

PROVINCIA DI MODENA

Viale Martiri della Libertà, 34 - 41100 Modena



C						
B						
A						
-	LUGLIO 2021	Emissione	-	PIAGNANI	PIAGNANI	PIAGNANI
REV.	DATA	EMISSIONE/AGGIORNAMENTO	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

Progetto

LICEO STATALE "A. F. FORMIGGINI" SASSUOLO (MO). NUOVA COSTRUZIONE IN SOSTITUZIONE DELL'EDIFICIO ESISTENTE DI VIA BOLOGNA. SECONDO E TERZO STRALCIO

Livello di progettazione

PROGETTO DEFINITIVO

RTP AGGIUDICATARIO
Capogruppo Mandataria

EXUP

EXUP s.r.l.
via S. Pertini, 12 - 06019 Umbertide (PG)
tel. 075 941 58 71 info@exup.it www.exup.it



oice ASSOCIATO

Mandante

STUDIO
GEOLAND
INDAGINI GEOLOGICHE ED AMBIENTALI

Dott. Geol. GIORGIO PIAGNANI
via Vittorio Veneto, 14 - 06083 Bastia Umbra (PG)
tel. 075 372 31 77

COORDINAMENTO E INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE
Ing. Matteo LUCARELLI

RILIEVI E SICUREZZA
Geom. Giacomo PALAZZINI

IMPIANTISTICA, ANTINCENDIO E ACUSTICA
Ing. Michele MAGRINI ALUNNO

ARCHITETTURA E PAESAGGISTICA
Arch. Diego GIUBILEI
Arch. Eugenia CECCHETTI

STRUTTURE E GEOTECNICA
Ing. Emanuele MARCHEGGIANI

IMPIANTISTICA E ANTINCENDIO
Ing. Francesco VITALI

GEOLOGIA E GEOFISICA
Geol. Giorgio PIAGNANI

PROVINCIA DI MODENA
RUP
Ing. Annalisa Vita
Direttore dell'Area Tecnica

Nome file
20064_Impaginazione PD.pln

Commessa
20064

Scala

Elab
d-RE

Oggetto

RELAZIONI
Relazione tecnica sulle strutture

Tav

13

INDICE

1. OGGETTO.....	2
2. DESCRIZIONE DEL POLO SCOLASTICO NELLO STATO ATTUALE	2
3. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO	2
3.1. DESCRIZIONE GENERALE	2
3.2. CONCEZIONE E CRITERI ADOTTATI PER IL PROGETTO STRUTTURALE.....	3
4. VALUTAZIONI STRUTTURALI CONDOTTE.....	4
4.1. ANALISI DELLE AZIONI E CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI	4
4.2. DIMENSIONAMENTO, ANALISI E VERIFICHE STRUTTURALI CONDOTTE.....	5
5. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	7
6. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	7

1. OGGETTO

La presente relazione descrive le ipotesi, i criteri progettuali e le soluzioni tecniche adottate per la redazione del Progetto Definitivo delle opere strutturali per la realizzazione del secondo e terzo stralcio del Liceo Statale "A. F. Formigini" sita in Piazza Falcone-Borsellino a Sassuolo (MO), di proprietà della Provincia di Modena.

Il progetto prevede oltre alla realizzazione di 3 nuovi corpi di fabbrica, anche l'adeguamento sismico di uno dei due corpi esistenti, al fine di perseguire gli obiettivi di funzionalità riferiti all'intero complesso scolastico richiesti dall'Amministrazione Provinciale di Modena.

2. DESCRIZIONE DEL POLO SCOLASTICO NELLO STATO ATTUALE

Tali corpi rappresentano il primo stralcio di quelli previsti nel progetto preliminare generale redatto nel 2005, in base al quale l'edificio nella sua interezza avrebbe dovuto essere caratterizzato da un forma ad "H" con lato lungo parallelo a piazza Falcone e Borsellino.

Nel 2005 venne redatto un progetto preliminare generale, in base al quale l'edificio nella sua interezza avrebbe dovuto essere caratterizzato da un forma ad "H" con lato lungo parallelo a piazza Falcone e Borsellino.

Nel 2008 venne realizzato un primo stralcio costituito da due corpi di fabbrica, l'uno dei quali costituisce l'ingresso principale ad un piano fuori terra e l'altro una delle ali della configurazione ad "H" prevista preliminarmente.

Dal punto di vista strutturale i due corpi sono stati realizzati con struttura in C.A. in opera, con fondazioni superficiali, muri di contenimento al livello seminterrato (vano fondazioni) e solai a piastra con solette piene o alleggerite a seconda delle azioni e delle luci in gioco.

