alpha_R$ [m/s]		25,018	

p [pressione del vento [N/mq]] = $c_b \cdot c_s \cdot c_e \cdot c_d$
 q_b [pressione cinetica di riferimento [N/mq]]
 c_e (coefficiente di esposizione)
 c_s (coefficiente di forma)
 c_d (coefficiente dinamico)



Pressione cinetica di riferimento

$$q_b = 1/2 \rho \cdot v_b^2 \quad (\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3)$$

q_b [N/mq]	391,20
--------------	--------

Coefficiente di forma

È il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento.

Coefficiente dinamico

Esso può essere assunto relativamente pari ad 1 sulle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali, oppure può essere determinato mediante analisi specifiche o facendo riferimento a dati di comprovata affidabilità.

Coefficiente di esposizione

Classe di rugosità del terreno

B) Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive

Categoria di esposizione

ZONE 1,2,3,4,5

A	--	IV	IV	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV
C	--	*	III	III	IV	IV
D	I	II	II	III	III	**

* Categoria II in zona 1,2,3,4
 Categoria III in zona 5
 ** Categoria III in zona 2,3,4,5
 Categoria IV in zona 1

ZONA 6

A	--	III	IV	V	V
B	--	II	III	IV	IV
C	--	II	III	III	IV
D	I	I	II	II	III

ZONE 7,8

A	--	--	IV
B	--	--	IV
C	--	--	III
D	I	II	*

* Categoria II in zona 8
 Categoria III in zona 7

ZONA 9

A	--	I
B	--	I
C	--	I
D	I	I

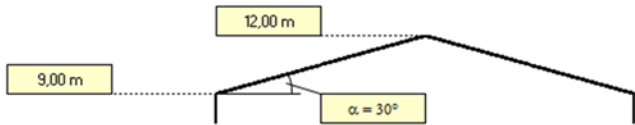
Zona	Classe di rugosità	a, [m]
1	B	250

$$c_s(z) = k_s^2 \cdot c_s \cdot \ln(z/z_0) [7 + c_s \cdot \ln(z/z_0)] \text{ per } z \geq z_{min}$$

$$c_s(z) = c_s(z_{min}) \text{ per } z < z_{min}$$

Cat. Esposiz.	k_s	z_0 [m]	z_{min} [m]	c_s
IV	0,22	0,3	8	1

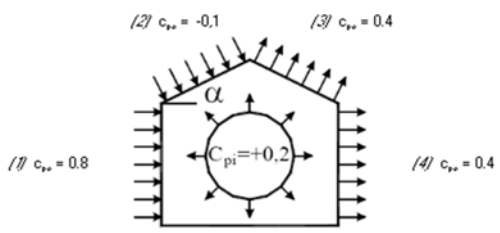
z [m]	c_s
$z \leq 8$	1,634
$z = 9$	1,712
$z = 12$	1,908



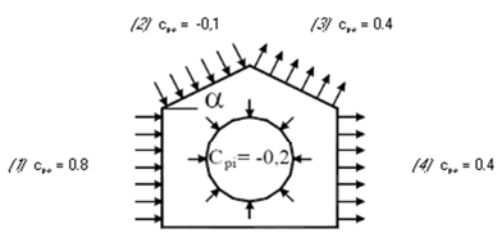
Coefficiente di forma (Edificio aventi una parete con aperture di superficie < 33% di quella totale)

Strutture stagne

/1/	c_{pe}	p [kN/mq]
	0,80	0,536
/2/	c_{pe}	p [kN/mq]
	-0,10	-0,075
/3/	c_{pe}	p [kN/mq]
	0,40	0,299
/4/	c_{pe}	p [kN/mq]
	0,40	0,268

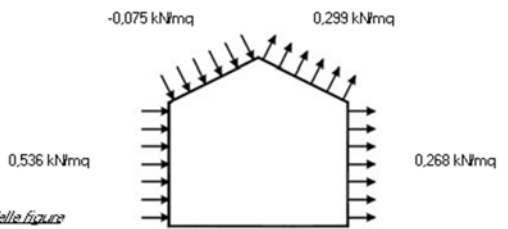


/1/	c_{pe}	p [kN/mq]
	0,80	0,536
/2/	c_{pe}	p [kN/mq]
	-0,10	-0,075
/3/	c_{pe}	p [kN/mq]
	0,40	0,299
/4/	c_{pe}	p [kN/mq]
	0,40	0,268



Combinazione più sfavorevole:

	p [kN/mq]
/1/	0,536
/2/	-0,075
/3/	0,299
/4/	0,268



NB - Se p (o c_{pe}) è > 0 il verso è concorde con le frecce delle figure

7.4. Sovraccarichi di esercizio (3.1.4)

I carichi variabili comprendono i carichi legati alla destinazione d'uso dell'opera; i modelli di tali azioni possono essere costituiti da:

- carichi verticali distribuiti qk [kN/m²]
- carichi verticali uniformemente concentrati Qk [kN]
- carichi orizzontali lineari Hk [kN/m].

I carichi variabili sono legati alla destinazione d'uso dell'opera. I valori caratteristici assunti in fase di progettazione fanno riferimento alla tabella 3.1.II delle NTC del 14/01/2008, di seguito riportata:

Cat.	Ambienti	qk (KN/mq)	Qk (KN)	Hk (KN/m)
A	Ambienti ad uso residenziale	2,00	2,00	1,00
B	Uffici:			
	Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	2,00 3,00	2,00 2,00	1,00 1,00
C	Ambienti suscettibili di affollamento:			
	Cat. C1 Ospedali, caffè, ristoranti, banche, scuole	3,00	2,00	1,00
	Cat. C2 Balconi, ballatoi e scale comuni, sale convegni, cinema, teatri, chiese, tribune con posti fissi	4,00	4,00	2,00
	Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli per il libero movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, stazioni ferroviarie, sale da ballo, palestre, tribune libere, edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune	5,00	5,00	3,00
D	Ambienti ad uso commerciale:			
	Cat. D1 Negozi Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini, librerie	4,00 5,00	4,00 5,00	2,00 2,00
E	Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale			
	Cat. E1 Biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri Cat. E2 Ambienti a uso industriale, da valutarsi caso per caso	≥6,00 /	6,00 /	1,00 /
F-G	Rimesse e Parcheggi:			
	Cat. F Rimesse e parcheggi per il transito di automezzi di peso a pieno carico fino a 30 KN Cat. G Rimesse e parcheggi per il transito di automezzi di peso a pieno carico superiore a 30 KN: da valutarsi caso per caso	2,50 /	2 x 10,00 /	1,00 /
H	Coperture e sottotetti:			
	Cat. H1 Coperture e sottotetti accessibili per sola manutenzione	0,50	1,20	1,00
	Cat. H2 Coperture praticabili Cat. H3 Coperture speciali (impianti, eliporti, altri), da valutarsi caso per caso	/	secondo categoria di appartenenza /	/
*	non comprende le azioni orizzontali eventualmente esercitate dai materiali immagazzinati			
**	per i soli parapetti o partizioni nelle zone pedonali. Le azioni sulle barriere esercitate dagli automezzi dovranno essere valutate caso per caso.			

N.B.: I carichi variabili Qk1 riferiti all'opera sono riportati sugli elaborati grafici di progetto alla voce "CARICO VARIABILE".

In particolare,

Ambienti	Cat.	qk (kN/mq)	Qk (kN)	Hk (kN/m)
Piano terra	C1	3,00	2,00	1,00
Piano primo	C1	3,00	2,00	1,00
Piano secondo	C1	3,00	2,00	1,00
Scale	C2	4,00	4,00	2,00
Copertura	Cfr. carico neve			

7.5. Azioni sismiche

Per la stima della pericolosità sismica, il primo passo consiste nella determinazione di a_g (accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido) attraverso la conoscenza delle coordinate geografiche decimali dell'opera da realizzare.

Si riportano di seguito, i principali parametri e coefficienti sismici riferiti al sito in oggetto, assumendo un sottosuolo di categoria B da utilizzare per la determinazione degli spettri di risposta ed il dimensionamento sismo-geotecnico dell'opera, ricavati mediante applicazione del software Geostru PS Parametri sismici v.1.5 in ottemperanza a quanto stabilito dalle NTC 2008 e dalla Circolare Ministeriale n. 617 del 2 febbraio 2009.

- Ubicazione Comune di Gassino Torinese (TO)
- Quota altimetrica 250 s.l.m.
- Zona sismica 4
Pericolosità sismica molto bassa
classificazione ex D.G.R. Piemonte n. 65-7656
del 21 Maggio 2014
- a_{gMax} (SLV) 0,480
- Longitudine $7^{\circ},822936$
- Latitudine $45^{\circ},131534$
- Tipologia costruzione 2 (art. 2.4.1 NTC)
- Vita Nominale $V_n \geq 50$ anni
- Classe d'uso III costruzione con affollamenti significativi
(art. 2.4.2 NTC)
- Categoria topografica T1

- Coefficiente c_u 1.5
- H massima fuori terra 12,50 m

Le caratteristiche principali e significative della struttura ed i dati assunti per i calcoli di dimensionamento e verifica saranno i seguenti:

- Classe di duttilità CD”B” bassa(art. 7.2.1 NTC)
- Tipologia strutturale muratura portante (art. 7.4.3.1 NTC)

Categoria del sottosuolo (art. 3.2.2 NTC): C

depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m

- Regolarità in pianta si (art. 7.2.2 NTC)
- Regolarità in altezza si (art. 7.2.2 NTC)
- Orizzontamenti - solai rigidi nel piano
- Tipo di analisi strutturale statica non lineare (art. 7.11.6.2.1 NTC)

Spettri di risposta per verifiche sismiche agli Stati Limite (art. 3.2NTC) calcolati con programma “spettri NTC ver. 1.0.3” messo a disposizione dal Consiglio Superiore dei LL.PP.

8. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA - FONDAZIONI

Per la determinazione dei parametri geotecnici del sito, al fine di ottenere i parametri geomeccanici da inserire nei calcoli di verifica, si è fatto riferimento alla documentazione messa a disposizione dell'amministrazione comunale, redatta nel corso di indagini in aree immediatamente adiacenti.

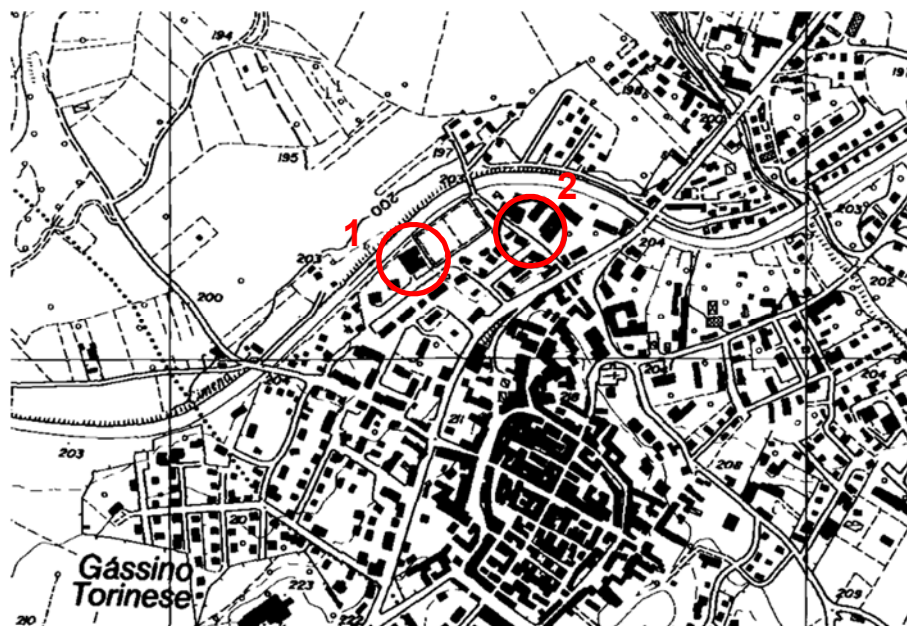
In particolare, le indagini geognostiche sono state effettuate dal dott. Geol. Morelli di Popolo e Ticineto nell'anno 2003, per conto del sig. Paolo Piovano in relazione a interventi di ampliamento di un edificio civile con cambio di destinazione d'uso, sopraelevazione e realizzazione di box auto interrati.

Di tali indagini si riportano completamente i risultati che determinano la seguente caratterizzazione.

8.1. Assetto geologico e litostratigrafico di dettaglio

L'area in esame e le aree limitrofe si presentano allo stato attuale quasi completamente edificate con prevalente destinazione residenziale, ed urbanizzate.

L'area oggetto dell'intervento, dal punto di vista geomorfologico, è inserita all'interno della zona di pianura appartenente al sistema dei terrazzi fluviali della pianura del Fiume Po; questo sistema terrazzato è formato dall'incastro di terrazzi morfologici di età decrescente, rispettivamente dai ripiani maggiormente rilevati ai ripiani posti a quota minore, tutti geneticamente collegati all'alternanza di periodi di erosione e deposito da parte del Fiume Po e dei suoi affluenti.



posizione della scuola (1) e dell'edificio oggetto della relazione citata (2)

Tali superfici, caratterizzate generalmente da modesta inclinazione verso il corso d'acqua, sono separate tra di loro tramite una serie di scarpate, sempre meno rilevate ed evidenti procedendo dai terrazzi modellati nei depositi più antichi (terrazzi maggiormente rilevati), a quelli modellati nei depositi più recenti (terrazzi a quota minore) e vicini al reticolato idrografico.

L'area oggetto dello studio, occupa una porzione di uno dei terrazzi maggiormente rilevati, riferibile alla fase fluvioglaciale rissiana, in questa zona a grande scala delimitato dal Fiume Po a nord ovest, e dai primi rilievi collinari della Collina di Torino a sud est.

Il sito in oggetto è caratterizzato da una morfologia dolce, a grande scala subpianeggiante e localmente debolmente digradante verso nord est.

Per quanto riguarda la rete idrografica, il principale corso d'acqua che caratterizza la zona è il Fiume Po, che scorre in questo tratto con andamento circa sud ovest - nord est, ad una distanza di circa 1.0 - 1.5 km a nord ovest del sito in esame, ad una quota topografica di circa 20 metri inferiore; non sono presenti altri corsi d'acqua naturali nelle immediate vicinanze.

Non sono presenti altri corsi d'acqua naturali nelle immediate vicinanze, ad eccezione del Canale Cimena, canale artificiale arginato di proprietà ENEL, utilizzato a scopo idroelettrico; l'edificio in progetto verrà comunque realizzato all'esterno della fascia di rispetto dello stesso, ad una distanza tale da rispettare quanto previsto dalla normativa vigente in materia (L.R. 56/77, Art. 29, Comma 1).

Secondo quanto riportato negli elaborati geologici allegati al Piano Regolatore Generale Comunale di Gassino Torinese attualmente vigente, l'area in esame viene inserita all'interno dei "Settori pianeggianti delle alluvioni fluvioglaciali e fluviali terrazzate", individuati in cartografia con il colore verde, definiti come "... zone nelle quali non è stata rilevata alcuna situazione di rischio idrogeologico ed in cui non esistono penalizzazioni di tipo morfologico o legate alla presenza di vincoli ambientali o paesaggistici ...".

Tale evidenza è confortata dai numerosi dati di bibliografia cartografica consultati, relativi alla vulnerabilità del territorio nei confronti delle esondazioni basata sulla frequenza dei fenomeni alluvionali negli ultimi due secoli realizzati anche a scala di grande dettaglio, che non indicano per il sito in oggetto situazioni di rischio legate agli effetti della dinamica fluviale sul territorio.

Le osservazioni dirette di campagna, confortate dall'analisi dei dati esistenti di carattere geomorfologico, non hanno pertanto individuato particolari condizioni di pericolosità geomorfologica o situazioni di criticità, tali da influire in maniera negativa sull'utilizzo a fini urbanistici dell'area in esame.

8.1.1. Assetto geologico di superficie

Facendo riferimento alla cartografia geologica ufficiale ed alle note illustrative relative, l'assetto geologico di superficie dell'area in esame è caratterizzato dalla presenza di Depositi fluviali antichi di età Riss Auct. (Pleistocene medio), qui rappresentati da sabbie limose e ghiaie minute con paleosuolo argillificato giallo - arancio potente qualche metro (2 - 3 metri).

Tali depositi sono rilevati di qualche decina di metri, tramite una scarpata di terrazzo di altezza circa 3 metri, presente circa 300 metri a nord ovest del sito in oggetto, rispetto ai Depositi alluvionali antichi (Olocene), legati in questo caso all'attività erosivo - deposizionale del Fiume Po, rappresentati prevalentemente da sabbie e ghiaie medio - fini, con suolo bruno poco potente.

Avvicinandosi al corso del Fiume Po, le Alluvioni Antiche sfumano lateralmente nelle Alluvioni medio - recenti (di età Olocene), a granulometria ghiaioso - sabbiosa; l'insieme di tali depositi è rilevato di qualche metro, tramite una scarpata di terrazzo di altezza alcuni metri rispetto ai Depositi alluvionali attuali (Olocene), a granulometria ghiaioso - ciottolosa, che rappresentano l'alveo attuale del Fiume Po. Il tratto di pianura costituito dai depositi fluviali - fluvioglaciali rissiani, ricopre direttamente i depositi marnoso - arenacei di origine marina della Collina di Torino, (Complesso di Baldissero di età Langhiano - Serravalliano, costituito da alternanze di arenarie grossolane, siltiti argillose e sabbie fini, con rari livelli conglomeratici ad elementi anche di notevoli dimensioni.

8.1.2. Assetto litostratigrafico - idrogeologico

Per quanto riguarda le caratteristiche litostratigrafiche ed idrogeologiche del sito, a scala generale risulta la presenza di un materasso di depositi fluviali superficiali prevalentemente medio - fini (sabbie limose con lenti ghiaioso - sabbiose), passanti in profondità a depositi medio - grossolani (ciottoli, ghiaie grossolane e sabbie, localmente con lenti limoso - argillose); lo spessore complessivo risulta dell'ordine dei 10 - 12 metri circa. L'insieme di questi depositi rappresenta l'acquifero superficiale ed è sede di una falda idrica a superficie libera in rapporti di interdipendenza con il reticolato idrografico.

Tale complesso di depositi superficiali ricopre direttamente i depositi marini (marne argillose e limi sabbiosi globalmente impermeabili) del substrato collinare, il cui tetto si posiziona a pochi metri di profondità (circa 10 - 12 metri) rispetto al piano campagna, che rappresentano la prosecuzione sepolta dei rilievi collinari e

costituiscono il substrato impermeabile che limita inferiormente l'acquifero rappresentato dal soprastante complesso.

Secondo i dati contenuti negli elaborati geologici allegati alla Variante Strutturale al Piano Regolatore Generale Comunale di Gassino Torinese, ricavati tramite misure dirette su pozzi presenti anche in zone limitrofe, relativamente all'area in esame risulterebbe una soggiacenza della superficie piezometrica dell'ordine di 8 – 10 metri.

Non sono presenti pozzi sulle quali eseguire misure dirette di soggiacenza valide a scala locale; nella fase di indagine non sono emerse maggiori indicazioni relativamente alla profondità della superficie piezometrica, che dovrà essere valutata tramite verifiche nella fase esecutiva delle opere, per valutare eventuali interferenze con strutture interrato (box auto interrati).

8.2. Indagini geognostiche

Al fine di ricostruire l'assetto litostratigrafico del sottosuolo e le caratteristiche geomeccaniche dei terreni, sono state eseguite indagini geognostiche e geotecniche. L'indagine è consistita nell'esecuzione di n° 1 prova penetrometrica dinamica SCPT; di cui si riportano i dati ed il grafico della prova penetrometrica stessa.

Per l'esecuzione dell'indagine è stato utilizzato un penetrometro dinamico pesante (DPSH - "Meardi - AGI") tipo Pagani mod. TG 73/100 montato su carro cingolato, annotando il numero di colpi (N_{30}) necessari ad infiggere una punta conica, per tratti di lunghezza pari a 30 cm.

Le dimensioni dell'attrezzatura di prova (massa battente, altezza di caduta del maglio e diametro della punta conica) sono standardizzate, pari a:

- peso del maglio 73 kg
- altezza di caduta 75 cm
- peso delle aste 4.6 kg/m
- punta conica diametro base 51 mm - angolo apertura cono 60°

La prova penetrometrica dinamica è stata spinta fino alla profondità di 6.60 metri dal piano campagna attuale.

Sulla base dei risultati della prova penetrometrica, è possibile operare una suddivisione in livelli, in base alla differente resistenza alla penetrazione; confrontando tale suddivisione con le caratteristiche litologiche generali dell'area in esame, è inoltre possibile ricostruire una sequenza litostratigrafica sufficientemente attendibile, sintetizzabile nel seguente modo:

- primo livello da 0.00 a 3.60 m: valori medi di N_{30} dell'ordine dei 5 colpi/piede;
- secondo livello da 3.60 a 6.00 m: valori medi di N_{30} dell'ordine dei 12 colpi/piede;
- terzo livello oltre i 6.00 m: valori di N_{30} superiori ai 50 colpi/piede.

