

REGIONE PIEMONTE

CITTA' METROPOLITANA DI TORINO

COMUNE DI LUSERNETTA

COMMITTENTE'

PONTEVECCHIO S.R.L.

PROGETTO

PIANO ESECUTIVO CONVENZIONATO

in zona D2 e limitrofe del P.R.G.C. VIGENTE E P.R.G.C. ADOTTATO

PER NUOVO STABILIMENTO PRODUTTIVO ACQUE MINERALI "PONTEVECCHIO S.R.L."

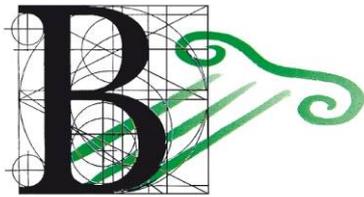
OGGETTO

RELAZIONE GEOLOGICA

DATA **04/2023**

REV. 1.0

ELAB. **E07**



STUDIO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

STUDIO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

DOTT. ING.

CLAUDIO BADARIOTTI

VIA REGIS, 1 10064 PINEROLO -TO

Tel. 0121 397818 - Fax 0121 395009

E-MAIL badariotti@studiobadariotti.it

PEC claudio.badariotti@ingpec.eu

IL RICHIEDENTE

IL GEOLOGO



INDICE

1	PREMESSA.....	1
2	PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA ED IDONEITÀ ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA.....	3
3	PRESCRIZIONI DI CARATTERE GENERALE.....	8
4	MODELLAZIONE SISMICA.....	9
4.1	PERIODI DI RIFERIMENTO E DI RITORNO PER L'AZIONE SISMICA	9
4.2	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA	10
4.3	STABILITÀ NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE	13
5	CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA GENERALE E LOCALE	14
5.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO-MORFOLOGICO GENERALE.....	14
5.2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO LOCALE	15
5.3	ASSETTO IDROGEOLOGICO	17
6	MODELLO LITOSTRATIGRAFICO E LITOTECNICO	19
6.1	MODELLO LITOSTRATIGRAFICO.....	19
6.2	MODELLO LITOTECNICO.....	20
7	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	22
	ALLEGATI.....	23
	<ul style="list-style-type: none">• Stratigrafia sondaggio geognostico;• Relazione geologica e geotecnica preliminare di supporto al progetto di realizzazione di “Interventi relativi all’area industriale D2” in località Lusernetta (TO). Dott. geol. Savazzi Giovanni, Luglio 2022.	

1 PREMESSA

La Pontevecchio S.r.l., con sede in Moncalieri (TO), Via Achille Grandi n. 13, e sede operativa in Luserna San Giovanni (TO), Via Ponte Pietra n. 3, ha affidato al sottoscritto dott. geol. Stefano Tuberga, l'incarico per la redazione della relazione geologica facente parte integrante degli elaborati tecnici del Piano Esecutivo Convenzionato (P.E.C.) in Zona D2 e limitrofe del P.R.G.C. Vigente e del P.R.G.C. Adottato. La relazione è stata redatta in ottemperanza a quanto indicato dalla L.R. 56/77 e s.m.i. ed in riferimento alla Circolare P.G.R. n 16/URE del 18/07/1989, alla Circolare P.G.R. n. 7/LAP del 08/05/1996 e successiva N.T.E. del dicembre 1999 ed al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.). La presente relazione contiene le modifiche ed integrazioni redatte in seguito al parere espresso dal Settore Geologico della Regione Piemonte (prot. n. 820 del 30.03.2023). L'area di intervento comprende la zona D2 di P.R.G.C. e le aree limitrofe, ed è ubicata in sponda destra del Torrente Luserna, in una porzione di terrazzo morfologico posto ad una quota media di circa 515.00 m s.l.m.. *Figure 1, 2 e 3.*

Le indagini eseguite nell'area in esame sono state messe a confronto con quanto riportato negli elaborati geologici di P.R.G.C., redatti dal dott. geol. Pennazzato Guido, nell'ambito della Variante di adeguamento al P.A.I.. Le indicazioni derivanti dalle analisi svolte non alterano il quadro del dissesto e le condizioni di rischio descritte negli elaborati geologici della Variante al P.R.G.C., ma integrano e dettagliano quanto già precedentemente rilevato. E' inoltre allegato il report relativo al sondaggio geognostico a carotaggio continuo, realizzato nel gennaio 2023, che con le relative prove in foro costituisce l'approfondimento di indagine ritenuta necessaria e richiamata nella precedente relazione tecnica del dicembre 2022.



Figura 1: ubicazione della Zona D2 e limitrofe (circonferenza bianca) su immagine satellitare Google Earth Pro (ottobre 2022). Non in scala.

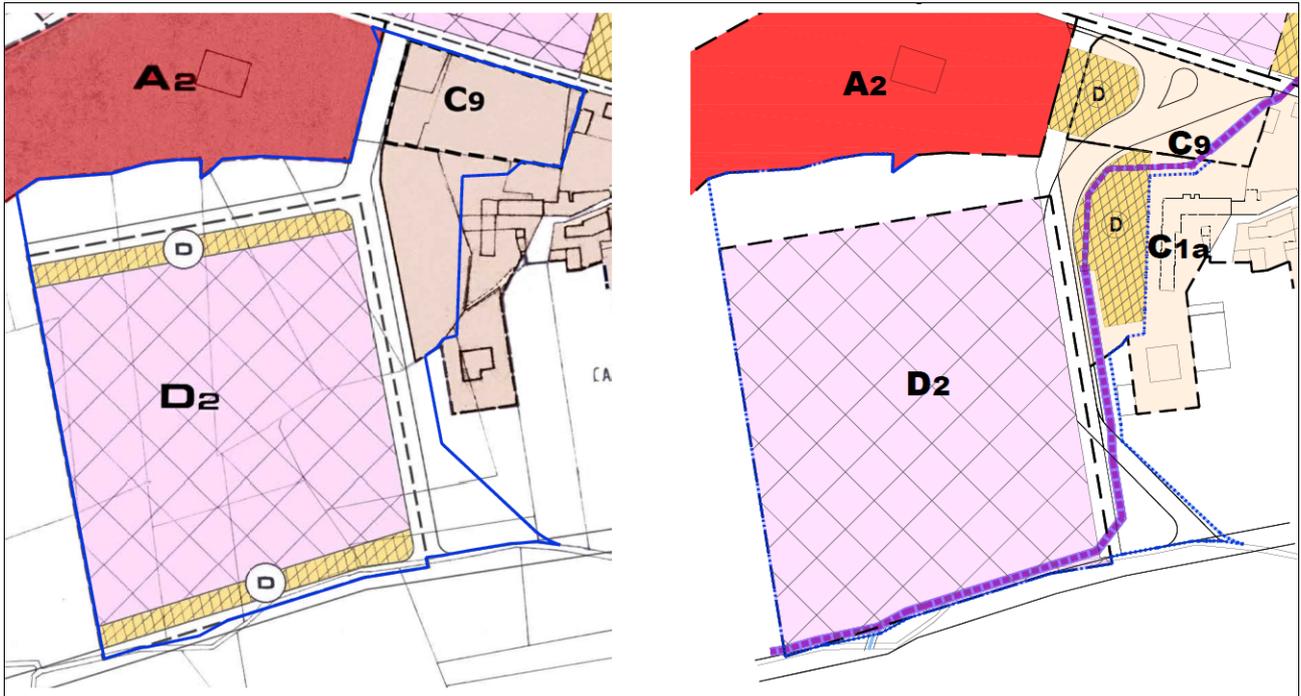


Figura 2: rappresentazione della Zona D2 su estratto di P.R.G.C. Vigente (a sinistra il Quadro A, a destra il Quadro B). Non in scala, scala originaria 1:1.000.

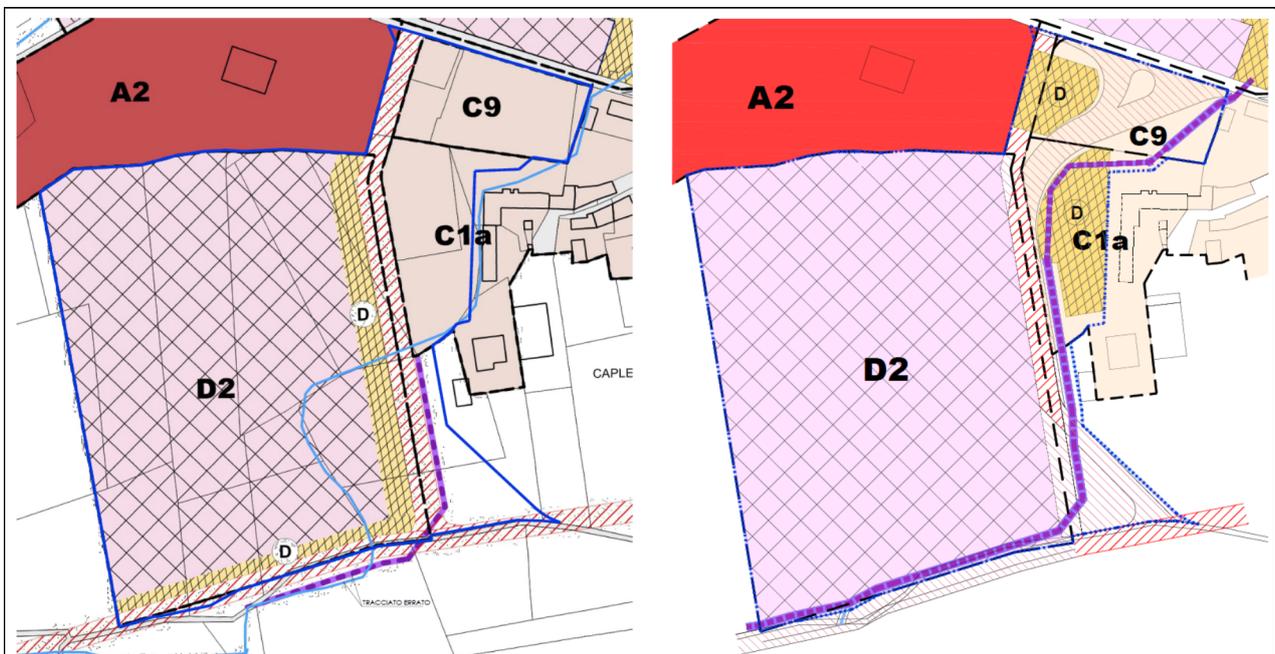


Figura 3: rappresentazione della Zona D2 su estratto di P.R.G.C. adottato con D.C.C. n. 36 del 15/12/2022 (a sinistra il Quadro C, a destra il Quadro D). Non in scala, scala originaria 1:1.000.

2 PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA ED IDONEITÀ ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA

La Carta di Sintesi allegata alla *Proposta tecnica di progetto preliminare della Variante di adeguamento al P.A.I. del P.R.G.C.*, adottata con deliberazione di Consiglio Comunale n. 34 del 14.12.2020 ed integrata e/o modificata con deliberazione del Consiglio Comunale del 07.03.2022, è stata redatta in conformità con le disposizioni di cui alla Circolare del Presidente della Giunta Regionale 08/05/1996 n. 7/LAP, alla successiva Nota Tecnica Esplicativa del dicembre 1999 ed alle Norme di Attuazione P.A.I. 7.10 della N.T.E. del dicembre 1999.

La Zona D2 e limitrofe sono caratterizzate dalla presenza della Classe 2 (e Sottoclasse 2b) e dalla Classe 3a di sintesi (Figura 4).

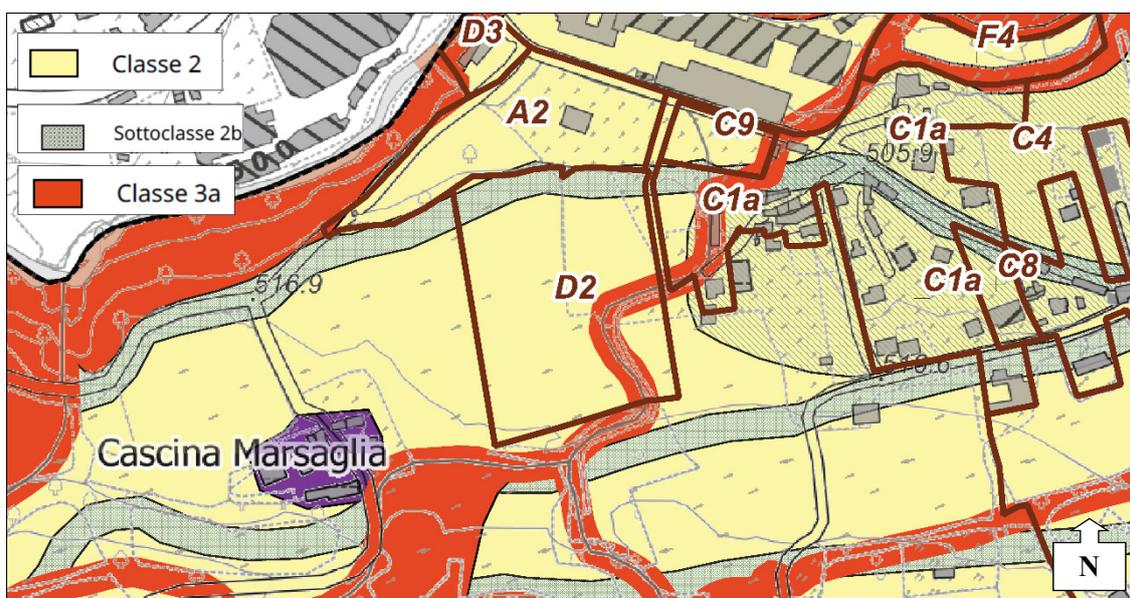


Figura 4: stralcio della Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica alla scala 1:5000 con rappresentazione della Zona D2 e limitrofe (ottobre 2022) e relativa legenda dei tematismi di interesse.

Le indagini di dettaglio condotte per la stesura della presente relazione geologica hanno portato ad un approfondimento di analisi riguardo l'assetto geologico-morfologico ed idrogeologico dell'area in esame.

Si riportano nel seguito le utilizzazioni ammesse e le prescrizioni per le classi identificate:

- *Classe 2:* porzioni di territorio nelle quali le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica possono essere agevolmente superate attraverso l'adozione e il rispetto di modesti accorgimenti tecnici, realizzabili a livello di progetto esecutivo esclusivamente nell'ambito del singolo lotto edificatorio o dell'intorno significativo circostante;
 - *Sottoclasse 2a:* aree caratterizzate dalla presenza della falda freatica a debole profondità, edificabili dopo specifici studi di dettaglio;
 - *Sottoclasse 2b:* aree gravate da condizionamenti geomorfologici e topografici, superabili a livello di progetto esecutivo degli interventi ed edificabili dopo specifici studi di dettaglio;

- *Classe 3a:* porzioni di territorio inedificate, che presentano caratteri geomorfologici o idrogeologici che le rendono inidonee a nuovi insediamenti (aree dissestate, in frana, potenzialmente dissestabili o soggette a pericolo di valanghe, aree alluvionabili da acque di esondazione ad elevata energia). Per le opere d'interesse pubblico riguardanti le infrastrutture lineari o a rete e relative opere accessorie, riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili, le norme del PRG devono contenere indicazioni specifiche circa la tipologia di opere ammesse e, eventualmente, le modalità per la loro attuazione. Pertanto, nelle fasi di approvazione o autorizzazione delle opere, non verrà rilasciato parere regionale in merito in quanto già definito dalle norme del PRG. Per quanto riguarda il Rio Cassere, la fascia in Classe 3a presenta una profondità di 10 m per sponda.

