

*Studio di Geologia e Geotecnica
geologo dott. Stefano Piccioni*

COMUNE DI MADRUZZO
PROVINCIA DI TRENTO

**PIANO DI LOTTIZZAZIONE IN LOCALITÀ PERGOLESE, AREA RESIDENZIALE DI
NUOVA ESPANSIONE (C.C. DI LASINO).**

II Variante

RELAZIONE GEOLOGICA

SULLE INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO (PARTE A)

CONTIENE: RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA - (PARTE A2.5)

RELAZIONE MODELLAZIONE AMBIENTALE "TERRE E ROCCE DA SCAVO" - (PARTE A2.7)

RELAZIONE GEOTECNICA

SULLE INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA DEL SITO (PARTE B)

TRENTO, luglio 2019

IL RELATORE:



*Relazioni geologiche, geotecniche, nivologiche ed idrogeologiche
38100 Trento - Via della Collina, 39
tel. 0461-230170 cell. 328-1268610 e-mail: geologopiccioni@libero.it*

*Studio di Geologia e Geotecnica
geologo dott. Stefano Piccioni
38100 Trento - Via della Collina, 39
tel. 0461-230170 cell. 328-4268610 e-mail: geologopiccioni@libero.it*

COMUNE DI MADRUZZO
PROVINCIA DI TRENTO

**REALIZZAZIONE DI UN EDIFICIO UNIFAMILIARE NEL “LOTTO 5” DEL PIANO DI
LOTTIZZAZIONE IN LOC. PERGOLESE, SULLA P.F. 3854 DEL CC. DI LASINO IN
FRAZIONE PERGOLESE.**

II Variante

Relazione geologica e geotecnica

| INDICE | pag. |
|---|------|
| A) RELAZIONE GEOLOGICA | 2 |
| A1 PREMESSA | 2 |
| A2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE | 3 |
| A2.1 Inquadramento geografico | 3 |
| A2.2 Inquadramento geomorfologico | 8 |
| A2.3 Inquadramento stratigrafico | 8 |
| A2.4 Inquadramento idrologico | 9 |
| A2.5 Inquadramento sismico (relazione modellazione sismica) | 9 |
| A2.6 Inquadramento urbanistico | 12 |
| A2.7 Inquadramento ambientale | 13 |
| A3 CONCLUSIONI..... | 14 |
| B) RELAZIONE GEOTECNICA | 15 |
| B1 PREMESSA | 15 |
| B2 CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE ED INDICAZIONI ESECUTIVE | 16 |
| B2.1 Analisi fondazionale | 16 |
| B2.2 Verifiche di stabilità degli sbancamenti | 17 |
| B2.3 Riporti..... | 18 |
| B2.4 Reti acque bianche | 18 |
| B2.5 Reti acque nere | 19 |
| B3 CONCLUSIONI..... | 19 |

Relazioni geologiche, geotecniche, nivologiche ed idrogeologiche

A) RELAZIONE GEOLOGICA

A1 PREMESSA

Su incarico del Committente, San Siro s.a.s. di Pisoni Elio, si è svolta una relazione geologica relativa ai terreni di cui in titolo (II Variante di lottizzazione), come richiesto dall'Ufficio Tecnico del Comune di Madruzzo, sulla base di quanto previsto Decreto MIT del 17 gennaio 2018 (NTC 2018) e da specifiche norme, redatte dalla Provincia Autonoma di Trento (in particolare il P.U.P.), recepite dai singoli P.R.G. comunali.

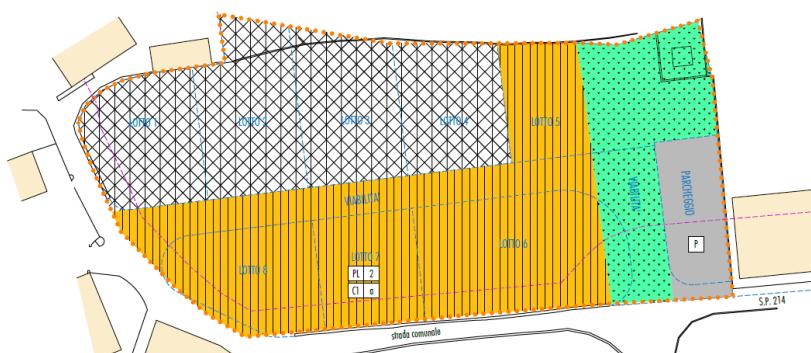
Essa si prefigge lo scopo di verificare la fattibilità geologica degli interventi in progetto e, in caso di parere positivo, indicare eventualmente anche alcune modalità e/o integrazioni esecutive più consone alla realizzazione delle opere in esame.

Gli intendimenti progettuali sono noti, all'interno di una lottizzazione dell'area già in atto (vedi relazione presentata in data 2014) vi è stata una variante del PRG in cui porzioni di aree per "Insediamenti residenziali" (art.37) sono state trasformate in aree per "Azienda agricola" (art.51) con 8 lotti che si sono ridotti a 5 e con alcune leggere modifiche del piano di campagna (con locali riduzioni dei riporti previsti nel 2014 che potevano arrivare anche a poco più di 2,0 m che subiranno locali abbassamenti che vanno grossomodo da -1,70 m a -0,5 m a secondo dei lotti).

In questa fase (II variante) l'analisi geologica oltre a valutare la fattibilità della lottizzazione in atto verificherà anche la possibilità dell'edificazione dell'area, lasciando comunque ad una specifica relazione geologica e geotecnica lo studio puntuale delle relative iterazioni fondazione-terreno del piano interrato e dei carichi delle singole costruzioni dei fabbricati sovrastanti.

Si ricorda che la relazione geologica risponde ai dettami del paragrafo "6.2.1. Caratterizzazione e modellazione geologica del sito" delle NTC2018, per tutte le fasi di progettazione. mentre è responsabilità del Progettista la definizione del piano delle indagini, la caratterizzazione e la modellazione geotecnica che può essere realizzata in sinergia a quella geologica (come da par. 6.2.2. che inoltre recita: Nel caso di costruzioni o di interventi di modesta rilevanza, che ricadano in zone ben conosciute dal punto di vista geotecnico, la progettazione può essere basata su preesistenti indagini e prove documentate, ferma restando la piena responsabilità del progettista su ipotesi e scelte progettuali).

