



PROGETTO ESECUTIVO

AMPLIAMENTO DEL LICEO CORRADINI DI THIENE

CIG 6885106934 - CUP F11E16000120005

Oggetto

Relazione illustrativa

Documento:

R01

rev1

Data

12/12/2018

Scala

1:50

Nome file

52_17_ESE_ST_R_01_01

COORDINATORE DEL GRUPPO DI PROGETTAZIONE INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

ing. Zoncheddu Flavio

PROGETTO ARCHITETTONICO

ing. Zoncheddu Flavio
coll. arch. Alice Orlando

INDAGINI GEOLOGICHE ED AMBIENTALI

geol. Giovanni Dalla Valle

CALCOLI STRUTTURALI

ing. Paolo Franchetti

PROGETTAZIONE IMPIANTISTICHE

ing. Marco Battocchio

SISTEMAZIONI ESTERNE E VIABILITÀ

ing. Andrea Zanon

COORD. SICUREZZA PROGETTAZIONE

geom. Farronato Nicola

PROGETTAZIONE ACUSTICA

ing. Filippo Busato

R.U.P.: arch. Simone Picelli

ATP: MANDATARIA

ZONCHEDDU E ASSOCIATI

Zoncheddu - Brunello - Zanon - Battocchio - Andriollo - Farronato

ATP: MANDANTI

FRANCHETTI S.r.l.

arch. ALICE ORLANDO

ing. FILIPPO BUSATO

geol. GIOVANNI DALLA VALLE

Revisione		Causale	Disegnato	Verificato
0	25/10/18	prima emissione	MM	AB
1	12/12/2018	validazione	MM	AB
2				

1 INDICE

1	INDICE.....	2
1.1	Indice delle figure.....	2
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	3
3	INTRODUZIONE.....	4
3.1	Descrizione generale.....	4
4	LOCALIZZAZIONE.....	9
5	MODELLAZIONE FEM.....	10
5.1	Premessa.....	10
5.2	Calcolo con gli elementi finiti.....	10
5.3	Software utilizzati.....	11
5.4	Criteri di costruzione del modello FEM.....	11
5.5	Modellazione della scala antincendio.....	13
5.6	Modellazione delle strutture di fondazione.....	14

1.1 Indice delle figure

Figura 1 - Pianta Fondazioni – Quota -3.90	5
Figura 2 - Pianta 1° Solaio – Quota +0.00	6
Figura 3 - Pianta Copertura – Quota +11.85	6
Figura 4 - Trave di copertura 30x30.....	7
Figura 5 - Prospetto Ovest.....	7
Figura 6 - Sezione 3 – Dettaglio muro	7
Figura 7 - Prospetto Pro Nord2.....	8
Figura 8 - Corografia generale con ubicazione dell'area – scala 1:15000	9
Figura 9 - Localizzazione dell'immobile oggetto di analisi.....	9
Figura 14: Modello FEM - Vista Pro Sud-Ovest.....	11
Figura 15: Modello FEM - Vista Pro Nord-Est.....	12
Figura 16: Modello FEM - Vista in pianta.....	12
Figura 17 – Modello FEM - Distribuzione dei carichi.....	13
Figura 18 – Modello FEM della scala antincendio.....	13
Figura 19 – Modello FEM della scala antincendio.....	14

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- Legge 5 novembre 1971, n. 1086: Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio normale e precompresso ed a struttura metallica;
- Legge n. 64 del 02/02/1974: Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- D.M. 9 gennaio 1996: Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
- Circolare Min. LL.PP. n. 252 del 15 ottobre 1996: Istruzioni per l'applicazione "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al D.M. 09.01.1996;
- D.M. 16 gennaio 1996: Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi";
- Circolare Min. LL.PP. n. 156 del 04 luglio 1996: Istruzioni per l'applicazione "Norme tecniche relative ai Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al D.M. 16 gennaio 1996;
- ENV 206: Calcestruzzo - Prestazioni, produzione, getto e criteri di conformità;
- EC 2: Progettazione delle strutture cementizie; P. 1: Regole generali e regole per gli edifici;
- EC 7: Progettazione geotecnica. Parte 1: Regole generali;
- OPCM 3274 della Presidenza Consiglio dei Ministri del 25 marzo 2003: Normativa sismica;
- DGR - Regione Veneto n. 3645 del 28.11.2003: Allegato A "Categorie di edifici di interesse strategico e opere infrastrutturali di rilievo fondamentale per la protezione civile; Allegato B "Categorie di edifici e opere infrastrutturali che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso"; Allegato C "Indicazioni per le verifiche tecniche da effettuarsi su edifici e opere strategiche o importanti, ai sensi di quanto previsto ai commi 3 e 4 dell'art. 2 dell'ordinanza 3274/2003";
- OPCM 3362 del 08.07.2004: Modalità di attivazione Fondo per investimenti straordinari della Presidenza del Consiglio dei Ministri istituito ai sensi dell'art. 32-bis del decreto legge 30 settembre 2003, n. 269 convertito, con modificazioni, dalla legge 24;
- OPCM 3431 del 03.05.2005: Ulteriori modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20.03.2003, recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica";
- DPCM 06/06/2005: Assegnazione alla Regione Veneto di risorse finanziarie ai sensi dell'art. 32-bis del decreto legge 30 Settembre 2003, n. 269, convertito con modificazioni dalla legge 24 Novembre 2003, n. 326;
- DGR - Regione Veneto n. 2954 del 11.10.2005: Graduatoria delle verifiche tecniche (OPCM 3362/04, art. 1, c. 4, lettera a) finanziate con DPCM in data 6 giugno 2005;
- OPCM 3519 del 28.04.2006: Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone;
- D.M. 17 Gennaio 2018: Norme Tecniche per le Costruzioni;
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008;