Le perimetrazioni indicate nell'elaborato della Variante al P.R.G.C. alla scala 1:5.000, adottato con D.C.C. n. 36 del 15/12/2022, sono state opportunamente trasposte ad una scala di maggior dettaglio per la Zona D2 e limitrofe (*Figura 5*).

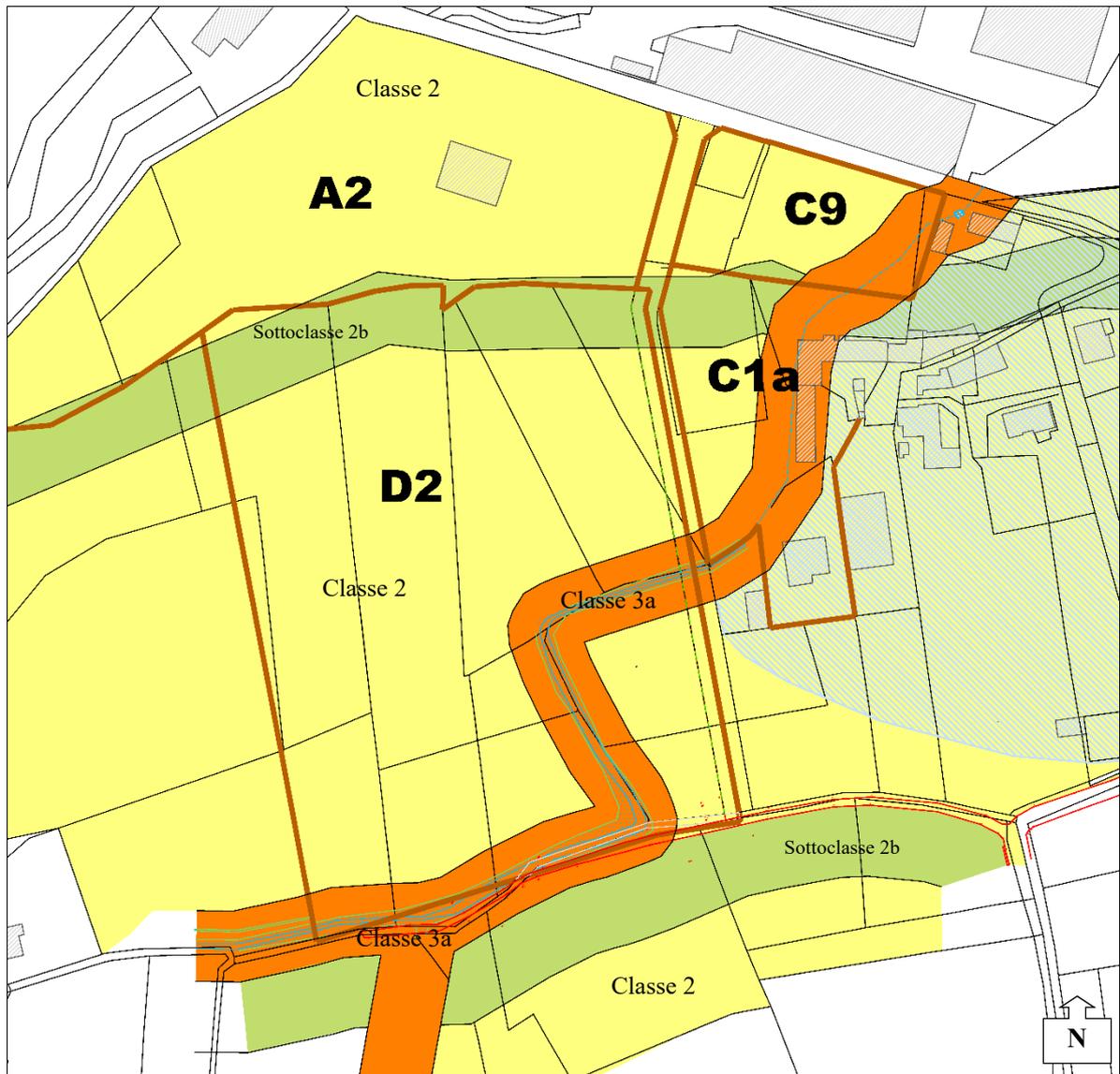


Figura 5: rappresentazione delle classi di sintesi previste per la Zona D2 e limitrofe alla scala 1:2.000.

Per quanto attiene al corso del Rio Cassere, nell'ambito del PEC è stato proposto un suo spostamento verso il margine orientale dell'area D2. In fase di redazione della Proposta Tecnica del Progetto Preliminare di Variante Strutturale di adeguamento al P.A.I. del P.R.G.C., sono state pertanto condotte delle verifiche di compatibilità idraulica, relative a tale soluzione progettuale di massima, dalle quali emerge come le nuove sezioni di progetto siano in grado di contenere la portata per $Tr = 200$ anni¹. Per quanto attiene il rispetto di un adeguato franco idraulico, si fa riferimento alla relazione idraulica allegata al PEC², dalla quale emerge come le due tipologie di

¹ Proposta Tecnica del Progetto Preliminare: "Relazione idrologica ed idraulica" (Dott. Ing. Ripamonti Valter, Febbraio 2022).

² Piano Esecutivo Convenzionato Zona D2: "Relazione idraulica" (Dott. Ing. Badariotti Claudio, Febbraio 2023).

sezioni di deflusso, caratterizzate da tratti generalmente a cielo libero, con sezione rettangolare pari a 300x200 cm, e locali tratti a sezione circolare di 180 cm di diametro, siano in grado di consentire franchi idraulici di ordine metrico.

In seguito all'attuazione di tale intervento di spostamento dell'asta del Rio Cassere, nell'ambito dell'area D2, le perimetrazioni delle classi di pericolosità geomorfologica ed idraulica potranno essere variate come indicato nel seguito (*Figura 6*):

- *Classe 2*: l'intera Zona D2 potrà essere inserita in tale classe, ad esclusione di una fascia di *Sottoclasse 2b*, al margine nord dell'area in corrispondenza della scarpata di raccordo con la Zona A2, e della fascia di rispetto dal nuovo tracciato del Rio Cassere (*Classe 3a*). Per quanto riguarda la fascia di rispetto, in considerazione dei franchi idraulici definiti dalla verifica idraulica di cui sopra, la stessa potrà essere pari a 5,0 m nel caso in cui venga contemporaneamente rispettata la stabilità morfologica dell'asta in funzione delle caratteristiche costruttive delle opere di regimazione, per le quali si rimanda alla documentazione di progetto delle stesse.

Si ricorda che in ogni caso, ogni futura variazione delle indicazioni riguardo le condizioni di pericolosità geomorfologica locale, potrà essere attuata solo nel rispetto delle procedure previste dalla Circ. 7/LAP, in particolare di quelle indicate al punto 7.10 della N.T.E. del dicembre 1999.

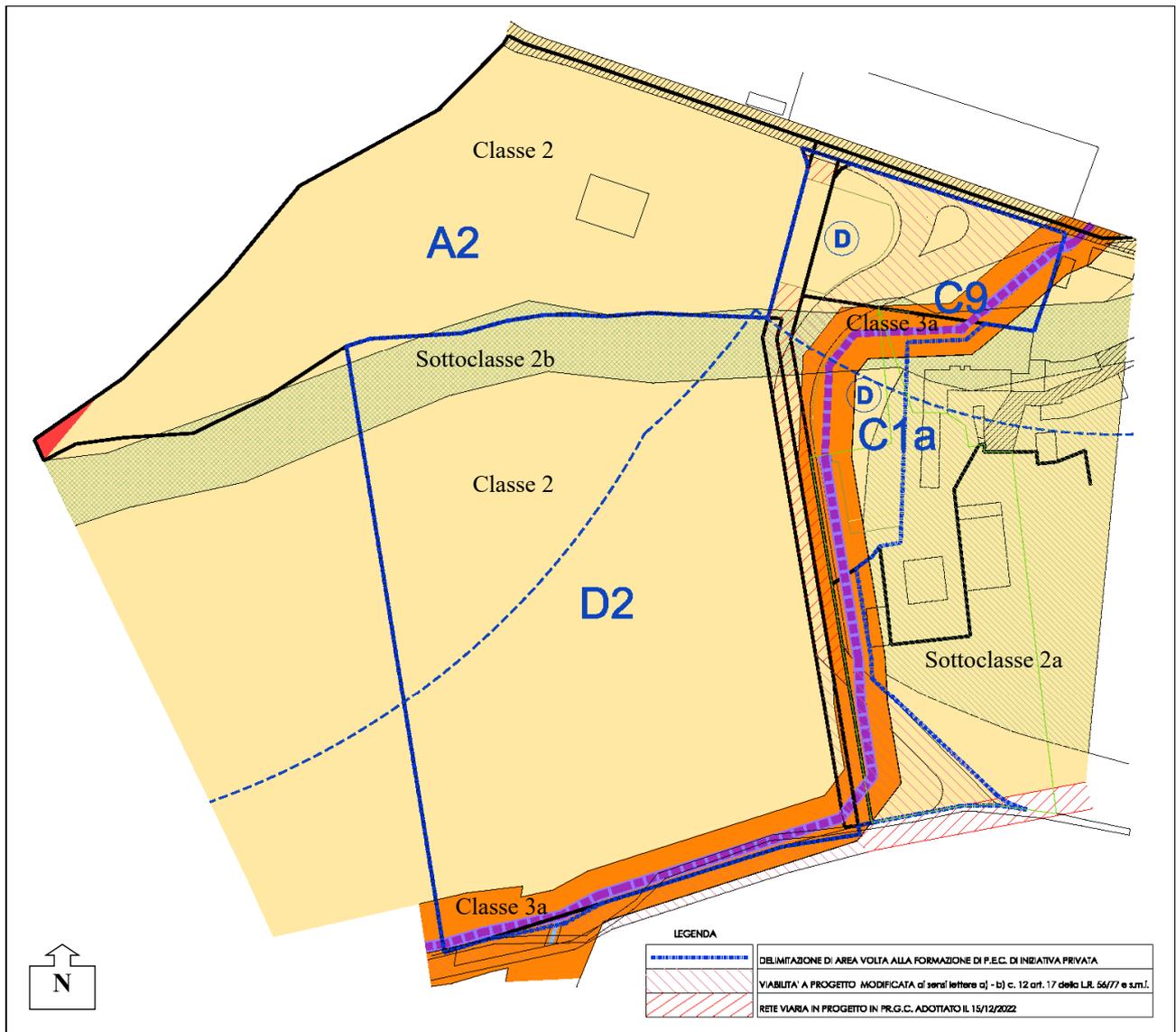


Figura 6: proposta di ripermetrazione delle Classi di sintesi in seguito alle modifiche di tracciato del corso del Rio Cassere. Da elaborati di progetto alla scala 1:2.000 (modificato, non in scala).

3 PRESCRIZIONI DI CARATTERE GENERALE

Per quanto attiene ai potenziali fenomeni di instabilità dei fronti di scavo in trincea si ritiene sempre necessario il rispetto delle seguenti norme sulla sicurezza:

- *D. Lgs. 81/2008, art. 119*: nello scavo di pozzi e di trincee profondi più di 1,50 m, quanto la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilità, anche in relazione alla pendenza delle pareti, si deve provvedere, man mano che procede lo scavo, all'applicazione delle necessarie armature di sostegno.

- *D. Lgs. 81/2008, art. 120*: è vietato costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi. Qualora tali depositi siano necessari per le condizioni del lavoro, si deve provvedere alle necessarie puntellature.

- *D.M. 17/01/2018 "Norme tecniche sulle costruzioni", 6.8.6.2. (fronti di scavo, criteri generali di progetto e verifiche di sicurezza)*: Il progetto deve definire un profilo di scavo tale che risultino rispettate le prescrizioni di cui al punto 6.2.4. e la verifica di sicurezza deve essere condotta con modalità analoga a quella indicata per i manufatti di materiali sciolti. Il progetto deve tener conto dell'esistenza di opere e sovraccarichi in prossimità dello scavo, deve esaminare l'influenza dello scavo sul regime delle pressioni interstiziali e deve garantire la stabilità e la funzionalità delle costruzioni preesistenti nell'area interessata dallo scavo. Per scavi in trincea a fronte verticale di altezza superiore ai 2,0 m, nei quali sia prevista la permanenza di personale, e per scavi che ricadano in prossimità di manufatti esistenti, deve essere prevista una struttura di sostegno delle pareti di scavo. Le verifiche devono essere svolte nei confronti degli stati limite ultimi (SLU) e nei confronti degli stati limite di servizio (SLE), quando pertinenti. Le azioni dovute al terreno, all'acqua e ai sovraccarichi anche transitori devono essere calcolate in modo da prevenire, di volta in volta, alle condizioni più sfavorevoli. Le ipotesi per il calcolo delle azioni del terreno e delle sollecitazioni della struttura di sostegno devono essere giustificate portando in conto la deformabilità relativa del terreno-struttura di sostegno, le modalità esecutive dello scavo, le caratteristiche meccaniche del terreno e il tempo di permanenza dello scavo.

4 MODELLAZIONE SISMICA

La Deliberazione della Giunta Regionale 30 dicembre 2019, n. 6-887 "Aggiornamento e adeguamento dell'elenco delle zone sismiche (O.P.C.M. n. 3274/2003 e O.P.C.M. 3519/2006)" classifica il territorio del Comune di Lusernetta in zona sismica 3S, a pericolosità bassa con un valore di accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni compreso tra 0,15 g e 0,05 g. Con l'entrata in vigore del D.M. 14/01/2008 e s.m.i., la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio di tipo "sito dipendente" e non più per mezzo di un criterio "zona dipendente". L'azione sismica di progetto, in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione, viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito.

4.1 PERIODI DI RIFERIMENTO E DI RITORNO PER L'AZIONE SISMICA

La pericolosità sismica di un sito è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo, in detto sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato. Tale lasso di tempo, espresso in anni, è denominato "periodo di riferimento" V_R e la probabilità è denominata "probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento" P_{VR} .