I particolari grafici degli interventi di lottizzazione in oggetto sono proposti nei relativi elaborati tecnici, redatti dal Progettista, dott. arch. Daniele Faes di Padernone.



A2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

In questa parte di studio, che costituisce la relazione geologica come richiesto dal paragrafo: "6.2.1 caratterizzazione e modellazione geologica del sito" delle NTC2018, il modello geologico deve essere sviluppato in modo da costituire elemento di riferimento per il progettista per inquadrare i problemi geotecnici e per definire il programma delle indagini geotecniche.

La caratterizzazione e la modellazione geologica del sito infatti devono essere esaurientemente esposte e commentate in una relazione geologica (come la presente), che è parte integrante del progetto.

Tale relazione deve comprendere, sulla base di specifici rilievi ed indagini, la identificazione delle formazioni presenti nel sito, lo studio dei tipi litologici, della struttura del sottosuolo e dei caratteri fisici degli ammassi, inoltre deve definire il modello geologico del sottosuolo, illustrare e caratterizzare gli aspetti stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici, nonché i conseguenti livelli delle pericolosità geologiche.

Pertanto verranno elencate e descritte, in singoli punti, le principali caratteristiche geografiche (2.1), geomorfologiche (2.2), stratigrafiche (2.3, con l'analisi degli aspetti litologici e tettonico-strutturali), idrologiche (2.4, sia di superficie che sotterranee "idrogeologiche"), sismiche (2.5 - modellazione sismica), urbanistiche (2.6) ed ambientali (2.7 - modellazione terre e rocce da scavo) dell'area indagata.

Tali informazioni, utili a comprendere la natura del territorio in cui si andrà ad operare e le possibili connessioni dell'ambiente con le opere in esame (fattibilità geologica), permetteranno, inoltre, in campo tecnico-applicativo, di avere anche gli strumenti preliminari idonei ad individuare l'approccio più consono ed oculato (tipo e quantità di eventuali indagini geognostiche) atto a determinare i valori medi significativi dei principali parametri geotecnici dei locali terreni (considerazioni geotecniche della relazione geotecnica).

A2.1 Inquadramento geografico

Il terreno di studio è ubicato a circa 250 m s.l.m., in località Pergolese, ed è puntualmente localizzabile sugli estratti cartografici di seguito presentati:

1. Estratto: "Carta Geologica"

Dati elaborati dal Servizio Geologico della P.A.T. - alla scala 1:5.000;

2. Estratto "Carta di Sintesi Geologica P.U.P."

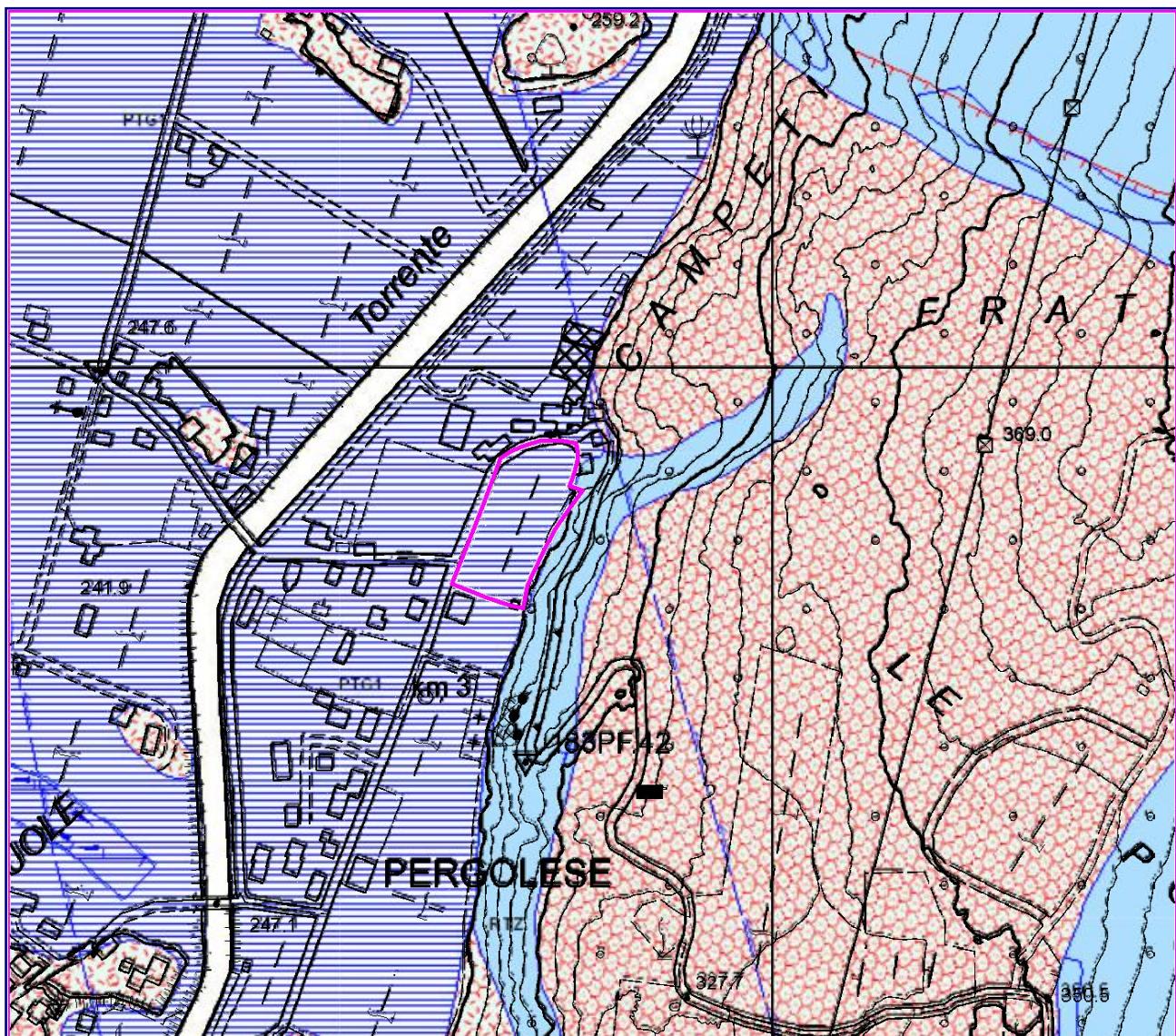
Sezione: "059160 - Lasino" Ingrandito alla scala 1:5.000;

3. Estratto "Carta delle Risorse Idriche del P.U.P."

Sezione: "059160 - Lasino" Ingrandito alla scala 1:5.000;

4. Estratto "Carta del Rischio Idrogeologico del P.G.U.A.P."

Sezione: "059160 - Lasino" Ingrandito alla scala 1:5.000.