Il corpo centrale (ingresso) comprende anche una parte con copertura leggera in legno lamellare a travi curve che va a costituire un porticato antistante all'ingresso principale.

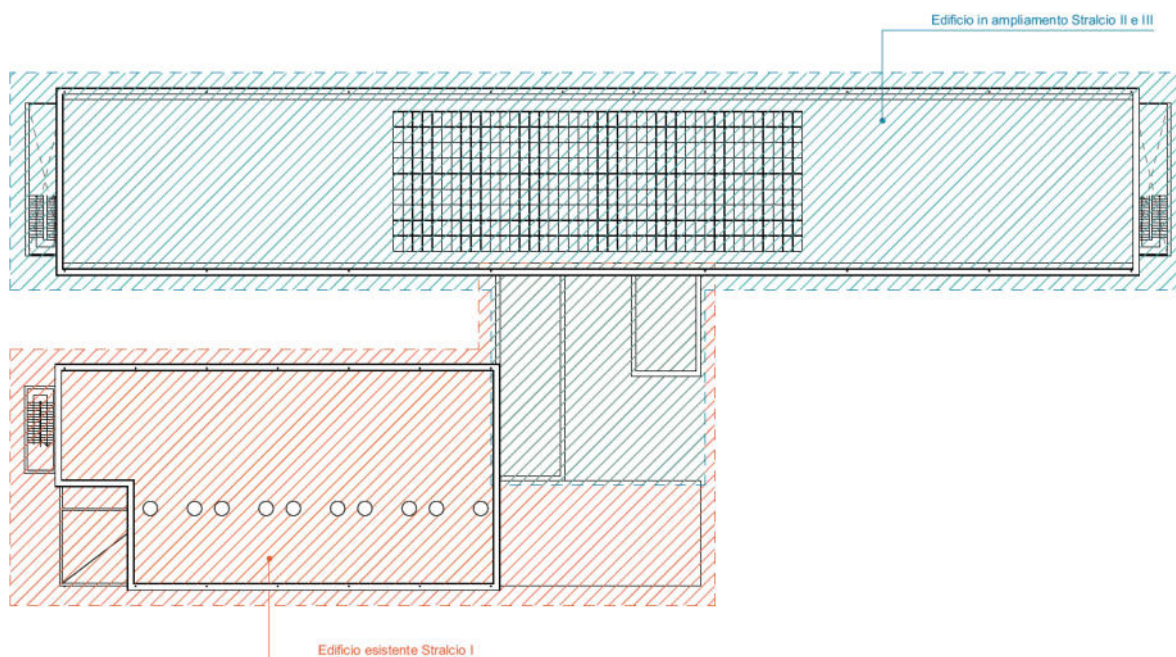
3. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

3.1.DESCRIZIONE GENERALE

Il progetto prevede l'ampliamento dei corpi di fabbrica esistenti e rappresenta in sostanza il

2° e 3° stralcio del progetto preliminare del 2005, cui ci si è attenuti dal punto di vista della concezione generale e delle dimensioni planimetriche.

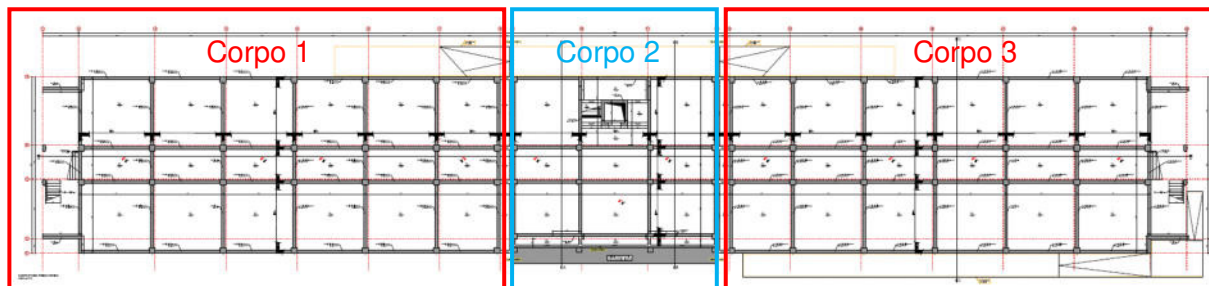
Oltre a questo per esigenze di carattere funzionale, risulta necessario intervenire anche con opere strutturali sul corpo centrale ad un piano, andandolo parzialmente a sopraelevarlo, configurandosi pertanto la necessità di adeguamento sismico ai sensi delle norme attuali. Di seguito si riporta una pianta chiave per una maggiore comprensione dell'inserimento dell'intervento rispetto ai corpi esistenti.



