



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



CITTA' DI PORTO TORRES

COMUNE DI PORTO TORRES

Provincia di Sassari

PNRR-M4 C1 - Componente 1 Investimento 3.3: "Piano di messa in sicurezza e riqualificazione delle scuole" Intervento di sostituzione edilizia - Scuola media Anna Frank – via Porrino.

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

INTERVENTI IN PROGETTO RELAZIONE PRELIMINARE DI CALCOLO

CODICE PROGETTO

0 0 3 / 2 3

RIFERIMENTO ELABORATO

P F - S T R R E 0 1 _ B

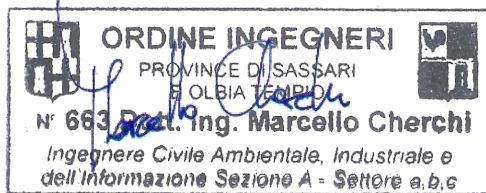
REVISIONI	B	Febbraio 2023	AGGIORNAMENTO A SEGUITO DI ISTRUTTORIA	M.CHERCHI	M.CHERCHI	M.CHERCHI
	A	Gennaio 2023	EMISSIONE	M. CHERCHI	M. CHERCHI	M. CHERCHI
	REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO

SCALA: -

DATA: Gen. 2023

Il Progettista:
Ing. Marcello Cherchi

Il Responsabile del Procedimento:
Dott. Ing. Massimo Ledda



RELAZIONE
PRELIMINARE DI
CALCOLO



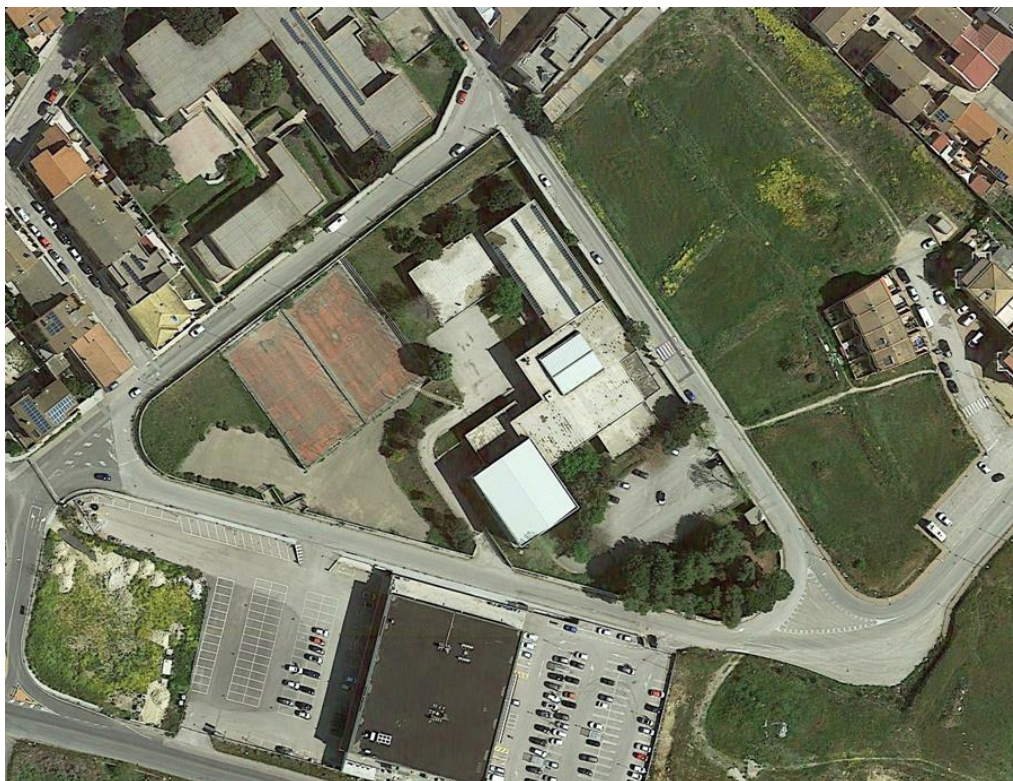
INDICE

1	PREMESSA.....	2
2	QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	2
3	DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE DEL FABBRICATO	4
4	CRITERI DI PROGETTAZIONE, AZIONI E COMBINAZIONI IMPIEGATE	7
5	CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI	12
5.1	STRUTTURE IN CEMENTO ARMATO	12
5.2	CARATTERIZZAZIONE DEL TERRENO	12
6	CRITERI GENERALI DI MODELLAZIONE.....	13



1 PREMESSA

La presente relazione descrive sinteticamente il progetto strutturale di un nuovo edificio adibito a scuola da realizzare in Via Porrino, nel Comune di Porto Torres.



