

PROGETTISTI

CESARE TRINCHERO
 ARCHITETTO
 Iscr. Ord. Arch. PV n° 490
 P.zza Cornaggia, 19 - 27055 Rivanazzano (PV)
 Tel. 0383 944634 - FAX 0383 933920
 cesare.trincherò@archestudio.info
 www.archestudio.info

COLLABORATORI INTERNI

Ing. Alice Ratto
 Geom. Emanuele Pissini
 Geom. Massimiliano Martino
 Arch. Paolo Scarso

**PROGETTO OPERE STRUTTURALI E
 DIREZIONE LAVORI**
STUDIO TASSINARI E ASS.
 Viale L. Cilla, 54 -RAVENNA
 Tel. 0544 218506
 giuseppe.tassinari@ingtassinari.it

**PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI
 PROGETTO IMPIANTI MECCANICI
 PREVENZIONE INCENDI
 DIREZIONE LAVORI**

ENERPLAN S.p.A.
 Società di Ingegneria
 Progettista: Per.Ind. Massimo Ori
 Dir. Tecnico: Ing. Corrado Faglioni
 Via Donato, 41 - 41012 Carpi (MO)
 tel.+39 059.6321011 - fax +39 050.6321000
 massimo.ori@ingegneriasistema.it

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
LAURA LUCOTTI
 INGEGNERE



COMMESSA:
 22_0001

COMMITTENTE:

COMUNE DI TORTONA - Corso Alessandria 62 - 15057 TORTONA (AL)
 tel. 0131 864228 - fax. 0131 864402
 Settore Lavori Pubblici e CUC

PROGETTO:

*SERVIZIO DI ARCHITETTURA E INGEGNERIA PER LA REDAZIONE DELLA
 PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA, INERENTE AI LAVORI
 PUBBLICI "INTEGRAZIONE E AMPLIAMENTO EDIFICIO SCOLASTICO PER SCUOLA DI
 FORMAZIONE E DI ISTRUZIONE SUPERIORE IN LOGISTICA".*
 CIG: ZF836FBAE7 CUP J34E22000120007.

OGGETTO:

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTO:
 FATTIBILITA'

TAVOLA:
 REL-GEO

REVISIONE:
 R00

SCALA:
 -

DATA:
 12.12.2022

N°:	TIPO DI ELABORAZIONE	REDAZIONE		VERIFICA		VALIDAZIONE	
		DATA:	NOME:	DATA:	NOME:	DATA:	NOME:
01	PRIMA EDIZIONE						
02	SECONDA EDIZIONE						
03	TERZA EDIZIONE						



COMUNE DI TORTONA (AL)

SETTORE LAVORI PUBBLICI

INTEGRAZIONE ED AMPLIAMENTO EDIFICIO SCOLASTICO PER SCUOLA DI
FORMAZIONE E DI ISTRUZIONE SUPERIORE IN LOGISTICA DA REALIZZARSI NEL
CAPOLUOGO IN VIA GIUSEPPE BONAVOGLIA

PROGETTO FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA (EX PROGETTO PRELIMINARE)

AMPLIAMENTO SCUOLA



RELAZIONE TECNICA

INDAGINI E STUDI SPECIALISTICI

ASPETTI GEOLOGICI, IDROGEOLOGICI, IDRAULICI, GEOTECNICI E SISMICI

Dott. Geologo Giorgio NEGRINI

Via S. Ambrogio, 24 – 27058 Voghera (PV)

Iscrizione Ordine Geologi della Lombardia n°585AP



S O M M A R I O

1. FINALITA E LIMITI DEL PRESENTE RAPPORTO, NORMATIVE DI RIFERIMENTO	Pag. 1
2. PIANIFICAZIONE GEOLOGICA COMUNALE, RISCHIO LIQUEFAZIONE	Pag. 4
3. MODELLO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO	Pag. 7
4. AZIONE SISMICA DI PROGETTO	Pag.11
4.1 Parametri per la definizione dell'azione sismica riferiti a <i>suolo rigido e orizzontale</i>	
4.2 Azione sismica di progetto sito-specifico	
5. MODELLO GEOTECNICO PRELIMINARE DEL SOTTOSUOLO	Pag. 14
6. FATTIBILITA GEOLOGICA E GEOTECNICA DELL'INTERVENTO EDILIZIO	Pag.15
APPROFONDIMENTI PER IL PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO	



1. FINALITA E LIMITI DEL PRESENTE RAPPORTO, NORMATIVE DI RIFERIMENTO,

Il presente rapporto rappresenta l'**allegato specialistico alla Relazione Tecnica del Progetto di Fattibilità tecnica ed economica (ex Progetto Preliminare) di un edificio scolastico, riguardante agli aspetti geologici, idrogeologici, idraulici, geotecnici e sismici (rif. Art.23 Codice dei contratti, Linee guida del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici per la redazione del progetto di fattibilità tecnica ed economica da porre a base dell'affidamento di contratti pubblici di lavori del PNRR e del PNC).**

Trattandosi del primo livello di progettazione, nella presente relazione viene definita la fattibilità geologica e idrogeologica dell'intervento edilizio nel suo complesso, un primo modello litologico/geotecnico del sottosuolo utilizzando i dati riportati nello studio geologico allegato al Piano Regolatore Generale Comunale "PRGC" del comune di Tortona e la pericolosità sismica locale sulla base dello studio di "Microzonazione sismica" ai sensi della DGR 12/2011 e del D.D. 540/2012. A conclusione sulla base del quadro geologico generale del sito e della tipologia e della destinazione d'uso, sono indicati gli approfondimenti per le successive fasi progettuali. Si tratta dell'ampliamento sul lato ovest dell'Istituto Comprensivo Secondario di I° grado "Mario Prati" ubicato nel capoluogo in via Giuseppe Bonavoglia. L'ampliamento è rappresentato da una struttura in legno lamellare a pianta rettangolare con superficie di circa 625 m². Le fondazioni sono di tipo a platea. Fatte le suddette premessa nel seguito vengono specificati le normative specifiche di riferimento.