Estratto "CARTA GEOLOGICA" Dati elaborati dal Servizio Geologico della P.A.T. –
alla scala 1:5.000 LEGENDA

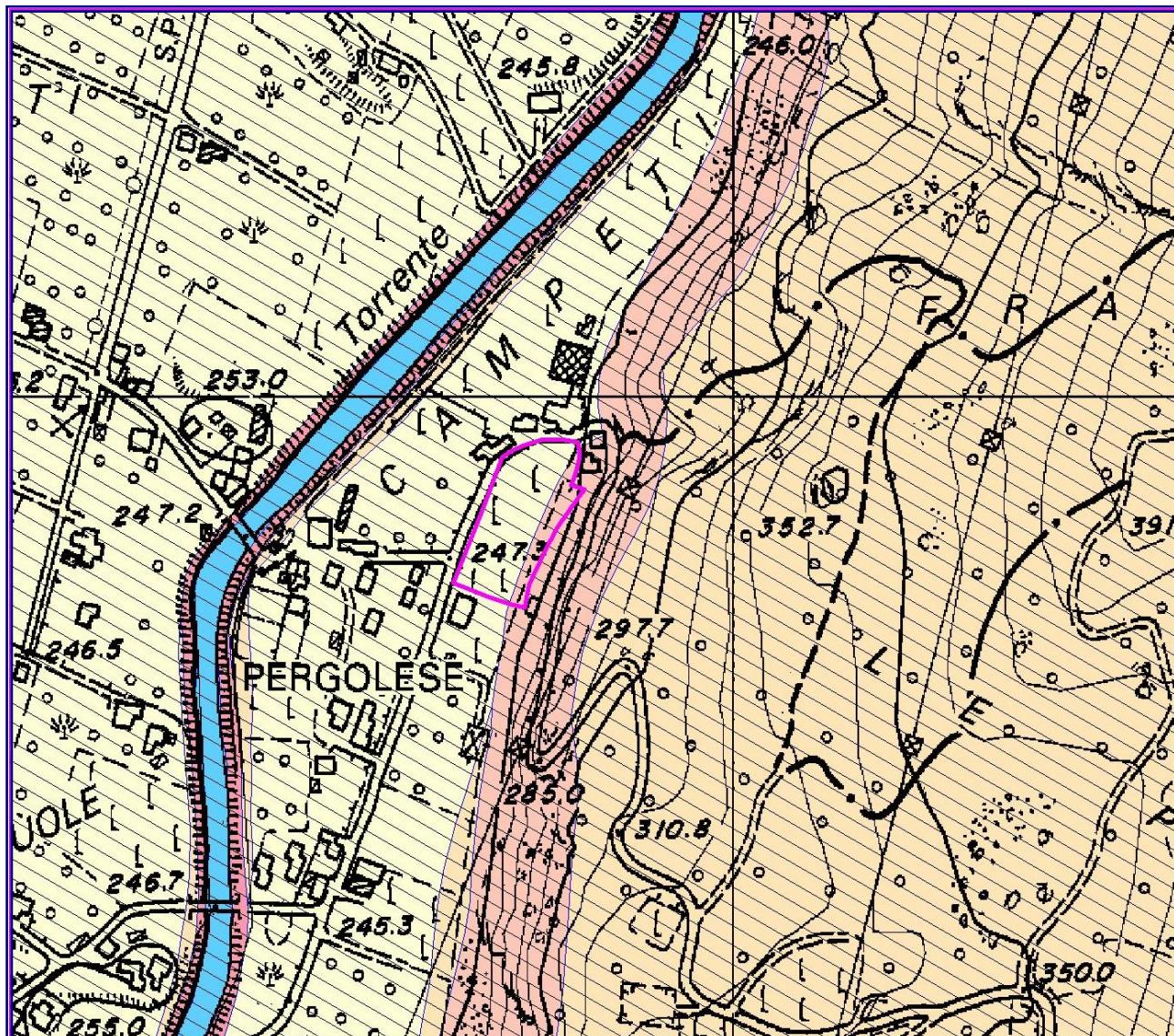
Ubicazione aree in esame

DEPOSITI QUATERNARI

- Deposito alluvionale e/o fluvioglaciale
- Deposito di frana
- Deposito di versante

SUBSTRATO ROCCIOSO

- RTZ - FORMAZIONE DI ROTZO



Estratto "CARTA DI SINTESI GEOLOGICA
della P.A.T."

Sezione: "059160 - Lasino"