Localizzazione del sito di progetto

2 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

- o D.Min. Infrastrutture Min. Interni e Prot. Civile 17 Gennaio 2018 " Nuove norme sismiche per il calcolo strutturale".
- o D.Min. Infrastrutture Min. Interni e Prot. Civile 14 Gennaio 2008 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
- o D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>".
- o D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".



- o Circolare 4/07/96, n.156AA.GG./STC. istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>" di cui al D.M. 16/01/96.
- o Circolare 10/04/97, n.65AA.GG. istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. 16/01/96.
- o D.M. LL.PP. 11 Marzo 1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
- o Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 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" e successive modificazioni e integrazioni.
- o UNI EN 1990:2006 13/04/2006 Eurocodice 0 - Criteri generali di progettazione strutturale.
- o UNI EN 1991-1-1:2004 01/08/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-1: Azioni in generale - Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici.
- o UNI EN 1991-1-3:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve.
- o UNI EN 1991-1-4:2005 01/07/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento.
- o UNI EN 1992-1-1:2005 24/11/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- o UNI EN 1997-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali. o UNI EN 1998-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.
- o UNI EN 1998-3:2005 01/08/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 3: Valutazione e adeguamento degli edifici.
- o UNI EN 1998-5:2005 01/01/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.



3 DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE DEL FABBRICATO

Il progetto prevede la realizzazione di tre volumi distinti, aventi distinte funzioni legate all'attività scolastica.

Nel volume principale troveranno collocazione le aule didattiche, i laboratori, lo spazio mensa e gli uffici didattici, dimensionati per una popolazione di trecento studenti.

Nel secondo volume sarà realizzata la palestra, mentre il terzo volume ospiterà un auditorium.