La “Normativo geologica regionale/comunale ai fini edilizi” è la Circolare del Presidente della Giunta Regionale n. 7 LAP del 6.5.1996” LR 5.12.1977 n. 56. Specifiche tecniche per l’elaborazione degli studi geologici a supporto degli strumenti urbanistici”- Nota tecnica esplicativa di tale circolare,1999, che si riferisce allo “Studio geologico” del Piano Regolatore Generale Comunale “PRGC”. In tal senso si osserva che le prescrizioni contenute nella componente geologica del “PRGC” sono state attuate in fase di “pianificazione” a cura dell’estensore dello studio, e non da chi progetta il singolo intervento. In altre parole, in generale, il Professionista che si occupano del singolo intervento edilizio deve sostanzialmente verificare che l’intervento proposto sia “fattibile” sviluppando le indagini e le verifiche che sono esplicitamente richieste dalle “Prescrizioni Geologico-Tecniche” del “PRGC” per le “Classi di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell’idoneità all’utilizzazione urbanistica” che l’estensore dello studio geologico, proprio secondo la CIRC 7/LAP, ha previsto per l’area dove ricade l’intervento. Si è quindi seguito tale criterio.



La “*Normativo tecnica per l’edilizia*” in tutto il territorio nazionale fino alla emanazione del nuovo testo denominato “*Disciplina delle costruzioni*”, è rappresentato il “**Testo Unico dell’Edilizia**” DPR 380/2001 e s.m.i. che all’Art.52, prescrive che le costruzioni sia pubbliche che private, debbono essere realizzate in osservanza delle norme tecniche riguardanti i vari elementi costruttivi fissate con decreti del Ministro per le Infrastrutture e dei Trasporti. Le norme tecniche per le opere a cui fare riferimento sono oggi rappresentate dalle “NTC”. Quindi comprendo l’intervento edilizio anche “*opere di fondazione*”, di cui al paragrafo 6.1.1 delle “NTC” deve essere redatta specifica “Relazione Geologica” (punto 6.2.1). e specifica “Relazione Geotecnica” (punto 6.2.2).

Le “*normative sismiche regionali*” sono: **DGR 30 dicembre 2019, n. 6-887** “*OPCM 3519/2006. Presa d’atto e approvazione dell’aggiornamento della classificazione sismica del territorio della Regione Piemonte, di cui alla DGR del 21 maggio 2014, n. 65-7656*” con la quale il comune di Sale viene inserito in “**Zona sismica 3**” cioè in ambiti caratterizzati da una sismicità di grado “*basso*”; **DGR 15 gennaio 2021, n. 5-2756** “*Semplificazione degli adempimenti connessi alla gestione e controllo delle attività urbanistico edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico: adozione dell’elenco interventi “privi di rilevanza” nei riguardi della pubblica incolumità, lettera c), comma 1 art 94 bis, DPR 380/2001, e modalità di deposito delle medesime presso lo sportello unico edilizia*”; **DGR 26 novembre 2021, n. 10-4161** “*D.P.R. 380/2001. Approvazione delle nuove procedure di semplificazione attuative di gestione e controllo delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico. Revoca delle DGR. 49-42336/1985, 2-19274/1988, 61-11017/2003, 4-3084/2011, 7-3340/2012, 65-7656/2014, 4-1470/2020, 14-2063/2020 e sostituzione dell’Allegato alla DGR. 5-2756 del 15 gennaio 2021.*”

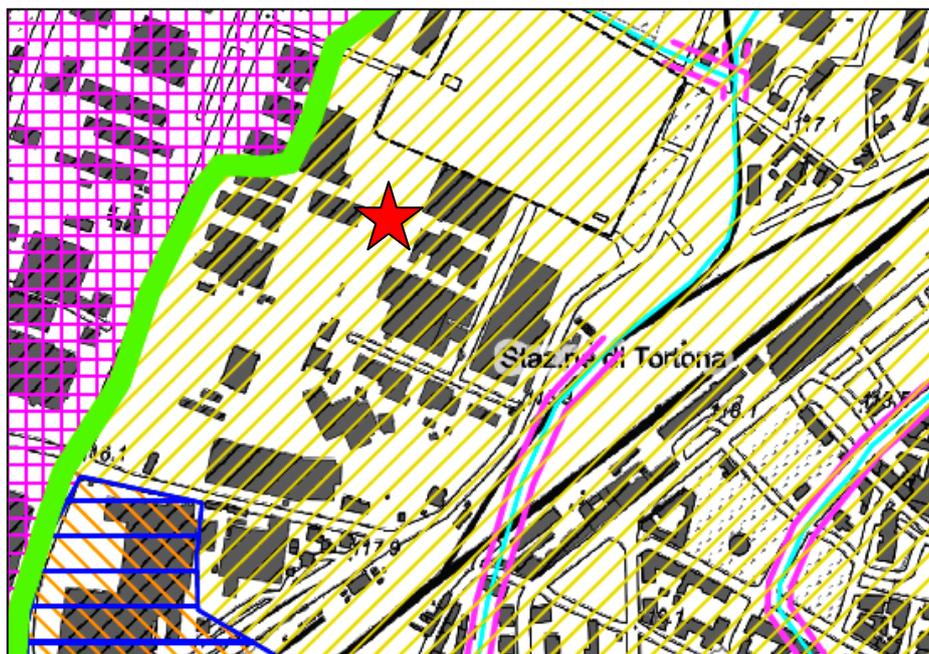
Con riferimento all’Elenco nell’Elenco A1-Edifici ed opere infrastrutturali strategiche e rilevanti della DGR n. 10-4161 del 26/11/2021, **l’edificio scolastico in progetto rientra negli “edifici rilevanti” ed eventualmente negli “edifici strategici”** se dovesse essere individuato nel Piano di Protezione Civile Comunale quale struttura idonea alla gestione dell’emergenza. In relazione alla “rilevanza sismica” l’opera è sottoposta a **denuncia presso l’Ufficio Tecnico Regionale, prima dell’inizio dei lavori, ai sensi dell’art. 93 del D.P.R. 380/2001, ed eventuale controllo a campione secondo le modalità di cui alla DGR n. 10-4161 del 26/11/2021.** La denuncia deve essere corredata anche con elaborati tecnici predisposti in conformità alle “NTC” tra cui la Relazione Geologica-Sismica e la Relazione Geotecnica.