3.2.CONCEZIONE E CRITERI ADOTTATI PER IL PROGETTO STRUTTURALE

I tre nuovi corpi di fabbrica avranno due piani fuori terra e saranno costituiti da volumi ben definiti ed allineati tra loro in senso longitudinale, in modo da andare a costituire in pianta un rettangolo allungato di dimensioni pari a circa 120x18,50m circa che rappresenta una delle ali della configurazione ad "H" prevista nel progetto preliminare sopra richiamato.

I due corpi allungati di estremità (ora denominati 1 e 3) risultano dal punto di vista strutturale simmetrici rispetto ad un asse verticale, come desumibile dall'immagine sotto riportata.



I corpi 1 e 3 hanno dimensioni inscrivibili in un rettangolo di lati approssimativamente pari a 48x18,50m, mentre per il 2 i lati risulterebbero 21x18,50m

Tutti i corpi di nuova realizzazione saranno separati da giunti sismici opportunamente dimensionati, per consentire le oscillazioni mutue senza possibilità di martellamento; analoga predisposizione è stata prevista nei confronti del corpo centrale esistente cui le nuove strutture andranno realizzate in adiacenza.

Per quanto riguarda la struttura in C.A. in elevazione, il progetto prevede elementi di varie dimensioni e forme a secondo della rispettiva funzione, della disposizione all'interno dell'organismo strutturale e delle sollecitazioni cui sono soggetti.

Per il solaio del 1° Ordine si prevede l'utilizzo di solai in laterocemento, mentre quelli del 2° e 3° (copertura) saranno in lastre parzialmente prefabbricate con elementi di alleggerimento tipo "predalle", con getto di completamento in opera: la tipologia di impalcato è stata definita in relazione ad esigenze di carattere funzionale ed impiantistico che richiedono la necessità di appendere agevolmente ed in maniera diffusa controsoffitti, canalizzazioni, ecc.

Dal punto di vista sismico, la struttura controventante è costituita principalmente da telai tridimensionali di travi e pilastri in C.A. in opera multipiano e multicampata a nodi rigidi, con l'inserimento, ove necessario di pareti di taglio disposte in maniera opportuna all'interno delle piante.

Con tale concezione strutturale è stato possibile conseguire il vantaggio di una grande flessibilità e libertà funzionale degli spazi, anche in relazione alla scansione delle aperture disegnate sulle facciate esterne o di possibili future modifiche alle dimensioni delle aule.

Il corpo centrale esistente verrà sopraelevato adottando elementi in carpenteria metallica ancorati sulla testa dei pilastri esistenti in C.A. sottostanti.

Al fine di ridurre i carichi statici e conseguentemente anche le masse sismiche, le attuali tamponature pesanti andranno sostituite con nuove estremamente leggere basate su tecnologia a secco.

Sarà necessario anche procedere con il rinforzo di alcuni elementi in C.A. della struttura esistente.

4. VALUTAZIONI STRUTTURALI CONDOTTE

4.1. ANALISI DELLE AZIONI E CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI

Di seguito si riportano sinteticamente i dati generali per quanto riguarda le caratteristiche prestazionali della struttura, il livello di sicurezza e la definizione delle azioni sismiche.

Vita nominale della costruzione

- $V_N \geq 50$ anni \Rightarrow "Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale" - Tab. 2.4.I, punto 2, D.M. 17/01/2018.

Classe d'uso

- Classe III \Rightarrow "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."

Periodo di riferimento per l'azione sismica

- $V_R = V_N \times C_U = 75$ anni

$\Rightarrow C_U = 1.5$ per Classe d'uso III - Tab. 2.4.II, D.M. 17/01/2018.

Ubicazione dell'opera

Al fine della determinazione dei parametri di sito, è necessaria la conoscenza dell'ubicazione dell'opera. Nel caso in oggetto le coordinate del sito di costruzione risultano (WGS84):

\Rightarrow Ubicazione fabbricato: ED50 10.7697° E - 44.4267° N
WGS84 10.7687° E - 44.5258° N

Condizioni topografiche

Le condizioni topografiche sono tali da considerare la costruzione ricadente nella categoria "T1" della Tab. 3.2.III del D.M.17/01/2018.

Categoria di sottosuolo di fondazione

Come riportato nella relazione redatta dal Dott. Geol. Giorgio Piagnani allegata alla presente, il suolo di fondazione è considerato appartenente alla categoria "C" della Tab. 3.2.II del D.M.17/01/2018.