Ingrandito alla scala 1:5.000

AREE AD ELEVATA PERICOLOSITA' GEOLOGICA, IDROLOGICA E VALANGHIVA

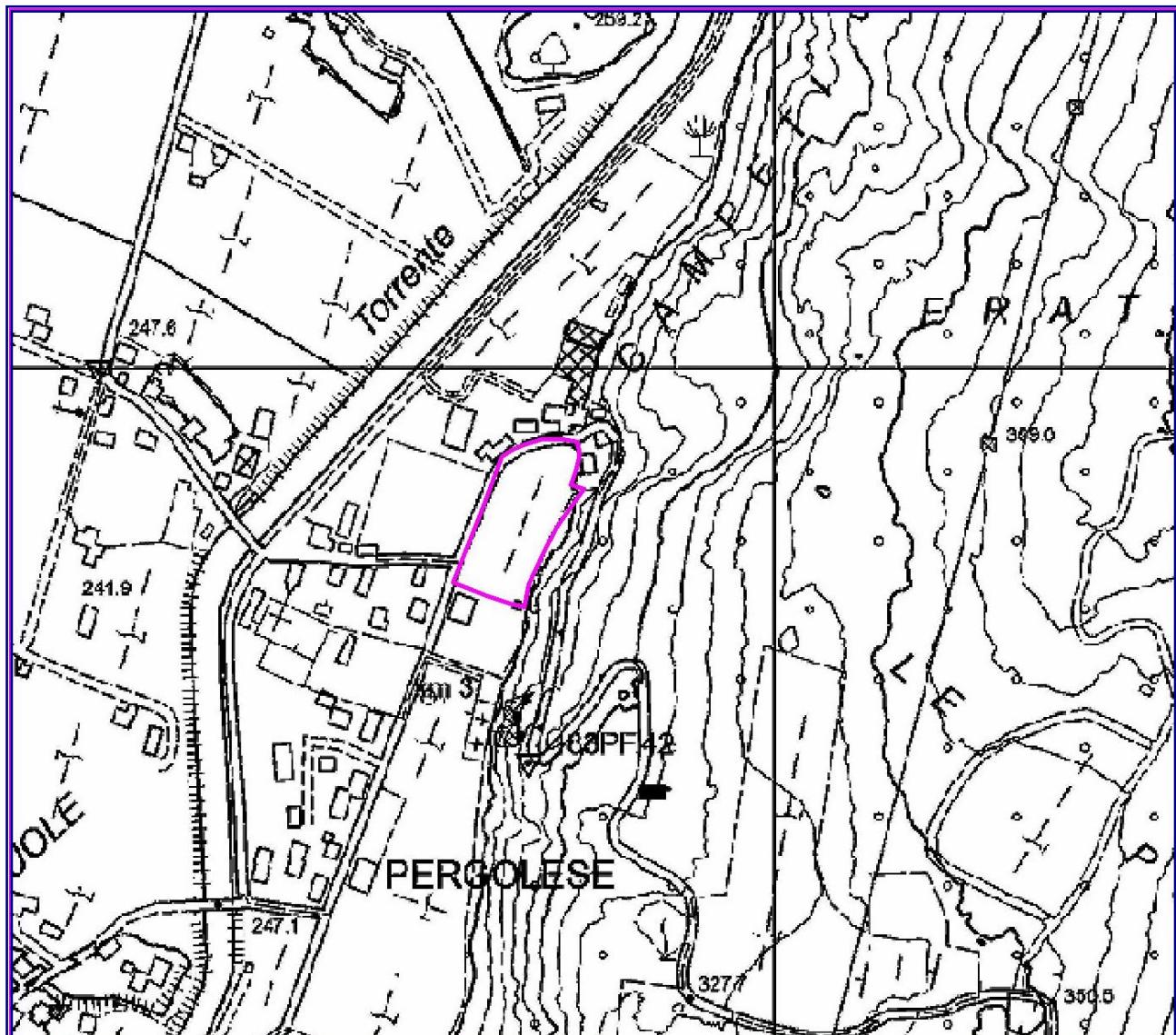
- Aree ad elevata pericolosita' geologica e idrologica
- Aree ad elevata pericolosita' valanghiva

AREE DI CONTROLLO GEOLOGICO, IDROLOGICO, VALANGHIVO E SISMICO

- Aree critiche recuperabili
- Aree con penalita' gravi o medie
- Aree con penalita' leggere
- Aree soggette a fenomeni di esondazione
- Aree a controllo sismico:
 - a bassa sismicità (zona sismica 3)
 - a sismicità trascurabile (zona sismica 4)

AREE SENZA PENALITA' GEOLOGICHE

- Aree senza penalita'
- Fiumi e Laghi
- Ghiacciai



Estratto "CARTA DELLE RISORSE

IDRICHE DEL P.U.P."

Sezione: "059160 - Lasino"