Considerando, per il caso in esame, una vita nominale pari a 50 anni ed una classe d'uso II si ottiene:

$$V_R = V_N \cdot C_U = 50 \text{ anni}$$

I valori (anni) del periodo di ritorno T_R in funzione di V_R per lo Stato Limite di Esercizio (SLO, SLD) e per lo Stato Limite Ultimo (SLV, SLC) possono essere determinati con la seguente espressione:

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

Adottando come probabilità di superamento P_{VR} per i vari stati limite i valori di 81%, 63%, 10% e 5% si ottengono i seguenti periodi di ritorno T_R :

Stati Limite		Valori in anni del periodo di ritorno T_R
Stati Limite di Esercizio (SLE)	SLO	30
	SLD	50
Stati Limite Ultimi (SLU)	SLV	475
	SLC	975

Tabella 1: da tabella 3.2.I NTC.

4.2 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

Si definisce “risposta sismica locale” l’azione sismica quale emerge in superficie a seguito delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza subite trasmettendosi dal substrato rigido.

Le modifiche sono dovute ad:

- ✓ effetti stratigrafici: legati alla successione stratigrafica, alle proprietà meccaniche dei terreni, alla geometria del contatto tra substrato rigido e i terreni sovrastanti ed alla geometria dei contatti tra gli strati di terreno;
- ✓ effetti topografici: legati alla configurazione topografica del piano campagna.

I dati ricavati dall’esame della documentazione bibliografica reperita e dall’indagine sismica di tipo MASW realizzata in sito nel mese di luglio 2022 (dott. geol. Savazzi), e riportata in allegato, possono essere messi in relazione con le indicazioni contenute nel testo integrato dell'Allegato 2 all'Ordinanza n. 3274, come modificato dall' O.P.C.M. 3519/2006, e nel § 3.2.2 delle NTC. In tal modo, è possibile associare, al sito in esame, una categoria di sottosuolo di tipo B. L’indagine di tipo MASW ha infatti consentito di determinare un valore di velocità equivalente pari a 665,0 m/s.

B	<i>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.</i>
----------	--

Tabella 2: da tabella 3.2.II delle NTC.

Le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di riferimento, per una fissata P_{VR} , si ritengono individuate quando se ne conosca l’accelerazione massima ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione. Ai fini della valutazione dello spettro di risposta elastico in accelerazione vengono di seguito calcolati, per ciascuno dei quattro stati limite (SLO, SLD, SLV, SLC), i valori

corrispondenti ad a_g (accelerazione orizzontale massima su sito di riferimento rigido orizzontale), S (coefficiente che comprende gli effetti di amplificazione stratigrafica e topografica), F_0 (fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima su sito di riferimento rigido orizzontale) e C_c (coefficiente dipendente dalla categoria di sottosuolo).

Viene inoltre fornito il valore di T^*_c ricavabile dalla Tabella 1 dell'Allegato B alle NTC e necessario, in associazione con C_c , per il calcolo del periodo T_c di inizio del tratto a velocità costante dello spettro elastico di risposta.

Il sito in esame risulta identificabile con coordinate geografiche medie corrispondenti ai seguenti valori di latitudine e longitudine (UTM-WGS84):

Area di intervento	Coordinate geografiche medie (UTM-WGS84)	
Zona D2 e limitrofe	44.802504	7.243042

Tabella 3: coordinate geografiche medie del sito di intervento.

In base ai valori del periodo di ritorno T_R precedentemente calcolati, relativi ai diversi stati limite, si sono ottenuti i parametri spettrali riportati nella tabella che segue.

SLO $T_R = 30$ anni			SLD $T_R = 50$ anni			SLV $T_R = 475$ anni			SLC $T_R = 975$ anni		
a_g [g]	F_0 [-]	T^*_c [s]	a_g [g]	F_0	T^*_c	a_g [g]	F_0	T^*_c	a_g [g]	F_0	T^*_c
0,041	2,449	0,206	0,054	2,429	0,227	0,135	2,474	0,266	0,169	2,499	0,275

Tabella 4: da Tabella 1 dell'Allegato B NTC (calcolati con GeoStru PS).

Il coefficiente S , che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche, è rappresentato mediante la seguente relazione:

$$S = S_s \cdot S_T$$

dove:

S_s = coefficiente che comprende gli effetti delle amplificazioni stratigrafiche;

S_T = coefficiente che comprende gli effetti delle amplificazioni topografiche.

I coefficienti S_s e C_c risultano:

Categoria sottosuolo	S _S (SLO)	C _C (SLO)	S _S (SLD)	C _C (SLD)	S _S (SLV)	C _C (SLV)	S _S (SLC)	C _C (SLC)
B	1,20	1,51	1,20	1,48	1,20	1,43	1,20	1,42

Tabella 5: valori dei coefficienti S_S e C_C.

Considerando che il valore relativo ad S_T per la categoria topografica T₁ è pari ad 1,0, il coefficiente finale S risulta uguale a:

Categoria sottosuolo	S (SLO)	S (SLD)	S (SLV)	S (SLC)
B	1,20	1,20	1,20	1,20

Tabella 6: valori del coefficiente S.

L'accelerazione massima (a_{max}) attesa sul sito in oggetto può essere determinata facendo riferimento all'accelerazione massima attesa su sito di riferimento rigido (a_g) ed al coefficiente S di amplificazione stratigrafica e topografica:

$$a_{max} = a_g \cdot S$$

Categoria sottosuolo	a _{max} [m/s ²] (SLO)	a _{max} [m/s ²] (SLD)	a _{max} [m/s ²] (SLV)	a _{max} [m/s ²] (SLC)
B	0,477	0,632	1,584	1,992

Tabella 7: valori dell'accelerazione massima a_{max}.

I valori relativi ai coefficienti sismici orizzontale e verticale, nel caso dell'SLD e dell'SLV, sono:

$$\text{SLD: } k_h = \beta_s \left(\frac{a_{max}}{g} \right) = 0,013 \quad \text{e} \quad k_v = \pm 0,5 \cdot k_h = 0,006$$

$$\text{SLV: } k_h = \beta_s \left(\frac{a_{max}}{g} \right) = 0,039 \quad \text{e} \quad k_v = \pm 0,5 \cdot k_h = 0,019$$

e dove:

k_h = coefficiente sismico orizzontale;

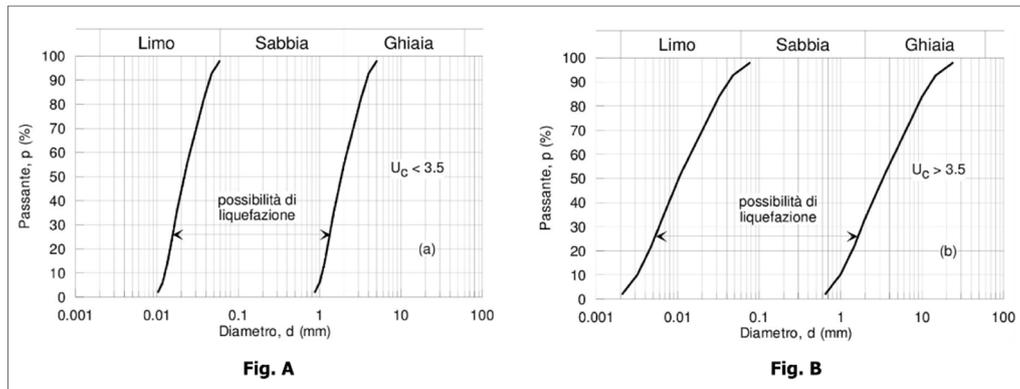
k_v = coefficiente sismico verticale;

β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito (0,20 e 0,24).

4.3 STABILITÀ NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE

Secondo quanto indicato al cap. 7 (punto 7.11.3.4.2) del D.M. 17/01/18 (N.T.C.) la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti condizioni:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna suborizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{cIN} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{cIN} 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 in Fig. A nel caso di terreni con coeff. di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Fig. B nel caso di terreni con coeff. di uniformità $U_c > 3,5$.



In relazione al § 7.11.3.4.2 delle NTC la verifica a liquefazione, nel caso in esame, può essere omessa in quanto le prove penetrometriche dinamiche realizzate (Capitolo 6) e le caratteristiche granulometriche dei depositi presenti, anche in assenza di specifiche analisi di laboratorio, fanno sì che vengano rispettati i punti n. 3 e 4 sopra descritti.

5 CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA GENERALE E LOCALE

5.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-MORFOLOGICO GENERALE

Il territorio del Comune di Lusernetta è modellato su litotipi del Massiccio Cristallino del Dora-Maira, il quale rappresenta il più meridionale dei Massicci Cristallini Interni, di pertinenza Pennidica. Il Massiccio è costituito da un basamento polimetamorfico di probabile età precarbonifera e da un'unità di copertura monometamorfica, di presunta età carbonifera-permiana.

I litotipi maggiormente rappresentati, alla scala locale, sono dati dalle metamorfiti di età pretriassica (gneiss minuti, gneiss occhiadini e micascisti), con associati ammassi lentiformi di pietre verdi, in particolare anfiboliti e prasiniti.

Gli gneiss minuti costituiscono la facies predominante, caratterizzata da rocce compatte (benché caratterizzate da piani di scistosità ben evidenti) con struttura equi-granulare minuta e leggermente ondulata, talora passanti a micascisti per la scomparsa del feldspato potassico. Gli gneiss comprendono facies diverse, caratterizzate dalla presenza di porfiroblasti feldspatici ben visibili (noti come “gneiss ghiandoni”). Sono inoltre rinvenibili gli gneiss listati, una parte dei quali è attualmente oggetto di attività estrattiva (Pietra di Luserna). I micascisti, per contro, risultano caratterizzati da una struttura finemente scistosa (piana od ondulata) e da una grana prevalentemente minuta, oltre a presentare un clivaggio più pervasivo, da cui deriva la sua marcata fissilità.

Nel territorio comunale, i sopradescritti litotipi affiorano in modo piuttosto sporadico, generalmente solo in corrispondenza delle incisioni torrentizie e dei tagli stradali (o a seguito di sbancamenti in genere). Laddove il substrato roccioso affiora, esso è localizzabile in corrispondenza di ammassi quasi sempre di ridotte dimensioni, nei quali la roccia appare solitamente fratturata e alterata. Per gran parte del territorio il basamento metamorfico risulta infatti coperto da depositi di genesi quaternaria, con prevalenza di depositi fluvio-torrentizi terrazzati, di spessore da plurimetrico a pluridecametrico, nei settori di fondovalle, maggiormente condizionati dalla dinamica evolutiva del T. Luserna e dei suoi tributari.

In corrispondenza dei settori in rilevato prevale invece una copertura in terreni medio-fini, geneticamente associabili alle coperture eluvio-colluviali, il cui spessore risulta comunemente compreso fra i 0,5 metri e i 3 metri.

Le litologie finora descritte sono rappresentate nella “Carta Geologica d’Italia alla scala 1:100.000, Foglio n. 67, Pinerolo” (Figura 7).

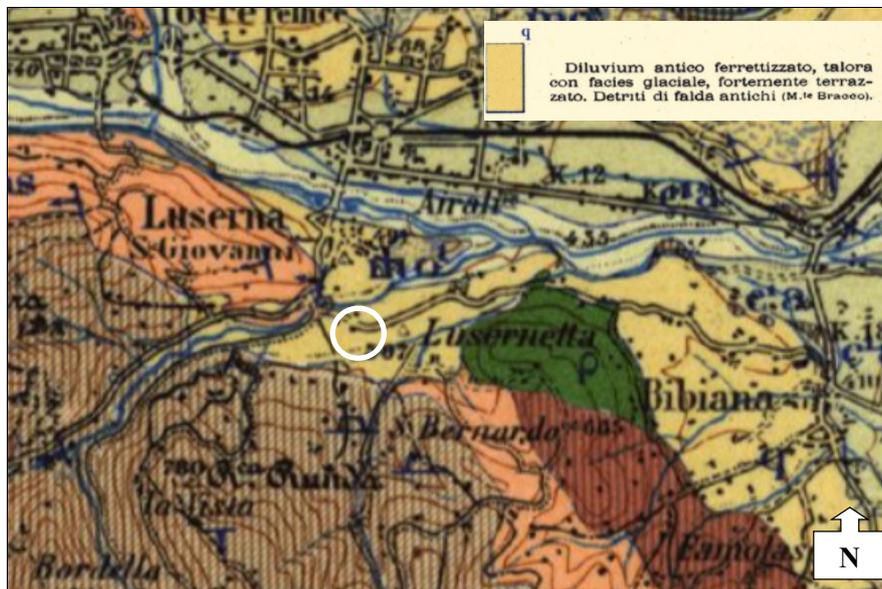


Figura 7: ubicazione dell’area di studio (circonferenza bianca) su stralcio del Foglio n. 67 “Pinerolo” della Carta Geologica d’Italia alla scala 1:100.000 e relativa legenda del tematismo di interesse.

5.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO LOCALE

L’area di diretto interesse è imposta sull’ampio terrazzo fluviale costituito dai depositi fluvio-torrentizi antichi, su cui si concentra gran parte dell’abitato di Lusernetta; esso risulta decisamente sopraelevato rispetto ai depositi fluvio-torrentizi attuali e recenti, associati invece alla dinamica del Torrente Luserna e del Rio Serbial.

Le indagini geognostiche effettuate in sito nel luglio 2022³ ed il sondaggio geognostico realizzato nel gennaio 2023, hanno messo in evidenza come la Zona D2 sia caratterizzata dalla presenza di depositi quaternari fino ad una profondità non inferiore ai 19 metri dal p.c.. Tali depositi si presentano a copertura del substrato roccioso rappresentato da prevalenti gneiss compatti presenti più in profondità (Figure 8 e 9):

- *depositi fluvio-torrentizi antichi*: tali depositi sono caratterizzati da ghiaie con ciottoli spigolosi e blocchi, immersi in una matrice sabbioso-limoso presente in percentuali variabili, ma generalmente abbondante;

³ Relazione geologica e geotecnica preliminare di supporto al progetto di realizzazione di “Interventi relativi all’area industriale D2” in località Lusernetta (TO). Dott. geol. Savazzi Giovanni, Luglio 2022.

- *substrato roccioso*: rappresentato da prevalenti gneiss minuti compatti, gneiss occhiadini e micascisti, con associate masse lentiformi di anfiboliti e prasiniti.