Per facilitare l'utilizzo quantitativo dei risultati delle prove penetrometriche dinamiche, i valori sperimentali N_{30} ottenuti con il penetrometro dinamico superpesante (DPSH - "Meardi - AGI"), vengono generalmente correlati con i valori di N_{SPT} (Standard Penetration Test), utilizzando la seguente relazione:

$$N_{SPT} \sim \frac{N_{30}}{0.57}$$

Ottenuto il corrispondente valore di N_{SPT} , considerando la presenza di terreni prevalentemente granulari, utilizzando la classificazione proposta dall'Associazione Geotecnica Italiana (1977) ("Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche", Roma), di seguito riportata, è stato valutato il grado di addensamento dei terreni indagati.

N_{SPT}	VALUTAZIONE DEL GRADO DI ADDENSAMENTO
< 4	Sciolto
4 - 10	Poco addensato
10 - 30	Mediamente addensato
30 - 50	Addensato
> 50	Molto addensato

Seguendo la suddivisione in livelli litotecnici operata nell'interpretazione delle prove penetrometriche dinamiche, ed utilizzando correlazioni disponibili in letteratura quali, ad esempio, la correlazione suggerita dall'Associazione Geotecnica Italiana (1977) ("Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche", Roma), dal "Road bridge specification" per la valutazione dell'angolo di attrito interno ϕ , si ottiene la seguente caratterizzazione geomeccanica:

- primo livello da 0.00 a 3.60 metri: sabbie medio fini, caratterizzate da valori medi di N_{30} dell'ordine dei 5 colpi/piede (ai quali corrisponde un valore di N_{SPT} mediamente pari a 8 colpi/piede), e pertanto da considerarsi "terreni poco addensati", risultando caratterizzati da valori di angolo di attrito interno ϕ pari a 24° , da valori di coesione cautelativamente assunti pari a 0.0 kg/cm^2 , da valori del peso di volume asciutto γ stimabili in 1.75 g/cm^3 ;
- secondo livello da 3.60 a 6.00 metri: sabbie e ghiaie, caratterizzate da valori medi di N_{30} dell'ordine dei 12 colpi/piede (ai quali corrisponde un valore di N_{SPT} mediamente pari a 17 colpi/piede), e pertanto da considerarsi "terreni mediamente addensati", risultando caratterizzati da valori di angolo di attrito interno ϕ pari a 30° , da valori di coesione cautelativamente assunti pari a 0.0 kg/cm^2 , da valori del peso di volume asciutto γ stimabili in 1.90 g/cm^3 ;
- terzo livello oltre i 6.00 metri: substrato alterato, caratterizzato da valori di N_{30} superiori a 50 colpi/piede (ai quali corrisponde un valore di N_{SPT} mediamente "a rifiuto"), e pertanto da considerarsi "terreni molto addensati", risultando caratterizzati da valori di angolo di attrito interno ϕ pari a 36° , da valori di coesione cautelativamente assunti pari a 0.0 kg/cm^2 , da valori del peso di volume asciutto γ stimabili in 2.00 g/cm^3 .

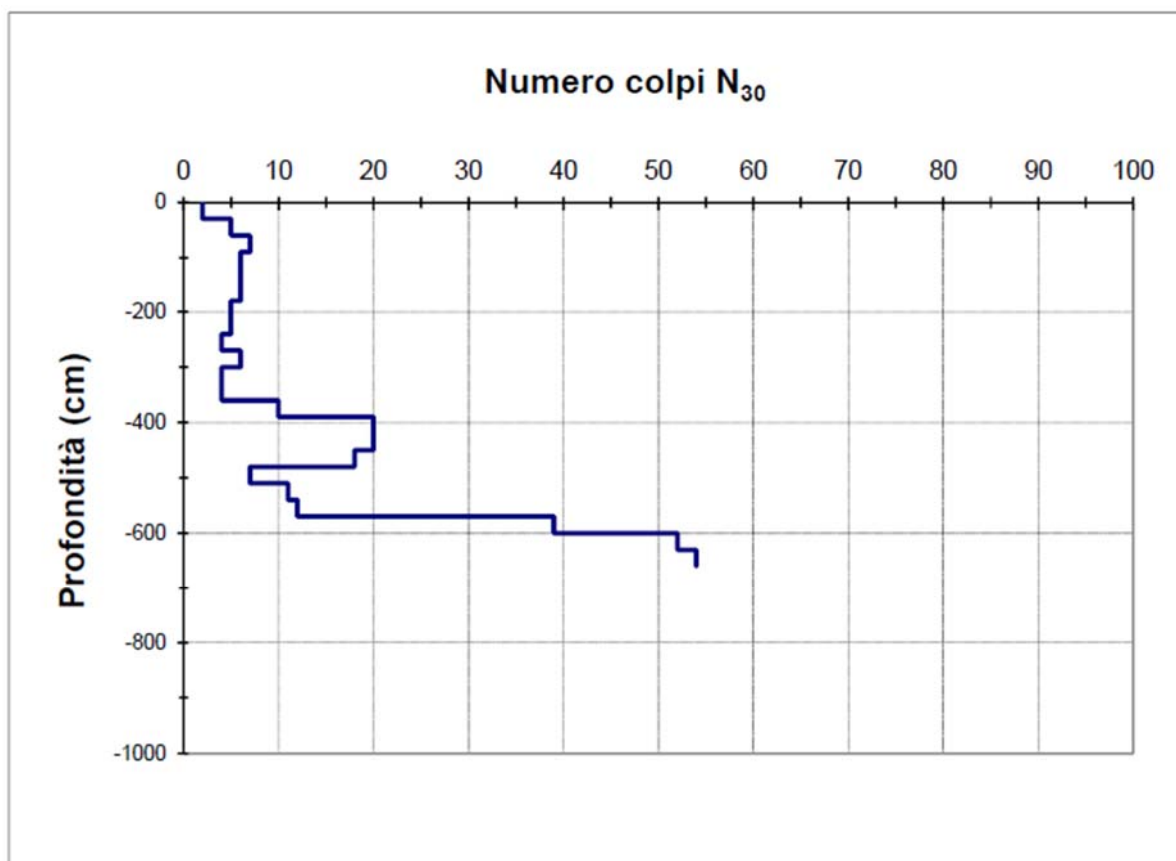
Committente: Sig. PIOVANO
Località: Gassino Torinese (TO)

Cantiere: Via Circonvallazione 53
Data: 31 ottobre 2003

Prova n°1
 Penetrometro dinamico tipo Pagani Tg 73/100

Livello falda alla data di esecuzione
 Quota di riferimento

Quota (cm)	N° colpi	Quota (cm)	N° colpi	Quota (cm)	N° colpi	Quota (cm)	N° colpi
		510	7	1020		1530	
30	2	540	11	1050		1560	
60	5	570	12	1080		1590	
90	7	600	39	1110		1620	
120	6	630	52	1140		1650	
150	6	660	54	1170		1680	
180	6	690		1200		1710	
210	5	720		1230		1740	
240	5	750		1260		1770	
270	4	780		1290		1800	
300	6	810		1320		1830	
330	4	840		1350		1860	
360	4	870		1380		1890	
390	10	900		1410		1920	
420	20	930		1440		1950	
450	20	960		1470		1980	
480	18	990		1500		2010	



Alla luce di quanto sopra esposto, sono stati utilizzati per i calcoli di verifica i seguenti valori:

Tipo di Materiale	ϕ	C Kg/cmq	γ t/mc	γ_{sat} t/mc	E' MPa	Densità relativa (%)
<i>Ghiaie e sabbie mediamente addensate</i>	30	0	1,90	2,35	35-75	50 - 90

9. CRITERI DI CALCOLO – VERIFICHE STRUTTURALI

9.1. Valutazione della Sicurezza – Stati Limite

Date le recenti disposizioni, le verifiche della presente struttura seguono le regole generali del D.M. 14/02/2008, parti 2.2 e 4.2, per quanto riguarda le azioni e per quanto riguarda i materiali. La norma prevede che le verifiche siano effettuate con il metodo degli Stati Limite.

Gli Stati Limite sono stati al di là dei quali la struttura non soddisfa più le esigenze di comportamento per le quali è stata progettata.

Per ciò che riguarda le azioni, esse sono distinte in:

- Valori caratteristici Q_k delle azioni (definiti dal cliente o dal progettista o dai codici relativi ai carichi)
- Valori rappresentativi principali delle azioni variabili Q_k moltiplicati per i fattori ψ_i , specificati dalla normativa vigente. Questi ultimi sono definiti come segue:

valore di combinazione: $\psi_0 Q_k$
 valore frequente: $\psi_1 Q_k$
 valore quasi-permanente: $\psi_2 Q_k$

- Valori di calcolo delle azioni espressi in termini generali come:

$$F_d = \gamma_F F_k$$

dove i vari γ_F sono i fattori di sicurezza per l'azione considerata.

Per ciò che riguarda i materiali, essi sono distinti in:

- Valori caratteristici X_k specificati in norme appropriate
- Valori di calcolo definito come

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

dove γ_M è il fattore di sicurezza parziale della proprietà del materiale definito dalla

normativa.

9.2. Azione Sismica – Stati limite ultimi e di esercizio

Nei confronti delle azioni sismiche, gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli stati limite ultimi sono:

- **Stato limite di salvaguardia della vita (SLV):**
a seguito del terremoto, la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali, a cui si associa una parziale perdita di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione deve, però, conservare una parte della resistenza e della rigidità nei confronti delle azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- **Stato limite di prevenzione del collasso (SLC):**
a seguito del terremoto, la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva, però, un margine di sicurezza per le azioni verticali e un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali.

Gli stati limite di esercizio sono:

- **Stato limite di operatività (SLO):**
a seguito del terremoto, la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, non strutturali ed impiantistici rilevanti in relazione alla funzione che svolge, non subisce danni ed interruzioni d'uso significative;
- **Stato limite di danno (SLD):**
a seguito del terremoto, la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, non strutturali ed impiantistici rilevanti in relazione alla funzione che svolge, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la resistenza e la rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile, pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Trattandosi di costruzione esistente, non si verifica lo stato limite di collasso, ma solo lo stato limite di salvaguardia della vita.

10. MODELLAZIONE STRUTTURALE – VERIFICHE DI SICUREZZA

Con gli schemi strutturali rilevati e le caratteristiche geometriche di resistenza degli elementi strutturali si è effettuata una valutazione della sicurezza della costruzione per la configurazione “modello globale in 3D esistente”, con le azioni sia statiche sia sismiche imposte dalla nuova normativa (in cui si evince che le verifiche di sicurezza non sono soddisfatte)

10.1. Codice di calcolo

L'analisi strutturale è svolta con il codice "3Muri" della STADATA, di cui lo studio possiede la licenza, programma per il calcolo sismico delle strutture in muratura secondo il DM 14-1-2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni".

Il codice 3Muri esamina grandi e piccole strutture in muratura e miste, cioè con elementi in c.a., acciaio, legno come travi, pilastri, setti per il progetto di nuove strutture o per l'esame di edifici esistenti.

Particolarità di 3Muri è il metodo di calcolo innovativo, (FME - Frame by Macro Element) che schematizza la struttura attraverso un telaio equivalente costituito da un particolare tipo di elemento, detto macroelemento. Il macroelemento consente di cogliere al meglio il comportamento sismico delle strutture in muratura e fornire tutte le informazioni necessarie al progettista per un esame accurato della struttura stessa.

Dall'esame del reale comportamento della struttura è possibile quindi prevedere interventi di adeguamento sismico mediante il rinforzo delle murature esistenti, l'inserimento di nuovi elementi in muratura, muratura armata, FRP o elementi lineari in c.a., acciaio e legno.

Il programma dispone di un modulo grafico per l'introduzione della struttura con comandi intuitivi, di un solutore per la creazione del modello di calcolo e la relativa soluzione, di un post-processore per la presentazione immediata dei risultati e la creazione della relazione di calcolo.

3Muri adotta il metodo FME (Frame by Macro Elements), cioè quanto di più avanzato ci sia oggi nel settore del calcolo delle murature che si ispira sul metodo a telaio equivalente con macroelementi.

Geometria del modello

La modellazione dell'edificio viene realizzata mediante l'inserimento di pareti che vengono discretizzate in macroelementi, rappresentativi di maschi murari e fasce di piano deformabili; i nodi rigidi sono indicati nelle porzioni di muratura che tipicamente sono meno soggette al danneggiamento sismico. Solitamente i maschi e le fasce sono contigui alle aperture, i nodi rigidi rappresentano elementi di collegamento tra maschi e fasce. La concezione matematica che si nasconde nell'impiego di tale elemento, permette di riconoscere il meccanismo di danno, a taglio nella sua parte centrale o a pressoflessione sui bordi dell'elemento in modo da percepire la dinamica del danneggiamento così come si presenta effettivamente nella realtà.

I nodi del modello, sono nodi tridimensionali a 5 gradi di libertà (le tre componenti di spostamento nel sistema di riferimento globale e le rotazioni intorno agli assi X e Y) o nodi bidimensionali a 3 gradi di libertà (due traslazioni e la rotazione nel piano della parete). Quelli tridimensionali vengono usati per permettere il trasferimento delle azioni, da un primo muro a un secondo disposto trasversalmente rispetto al primo. I nodi di tipo bidimensionale hanno gradi di libertà nel solo piano della parete permettendo il trasferimento degli stati di sollecitazione tra i vari punti della parete.

Gli orizzontamenti, sono modellati con elementi solaio a tre nodi connessi ai nodi tridimensionali, sono caricabili perpendicolarmente al loro piano dai carichi

accidentali e permanenti; le azioni sismiche caricano il solaio lungo la direzione del piano medio. Per questo l'elemento finito solaio viene definito con una rigidezza assiale, ma nessuna rigidezza flessionale, in quanto il comportamento meccanico principale che si intende sondare è quello sotto carico orizzontale dovuto al sisma.

Azioni di calcolo

Le verifiche allo stato limite ultimo (SLV) e allo stato limite di esercizio (SLD; SLO); devono essere effettuate per la seguente combinazione della azione sismica con le altre azioni [Norme Tecniche 2008 p.3.2.4].

$$E + G_1 + G_2 + \sum_i \Psi_{2i} Q_{Ki}$$

dove:

- E azione sismica per lo stato limite in esame;
- G₁ peso proprio di tutti gli elementi strutturali;
- G₂ peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
- y_{2i} coefficiente di combinazione;
- Q_{Ki} valore caratteristico della azione variabile;

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

$$G_1 + G_2 + \sum_i \Psi_{2i} Q_{Ki}$$

I valori dei vari coefficienti sono scelti in base alla destinazione d'uso dei vari solai secondo quanto indicato nella norma. [Norme Tecniche 2008 Tabella 2.5.1].

Si assume nella tabella seguente $G_K = G_1 + G_2$

Analisi incrementale a collasso (push-over)

Al fine di eseguire le dovute verifiche nei riguardi dell'edificio in questione, si è deciso di procedere con l'esecuzione di una analisi statica non lineare.

Le verifiche richieste si concretizzano nel confronto tra la curva di capacità per le diverse condizioni previste e la domanda di spostamento prevista dalla normativa.

La curva di capacità è individuata mediante un diagramma spostamento-taglio massimo alla base.

Secondo le prescrizioni da normativa [D.M. 14 gennaio 2008 p. 7.3.4.1.], le condizioni di carico che devono essere esaminate sono di due tipi:

- Distribuzione di forze proporzionale alle masse

$$F_i = \frac{m_i}{\sum_i m_i}$$

- Distribuzione di forze proporzionali al prodotto delle masse per la deformata corrispondente al primo modo di vibrare.

L'analisi, eseguita in controllo di spostamento, procede al calcolo della distribuzione

di forze che genera il valore dello spostamento richiesto. L'analisi viene fatta continuare fino a che non si verifica il decadimento del taglio del 20% dal suo valore di picco. Si calcola così il valore dello spostamento massimo alla base dell'edificio generato da quella distribuzione di forze. Questo valore di spostamento costituisce il valore ultimo dell'edificio.

Lo spostamento preso in esame per il tracciamento della curva di capacità è quello di un punto dell'edificio detto nodo di controllo.

La normativa richiede il tracciamento di una curva di capacità bi-lineare di un sistema equivalente (SDOF). Il tracciamento di tale curva deve avvenire con una retta che, passando per l'origine interseca la curva del sistema reale in corrispondenza del 70% del valore di picco; la seconda retta risulterà parallela all'asse degli spostamenti tale da generare l'equivalenza delle aree tra i diagrammi del sistema reale e quello equivalente.

La determinazione della curva relativa al sistema equivalente, permette di determinare il periodo con cui ricavare lo spostamento massimo richiesto dal sisma, secondo gli spettri riportati sulla normativa .

La normativa definisce una eccentricità accidentale del centro delle masse pari al 5% della massima dimensione dell'edificio in direzione perpendicolare al sisma.

In base alla tipologia dell'edificio e alle scelte progettuali che si ritengono più idonee, si può decidere la condizione di carico sismico da prendere in esame.

- **Carico sismico:** individua quale delle due tipologie di distribuzioni (proporzionale alle masse o al primo modo) prendere in esame.
- **Direzione:** individua la direzione lungo cui viene caricata la struttura (X o Y del sistema globale) dal carico sismico.

Al fine di individuare la condizione di carico sismico più gravosa, si è deciso di eseguire le analisi distinte per tipologia di carico, direzione del sisma e di eventuali eccentricità accidentali.

Spettro da normativa

Gli spettri di risposta, sono definiti in funzione del reticolo di riferimento definito nella "Tabella 1" (parametri spettrali) in allegato alle Norme Tecniche 14 gennaio 2008 .

Tale tabella fornisce, in funzione delle coordinate geografiche (latitudine, longitudine), i parametri necessari a tracciare lo spettro. I parametri forniti dal reticolo di riferimento sono:

- a_g accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T^*_C periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

La trilogia di valori qui descritta, è definita per un periodo di ritorno assegnato (TR), definito in base alla probabilità di superamento di ciascuno degli stati limite. Tali valori saranno pertanto definiti per ciascuno degli stati limite esaminati. Lo spettro sismico dipende anche dalla "Classe del suolo" e dalla "categoria topografica".

Secondo le indicazioni da normativa si devono eseguire le seguenti verifiche:
Stato limite Ultimo (SLV):

$$D_{\max} \leq D_u$$

- D_{\max} : Spostamento massimo richiesto dalla normativa individuato dallo spettro elastico.
- D_u : Spostamento massimo offerto dalla struttura corrispondente con il decadimento della curva Push-over di un valore pari al 20% di quello massimo $q^* < 3$
- q^* : rapporto tra la forza di risposta elastica e la forza di snervamento del sistema equivalente

Stato limite di Danno (SLD):

$$D_{\max}^{SLD} \leq D_d$$

- D_{\max}^{SLD} : Spostamento massimo richiesto dalla normativa, calcolato in base allo spettro sismico definito per lo stato limite di danno.
- D_d : Spostamento massimo corrispondente al valore che causa il superamento del valore massimo di drift di piano (0.003).

Stato limite di Operatività (SLO):

$$D_{\max}^{SLO} \leq D_o$$

- D_{\max}^{SLO} : Spostamento massimo richiesto dalla normativa, calcolato in base allo spettro sismico definito per lo stato limite di operatività.
- D_o : Spostamento massimo corrispondente al valore che causa il superamento del valore massimo di drift di piano (0.002).

O.P.C.M. 3362 dell' 8 luglio 2004:

Questa normativa prescrive il calcolo degli indicatori di rischio.
Il parametro $(\alpha)_u$ è considerato un indicatore del rischio di collasso, il parametro $(\alpha)_e$ è un indicatore del rischio di inagibilità dell'opera.

Questi parametri vengono calcolati come indicato nel seguito:

- PGA_{DS} accelerazione stimata di danno severo
- PGA_{DL} accelerazione stimata di danno lieve
- $(\alpha)_u$ PGA_{DS} / PGA
- $(\alpha)_e$ PGA_{DL} / PGA

10.1.1. *Analisi statica*

Azioni di calcolo

La verifica allo stato limite ultimo per carichi statici viene condotta secondo le prescrizioni riportate nelle norme vigenti.

Viene eseguita la seguente combinazione dei carichi:

$$\gamma_G G_k + \gamma_{G_agg} G_{kagg} + \gamma_Q Y_0 Q_k$$

assumendo:

γ_G ; γ_{G_agg} ; γ_Q coefficienti parziali di sicurezza

G_k carichi permanenti

Q_k carichi accidentali

y_0 coefficiente di combinazione per i carichi variabili:

Le verifiche statiche eseguite sulla struttura in questione sono le seguenti:

Snellezza della muratura

La verifica di snellezza è eseguita in accordo con quanto riportato al punto 4.5.4. del D.M.2008.

Si definisce snellezza di una muratura il rapporto h_0/t in cui:

h_0 lunghezza libera di inflessione del muro pari a $r \cdot h$;

t spessore del muro.

h l'altezza interna di piano;

r il fattore laterale di vincolo.

La verifica di snellezza risulta soddisfatta se risulta verificata la seguente:

$$h_0/t < 20$$

Eccentricità dei carichi

La verifica di snellezza è eseguita in accordo con quanto riportato al punto 4.5.6.2. del D.M.2008.

