



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

GEOLOGIA E GEOTECNICA

RELAZIONE GEOTECNICA

CODICE PROGETTO

0 0 3 / 2 3

RIFERIMENTO ELABORATO

P F - G E O R E 0 1 _ A

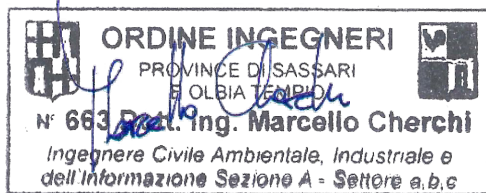
REVISIONI	-	-	-	-	-	-
	A	Gennaio 2023	EMISSIONE	M. CHERCHI	M. CHERCHI	M. CHERCHI
	REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO

SCALA: -

DATA: Gen. 2023

Il Progettista:
Ing. Marcello Cherchi

Il Responsabile del Procedimento:
Dott. Ing. Massimo Ledda



RELAZIONE GEOTECNICA



INDICE

1	GENERALITÀ	2
1.1	PREMESSA.....	2
1.2	RICHIAMI NORMATIVI.....	2
1.3	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E TERRITORIALE	3
1.4	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	9
2	MODELLO GEOTECNICO PRELIMINARE	10
2.1	ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO LOCALE	10
2.2	CAPACITÀ PORTANTE DEI TERRENI DI FONDAZIONE E CEDIMENTI.....	12
2.3	SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE	12
2.4	VULNERABILITÀ SISMICA	13
3	CONCLUSIONI	14



1 GENERALITÀ

1.1 PREMESSA

L'Amministrazione Comunale di Porto Torres intende avvalersi delle opportunità di finanziamento consentite dal PNRR M4 C1 – Componente 1 Investimento 3.3 «Piano di sicurezza e qualificazione delle scuole» - Intervento di sostituzione edilizia per la «**Realizzazione del nuovo edificio della scuola "Anna Frank"**» nella Via Ennio Porrino in luogo del fabbricato esistente che verrà completamente demolito per fare posto al nuovo plesso scolastico.

Nella presente fase di **Fattibilità tecnica ed economica** le considerazioni di seguito esposte hanno come base informativa i dati provenienti da rilievi diretti all'uopo eseguiti nell'area di intervento e di un suo adeguato intorno, oltretutto dalla miscellanea e cartografia geotematica regionale.

Su tali basi è stato possibile definire le problematiche connesse alla realizzazione dell'opera in ragione del prevedibile modello geotecnico, per fornire le prime indicazioni per la progettazione e programmare le indagini geotecniche in situ e di laboratorio più opportune per affinare il quadro conoscitivo a supporto del dimensionamento dell'opera e per gli accorgimenti da attuare.

Si rimanda all'elaborato specialistico per quanto attiene gli aspetti geologici.

1.2 RICHIAMI NORMATIVI

La normativa vigente in materia a cui si è fatto riferimento per lo svolgimento degli studi e la compilazione del presente documento tecnico è la seguente:

- Circolare C.S. LL.PP. n. 7 del 21.01.2019 «Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni» di cui al D.M. 17.01.2018»;
- D.M. 17.01.2018 «Aggiornamento *Norme Tecniche per le Costruzioni*»;
- Circolare C.S. LL.PP. n. 617 del 02.02.2009 «*Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008*»;
- D.M. 14.01.2008 «*Norme Tecniche per le Costruzioni*»;