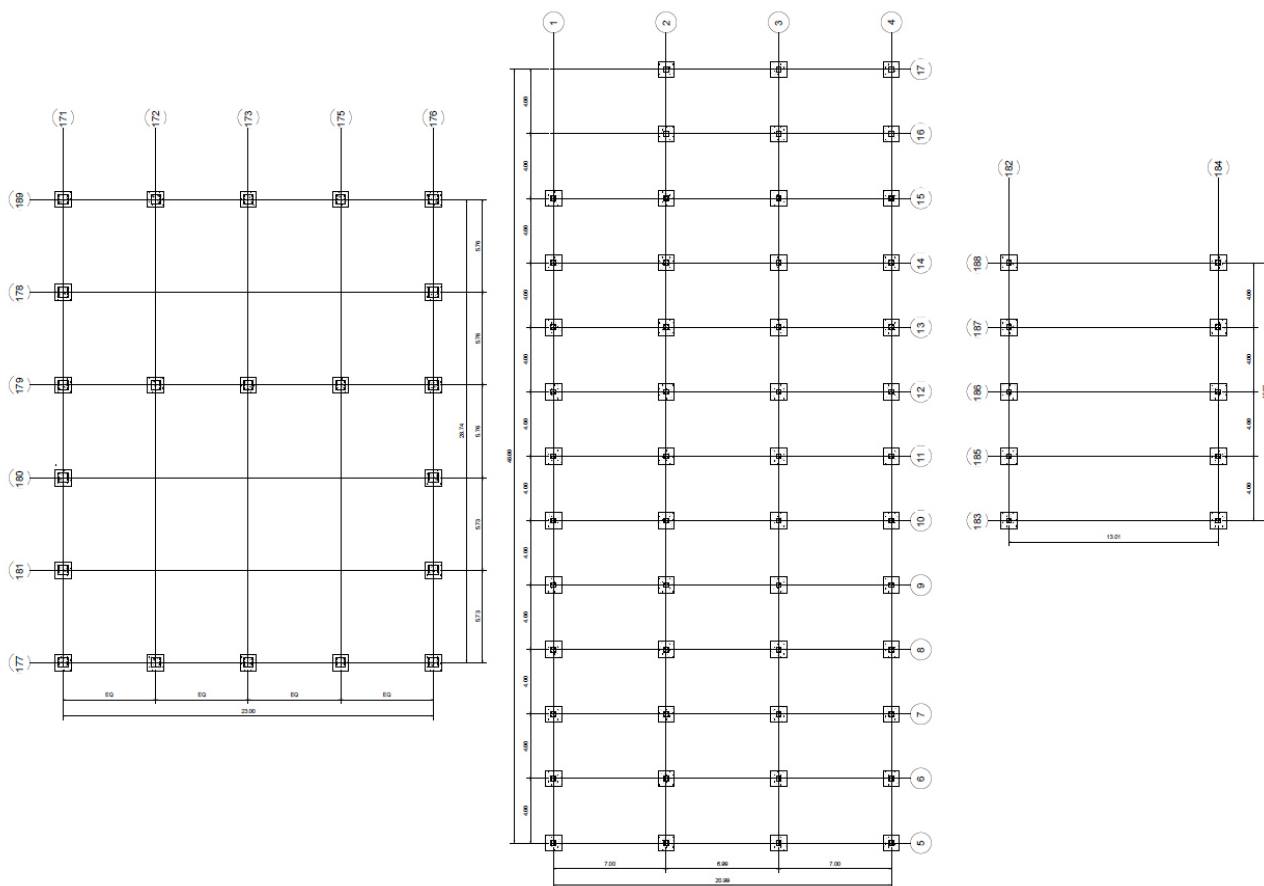


Planimetria del nuovo fabbricato

Le strutture in elevazione del fabbricato saranno realizzate in cemento armato con telai principali disposti parallelamente al lato corto degli edifici a formare una serie di campate di luce variabile da un minimo di 4,00 m ad un massimo di 13,00 m. Per quanto riguarda il corpo



sia dal punto di vista sismico sia dal punto di vista statico, e perciò dovranno essere calcolati singolarmente.



Suddivisione del fabbricato oggetto del presente lavoro in unità strutturali



4 CRITERI DI PROGETTAZIONE, AZIONI E COMBINAZIONI IMPIEGATE

La valutazione della sicurezza viene condotta nei confronti degli stati limite ultimi e di esercizio. Gli stati limite ultimi presi in considerazione sono:

- Stato limite per raggiungimento della massima capacità di resistenza di elementi strutturali;
- Stato limite per raggiungimento della massima capacità della struttura nel suo insieme; Gli stati limite di esercizio presi in considerazione sono:
- Stato limite per danneggiamenti locali (es. fessurazioni del cls) - Stato limite per deformazioni e spostamenti eccessivi.

Nei confronti delle azioni sismiche, le verifiche agli SLU vengono svolte rispetto alla condizione della salvaguardia della vita umana (SLV) mentre, per gli stati limite di esercizio, si considerano le verifiche di prestazione relative allo stato limite di danno (SLD) e allo stato limite di operatività (SLO).

La struttura è progettata in modo da ricadere nella classe di duttilità media (CD"B", secondo il §7.2 del DM 17.01.18). Le zone di dissipazione energetica per cicli di isteresi sono collocate alle estremità delle travi e dei pilastri; il comportamento globalmente dissipativo è garantito prevenendo, per mezzo di ulteriori fattori di sovrarresistenza, i meccanismi di collasso fragili (rottture a taglio di travi, pilastri e dei pannelli nodali). Sulla base dei principi della gerarchia delle resistenze, gli elementi strutturali di fondazione sono progettati in modo da rimanere in campo sostanzialmente elastico.