2. PIANIFICAZIONE GEOLOGICA COMUNALE, RISCHIO LIQUEFAZIONE

Nel recente aggiornamento dello “studio geologico” del territorio comunale allegato al vigente “PRGC” l’area in esame ricade in ricade nella “**Classe II**” di **Idoneità all’Utilizzo Urbanistico sottoclasse IIa** attribuite alle porzioni di territorio subpianeggianti (appartenenti al contesto di pianura) le cui condizioni di pericolosità geomorfologica sono moderate e comunque possono essere superate attraverso l'adozione ed il rispetto di accorgimenti tecnici realizzabili a livello di progetto esecutivo nell'ambito del singolo lotto edificatorio o dell'intorno significativo circostante, da definirsi sulla base di opportune verifiche ed indagini geologiche e geotecniche sviluppate ai sensi del D.M. 11/3/88, del D.M. 17/01/2018 e s.m.i., della normativa vigente sulle costruzioni, della normativa sismica e delle leggi che regolano l'uso del suolo e della normativa specifica di settore (L. 1497/39, L.R. 45/89, O.P.C.M. 3274/2003, s.m.i. ed ulteriori disposizioni normative in materia, D.lgs. 42/04, D.lgs. 152/06 T.U. Ambiente, D.M. 161/2012, L. 98/2013, ecc.).

Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica



CLASSI DI IDONEITA' ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA

CLASSE II: Porzioni di territorio dove le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica possono essere superate attraverso l'adozione ed il rispetto di accorgimenti tecnici nell'ambito del singolo lotto edificatorio o dell'intorno significativo circostante, da definirsi sulla base di indagini geognostiche, studi geologici e geotecnici in ottemperanza alla normativa vigente e di Piano. Tale classe viene suddivisa in tre sottoclassi



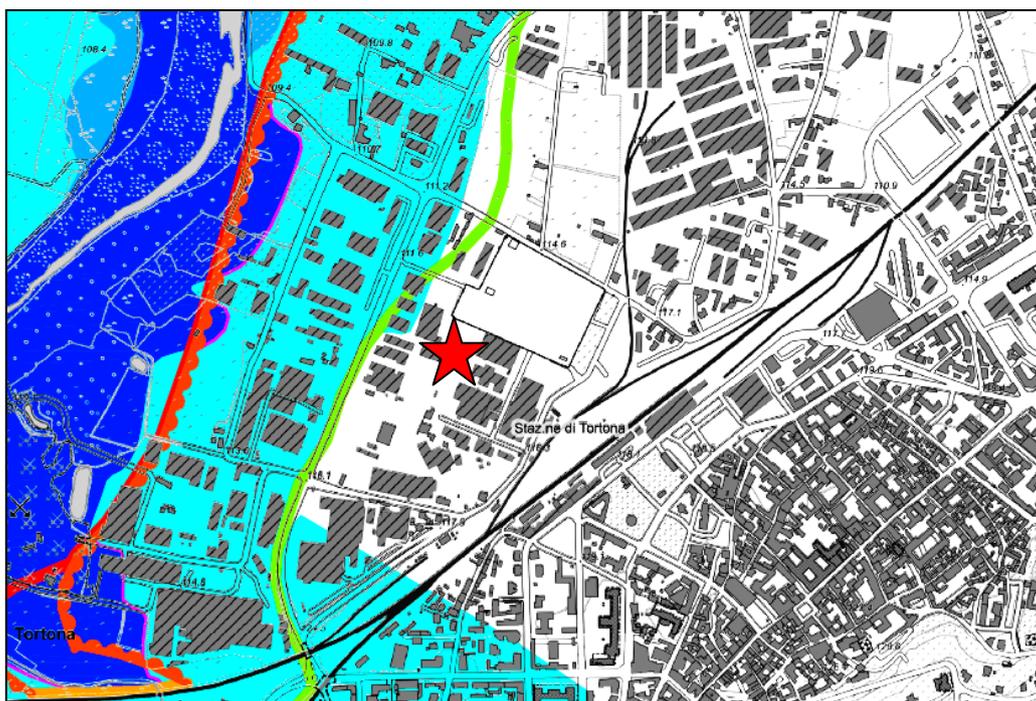
IIa

Porzioni di territorio subpianeggianti (aree di pianura) interessate da una o più problematiche di ristagno di acque meteoriche, locali fenomeni di esondazione di bassa energia, ruscellamento diffuso, drenaggio insufficiente e/o scadenti caratteristiche dei terreni di copertura.



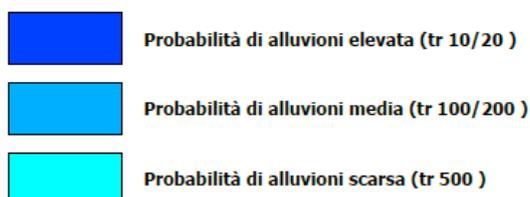
In merito alla **pericolosità idraulica** nella “*Carta della Direttiva Alluvioni PGRA e delle Fasce Pai*” del “PRGC” il **sito in questione non ricade all’interno delle fasce allagabili** da parte delle acque di piena del torrente Scrivia. Anche nella “*Carta degli eventi alluvionali*” l’area non risulta in passato alluvionata.

Carta della Direttiva Alluvioni PGRA e delle Fasce Pai

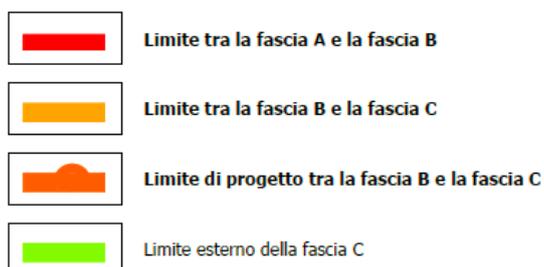


Direttiva Alluvioni

Scenari di alluvioni - Pericolosità



Fasce Fluviali P.A.I. - T. Scrivia





Per quanto riguarda gli **aspetti sismici**, ricadendo il comune di Tortona in zona sismica 3 ai sensi della normativa regionale, a corredo del “PRGC”, è stata predisposta una specifica indagine di “**Microzonazione sismica**” con approfondimenti corrispondenti al livello 1 degli ICMS “*Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica*” a cura del Dipartimento della Protezione Civile. La microzonazione sismica “MS” ha lo scopo di riconoscere ad una scala sufficientemente grande le condizioni locali che possono modificare sensibilmente le caratteristiche del moto sismico atteso o produrre deformazioni permanenti rilevanti per le costruzioni e le infrastrutture. Nella Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica l’area in esame ricade nelle “**Zone stabili suscettibili di amplificazione locale**”. In queste zone sono attese amplificazioni del moto sismico, come effetto dell’assetto litostratigrafico e morfologico locale. Nel territorio comunale sono state individuate otto microzone. Ad ognuna è associata la relativa successione litostratigrafica rappresentativa, in termini di tipologia e spessore, del locale rapporto copertura-substrato. L’area in esame ricade nella “**Zona 6**” interessate da una copertura costituita da alternanze di sabbie limose, miscela di sabbia e limo con ghiaie limose, miscela di ghiaia sabbia e limo di spessore compreso tra 10 m e 60 m.