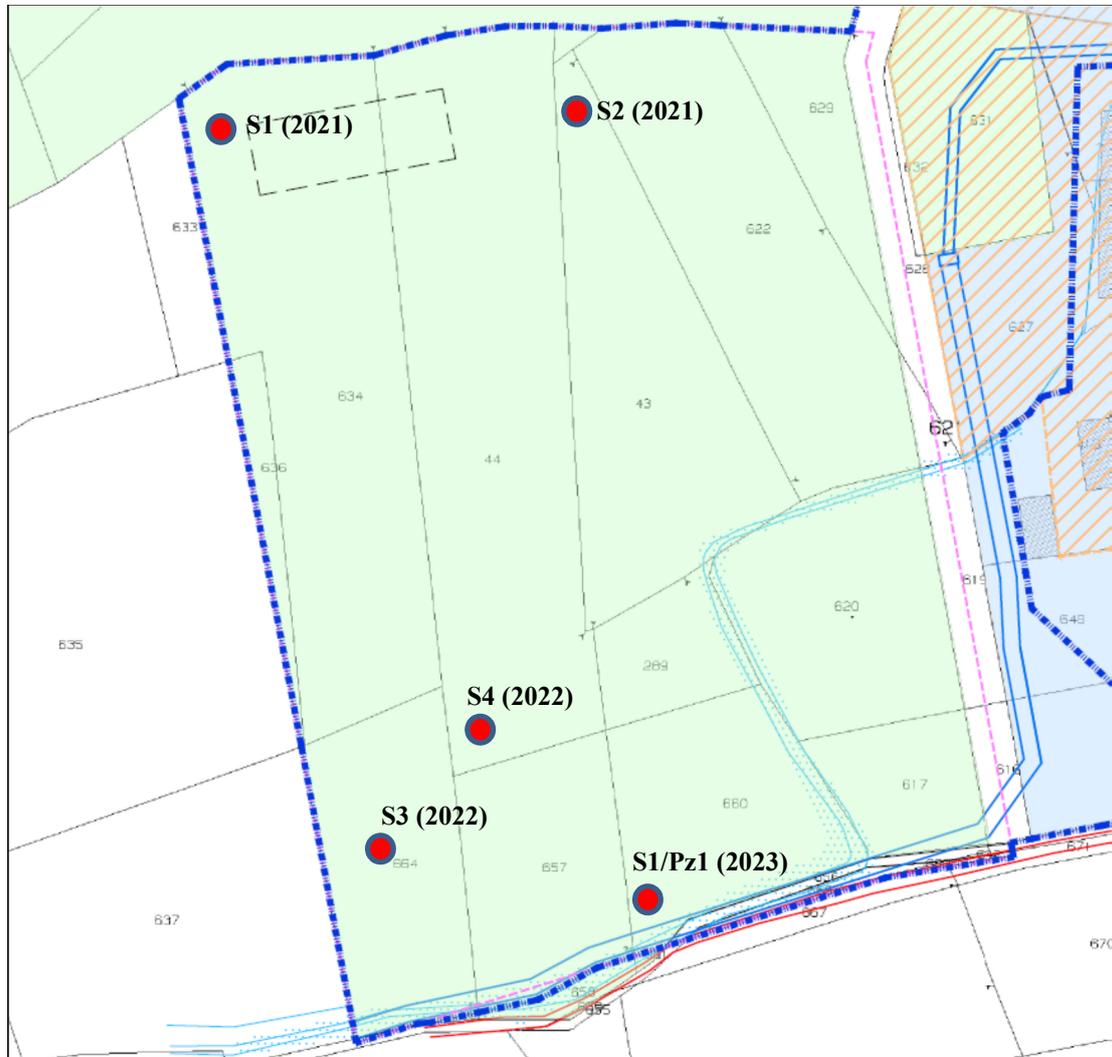


Figura 8: ubicazione dei sondaggi geognostici 2021, 2022 e 2023 su stralcio della Variante P.A.I. adottata (scala 1:1.500). Modificato, non in scala.

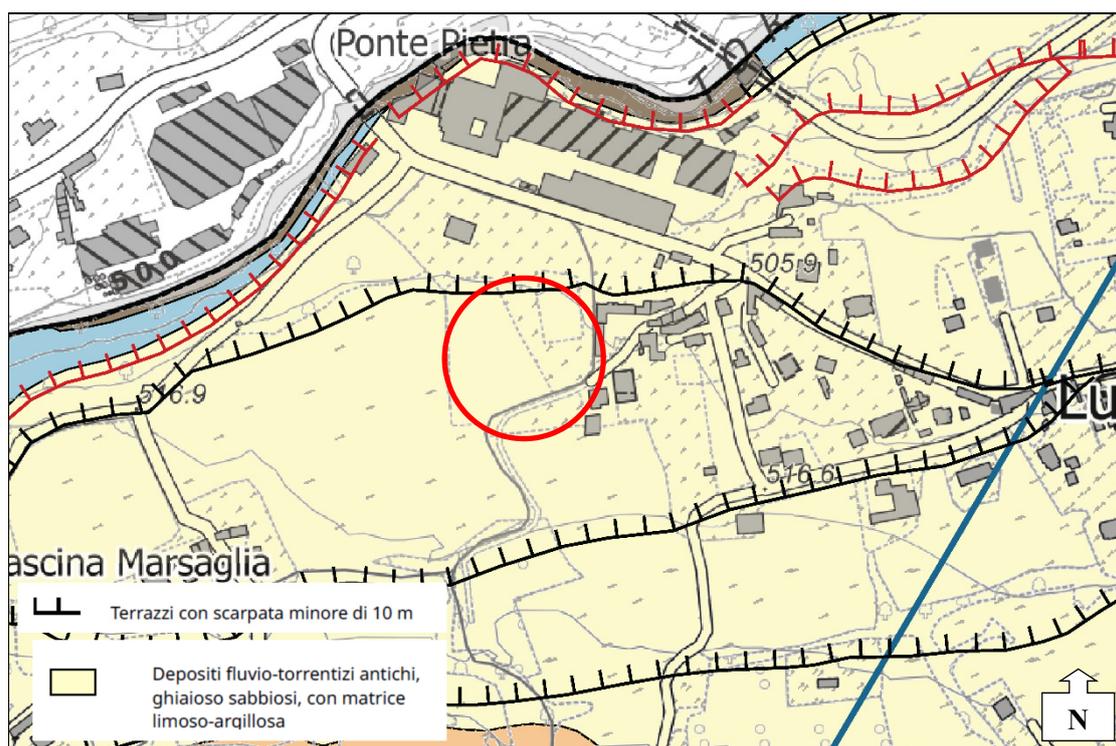


Figura 9: ubicazione dell'area di studio (circonferenza rossa) su stralcio della "Carta geologica strutturale alla scala 1:5.000" (Variante di adeguamento al P.A.I., Settembre 2022) e relativa legenda dei tematismi di interesse.

5.3 ASSETTO IDROGEOLOGICO

Alla luce dei dati esaminati e riportati nei paragrafi precedenti, alle osservazioni di terreno effettuate ed alle indagini geognostiche realizzate in sito, è stato possibile ricostruire l'assetto idrogeologico del settore di fondovalle di interesse, il quale è caratterizzato dalla presenza di un complesso idrogeologico superficiale, sede di un deflusso idrico sotterraneo soggetto alle fluttuazioni stagionali delle precipitazioni ed alla quantità di acqua derivante dalla fusione della copertura nevosa. Il deflusso idrico avviene all'interno del substrato roccioso per fessurazione ed attraverso i depositi quaternari per porosità.

Nel settore di fondovalle, tale deflusso idrico sotterraneo risulta essere in stretta connessione con il Torrente Luserna ed i suoi affluenti, come il Rio Cassere, e con le condizioni di portata degli stessi corsi d'acqua. A seconda del regime idraulico del Luserna e dei suoi affluenti, il deflusso sotterraneo risulta essere alimentante o drenante.

I sondaggi geognostici realizzati nei mesi di aprile-maggio 2021 e luglio 2022, a distruzione di nucleo, hanno evidenziato la presenza della falda freatica ad una profondità minima di circa 7,0 m dal p.c.. Il sondaggio geognostico realizzato tra il 16 ed il 18 gennaio 2023, ed attrezzato con

tubetto piezometrico, ha evidenziato la presenza della falda freatica ad una profondità minima di circa 2,5 m dal p.c.. Si evidenzia pertanto una falda che tende ad approfondirsi a partire dalla porzione posta a sud dell'area D2. Si registra inoltre l'influenza del Rio Cassere nell'alimentare gli orizzonti di terreno più superficiali posti in prossimità del rio stesso, come evidenziato dal sondaggio e piezometro "S1/Pz1" realizzato nel gennaio 2023.

6 MODELLO LITOSTRATIGRAFICO E LITOTECNICO

6.1 MODELLO LITOSTRATIGRAFICO

Il modello litostratigrafico dell'area in esame è stato ricavato mediante:

- sopralluoghi in sito;
- esame degli elaborati geologici allegati allo Strumento Urbanistico del Comune di Lusernetta;
- analisi dei dati geologici presenti nella Banca Dati Geotecnica dell'Arpa Piemonte, riguardanti le porzioni di territorio in esame;
- le risultanze dei dati stratigrafici relativi ai quattro sondaggi geognostici, a distruzione di nucleo, realizzati in sito nel 2021 e nel 2022;
- le risultanze dei dati stratigrafici relativi al sondaggio geognostico realizzato nel gennaio 2023;
- il riferimento a dati noti nella letteratura tecnica di settore e validi per litotipi aventi caratteristiche analoghe.

I dati esaminati nel sondaggio realizzato nel 2023 evidenziano la presenza, in corrispondenza della zona di intervento, di depositi alluvionali costituiti da ghiaie con locali ciottoli e matrice sabbiosa, fino ad una profondità di circa 6,0 m dal p.c.. Seguono depositi prevalentemente sabbiosi con subordinata ghiaia fino ad una profondità di 11,8 m e sabbie medio-fini con limo fino alla profondità massima raggiunta dal sondaggio (19,0 m). Il substrato roccioso rappresentato da prevalenti gneiss non è stato raggiunto.

Viene di seguito riportata la successione litologica locale, con l'indicazione delle profondità minime e massime alle quali sono state rilevate le varie unità litologiche.

<i>Lusernetta – Zona D2 e limitrofe → Assetto litostratigrafico locale</i>		
<i>Da [m]</i>	<i>A [m]</i>	<i>Descrizione litostratigrafica</i>
0,0	3,0	Ghiaia medio fine, poligenica, alterata con pochi ciottoli e sabbia medio-fine con presenza di limo e resti vegetali. <i>Unità litologica A.</i>
3,0	6,0	Ghiaia eterometrica, da subangolare a subarrotondata con sabbia medio-grossa e presenza di qualche ciottolo. <i>Unità litologica B.</i>
6,0	11,80	Sabbia eterometrica con ghiaia eterometrica, da alterata ad intensamente alterata e con rari ciottoli, limosa. <i>Unità litologica C.</i>
11,80	19,0	Sabbia medio-fine con limo e frammenti millimetrici intensamente alterati. <i>Unità litologica D.</i>

Tabella 8: assetto litologico locale in corrispondenza della Zona D2.

6.2 MODELLO LITOTECNICO

Sulla scorta delle indagini effettuate e delle informazioni acquisite, è possibile definire il modello litotecnico e caratterizzare i terreni rilevati da un punto di vista fisico-meccanico.

I valori medi e caratteristici dei parametri geotecnici, di seguito riportati, derivano dall'analisi delle risultanze delle prove di tipo SPT eseguite nei sondaggi geognostici realizzati in sito.

Nelle successive tabelle (*Tabelle 9 e 10*) vengono elencati i valori medi ed i valori caratteristici delle unità litotecniche rilevate in corrispondenza della Zona D2 e riferite alle unità litologiche di *Tabella 8*. Per valore caratteristico X_k , secondo l'Eurocodice 7, si intende quel valore al quale è associata una prefissata probabilità di non superamento. Sempre l'Eurocodice 7 fissa, per i parametri di resistenza al taglio (φ' e c'), una probabilità di non superamento del 5%. Il § C6.2.2 della Circolare del C.S.L.L.P.P. 21/01/2019 n. 7 suggerisce come tali valori debbano essere scelti. In particolare:

“Nella progettazione geotecnica, in coerenza con gli Eurocodici, la scelta dei valori caratteristici di parametri deriva da una stima cautelativa, effettuata dal progettista, del valore del parametro appropriato per lo stato limite considerato... Nelle valutazioni che il progettista deve svolgere per pervenire ad una scelta corretta dei valori caratteristici, appare giustificato il riferimento a valori prossimi ai valori medi quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno, con possibile compensazione delle eterogeneità o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti. Al contrario, valori caratteristici prossimi ai valori minimi dei parametri geotecnici appaiono più giustificati nel caso in cui siano coinvolti modesti volumi di terreno, con concentrazione delle deformazioni fino alla formazione di superfici di rottura nelle porzioni di terreno meno resistenti del volume significativo, o nel caso in cui la struttura a contatto con il terreno non sia in grado di trasferire forze dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti a causa della sua insufficiente rigidità. La scelta di valori caratteristici prossimi ai valori minimi dei terreni può essere dettata anche solo dalle caratteristiche dei terreni; basti pensare, ad esempio, all'effetto delle discontinuità sul valore operativo della resistenza non drenata. Una migliore approssimazione nella valutazione dei valori caratteristici può essere ottenuta operando le opportune medie dei valori dei parametri geotecnici nell'ambito di piccoli volumi di terreno, quando questi assumano importanza per lo stato limite considerato”.

I valori caratteristici dei parametri geotecnici, considerando un elevato volume di terreno (potenziale superficie di rottura grande), sono stati ricavati in base a quanto segue:

- al parametro φ' è stato assegnato un coefficiente di variazione ricavato dalla letteratura tecnica (COV=10%);
- è stato infine applicato il metodo statistico in presenza di un solo dato e varianza nota.

La relazione adottata è la seguente:

$$X_k = \bar{X} - 1,645 \left(\frac{\alpha}{\sqrt{n}} \right)$$

dove:

X_k = valore caratteristico;

\bar{X} = valore medio (ignoto) della popolazione, ipotizzato essere uguale al valore medio del campione;

α = deviazione standard della popolazione;

n = numerosità del campione.

Parametri (valori medi)	Unità litotecnica A (0,0÷3,0 m)	Unità litotecnica B (3,0÷6,0 m)	Unità litotecnica C (6,0÷11,8 m)	Unità litotecnica D (11,8÷19,0 m)
Peso di volume (γ)	18,0 kN/m ³	18,0 kN/m ³	19,0 kN/m ³	19,0 kN/m ³
Peso di volume saturo (γ_w)	20,0 kN/m ³	20,0 kN/m ³	21,0 kN/m ³	21,0 kN/m ³
Peso di volume immerso (γ'_w)	10,0 kN/m ³	10,0 kN/m ³	11,0 kN/m ³	11,0 kN/m ³
Coesione (c')	non calcolata	non calcolata	non calcolata	non calcolata
Angolo di attrito efficace (φ')	35°	36°	39°	38°
Modulo di deformazione (E)	30 Mpa	30 Mpa	40 Mpa	50 Mpa
Coefficiente di Poisson (μ)	0,30	0,30	0,34	0,35

Tabella 9: valori medi dei parametri geotecnici.