3 INTRODUZIONE

3.1 Descrizione generale

La seguente relazione illustra gli aspetti strutturali legati al progetto esecutivo per la realizzazione dell'ampliamento del liceo "F. Corradini" di Thiene (VI) di estensione pari a circa 1000mq, sviluppata su 4 piani. Per permettere l'illuminazione naturale degli ambienti al piano interrato è stata realizzata una scarpata che di fatto rende il piano interrato un piano fuori terra. La struttura considerata nell'analisi sismica è di conseguenza una struttura a 4 piani fuori terra.

Il nuovo edificio è costituito complessivamente da 4 piani in calcestruzzo armato di altezza complessiva pari a 16.92 m. il piano di posa della fondazione giace a quota -5.5 m. L'edificio presenta un'altezza d'interpiano pari a 3.85 m eccetto per il piano interrato la quale è pari a 3.90 m.

La struttura ha una pianta inscritta in un rettangolo di lati esterni 43.33 x 24.18 m.

L'opera è costituita, in elevazione, da setti in c.a. di spessore pari a 30 cm, da sei pilastri di dimensioni 60x60 cm, due pilastri di diametro pari a 60 cm e un pilastro di dimensioni pari a 60x180 cm.

Gli orizzontamenti sono costituiti da solai a piastra alleggeriti a portanza bidirezionale di spessore 30 cm; le scale interne sono in c.a. mentre la scala esterna, situata sul lato ovest dell'edificio, è in acciaio.

Le fondazioni sono continue a travi rovesce in cemento armato gettate in opera di altezza complessiva pari a 165 cm.

Si riportano di seguito, in dimensione ridotta, le piante del piano terra con la fondazione e del piano tipo.