Le azioni agenti sulla struttura considerate ai fini progettuali sono:

- peso proprio della struttura e degli impalcati
- carichi permanenti sugli impalcati
- carichi variabili sugli impalcati
- carico della neve sulla copertura
- azione sismica



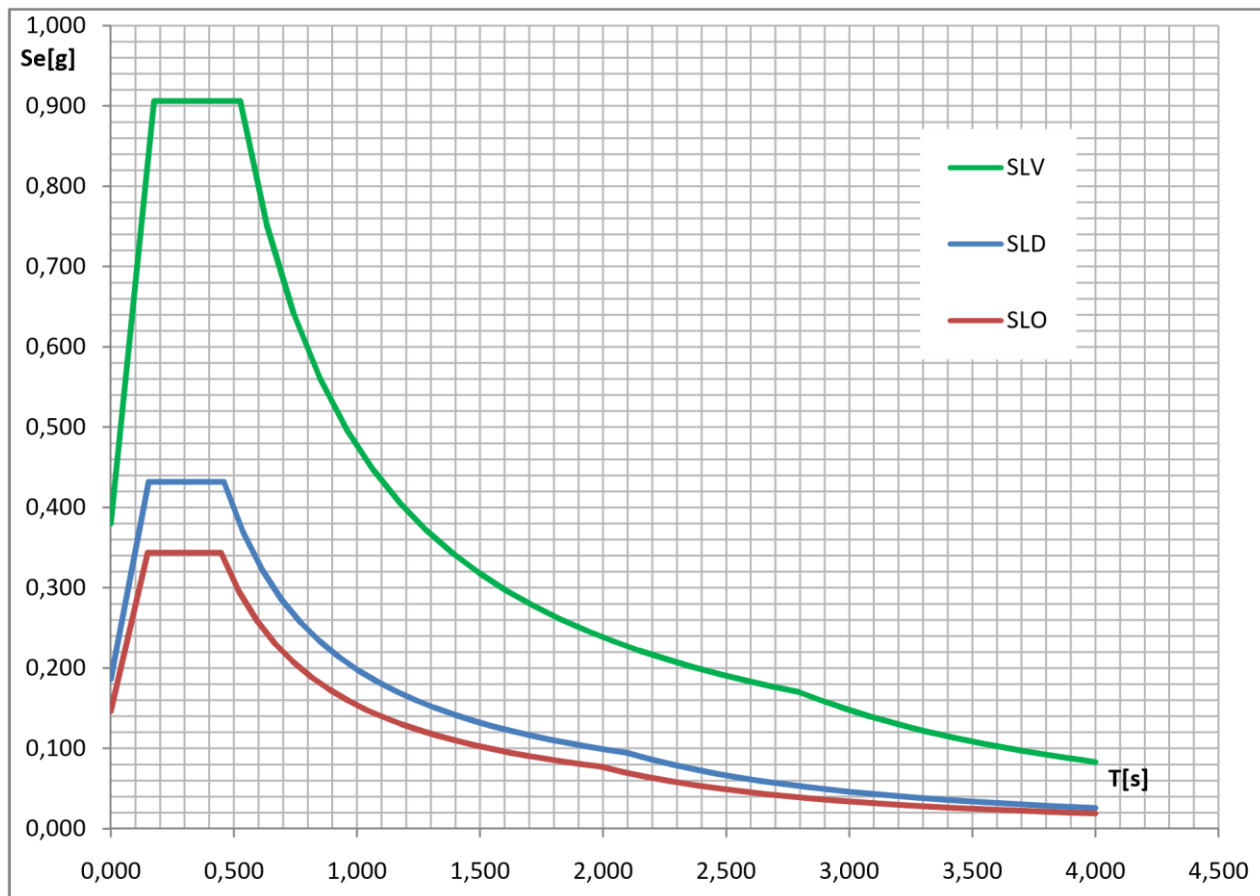
I carichi variabili sugli impalcati vengono determinati secondo le indicazioni del §3.1.4 del DM 17-01-18. Nello specifico l'impalcato contro terra appartiene alla categoria C (scuole) a cui è associato un carico variabile pari a $Q_k=3.00\text{kN/m}^2$.