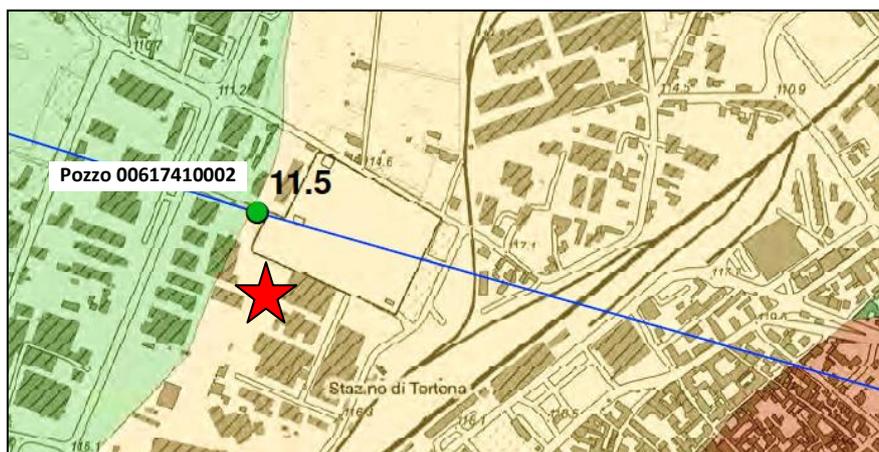
Sempre con riferimento alla “MS” nel territorio comunale di Tortona, sia per la sismicità storica (magnitudo massima prevista Mw pari a 5.68, magnitudo massima stimata dai terremoti storici ricavata dai cataloghi compresa tra 5 e 5.5-(Terremoto della “Valle Scrivia” del 1541), sia in base alle caratteristiche litologiche-stratigrafiche (nei depositi alluvionali la componente sabbiosa risulta minima e con distribuzione non uniforme) **non si ritiene possano sussistere le condizioni per il verificarsi del fenomeno di liquefazione.**



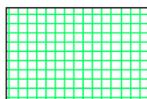
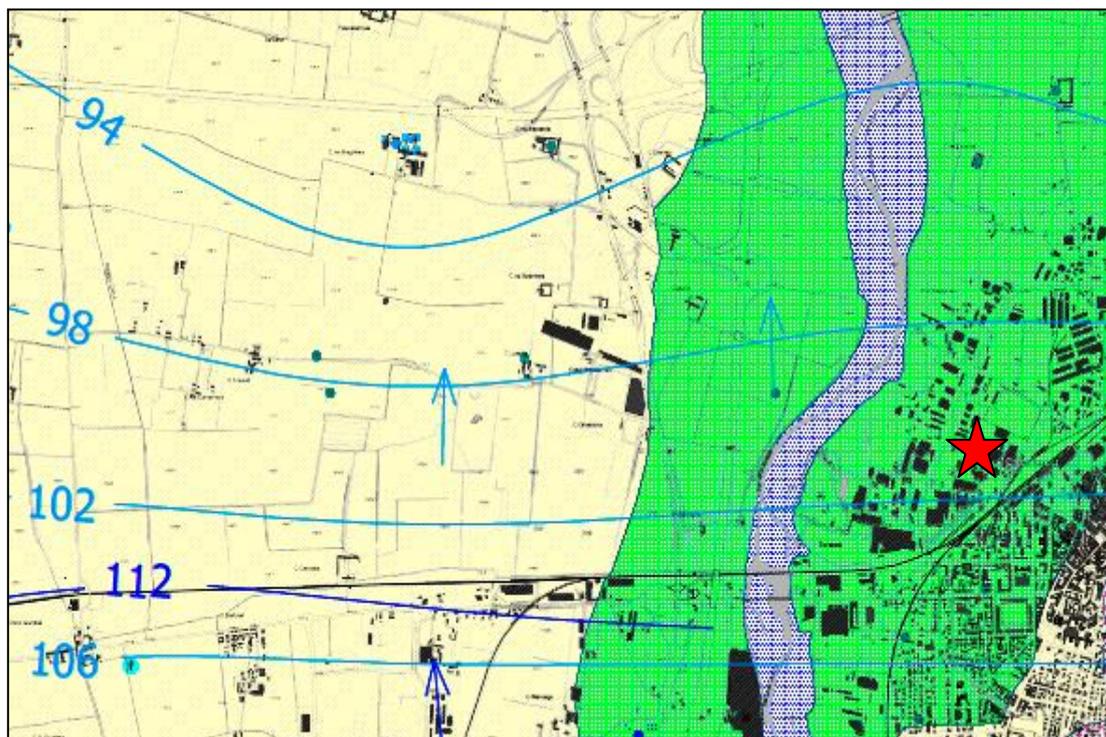
3. MODELLO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO

L'area di pianura della città di Tortona di riferimento per il problema in esame è modellata nelle **alluvioni oloceniche** distribuite lungo una fascia sia a destra che a sinistra del T. Scrivia, per un'ampiezza mediamente di circa 1.5 Km, si espandono a chiazza a N di Tortona, costituendo la piana tra i torrenti Scrivia e Grue. Dal punto di vista morfologico nell'ambito delle alluvioni oloceniche è possibile distinguere vari livelli denominati "*alluvioni attuali*", "*alluvioni recenti*" e "*alluvioni antiche*". Trattasi di depositi grossolani ghiaioso-sabbiosi. Solo le "*alluvioni antiche*" risultano pedogenizzate superficialmente con suoli di natura limoso-argillosa. Nella zona di interesse si tratta di "*alluvioni recenti*" ed "*alluvioni antiche*" costituite da sabbie limoso-argillose poco addensate e poco consistenti con subordinati livelli di ghiaia e ciottoli, in matrice sabbioso-limoso-argillosa. La stratigrafia del pozzo idrico appartenente alla rete di monitoraggio regionale (Codice 00617410002) ubicato presso il centro sportivo a breve distanza dall'area interessata dall'intervento edilizio (vedi figura sottostante) e la sezione C-D tratta dallo studio geologico del "PRGC", possono essere considerate rappresentative dell'assetto litostratigrafico tipo dei depositi alluvionali sopra menzionati.