PIANTA FONDAZIONI
SCALA 1:500

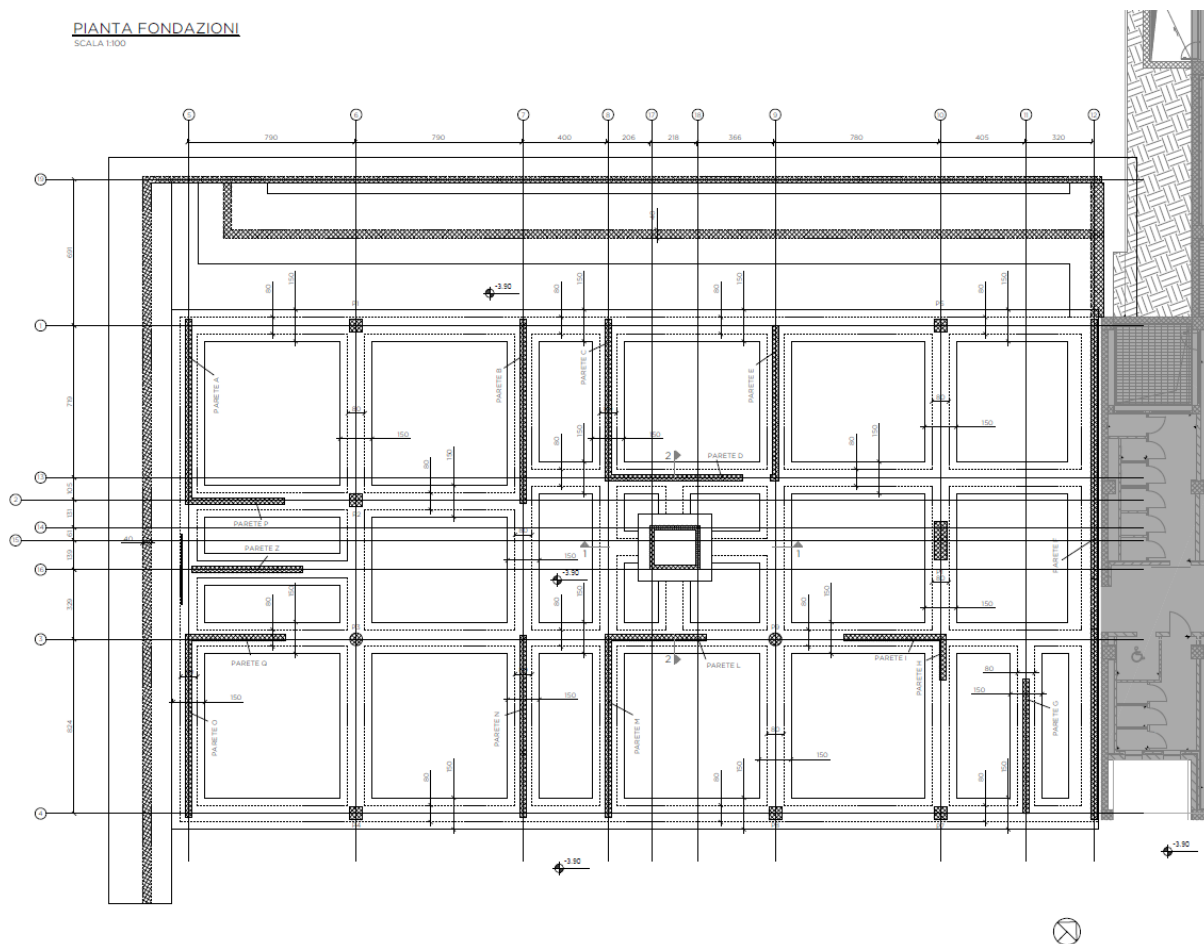


Figura 1 - Pianta Fondazioni - Quota -3.90

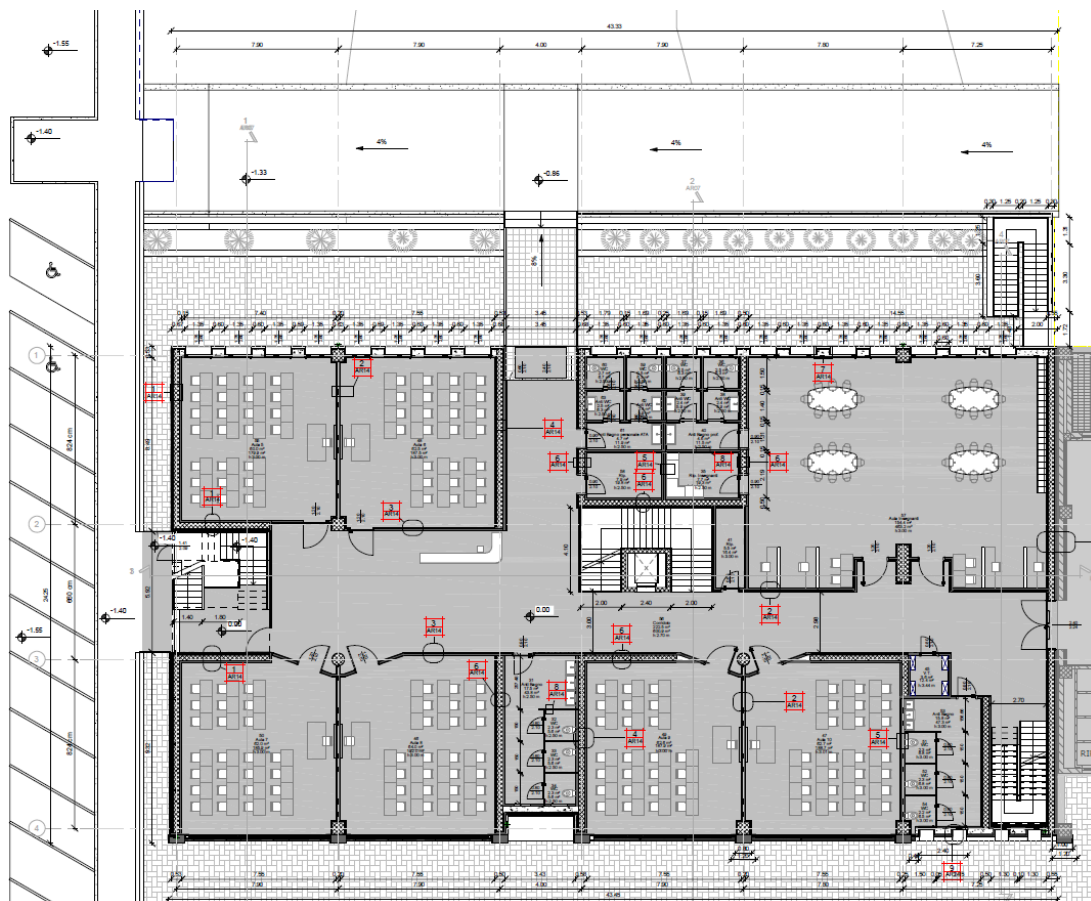


Figura 2 - Pianta 1° Solaio - Quota +0.00

La struttura di copertura è a due falde nel lato est ed ovest dell'edificio, mentre il resto dell'edificio risulta essere costituito da una copertura piana, come è possibile vedere nella Fig3. La copertura a falda realizzata sul lato est presenta un lucernario.