Ingrandito alla scala 1:5.000

LEGENDA



Ubicazione dell'area in esame

Zona di Tutela Assoluta

- Sorgenti
- Sorgenti Minerali
- Acque Superficiali
- Pozzi

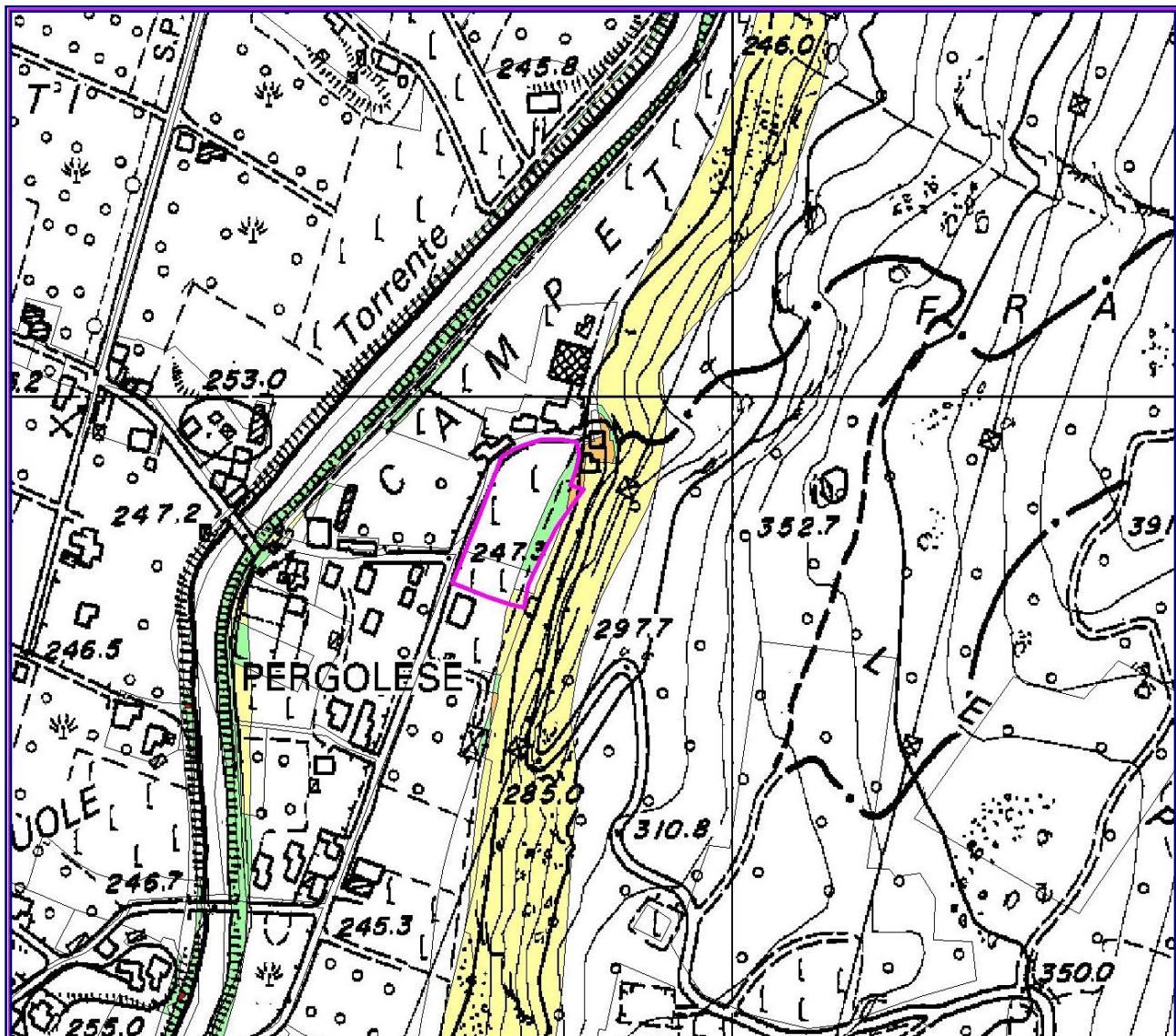
Zona di Rispetto Idrogeologico

- Sorgenti, Sorgenti Minerali, Acque Superficiali e Pozzi

Zona di Protezione Idrogeologica

- Sorgenti, Sorgenti Minerali, Acque Superficiali e Pozzi

* altre sorgenti non disciplinate dall'art.21 del P.U.P.



Estratto "CARTA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO DEL P.G.U.A.P."

Sezione: "059160 - Lasino" Ingrandito alla scala 1:5.000

LEGENDA

| | | |
|--|-------------------------------|------|
| | <i>Rischio trascurabile</i> | (R0) |
| | Ubicazione dell'area in esame | |
| | <i>Rischio moderato</i> | (R1) |
| | <i>Rischio medio</i> | (R2) |
| | <i>Rischio elevato</i> | (R3) |
| | <i>Rischio molto elevato</i> | (R4) |

A2.2 Inquadramento geomorfologico

Morfologicamente, l'area in esame appartiene al fondovalle del torrente Rimone, un canale che collega il lago di Toblino con quello di Cavedine (nella piana del Sarca), e si colloca al limite con il versante roccioso denominato le Pozze che culmina nei pressi del terrazzamento su cui sorge l'abitato Lasino.

La zona si presenta quindi subpianeggiante con leggerissime pendenze verso S, anche se in realtà la morfologia locale evidenzia al contorno una configurazione maggiormente articolata per la presenza di strutture antropiche (sede stradale, edifici, muretti) e naturali (alcuni dossetti relitti sia a Nord – Dos dei Pini che a Sud - Dosso delle Scuole).

A2.3 Inquadramento stratigrafico

Il rilevamento geologico dell'area, ricavato da specifiche indagini geotecniche (scassi geognostici in situ), da visione di affioramenti di terreni quaternari in zona, da correlazioni stratigrafiche, nonché da bibliografia, ha permesso di stabilire la successione stratigrafica di seguito riportata.

Dal punto di vista geologico, il terreno naturale locale è rappresentato da un debole manto di terreno di suolo agrario, che difficilmente supera i 0,30 m e cela una copertura alluvionale, con spessori variabili, comunque superiori a diverse decine di m costituita prevalentemente da sabbie medio fini debolmente limose mediamente addensate con lenti e livelli di ghiaie con sabbia debolmente limose.



A2.4 Inquadramento idrologico

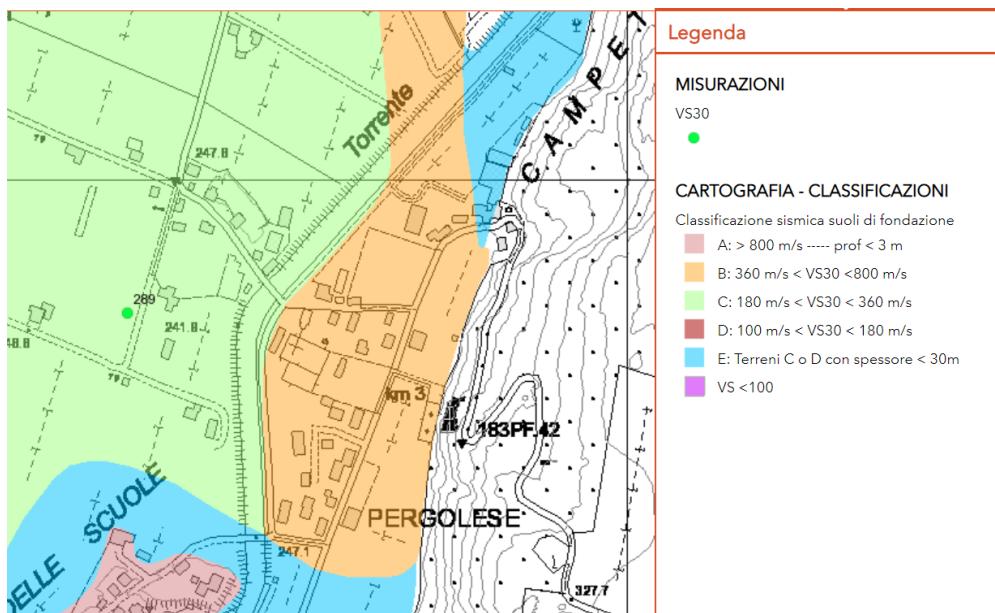
Il materiale alluvionale, posto al di sotto dello scarso livello di suolo, possiede una media permeabilità tale da consentire, in modo naturale, un normale drenaggio delle acque in profondità; mentre il substrato roccioso carbonatico liassico, posto decisamente più in profondità con funzione di bedrock, possiede solamente una permeabilità secondaria puntuale per carsismo e/o fessurazione.