Tale verifica risulta soddisfatta qualora risultino verificate le seguenti condizioni:

$$e_1/t \leq 0.33$$

$$e_2/t \leq 0.33$$

in cui:

t spessore del muro

e_1 $|e_s| + |e_a|$

e2	$\frac{e_1}{2} + ev $
es	eccentricità totale dei carichi verticali
ea	h/200
ev	eccentricità dovuta al vento $ev = Mv / N$

Verifica a carichi verticali

La verifica di snellezza è eseguita in accordo con quanto riportato al punto 4.5.6.2. del D.M.2008.

Tale verifica risulta soddisfatta qualora risulti verificata la seguente:

$$N_d \leq N_r$$

in cui:

Nd:	carico verticale agente
Nr	carico verticale resistente; $N_r = F \cdot f_d \cdot A$
A	area della sezione orizzontale del muro al netto delle aperture;
f _d	resistenza di calcolo della muratura;
F	coefficiente di riduzione della resistenza del muro

Queste verifiche sono state eseguite in ogni maschio murario della struttura, nelle tre sezioni principali (inferiore, centrale, superiore).

I valori dello sforzo normale resistente saranno calcolabili solamente se le verifiche di snellezza ed eccentricità dei carichi risultano soddisfatte.

11. .RISULTATI – CONCLUSIONI

Il fabbricato, realizzato negli '70 del secolo scorso, non è stato progettato per resistere ad azioni orizzontali quali quelle sismiche.

Sebbene realizzato con elementi e materiali in buono stato di conservazione, lo schema strutturale non è adeguato e presenta una serie di criticità nei confronti delle azioni sismiche.

I parametri di vulnerabilità sismica, calcolati secondo le NTC 2008 sono i seguenti:

						TR _C			TR=cost	
	TR _C	TR _D	α_{TR}	PGA _D [m/s ²]	PGA _C (TR) [m/s ²]	F ₀ (TR)	T _C [*] (TR)	α_{PGA} (TR)	PGA _C [m/s ²]	α_{PGA}
SLV	33	712	0,046	0,48	0,20	2,61	0,17	0,405	0,18	0,382
SLD	33	75	0,440	0,27	0,20	2,61	0,17	0,732	0,19	0,711
SLO	33	45	0,733	0,22	0,20	2,61	0,17	0,884	0,19	0,879

Gli interventi eseguiti in fasi successive, riguardanti la formazione di aperture nelle pareti perimetrali ed interne, hanno aumentato tali criticità.

Ulteriori elementi soggetti a criticità sono i seguenti:

- assenza di elementi verticali resistenti alle azioni orizzontali in direzione parallela all'orditura dei solai in numero sufficiente;
- situazioni locali di indebolimento delle pareti portanti dovute a posa di corpi scaldanti in nicchie ricavate attraverso demolizioni locali delle pareti interne (interventi di cui non si conosce la modalità né l'eventuale esecuzione di rinforzi);
- nodi di collegamento tra pareti e solai prefabbricati con comportamento "non rigido" senza continuità degli elementi variabili tra i solai;
- porzione di copertura realizzata in fase successiva al fine di creare uno spazio chiuso al piano primo, di cui non è nota l'interfaccia strutturale con la struttura precedente;
- sistematica presenza di aperture, sia perimetrali sia sulle pareti interne (realizzate in fase successiva), che non presentano i necessari rinforzi locali sul contorno adatti alla resistenza alle azioni orizzontali.

Alla luce di questi elementi l'adeguamento sismico dovrebbe essere realizzato sulla quasi totalità della struttura, riqualificando i nodi ed inserendo setti sismo-resistenti nella direzione parallela all'orditura dei solai.

Tali interventi risulterebbero fortemente invasivi e richiederebbero necessari approfondimenti sulla fattibilità tecnica ed economica degli stessi.

Aosta, 28 febbraio 2018

Ing. Corrado Trasino



**ALLEGATO 1:
REPORT PROVE ESEGUITE DA 4M SUI CALCESTRUZZI (ANNO 2016)**



4 EMME Service S.p.A.

Laboratorio Prove Materiali

Via Scarsellini 13 – 20161 Milano Tel. 0240092545 – Fax 40092743
laboratorio.mi@4emme.it – www.4emme.it

Sede legale: Via L. Zuegg 20 – 39100 Bolzano
Sistema Qualità ISO 9001:2008 certificato RINA nr. 6441/01/S
Pagina 1 di 1

CERTIFICATO

NR. 2567

del 29/09/2016

Intestatario certificato: Comune di Gassino Torinese - P.zza Antonio Chiesa Gassino T.se (TO)
Verbale di accettazione: Nr. 1754 del 15/09/2016
Descrizione della prova: **PROVA DI COMPRESSIONE SU PROVINI CILINDRICI IN CALCESTRUZZO**
Norme di riferimento: UNI EN 12390-3:2009; UNI EN 12504-1:2009
Descrizione del materiale: 02 provini cilindrici in calcestruzzo
Cantiere - Luogo del Prelievo: Scuola Elementare "Ghandi" - Via Po,12 Gassino Torinese (TO)
Committente delle opere: Comune di Gassino Torinese - P.zza Antonio Chiesa Gassino T.se (TO)
Impresa: ND
Prelievo eseguito da: 4 Emme Service Spa
Richiesta sottoscritta dal Direttore Lavori: no

Dati dichiarati			Risultati di prova									
Sigla	Data estrazione	Posizione in opera	Dimensioni [mm]		h/d	Massa volumica [kg/m ³]	Resistenza a compressione f _c [N/mm ²]	Tipo rottura	Max inerte Ø[mm]	Armatura rilevata [mm]	Data prova	
			Ø	h								
1 - C1	06/09/2016	Pilastro piano interrato palestra	104	104	1	2241	29,3	S	10	1Φ8	27/09/2016	
2 - C2	06/09/2016	Pannello prefabbricato piano terra	104	104	1	2188	25,3	S	15	-	27/09/2016	
3 - C3	06/09/2016	Pannello prefabbricato piano primo	104	80	0,8	2281	28,2	S	10	-	27/09/2016	

Legenda:
S = rottura soddisfacente NS = rottura non soddisfacente

Note: nessuna.

Attrezzatura utilizzata					Certificato di taratura		
Nr.	Tipo	Matricola	Marca	Portata	Nr.	Data	Ente
02	65-L/1200*	08004993	Controls	250 kN	LAT104 0197/2016	05/02/2016	Politecnico di Milano

Lo Sperimentatore
Geom. Maurizio Negri

Per Il direttore del Laboratorio
Dott. ing. Luciano Ceschel

ALLEGATO 2
REPORT PROVE ESEGUITE DA 4M SUI FERRI DI ARMATURA (ANNO 2016)



4 EMME Service S.p.A.

Laboratorio Prove Materiali

Via Scarsellini 13 – 20161 Milano Tel. 0240092545 – Fax 40092743
laboratorio.mi@4emme.it – www.4emme.it

Sede legale: Via L. Zuegg 20 – 39100 Bolzano
Sistema Qualità ISO 9001:2008 certificato RINA nr. 6441/01/S
Pagina 1 di 1

CERTIFICATO

NR. 2568

del 29/09/2016

Intestataro certificato: Comune di Gassino Torinese - P.zza Antonio Chiesa Gassino T.se (TO)
Verbale di accettazione: Nr. 1754 del 15/09/2016
Descrizione della prova: **PROVA DI TRAZIONE SU CAMPIONI DI ACCIAIO PER C.A.**
Norme di riferimento: UNI EN ISO 15630-1:2010
Descrizione del materiale: 02 barre d'acciaio per c.a.
Cantiere - Luogo del Prelievo: Scuola Elementare "Ghandi" - Via Po,12 Gassino Torinese (TO)
Committente delle opere: Comune di Gassino Torinese - P.zza Antonio Chiesa Gassino T.se (TO)
Impresa: ND
Richiesta sottoscritta dal Direttore Lavori: no
Data della prova: 28/09/2016

Contrassegno	Data prelievo	ØEff. [mm]	Area [mm ²]	Tipo di acciaio	Riferimento struttura	Tensione di snervamento f _y [N/mm ²]	Tensione di rottura f _t [N/mm ²]	Agt %
1 - F1	06/09/2016	10,13	80,54	Barra ad aderenza migliorata	Pilastro piano interrato palestra	500,7	768,1	10,4
2 - F2	06/09/2016	10,39	84,75	Barra ad aderenza migliorata	Pannello prefabbricato piano terreno	505,4	759,3	11,4

Attrezzatura utilizzata					Certificato di taratura		
Nr.	Tipo	Matricola	Marca	Portata	Nr.	Data	Ente
04	C 807	03074442	Controls	600 kN	LAT 104 0195/2016	05/02/2016	Politecnico di Milano

Lo Sperimentatore
Geom. Maurizio Negri

Per Il direttore del Laboratorio
Dott. ing. Luciano Ceschel

ALLEGATO 3
REPORT PROVE DI CARICO DEI SOLAI ESEGUITE DA 4M (ANNO 2016)

Dati generali

Data intervento: 02/09/16
 In via Po n°12
 Località Gassino Torinese
 Committente Comune di Gassino Torinese
 Denominazione edificio Scuola elementare "M.K. Gandhi"
 Seguendo le istruzioni di arch. Daniele Rangone

Caratteristiche della struttura

Tipo di struttura Solaio piano terreno
 Luce (m) 7,10
 Sovraccarico (kN/m²) 3,50
 Fascia trasversale b (m) 3,08 Coefficiente Cv 0,75

Tabella configurazione sensori

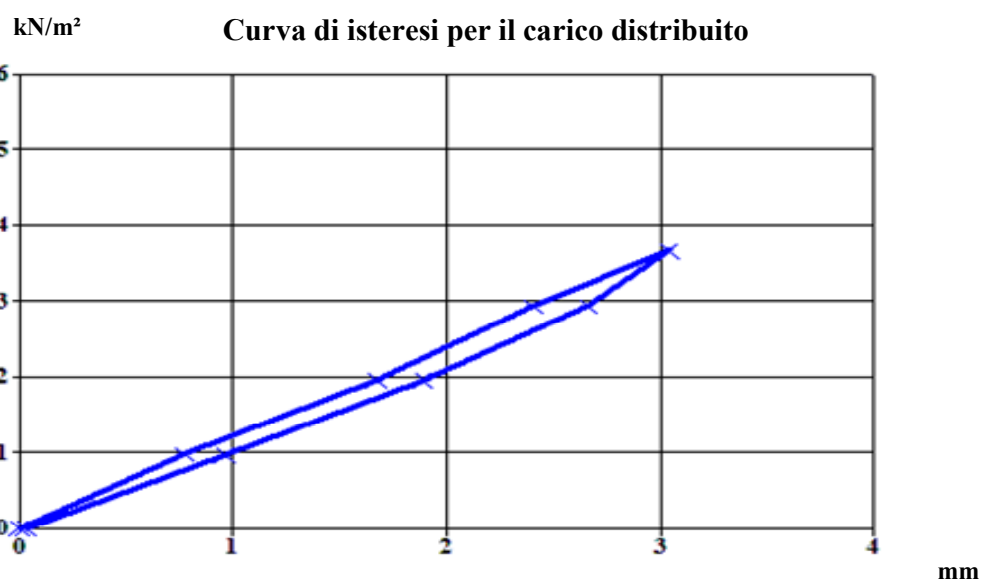
N° Sensore	Sensori longitudinali	Posizione (m)	Freccia (mm)
1	Appoggio lato trave	0,0	0,20
2	1/4 luce lato trave	1,78	2,19
3	Mezzeria	3,55	3,04
N° Sensore	Sensori trasversali	Posizione (m)	Freccia (mm)
4	A 1,2 m da Sens.3, lato interno fabbricato	1,20	1,87
5	A 2,4 m da Sens.3, lato interno fabbricato	2,40	0,51

Le deformazioni sono assolute e si riferiscono al carico di: 60,0 (kN)

Tabella carichi-deformazione: assolute TO 6807-0

Forza (kN)	Carico (kN/m ²)	Freccia (mm)	Linearità %
0,0	0,00	0,00	
16,0	0,98	0,77	100
32,0	1,95	1,67	92
48,0	2,93	2,40	96
60,0	3,66	3,04	95
48,0	2,93	2,66	
32,0	1,95	1,89	
15,8	0,96	0,96	
0,0	0,00	0,03	

Nota: i valori si riferiscono al sensore n° 3 del ciclo 3



Area ist.= 10,6 (kNmm) Area car.= 91,5 (kNmm) Area ist./car.(%)= 12

Ripetibilità complessiva (%)	Linearità media (%)	Linearità minima (%)	Permanenze (%)
99	96	92	1

La Società si assume la responsabilità per la precisione delle misure effettuate. L'elaborazione dei dati invece rappresenta solamente un sussidio da verificare ed approvare da parte del Tecnico incaricato.

Dati generali

Data intervento:	02/09/16
In	via Po n° 12
Località	Gassino Torinese
Committente	Comune di Gassino Torinese
Denominazione edificio	Scuola Elementare "M.K. Gandhi"
Seguendo le istruzioni di	arch. Daniele Rangone

Caratteristiche della struttura

Tipo di struttura	Solaio piano primo		
Luce (m)	7,25		
Sovraccarico (kN/m ²)	3,50		
Fascia trasversale b (m)	2,69	Coefficiente Cv	0,75

Tabella configurazione sensori

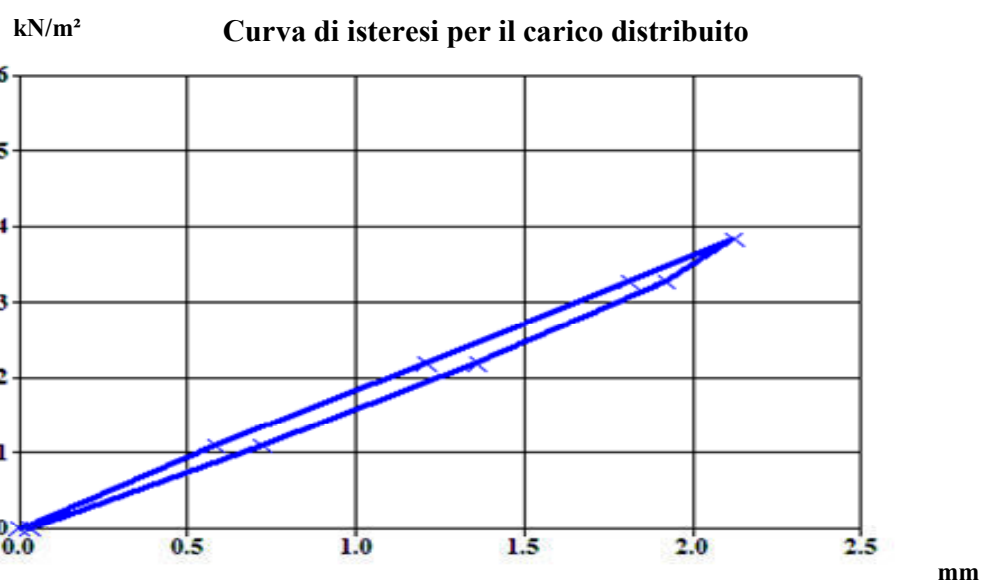
N° Sensore	Sensori longitudinali	Posizione (m)	Freccia (mm)
1	Appoggio lato vano scale	0,0	0,09
2	1/4 luce lato lato vano scale	1,81	1,46
3	Mezzeria	3,63	2,12
N° Sensore	Sensori trasversali	Posizione (m)	Freccia (mm)
4	A 1,2 m da Sens.3, lato esterno fabbricato	1,20	0,99
5	A 2,4 m da Sens.3, lato esterno fabbricato	2,40	0,33

Le deformazioni sono assolute e si riferiscono al carico di: 56,0 (kN)

Tabella carichi-deformazione: assolute TO 6808-0

Forza (kN)	Carico (kN/m ²)	Freccia (mm)	Linearità %
0,0	0,00	0,00	
16,0	1,09	0,58	100
32,0	2,19	1,21	96
48,0	3,28	1,81	96
56,0	3,83	2,12	96
48,0	3,28	1,92	
32,0	2,19	1,36	
16,0	1,09	0,72	
0,0	0,00	0,03	

Nota: i valori si riferiscono al sensore n° 3 del ciclo 3



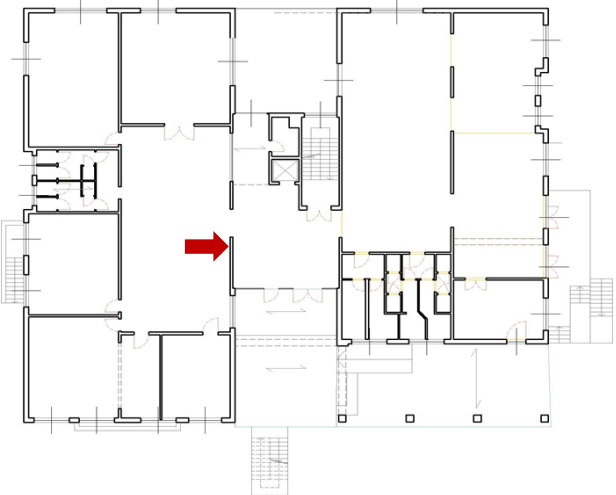

Area ist.= 6,2 (kNmm) Area car.= 59,9 (kNmm) Area ist./car.(%)= 10

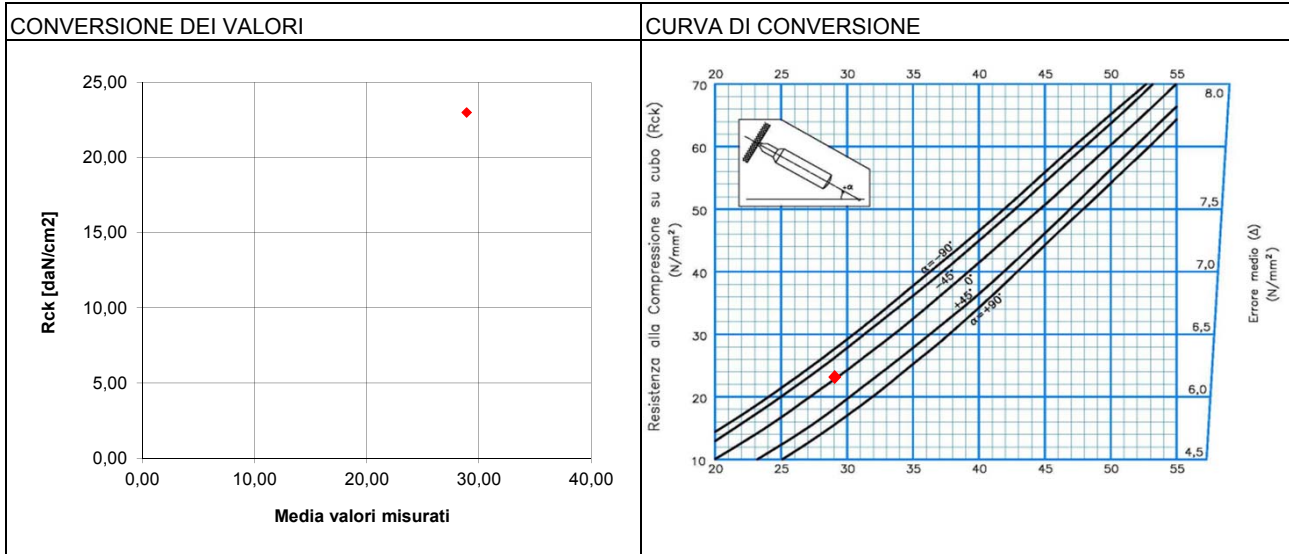
Ripetibilità complessiva (%)	Linearità media (%)	Linearità minima (%)	Permanenze (%)
99	97	96	1

La Società si assume la responsabilità per la precisione delle misure effettuate. L'elaborazione dei dati invece rappresenta solamente un sussidio da verificare ed approvare da parte del Tecnico incaricato.