Parametri (valori caratteristici)	Unità litotecnica A (0,0÷3,0 m)	Unità litotecnica B (3,0÷6,0 m)	Unità litotecnica C (6,0÷11,8 m)	Unità litotecnica D (11,8÷19,0 m)
Peso di volume (γ)	18,0 kN/m ³	18,0 kN/m ³	19,0 kN/m ³	19,0 kN/m ³
Peso di volume saturo (γ_w)	20,0 kN/m ³	20,0 kN/m ³	21,0 kN/m ³	21,0 kN/m ³
Peso di volume immerso (γ'_w)	10,0 kN/m ³	10,0 kN/m ³	11,0 kN/m ³	11,0 kN/m ³
Coesione (c'_k)	non calcolata	non calcolata	non calcolata	non calcolata
Angolo di attrito efficace (φ'_k)	32°	33°	36°	35°

Tabella 10: valori caratteristici dei parametri geotecnici.

7 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La presente relazione tecnica fornisce le risultanze della caratterizzazione e modellazione geologica in riferimento al Piano Esecutivo Convenzionato (P.E.C.) in Zona D2 e limitrofe del P.R.G.C. Vigente e del P.R.G.C. Adottato del Comune di Lusernetta (TO).

In relazione ai dati pregressi consultati per la stesura della relazione tecnica, sono stati esaminati in particolare gli aspetti geologici e la pericolosità geomorfologica dell'area in esame. L'area ricade in Classe 2 e limitatamente in Sottoclasse 2B. L'attuale corso del Rio Cassere e quello derivante dalla proposta di modifica del tracciato, nella zona di interferenza con la Zona D2, sono caratterizzati da una fascia di pericolosità geomorfologica e di idoneità all'utilizzazione urbanistica di Classe 3a.

Per quanto riguarda la definizione del modello geologico locale, sulla base dei dati acquisiti dalle indagini condotte, è possibile porre in evidenza quanto segue:

- la categoria di sottosuolo, da adottare ai fini sismici, risulta essere di tipo B;
- la verifica alla liquefazione ha consentito di determinare la presenza di depositi non liquefacibili in relazione alla potenziale sismicità del sito in esame;
- le caratteristiche litostratigrafiche dell'area indagata evidenziano la presenza di depositi alluvionali costituiti da ghiaie con locali ciottoli e matrice sabbiosa, fino ad una profondità di circa 6,0 m dal p.c.. Seguono depositi prevalentemente sabbiosi con subordinata ghiaia fino ad una profondità di 11,8 m e sabbie medio-fini con limo fino alla profondità massima raggiunta dal sondaggio (19,0 m). Il substrato roccioso rappresentato da prevalenti gneiss non è stato intercettato;
- in seguito alle indagini eseguite in sito, è stata rilevata la presenza della falda freatica con livello piezometrico posto ad una profondità minima dell'ordine di 2,5 m dal p.c..

Lusernetta, 18 aprile 2023

Il geologo
dott. Stefano Tuberga



Stratigrafia sondaggio geognostico



Committente: Pontevecchio Srl	Sondaggio: s1Pz1
Riferimento: Lusernetta	Data: 16-18/01/2023
Coordinate:	Quota:
Perforazione: carotaggio continuo	

SCALA 1 :75

STRATIGRAFIA - s1Pz1

Pagina 1/2

ø mm	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	DESCRIZIONE	S.P.T.			metri
						S.P.T.	N	A r s	
				0,5	Sabbia medio-fine, ghiaiosa medio-fine, limosa marrone grigio-scuro. Presenza di resti vegetali				1
		1			Ghiaia medio-fine, diam. max 4", poligenica, da angolare a subangolare, alterata, pochi ciottoli, diam. max 13 cm, con sabbia grossa, grigio-marrone.				2
		2			Peso di volume = 18 kN/mc Peso di volume saturo = 20 kN/mc Peso di volume alleggerito = 10 kN/mc Angolo di resistenza al taglio = 32°				3
		3		3,0	Ghiaia eterometrica, diam. max 6 cm, poligenica, da subangolare a subarrotondata, qualche ciottolo pot. Max 20 cm, con sabbia medio-grossa, marrone rossastro chiaro.				4
		4			Peso di volume saturo = 20 kN/mc Peso di volume alleggerito = 10 kN/mc Angolo di resistenza al taglio = 33°	26-50/3cm	Rif		5
		5							6
		6		6,0	Sabbia eterometrica, con ghiaia eterometrica, diam. max 6 cm, poligenica, da angolare a subangolare, da alterata ad intensamente alterata, rari ciottoli, diam. max 8 cm, limosa, localmente con limo marrone rossastro scuro.				7
		7			Peso di volume saturo = 21 kN/mc Peso di volume alleggerito = 11 kN/mc Angolo di resistenza al taglio = 36°				8
		8							9
		9				31-50/6cm	Rif		10
		10							11
		11							12
		12		11,8	Sabbia medio-fine, con limo marrone rossastro scuro, localmente grigio con scaglie e frammenti millimetrici, intensamente alterati.				13
		13			Peso di volume saturo = 21 kN/mc Peso di volume alleggerito = 11 kN/mc Angolo di resistenza al taglio = 35°				14
		14							15

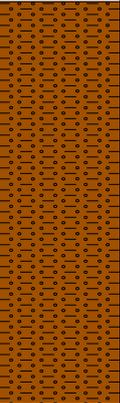


Committente: Pontevecchio Srl	Sondaggio: s1Pz1
Riferimento: Lusernetta	Data: 16-18/01/2023
Coordinate:	Quota:
Perforazione: carotaggio continuo	

SCALA 1 :75

STRATIGRAFIA - s1Pz1

Pagina 2/2

ø mm	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	DESCRIZIONE	S.P.T.		A r s	metri
						S.P.T.	N		
131		16		19,0	Sabbia medio-fine, con limo marrone rossastro scuro, localmente grigio con scaglie e frammenti millimetrici, intensamente alterati. Peso di volume saturo = 21 kN/mc Peso di volume alleggerito = 11 kN/mc Angolo di resistenza al taglio = 35°	29-50/5cm	Rif	16	
	17								
	18								
	19								

Installato piezometro a tubo aperto 2 pollici, 19 m , fessurato 4-19 m, funghetto rosso, eseguito spurgo del piezometro.



Committente: Pontevecchio Srl

Sondaggio: s1Pz1

Riferimento: Lusernetta

Data: 16-18/01/2023

Fotografie - Pagina 1/3

Pagina 1



Cassetta n° 1 - profondità da m 0,00 a m 5,00



Cassetta n° 2 - profondità da m 5,00 a m 10,00



Committente: Pontevecchio Srl

Sondaggio: s1Pz1

Riferimento: Lusernetta

Data: 16-18/01/2023

Fotografie - Pagina 2/3

Pagina 2



Cassetta n° 3 - profondità da m 10,00 a m 15,00



Cassetta n° 4 - profondità da m 15,00 a m 20,00



Committente: Pontevecchio Srl

Sondaggio: s1Pz1

Riferimento: Lusernetta

Data: 16-18/01/2023

Fotografie - Pagina 3/3

Pagina 3



Posizionamento S1Pz1



Completamento S1Pz1

**Relazione geologica e geotecnica
preliminare di supporto al progetto di
realizzazione di “Interventi relativi
all’area industriale D2” in località
Lusernetta (TO).**

Dott. geol. Savazzi Giovanni, Luglio 2022

PONTEVECCHIO S.r.l.
Via Ponte Pietra 3 - 10062 Luserna S. Giovanni (TO)

**RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PRELIMINARE
DI SUPPORTO AL PROGETTO “INTERVENTI RELATIVI ALL’AREA INDUSTRIALE D2”
IN LOCALITA' LUSERNETTA (TO)**

Foglio 6

Mappali 43 – 44 – 45 – 289 – 290 – 617 – 620 – 622 – 629 – 631 – 634 – 638 - 640

IDRORICERCHE S.R.L.
Dott. Geol. Giovanni Savazzi



INDICE

1	PREMESSA	3
2	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	5
3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE	6
4	INDAGINI GEOGNOSTICHE	8
4.1	Assetto litostratigrafico locale	12
4.2	Indagine MASW	14
5	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E QUADRO DEL DISSESTO COME RISULTA DAGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE COMUNALE E SOVRAORDINATI	20
5.1	Quadro conoscitivo del dissesto.....	21
6	MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO (MGR)	24
6.1	Attendibilità del Modello Geologico di Riferimento	25
6.2	Categoria di sottosuolo	25
6.3	Categoria topografica	26
7	RISPOSTA SISMICA LOCALE.....	27
8	PARAMETRI GEOTECNICI	30
9	CONCLUSIONI	32

1 PREMESSA

Nella presente relazione vengono esposti i risultati degli accertamenti geologici e geotecnici, esperiti a supporto del Progetto “INTERVENTI RELATIVI ALL’AREA INDUSTRIALE D2” in località Lusernetta (TO), Foglio 6, Mappali 43 – 44 – 45 – 289 – 290 – 617 – 620 – 622 – 629 – 631 – 634 – 638 - 640.

Gli studi hanno preso l'avvio dall'esame della documentazione scientifica e tecnica d'archivio, aggiornata e integrata con rilevamenti, indagini ed osservazioni di campagna.

I rilievi sul terreno sono stati effettuati nel mese di luglio 2022. Come supporto cartografico è stata utilizzata la carta fotogrammetrica in scala 1:10.000 della Regione Piemonte (C.T.R.).

Per la redazione della presente relazione geologica - geotecnica sono state esperite le seguenti operazioni:

- Reperimento e disamina di dati geologici e geotecnici d'archivio;
- Reperimento e disamina del quadro geomorfologico e sismico riportato nel P.R.G. comunale di Lusernetta e del quadro del dissesto PAI;
- Esame fotointerpretativo dell’area;
- Sopralluoghi accertativi;
- Reperimento e disamina delle indagini geognostiche effettuate dallo scrivente a supporto del progetto per la “Realizzazione di nuovi serbatoi per acqua minerale naturale” in acciaio inox, fuori terra, in località Lusernetta (TO), Foglio 6, Mappali 44 e 46” nell’anno 2021;

- Realizzazione di n. 2 sondaggi geognostici a distruzione di nucleo, integrativi di quelli a carotaggio continuo, effettuati nell'anno 2021. I relativi fori sono stati attrezzati a piezometro, di tipo “a tubo aperto”, per il controllo del livello freatico;

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Per la stesura della presente relazione si è tenuto conto del seguente quadro normativo:

- Decreto Ministeriale LL.PP. 11 marzo, 1988;
- Circolare Ministero LL.PP. n° 30483 del 24 settembre, 1988;
- Decreto Ministeriale LL.PP. 16 gennaio, 1996;
- D.P.R. 6 giugno 2001, n° 380;
- Eurocodici 07 - 08
- O.P.C.M. n° 3274 del 20 marzo 2003 (e successive modificazioni e integrazioni);
- Decreto Ministeriale LL.PP. 14 gennaio, 2008;
- Circolare del C.S.LL.PP. 617/2009;
- Decreto Legislativo 18 aprile 2016 e s.m.i.;
- Decreto Ministeriale LL.PP. 17 gennaio 2018.

L'area di intervento e più in generale il territorio comunale di Lusernetta, è interamente classificata sismica in zona 3S, ai sensi dell'O.P.C.M. n° 3274/2003 e s.m.i., così come riclassificata con D.G.R. 21/05/2014 n. 65-7656.

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

Il territorio del Comune di Lusernetta è modellato su litotipi del Massiccio Cristallino del Dora-Maira, il quale rappresenta il più meridionale dei Massicci Cristallini Interni, di pertinenza Pennidica. Il Massiccio è costituito da un basamento polimetamorfico di probabile età precarbonifera e da un'unità di copertura monometamorfica, di presunta età carbonifera-permiana.

I litotipi maggiormente rappresentati, alla scala locale, sono dati dalle metamorfite di età pre-triassica (gneiss minuti, gneiss occhiadini e micascisti), con associati ammassi lentiformi di pietre verdi, in particolare anfiboliti e prasiniti.

Gli gneiss minuti costituiscono la facies predominante, caratterizzata da rocce compatte (benché caratterizzate da piani di scistosità ben evidenti) con struttura equi-granulare minuta e leggermente ondulata, talora passanti a micascisti per la scomparsa del feldspato potassico. Gli gneiss comprendono facies diverse, caratterizzate dalla presenza di porfiroblasti feldspatici ben visibili (noti come “gneiss ghiandoni”). Sono inoltre rinvenibili gli gneiss listati, una parte dei quali è attualmente oggetto di attività estrattiva (Pietra di Luserna).

I micascisti, per contro, risultano caratterizzati da una struttura finemente scistosa (piana od ondulata) e da una grana prevalentemente minuta, oltre a presentare un clivaggio più pervasivo, da cui deriva la sua marcata fissilità.

Nel territorio comunale i sopradescritti litotipi affiorano in modo piuttosto sporadico, generalmente solo in corrispondenza delle incisioni torrentizie e dei tagli stradali (o a seguito di sbancamenti in genere). Laddove il substrato roccioso affiora, esso è localizzabile in corrispondenza di ammassi quasi sempre di ridotte dimensioni, nei quali la roccia appare solitamente fratturata e alterata. Per gran parte del territorio il basamento metamorfico risulta infatti coperto da depositi di genesi quaternaria, con prevalenza di depositi fluvio-

torrentizi terrazzati, di spessore da plurimetrico a pluridecametrico, nei settori di fondovalle, maggiormente condizionati dalla dinamica evolutiva del T. Luserna e dei suoi tributari.

In corrispondenza dei settori in rilevato prevale invece una copertura in terreni medio-fini, geneticamente associabili alle coperture eluvio-colluviali, il cui spessore risulta comunemente compreso fra i 0,5 metri e i 3 metri.

L'area di diretto interesse è imposta sull'ampio terrazzo fluviale costituito da depositi fluvio torrentizi antichi, su cui si concentra gran parte dell'abitato di Lusernetta; esso risulta decisamente sopraelevato rispetto ai depositi fluvio-torrentizi attuali e recenti, associati invece alla dinamica del Torrente Luserna e del Rio Serbial.

4 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Le indagini geognostiche sono state effettuate in due fasi consecutive: 1) indagini 2021, effettuate a supporto del progetto dei nuovi serbatoi (già realizzati); 2) indagini integrative 2022, effettuate nell'area di imposta del nuovo stabilimento, nella zona immediatamente a monte dei suddetti serbatoi.

Indagine 2021

- N. 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo con prove SPT (Standard Penetration Test) in foro, attrezzati a piezometro di tipo “a tubo aperto”;
- N. 1 stendimento sismico (MASW) per la determinazione del parametro V_{S30} , necessario per la caratterizzazione sismica dell'area e della relativa “Categoria di Sottosuolo”.

L'ubicazione di punti di indagine 2021 e dello stendimento sismico sono riportati nella seguente Figura 1.

I sondaggi geognostici a carotaggio continuo, denominati Sondaggio S1 e Sondaggio 2, sono stati spinti sino a 20 metri di profondità. I sondaggi sono stati eseguiti utilizzando una perforatrice montata su carro cingolato in gomma ad azionamento oleodinamico, modello Beretta T45/S.