- Ordinanza P.C.M. n. 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*»;
- Ordinanza PCM n. 3316 del 02.10.2003 «*Modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri*»;
- Ordinanza PCM n. 3274 del 20.03.2003 «*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica*»;
- D.M. LL.PP.11.03.1988 «*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*» e relativa Circ. Min. LL.PP. n. 30483 del 24.09.1988;
- Circ. Min. LL.PP. n. 30483 del 24.09.1988 che prevede l'obbligo di sottoporre tutte le opere civili pubbliche e private da realizzare nel territorio della Repubblica, alle verifiche per garantire la sicurezza e la funzionalità del complesso opere-terreni ed assicurare la stabilità complessiva del territorio nel quale si inseriscono;
- Legge n. 464 del 04.08.1984 «*Norme per agevolare l'acquisizione da parte del servizio geologico della direzione generale delle miniere del Ministero dell'Industria, del commercio e dell'artigianato di elementi di conoscenza relativi alla struttura geologica e geofisica del sottosuolo nazionale*»;
- Legge n. 64 del 02.02.1974 «*Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche*» che prevede l'obbligatorietà dell'applicazione per tutte le opere, pubbliche e private, delle norme tecniche che saranno fissate con successivi decreti del Ministero per il Lavori Pubblici»;
- A.G.I. 1977 «*Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche*»;

1.3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E TERRITORIALE

L'edificio scolastico in parola ricade nel nord Sardegna, regione Nurra nell'entroterra del Golfo dell'Asinara in Provincia di Sassari) e più specificatamente nella periferia sud-occidentale dell'abitato di Porto Torres, a circa 2 km dal centro storico e dal porto turistico ed industriale.



Più precisamente ricade nell'areale compreso tra la Via Ennio Porrino (ove si apre l'ingresso), la Via Vincenzo Guarino e la Via Via Pierluigi da Palestrina che si sviluppa parallela alla Via dell'Industria,

La quota assoluta media del sito di intervento è di 14 m s.l.m.

I riferimenti cartografici sono rappresentati da:

- Foglio 441 "PORTO TORRES" dell'I.G.M.I. [scala 1:50.000]
- Sezione 441-III "PORTO TORRES" dell'I.G.M.I. [scala 1:25.000]
- Sezione 441-130 "PORTO TORRES" della C.T.R. [scala 1:10.000]

Le coordinate Gauss Boaga del baricentro dell'opera sono:

4.520.000 N

1.499.556 E



FIGURA 1.1 – Panoramiche dell'edificio scolastico esistente visto dalla Via Ennio Porrino.



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



FIGURA 1.2 – Ubicazione del plesso scolastico esistente su immagini estratte da Google Earth, RE02_A
acquisizione luglio 2022.