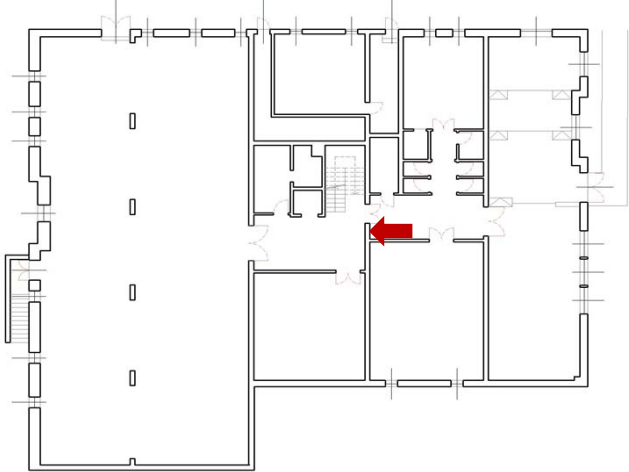

ALLEGATO 4
TABELLE DELLE PROVE SCLEROMETRICHE (ANNO 2018)

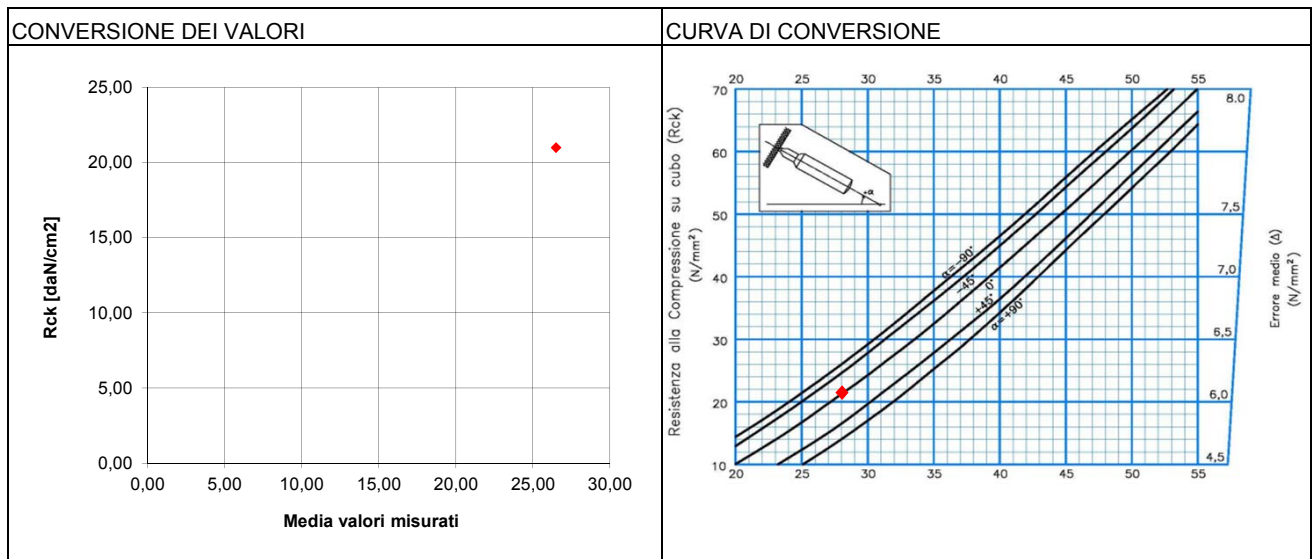
INDAGINE NON DISTRUTTIVA SULLE OPERE IN CEMENTO ARMATO

PROVE SCLEROMETRICHE		RIFERIMENTO PLANIMETRICO / FOTOGRAFICO
N. PROVE	1	
	$\alpha=0$	
1	32	
2	31	
3	29	
4	31	
5	29	
6	31	
7	27	
8	30	
9	22	
10	31	
11	24	
12	27	
13	27	
14	27	
SCARTO DEI VALORI	289,00	
MEDIA ARITMETICA	28,90	
VALORE DA DIAGRAMMA Rck [daN/cm ²]	23,00	



INDAGINE NON DISTRUTTIVA SULLE OPERE IN CEMENTO ARMATO

PROVE SCLEROMETRICHE		RIFERIMENTO PLANIMETRICO / FOTOGRAFICO
N. PROVE	1	
	$\alpha=0$	
1	29	
2	28	
3	25	
4	25	
5	25	
6	32	
7	28	
8	20	
9	23	
10	23	
11	30	
12	31	
13	25	
14	27	
SCARTO DEI VALORI	265,00	
MEDIA ARITMETICA	26,50	
VALORE DA DIAGRAMMA Rck [daN/cm ²]	21,00	

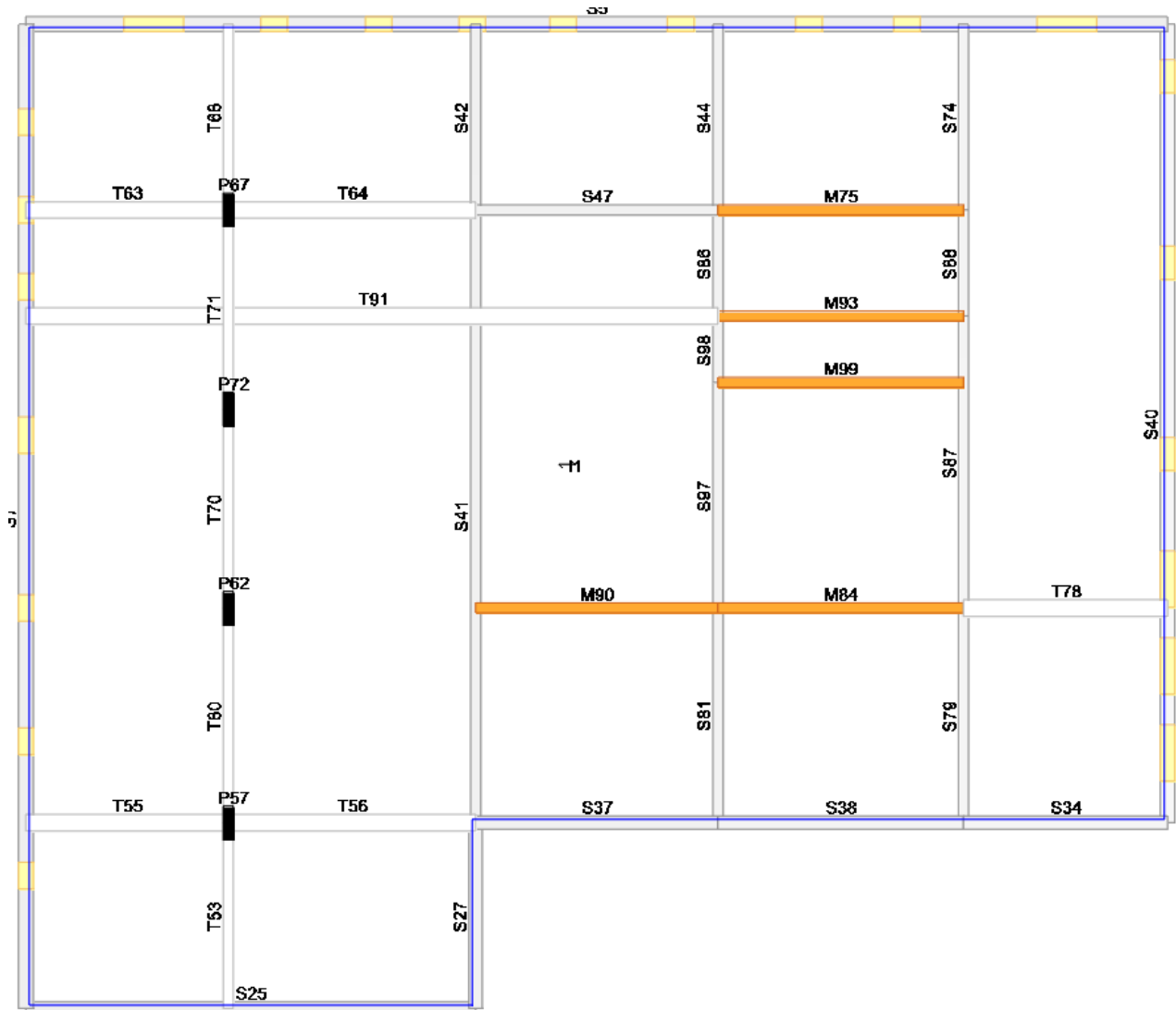


ALLEGATO 5

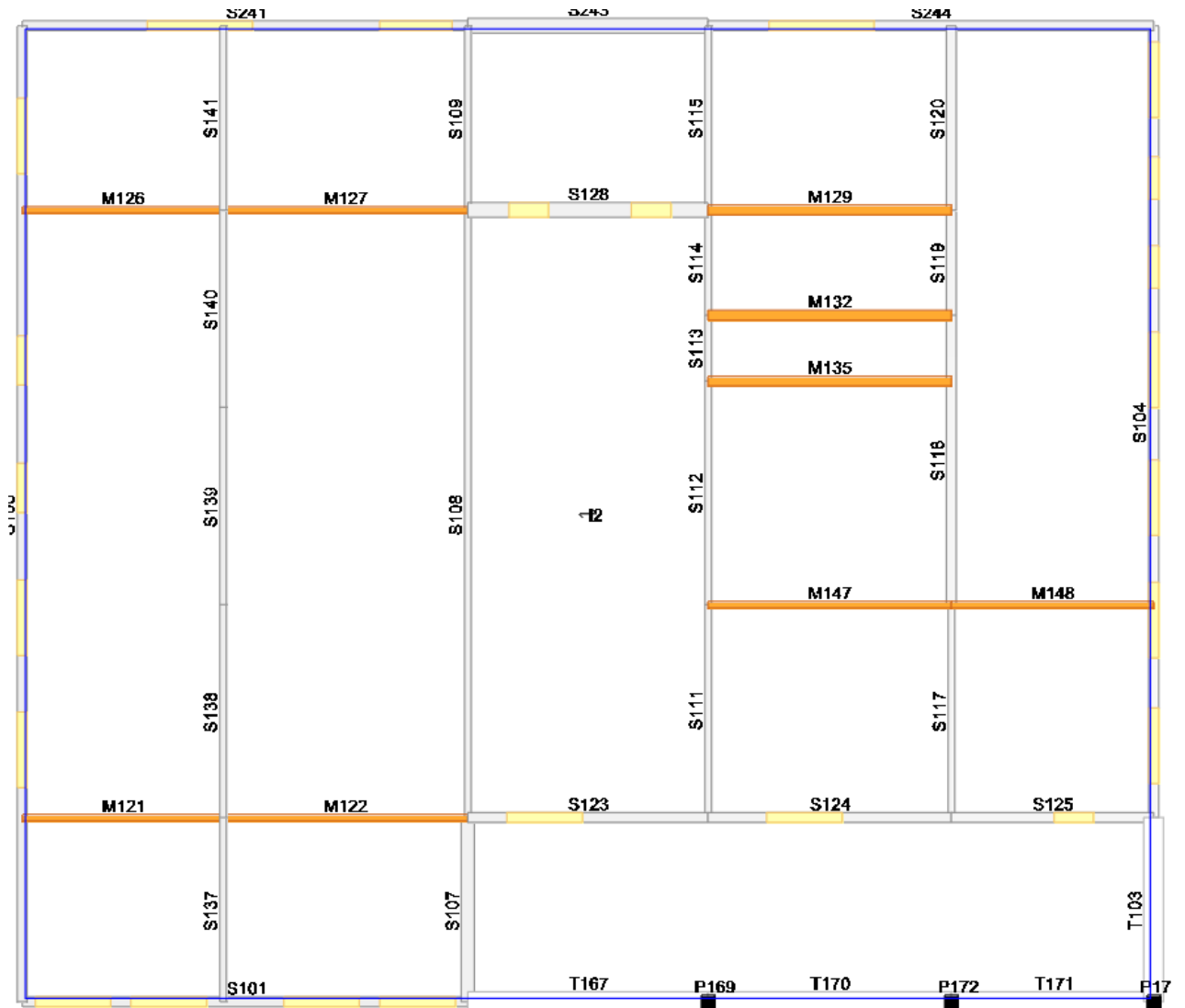
ANALISI STATICA NON LINEARE CON CODICE DI CALCOLO 3MURI STADATA

Allegato 5: Analisi statica non lineare con codice di calcolo 3Muri STADATA

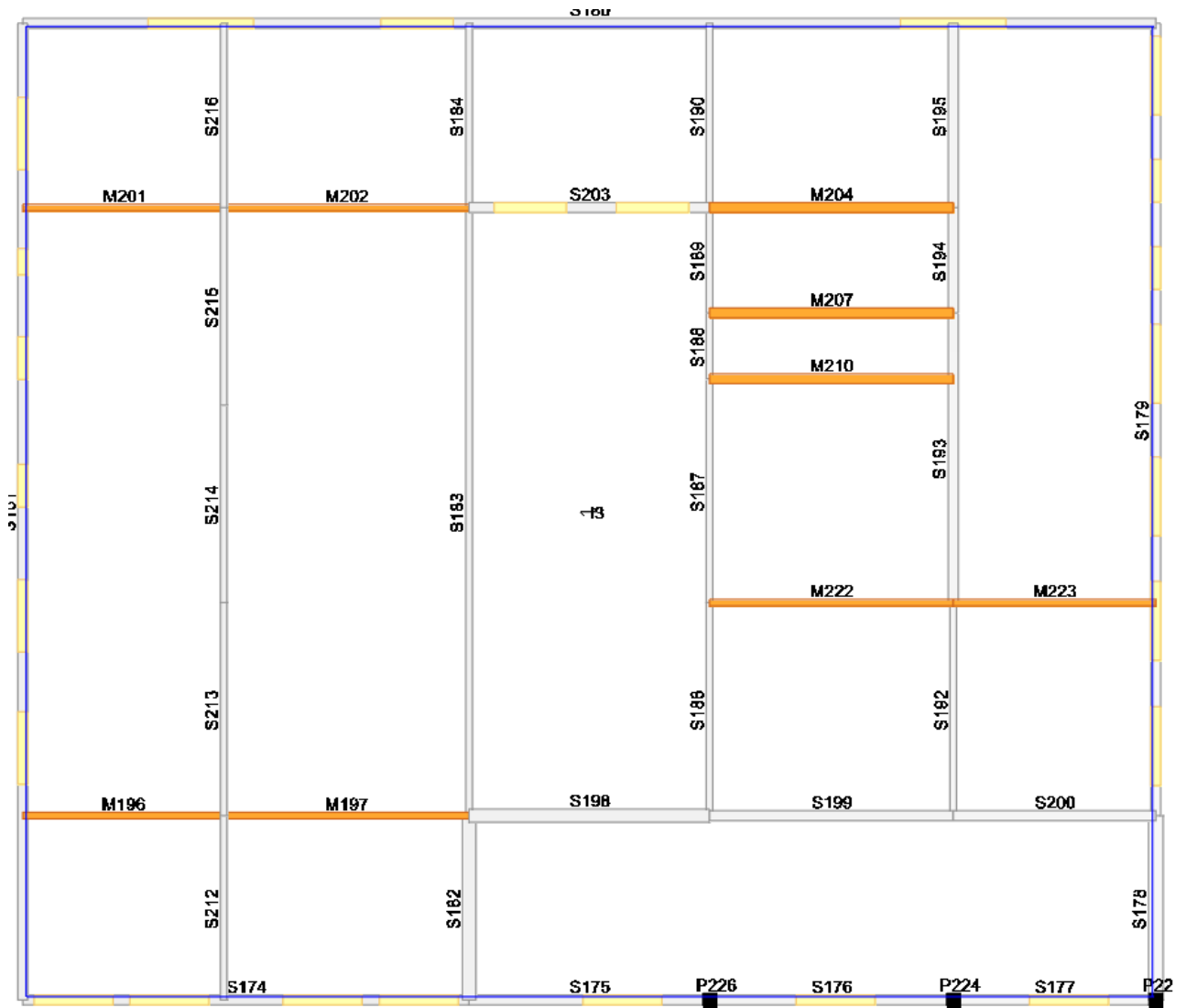
Immagini del modello



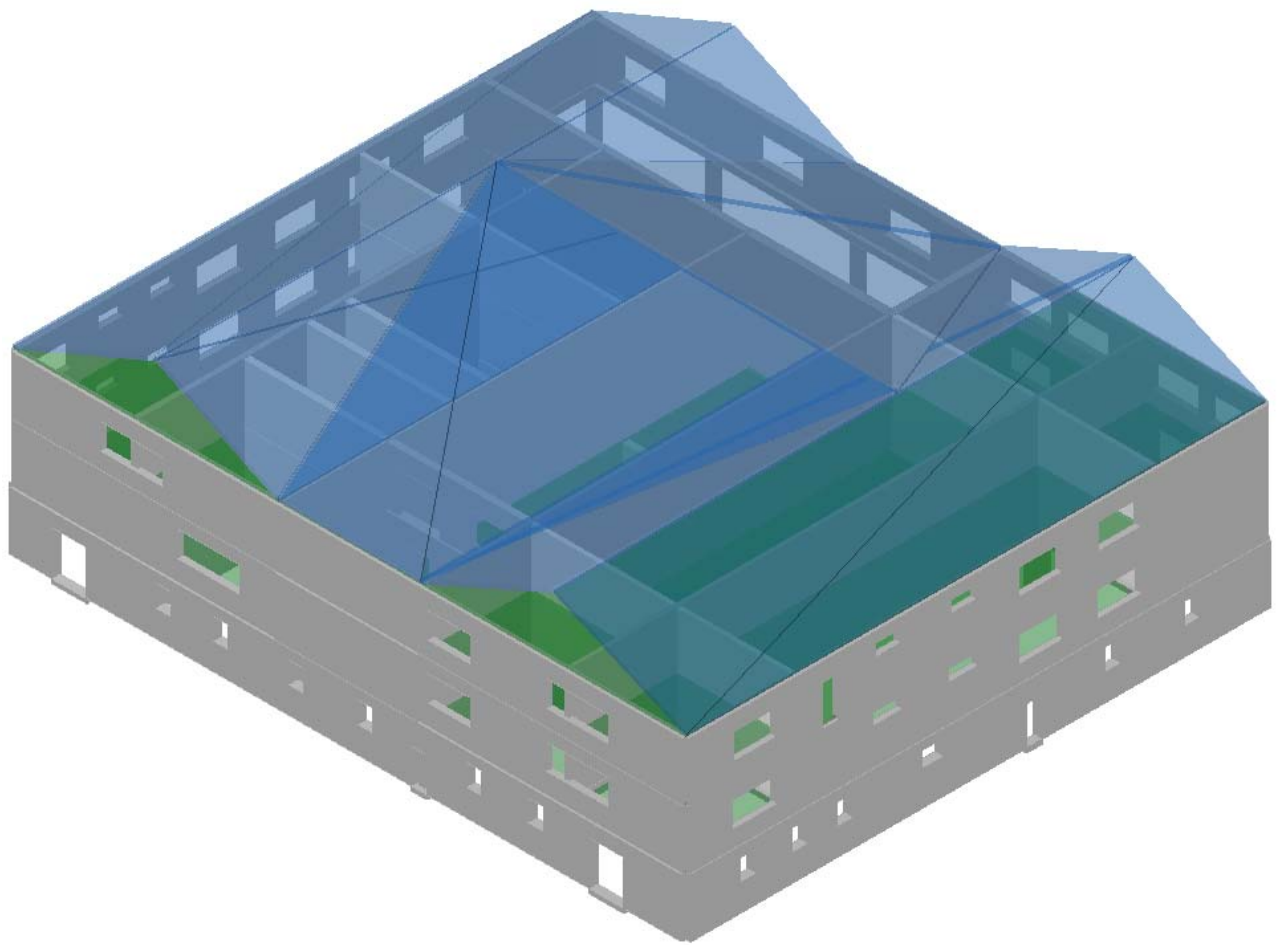
Vista pianta livello 1



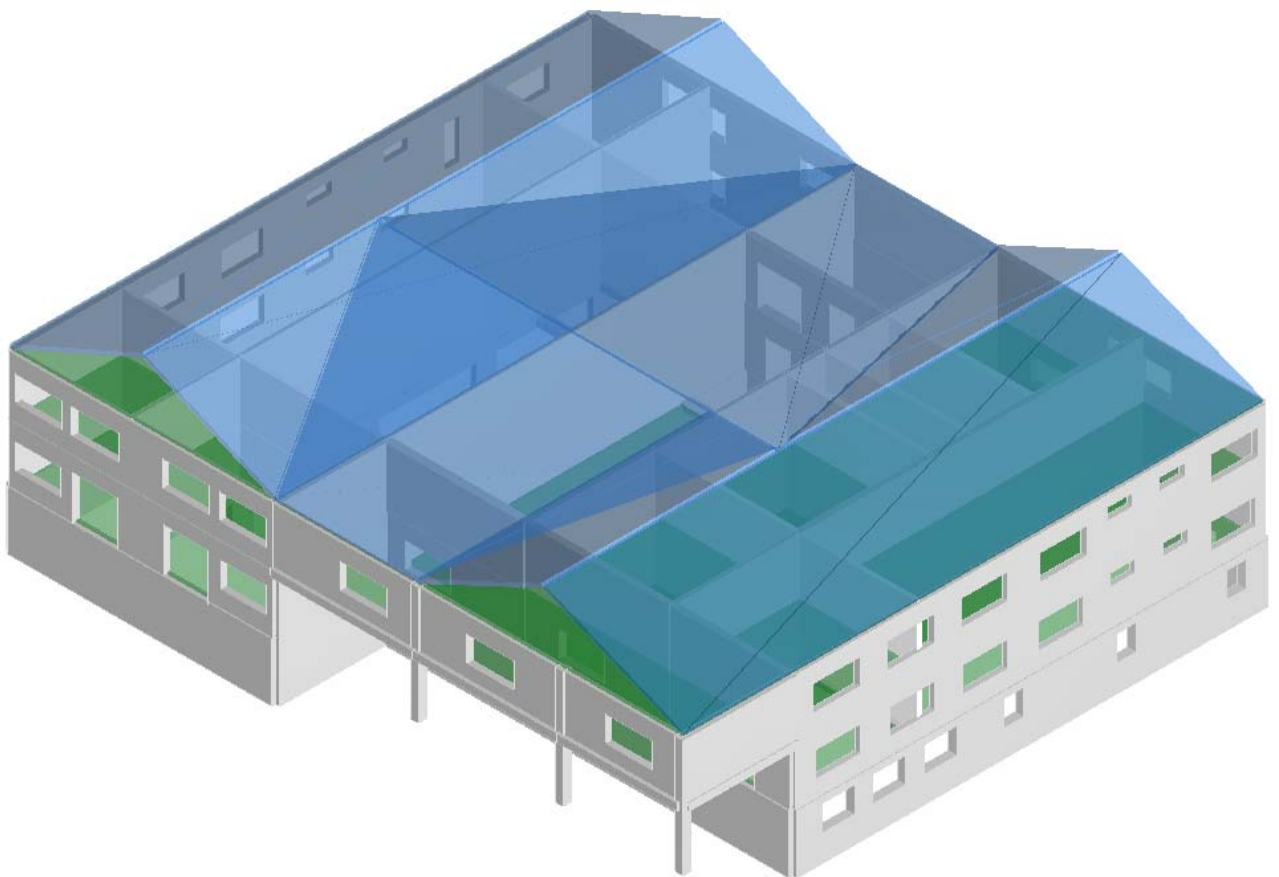
Vista pianta livello 2



Vista pianta livello 3

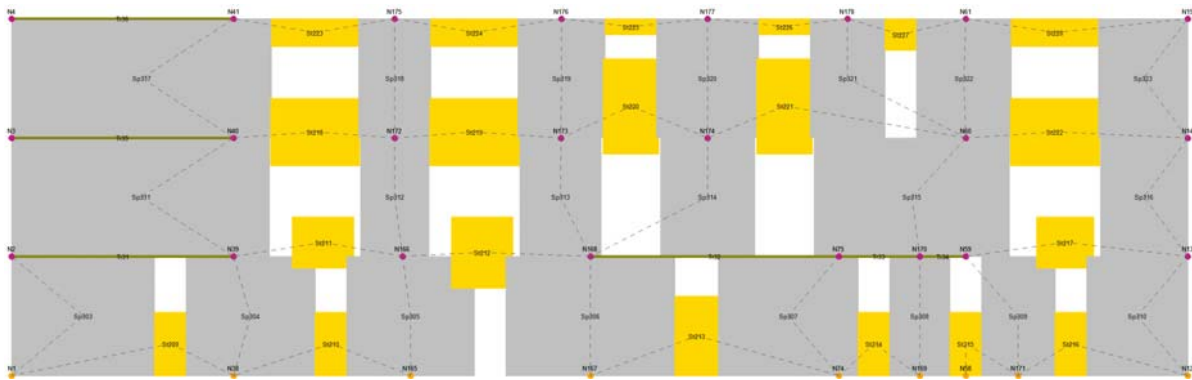


Vista 3D (1)