Come utensile per la perforazione ed il recupero dei campioni è stato utilizzato un carotiere semplice ed un carotiere doppio aventi le specifiche riportate nella seguente Tabella 1.

diametro esterno	lunghezza utile	Corona
ϕ_{int} 101 mm	150 cm	Widia/diamante

Tabella 1

La perforazione a rotazione, riducendo al minimo il disturbo del terreno, ha richiesto l'impiego del rivestimento provvisorio costituito da tubi in acciaio con le caratteristiche esplicitate nella seguente Tabella 2.

diametro esterno	Lunghezza spezzoni
ϕ_{est} 127 mm	150 cm

Tabella 2

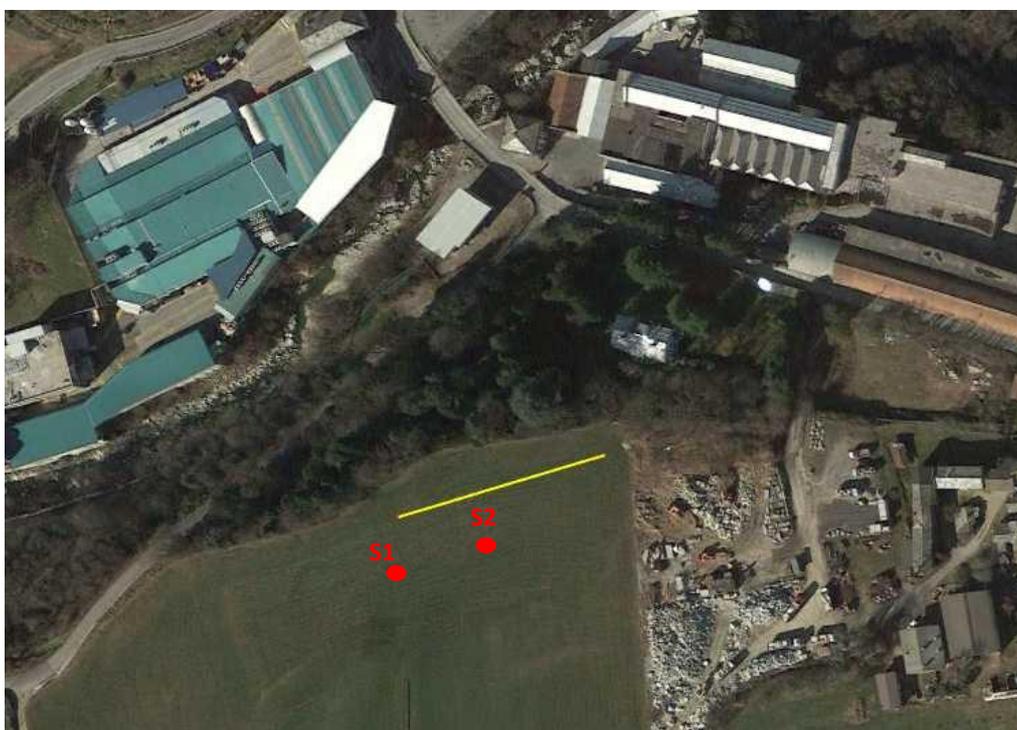


Figura 1 – Ubicazione sondaggi geognostici S1 – S2 e Stendimento MASW (tratto giallo).

All'interno dei fori di sondaggio, sono state effettuate alcune prove Standard Penetration Test (SPT) in foro; tali prove consistono nel misurare il numero di colpi necessario per l'avanzamento di un'apposita scarpa per tre tratti successivi di lunghezza di 15 cm ciascuno.

Le prove sono state eseguite con un dispositivo a sgancio automatico, con altezza di caduta di 762 mm e con un maglio del peso di 63,5 kg, conforme alla normativa ASTM D 1586/67 ed un campionatore con punta aperta della lunghezza di 813 mm, diametro interno di 35 mm e peso totale di 7,2 kg.

Per le operazioni di pulizia e approfondimento del foro non è possibile eseguire la prova con frequenza maggiore di una al metro. Il campionatore viene percosso per tre avanzamenti successivi di 150 mm ciascuno. Il primo tratto, detto di avviamento, comprende l'eventuale penetrazione iniziale per peso proprio; se sotto un numero di colpi $N1 = 50$ l'avanzamento è minore di 15 cm, l'infissione deve essere sospesa, la prova è considerata conclusa, e si annota la relativa penetrazione (ad esempio $N1 = 50/13$ cm).

La resistenza alla penetrazione è caratterizzata dalla somma del numero di colpi necessari all'avanzamento del secondo e terzo tratto da 150 mm:

$$N_{SPT} = N2 + N3$$

In cui:

$N1$ = numero colpi necessari per l'avanzamento del campionatore nei primi 15 cm

$N2$ = numero colpi necessari per l'avanzamento del campionatore nei successivi 15 cm

$N3$ = numero colpi necessari per l'avanzamento del campionatore negli ultimi 15 cm

La prova è particolarmente significativa su terreni a grana fine. Nel caso di cui trattasi, essendo il terreno di fondazione costituito da depositi alluvionali, relativamente grossolani e molto addensati, con blocchi localmente fino a metrici (soprattutto nell'area di imposta dei serbatoi), è stata effettuata una sola prova nel foro S1 alla profondità di 3,00 m, andando a "Rifiuto" dopo il primo intervallo di infissione (15 cm).

I valori della prova SPT effettuata nel foro S1 sono riportati nella seguente Tabella 3.

Tratto in prova m da p.c.	SONDAGGIO S1 Numero Colpi SPT N1 - N2 - N3
3.00-3.50	15 - R

Tabella 3

Non sono state effettuate prove a profondità maggiore di 3 metri poiché il terreno investigato, già nella prima prova a 3.00 m di profondità, è risultato estremamente compatto.

Nel sondaggio S1 è stato posizionato un piezometro da 2 pollici esteso per tutta la lunghezza del foro, quindi fino ad una profondità di 20 m. Nel sondaggio S2, invece, è stato posizionato un piezometro da 3 pollici fino alle profondità di 15 m. In entrambi i piezometri il tratto fessurato inizia a 9 m di profondità.

A fine lavori, nei piezometri, la falda idrica si è attestata a circa 10 metri di profondità dal piano campagna.

Indagine integrativa 2022

- N. 2 sondaggi geognostici a distruzione di nucleo, attrezzati a piezometro di tipo “a tubo aperto”;

L’ubicazione di punti di indagine 2022 è riportata nella seguente Figura 2.

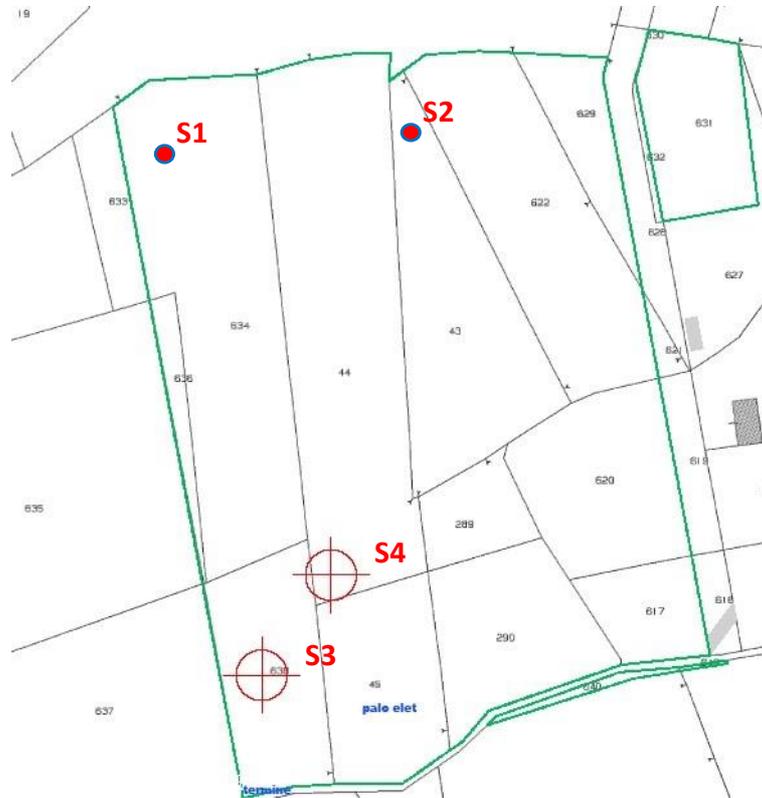


Figura 2 – Ubicazione indagini: S1 – S2 indagini 2021; S3 – S4 indagini 2022.

4.1 Assetto litostratigrafico locale

Le stratigrafie dei sondaggi effettuati hanno evidenziato la seguente successione litostratigrafica: dopo un primo livello “terroso”, superficiale (suolo colturale), avente spessore di ordine metrico, si riscontra la presenza di uno strato detritico, costituito da sabbie e ghiaie con eterometria dei clasti decrescente dall’allineamento S1 – S2 verso S3 – S4. Infatti, nella zona di imposta di S1 – S2 sono stati intercettati blocchi fino a metrici, di natura metamorfica, in matrice sabbiosa, debolmente limosa; verso S3 – S4 il terreno risulta essere più omogeneo, con pressoché assenza di blocchi ciclopici. Il letto del “materasso”

detritico si attesta alla profondità di 18 m dal p.c. (sondaggio S1), 16 m dal p.c. (sondaggio S2) e si approfondisce verso i sondaggi S3 – S4 dove lo stesso risulta essere situato a profondità maggiore di 25 metri dal piano campagna attuale.

SONDAGGIO S1

- 0 – 0,30 m: Suolo colturale
- 0,30 – 18,00 m: Blocchi, ciottoli e ghiaie con matrice sabbiosa, debolmente limosa
- 18,00 – 20,00 m: Gneiss

SONDAGGIO S2

- 0 – 0,30 m: suolo colturale
- 0,30 – 16,00 m: Blocchi, ciottoli e ghiaie con matrice sabbiosa, debolmente limosa
- 16,00 – 20,00 m: Gneiss

SONDAGGIO S3

- 0 – 0,30 m: suolo colturale
- 0,30 – > 25,00 m: alternanze di sabbie e ghiaie con matrice sabbiosa, debolmente limosa

SONDAGGIO S4

- 0 – 0,30 m: suolo colturale
- 0,30 – > 25,00 m: alternanze di sabbie e ghiaie con matrice sabbiosa, debolmente limosa

Il livello piezometrico della falda risulta avere andamento sub-parallelo al piano campagna e presenta una soggiacenza compresa tra -7 e -10 metri circa dal piano campagna.

4.2 Indagine MASW

Il metodo MASW è una tecnica di indagine non invasiva che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo.

Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidezza della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato, le onde di Rayleigh sono dispersive, vale a dire che la velocità di fase apparente (o di gruppo) delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione.

La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi.

Il metodo di indagine MASW si distingue in metodo attivo e passivo (Zywicki, D.J.1999) o in una combinazione di entrambi.

Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale, apparente, nell'intervallo di frequenze compreso tra 5Hz e 70Hz; pertanto dà informazioni sulla parte più superficiale del suolo, vale a dire nei primi 30 – 50 m, in funzione della rigidezza del suolo stesso. Il metodo passivo in genere consente di tracciare una velocità di fase apparente sperimentale compresa tra 0 Hz e 10Hz; quindi dà informazioni sugli strati più profondi del suolo, generalmente al di sotto dei 50 m, in funzione della rigidezza del suolo.

In data 22/04/2020 (v. indagine 2021), è stato predisposto uno stendimento sismico lineare con le seguenti caratteristiche (Foto 1 e Figura 3):

- Lunghezza stendimento pari a 72 m;
- 24 geofoni con una distanza intergeofonica di 3,0 m;
- Durata acquisizione di 1002,3 msec;
- Periodo di campionamento pari a 0.131 msec.



Foto 1 - Stendimento sismico MASW.



Figura 3 - Ubicazione dello stendimento sismico.

Si riportano di seguito (Figura 4), i profili con le velocità V_{s30} relativi allo stendimento.

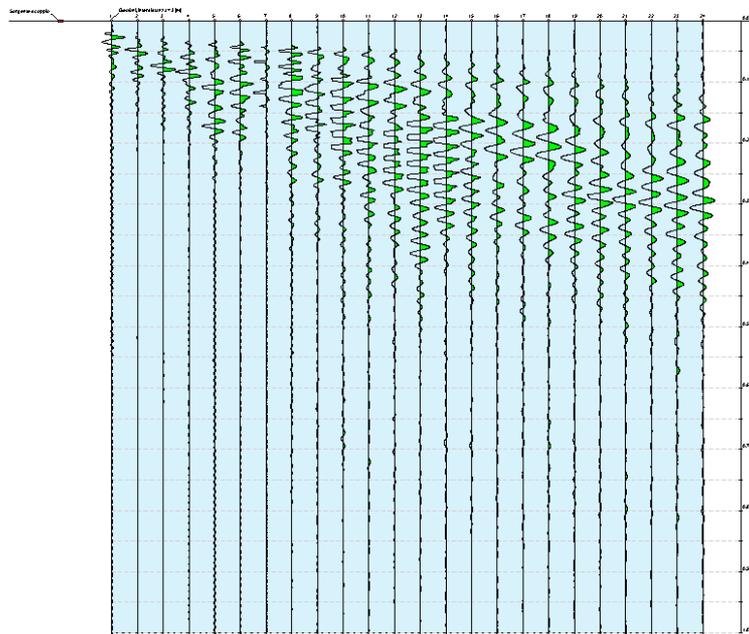


Figura 4 - Profili delle velocità V_{s30}

Per quanto riguarda l'analisi spettrale, si riportano i parametri considerati:

- Frequenza minima di elaborazione pari a 2 Hz;
- Frequenza massima di elaborazione pari a 60 Hz;
- Velocità minima di elaborazione pari a 1 m/s;
- Velocità massima di elaborazione 800 m/s;
- Intervallo velocità pari a 1 m/s.
-