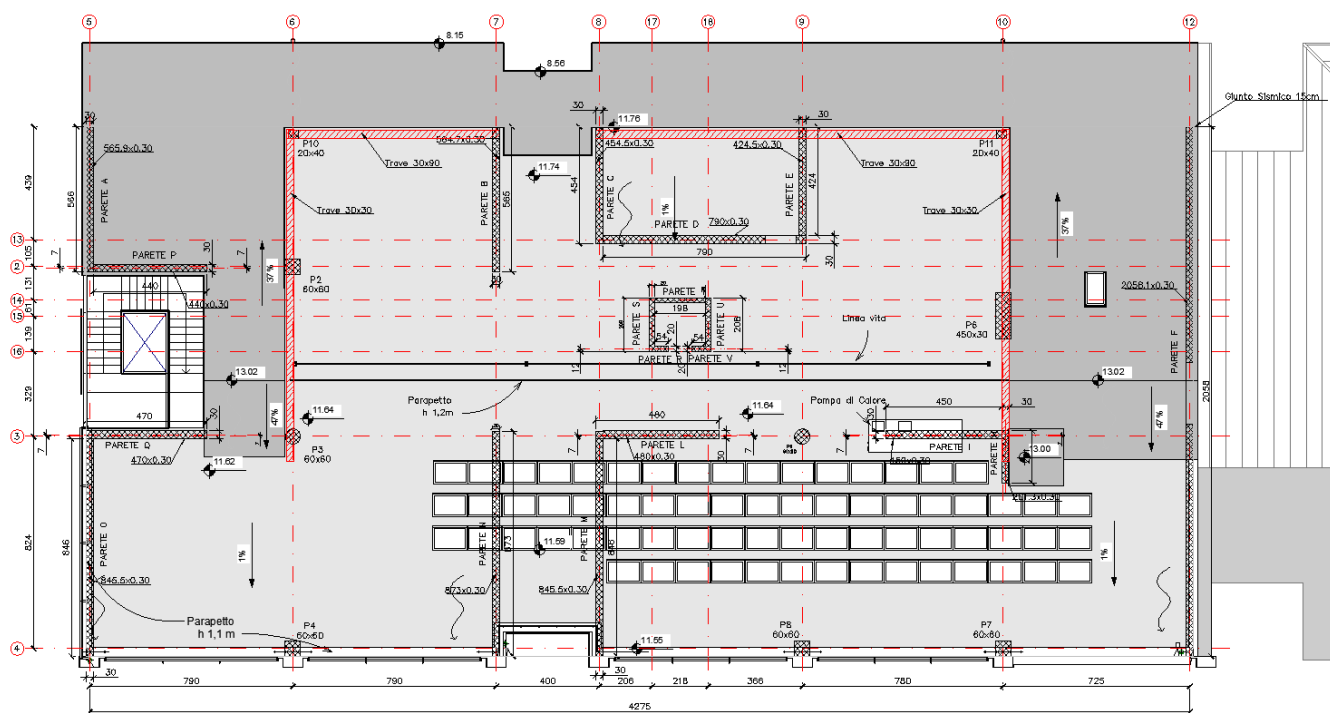


Figura 3 - Pianta Copertura - Quota +11.85

La copertura a falde inclinate presenta travi in cemento armato evidenziate in rosso nell’immagine 3 e riportate anche in Fig.4

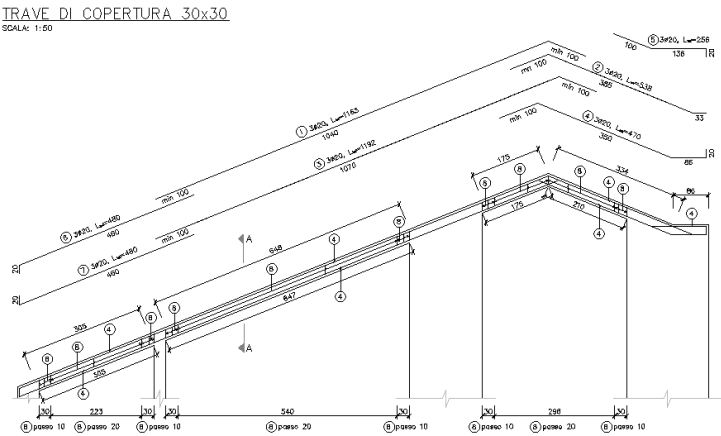


Figura 4 – Trave di copertura 30x30

La struttura nel lato Ovest presenta un muro di sostegno di sezione costante e altezza pari a 4.10 m che si estende fino alla quota -1.65, come mostrato in Fig.6 e 7:

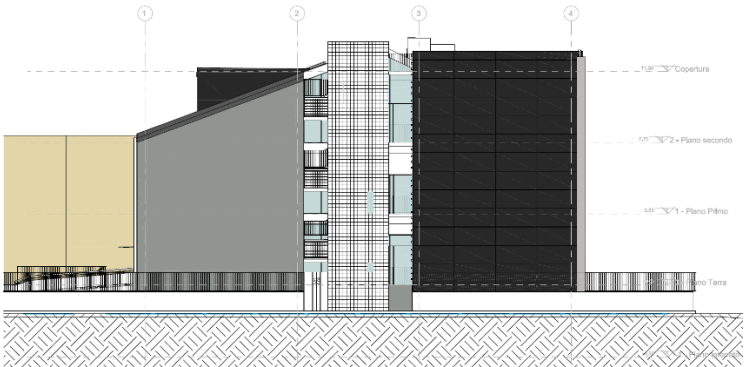


Figura 5 - Prospetto Ovest

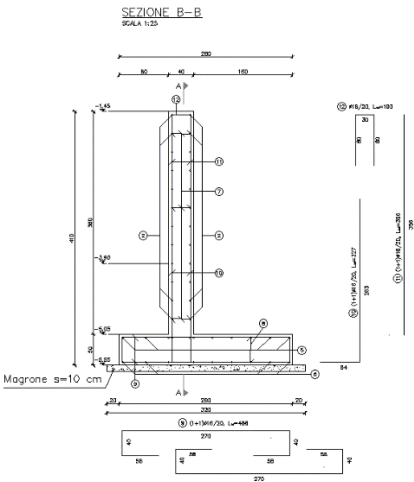


Figura 6 - Sezione 3 – Dettaglio muro

Nel lato Nord verrà realizzato un muro di sostegno di altezza variabile (Fig.8) al disopra del quale poggia una passerella in acciaio che servirà per accedere all'istituto dalla quota -0.82 alla quota +0.00 (Fig.9). La passerella sarà realizzata con travi HE220A e HE100A.



Figura 7 - Prospetto Pro Nord2

La progettazione esecutiva si articola principalmente nei seguenti aspetti principali:

- dimensionamento e verifica degli elementi verticali (pareti e pilastri);
- dimensionamento e verifica dei solai di piano e di copertura;
- dimensionamento e verifica delle strutture di fondazione;
- dimensionamento e verifica dei muri di sostegno;
- dimensionamento e verifica delle strutture di accesso in acciaio (passerelle);
- dimensionamento e verifica della scala di emergenza in acciaio.

4 LOCALIZZAZIONE

Il lotto dove verrà realizzata l'opera è situato in una zona urbanizzata (Fig.11) in Via dei Tigli nel Comune di Thiene (VI), a qualche centinaio di metri a sud est del centro di Thiene in zona pianeggiante e le quote dei terreni sono pari a circa 105 m s.l.m. Per la corretta valutazione dei parametri sismici si è provveduto a determinare le coordinate GPS tramite l'ausilio di Google Maps (Fig.12): 45.422332 N - 11.291735 E.



Figura 8 - Corografia generale con ubicazione dell'area - scala 1:15000



Figura 9 - Localizzazione dell'immobile oggetto di analisi.

5 MODELLAZIONE FEM

5.1 Premessa

Si descrive il modello ottenuto dalla discretizzazione dell'edificio operata per mezzo di un programma di calcolo agli elementi finiti al fine di condurre le analisi statiche e dinamiche. In tutte le analisi eseguite c'è da tener conto che la correlazione tra la struttura reale ed il suo modello non è mai perfetta, sebbene ci si riferisca a parametri identificati: vi possono essere infatti zone od aree dove il modello non rappresenta tutti gli aspetti fisici della costruzione in esame. La correlazione dipende inoltre dal tipo di elemento usato, dal metodo di applicazione dei carichi e da come si sono introdotti i vincoli. Poiché un'analisi agli elementi finiti fornisce una soluzione approssimata, l'accuratezza della soluzione cresce col numero di elementi introdotti; tuttavia, agendo in questo modo, aumenta anche il tempo d'esecuzione del calcolo. Il metodo più sicuro è quello di procedere per passi, partendo da una modellazione semplice per poi passare, con successivi affinamenti, ad una modellazione più complessa e più rappresentativa della struttura reale. Nel caso in esame si è realizzato un complesso modello spaziale.

5.2 Calcolo con gli elementi finiti

Nella maggior parte dei problemi di ingegneria non è possibile ottenere una soluzione analitica, cioè una espressione matematica che dia i valori delle incognite desiderate in ogni punto del corpo e di conseguenza sia valida per un numero infinito di punti del corpo. Soltanto in certe situazioni semplificate si possono ottenere soluzioni analitiche.

Per problemi che coinvolgono proprietà dei materiali, geometria e condizioni al contorno complesse si deve ricorrere a metodi numerici che permettono di ottenere soluzioni approssimate, ma accettabili. In gran parte di essi, le soluzioni danno valori approssimati delle quantità incognite soltanto in un numero discreto di punti del corpo. Il procedimento di scegliere soltanto un certo numero di punti discreti nel corpo è chiamato discretizzazione.