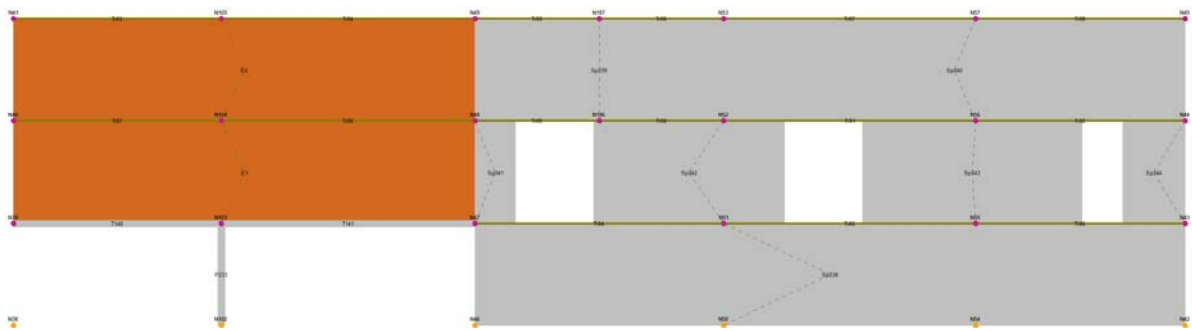


Vista 3D (2)

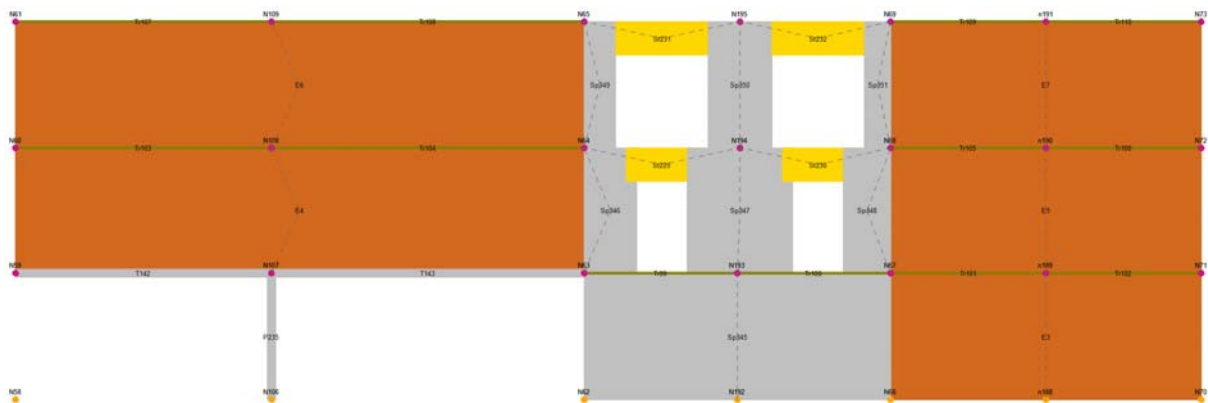
Comune di Gassino Torinese (TO) – Scuola primaria L. Borione
Valutazione della vulnerabilità sismica



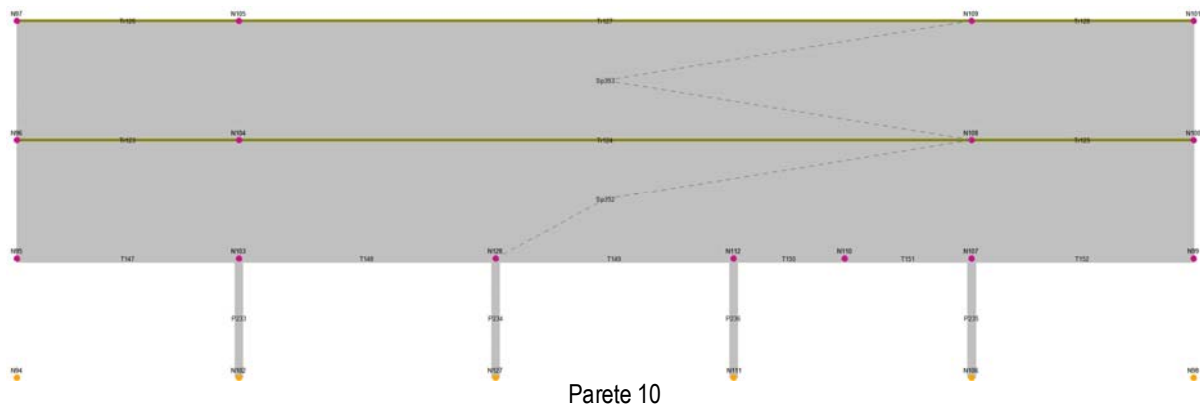
Parete 4



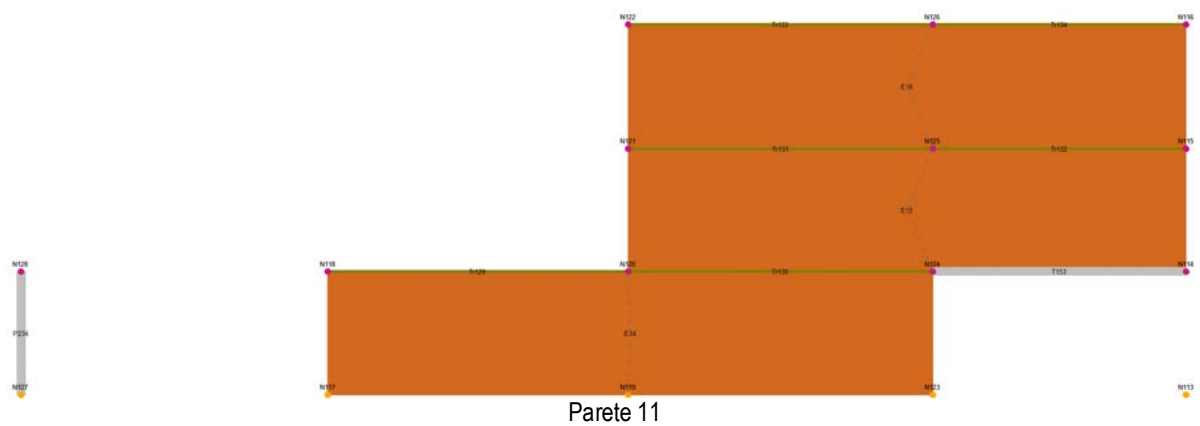
Parete 8



Parete 9



Parete 10



Parete 11

Norme di riferimento

Sono stati recepiti, per le analisi di cui in seguito, i principi e le regole riportate nelle normative seguenti:

- Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008 - "Norme tecniche per le Costruzioni"
- Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni"

Descrizione del modello

Materiali

Muratura

Nome	E [N/mm ²]	G [N/mm ²]	Peso specifico [kN/m ³]	f _m [N/mm ²]	τ f _{vm0} [N/mm ²]
ESIST	1.400,00	350,00	12	1,11	0,07

Calcestruzzo

Nome	E [N/mm ²]	G [N/mm ²]	Peso specifico [kN/m ³]	f _{cm} [N/mm ²]	f _{ck} [N/mm ²]
ESISTENTE	28.378,00	12.898,00	25	12,1	0,16

Acciaio armatura

Nome	E [N/mm ²]	G [N/mm ²]	Peso specifico [kN/m ³]	f _{ym} [N/mm ²]	f _{yk} [N/mm ²]
ESISTENT	210.000,00	75.000,00	77	281,5	3,80

Geometria del modello

La modellazione dell'edificio viene realizzata mediante l'inserimento di pareti che vengono discretizzate in macroelementi, rappresentativi di maschi murari e fasce di piano deformabili; i nodi rigidi sono indicati nelle porzioni di muratura che tipicamente sono meno soggette al danneggiamento sismico. Solitamente i maschi e le fasce sono contigui alle aperture, i nodi rigidi rappresentano elementi di collegamento tra maschi e fasce. La concezione matematica che si nasconde nell'impiego di tale elemento, permette di riconoscere il meccanismo di danno, a taglio nella sua parte centrale o a pressoflessione sui bordi dell'elemento in modo da percepire la dinamica del danneggiamento così come si presenta effettivamente nella realtà.

I nodi del modello, sono nodi tridimensionali a 5 gradi di libertà (le tre componenti di spostamento nel sistema di riferimento globale e le rotazioni intorno agli assi X e Y) o nodi bidimensionali a 3 gradi di libertà (due traslazioni e la rotazione nel piano della parete). Quelli tridimensionali vengono usati per permettere il trasferimento delle azioni, da un primo muro a un secondo disposto trasversalmente rispetto al primo. I nodi di tipo bidimensionale hanno gradi di libertà nel solo piano della parete permettendo il trasferimento degli stati di sollecitazione tra i vari punti della parete.

Gli orizzontamenti, sono modellati con elementi solaio a tre nodi connessi ai nodi tridimensionali, sono caricabili perpendicolarmente al loro piano dai carichi accidentali e permanenti; le azioni sismiche caricano il solaio lungo la direzione del piano medio. Per questo l'elemento finito solaio viene definito con una rigidezza assiale, ma nessuna rigidezza flessionale, in quanto il comportamento meccanico principale che si intende sondare è quello sotto carico orizzontale dovuto al sisma.

Elementi di struttura

Livello 1

Pannello murario

N.	Parete	Materiale	Rinforzo	Quota [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]
75	9	ESIST	-	300	300	30,0
93	10	ESIST	-	300	300	30,0
99	11	ESIST	-	300	300	30,0
84	14	ESIST	-	300	300	30,0
90	14	ESIST	-	300	300	30,0

Setto C.A. (1)

N.	Parete	Materiale calcestruzzo	Materiale acciaio	Quota [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]
25	1	ESISTENTE	ESISTENT	300	300,0	40,0
40	2	ESISTENTE	ESISTENT	300	300,0	45,0
5	3	ESISTENTE	ESISTENT	300	300,0	45,0
7	4	ESISTENTE	ESISTENT	300	300,0	45,0
27	5	ESISTENTE	ESISTENT	300	300,0	40,0
41	5	ESISTENTE	ESISTENT	300	300,0	30,0
42	5	ESISTENTE	ESISTENT	300	300,0	30,0
44	6	ESISTENTE	ESISTENT	300	300,0	30,0
81	6	ESISTENTE	ESISTENT	300	300,0	30,0
86	6	ESISTENTE	ESISTENT	300	300,0	30,0
97	6	ESISTENTE	ESISTENT	300	300,0	30,0
98	6	ESISTENTE	ESISTENT	300	300,0	30,0
74	7	ESISTENTE	ESISTENT	300	300,0	30,0
79	7	ESISTENTE	ESISTENT	300	300,0	30,0
87	7	ESISTENTE	ESISTENT	300	300,0	30,0
88	7	ESISTENTE	ESISTENT	300	300,0	30,0
34	8	ESISTENTE	ESISTENT	300	300,0	40,0
37	8	ESISTENTE	ESISTENT	300	300,0	40,0
38	8	ESISTENTE	ESISTENT	300	300,0	40,0
47	9	ESISTENTE	ESISTENT	300	300,0	30,0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre oriz. [mm]	Passo medio barre oriz. [cm]	Passo estremità barre oriz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
25	1	12	30	30	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
25	1	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso		Staffe			Ferri diagonali			
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
25	1	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre oriz. [mm]	Passo medio barre oriz. [cm]	Passo estremità barre oriz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
40	2	12	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
40	2	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso		Staffe			Ferri diagonali			
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
40	2	10,00	4	10,00	4	2,0	6	2	20	20	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre oriz. [mm]	Passo medio barre oriz. [cm]	Passo estremità barre oriz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
5	3	12	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]

				[cm]	[mm]	[cm]	[cm]
5	3	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso		Staffe			Ferri diagonali			
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
5	3	10,00	4	10,00	4	2,0	6	2	20	20	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre orizz. [mm]	Passo medio barre orizz. [cm]	Passo estremità barre orizz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
7	4	12	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
7	4	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso		Staffe			Ferri diagonali			
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
7	4	10,00	4	10,00	4	2,0	6	2	20	20	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre orizz. [mm]	Passo medio barre orizz. [cm]	Passo estremità barre orizz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
27	5	12	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
27	5	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso		Staffe			Ferri diagonali			
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
27	5	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre orizz. [mm]	Passo medio barre orizz. [cm]	Passo estremità barre orizz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
41	5	6	85	85	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
41	5	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso		Staffe			Ferri diagonali			
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
41	5	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre orizz. [mm]	Passo medio barre orizz. [cm]	Passo estremità barre orizz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
42	5	6	85	85	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
42	5	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso		Staffe			Ferri diagonali			
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
42	5	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre orizz. [mm]	Passo medio barre orizz. [cm]	Passo estremità barre orizz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
44	6	6	85	85	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
44	6	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso			Staffe			Ferri diagonali		
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
44	6	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre orizz. [mm]	Passo medio barre orizz. [cm]	Passo estremità barre orizz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
81	6	6	85	85	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
81	6	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso			Staffe			Ferri diagonali		
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
81	6	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre orizz. [mm]	Passo medio barre orizz. [cm]	Passo estremità barre orizz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
86	6	6	85	85	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
86	6	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso			Staffe			Ferri diagonali		
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
86	6	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

Comune di Gassino Torinese (TO) – Scuola primaria L. Borione
Valutazione della vulnerabilità sismica

N.	Parete	Diametro barre oriz. [mm]	Passo medio barre oriz. [cm]	Passo estremità barre oriz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
97	6	6	85	85	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
97	6	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso		Staffe			Ferri diagonali			
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
97	6	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre oriz. [mm]	Passo medio barre oriz. [cm]	Passo estremità barre oriz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
98	6	6	85	85	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
98	6	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso		Staffe			Ferri diagonali			
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
98	6	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre oriz. [mm]	Passo medio barre oriz. [cm]	Passo estremità barre oriz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
74	7	6	85	85	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
74	7	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso			Staffe			Ferri diagonali		
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
74	7	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre orizz. [mm]	Passo medio barre orizz. [cm]	Passo estremità barre orizz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
79	7	6	85	85	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
79	7	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso			Staffe			Ferri diagonali		
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
79	7	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre orizz. [mm]	Passo medio barre orizz. [cm]	Passo estremità barre orizz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
87	7	6	85	85	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
87	7	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso			Staffe			Ferri diagonali		
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
87	7	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre orizz.	Passo medio barre orizz.	Passo estremità barre orizz.	Diametro barre lato b	Passo barre lato b	Copriferro barre lato b
----	--------	-----------------------	--------------------------	------------------------------	-----------------------	--------------------	-------------------------

Comune di Gassino Torinese (TO) – Scuola primaria L. Borione
Valutazione della vulnerabilità sismica

		[mm]	[cm]	[cm]	[mm]	[cm]	[cm]
88	7	6	85	85	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
88	7	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso		Staffe			Ferri diagonali			
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
88	7	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre orizz. [mm]	Passo medio barre orizz. [cm]	Passo estremità barre orizz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
34	8	12	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
34	8	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso		Staffe			Ferri diagonali			
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
34	8	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre orizz. [mm]	Passo medio barre orizz. [cm]	Passo estremità barre orizz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
37	8	12	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
37	8	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso		Staffe			Ferri diagonali	
		Af	N.	Af	N.	Copriferro	Diametro	N. braccia	Passo	Passo

		[cm ²]	barre	[cm ²]	barre	[cm]	[mm]		medio	estrem. [cm]	[cm ²]	[°]
37	8	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre oriz. [mm]	Passo medio barre oriz. [cm]	Passo estremità barre oriz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
38	8	12	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
38	8	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso			Staffe			Ferri diagonali		
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
38	8	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre oriz. [mm]	Passo medio barre oriz. [cm]	Passo estremità barre oriz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
47	9	12	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
47	9	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso			Staffe			Ferri diagonali		
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
47	9	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Trave C.A. (1)

N.	Parete	Materiale calcestruzzo	Materiale acciaio	Quota I [cm]	Quota J [cm]	Base sezione [cm]	Altezza sezione [cm]	J [cm ⁴]
55	8	ESISTENTE	ESISTENT	300	300	50,0	30,0	112.500,00
56	8	ESISTENTE	ESISTENT	300	300	50,0	30,0	112.500,00

63	9	ESISTENTE	ESISTENT	300	300	50,0	30,0	112.500,00
64	9	ESISTENTE	ESISTENT	300	300	50,0	30,0	112.500,00
91	10	ESISTENTE	ESISTENT	300	300	50,0	30,0	112.500,00
53	12	ESISTENTE	ESISTENT	300	300	30,0	50,0	312.500,00
60	12	ESISTENTE	ESISTENT	300	300	30,0	50,0	312.500,00
66	12	ESISTENTE	ESISTENT	300	300	30,0	50,0	312.500,00
70	12	ESISTENTE	ESISTENT	300	300	30,0	50,0	312.500,00
71	12	ESISTENTE	ESISTENT	300	300	30,0	50,0	312.500,00
78	14	ESISTENTE	ESISTENT	300	300	50,0	30,0	112.500,00

Trave C.A. (2)

N.	Parete	Af intradosso [cm2]	Af estradosso [cm2]	N. barre intradosso	N. barre estradosso	Copriferro [cm]	Passo staffe [cm]	Area staffe [cm2]
55	8	10,00	10,00	4	4	2,0	20	5,65
56	8	10,00	10,00	4	4	2,0	20	5,65
63	9	10,00	10,00	4	4	2,0	20	5,65
64	9	10,00	10,00	4	4	2,0	20	5,65
91	10	10,00	10,00	4	4	2,0	20	5,65
53	12	15,00	15,00	4	4	2,0	30	5,65
60	12	15,00	15,00	4	4	2,0	30	5,65
66	12	15,00	15,00	4	4	2,0	30	5,65
70	12	15,00	15,00	4	4	2,0	30	5,65
71	12	15,00	15,00	4	4	2,0	30	5,65
78	14	10,00	10,00	4	4	2,0	20	5,65

Pilastro C.A. (1)

N.	Materiale calcestruzzo	Materiale acciaio	Quota [cm]	Base sezione [cm]	Altezza sezione [cm]	Area [cm2]	Angolo [°]	Altezza [cm]
57	ESISTENTE	ESISTENT	300	30,0	100,0	3.000,00	0	300,0
62	ESISTENTE	ESISTENT	300	30,0	100,0	3.000,00	0	300,0
67	ESISTENTE	ESISTENT	300	30,0	100,0	3.000,00	0	300,0
72	ESISTENTE	ESISTENT	300	30,0	100,0	3.000,00	0	300,0

Pilastro C.A. (2)

N.	Af lato b [cm2]	Af lato h [cm2]	N. barre lato b	N. barre lato h	Copriferro [cm]	Passo staffe [cm]	Area staffe [cm2]
57	1,57	4,71	2	6	2,0	60	11,31
62	1,57	4,71	2	6	2,0	60	11,31
67	1,57	4,71	2	6	2,0	60	11,31
72	1,57	4,71	2	6	2,0	60	11,31