Per la definizione delle azioni sismiche agenti sulla struttura si ricorre ai seguenti parametri di progetto:

Parametri della struttura					
Classe d'uso	Vita V_n [anni]	Coeff. Uso	Periodo V_r [anni]	Tipo di suolo	Categoria topografica
III	50.0	1.5	75.0	C	T1

SL	P _{ver}	Tr	ag	Fo	T*c
		Anni	g		sec
SLO	81.0	45.0	0.097	2.340	0.280
SLD	63.0	75.0	0.124	2.320	0.290
SLV	10.0	712.0	0.298	2.380	0.350
SLC	5.0	1462.0	0.380	2.430	0.370

Si riportano i grafici degli spettri elastici di riferimento



Le combinazioni di carico utilizzate sono elencate di seguito:

Combinazione fondamentale SLU

$$\gamma G_1 \cdot G_1 + \gamma G_2 \cdot G_2 + \gamma P \cdot P + \gamma Q_1 \cdot Q_{k1} + \gamma Q_2 \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma Q_3 \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione caratteristica (rara) SLE

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione frequente SLE

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione quasi permanente SLE



$$G1 + G2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica

$$E + G1 + G2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

Dove:

Destinazione d'uso/azione	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Categoria C - ambienti suscettibili di affollamento	0,70	0,70	0,60
Neve a quota ≤ 1000 m	0,50	0,20	0,00

		Coefficiente ψ_f	EQU	A1	A2
Carichi permanenti	Favorevoli	ψ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,0	1,3	1,3
Carichi permanenti non strutturali	Favorevoli	ψ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	Favorevoli	ψ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,5

Tutte le analisi sono svolte considerando l'Approccio 2. definendo un'unica combinazione per le azioni, per la resistenza dei materiali e per la resistenza globale (con coefficienti A1).

Per la valutazione del fattore struttura q si considerano le seguenti caratteristiche per il fabbricato

- Struttura regolare in pianta, regolare in altezza, progettata in bassa duttilità.
- Sistema costruttivo: Calcestruzzo
- Tipologia strutturale: Strutture a telaio, pareti accoppiate, miste
- Tipologia di edificio: Strutture a telaio di un piano
- $q_0 = 3,00$
- $a_u/a_1 = 1,10$
- $K_r = 1,00$
- $K_w = 1,00$

Valore fattore di struttura impiegato: $q = 3.30$



La dissipazione energetica è prevista, secondo i principi della gerarchia delle resistenze, solamente alle estremità degli elementi trave e pilastri.

Le verifiche geotecniche sono condotte con riferimento agli stati limite ultimi e di esercizio. L'edificio è fondato su plinti rovesce aventi larghezza 90 cm. Come previsto al §6.4.2.1 del DM 14-01-08, per le fondazioni superficiali è necessario prendere in considerazione gli SLU determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e dal raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali.

Nello specifico, gli stati limite geotecnici (SLU-GEO) da analizzare sono 3:

- Collasso per carico limite fondazioni-terreno;
- Collasso per scorrimento sul piano di posa; - Stabilità globale.

Per la natura delle opere in oggetto, e del terreno di fondazione, si ritengono poco significative le verifiche di stabilità globale.

La verifica per carico limite delle fondazione viene condotte mediante "Approccio 2", adottando i coefficienti parziali delle azioni (A1), dei materiali (M1) e delle resistenze (R3) sono riportati nella Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.4.I del DM 14-01-08. Le analisi sono condotte considerando il pieno carico del fabbricato, ovvero conducendo un'analisi a lungo termine (condizioni drenate).

Coerentemente con il al §6.4.2.2 del DM 14-01-08, per le fondazioni superficiali è necessario controllare in condizioni di esercizio (SLE) che gli spostamenti e le distorsioni siano compatibili con i requisiti prestazionali della struttura in elevazione. Le analisi sono condotte considerando il pieno carico del fabbricato, ovvero conducendo un'analisi a lungo termine (condizioni drenate). Sotto tali ipotesi i cedimenti vengono calcolati adottando come modulo di rigidità quello edometrico (cedimento a fine consolidazione).



5 CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI

Nella presente sezione sono riportate le caratteristiche e le qualità dei materiali da utilizzare relativamente alla realizzazione delle strutture in elevazione ed in fondazione.