Il terreno sciolto superficiale naturale possiede una medio-alta permeabilità primaria, stimabile intorno ai 10^{-3} - 10^{-4} cm/s, mentre negli scassi spinti fino a 3,5-4,0 m dal p.c. non è stata riscontrata alcuna falda freatica o in pressione, nonostante le presenza nelle vicinanze del torrente Rimone (probabilmente prevalentemente pensile).

A2.5 Inquadramento sismico (relazione modellazione sismica)

Nell'attuale zonazione provinciale, definita secondo le prescrizioni della Carta di Sintesi Geologica (DGP n. 2813 23-10-2003), il terreno di progetto (come tutto il territorio Comunale di Madruzzo) ricade all'interno delle "Aree a controllo sismico a bassa sismicità" (zona sismica **3**), **anche se di fatto le nuove norme NTC2018 hanno abolito il concetto di zona.**

Dovendo far riferimento al metodo degli stati limite, ci si avrà delle seguenti conoscenze geologiche e geometriche necessarie per la determinazione della parametrizzazione sismica (spettri di risposta).



In base al tipo di terreno riscontrato la categoria di suolo di fondazione ora può essere considerata pari a **B**: "Rocce tenere e **depositi di terreni a grana grossa molto adensati** o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s" con condizioni topografiche pari a **T1**.

Comune di Madruzzo - Ricerca per coordinate:

Longitudine: 10,96266 (geog. ED50 10°57'45.6") ETRF89 (WGS84) UTM fuso 32 km 651820

Latitudine: 46,02738 (geog. ED50 46°01'38.6") ETRF89 (WGS84) UTM fuso 32 km 5098860

Vita nominale = 2 $V_N = 50$ anni

Classe d'uso della costruzione = II $C_U = 1,0$

Periodo di riferimento ($V_R = V_N \cdot C_U$) $V_R = 50$ anni

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

| T_R [anni] | a_g [g] | F_o [-] | T_C^* [s] |
|-----------------|--------------|--------------|----------------|
| 30 | 0,029 | 2,511 | 0,195 |
| 50 | 0,035 | 2,546 | 0,225 |
| 72 | 0,040 | 2,555 | 0,251 |
| 101 | 0,046 | 2,520 | 0,272 |
| 140 | 0,051 | 2,572 | 0,281 |
| 201 | 0,059 | 2,613 | 0,286 |
| 475 | 0,079 | 2,659 | 0,300 |
| 975 | 0,104 | 2,595 | 0,318 |
| 2475 | 0,145 | 2,535 | 0,326 |

Vita nom. = 2 ($V_N = 50$ anni) Classe d'uso = II ($C_U = 1,0$) Per. rif. ($V_R = V_N \cdot C_U = 50$ anni)

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

| STATO LIMITE | T_R [anni] | a_g [g] | F_o [-] | T_C^* [s] |
|-----------------|-----------------|--------------|--------------|----------------|
| SLO | 30 | 0,029 | 2,511 | 0,195 |
| SLD | 50 | 0,035 | 2,546 | 0,225 |
| SLV | 475 | 0,079 | 2,659 | 0,300 |
| SLC | 975 | 0,104 | 2,595 | 0,318 |

Risposta sismica locale: Categoria di sottosuolo: **B** Categoria topografica: **T1**

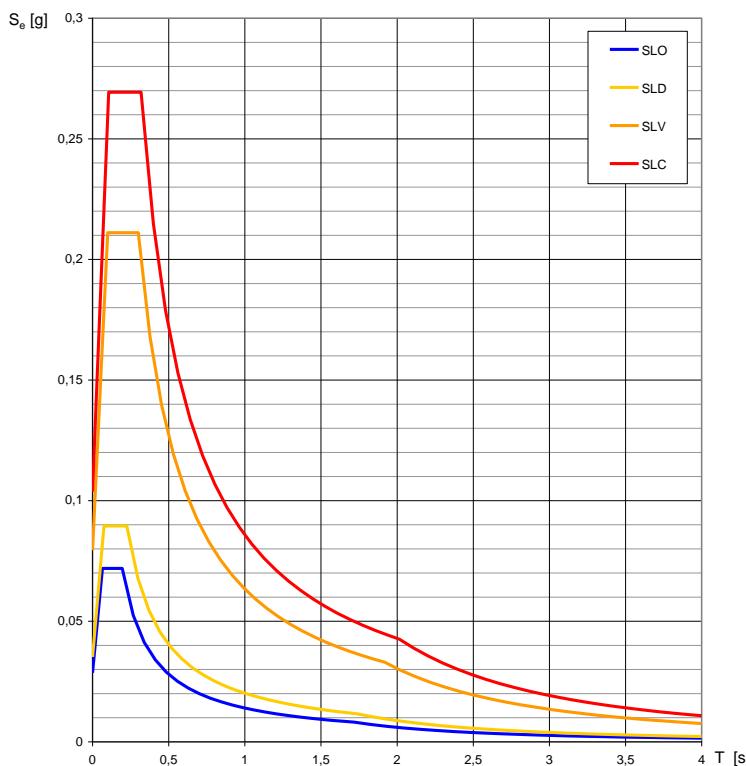
In sintesi le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente S_e (T), con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} (Vedi tabella), nel periodo di riferimento V_R .

| Stati Limite | | | P_{VR}: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R |
|---------------------------|-----|--|--|
| Stati limite di esercizio | SLO | Stato Limite di Operatività | 81% |
| | SLD | Stato Limite di Danno | 63% |
| Stati limite ultimi | SLV | Stato Limite di salvaguardia della Vita | 10% |
| | SLC | Stato Limite di prevenzione del Collaudo | 5% |

Tabella: Probabilità di superamento P_{VR} al variare dello stato limite considerato

SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER I DIVERSI STATI LIMITE



Ai fini della presente normativa le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito;
 F_o valore max del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
 T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in acceler. orizzontale.