Spettro Velocità di fase - Frequenze

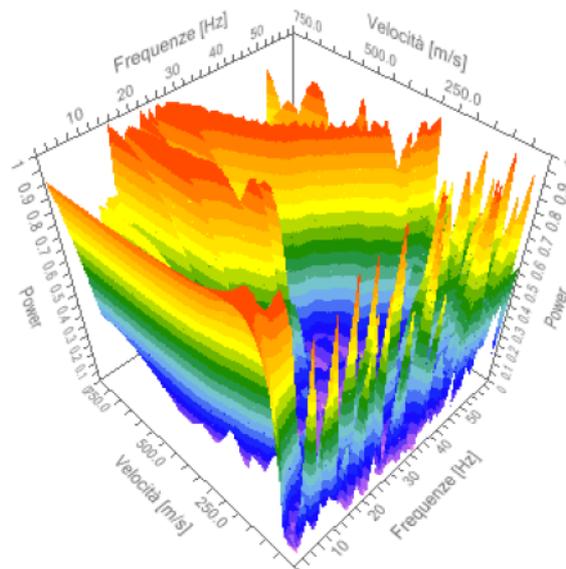


Figura 5 - Analisi spettrale

Spettro Velocità di fase - Frequenze

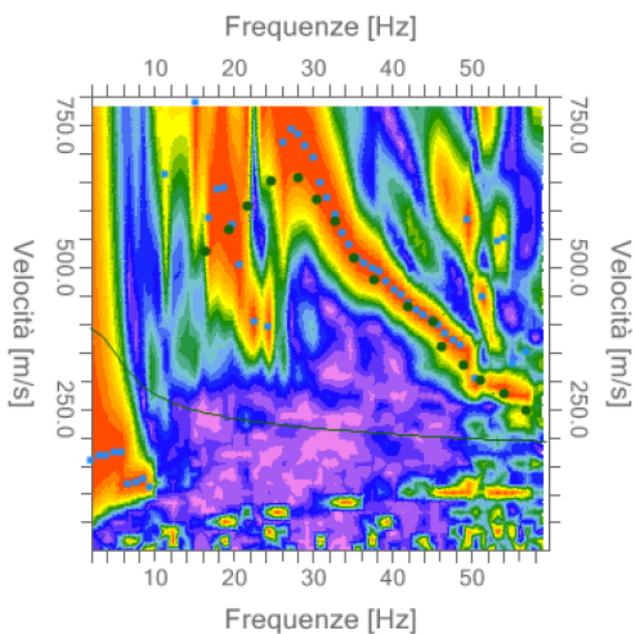


Figura 6 - Curva di dispersione

Inversione

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	2.17	2.17	1800.0	0.3	443.6	237.1
2	5.65	3.48	1900.0	0.3	1324.5	708.0
3	17.35	11.70	1900.0	0.3	1470.0	785.8
4	33.34	15.99	1900.0	0.3	1463.3	782.2
5	44.36	11.03	2000.0	0.3	1463.1	782.1
6	45.00	45.00	2100.0	0.3	1492.8	797.9

Tabella 4 – Risultati del processo di inversione

PROFILO DI VELOCITA'

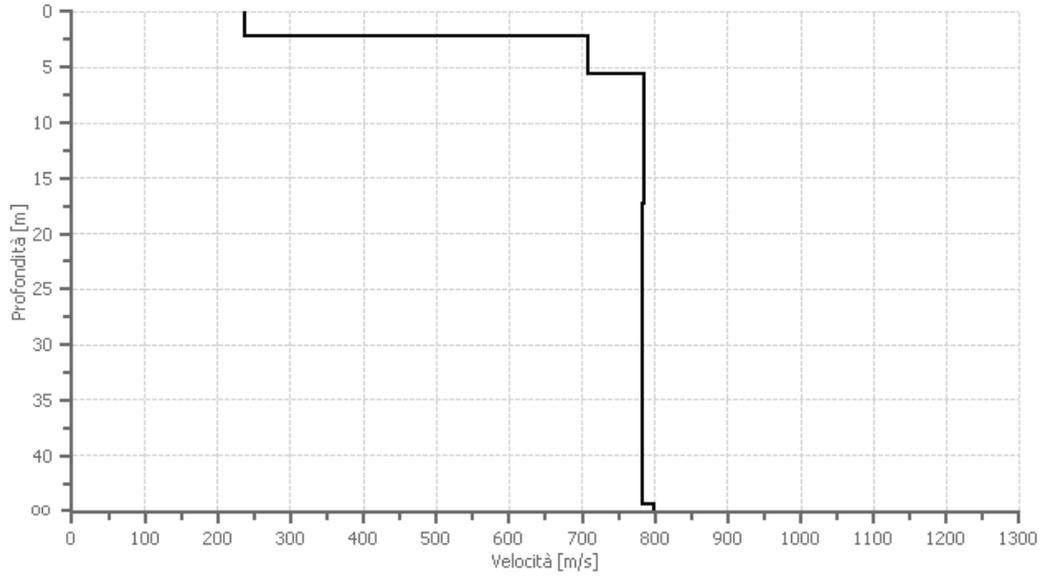


Figura 7 – Profilo di velocità

5 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E QUADRO DEL DISSESTO COME RISULTA DAGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE COMUNALE E SOVRAORDINATI

L'area di imposta del fabbricato in progetto è compresa nella sezione della CTR Piemonte "172150" ed è amministrativamente localizzata nel comune di Lusernetta (TO). Di seguito si riporta uno stralcio della Sezione "172150" della Carta Tecnica Regionale (Figura 8) della Regione Piemonte (C.T.R.), con l'ubicazione dell'area di intervento.

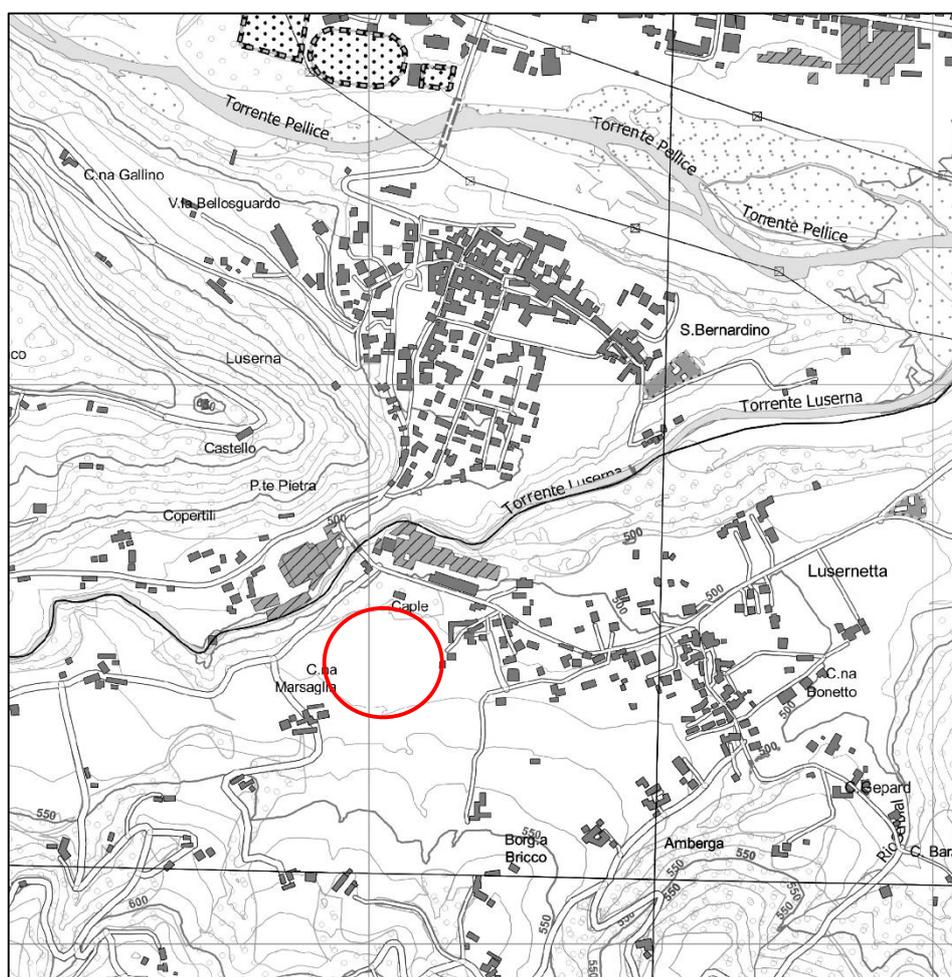


Figura 8 - Stralcio CTR Regione Piemonte, sezione 172150, con evidenziato in rosso l'area di intervento.

L'area di intervento è individuata dalle seguenti coordinate baricentriche:

- Coordinate nel sistema UTM WGS84 (m): 361'042 E; 4'962'567 N
- Quota s.l.m.: 515 m circa
- Comune: Lusernetta
- Foglio 6 – Mappali 43 – 44 – 45 – 289 – 290 – 617 – 620 – 622 – 629 – 631 – 634 – 638 - 640
- Provincia: Torino
- Regione: Piemonte

5.1 Quadro conoscitivo del dissesto

Il quadro conoscitivo del dissesto è stato desunto previa consultazione dei seguenti documenti:

- Studio geologico di supporto alla pianificazione comunale (PRG) del Comune di Lusernetta;
- Quadro del dissesto aggiornato, così come riportato nel Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) e nel PRG comunale;
- Quadro del dissesto così come riportato nell'Inventario dei Fenomeni Franosi della Regione Piemonte (IFFI).

Nelle seguenti Figura 9 e Figura 10 è riportato rispettivamente lo stralcio della carta PAI e della “*Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica*”, come da “Variante di adeguamento al PAI – Piano Regolatore Generale del Comune di Lusernetta” (redatto dal Dott. Geol. F. Gianquinto).



Figura 9 – Stralcio PAI, con indicata l'area di intervento (cerchio rosso).

C. Aree a rischio idrogeologico molto elevato

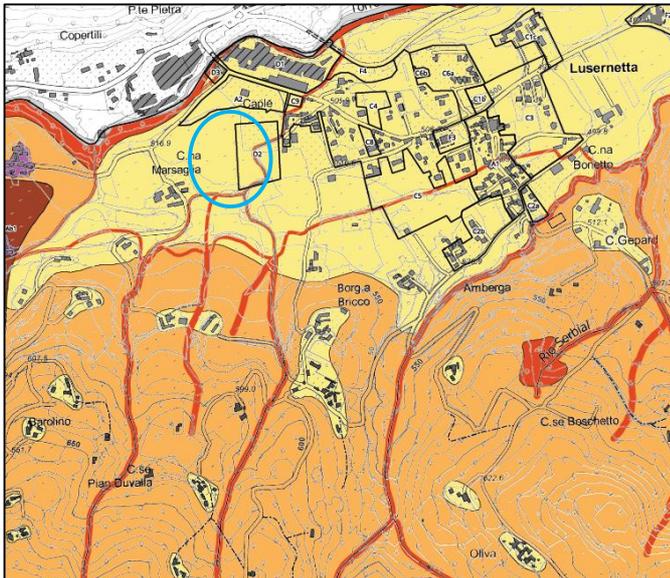
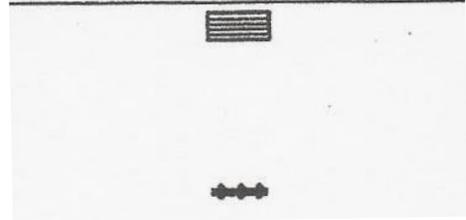


Figura 10 – Stralcio della “Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica”, con indicata l'area di intervento (cerchio azzurro).

Legenda

Classi di idoneità all'utilizzazione urbanistica

- Classe II**
Porzioni di territorio nelle quali le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica possono essere agevolmente superate attraverso l'adozione e il rispetto di modesti accorgimenti tecnici, realizzabili a livello di progetto esecutivo esclusivamente nell'ambito del singolo lotto edificatorio o dell'intorno significativo circostante.
- Classe III indifferenziata**
Porzioni di territorio ascrivibili essenzialmente alla classe IIIa, ma con la presenza di locali aree in classe IIIb ed eventuali aree in classe II, non cartografate o cartografabili alla scala utilizzata.
Nello specifico in questa classe sono compresi i settori ubicati in ambiti rilevati, privi di edifici o, al più, con presenza di edifici isolati (case sparse), in corrispondenza dei quali non è stata riconosciuta, al momento del sopralluogo, alcuna evidenza geomorfologica di dissesti potenziali o in atto.
Gli interventi in tali settori dovranno dunque essere subordinati all'esecuzione di specifici studi geologici e geotecnici di fattibilità, da definirsi per ciascun sito d'indagine.
- Classe IIIb2**
Porzioni di territorio edificate nelle quali gli elementi di pericolosità geologica e di rischio sono tali da imporre in ogni caso interventi di riassetto territoriale di carattere pubblico a tutela del patrimonio urbanistico esistente.
In assenza di tali interventi di riassetto saranno consentite solo trasformazioni che non aumentino il carico antropico quali, a titolo di esempio, interventi di manutenzione ordinaria, manutenzione straordinaria, risanamento conservativo, ecc.; per le opere di interesse pubblico non altrimenti localizzabili varrà quanto previsto all'art. 31 della L.R. 56/77.
Nuove opere o nuove costruzioni saranno ammesse solo a seguito dell'attuazione degli interventi di riassetto e della avvenuta eliminazione e/o minimizzazione della pericolosità.
Gli strumenti attuativi del riassetto idrogeologico e i Piani Comunali di Protezione Civile dovranno essere reciprocamente coerenti.
- Classe IIIa**
Porzioni di territorio inedificate, che presentano caratteri geomorfologici o idrogeologici che le rendono inidonee a nuovi insediamenti (aree dissestate, in frana, potenzialmente dissestabili o soggette a pericolo di valanghe, aree alluvionabili da acque di esondazione ad elevata energia).
Per le opere infrastrutturali di interesse pubblico, non altrimenti localizzabili (con specifico riferimento ad esempio, ai parchi fluviali), vale quanto già indicato all'art.31 della L.R. 56/77.

Frane censite

Frane attive (FA) e relativo cod. identificativo

Conoidi censiti

Area di conoide attivo non protetto, a pericolosità elevata (CAB1) e relativo cod. identificativo

Area di conoide stabilizzato (CS) e relativo cod. identificativo

L'area di intervento non risulta essere interessata da alcun fenomeno di dissesto gravitativo e/o di rischio alluvionale (Figura 9).

Dalla Figura 10, si evince come l'area di intervento sia classificata in "Classe II" di idoneità all'utilizzazione urbanistica: *"Porzioni di territorio nelle quali le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica possono essere agevolmente superate attraverso l'adozione e il rispetto di modesti accorgimenti tecnici, realizzabili a livello di progetto esecutivo esclusivamente nell'ambito del singolo lotto edificatorio o dell'intorno significativo circostante"*.

È da segnalare la presenza, sul confine sud dell'area di intervento, di un corso d'acqua con alveo classificato in "classe IIIa": *"Porzioni di territorio inedificate che presentano caratteri geomorfologici o idrogeologici che le rendono inidonee a nuovi insediamenti... omissis... aree alluvionabili da acque di esondazione ad elevata energia..."*.

Per quanto riguarda il suddetto corso d'acqua, situato sul confine meridionale dell'area di intervento, si dovrà prevedere l'adeguamento idraulico della relativa sezione, lasciando il corso d'acqua a cielo aperto.

Per quanto riguarda l'intervento in progetto, le indagini geognostiche appositamente effettuate hanno evidenziato l'assenza di elementi di pericolosità e/o incompatibilità geologica. Tenuto conto della quota di scavo prevista per il magazzino interrato, le caratteristiche litologiche e geotecniche dei terreni di fondazione sono del tutto congrue all'ipotesi progettuale di fondazioni dirette, a platea per il magazzino interrato e a plinti collegati da un reticolo di travi rovesce.

Tenuto conto delle condizioni litologiche e idrogeologiche del sito, la quota di imposta dei plinti potrà essere prevista alla quota di -2,00 metri circa dal piano campagna attuale.