Solaio

N.	Quota [cm]	Spessore [cm]	G [N/mm ²]	Ex [N/mm ²]	Ey [N/mm ²]	Scarico masse	Tipo
1	300	7,0	11.824,17	50.269,60	28.378,00	Monodirezionale	Latero cemento

Livello 2

Pannello murario

N.	Parete	Materiale	Rinforzo	Quota [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]
121	8	ESIST	-	600	300	20,0
122	8	ESIST	-	600	300	20,0
126	9	ESIST	-	600	300	20,0
127	9	ESIST	-	600	300	20,0
129	9	ESIST	-	600	300	30,0
132	10	ESIST	-	600	300	30,0
135	11	ESIST	-	600	300	30,0
147	14	ESIST	-	600	300	20,0
148	14	ESIST	-	600	300	20,0

Setto C.A. (1)

N.	Parete	Materiale calcestruzzo	Materiale acciaio	Quota [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]
101	1	ESISTENTE	ESISTENT	600	300,0	30,0
104	2	ESISTENTE	ESISTENT	600	300,0	30,0
241	3	ESISTENTE	ESISTENT	600	300,0	30,0
243	3	ESISTENTE	ESISTENT	600	300,0	45,0
244	3	ESISTENTE	ESISTENT	600	300,0	30,0
106	4	ESISTENTE	ESISTENT	600	300,0	30,0
107	5	ESISTENTE	ESISTENT	600	300,0	40,0
108	5	ESISTENTE	ESISTENT	600	300,0	20,0
109	5	ESISTENTE	ESISTENT	600	300,0	20,0
111	6	ESISTENTE	ESISTENT	600	300,0	20,0
112	6	ESISTENTE	ESISTENT	600	300,0	20,0
113	6	ESISTENTE	ESISTENT	600	300,0	20,0
114	6	ESISTENTE	ESISTENT	600	300,0	20,0
115	6	ESISTENTE	ESISTENT	600	300,0	20,0
117	7	ESISTENTE	ESISTENT	600	300,0	20,0
118	7	ESISTENTE	ESISTENT	600	300,0	30,0
119	7	ESISTENTE	ESISTENT	600	300,0	30,0
120	7	ESISTENTE	ESISTENT	600	300,0	30,0
123	8	ESISTENTE	ESISTENT	600	300,0	30,0
124	8	ESISTENTE	ESISTENT	600	300,0	30,0
125	8	ESISTENTE	ESISTENT	600	300,0	30,0
128	9	ESISTENTE	ESISTENT	600	300,0	45,0
137	12	ESISTENTE	ESISTENT	600	300,0	20,0

138	12	ESISTENTE	ESISTENT	600	300,0	20,0
139	12	ESISTENTE	ESISTENT	600	300,0	20,0
140	12	ESISTENTE	ESISTENT	600	300,0	20,0
141	12	ESISTENTE	ESISTENT	600	300,0	20,0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre oriz. [mm]	Passo medio barre oriz. [cm]	Passo estremità barre oriz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
101	1	12	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
101	1	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso		Copriferro [cm]	Diametro [mm]	Staffe		Ferri diagonali		
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre			N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
101	1	10,00	4	10,00	4	2,0	6	2	20	20	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre oriz. [mm]	Passo medio barre oriz. [cm]	Passo estremità barre oriz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
104	2	12	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
104	2	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso		Copriferro [cm]	Diametro [mm]	Staffe		Ferri diagonali		
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre			N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
104	2	10,00	4	10,00	4	2,0	6	2	20	20	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre oriz. [mm]	Passo medio barre oriz. [cm]	Passo estremità barre oriz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
----	--------	---------------------------	------------------------------	----------------------------------	----------------------------	-------------------------	------------------------------

241	3	12	60	60	12	30	2,0
-----	---	----	----	----	----	----	-----

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
241	3	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso		Staffe			Ferri diagonali			
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
241	3	10,00	4	10,00	4	2,0	6	2	20	20	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre orizz. [mm]	Passo medio barre orizz. [cm]	Passo estremità barre orizz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
243	3	12	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
243	3	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso		Staffe			Ferri diagonali			
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
243	3	10,00	4	10,00	4	2,0	6	2	20	20	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre orizz. [mm]	Passo medio barre orizz. [cm]	Passo estremità barre orizz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
244	3	12	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
244	3	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso		Staffe			Ferri diagonali			
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]

										[cm]		
244	3	10,00	4	10,00	4	2,0	6	2	20	20	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre orizz. [mm]	Passo medio barre orizz. [cm]	Passo estremità barre orizz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
106	4	12	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
106	4	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso		Staffe			Ferri diagonali			
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
106	4	10,00	4	10,00	4	2,0	6	2	20	20	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre orizz. [mm]	Passo medio barre orizz. [cm]	Passo estremità barre orizz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
107	5	12	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
107	5	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso		Staffe			Ferri diagonali			
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
107	5	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre orizz. [mm]	Passo medio barre orizz. [cm]	Passo estremità barre orizz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
108	5	10	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
108	5	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso			Staffe			Ferri diagonali		
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
108	5	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre orizz. [mm]	Passo medio barre orizz. [cm]	Passo estremità barre orizz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
109	5	10	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
109	5	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso			Staffe			Ferri diagonali		
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
109	5	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre orizz. [mm]	Passo medio barre orizz. [cm]	Passo estremità barre orizz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
111	6	10	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
111	6	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso			Staffe			Ferri diagonali		
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
111	6	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre oriz. [mm]	Passo medio barre oriz. [cm]	Passo estremità barre oriz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
112	6	10	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
112	6	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso		Staffe			Ferri diagonali			
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
112	6	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre oriz. [mm]	Passo medio barre oriz. [cm]	Passo estremità barre oriz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
113	6	10	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
113	6	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso		Staffe			Ferri diagonali			
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
113	6	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre oriz. [mm]	Passo medio barre oriz. [cm]	Passo estremità barre oriz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
114	6	10	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]

				[cm]	[mm]	[cm]	[cm]
114	6	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso		Staffe			Ferri diagonali			
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
114	6	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre orizz. [mm]	Passo medio barre orizz. [cm]	Passo estremità barre orizz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
115	6	10	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
115	6	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso		Staffe			Ferri diagonali			
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
115	6	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre orizz. [mm]	Passo medio barre orizz. [cm]	Passo estremità barre orizz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
117	7	10	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
117	7	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso		Staffe			Ferri diagonali			
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
117	7	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre orizz. [mm]	Passo medio barre orizz. [cm]	Passo estremità barre orizz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
118	7	6	85	85	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
118	7	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso		Staffe			Ferri diagonali			
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
118	7	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre orizz. [mm]	Passo medio barre orizz. [cm]	Passo estremità barre orizz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
119	7	6	85	85	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
119	7	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso		Staffe			Ferri diagonali			
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
119	7	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre orizz. [mm]	Passo medio barre orizz. [cm]	Passo estremità barre orizz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
120	7	6	85	85	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
120	7	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso			Staffe			Ferri diagonali		
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
120	7	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre orizz. [mm]	Passo medio barre orizz. [cm]	Passo estremità barre orizz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
123	8	12	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
123	8	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso			Staffe			Ferri diagonali		
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
123	8	10,00	4	10,00	4	2,0	6	2	20	20	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre orizz. [mm]	Passo medio barre orizz. [cm]	Passo estremità barre orizz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
124	8	12	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
124	8	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso			Staffe			Ferri diagonali		
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
124	8	10,00	4	10,00	4	2,0	6	2	20	20	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre oriz. [mm]	Passo medio barre oriz. [cm]	Passo estremità barre oriz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
125	8	12	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
125	8	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso		Staffe			Ferri diagonali			
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
125	8	10,00	4	10,00	4	2,0	6	2	20	20	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre oriz. [mm]	Passo medio barre oriz. [cm]	Passo estremità barre oriz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
128	9	12	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
128	9	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso		Staffe			Ferri diagonali			
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
128	9	10,00	4	10,00	4	2,0	6	2	20	20	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre oriz. [mm]	Passo medio barre oriz. [cm]	Passo estremità barre oriz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
137	12	10	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
137	12	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso			Staffe			Ferri diagonali		
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
137	12	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre orizz. [mm]	Passo medio barre orizz. [cm]	Passo estremità barre orizz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
138	12	10	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
138	12	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso			Staffe			Ferri diagonali		
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
138	12	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre orizz. [mm]	Passo medio barre orizz. [cm]	Passo estremità barre orizz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
139	12	10	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
139	12	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso			Staffe			Ferri diagonali		
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
139	12	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre orizz.	Passo medio barre orizz.	Passo estremità barre orizz.	Diametro barre lato b	Passo barre lato b	Copriferro barre lato b

		[mm]	[cm]	[cm]	[mm]	[cm]	[cm]
140	12	10	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
140	12	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso		Staffe			Ferri diagonali			
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
140	12	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre orizz. [mm]	Passo medio barre orizz. [cm]	Passo estremità barre orizz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
141	12	10	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
141	12	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso		Staffe			Ferri diagonali			
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
141	12	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Trave C.A. (1)

N.	Parete	Materiale calcestruzzo	Materiale acciaio	Quota I [cm]	Quota J [cm]	Base sezione [cm]	Altezza sezione [cm]	J [cm ⁴]
167	1	ESISTENTE	ESISTENT	600	600	60,0	35,0	214.375,00
170	1	ESISTENTE	ESISTENT	600	600	60,0	35,0	214.375,00
171	1	ESISTENTE	ESISTENT	600	600	60,0	35,0	214.375,00
103	2	ESISTENTE	ESISTENT	600	600	60,0	35,0	214.375,00

Trave C.A. (2)

N.	Parete	Af intradosso [cm ²]	Af estradosso [cm ²]	N. barre intradosso	N. barre estradosso	Copriferro [cm]	Passo staffe [cm]	Area staffe [cm ²]
167	1	10,00	10,00	4	4	2,0	30	5,65
170	1	10,00	10,00	4	4	2,0	30	5,65
171	1	10,00	10,00	4	4	2,0	30	5,65

103	2	10,00	10,00	4	4	2,0	30	5,65
-----	---	-------	-------	---	---	-----	----	------

Pilastro C.A. (1)

N.	Materiale calcestruzzo	Materiale acciaio	Quota [cm]	Base sezione [cm]	Altezza sezione [cm]	Area [cm ²]	Angolo [°]	Altezza [cm]
169	ESISTENTE	ESISTENT	600	40,0	40,0	1.600,00	0	300,0
172	ESISTENTE	ESISTENT	600	40,0	40,0	1.600,00	0	300,0
173	ESISTENTE	ESISTENT	600	40,0	40,0	1.600,00	0	300,0

Pilastro C.A. (2)

N.	Af lato b [cm ²]	Af lato h [cm ²]	N. barre lato b	N. barre lato h	Copriferro [cm]	Passo staffe [cm]	Area staffe [cm ²]
169	2,26	2,26	2	2	2,0	30	5,65
172	2,26	2,26	2	2	2,0	30	5,65
173	2,26	2,26	2	2	2,0	30	5,65

Solaio

N.	Quota [cm]	Spessore [cm]	G [N/mm ²]	Ex [N/mm ²]	Ey [N/mm ²]	Scarico masse	Tipo
2	600	10,0	11.824,17	40.202,17	28.378,00	Monodirezionale	Latero cemento

Livello 3

Pannello murario

N.	Parete	Materiale	Rinforzo	Quota [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]
196	8	ESIST	-	900	300	20,0
197	8	ESIST	-	900	300	20,0
201	9	ESIST	-	900	300	20,0
202	9	ESIST	-	900	300	20,0
204	9	ESIST	-	900	300	30,0
207	10	ESIST	-	900	300	30,0
210	11	ESIST	-	900	300	30,0
222	14	ESIST	-	900	300	20,0
223	14	ESIST	-	900	300	20,0

Setto C.A. (1)

N.	Parete	Materiale calcestruzzo	Materiale acciaio	Quota [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]
174	1	ESISTENTE	ESISTENT	900	300,0	30,0
175	1	ESISTENTE	ESISTENT	900	300,0	30,0
176	1	ESISTENTE	ESISTENT	900	300,0	30,0
177	1	ESISTENTE	ESISTENT	900	300,0	30,0
178	2	ESISTENTE	ESISTENT	900	300,0	45,0
179	2	ESISTENTE	ESISTENT	900	300,0	30,0

Comune di Gassino Torinese (TO) – Scuola primaria L. Borione
Valutazione della vulnerabilità sismica

180	3	ESISTENTE	ESISTENT	900	300,0	30,0
181	4	ESISTENTE	ESISTENT	900	300,0	30,0
182	5	ESISTENTE	ESISTENT	900	300,0	40,0
183	5	ESISTENTE	ESISTENT	900	300,0	20,0
184	5	ESISTENTE	ESISTENT	900	300,0	20,0
186	6	ESISTENTE	ESISTENT	900	300,0	20,0
187	6	ESISTENTE	ESISTENT	900	300,0	20,0
188	6	ESISTENTE	ESISTENT	900	300,0	20,0
189	6	ESISTENTE	ESISTENT	900	300,0	20,0
190	6	ESISTENTE	ESISTENT	900	300,0	20,0
192	7	ESISTENTE	ESISTENT	900	300,0	20,0
193	7	ESISTENTE	ESISTENT	900	300,0	30,0
194	7	ESISTENTE	ESISTENT	900	300,0	30,0
195	7	ESISTENTE	ESISTENT	900	300,0	30,0
198	8	ESISTENTE	ESISTENT	900	300,0	40,0
199	8	ESISTENTE	ESISTENT	900	300,0	30,0
200	8	ESISTENTE	ESISTENT	900	300,0	30,0
203	9	ESISTENTE	ESISTENT	900	300,0	30,0
212	12	ESISTENTE	ESISTENT	900	300,0	20,0
213	12	ESISTENTE	ESISTENT	900	300,0	20,0
214	12	ESISTENTE	ESISTENT	900	300,0	20,0
215	12	ESISTENTE	ESISTENT	900	300,0	20,0
216	12	ESISTENTE	ESISTENT	900	300,0	20,0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre oriz. [mm]	Passo medio barre oriz. [cm]	Passo estremità barre oriz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
174	1	12	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
174	1	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso		Staffe			Ferri diagonali			
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
174	1	10,00	4	10,00	4	2,0	6	2	20	20	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre oriz.	Passo medio barre oriz.	Passo estremità barre oriz.	Diametro barre lato b	Passo barre lato b	Copriferro barre lato b
----	--------	----------------------	-------------------------	-----------------------------	-----------------------	--------------------	-------------------------

		[mm]	[cm]	[cm]	[mm]	[cm]	[cm]
175	1	12	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
175	1	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso		Staffe			Ferri diagonali			
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
175	1	10,00	4	10,00	4	2,0	6	2	20	20	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre orizz. [mm]	Passo medio barre orizz. [cm]	Passo estremità barre orizz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
176	1	12	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
176	1	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso		Staffe			Ferri diagonali			
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
176	1	10,00	4	10,00	4	2,0	6	2	20	20	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre orizz. [mm]	Passo medio barre orizz. [cm]	Passo estremità barre orizz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
177	1	12	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
177	1	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso		Staffe			Ferri diagonali	
		Af	N.	Af	N.	Copriferro	Diametro	N. braccia	Passo	Passo

		[cm ²]	barre	[cm ²]	barre	[cm]	[mm]		medio	estrem. [cm]	[cm ²]	[°]
177	1	10,00	4	10,00	4	2,0	6	2	20	20	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre oriz. [mm]	Passo medio barre oriz. [cm]	Passo estremità barre oriz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
178	2	12	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
178	2	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso		Staffe			Ferri diagonali			
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
178	2	10,00	4	10,00	4	2,0	6	2	20	20	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre oriz. [mm]	Passo medio barre oriz. [cm]	Passo estremità barre oriz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
179	2	12	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
179	2	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso		Staffe			Ferri diagonali			
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
179	2	10,00	4	10,00	4	2,0	6	2	20	20	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre oriz. [mm]	Passo medio barre oriz. [cm]	Passo estremità barre oriz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
180	3	12	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
180	3	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso		Staffe			Ferri diagonali			
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
180	3	10,00	4	10,00	4	2,0	6	2	20	20	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre orizz. [mm]	Passo medio barre orizz. [cm]	Passo estremità barre orizz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
181	4	12	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
181	4	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso		Staffe			Ferri diagonali			
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
181	4	10,00	4	10,00	4	2,0	6	2	20	20	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre orizz. [mm]	Passo medio barre orizz. [cm]	Passo estremità barre orizz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
182	5	12	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
182	5	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso		Staffe			Ferri diagonali			
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]

182	5	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0
-----	---	------	---	------	---	-----	---	---	---	---	------	---

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre orizz. [mm]	Passo medio barre orizz. [cm]	Passo estremità barre orizz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
183	5	10	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
183	5	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso			Staffe			Ferri diagonali		
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
183	5	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre orizz. [mm]	Passo medio barre orizz. [cm]	Passo estremità barre orizz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
184	5	10	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
184	5	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso			Staffe			Ferri diagonali		
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
184	5	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre orizz. [mm]	Passo medio barre orizz. [cm]	Passo estremità barre orizz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
186	6	10	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E	N. barre zona E	Larghezza zona	Diam. armatura	Passo armatura	Angolo armatura
----	--------	-----------------	-----------------	----------------	----------------	----------------	-----------------

		[cm ²]		E [cm]	inclinata [mm]	inclinata [cm]	inclinata [cm]
186	6	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso			Staffe			Ferri diagonali		
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
186	6	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre oriz. [mm]	Passo medio barre oriz. [cm]	Passo estremità barre oriz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
187	6	10	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
187	6	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso			Staffe			Ferri diagonali		
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
187	6	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre oriz. [mm]	Passo medio barre oriz. [cm]	Passo estremità barre oriz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
188	6	10	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
188	6	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso			Staffe			Ferri diagonali		
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
188	6	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre oriz. [mm]	Passo medio barre oriz. [cm]	Passo estremità barre oriz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
189	6	10	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
189	6	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso		Staffe			Ferri diagonali			
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
189	6	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre oriz. [mm]	Passo medio barre oriz. [cm]	Passo estremità barre oriz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
190	6	10	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
190	6	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso		Staffe			Ferri diagonali			
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
190	6	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre oriz. [mm]	Passo medio barre oriz. [cm]	Passo estremità barre oriz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
192	7	10	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]

192	7	0,00	0	0,0	0	0	0	0
-----	---	------	---	-----	---	---	---	---

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso			Staffe			Ferri diagonali		
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
192	7	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre orizz. [mm]	Passo medio barre orizz. [cm]	Passo estremità barre orizz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
193	7	6	85	85	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
193	7	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso			Staffe			Ferri diagonali		
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
193	7	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre orizz. [mm]	Passo medio barre orizz. [cm]	Passo estremità barre orizz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
194	7	6	85	85	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
194	7	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso			Staffe			Ferri diagonali		
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
194	7	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre orizz. [mm]	Passo medio barre orizz. [cm]	Passo estremità barre orizz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
195	7	6	85	85	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
195	7	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso		Staffe			Ferri diagonali			
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
195	7	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre orizz. [mm]	Passo medio barre orizz. [cm]	Passo estremità barre orizz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
198	8	12	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
198	8	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso		Staffe			Ferri diagonali			
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
198	8	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre orizz. [mm]	Passo medio barre orizz. [cm]	Passo estremità barre orizz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
199	8	12	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
199	8	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso			Staffe			Ferri diagonali		
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
199	8	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre orizz. [mm]	Passo medio barre orizz. [cm]	Passo estremità barre orizz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
200	8	12	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
200	8	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso			Staffe			Ferri diagonali		
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
200	8	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre orizz. [mm]	Passo medio barre orizz. [cm]	Passo estremità barre orizz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
203	9	12	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
203	9	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso			Staffe			Ferri diagonali		
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
203	9	10,00	4	10,00	4	2,0	6	2	20	20	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre	Passo medio	Passo estremità	Diametro barre	Passo barre lato	Copriferro barre
----	--------	----------------	-------------	-----------------	----------------	------------------	------------------

		oriz. [mm]	barre orizz. [cm]	barre orizz. [cm]	lato b [mm]	b [cm]	lato b [cm]
212	12	10	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
212	12	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso		Staffe			Ferri diagonali			
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
212	12	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre oriz. [mm]	Passo medio barre orizz. [cm]	Passo estremità barre orizz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
213	12	10	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
213	12	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso		Staffe			Ferri diagonali			
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
213	12	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre oriz. [mm]	Passo medio barre orizz. [cm]	Passo estremità barre orizz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
214	12	10	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
214	12	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso		Staffe			Ferri diagonali	
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]

N.	Parete	Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
214	12	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre orizz. [mm]	Passo medio barre orizz. [cm]	Passo estremità barre orizz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
215	12	10	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
215	12	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso		Staffe			Ferri diagonali			
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
215	12	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre orizz. [mm]	Passo medio barre orizz. [cm]	Passo estremità barre orizz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
216	12	10	60	60	12	30	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
216	12	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

N.	Parete	Intradosso		Estradosso		Staffe			Ferri diagonali			
		Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
216	12	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Pilastro C.A. (1)