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

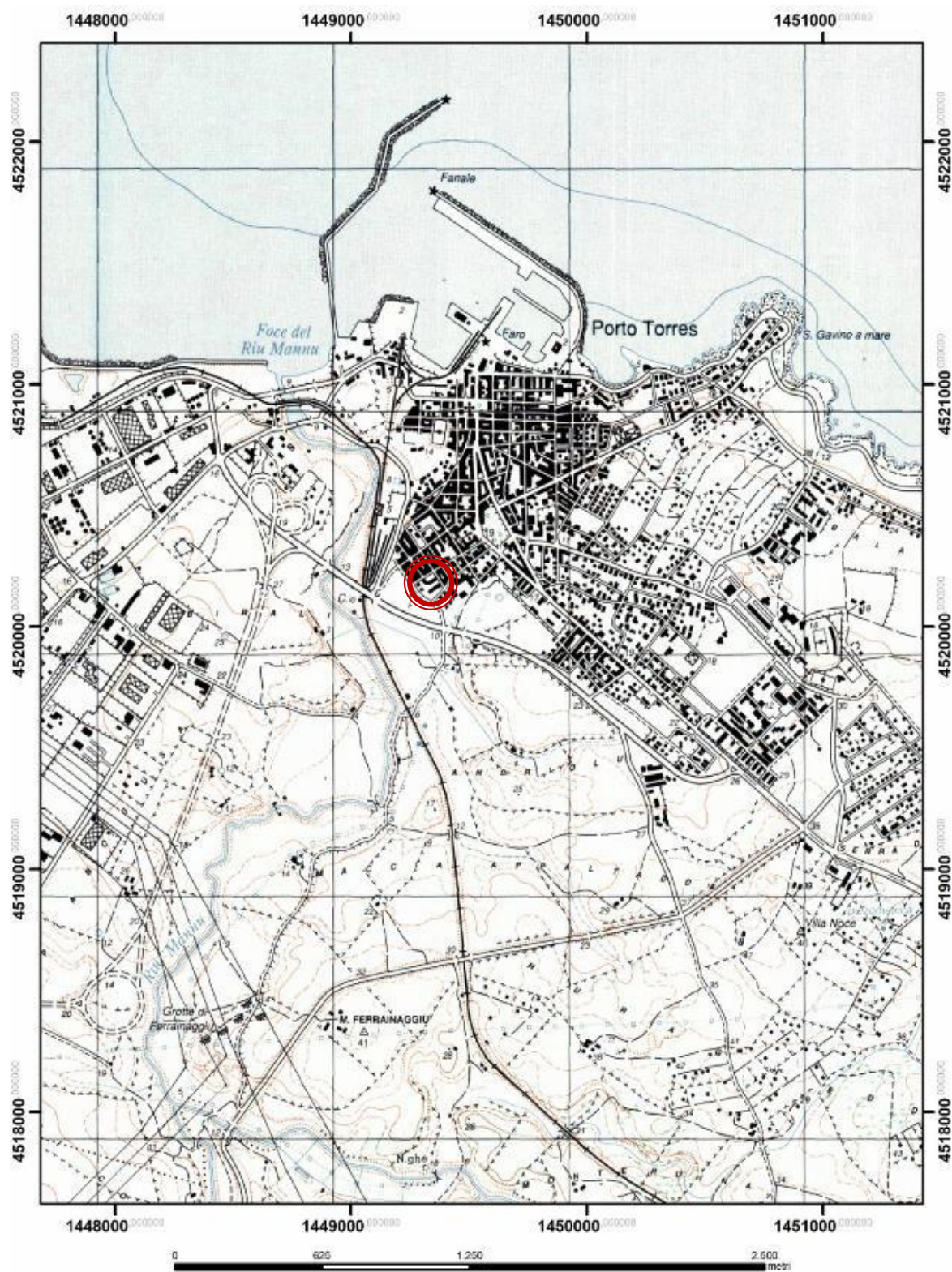


FIGURA 1.3 – Ubicazione del plesso scolastico su stralcio cartografia I.G.M.I. in scala 1: 25.000. 003.23.PF-GEORE02_A
Pag. 6