Codice perforazione	Profondità (m)	Descrizione
106211	0.05	asfalto
106211	0.80	ghiaia ghiaietto e ciottoli poligenici in matrice sabbiosa
106211	1.60	limo argilloso
106211	4.10	ghiaia ghiaietto e ciottoli poligenici in matrice sabbiosa
106211	9.00	ghiaia ghiaietto e ciottoli poligenici in matrice sabbiosa da debolmente limosa a limosa
106211	11.50	sabbia limosa con ghiaia eterometrica poligenica
106211	21.00	marna debolmente cementata



● Profondità (m) substrato rigido raggiunto



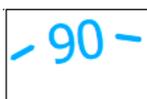
Coperture alluvionali oloceniche recenti e antiche costituite da sabbie limoso-argillose soffici e poco consistenti con subordinati livelli di ghiaia e ciottoli, in matrice sabbioso-limoso-argillosa.
 $K = 10^{(-2)} \text{ m/sec} \div 10^{(-6)} \text{ m/sec}$



Coperture alluvionali pleistoceniche riconducibili al "Fluviale recente", costituite prevalentemente da ghiaie, ghiaie con sabbia e limo.
 $K = 10^{(-2)} \text{ m/sec} \div 10^{(-6)} \text{ m/sec}$



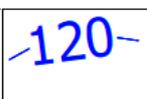
Pozzo di misura, numerazione di riferimento (a sinistra), relativa soggiacenza di falda e isofreatica in metri sul l.m.m. alla data del 25-30 ottobre 2006 (a destra)



Isofreatica in metri sul l.m.m. alla data 25-30 ottobre 2006



Direzione principale del deflusso idrico alla data del 25-30 ottobre 2006



Isofreatica in metri sul l.m.m. alla data Gennaio 2020

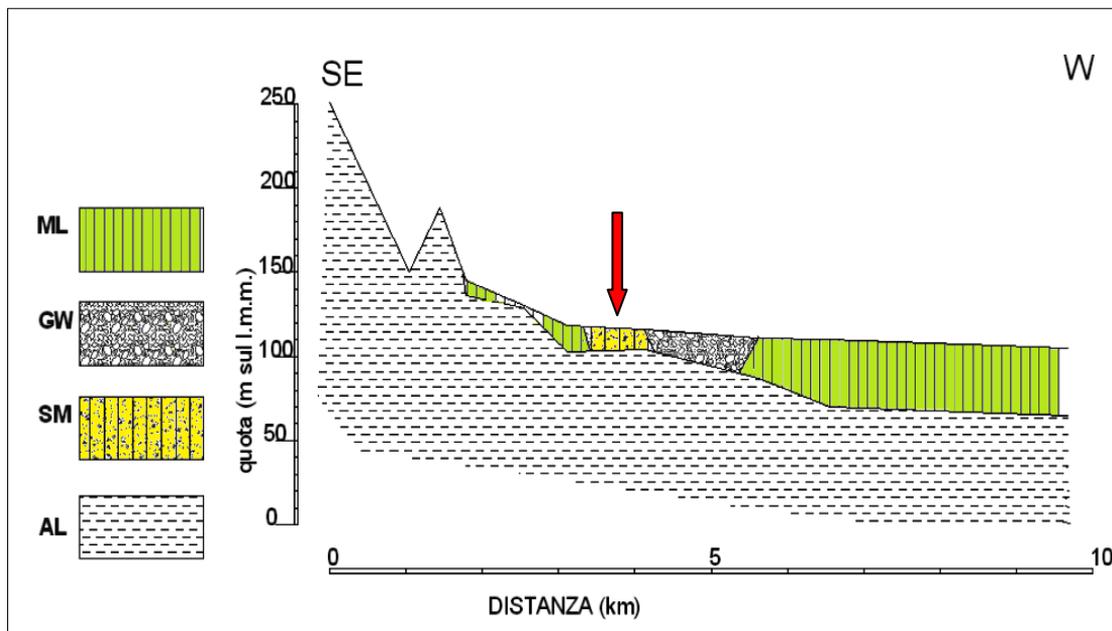


Direzione principale del deflusso idrico alla data Gennaio 2020



Sezione C-D tratta dallo studio geologico del "PRGC"