Un modo di discretizzare una struttura è di dividerla in un sistema equivalente di strutture più piccole, tali che il loro assemblaggio dia luogo alla struttura reale. In questa maniera, invece di risolvere il problema dell'intero corpo in una operazione, le soluzioni sono formulate per ciascuna unità e combinate per ottenere la soluzione del corpo o della struttura originale. Nonostante tale semplificazione, la quantità di dati manipolati dipende dal numero di unità in cui il corpo è stato suddiviso.

C'è da aggiungere che il FEM non è esatto e perciò il livello di approssimazione ed in definitiva i risultati di tali programmi di calcolo dipendono dal modo con cui si effettua la discretizzazione.

Applicando il FEM, si considera una struttura continua, ad infiniti gradi di libertà, come l'insieme di un gran numero di regioni di volume finito e di forma semplice, non compenetrantesi e chiamati elementi finiti connessi tra di loro in un numero finito di punti chiamati nodi, e si ipotizza che gli spostamenti di un punto interno ad un elemento siano funzione degli spostamenti nodali tramite opportune funzioni del punto dette funzioni di spostamento.

Ogni nodo è caratterizzato da un certo numero di spostamenti generalizzati detti gradi di libertà; tali gradi di libertà variano a seconda del tipo di problema studiato e il loro numero per ogni elemento dipende dal grado di approssimazione che si è scelto per poter rappresentare la variazione degli spostamenti nei punti interni dell'elemento (variazione lineare o quadratica).

Il numero di gradi di libertà di ciascun nodo ed il numero dei nodi caratterizzano il comportamento dell'elemento. I gradi di libertà hanno significato fisico potendo rappresentare spostamenti, rotazioni, sforzi, temperature, pressioni.

Il problema elastico del continuo considerato, la cui esatta formulazione conduce a sistemi di equazioni differenziali alle derivate parziali definiti da adatte condizioni al contorno, viene così discretizzato e ricondotto in via approssimata alla soluzione di un sistema di molte equazioni lineari.

5.3 Software utilizzati

Per l'esecuzione dell'analisi di carattere statico il software adottato è "Sap2000", programma di calcolo strutturale agli elementi finiti prodotto da Computer and Structures inc. di Berkeley, California. Esegue il calcolo di strutture spaziali composte da elementi mono- e/o bi- dimensionali anche con non linearità di materiale o con effetti dinamici. Tale software è fra i programmi strutturali ad elementi finiti più diffusi al mondo con svariate applicazioni e di comprovata affidabilità.

5.4 Criteri di costruzione del modello FEM

La modellazione della struttura è stata sviluppata su modelli di tipo tridimensionale costituiti da elementi shell, beam, e Area None.

Sono stati utilizzati elementi tipo shell a quattro nodi per le pareti in c.a., trascurando le fasce di piano e tenendo conto quindi delle sole pareti continuative dalla base alla testa e prive pertanto di fori; ed elementi tipo beam per le travi ed i pilastri in c.a.

Le proprietà dei materiali utilizzati hanno un comportamento elastico lineare, secondo quanto indicato in precedenza. I pannelli di tamponamento sono stati esclusi dalla modellazione in quanto elementi non portanti; essi sono rappresentati nel modello a livello di massa.

Tutti i solai progettati nelle strutture analizzate presentano una soletta di spessore superiore a 4cm, dunque è stato possibile introdurre il vincolo di piano rigido abbattendo in maniera significativa i gradi di libertà della struttura. I solai inoltre, sono stati modellati mediante delle aree nulle a cui è stata assegnata un'orditura bidirezionale secondo quanto riportato dagli elaborati grafici prodotti e i pesi dei vari solai secondo quanto riportato dalle relazioni di calcolo (come riportato nel capitolo 8 della relazione di calcolo). In questo modo il software automaticamente ha potuto calcolare i carichi agenti sugli elementi resistenti verticali mediante il metodo delle aree d'influenza.

L'edificio in via semplificativa è stato modellato come incastrato alla base a livello del piano campagna.

Si riporta nel seguito un'immagine del modello di calcolo.