N.	Materiale calcestruzzo	Materiale acciaio	Quota [cm]	Base sezione [cm]	Altezza sezione [cm]	Area [cm ²]	Angolo [°]	Altezza [cm]
224	ESISTENTE	ESISTENT	900	40,0	40,0	1.600,00	0	300,0
225	ESISTENTE	ESISTENT	900	40,0	40,0	1.600,00	0	300,0

226	ESISTENTE	ESISTENT	900	40,0	40,0	1.600,00	0	300,0
-----	-----------	----------	-----	------	------	----------	---	-------

Pilastro C.A. (2)

N.	Af lato b [cm ²]	Af lato h [cm ²]	N. barre lato b	N. barre lato h	Copriferro [cm]	Passo staffe [cm]	Area staffe [cm ²]
224	2,26	2,26	2	2	2,0	30	5,65
225	2,26	2,26	2	2	2,0	30	5,65
226	2,26	2,26	2	2	2,0	30	5,65

Solaio

N.	Quota [cm]	Spessore [cm]	G [N/mm ²]	Ex [N/mm ²]	Ey [N/mm ²]	Scarico masse	Tipo
3	900	10,0	11.824,17	40.202,17	28.378,00	Monodirezionale	Latero cemento

Elementi di copertura

Livello 3

Falda

N.	Quota min [cm]	Quota max [cm]	Spessore [cm]	G [N/mm ²]	Ex [N/mm ²]	Ey [N/mm ²]	Scarico masse	Tipo
1	900	1.200	-	-	-	-	Monodirezionale	Impalcato rigido
2	900	1.200	-	-	-	-	Monodirezionale	Impalcato rigido
3	900	1.200	-	-	-	-	Monodirezionale	Impalcato rigido
4	900	1.200	-	-	-	-	Monodirezionale	Impalcato rigido
6	900	1.200	-	-	-	-	Monodirezionale	Impalcato rigido
7	900	1.200	-	-	-	-	Monodirezionale	Impalcato rigido

Telaio equivalente

Parete : 1

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
1	-2.105	-148	0	0
94	-1.495	-148	0	0
16	-750	-148	0	0
2	-2.105	-148	300	1
95	-1.495	-148	300	1
17	-750	-148	300	1
24	-20	-148	300	1
31	720	-148	300	1
5	1.335	-148	300	1
3	-2.105	-148	600	2
129	-1.805	-148	600	2

Comune di Gassino Torinese (TO) – Scuola primaria L. Borione
 Valutazione della vulnerabilità sismica

96	-1.495	-148	600	2
130	-1.049	-148	600	2
18	-750	-148	600	2
25	-20	-148	600	2
32	720	-148	600	2
6	1.335	-148	600	2
4	-2.105	-148	900	3
131	-1.805	-148	900	3
97	-1.495	-148	900	3
132	-1.049	-148	900	3
19	-750	-148	900	3
26	-20	-148	900	3
33	720	-148	900	3
7	1.335	-148	900	3

Parete : 2

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
42	1.335	412	0	0
133	1.335	753	0	0
113	1.335	1.059	0	0
135	1.335	1.352	0	0
137	1.335	1.812	0	0
139	1.335	2.381	0	0
8	1.335	2.819	0	0
5	1.335	-148	300	1
43	1.335	412	300	1
134	1.335	792	300	1
114	1.335	1.059	300	1
136	1.335	1.288	300	1
138	1.335	1.786	300	1
140	1.335	2.363	300	1
9	1.335	2.819	300	1
6	1.335	-148	600	2
146	1.335	132	600	2
44	1.335	412	600	2
141	1.335	817	600	2
115	1.335	1.059	600	2
142	1.335	1.581	600	2
143	1.335	1.956	600	2
144	1.335	2.214	600	2
145	1.335	2.477	600	2
10	1.335	2.819	600	2
7	1.335	-148	900	3
147	1.335	132	900	3
45	1.335	412	900	3

Comune di Gassino Torinese (TO) – Scuola primaria L. Borione
Valutazione della vulnerabilità sismica

148	1.335	813	900	3
116	1.335	1.059	900	3
149	1.335	1.193	900	3
150	1.335	1.583	900	3
151	1.335	1.957	900	3
152	1.335	2.208	900	3
153	1.335	2.473	900	3
11	1.335	2.819	900	3

Parete : 3

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
12	-2.105	2.819	0	0
98	-1.495	2.819	0	0
154	-1.199	2.819	0	0
155	-901	2.819	0	0
20	-750	2.819	0	0
157	-623	2.819	0	0
159	-309	2.819	0	0
27	-20	2.819	0	0
161	402	2.819	0	0
34	720	2.819	0	0
8	1.335	2.819	0	0
13	-2.105	2.819	300	1
99	-1.495	2.819	300	1
156	-901	2.819	300	1
21	-750	2.819	300	1
158	-623	2.819	300	1
160	-309	2.819	300	1
28	-20	2.819	300	1
162	402	2.819	300	1
35	720	2.819	300	1
9	1.335	2.819	300	1
14	-2.105	2.819	600	2
100	-1.495	2.819	600	2
22	-750	2.819	600	2
163	-385	2.819	600	2
29	-20	2.819	600	2
36	720	2.819	600	2
10	1.335	2.819	600	2
15	-2.105	2.819	900	3
101	-1.495	2.819	900	3
164	-1.211	2.819	900	3
23	-750	2.819	900	3
30	-20	2.819	900	3
37	720	2.819	900	3

11	1.335	2.819	900	3
----	-------	-------	-----	---

Parete : 4

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
1	-2.105	-148	0	0
38	-2.105	412	0	0
165	-2.105	858	0	0
167	-2.105	1.312	0	0
74	-2.105	1.939	0	0
169	-2.105	2.143	0	0
58	-2.105	2.259	0	0
171	-2.105	2.391	0	0
12	-2.105	2.819	0	0
2	-2.105	-148	300	1
39	-2.105	412	300	1
166	-2.105	838	300	1
168	-2.105	1.312	300	1
75	-2.105	1.939	300	1
170	-2.105	2.143	300	1
59	-2.105	2.259	300	1
13	-2.105	2.819	300	1
3	-2.105	-148	600	2
40	-2.105	412	600	2
172	-2.105	818	600	2
173	-2.105	1.238	600	2
174	-2.105	1.608	600	2
60	-2.105	2.259	600	2
14	-2.105	2.819	600	2
4	-2.105	-148	900	3
41	-2.105	412	900	3
175	-2.105	818	900	3
176	-2.105	1.239	900	3
177	-2.105	1.608	900	3
178	-2.105	1.961	900	3
61	-2.105	2.259	900	3
15	-2.105	2.819	900	3

Parete : 5

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
16	-750	-148	0	0
179	-750	132	0	0
46	-750	412	0	0
117	-750	1.059	0	0

Comune di Gassino Torinese (TO) – Scuola primaria L. Borione
 Valutazione della vulnerabilità sismica

76	-750	1.939	0	0
62	-750	2.259	0	0
20	-750	2.819	0	0
17	-750	-148	300	1
180	-750	132	300	1
47	-750	412	300	1
118	-750	1.059	300	1
77	-750	1.939	300	1
63	-750	2.259	300	1
21	-750	2.819	300	1
18	-750	-148	600	2
181	-750	132	600	2
48	-750	412	600	2
64	-750	2.259	600	2
22	-750	2.819	600	2
19	-750	-148	900	3
182	-750	132	900	3
49	-750	412	900	3
65	-750	2.259	900	3
23	-750	2.819	900	3

Parete : 6

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
50	-20	412	0	0
119	-20	1.059	0	0
86	-20	1.739	0	0
78	-20	1.939	0	0
66	-20	2.259	0	0
27	-20	2.819	0	0
51	-20	412	300	1
120	-20	1.059	300	1
87	-20	1.739	300	1
79	-20	1.939	300	1
67	-20	2.259	300	1
28	-20	2.819	300	1
52	-20	412	600	2
121	-20	1.059	600	2
88	-20	1.739	600	2
80	-20	1.939	600	2
68	-20	2.259	600	2
29	-20	2.819	600	2
53	-20	412	900	3
122	-20	1.059	900	3
89	-20	1.739	900	3
81	-20	1.939	900	3

Comune di Gassino Torinese (TO) – Scuola primaria L. Borione
Valutazione della vulnerabilità sismica

69	-20	2.259	900	3
30	-20	2.819	900	3

Parete : 7

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
54	720	412	0	0
123	720	1.059	0	0
90	720	1.739	0	0
82	720	1.939	0	0
70	720	2.259	0	0
34	720	2.819	0	0
55	720	412	300	1
183	720	735	300	1
124	720	1.059	300	1
91	720	1.739	300	1
83	720	1.939	300	1
71	720	2.259	300	1
35	720	2.819	300	1
56	720	412	600	2
184	720	735	600	2
125	720	1.059	600	2
92	720	1.739	600	2
84	720	1.939	600	2
72	720	2.259	600	2
36	720	2.819	600	2
57	720	412	900	3
185	720	735	900	3
126	720	1.059	900	3
93	720	1.739	900	3
85	720	1.939	900	3
73	720	2.259	900	3
37	720	2.819	900	3

Parete : 8

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
38	-2.105	412	0	0
102	-1.495	412	0	0
46	-750	412	0	0
50	-20	412	0	0
54	720	412	0	0
42	1.335	412	0	0
39	-2.105	412	300	1
103	-1.495	412	300	1

Comune di Gassino Torinese (TO) – Scuola primaria L. Borione
Valutazione della vulnerabilità sismica

47	-750	412	300	1
51	-20	412	300	1
55	720	412	300	1
43	1.335	412	300	1
40	-2.105	412	600	2
104	-1.495	412	600	2
48	-750	412	600	2
186	-385	412	600	2
52	-20	412	600	2
56	720	412	600	2
44	1.335	412	600	2
41	-2.105	412	900	3
105	-1.495	412	900	3
49	-750	412	900	3
187	-385	412	900	3
53	-20	412	900	3
57	720	412	900	3
45	1.335	412	900	3

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
1	ESIST	-	20,0	1.355,0	300,0	678	450	103	104
2	ESIST	-	20,0	1.355,0	300,0	678	750	104	105

Parete : 9

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
58	-2.105	2.259	0	0
106	-1.495	2.259	0	0
62	-750	2.259	0	0
192	-385	2.259	0	0
66	-20	2.259	0	0
70	720	2.259	0	0
59	-2.105	2.259	300	1
107	-1.495	2.259	300	1
63	-750	2.259	300	1
193	-385	2.259	300	1
67	-20	2.259	300	1
71	720	2.259	300	1
60	-2.105	2.259	600	2
108	-1.495	2.259	600	2
64	-750	2.259	600	2
194	-379	2.259	600	2
68	-20	2.259	600	2
72	720	2.259	600	2

61	-2.105	2.259	900	3
109	-1.495	2.259	900	3
65	-750	2.259	900	3
195	-379	2.259	900	3
69	-20	2.259	900	3
73	720	2.259	900	3

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
188	2.455	0	0
189	2.455	300	1
190	2.455	600	2
191	2.455	900	3

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
3	ESIST	-	30,0	740,0	300,0	2.455	150	188	189
4	ESIST	-	20,0	1.355,0	300,0	678	450	107	108
5	ESIST	-	30,0	740,0	300,0	2.455	450	189	190
6	ESIST	-	20,0	1.355,0	300,0	678	750	108	109
7	ESIST	-	30,0	740,0	300,0	2.455	750	190	191

Parete : 10

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
74	-2.105	1.939	0	0
76	-750	1.939	0	0
78	-20	1.939	0	0
82	720	1.939	0	0
75	-2.105	1.939	300	1
110	-1.495	1.939	300	1
77	-750	1.939	300	1
79	-20	1.939	300	1
83	720	1.939	300	1
80	-20	1.939	600	2
84	720	1.939	600	2
81	-20	1.939	900	3
85	720	1.939	900	3

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
196	2.455	0	0
197	2.455	300	1
198	2.455	600	2
199	2.455	900	3

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
8	ESIST	-	30,0	740,0	300,0	2.455	150	196	197
9	ESIST	-	30,0	740,0	300,0	2.455	450	197	198
10	ESIST	-	30,0	740,0	300,0	2.455	750	198	199

Parete : 11

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
86	-20	1.739	0	0
90	720	1.739	0	0
87	-20	1.739	300	1
91	720	1.739	300	1
88	-20	1.739	600	2
92	720	1.739	600	2
89	-20	1.739	900	3
93	720	1.739	900	3

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
200	2.455	0	0
201	2.455	300	1
202	2.455	600	2
203	2.455	900	3

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
11	ESIST	-	30,0	740,0	300,0	2.455	150	200	201
12	ESIST	-	30,0	740,0	300,0	2.455	450	201	202
13	ESIST	-	30,0	740,0	300,0	2.455	750	202	203

Parete : 12

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
94	-1.495	-148	0	0
102	-1.495	412	0	0
127	-1.495	1.059	0	0
111	-1.495	1.659	0	0
106	-1.495	2.259	0	0
98	-1.495	2.819	0	0
95	-1.495	-148	300	1

Comune di Gassino Torinese (TO) – Scuola primaria L. Borione
Valutazione della vulnerabilità sismica

103	-1.495	412	300	1
128	-1.495	1.059	300	1
112	-1.495	1.659	300	1
110	-1.495	1.939	300	1
107	-1.495	2.259	300	1
99	-1.495	2.819	300	1
96	-1.495	-148	600	2
104	-1.495	412	600	2
108	-1.495	2.259	600	2
100	-1.495	2.819	600	2
97	-1.495	-148	900	3
105	-1.495	412	900	3
109	-1.495	2.259	900	3
101	-1.495	2.819	900	3

Parete : 13

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
127	-1.495	1.059	0	0
117	-750	1.059	0	0
119	-20	1.059	0	0
123	720	1.059	0	0
113	1.335	1.059	0	0
128	-1.495	1.059	300	1
118	-750	1.059	300	1
120	-20	1.059	300	1
124	720	1.059	300	1
114	1.335	1.059	300	1
121	-20	1.059	600	2
125	720	1.059	600	2
115	1.335	1.059	600	2
122	-20	1.059	900	3
126	720	1.059	900	3
116	1.335	1.059	900	3

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
14	ESIST	-	30,0	1.470,0	300,0	2.090	150	119	120
15	ESIST	-	20,0	1.354,9	300,0	2.762	450	124	125
16	ESIST	-	20,0	1.354,9	300,0	2.762	750	125	126

(*) Elementi di copertura

Carichi

Carico Sismico:

Le verifiche allo stato limite ultimo (SLV) e allo stato limite di esercizio (SLD; SLO); devono essere effettuate per la seguente combinazione [Norme Tecniche 2008 p.3.2.4].

$$E + G_{k1} + G_{k2} + \sum_i \Psi_{2i} Q_{ki}$$

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

$$G_{k1} + G_{k2} + \sum_i \Psi_{2i} Q_{ki}$$

Carico Statico:

La verifica allo stato limite ultimo per carichi statici viene condotta con la seguente combinazione dei carichi.

$$\gamma_{G1} G_{k1} + \gamma_{G2} G_{k2} + \gamma_Q \Psi_0 Q_k$$

dove:

E	azione sismica per lo stato limite in esame;
G_{k1}	peso proprio di tutti gli elementi strutturali;
G_{k2}	peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
Q_{ki}	valore caratteristico della azione variabile;
Ψ_2	coefficiente di combinazione;
Ψ_0	coefficiente di combinazione per i carichi variabili
$\gamma_{G1}; \gamma_{G2}; \gamma_Q$:	coefficienti parziali di sicurezza

I valori dei vari coefficienti sono scelti in base alla destinazione d'uso dei vari solai secondo quanto indicato nella norma. [Norme Tecniche 2008 Tabella 2.5.1].

Note

CDM : Considera solo contributo dinamico della massa

N. Solaio	Gk1 [daN/m2]	Gk2 [daN/m2]	Qk [daN/m2]	Copertura	ψ_0	ψ_2
1	350	245	300	No	0,70	0,60
2	466	245	300	No	0,70	0,60
3	300	0	10	No	0,60	0,00

N. Falda	Gk1	Gk2	Qk	Copertura	ψ_0	ψ_2
----------	-----	-----	----	-----------	----------	----------

	[daN/m ²]	[daN/m ²]	[daN/m ²]			
1	250	50	124	Si	0,50	0,00
2	250	50	124	Si	0,50	0,00
3	250	50	124	Si	0,50	0,00
4	250	50	124	Si	0,50	0,00
6	250	50	124	Si	0,50	0,00
7	250	50	124	Si	0,50	0,00

Spettro da normativa

Gli spettri di risposta, sono definiti in funzione del reticolo di riferimento definito nella “Tabella 1” (parametri spettrali) in allegato alle Norme Tecniche 14 gennaio 2008.

Tale tabella fornisce, in funzione delle coordinate geografiche (latitudine, longitudine), i parametri necessari a tracciare lo spettro. I parametri forniti dal reticolo di riferimento sono:

a_g : accelerazione orizzontale massima del terreno;

F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_c^* : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

La trilogia di valori qui descritta, è definita per un periodo di ritorno assegnato (TR), definito in base alla probabilità di superamento di ciascuno degli stati limite.

Tali valori, saranno pertanto definiti per ciascuno degli stati limite esaminati (vedere tabella).

Lo spettro sismico dipende anche dalla “Classe del suolo” e dalla “categoria topografica” (vedere tabella).

	SLV	SLD	SLO
A_g [m/s ²]	0,48	0,27	0,22
F_0	2,74	2,66	2,60
T_c^* [s]	0,29	0,20	0,18
T_r	712,00	75,00	45,00

	SLV	SLD	SLO
S_s	1,50	1,50	1,50
T_b [s]	0,15	0,12	0,11
T_c [s]	0,46	0,36	0,33
T_d [s]	1,80	1,71	1,69

Analisi incrementale a collasso (pushover)

Descrizione analisi push-over

Al fine di eseguire le dovute verifiche nei riguardi dell'edificio in questione, si è deciso di procedere con l'esecuzione di una analisi statica non lineare.

Le verifiche richieste si concretizzano nel confronto tra la curva di capacità per le diverse condizioni previste e la domanda di spostamento prevista dalla normativa.

La curva di capacità è individuata mediante un diagramma spostamento-taglio massimo alla base.

Secondo le prescrizioni da normativa [D.M. 14 gennaio 2008 p. 7.3.4.1.], le condizioni di carico da esaminare devono considerare almeno due distribuzioni di forze d'inerzia, ricadenti l'una nelle distribuzioni principali (Gruppo 1) e l'altra nelle distribuzioni secondarie (Gruppo 2) appresso illustrate.

- distribuzione proporzionale alle forze statiche (Gruppo 1)
- distribuzione uniforme di forze, da intendersi come derivata da una distribuzione uniforme di accelerazioni lungo l'altezza della costruzione (Gruppo 2);

L'analisi, eseguita in controllo di spostamento, procede al calcolo della distribuzione di forze che genera il valore dello spostamento richiesto. L'analisi viene fatta continuare fino a che non si verifica il decadimento del taglio del 20% dal suo valore di picco. Si calcola così il valore dello spostamento massimo alla base dell'edificio generato da quella distribuzione di forze. Questo valore di spostamento costituisce il valore ultimo dell'edificio.

Lo spostamento preso in esame per il tracciamento della curva di capacità è quello di un punto dell'edificio detto nodo di controllo.

La normativa richiede il tracciamento di una curva di capacità bi-lineare di un sistema equivalente (SDOF). Il tracciamento di tale curva deve avvenire con una retta che, passando per l'origine interseca la curva del sistema reale in corrispondenza del 70% del valore di picco; la seconda retta risulterà parallela all'asse degli spostamenti tale da generare l'equivalenza delle aree tra i diagrammi del sistema reale e quello equivalente.

La determinazione della curva relativa al sistema equivalente, permette di determinare il periodo con cui ricavare lo spostamento massimo richiesto dal sisma, secondo gli spettri riportati sulla normativa.

La normativa definisce una eccentricità accidentale del centro delle masse pari al 5% della massima dimensione dell'edificio in direzione perpendicolare al sisma.

In base alla tipologia dell'edificio e alle scelte progettuali che si ritengono più idonee, si può decidere la condizione di carico sismico da prendere in esame.

- Carico sismico: Individua quale delle due tipologie di distribuzioni (proporzionale alle masse o al primo modo) prendere in esame.
- Direzione: Individua la direzione lungo cui viene caricata la struttura (X o Y del sistema globale) dal carico sismico.

Al fine di individuare la condizione di carico sismico più gravosa, si è deciso di eseguire le analisi distinte per tipologia di carico, direzione del sisma e di eventuali eccentricità accidentali.