Tabella 7.11.I – Coefficienti di riduzione dell’accelerazione massima attesa al sito.

| | Categoria di sottosuolo | |
|-------------------------|-------------------------|------------|
| | A | B, C, D, E |
| | β_s | β_s |
| $0,2 < a_g(g) \leq 0,4$ | 0,30 | 0,28 |
| $0,1 < a_g(g) \leq 0,2$ | 0,27 | 0,24 |
| $a_g(g) \leq 0,1$ | 0,20 | 0,20 |

la formula della capacità portante diviene: $q_u = d_c i_c (c' N_c) + d_q i_q (q_o N_q) + d_r i_r z_\gamma \left(\frac{\gamma B}{2} N_\gamma \right)$

in cui oltre a dover determinare il valore di k_{hi} (componente orizzontale del carico che comprende il sisma = rapporto tra le componenti orizzontale e verticale dei carichi trasmessi in fondazione) da introdurre nel calcolo degli i_{iesimi} si nota l’introduzione del termine z_γ dove:

$$z_\gamma = \left(1 - \frac{Kh}{\tan \varphi} \right)^{0.35} \quad k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{\max}}{g} \quad a_{\max} = S \cdot a_g = S_s \cdot S_T \cdot a_g$$

A2.6 Inquadramento urbanistico

Il terreno in esame nella **Carta Geologica di Sintesi del P.U.P.** viene classificato come: "Aree di controllo geologico" in gran parte (fascia centrale e occidentale) con penalità leggere e in parte (fascia orientale ridotta rispetto al passato) critica recuperabile.

Area critica recuperabile: un'area che, pur essendo interessata da dissesti (area alluvionabile o esondabile limitrofa agli alvei di piena ordinaria con arginatura assente o inadeguata, frane in atto o potenziali, sprofondamenti, valanghe, ecc.), può essere recuperata con adeguati interventi sistematori.

L'edificazione e la trasformazione urbanistica ed edilizia non è consentita prima della completa realizzazione delle opere volte all'eliminazione del pericolo.

Fanno eccezione i casi in cui:

- l'intervento edilizio proposto costituisca in sé un'opera volta all'eliminazione del pericolo;
- specifici studi ed indagini geologiche attestino che il pericolo non sussiste.

Proprio su richiesta dello scrivente, dimostrando l'eccessiva estensione della fascia, il Servizio Geologico Provinciale ha rivisto nel passato (precedente lottizzazione approvata) il relativo rischio dell'area introducendo una fascia a rischio medio, in previsione appunto della possibilità di recuperare con operazioni l'area, introducendo delle adeguate opere sistematorie (che saranno presentate in fase di progettazione, prima dell'edificazione); siamo nel caso in cui l'intervento edilizio nel suo complesso consentirà di mettere in atto anche delle opere volte all'eliminazione del pericolo residuo (**muri, pulizia del versante, eventuali opere in aderenza**).

Nella zona in esame e nelle immediate vicinanze nella **Carta delle Risorse Idriche** non si registrano né emergenze, né aree di tutela, di rispetto o di protezione di opere idriche captate a scopi potabili.

Nella **Carta del Rischio Idrogeologico del P.G.U.A.P.** i terreni in esame in cui si eseguono opere di urbanizzazione e in futuro di edificazione, ricadono in gran parte aree a rischio trascurabile (R0 colore bianco) e in minima parte in aree come anticipato a rischio medio (R2 colore verde) riconoscendo appunto l'erronea applicazione di un rischio troppo eccessivo e la modifica della carta della pericolosità, pertanto, da questo punto di vista, non sussistono particolari problemi per la lottizzazione e l'edificazione ad uso residenziale dei luoghi.

Un modesto settore ma che risulta già saturo e quindi non sarà interessato da edifici ed da interventi di urbanizzazione primaria, ma lasciato a verde, ricade in aree a rischio elevato (R3 colore arancione); infine la lottizzazione prevede anche ambiti di completamento che ricadranno, per brevi settori anche in aree a rischio moderato (R1 colore giallo).

A2.7 Inquadramento ambientale

Gli scavi, molto modesti, in quanto nell'area è previsto soprattutto un generale riporto, metteranno a giorno, al netto della cotica di suolo, un deposito alluvionale naturale; un terreno caratterizzato, nel suo complesso, da buone caratteristiche geotecniche che non dovrebbe aver avuto alcun tipo di contaminazione antropica, comunque tale da non lasciar ipotizzare la presenza di terreni con percentuali superiori ai parametri di colonna A.

Attualmente non è possibile sapere quanto materiale sarà riutilizzato in posto e quanto conferito in altro sito (ceduto come terra o roccia da scavo o portato al riciclo o in discarica); in ogni caso, in assenza di un sito certo di destinazione o di un suo riutilizzo in situ, il materiale scavato diverrebbe automaticamente un rifiuto e come tale essere trattato (normativa sui rifiuti).

Sulla Gazzetta Ufficiale n. 183 del 7 agosto 2017 è stato pubblicato il **DPR n. 120 del 13 giugno 2017** - Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, che è **in vigore dal 22 agosto 2017**.

Pertanto dal 22 agosto 2017 il "produttore" deve attestare la sussistenza dei requisiti per la gestione come sottoprodotto dei materiali scavati mediante **la presentazione del modulo riportato nell'Allegato 6 al DPR stesso**, al comune del luogo di produzione e all'Agenzia di protezione ambientale competente per territorio, **almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori di scavo (art. 21)**. Lo stesso termine deve essere rispettato nel caso di modifiche sostanziali indicate all'art. 15, comma 2.

Nel maggio 2019 sono state pubblicate anche "Linea guida sull'applicazione della disciplina per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo" – ISPRA punto di riferimento in materia - seppur non vincolanti.

Le modalità operative di seguito descritte sono da intendersi preliminari alle operazioni effettive di scavo, qualora invece, per specifiche esigenze operative risulti impossibile effettuare le indagini preliminarmente allo scavo è possibile procedere in corso d'opera.

Numerosità dei campioni Il numero minimo di punti di prelievo da localizzare nei cantieri di piccole dimensioni è individuato tenendo conto della correlazione di due elementi: l'estensione della superficie di scavo e il volume di terre e rocce oggetto di scavo. La tabella che segue riporta il numero minimo di campioni da analizzare, incrementabile in relazione all'eventuale presenza di elementi sito specifici quali singolarità geolitologiche o evidenze organolettiche. Nel caso di scavi lineari (per posa condotte e/o sottoservizi, realizzazione scoli irrigui o di bonifica, ecc.), dovrà essere prelevato un campione ogni 500 metri di tracciato, e in ogni caso ad ogni variazione significativa di litologia, fermo restando che deve essere comunque garantito almeno un campione ogni 3.000 mc.