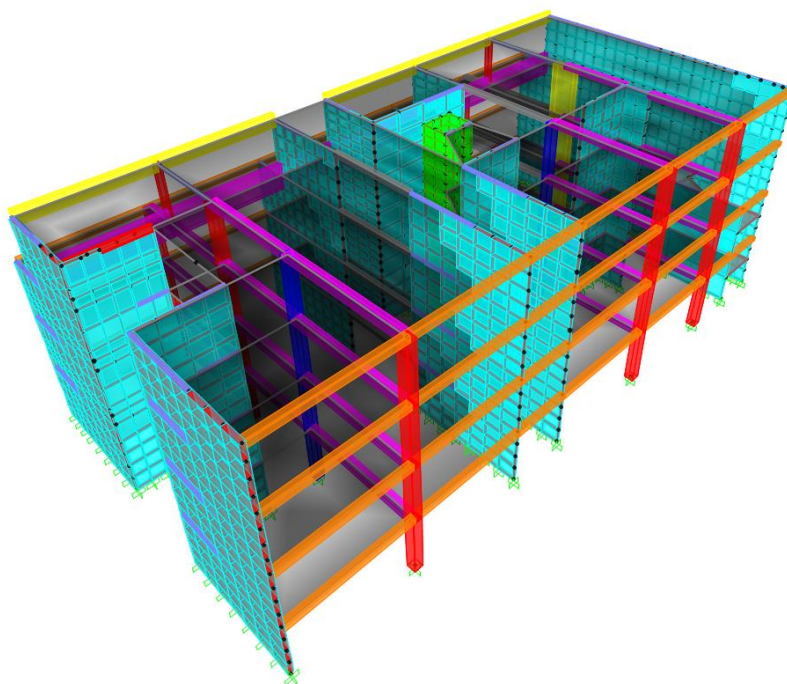


Figura 10: Modello FEM - Vista Pro Sud-Ovest.

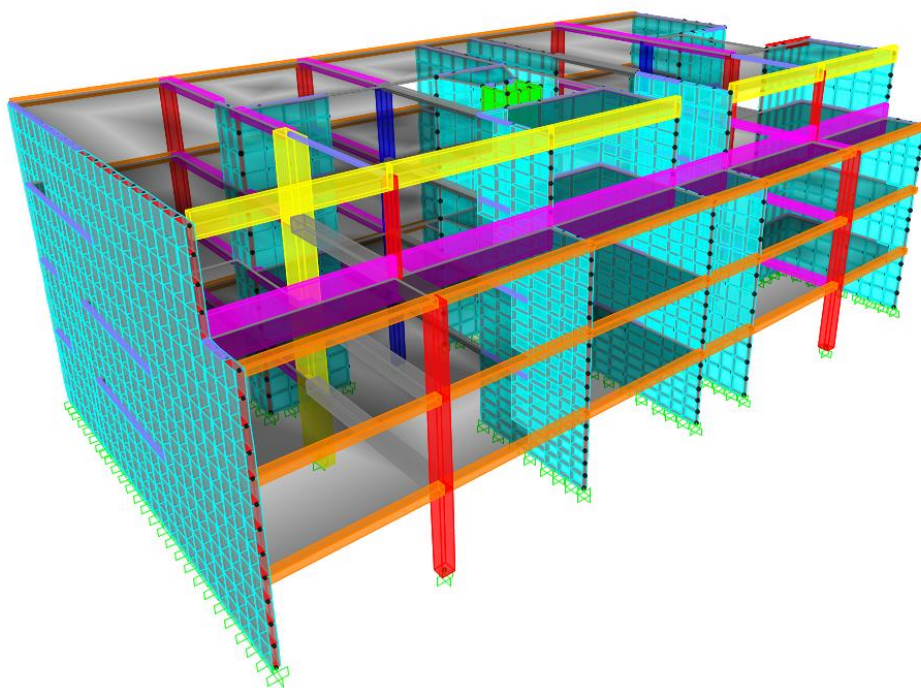


Figura 11: Modello FEM - Vista Pro Nord-Est.

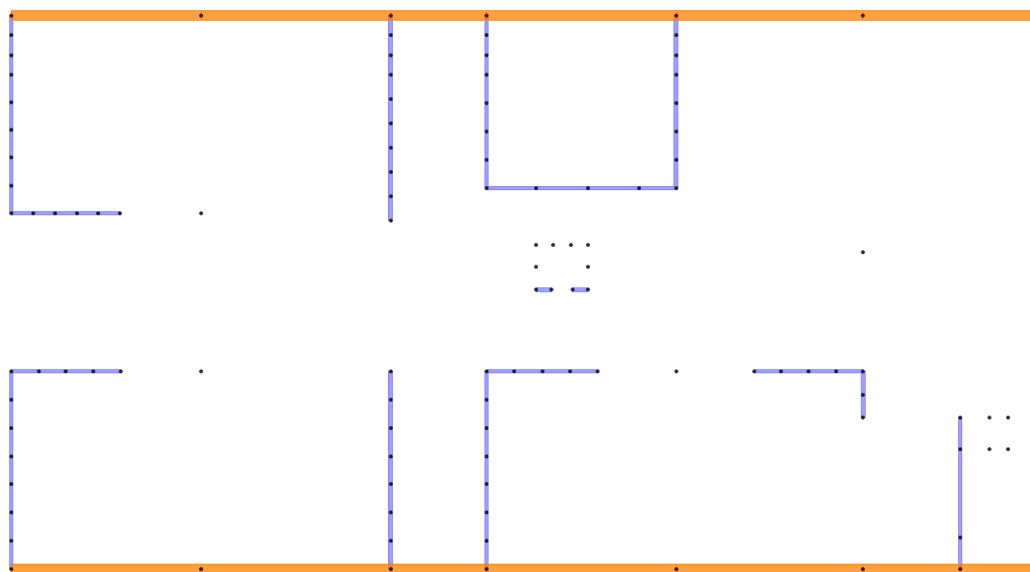


Figura 12: Modello FEM – Vista in pianta.