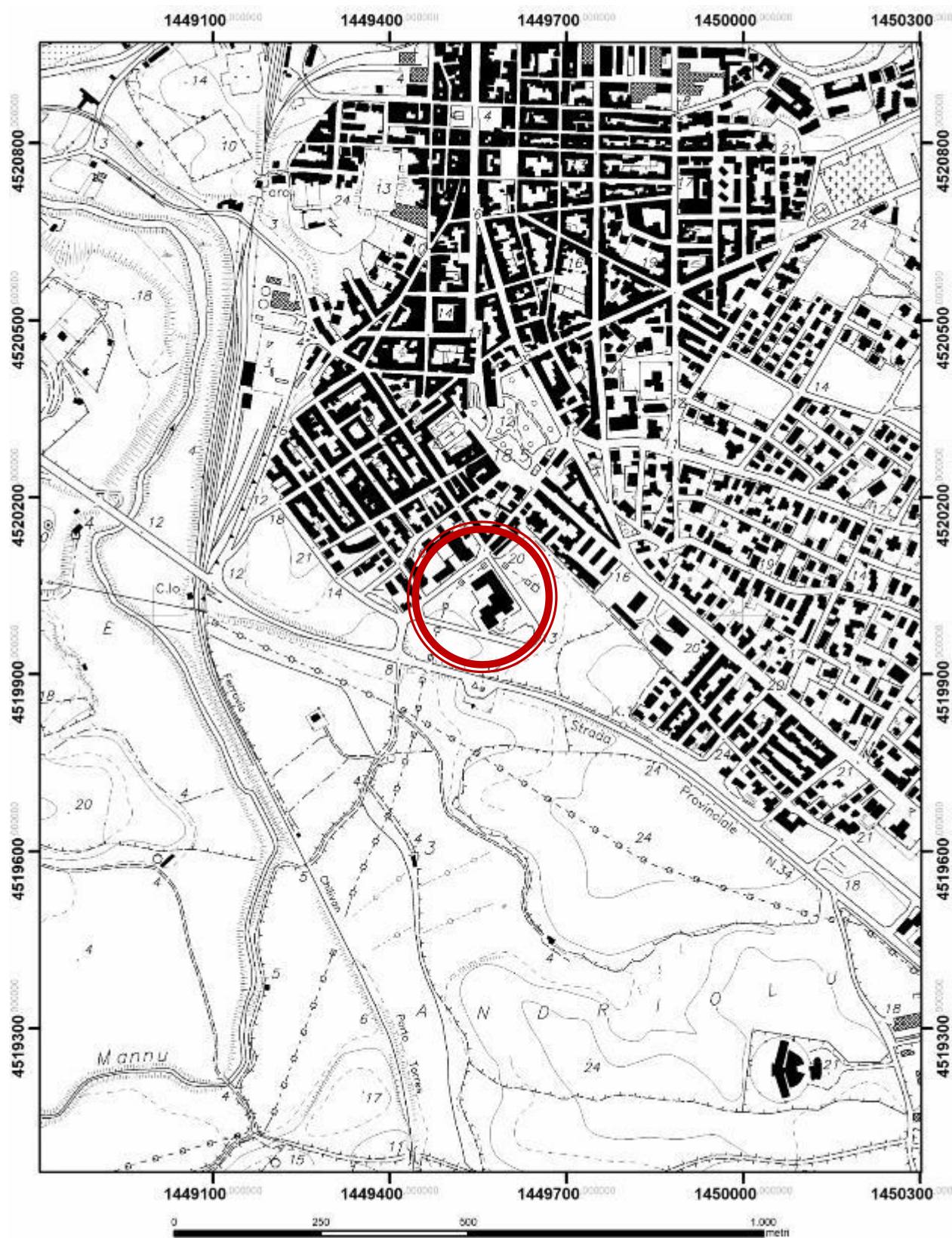


FIGURA 1.4 – Ubicazione del plesso scolastico su stralcio cartografia C.T.R. in scala 1: 10.000.