5.1 STRUTTURE IN CEMENTO ARMATO

Di seguito si elencano le caratteristiche:

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

TUTTI I MATERIALI DEVONO ESSERE CONFORMI AL D.M. 17.01.2018

CALCESTRUZZO MAGRO PER SOTTOFONDO

- CONFORME ALLA EN 206-1:2006
- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA A COMPRESSIONE: C 12/15

CEMENTO ARMATO:

CALCESTRUZZO PER GETTO IN OPERA

PILASTRI E FONDAZIONI

- A PRESTAZIONE GARANTITA CONFORME ALLA UNI EN 206-1:2006
- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA A COMPRESSIONE: C 32/40
- CLASSE DI CONSISTENZA SLUMP: S3
- CLASSE DI ESPOSIZIONE: XC4 - XD1
- DIMENSIONE MASSIMA DEGLI AGGREGATI: Dmax 25

- CLASSE DI CONTENUTO IN CLORURI: CI 0.20
- RAPPORTO A/C MAX: 0.50
- CONTENUTO MINIMO DI CEMENTO 340 Kg/mc
- COPRIFERRO: 30mm (* Pilastri - Previsto controllo qualità con verifica copriferri)
- COPRIFERRO: 50mm (fondazioni)

SOLAI E TRAVI

- A PRESTAZIONE GARANTITA CONFORME ALLA UNI EN 206-1:2006
- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA A COMPRESSIONE: C 35/45
- CLASSE DI CONSISTENZA SLUMP: S3
- CLASSE DI ESPOSIZIONE: XC3 - XD1
- DIMENSIONE MASSIMA DEGLI AGGREGATI: Dmax 20

- CLASSE DI CONTENUTO IN CLORURI: CI 0.20
- RAPPORTO A/C MAX: 0.55
- CONTENUTO MINIMO DI CEMENTO 320 Kg/mc
- COPRIFERRO: 30mm

ACCIAIO DI ARMATURA

- ARMATURA ORDINARIA: B450C AD ADERENZA MIGLIORATA

5.2 CARATTERIZZAZIONE DEL TERRENO

La caratterizzazione dei terreni di fondazione sarà approfondita nella fase definitiva del progetto con una campagna di sondaggi, che consentirà anche di rilevare la presenza, al momento non evidente, di eventuali falde.