5.5 Modellazione della scala antincendio

La modellazione della scala antincendio è stata sviluppata su modelli di tipo tridimensionale costituiti da elementi beam, e Area None mediante il software SAP2000.

Sono stati utilizzati elementi tipo beam per i cosciali, le travi rompitratta e le travi perimetrali che andranno a costituire i pianerottoli.

Le proprietà dei materiali utilizzati hanno un comportamento elastico lineare, secondo quanto indicato in precedenza. I gradini e i grigliati tipo “antivertigine” inoltre, sono stati modellati mediante delle aree nulle a cui è stata assegnata un’orditura in maniera tale che i carichi si vanno a distribuire automaticamente su tutte le travi portanti (Fig.17)

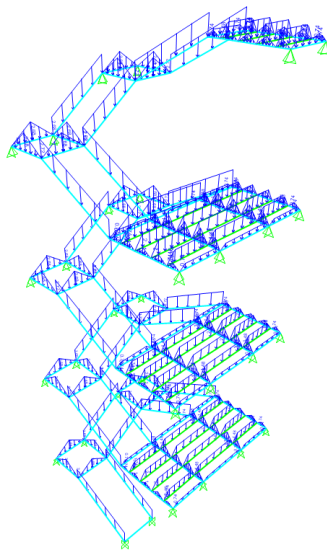


Figura 13 – Modello FEM – Distribuzione dei carichi.

In questo modo il software automaticamente ha potuto calcolare i carichi agenti sugli elementi resistenti verticali mediante il metodo delle aree d’influenza.

La scala in via semplificativa è stata modellata come incastrata alla base a livello -1.40 dal piano campagna e vincolata a livello di ciascun solaio.

Si riporta nel seguito un’immagine del modello di calcolo.

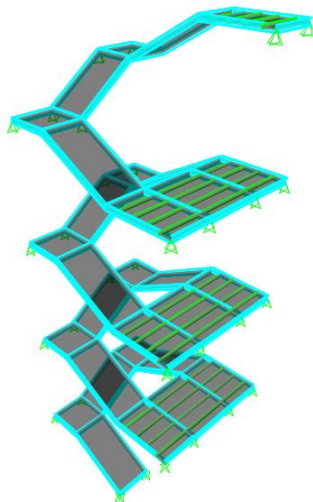


Figura 14 – Modello FEM della scala antincendio

5.6 Modellazione delle strutture di fondazione

La modellazione delle strutture di fondazione è avvenuta con elementi beam mediante il software SAP2000.

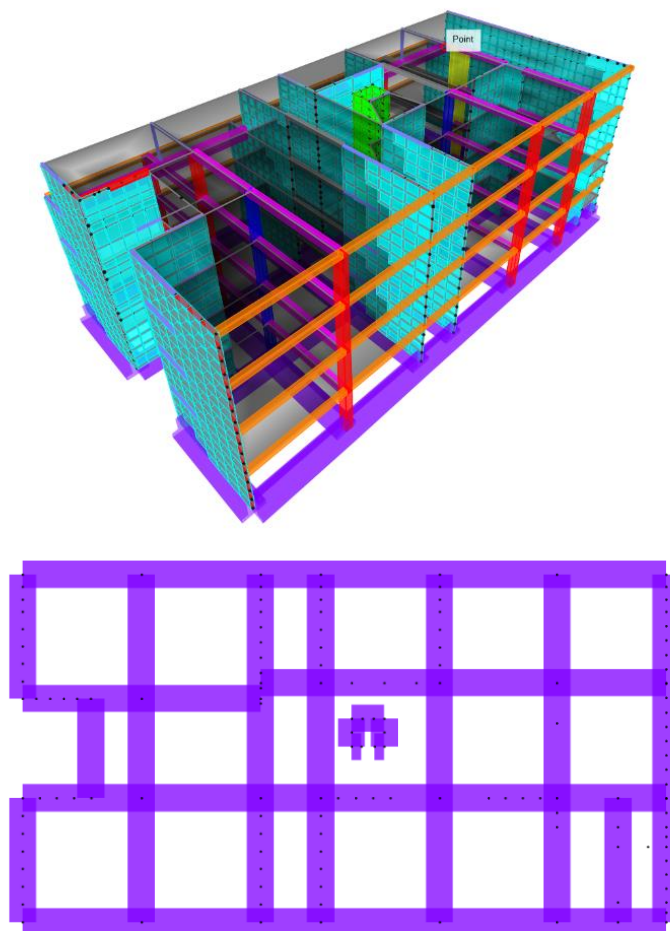


Figura 15 – Modello FEM della scala antincendio

Gli elementi beam rappresentanti le travi rovescie poggiano direttamente sul terreno il quale è stato modellato mediante delle molle alla Winkler utilizzando il comando Line Springs.

Bassano del grappa, Ottobre 2018

Il Tecnico