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

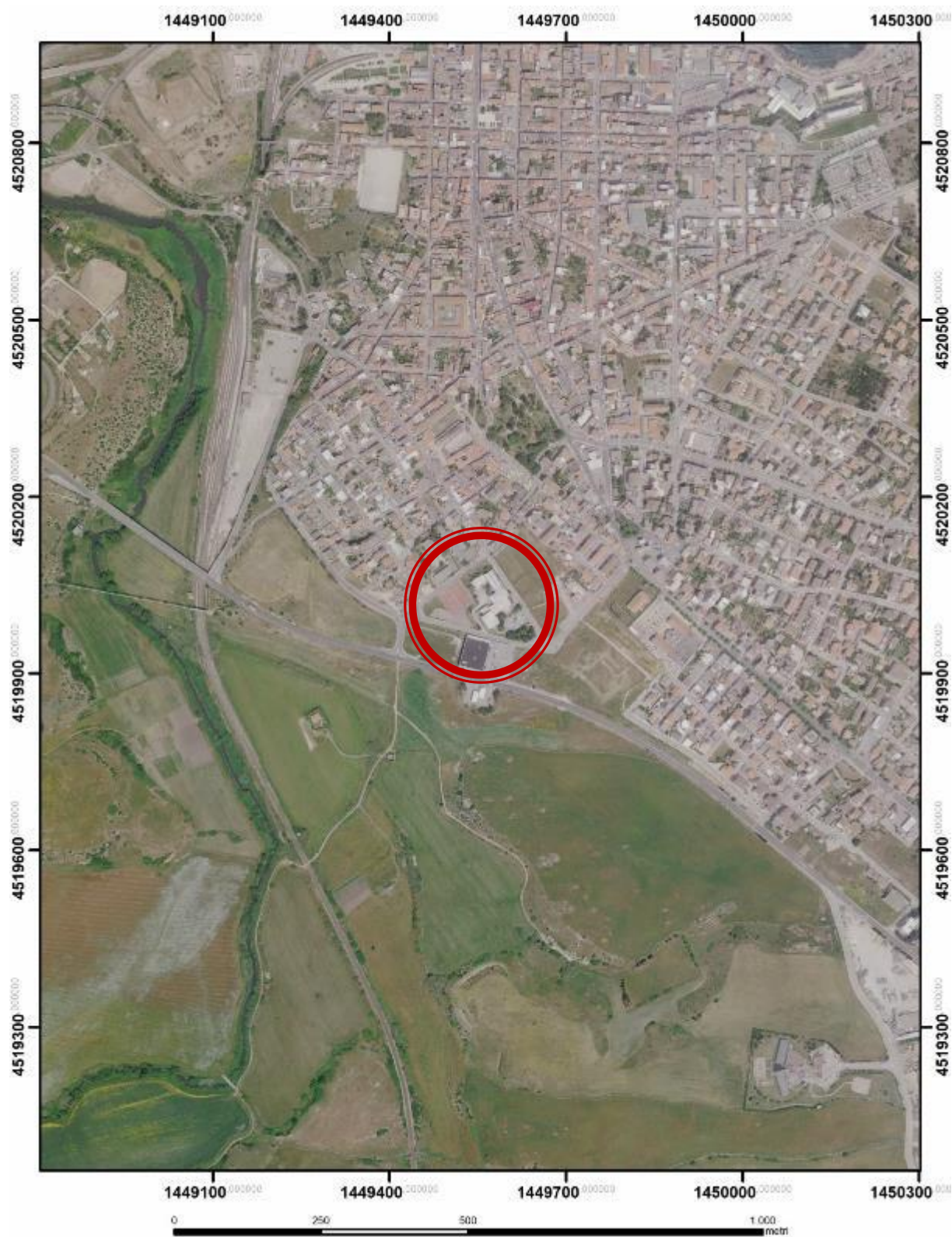


FIGURA 1.5 – Ubicazione del plesso scolastico su immagine ortofotogrammetrica in scala 1: 10.000.



1.4 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'intervento riguarda la sostituzione edilizia del fabbricato esistente, attraverso la sua demolizione e successiva ricostruzione, per la realizzazione di un nuovo edificio che abbia la caratteristica principale di conseguire un consumo di energia primaria inferiore di almeno il 20% rispetto al requisito NZEB, previsto dalla normativa italiana.

Tutte le scelte progettuali, quali ad esempio l'orientamento degli edifici rispetto alla irradiazione solare, utile ad ottenere una produzione massima di energia rinnovabile ma anche un riscaldamento dei fabbricati per irraggiamento diretto, l'illuminamento naturale degli ambienti interni, lo studio della sezione e composizione dell'involucro esterno al fine di avere una inerzia termica più che efficace, la scelta di superfici vetrate aventi caratteristiche di trasmittanza compatibile con quella delle murature di tamponamento, l'ombreggiamento variabile delle superfici trasparenti ed opache, la circolazione naturale dell'aria sui prospetti e sulle coperture e la conseguente progettazione di impianti di termocondizionamento, ricircolo dell'aria con recupero di calore e di produzione di energia rinnovabile all'altezza dei risultati ricercati, e tante altre scelte sono state orientate per conseguire detto risultato.



2 MODELLO GEOTECNICO PRELIMINARE

2.1 ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO LOCALE

L'intervento in programma ricade in un contesto geologicamente contraddistinto da un substrato litoide carbonatico [**Strato LL_C**], sepolto da una copertura di spessore variabile da qualche decimetro ad oltre un metro, costituita prima da terre rimaneggiate miste a materiali di origine antropica [**Strato LL_A**], a cui seguono detriti di origine colluviale e/o eluviale [**Strato LL_B**].