Sono anche stati definiti gli spettri in termini di accelerazione-periodo in Risposta Sismica Locale (RSL) al fine di valutare al meglio possibili fenomeni di amplificazione locale, per i quali si rimanda all'elaborato "**d-RE-11_Relazione geologica, di compatibilità idraulica, idrogeologica e di microzonazione sismica di livello 3**", allegata alla presente.

4.2.DIMENSIONAMENTO, ANALISI E VERIFICHE STRUTTURALI CONDOTTE

Per il dimensionamento delle strutture si è fatto riferimento al D.M.17/01/2018 ed alla relativa Circ. 7 del 21/01/2019.

In particolare le categorie delle azioni elementari da considerare sono quelle di cui alla Tab. 2.5.I sotto riportata.

Tab. 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E – Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse , parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6

Categoria G – Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I – Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K – Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)			
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

Le combinazioni delle azioni da adottare per i vari Stati Limite previsti dalla norma, sono quelli al punto 2.5.3 delle succitate norme:

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$
[2.5.1]
 - Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$
[2.5.2]
 - Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$
[2.5.3]
 - Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$
[2.5.4]
 - Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$
[2.5.5]
 - Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali A:

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$
[2.5.6]
- Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:
- $$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj} \quad [2.5.7]$$

Per il dimensionamento delle strutture, oltre ad avvalersi dei semplici ed usuali schemi manuali per la schematizzazione di telai in C.A., sono stati elaborati modelli di calcolo 3D agli elementi finiti, mediante il software di calcolo WinStrand della EnExSys s.r.l. basato sul metodo agli elementi finiti (F.E.M.), utilizzando elementi monodimensionali ad asse rettilineo tipo "beam" per le travature orizzontali ed i pilastri, elementi tipo "shear wall" per i setti e le pareti di fondazione.

Le principali caratteristiche dei modelli elaborati sono le seguenti:

- gli impalcati sono stati considerati infinitamente rigidi nel proprio piano.
- i nodi tra elementi strutturali in C.A. sono stati considerati rigidi;
- tutti i nodi alla base sono stati vincolati alla Winkler.

Sono state condotte entrambe le analisi, statica e sismica; l'analisi sismica è stata effettuata col metodo della "analisi dinamica modale con spettro di risposta assegnato" in conformità a quanto previsto al §7.8.1.5.3 del D.M.17/01/2018.

Con i modelli di calcolo descritti sono state condotte le verifiche legate ai seguenti SL:

- SLU: verifiche di resistenza

- SLO, SLD, SLV: verifiche degli scorrimenti di interpiano e dell'effetto P-delta
- SLE: verifiche in esercizio

Le valutazioni geotecniche sono state condotte in base ai risultati derivanti dall'analisi strutturale condotta come descritto ai punti precedenti ed alle risultanze della campagna di indagine condotta sui terreni.

Per quanto riguarda i valori dei parametri geotecnici la stratigrafia del terreno, la presenza e la quota della falda, ecc., si è fatto riferimento a quanto riportato nella relazione geologica redatta dal Geol. Giorgio Piagnani del RTP aggiudicatario allegata al presente progetto.

5. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Si adottano materiali con le seguenti caratteristiche meccaniche:

- Conglomerato cementizio per opere di sottofondazione non armate:
Classe: C12/15 ($f_{ck}=12\text{Mpa}$, $R_{ck}=15\text{Mpa}$)
- Conglomerato cementizio per le strutture armate di fondazione:
Classe: C25/30 ($f_{ck}=25\text{Mpa}$, $R_{ck}=30\text{Mpa}$)
- Conglomerato cementizio per strutture armate in elevazione (pilastri, travi, setti, solette):
Classe: C25/30 ($f_{ck}=25\text{Mpa}$, $R_{ck}=30\text{Mpa}$)
- Acciaio per cemento armato ad aderenza migliorata saldabile in barre e/o reti elettrosaldate:
Tipo: B450C

6. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per tutte le valutazioni strutturali si è fatto riferimento alle norme vigenti.

- Legge n. 1086 del 5 Novembre 1971. "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica".
- Legge n. 64 del 2 Febbraio 1974. "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- D.M. del 17 Gennaio 2018 (G.U. n.42 del 20/02/2018) "Norme tecniche per le costruzioni".
- Circolare n. 7 del 21 Gennaio 2019 (G.U. n. 35 del 11/02/2019 – Suppl. Ordinario n. 5) "Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17 Gennaio 2018".