La freccia rossa indica l'area interessata dall'intervento edilizio



GW - Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaie e sabbia

SM - Sabbie limose, miscela di sabbia e limo

ML - Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità

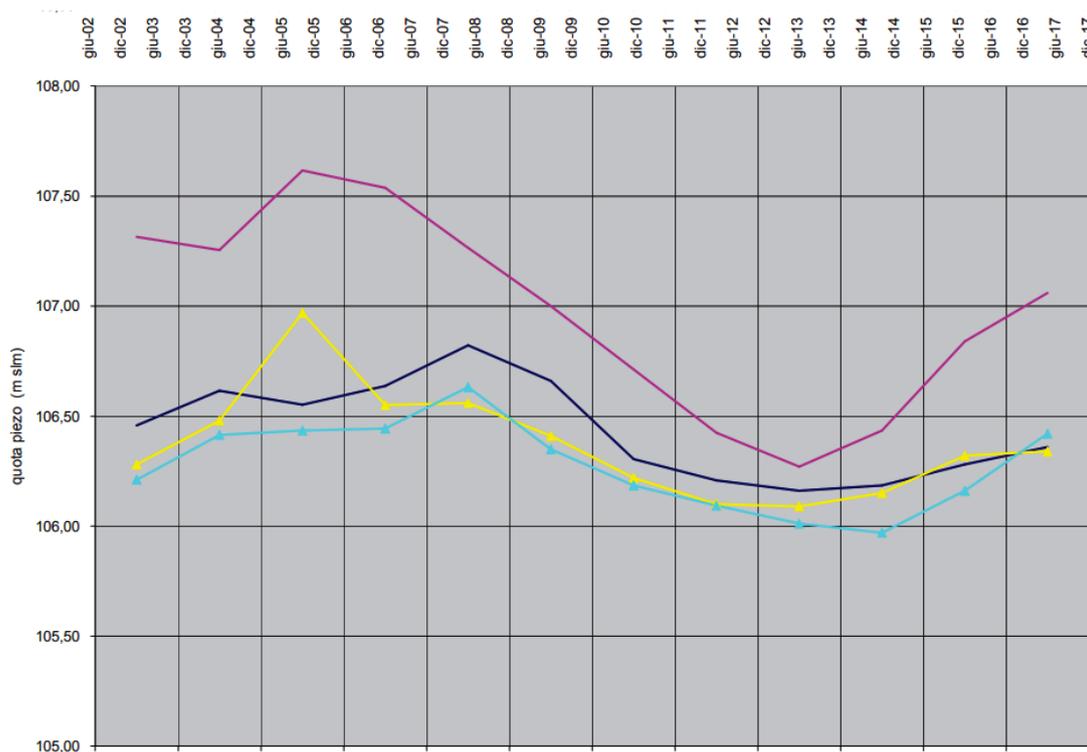
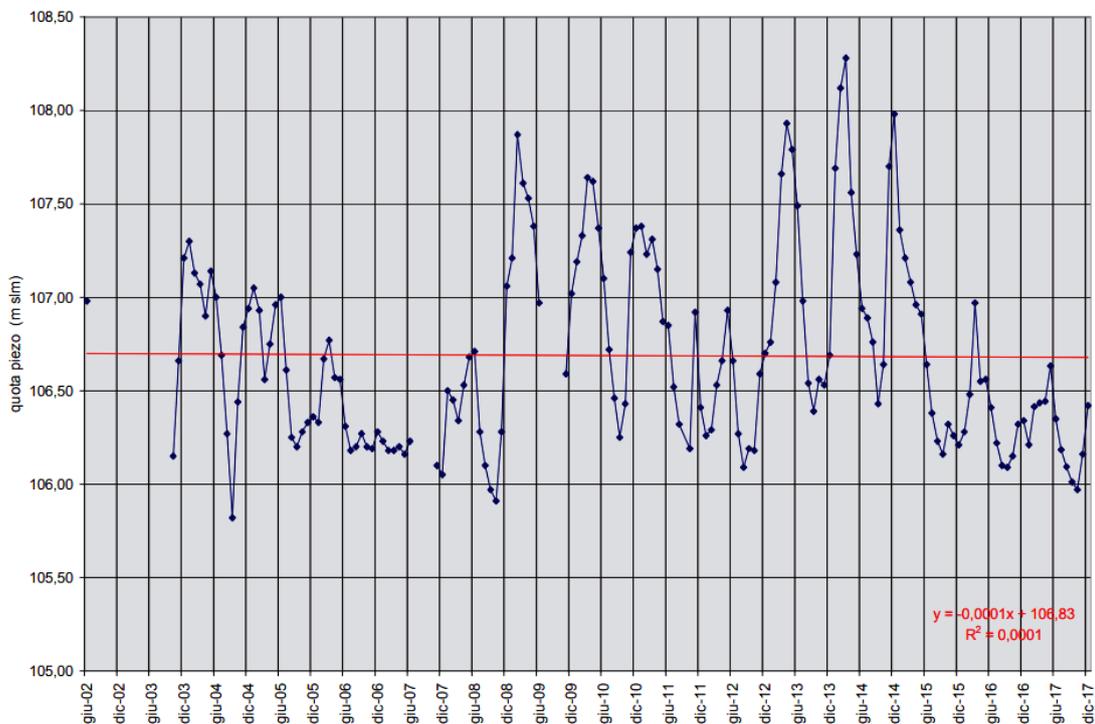
AL - Alternanza di litotipi

Per quanto riguarda la circolazione idrica sotterranea i **depositi alluvionali olocenici** sopra indicati poroso permeabili **costituiscono l'acquifero superficiale** con spessore, nella zona in questione, di una decina di metri, **all'interno del quale è presente una falda acquifera di tipo freatico** sostenuta dal sottostante substrato impermeabile. Il senso di deflusso generale è da Sud verso Nord. La piezometria risente sia delle precipitazioni che del regime idraulico del torrente Scrivia. Sulla base di quanto riportato nello studio geologico del territorio comunale e della serie storica dei livelli piezometrici medi registrati nel vicino pozzo di monitoraggio identificato con il Codice 00617410002 nel periodo 2001-2017 di seguito riportate, **il livello della falda acquifera è superficiale.**



Stato quantitativo” e “Trend piezometrici” della falda superficiale della pianura piemontese

Medie mensili pozzo 0061741002





4. AZIONE SISMICA DI PROGETTO

4.2 Parametri per la definizione dell'azione sismica riferiti a *suolo rigido e orizzontale*

Le "NTC" ai fini della definizione delle azioni sismiche sulle strutture, superano il concetto della classificazione sismica del territorio in zone, e prevedono che l'azione sismica di riferimento sia definita per ogni sito sulla base delle sue coordinate. Le zone sismiche 1, 2, 3, 4 hanno quindi significato solo da un punto di vista amministrativo. Le "NTC" stabiliscono il principio per cui le azioni sismiche sulle costruzioni si valutano in relazione alla pericolosità del sito definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa (a_g) su suolo di categoria A e del corrispondente spettro di risposta elastico $S_e(T)$ con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R . La probabilità P_{VR} di superamento nel periodo di riferimento V_R cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati sono riportate nella Tab. 3.2.1 delle "NTC"

STATO LIMITE		P_{VR}
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

SLO Stato limite di operatività

SLD Stato limite del danno

SLV Stato limite di salvaguardia della vita

SLC Stato limite di prevenzione del collasso

V_R è determinato come prodotto della vita nominale della costruzione V_N (Tab. 2.4.I. NTC) e del coefficiente d'uso C_U (Tab. 2.4.II NTC). Nel caso in cui V_R assuma un valore ≤ 35 si pone comunque pari a 35. La vita nominale V_N di un determinato tipo di costruzione è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata. Il valore C_U dipende dalla gravità delle perdite dovute al raggiungimento di un determinato stato limite e quindi riguarda "l'importanza" della struttura e varia al variare della classe d'uso della costruzione secondo le quattro classi indicate al paragrafo 2.4.2 delle NTC. Il periodo di ritorno T_R del sisma si determina con la relazione sotto riportata ottenendo per i vari stati limite, le espressioni T_R in funzione di V_R indicate nella Tab. C.3.2.1. Circolare 2019.

$$T_R = -V_R / \ln(1 - P_{VR})$$



Le forme spettrali $S_e(T)$ per il periodo di ritorno T_R sono ricavate a partire dai seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale: a_g accelerazione orizzontale massima del sito, F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale e T_c^* che rappresenta il periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Nell'Allegato B sono riportati i valori dei tre parametri a_g , F_0 , T_c^* , per 10751 nodi di un reticolo di riferimento, riferiti a 9 valori del tempo di ritorno T_R (30 anni, 50 anni, 72 anni, 101 anni, 140 anni, 201 anni, 475 anni, 975 anni, 2475 anni). I punti di riferimento sono definiti in termini di Latitudine e Longitudine. Per un qualunque punto del territorio nazionale non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri a_g , F_0 , T_c^* d'interesse per la definizione dell'azione sismica di progetto possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici, attraverso la relazione indicata dalla normativa.