Allo stato attuale delle conoscenze e per le finalità del presente lavoro, la stratigrafia del settore di intervento può essere ricondotta alla seguente successione di unità litotecniche, a partire dalle più recenti:

LT_A	Terre rimaneggiate	[Attuale]
LT_B	Terre eluvio-colluviali	[Olocene]
LT_C	Substrato carbonatico	[Burdigaliano superiore]

di seguito descritte sulla base di dati derivanti da una personale base informativa, salvo restando gli opportuni e necessari approfondimenti, mediante prove geotecniche in situ e di laboratorio, nella fase progettuale successiva.

LT_A – Suoli e terre di riporto

Spessore min 0,00 m

Spessore max 0,50÷0,80 m

Suolo con abbondante frazione scheletrica frammisto a materiali detritici di riporto con scheletro clastico di dimensioni da pluridecimetriche sino a quasi decimetriche, incoerente, con residui di materiali di origine antropica quali frammenti di laterizi frammisti a terre provenienti da scavi e/o demolizioni.

Pur non rivestendo alcun interesse come piano di posa delle fondazioni, la possibile interferenza con gli scavi, qualora localmente presentino spessori significativi, impone di valutare le loro proprietà fisico-meccaniche in termini di spinta e di tenuta dei fronti di scavo in fase operativa.

Si attendono spessori modesti, dell'ordine max del mezzo metro.



LT_B – Terre eluvio-colluviali

Spessore min 0,00 m

Spessore max 0,50÷2,00 m

Depositi olocenici formati da percentuali variabili di sedimenti fini più o meno pedogenizzati, arricchiti in frazione organica e mescolati a detriti più grossolani prodotti dal disfacimento del substrato carbonatico.

Nell'area di intervento, in ragione della conformazione morfologica, si prevede uno spessore inferiore al metro.

Assumendo per queste terre un comportamento perlopiù di tipo "attritivo", in ragione della presenza della componente grossolana, i parametri geotecnici associabili "in via cautelativa" sono:

- | | |
|----------------------------------|--|
| – Peso di volume naturale | $\gamma = 18,00 \div 19,00 \text{ kN/m}^3$ |
| – Angolo di resistenza al taglio | $\varphi = 31 \div 33^\circ$ |
| – Coesione | $c = 0,00 \text{ daN/cm}^2$ |
| – Modulo di deformazione | $E = 150 \div 180 \text{ daN/cm}^2$ |

LT_C – Substrato carbonatico

Spessore pluridecametrico

Nel sito specifico il substrato carbonatico è rappresentato da una formazione litoide massiva mediamente fratturata e localmente alterata, costituita da calcari micritici e bioclastici ben stratificati.

Sebbene si preveda un elevato stato di fratturazione della compagine rocciosa, con fratture talvolta riempite con materiali residuali, questa facies lapidea consente di garantire elevate capacità portanti in termini di resistenza al taglio e sostanziale incomprimibilità.

Detta formazione presenta spessori variabili che possono raggiungere i 30÷40 m.

Per questo strato non sussistono limitazioni in ordine alla tipologia fondale.

In via indicativa si possono considerare i seguenti parametri geotecnici cautelativi:

- | | |
|----------------------------------|--|
| – Peso di volume naturale | $\gamma = 22,00 \div 24,00 \text{ kN/m}^3$ |
| – Angolo di resistenza al taglio | $\varphi = 33 \div 35^\circ$ |
| – Coesione | $c = 1,00 \div 1,20 \text{ daN/cm}^2$ |