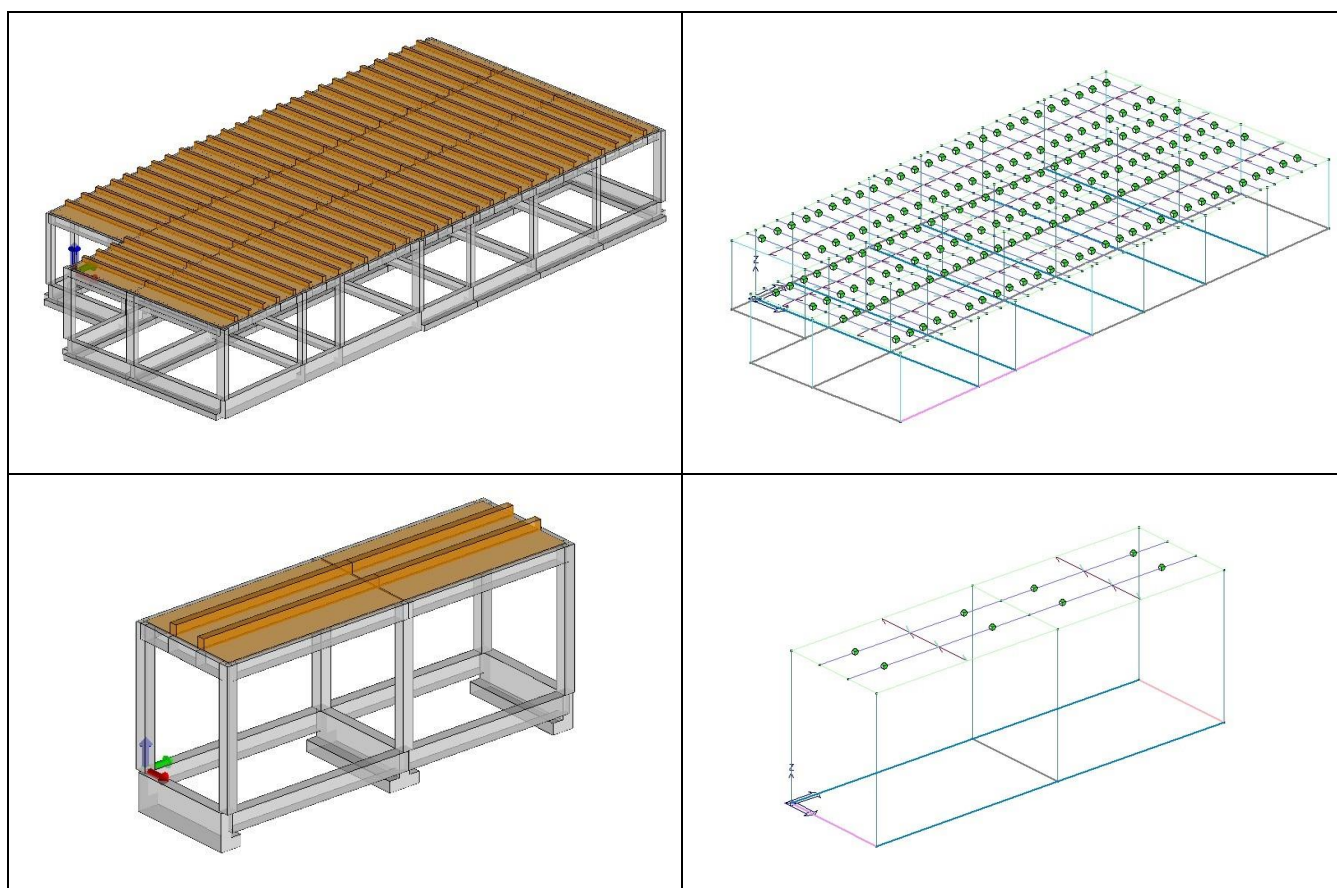
Ai fini della determinazione dell'interazione terreno-struttura e della sicurezza nei confronti di meccanismi di collasso geotecnici, la successione stratigrafica che sarà individuata in tale fase, verrà introdotta nelle analisi individuando le corrispondenti unità geotecniche ed assegnando ad esse i parametri meccanici.

Le indagini sismiche che saranno condotte in sito consentiranno di definire una categoria di sottosuolo. le condizioni topografiche sono T1, essendo il sito del fabbricato posto su un terreno pressoché pianeggiante.



6 CRITERI GENERALI DI MODELLAZIONE

Il progetto strutturale dell'edificio sarà condotto con l'ausilio di un modello di calcolo agli elementi finiti nel quale travi e pilastri vengono schematizzati con elementi finiti monodimensionali a 2 nodi con comportamento meccanico a trave.



Modello di calcolo in vista solida e a fil di ferro

Gli elementi strutturali in c.a. saranno progettati ricorrendo ad un'analisi dinamica modale con spettro di progetto. Per il passaggio dallo spettro di risposta elastico, definito per mezzo dei parametri presentati nel capitolo precedente, allo spettro di progetto è necessario definire un opportuno fattore di struttura. A valle delle analisi si passerà alle verifiche strutturali; gli elementi strutturali in calcestruzzo saranno verificati nei confronti dei meccanismi di resistenza previsti al §4.1.2 del DM 17-01-18. Il progetto per azioni sismiche avviene nel rispetto delle indicazioni del §7.4 del DM 17-01-08. Le verifiche geotecniche di collasso del



Comune di Porto Torres

PNRR-M4 C1 - Componente 1 Investimento 3.3:
"Piano di messa in sicurezza e riqualificazione delle
scuole" Intervento di sostituzione edilizia –
Scuola media Anna Frank – via Porrino.
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICO

Progettista: Ing. Marcello Cherchi

R.U.P.: Ing. Massimo Ledda

terreno di fondazione vengono condotte assumendo che gli scarichi in fondazione siano quelli derivanti dall'analisi sismica strutturale globale a comportamento non dissipativo.