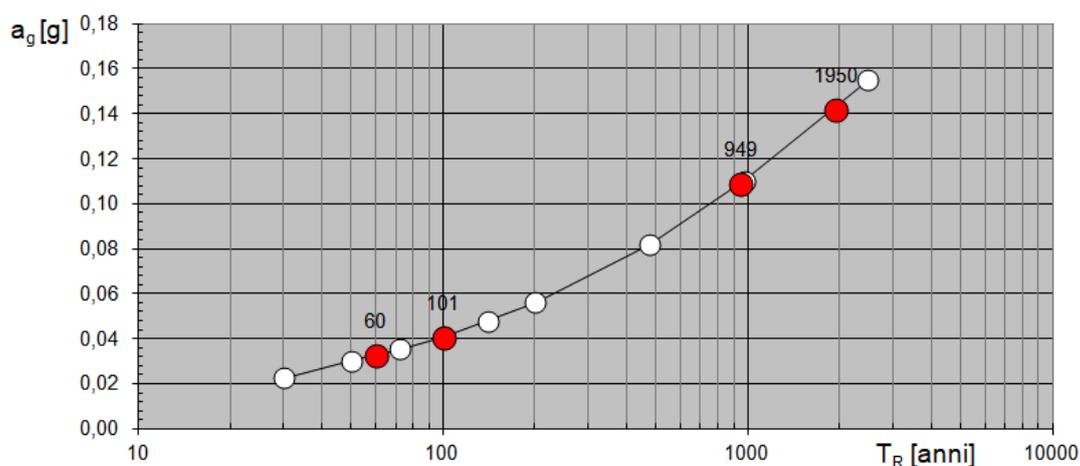
Utilizzando il foglio di calcolo "Spettri-NTC.ver.1.03" realizzato dal Consiglio Superiore LL.PP., in corrispondenza del sito in esame identificato dalle coordinate ED50 Latitudine 44,902314 Longitudine 8,859620 per interpolazione dei valori di griglia, si ricavano i seguenti valori dei **parametri a_g , F_0 e T_c^* su "suolo rigido"** per i periodi di ritorno T_R di riferimento.

T_R [anni]	$P_{VR\ 50\ anni}$ [%]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
30	81	0,023	2,508	0,183
50	63	0,030	2,487	0,208
72	50	0,035	2,515	0,221
101	39	0,041	2,519	0,242
140	30	0,048	2,464	0,256
201	22	0,056	2,490	0,261
475 (PGA)	10	0,082	2,464	0,272
975	5	0,110	2,448	0,277
2475	2	0,155	2,461	0,281



Considerando i seguenti valori: **Vita nominale $V_N = 50$ anni** (*Opere con livelli di prestazioni ordinari* Tab. 2.4.I NTC), **Classe d'uso IV** (*Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti,...* - Paragrafo 2.4.2 NTC) e **Coefficiente d'uso C_U pari a 2** (Tab. 2.4.II NTC) il periodo di riferimento V_R è pari a 50 anni. Per $V_R = 100$ anni si ottengono i periodi di ritorno T_R associati agli stati limite di riferimento (rif. Tab. C.3.2.I CIRC) e quindi i seguenti **valori dei parametri a_g , F_o e T_c^* su "suolo rigido" per i periodi di ritorno T_R associati a ciascun stato limite.**

CLASSE D'USO IV		$V_N = 50$ anni		$V_R = 100$ anni		
STATO LIMITE		$P_{VR\ 50\ anni}$ [%]	T_R [Anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
Stati limite di esercizio	SLO	81	60	0,033	2,501	0,215
	SLD	63	101	0,041	2,519	0,242
Stati limite ultimi	SLV	10	949	0,109	2,449	0,277
	SLC	5	1950	0,142	2,457	0,280



4.2 Azione sismica di progetto sito-specifico

Per valutare l'effetto della risposta sismica locale, ossia la modifica dell'azione sismica indotta dalle caratteristiche stratigrafiche locali **considerato che l'edificio scolastico rientra negli "edifici rilevanti"** ed eventualmente anche negli "edifici strategici" **la valutazione dell'azione sismica dovrà essere definita mediante analisi specifiche di Risposta Sismica Locale "RSL"** che permette di definire una realistica valutazione dell'amplificazione locale del sito. Tale approccio, definibile "rigoroso", è la via ufficiale di stima dell'azione sismica per le "NTC" (punti 3.2.2, 3.2.2.6 e 7.11.3)



5. MODELLO GEOTECNICO PRELIMINARE DEL SOTTOSUOLO

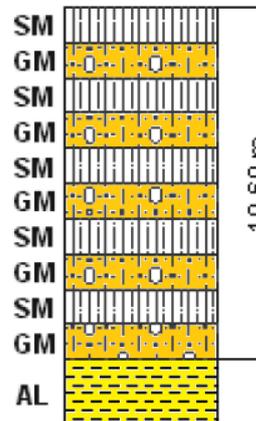
Con riferimento al “*modello geologico*” descritto al paragrafo 3, l’area è impostata in depositi alluvionali antichi, essenzialmente a “*grana grossa*”, che si appoggiano sul substrato e il conseguente “*modello geotecnico*” del sottosuolo, considerando i dati in possesso, è rappresentato a partire dal p.c. da alternanze di sabbie limose “SM” e ghiaie sabbiose limose “GM” con spessore dell’ordine di 10÷11 m e dal sottostante substrato geologico rigido “AL”.