– Modulo di deformazione

$$E \geq 1.000 \text{ daN/cm}^2$$

2.2 CAPACITÀ PORTANTE DEI TERRENI DI FONDAZIONE E CEDIMENTI

Sulla base di quanto esposto e fatto salvo l'obbligo di procedere con le calcolazioni ai sensi delle N.T.C. 2018, si può fin d'ora asserire che l'area di specifica iniziativa edilizia ricade nel dominio carbonatico miocenico, sormontato da un'esile copertura detritica alterata di spessore variabile da pochi decimetri a oltre il metro. È plausibile quindi che per le quote di progetto, il piano di fondazione del nuovo corpo di fabbrica sarà individuato nell'ambito del basamento lapideo carbonatico mediamente fratturato [**RESa**] che potrà garantire elevati valori di capacità portante, dell'ordine dei **3,00 daN/cm²**, senza il manifestarsi di cedimenti apprezzabili.

Ai fini della valutazione delle deformazioni verticali, può assumersi in questa sede, cautelativamente un coefficiente di Winkler dell'ordine dei 15 daN/cm³.

Per i calcoli di verifica di sicurezza opera / terreno in termini di capacità portante e di cedimenti prevedibili si rimanda alle successive fasi progettuali, una volta acquisiti i dettagli stratigrafici e meccanici dei terreni di fondazione.

2.3 SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE

Le N.T.C. 2018 (punto 7.11.3.4.2) prevedono che la verifica nei confronti della liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti minori di 0,10 g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal p.c., per piano di campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;



4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella FIGURA 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in FIGURA 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

Nel caso dello specifico intervento edilizio, essendo soddisfatto il punto 1 (ricadendo in un ambito territoriale in cui $M < 5$, si ha che $a_g = 0,056 g^{(1)}$),

la verifica alla liquefazione può essere omessa.

2.4 VULNERABILITÀ SISMICA

La vulnerabilità sismica, definita come la probabilità che una struttura di un certo tipo possa subire un certo livello di danneggiamento a seguito di un terremoto di una determinata intensità, è valutata sulla base della scala MSK a cura di S. MEDVEDEV, W. SPONHAUER e V. KARNIK nelle edizioni del 1964, 1976 e 1981.

Detta classificazione suddivide gli edifici in tre classi di vulnerabilità (A, B e C) collegate direttamente ad altrettanti gruppi di tipologie edilizie. Alla classe A corrispondono gli edifici in muratura più scadente (struttura portante in pietrame), alla classe B gli edifici in muratura più resistente (struttura portante in mattoni) e alla classe C gli edifici con struttura in cemento armato. In considerazione della tipologia costruttiva in oggetto e della sismicità locale, l'intervento può definirsi come "*marginalmente vulnerabile*".

⁽¹⁾ Valori $> 0,10 g$ si raggiungono per tempi di ritorno di 2475 anni corrispondenti allo stato limite ultimo SLC.



3 CONCLUSIONI

La prevista iniziativa edilizia ricade in un contesto geologicamente contraddistinto da un substrato lapideo di età miocenica rappresentato da una formazione litoide massiva mediamente fratturata e localmente alterata, costituita da calcari micritici e bioclastici ben stratificati.

Per le loro intrinseche elevate caratteristiche di resistenza al taglio le rocce del basamento, seppur fratturate, rappresentano un piano di posa sufficientemente performante per fondazioni superficiali anche con minimo incasso, capaci di sopportare agevolmente i carichi indotti dalle strutture in progetto, assicurando capacità portanti dell'ordine dei 3 kg/cm² senza il manifestarsi di cedimenti apprezzabili.

Si rimanda alla fase definitiva per la conferma delle ipotesi avanzate in questa sede, che dovrà essere supportata da una specifica campagna geognostica a mezzo sondaggi carotaggio continuo, pozzetti e prove geotecniche e/o di laboratorio.

Dall'indagine sismica condotta con metodo MASW è stato ricostruito il profilo medio di velocità delle onde di taglio verticali Vs e definire (assumendo il piano di posa a quota 0,00 m) il valore delle Vs,eq (H = 30,00 m) pari a **407,23 m/sec** che classifica il sottosuolo come appartenenti alla **Categoria B** «Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s».