N.	Dir. sisma	Carico sismico proporzionale	Eccentricità [cm]	Livello	Nodo
1	+X	Uniforme	0,0	0	122
2	+X	Forze statiche	0,0	0	122
3	-X	Uniforme	0,0	0	122
4	-X	Forze statiche	0,0	0	122
5	+Y	Uniforme	0,0	0	122
6	+Y	Forze statiche	0,0	0	122
7	-Y	Uniforme	0,0	0	122
8	-Y	Forze statiche	0,0	0	122
9	+X	Uniforme	148,4	0	122
10	+X	Uniforme	-148,4	0	122
11	+X	Forze statiche	148,4	0	122
12	+X	Forze statiche	-148,4	0	122
13	-X	Uniforme	148,4	0	122
14	-X	Uniforme	-148,4	0	122
15	-X	Forze statiche	148,4	0	122
16	-X	Forze statiche	-148,4	0	122
17	+Y	Uniforme	172,0	0	122
18	+Y	Uniforme	-172,0	0	122
19	+Y	Forze statiche	172,0	0	122
20	+Y	Forze statiche	-172,0	0	122
21	-Y	Uniforme	172,0	0	122
22	-Y	Uniforme	-172,0	0	122
23	-Y	Forze statiche	172,0	0	122
24	-Y	Forze statiche	-172,0	0	122

Risultati

Secondo le indicazioni da normativa si devono eseguire le seguenti verifiche:

Stato limite Ultimo (SLV):

$$D_{max} \leq D_u$$

D_{max} : Spostamento massimo richiesto dalla normativa individuato dallo spettro elastico.

D_u : Spostamento massimo offerto dalla struttura corrispondente con il decadimento della curva Push-over di un valore pari al 20% di quello massimo.

$$q^* < 3$$

q^* : rapporto tra la forza di risposta elastica e la forza di snervamento del sistema equivalente

Stato limite di Danno (SLD):

$$D_{max}^{SLD} \leq D_d$$

D_{max}^{SLD} : Spostamento massimo richiesto dalla normativa, calcolato in base allo spettro sismico definito per lo stato limite di danno.

D_d : Spostamento massimo corrispondente al valore che causa il superamento del valore massimo di drift di piano (0.003).

Stato limite di Operatività (SLO):

$$D_{max}^{SLO} \leq D_o$$

D_{max}^{SLO} : Spostamento massimo richiesto dalla normativa, calcolato in base allo spettro sismico definito per lo stato limite di operatività.

D_o : Spostamento massimo corrispondente al valore che causa il superamento del valore massimo di drift di piano (0.002).

Vulnerabilità sismica

Per ciascuno stato limite viene calcolato l'indice di rischio α (α_{SLV} , α_{SLD} , α_{SLO}). Questi parametri vengono calcolati come indicato nel seguito:

$$\alpha_{SLV} = \frac{PGA_{CLV}}{PGA_{DLV}} ; \alpha_{SLD} = \frac{PGA_{CLD}}{PGA_{DLD}} ; \alpha_{SLO} = \frac{PGA_{CLO}}{PGA_{DLO}} ;$$

Accelerazioni di capacità: l'entità massima delle azioni, considerate nelle combinazioni di progetto previste, che la struttura è capace di sostenere.

- PGA_{CLV} : accelerazione di capacità corrispondente a SLV
- PGA_{CLD} : accelerazione di capacità corrispondente a SLD
- PGA_{CLO} : accelerazione di capacità corrispondente a SLO

Accelerazioni di domanda: Valori di riferimento delle accelerazioni dell'azione sismica

Tali valori vengono definiti a partire dal "reticolo di riferimento" determinato dall'allegato A delle NTC

- PGA_{DLV} : accelerazione di picco al suolo corrispondente a SLV
- PGA_{DLD} : accelerazione di picco al suolo corrispondente a SLD
- PGA_{DLO} : accelerazione di picco al suolo corrispondente a SLO

Dettaglio verifiche

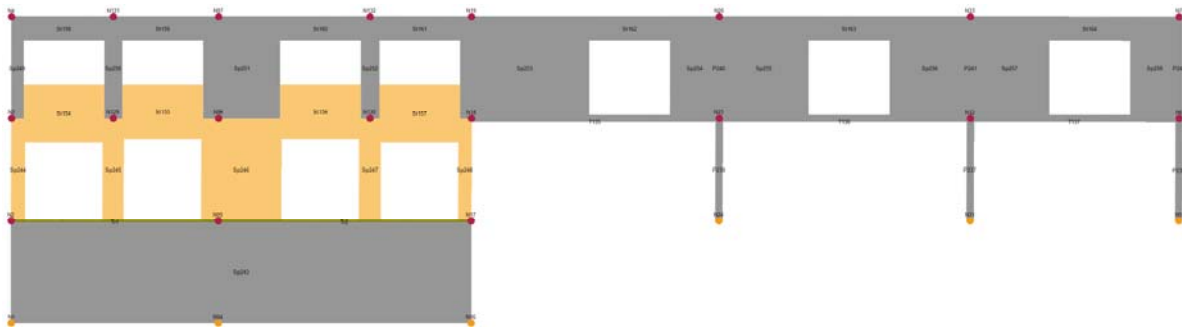
N.	Dir. sisma	Car. sismico prop.	Ecc. [cm]	Dmax SLV [mm]	Du SLV [mm]	q* SLV	SLV ver.	Dmax SLD [mm]	Dd SLD [mm]	SLD ver.	Dmax SLO [mm]	Do SLO [mm]	SLO ver.
1	+X	Masse	0,0	2,51	13,20	1,66	Si	0,75	5,40	Si	0,60	5,40	Si
2	+X	1° modo	0,0	0,52	0,60	0,87	Si	0,32	0,60	Si	0,27	0,60	Si
3	-X	Masse	0,0	2,18	12,60	1,58	Si	0,68	8,40	Si	0,55	8,40	Si
4	-X	1° modo	0,0	0,48	0,60	0,79	Si	0,30	0,60	Si	0,25	0,60	Si
5	+Y	Masse	0,0	10,00	0,00	1,00	No	10,00	0,00	No	10,00	0,00	No
6	+Y	1° modo	0,0	2,41	0,60	1,90	No	0,75	0,60	No	0,53	0,60	No
7	-Y	Masse	0,0	10,00	0,00	1,00	No	10,00	0,00	No	10,00	0,00	No
8	-Y	1° modo	0,0	10,00	0,00	1,00	No	10,00	0,00	No	10,00	0,00	No
9	+X	Masse	148,4	2,47	12,60	1,66	Si	0,74	11,40	Si	0,60	11,40	Si
10	+X	Masse	-148,4	0,46	0,60	0,76	Si	0,28	0,60	Si	0,24	0,60	Si
11	+X	1° modo	148,4	0,50	0,60	0,84	Si	0,31	0,60	Si	0,26	0,60	Si
12	+X	1° modo	-148,4	0,62	0,60	1,03	No	0,39	0,60	Si	0,33	0,60	Si
13	-X	Masse	148,4	2,76	12,00	1,70	Si	0,82	2,40	Si	0,67	2,40	Si
14	-X	Masse	-148,4	0,43	0,60	0,72	Si	0,27	0,60	Si	0,22	0,60	Si
15	-X	1° modo	148,4	0,46	0,60	0,77	Si	0,29	0,60	Si	0,24	0,60	Si
16	-X	1° modo	-148,4	0,59	0,60	0,98	Si	0,37	0,60	Si	0,31	0,60	Si
17	+Y	Masse	172,0	10,00	0,00	1,00	No	10,00	0,00	No	10,00	0,00	No
18	+Y	Masse	-172,0	1,12	0,60	1,87	No	0,65	0,60	No	0,52	0,60	No
19	+Y	1° modo	172,0	3,43	0,60	2,59	No	1,14	0,60	No	0,76	0,60	No
20	+Y	1° modo	-172,0	2,54	0,60	1,98	No	0,80	0,60	No	0,55	0,60	No
21	-Y	Masse	172,0	10,00	0,00	1,00	No	10,00	0,00	No	10,00	0,00	No
22	-Y	Masse	-172,0	10,00	0,00	1,00	No	10,00	0,00	No	10,00	0,00	No
23	-Y	1° modo	172,0	1,57	0,60	2,62	No	0,84	0,60	No	0,68	0,60	No
24	-Y	1° modo	-172,0	10,00	0,00	1,00	No	10,00	0,00	No	10,00	0,00	No

N.	Dir. sisma	Car. sismico prop.	Ecc. [cm]	α SLV	α SLD	α SLO
1	+X	Masse	0,0	1,802	3,287	4,065
2	+X	1° modo	0,0	1,152	1,856	2,199
3	-X	Masse	0,0	1,897	3,352	4,146
4	-X	1° modo	0,0	1,258	2,031	2,407
5	+Y	Masse	0,0	0,000	0,000	0,000
6	+Y	1° modo	0,0	0,526	0,913	1,129
7	-Y	Masse	0,0	0,000	0,000	0,000
8	-Y	1° modo	0,0	0,000	0,000	0,000

Comune di Gassino Torinese (TO) – Scuola primaria L. Borione
 Valutazione della vulnerabilità sismica

9	+X	Masse	148,4	1,811	3,291	4,071
10	+X	Masse	-148,4	1,309	2,114	2,506
11	+X	1° modo	148,4	1,190	1,919	2,275
12	+X	1° modo	-148,4	0,969	1,556	1,842
13	-X	Masse	148,4	1,762	1,885	2,403
14	-X	Masse	-148,4	1,391	2,250	2,668
15	-X	1° modo	148,4	1,294	2,090	2,477
16	-X	1° modo	-148,4	1,019	1,638	1,941
17	+Y	Masse	172,0	0,000	0,000	0,000
18	+Y	Masse	-172,0	0,535	0,925	1,145
19	+Y	1° modo	172,0	0,386	0,718	0,888
20	+Y	1° modo	-172,0	0,505	0,885	1,095
21	-Y	Masse	172,0	0,000	0,000	0,000
22	-Y	Masse	-172,0	0,000	0,000	0,000
23	-Y	1° modo	172,0	0,382	0,711	0,879
24	-Y	1° modo	-172,0	0,000	0,000	0,000

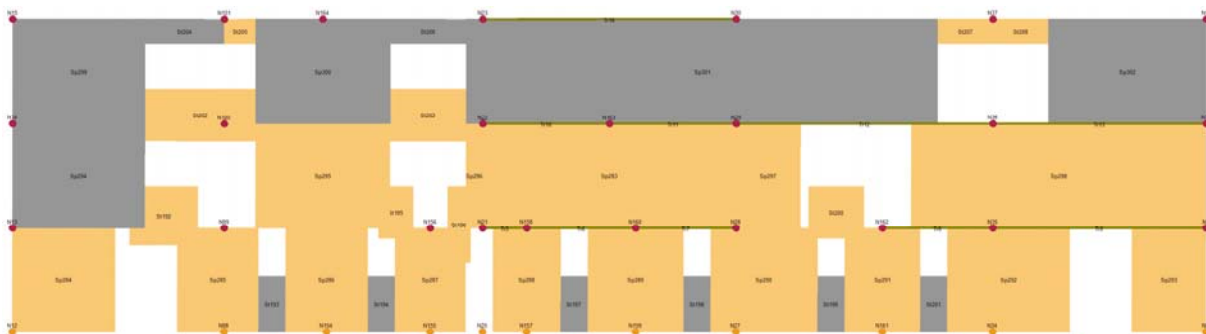
Gli schemi di collasso dell'analisi di push-over sono i seguenti, per le pareti più significative:



Parete 1



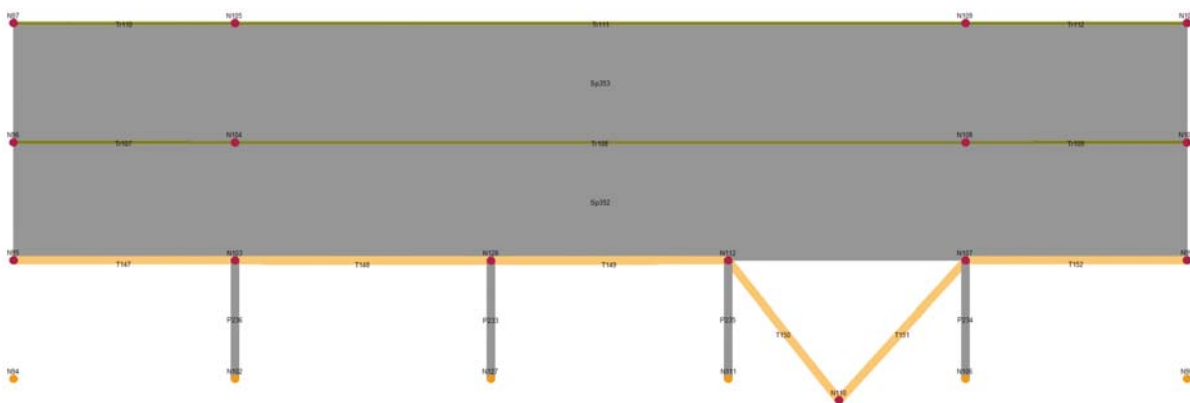
Parete 2



Parete 3

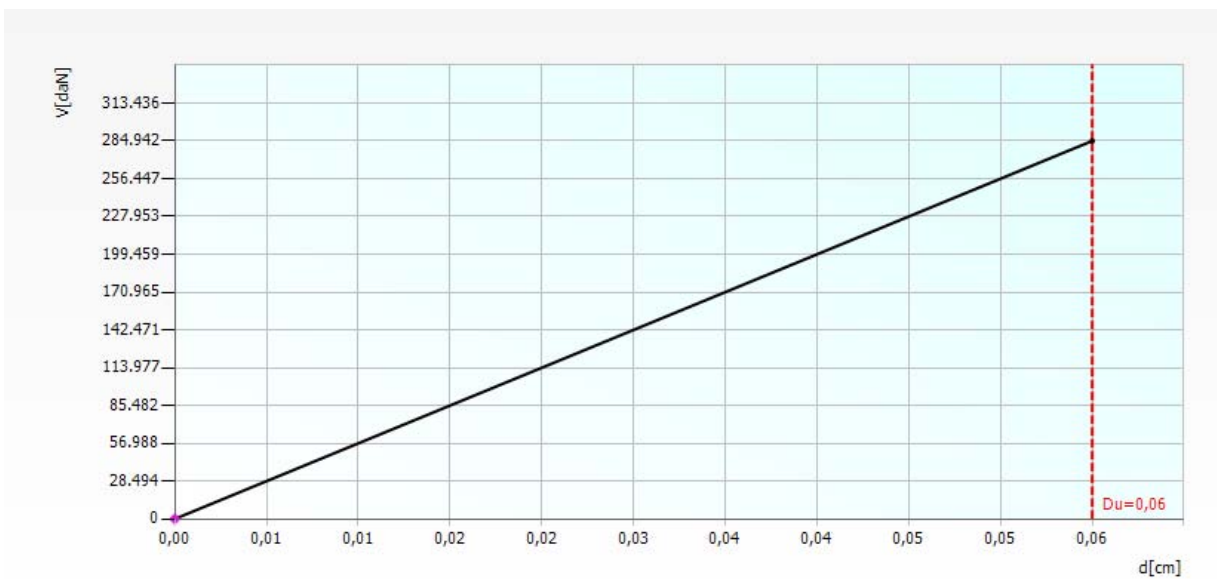


Parete 4



Parete 12

Legenda:



In sintesi la situazione peggiore risulta essere l'analisi n. 23 i cui risultati sono:

Verifica SLV		Parametri di Analisi				
Dmax	1,57 [mm] >	Du	0,60 [mm]			
q*	2,62 <= 3	Du/Dmax	= 0,38			
La verifica NON è soddisfatta						
Verifica SLD		T* [s]	0,155			
Dmax	0,84 [mm] >	m* [kg]	2625705			
La verifica NON è soddisfatta		w [daN]	4101394			
Valore limite per raggiungimento Valore di Picco		M [kg]	4180829			
Verifica SLO		m*/M [%]	62,803			
Dmax	0,68 [mm] >	Γ	1,3			
La verifica NON è soddisfatta		F*y [daN]	198716			
Vulnerabilità Sismica		d*y [mm]	0,46			
		d*u [mm]	0,46			
	TR _C	TR _D	α _{TR}	PGA _C [m/s ²]	PGA _D [m/s ²]	α _{PGA}
SLV	33	712	0,046	0,18	0,48	0,382
SLD	33	75	0,440	0,19	0,27	0,711
SLO	33	45	0,733	0,19	0,22	0,879

						TR _C			TR=cost	
	TR _C	TR _D	α _{TR}	PGA _D [m/s ²]	PGA _C (TR) [m/s ²]	F (TR) ₀	T* (TR) _C	α _{PGA} (TR)	PGA _C [m/s ²]	α _{PGA}
SLV	33	712	0,046	0,48	0,20	2,61	0,17	0,405	0,18	0,382
SLD	33	75	0,440	0,27	0,20	2,61	0,17	0,732	0,19	0,711
SLO	33	45	0,733	0,22	0,20	2,61	0,17	0,884	0,19	0,879

Pressoflessione fuori piano

Verifiche fuori piano

Nelle vigenti normative tecniche, il capitolo dedicato ai metodi di analisi riporta l'applicabilità dei vari metodi di calcolo:

- Analisi lineare statica
- Analisi dinamica modale
- Analisi statica non lineare
- Analisi dinamica non lineare

Nel caso specifico di analisi statica non lineare non si trova alcun riferimento a procedure per eseguire verifiche fuori piano della muratura, per trovare maggiori informazioni è necessario fare riferimento ai capitoli di analisi lineare statica e analisi dinamica modale che suggeriscono l'utilizzo del metodo di calcolo attualmente impiegato per gli elementi non strutturali.

Metodo di calcolo

Momento sollecitante

Le verifiche fuori piano possono essere eseguite separatamente assumendo $q_a = 3$. Più precisamente l'azione sismica ortogonale alla parete può essere rappresentata da una forza orizzontale pari a S_a/q_a volte il carico verticale.

Per le pareti resistenti al sisma si può assumere per S_a la seguente espressione:

$$S_a = \alpha \cdot S \cdot [1.5 \cdot (1 - Z/H) - 0.5] \geq \alpha \cdot S$$

dove:

α : rapporto tra accelerazione massima del terreno a_g su sottosuolo tipo A per lo stato limite in esame e l'accelerazione di gravità g ;

S: coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;

Z: quota del baricentro dell'elemento non strutturale misurata a partire dal piano di fondazione

H : altezza della costruzione misurata a partire dal piano di fondazione;

Si assume quindi una forza orizzontale F_h definita $F_h = N \cdot S_a/q_a$ dove N è il peso del maschio murario.

Tale forza deve però essere assunta uniformemente distribuita lungo l'altezza del pannello murario

calcolata come $q_h = F_h/h_e$

Ipotizzando che il pannello murario sia incernierato in corrispondenza dei solai, il momento sollecitante

massimo sarà a metà altezza del maschio definito come $M_{ed} = q_h \cdot h_e^2 / coef$ dove h_e è l'altezza equivalente di calcolo del maschio pari all'altezza del livello e $coef=8$.

Momento resistente

Per procedere al calcolo del momento ultimo M_{Rd} è necessario che sia superata la verifica a compressione centrata:

$$N \leq N_{Rd} = 0.85 \cdot f_d \cdot l \cdot t$$

Dove:

f_d : resistenza di progetto della muratura

l: lunghezza del pannello murario

t: spessore della muratura

Il momento ultimo sarà calcolato con la seguente formulazione:

$$M_{Rd} = \left(t^2 \cdot l \cdot \frac{\sigma_0}{2} \right) \cdot \left(1 - \frac{\sigma_0}{0.85 \cdot f_d} \right)$$

σ_0 è definita come la tensione media nel maschio

Verifica

La verifica viene condotta mediante il confronto $M_{ed} \leq M_{Rd}$, il corrispondente coefficiente di sicurezza sarà individuato mediante il rapporto M_{Rd}/M_{ed} . La verifica sarà pertanto da ritenersi superata qualora il coefficiente di sicurezza risulti maggiore di uno.

Con PGAc si intende l'accelerazione di capacità che porterebbe al raggiungimento della condizione limite il maschio in esame.

Dettaglio verifiche

Parete: 8

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s ²]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s ²]	MRd/Med	Verificato
1	11.301	127.972	0,13	1.572	10.303	3,16	6,55	Si
2	4.879	127.972	0,17	2.021	4.693	1,12	2,32	Si

Parete: 9

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s ²]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s ²]	MRd/Med	Verificato
3	6.786	104.833	0,09	920	9.520	4,98	10,35	Si
4	9.749	127.972	0,13	1.572	9.007	2,76	5,73	Si
5	3.997	104.833	0,13	1.288	5.767	2,16	4,48	Si
6	4.879	127.972	0,17	2.021	4.693	1,12	2,32	Si
7	3.997	104.833	0,17	1.656	5.767	1,68	3,48	Si

Parete: 10

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s ²]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s ²]	MRd/Med	Verificato
8	6.140	104.833	0,09	920	8.671	4,54	9,42	Si
9	4.266	104.833	0,13	1.288	6.139	2,30	4,77	Si
10	3.997	104.833	0,17	1.656	5.767	1,68	3,48	Si

Parete: 11

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s ²]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s ²]	MRd/Med	Verificato
11	5.559	104.833	0,09	920	7.897	4,13	8,58	Si
12	5.284	104.833	0,13	1.288	7.527	2,81	5,84	Si
13	3.997	104.833	0,17	1.656	5.767	1,68	3,48	Si

Parete: 13

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s ²]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s ²]	MRd/Med	Verificato
14	18.884	208.250	0,09	1.827	25.757	6,79	14,09	Si
15	7.119	127.959	0,13	1.572	6.723	2,06	4,28	Si
16	4.879	127.959	0,17	2.021	4.693	1,12	2,32	Si