Alluvioni antiche superficialmente pedogenizzate con suolo di natura limoso-argillosa e costituite prevalentemente da:
sabbie limoso-argillose poco consistenti ($c_u=10\div30$ Kpa; $\phi=20\div25^\circ$, $\gamma=18\div19$ KN/mc)
livelli di ghiaia e ciottoli in matrice sabbioso-limoso-argillosa ($c_u=0$, $\phi=25\div30^\circ$, $\gamma=18\div21$ KN/mc)

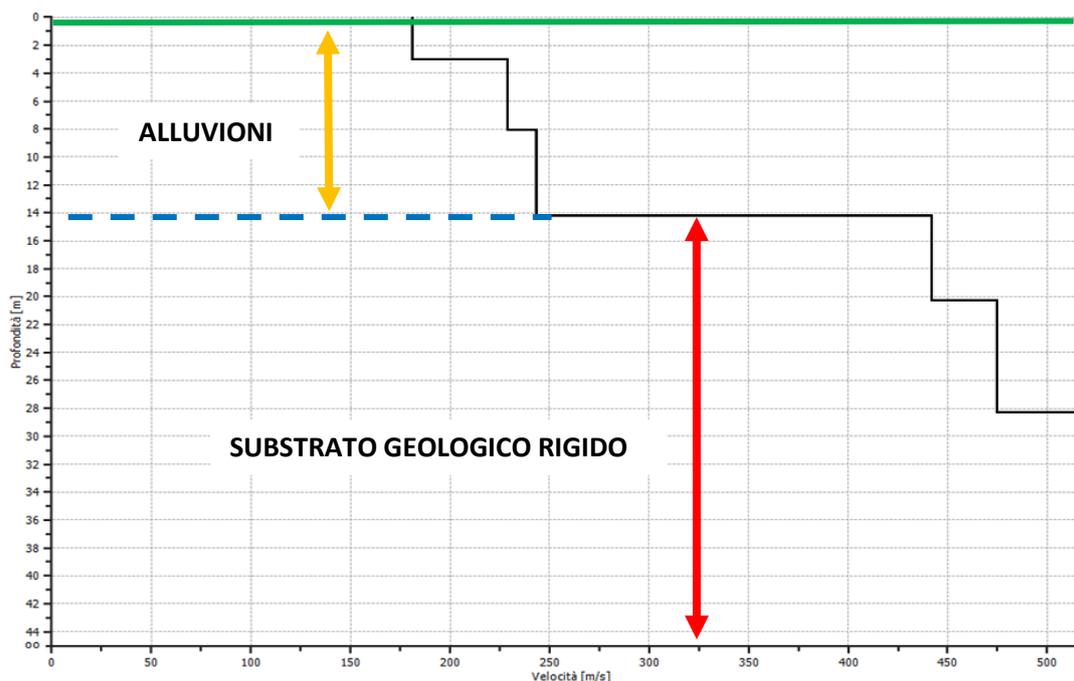


ZONA 6





Tale assetto litostratigrafico trova conferma anche nell'andamento della velocità delle onde sismiche di taglio " V_s " con la profondità ottenuto con una prova sismica "MASW" eseguita nei suddetti depositi alluvionali a non molta distanza dal sito in questione.



In merito alle caratteristiche geotecniche, non si hanno dati certi in merito, da quanto indicato nei vari elaborati geologici-sismici del "PRGC" sembra si tratti di terreni poco addensati e/o poco consistenti. Per quanto riguarda la circolazione idrica sotterranea la **falda acquifera è abbastanza superficiale** ma con valori di soggiacenza che non dovrebbero interferire con le usuali profondità di imposta di fondazioni dirette a plinto, generalmente non superiori a 2 m.

6. FATTIBILITA' GEOLOGICA E GEOTECNICA DELL'INTERVENTO EDILIZIO

APPROFONDIMENTI PER IL PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

Sulla base di quanto illustrato e descritto nel presente rapporto la **realizzazione del nuovo complesso scolastico è ammissibile per la classe di pericolosità geomorfologica che l'estensore dello studio geologico del "PRGC", ha indicato per l'area dove ricade l'intervento edilizio.** Le attuali condizioni geomorfologiche (area pianeggiante) e l'assenza di pericolosità idraulica confermano la stabilità complessiva dell'area, si rileva solo la **falda acquifera abbastanza superficiale** ma con valori di soggiacenza che non dovrebbero interferire con le usuali profondità di imposta di fondazioni dirette a plinto, generalmente non superiori a 2 m.



L'area è impostata in **depositi alluvionali antichi, essenzialmente a "grana grossa", che si appoggiano sul substrato geologico rigido**; i terreni di copertura sono costituiti da alternanze di sabbie limose e ghiaie sabbiose limose con spessore dell'ordine di 10÷11 m. Nel territorio comunale di Tortona, sia per la sismicità che per le caratteristiche litologiche-stratigrafiche, la "Microzonazione Sismica" indica che **non sussistono le condizioni per il verificarsi del fenomeno di liquefazione** in caso di eventi sismici.

Visto quanto descritto nel presente report e sopra sintetizzato, si può affermare che **le caratteristiche geologiche, idrogeologiche, idrauliche, geotecniche e sismiche non limitano o condizionano l'esecuzione dell'intervento edilizio nel suo complesso**, sarà però necessario nelle successive fasi progettuali, come anche previsto dalle normative del "PRGC" e dalle "NTC", **l'esecuzione delle indagini geotecniche e prove sismiche** di seguito riportate

In via preliminare trattandosi prevalentemente di terreni a "grana grossa", riferendoci al solo ampliamento dell'edificio scolastico esistente, per la ricostruzione del "modello geotecnico e sismo-stratigrafico" del sottosuolo si dovranno prevedere **n°1 sondaggio a carotaggio continuo** profondità 15 m con installazione di un piezometro per il controllo della stratigrafica e del livello piezometrico della falda acquifera; **n°4÷5 prove penetrometriche statiche a punta meccanica CPT_m o meglio a punta elettrica CPT_e** , tali prove sono ampiamente utilizzate e sperimentate in campo nazionale e internazionale per valutare la stratigrafia e le caratteristiche geotecniche del terreno, **n°1 prova sismica "MASW"** (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) **n°3 prove sismiche passive "HVSr"** (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*). Con la prova "MASW" verrà determinata la velocità delle onde sismiche di taglio " V_s " con la profondità quindi la categoria di sottosuolo "NTC", mentre con le prove "HVSr" verranno stimate la frequenza " f_0 " e il periodo di vibrazione " T " del terreno.

Considerato che l'edificio scolastico rientra negli "edifici rilevanti" ed eventualmente anche negli "edifici strategici" **la valutazione dell'azione sismica dovrà essere definita mediante analisi specifiche di risposta sismica locale "RSL"** che permette di definire una realistica valutazione dell'amplificazione locale del sito. Tale approccio, definibile "rigoroso", è la via ufficiale di stima dell'azione sismica per le "NTC" (punti 3.2.2, 3.2.2.6 e 7.11.3)

12 dicembre 2022

Dott. Geologo Giorgio NEGRINI

Iscrizione Ordine Geologi della Lombardia 585/AP