6 MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO (MGR)

L'area di intervento è interamente impostata in depositi fluvio-torrentizi sopraelevati di circa 15 – 25 metri rispetto al fondo alveo attivo del T. Luserna.

In sintesi, il Modello Geologico di Riferimento può essere così schematizzato:

COMPLESSO LITOLOGICO 1

Profondità: dal piano campagna a oltre m 25.

Litologia: Depositi fluvio-torrentizi sabbiosi e ghiaiosi con matrice sabbiosa, debolmente limosa, molto addensati.

Permeabilità: da media a elevata.

Falda: è stata rinvenuta una falda libera con livello piezometrico oscillante stagionalmente tra -10 e -7 metri dal piano campagna.

COMPLESSO LITOLOGICO 2

Profondità: da m 26 – 30 metri a oltre m 30,00.

Litologia: Gneiss compatto, mediamente fratturato.

Permeabilità: bassa.

Falda: Assente.

Sulla base dei dati di monitoraggio piezometrico disponibili, relativi soprattutto ai piezometri S1 ed S2, si assume un livello di progetto della falda pari a -8,00 metri dal piano campagna.

Nella zona di imposta del futuro magazzino possono formarsi falde sospese a carattere temporaneo e di modesta portata, già a partire da -2 metri dal piano campagna attuale (in

funzione anche della presenza d'acqua nell'alveo del corso d'acqua presente sul confine sud).

6.1 Attendibilità del Modello Geologico di Riferimento

Come previsto dagli indirizzi normativi vigenti in materia geologica, il geologo, in relazione con la qualità e la consistenza delle informazioni disponibili, deve fornire indicazioni per la qualificazione del “Modello Geologico di Riferimento” (M.G.R.) descritto nel capitolo precedente.

La scala di riferimento del grado di attendibilità, come esplicitato anche negli “standard metodologici e di lavoro” editi dal Consiglio Nazionale dei Geologi, prevede cinque valori:

1 = scarso;

2 = mediocre;

3 = sufficiente;

4 = buono;

5 = ottimo.

Sulla base delle informazioni complessivamente disponibili, si ritiene che l'affidabilità del M.G.R. del sito in questione, sia da considerare di grado ottimo (classe 5).

6.2 Categoria di sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, la classificazione della “categoria di sottosuolo”, ai sensi del D.M. 17 gennaio 2018, si effettua in base ai valori della velocità equivalente “ $V_{s,30}$ ” di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 metri di profondità.

La velocità equivalente delle onde di taglio “ $V_{s,30}$ ” è definita dalla seguente espressione:

$$V_{S,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

In cui:

h_i = spessore (in metri) dell'i-esimo strato compreso nei primi 30 metri di profondità;

$V_{S,i}$ = velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N = numero di strati compresi nei primi 30 metri di profondità.

Nel caso specifico, la caratterizzazione sismica del sottosuolo è stata effettuata sulla base della prova sismica MASW, appositamente realizzata.

Il profilo M.A.S.W., sulla base dei modelli medi, ha fornito una V_{s30} pari a 665 m/s (valore elevato, a conferma della presenza di terreni di fondazione addensati).

Ai fini della definizione delle azioni sismiche, secondo le “NTC 2018”, il profilo stratigrafico dei terreni coinvolti nel progetto permette di classificare il sito come:

- **Sottosuolo di tipo B**: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente ($V_{S,eq}$) compresi tra 360 m/s e 800 m/s

6.3 Categoria topografica

Con riferimento alla tabella 3.2.III (Categorie topografiche) di cui alle NTC 2018, il sito oggetto di intervento, alla scala del manufatto in progetto, è attribuibile alla categoria T1: “Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i minore o uguale a 15°”.

7 RISPOSTA SISMICA LOCALE

Il Comune di Lusernetta, nel cui ambito è inserita l'area oggetto di intervento, è classificato sismico in Zona 3S. La relativa Pericolosità Sismica, desunta in base alla procedura di cui al D.M. 17 gennaio 2018, è visualizzata in Figura 11 in funzione del reticolo di pericolosità macro sismica nazionale.

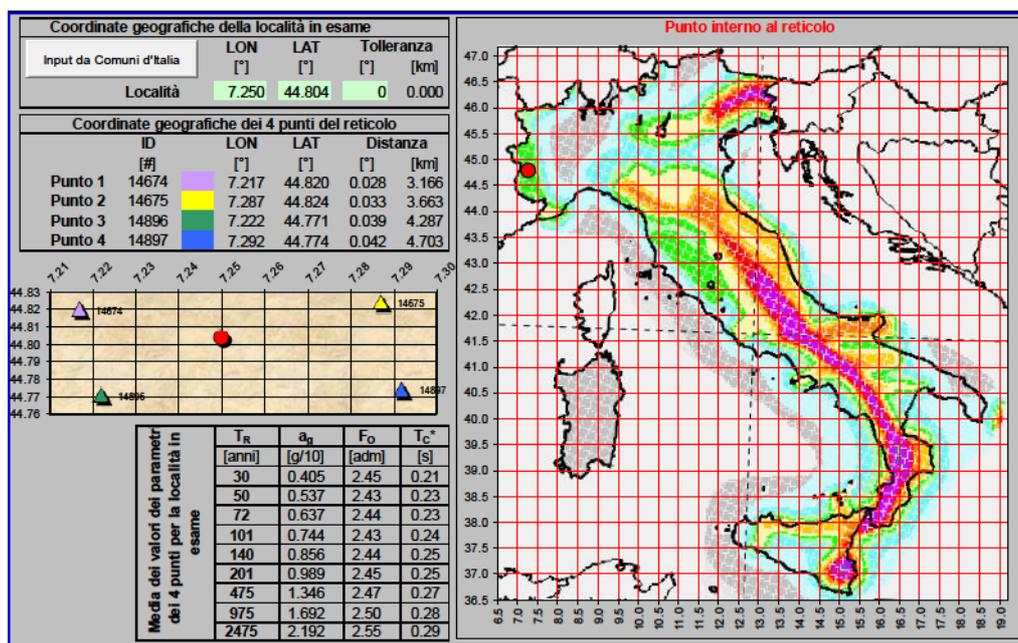


Figura 11 -- Pericolosità macro sismica del sito di intervento.

Risulta una accelerazione orizzontale di riferimento al bed-rock sismico, per sisma con tempo di ritorno di 475 anni, pari a 0,1346g.

Assumendo:

- una "vita nominale della costruzione" (VN) pari a 50;
- una "classe d'uso della costruzione" pari a IV" (essendo l'acqua minerale naturale classificabile quale "alimento" – "Opere strategiche");
- una "categoria di sottosuolo B";

- una “categoria topografica 1” ed un fattore di smorzamento pari al 5% (v. D.M. 17 gennaio 2018);

si ottengono i parametri caratteristici di cui alla seguente Tabella 5, da cui risulta un fattore di amplificazione stratigrafica locale (S_s) pari a 1,2 e un fattore di amplificazione topografica locale (S_T) pari ad 1,0. Il fattore di amplificazione sismica locale ($S = S_s \times S_T$), è pari a 1,20.

§ 2.4				Stratigraf.-Topograf.			Dissipaz. convenz.		Valori costanti per spettro verticale				
V_N	50	[anni]		Cat. sottosuolo	B		ζ	η	$S_{s,v}$	$T_{B,v}$	$T_{c,v}$	$T_{D,v}$	
Clas.	IV			Cond. topografia	T1		[adm]	[adm]	[adm]	[s]	[s]	[s]	
C_U	2.0	[adm]		S_T	1.0	[adm]	5.0%	1.00	1.0	0.05	0.15	1.00	
V_R	100	[anni]											
§ 3.2.1				Valori interpolati			Valori ricavati da a_g , F_o , e T_c^*						
		P_{VR}	T_R	a_g	F_o	T_c^*	S_s	C_c	S	T_B	T_c	T_D	F_v
		[adm]	[anni]	[g/10]	[adm]	[s]	[adm]	[adm]	[adm]	[s]	[s]	[s]	[adm]
SLU SLE	SLO	81%	60	→ 0.585	2.43	0.23	→ 1.20	1.47	1.20	0.11	0.34	1.83	0.79
	SLD	63%	101	→ 0.744	2.43	0.24	→ 1.20	1.46	1.20	0.12	0.35	1.90	0.90
SLU SLE	SLV	10%	949	→ 1.678	2.50	0.28	→ 1.20	1.42	1.20	0.13	0.39	2.27	1.38
	SLC	5%	1950	→ 2.052	2.54	0.29	→ 1.19	1.41	1.19	0.13	0.40	2.42	1.55

Tabella 5 – Parametri sismici locali.

Ai fini della caratterizzazione della risposta sismica locale, il valore dell’accelerazione orizzontale di riferimento allo “Stato Limite Ultimo di Salvaguardia della Vita” (SLV) risulta:

$$a_g = 0,201g$$

Il valore dell’accelerazione orizzontale di riferimento allo “Stato Limite Ultimo di Collasso” (SLC) risulta:

$$a_g = 0.246g$$

Il D.M. 17 gennaio 2018 prevede che il fenomeno della liquefazione spontanea possa verificarsi quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. eventi sismici attesi di magnitudo M maggiore di 5;
2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) maggiori di 0,1g;
3. profondità media stagionale della falda inferiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata (N1)60 < 30;
5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) ed in Figura 7.11.1(b) del D.M. 17 gennaio 2018.

L'area in esame, come risulta dall'analisi sopra esposta, è caratterizzata da una accelerazione massima al suolo maggiore di 0,1g. Tuttavia, essendo il sito di imposta scolpito in depositi grossolani, con fuso granulometrico indubbiamente non riconducibile a sabbie fini e uniformi, l'assenza nell'immediato sottosuolo di terreni potenzialmente liquefacibili (v. appunto sabbie sciolte, fini ed uniformi) rende il sito non suscettibile di fenomeni di liquefazione.

Pertanto, si ritiene che non sussistano le condizioni geologiche favorevoli alla liquefazione spontanea.

8 PARAMETRI GEOTECNICI

I nuovi indirizzi normativi (Eurocodici 07 e 08; D.M. 17 gennaio 2018) prescrivono che i valori dei parametri di resistenza dei terreni di fondazione debbano essere scelti attraverso una *“stima ragionata e cautelativa del valore che influenza l’insorgere dello stato limite”*.

Nell’ipotesi fondazionale in progetto si considera una tipologia fondazionale diretta, a platea o a reticolo di plinti collegati da travi.

Ne consegue che, assumendo uno schema di rottura del terreno “alla Mohr-Coulomb”, il volume d’influenza nei confronti dello “stato limite ultimo di collasso (SLC)” può essere considerato dell’ordine di 2,5B (con B = larghezza della base di appoggio) e coinvolge i terreni presenti nel sottosuolo fino al substrato lapideo, gneissico.

Sulla base di quanto sopra esposto, il volume d’influenza entro cui, nei depositi detritici, viene mobilitata la resistenza al taglio del terreno al di sotto della base di appoggio è “grande” e quindi confrontabile con il valore medio dell’ampiezza delle fluttuazioni naturali (variabilità casuale) delle caratteristiche di resistenza dei terreni presenti nel sottosuolo. In tal caso la “stima ragionata e cautelativa” della resistenza al taglio del terreno, nell’ambito del suddetto volume di influenza, è materializzata dal 5° percentile della distribuzione della media dei valori della resistenza a taglio del terreno di fondazione (Eurocodice 7; Circolare C.S.LL.PP. 617/2009). La suddetta “stima ragionata e cautelativa” determina il valore caratteristico (k) della resistenza del terreno (D.M. 17 gennaio 2018).

Nel caso di cui trattasi, data la natura granulare del terreno di imposta, sono stati assunti, in via del tutto cautelativa, i seguenti parametri geotecnici:

- Peso di volume naturale: $\delta = 2,40 \text{ t/mc} = 23,54 \text{ kN/mc}$
- Angolo di attrito (valore caratteristico): $\phi'_k = 38^\circ$
- Coesione (valore caratteristico): $c' = \text{trascurabile in via cautelativa}$

- Modulo di deformazione al taglio: $G_0 = 802 \text{ MPa}$
- Modulo elastico: $E_Y = 2086 \text{ MPa}$
- Modulo di deformazione edometrico: $E_D = 2808 \text{ MPa}$

I parametri di deformazione sono stati stimati sulla base dei risultati della MASW, appositamente effettuata.

9 CONCLUSIONI

Nella presente relazione sono stati esposti i risultati degli accertamenti geologici e geotecnici, esperiti a supporto del Progetto “INTERVENTI RELATIVI ALL’AREA INDUSTRIALE D2” in località Lusernetta (TO).

Dall’esame degli strumenti di pianificazione comunale e sovra-comunale, l’area di intervento non risulta essere interessata da alcun fenomeni di dissesto gravitativo e/o di rischio alluvionale, ad eccezione del confine meridionale della stessa dove è presente un corso d’acqua classificato in “classe IIIa”: *“Porzioni di territorio inedificate che presentano caratteri geomorfologici o idrogeologici che le rendono inidonee a nuovi insediamenti... omissis... aree alluvionabili da acque di esondazione ad elevata energia...”*.

Per quanto riguarda il suddetto corso d’acqua, situato sul confine meridionale dell’area di intervento, si dovrà quindi prevedere l’adeguamento idraulico della relativa sezione, lasciando il corso d’acqua a cielo aperto.

L’area di imposta del nuovo capannone industriale e del relativo magazzino risulta invece essere ascritta alla “Classe II” di idoneità all’utilizzazione urbanistica: *“Porzioni di territorio nelle quali le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica possono essere agevolmente superate attraverso l’adozione e il rispetto di modesti accorgimenti tecnici, realizzabili a livello di progetto esecutivo esclusivamente nell’ambito del singolo lotto edificatorio o dell’intorno significativo circostante”*.

Per quanto riguarda l’intervento in progetto, le indagini geognostiche appositamente effettuate hanno evidenziato l’assenza di elementi di pericolosità e/o incompatibilità geologica (ad eccezione del sopra richiamato corso d’acqua). Le caratteristiche litologiche e geotecniche dei terreni di fondazione sono del tutto congrue all’ipotesi progettuale, fondazionale di progetto.

Il terreno di fondazione risulta caratterizzato da buone caratteristiche di resistenza e deformabilità.

Il livello di progetto della falda freatica può essere assunto pari a -8 m dal piano campagna attuale con massima escursione a -7 metri dal p.c. stesso.

Per quanto riguarda l'imposta dei plinti e delle relative travi di collegamento si suggerisce di impostare le stesse a non meno di 2,00 metri dal piano campagna attuale.

Il fronte di scavo del futuro magazzino, perlopiù interrato, impone l'adozione di idonee opere provvisorie di contenimento dei fronti di scavo e di aggettamento delle acque di falda.

Chiusa di Pesio, 2 settembre 2022

Dott. ~~Paolo~~ Giovanni Savazzi