Tabella 1 - Numerosità dei campioni

| | AREA DI SCAVO | VOLUME DI SCAVO | NUMERO MINIMO DI CAMPIONI |
|---|--|--|-----------------------------|
| a | $\leq 1000 \text{ mq}$ | $\leq 3000 \text{ mc}$ | 1 |
| b | $\leq 1000 \text{ mq}$ | $3000 \text{ mc} \div 6000 \text{ mc}$ | 2 |
| c | $1000 \text{ mq} \div 2500 \text{ mq}$ | $\leq 3000 \text{ mc}$ | 2 |
| d | $1000 \text{ mq} \div 2500 \text{ mq}$ | $3000 \text{ mc} \div 6000 \text{ mc}$ | 4 |
| e | $> 2500 \text{ mq}$ | $< 6000 \text{ mc}$ | DPR 120/17 (All.2 tab. 2.1) |

A3 CONCLUSIONI

Si è condotto lo studio geologico relativo ai terreni interessati dal piano di lottizzazione (II variante) area residenziale di nuova espansione del C.C. di Lasino in località Pergolese.

In relazione si è evidenziato come la situazione geologica locale, nonostante la presenza nella "Carta di Sintesi Geologica della PAT" di settori posti in aree di controllo con penalità critiche recuperabili (che prevederanno -da valutare in fase di progettazione esecutiva - degli specifici interventi sistematori di difesa) non risulti pregiudiziale all'attuazione degli interventi in oggetto, in accordo anche con il relativo rischio trascurabile (R0 colore bianco) e medio (R2 colore verde) riportato nel PGUAP, nelle aree con effettivi interventi di edificazione o infrastrutturazione.

Il presente elaborato è redatto in ottemperanza ai contenuti del D. MIT 17.01.2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni" e soddisfa i requisiti urbanistici e normativi di rilevanza geologica per cui costituisce documento progettuale idoneo per il rilascio della relativa concessione.

In corso d'opera si dovrà controllare la rispondenza tra il modello geologico di riferimento assunto in progetto e la situazione effettiva, differendo di conseguenza anche la caratterizzazione geotecnica ed il progetto esecutivo, così come previsto dalle norme di settore.

Trento, luglio 2019

IL RELATORE:

Stefano Piccioni



Relazione geol 35/19
Lasino01g.doc

B) RELAZIONE GEOTECNICA

B1 PREMESSA

Per incarico del Committente, San Siro s.a.s. di Pisoni Elio, si è svolta una relazione geotecnica relativa ai terreni di cui in titolo, come richiesto dall'Ufficio Tecnico del Comune di Madruzzo, sulla base di quanto previsto Decreto MIT del 17 gennaio 2018 (NTC 2018) e da specifiche norme, redatte dalla Provincia Autonoma di Trento (in particolare il P.U.P.), recepite dai singoli P.R.G. comunali.

Gli intendimenti progettuali sono noti, all'interno di una lottizzazione dell'area già in atto (vedi relazione presentata in data 2014) vi è stata una variante del PRG in cui porzioni di aree per "Insediamenti residenziali" (art.37) sono state trasformate in aree per "Azienda agricola" (art.51) cono 8 lotti che si sono ridotti a 5 e con alcune leggere modifiche del piano di campagna (con locali riduzioni dei riporti previsti nel 2014 che potevano arrivare anche a poco più di 2,0 m che subiranno locali abbassamenti che vanno grossomodo da -1,70 m a -0,5 m a secondo dei lotti).

In questa fase (II variante) l'analisi geologica oltre a valutare la fattibilità della lottizzazione in atto verificherà anche la possibilità dell'edificazione dell'area, lasciando comunque ad una specifica relazione geologica e geotecnica lo studio puntuale delle relative iterazioni fondazione-terreno del piano interrato e dei carichi delle singole costruzioni dei fabbricati sovrastanti.

Pertanto pur riportando nella relazione geotecnica le eventuali indagini, la caratterizzazione e la modellazione geotecnica e una serie di esempi di possibili verifiche utili per un pre-dimensionamento o una stima in fase preliminare e definitiva, il Progettista, in fase esecutiva (anche nel caso che non vi siano sostanziali modifiche rispetto alla fase definitiva, dovrà comunque valutare quale parametrizzazione geotecnica e quali formule utilizzare responsabilmente per eseguire tutte le verifiche di progetto richieste dalle NTC2018.

I particolari grafici degli interventi di lottizzazione in oggetto sono proposti nei relativi elaborati tecnici, redatti dal Progettista, dott. arch. Daniele Faes di Padernone.



B2 CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE ED INDICAZIONI ESECUTIVE

Nel precedente capitolo si è evidenziato come la situazione geologica locale, non risulterà in alcun modo pregiudiziale all'attuazione delle opere in progetto.

Dal punto di vista geotecnico, conoscendo la risposta geomecanica che generalmente tali terreni possono offrire e notata la tipologia dell'intervento in progetto si è ritenuto di non dover effettuare ulteriori prove geognostiche specifiche.

Riporti e terreni sciolti locali (medio fini):

| | | | |
|--|---|---|---|
| Peso di volume | γ | = | 18,14 kN/m ³ (\approx 1,85 t/m ³) |
| Angolo di resistenza al taglio picco | Φ | = | 36 gradi (SLU cap. portante e scavi) |
| Coesione | c | = | 0,0-9,8 kPa (\approx 0,0-1,0 t/m ²) |
| Modulo elastico | E | = | 25-50 MPa |
| Angolo di resistenza al taglio critico | Φ_{cs} (Φ_{cv} o Φ_{cr}) | = | 33-34 gradi (SLU slittamento) |

Considerando ragionevole estrapolare tali valori e trascurando gli effetti coesivi, variabili sia nel tempo che nello spazio, almeno nelle verifiche a lungo termine (capacità portante delle nuove fondazioni) si enunciano le considerazioni geotecniche, corredate da una serie di indicazioni esecutive, utili a stime di massima.

B2.1 Analisi fondazionale

A puro titolo di esempio, considerando fondazione e piano di campagna suborizzontali, in assenza di carichi eccentrici (noti solo al Progettista in fase esecutiva), si riporta il possibile valore di carico unitario ammissibile per una fondazione continua con B di circa 1,00 m e D di almeno 0,50 m (formula di Hansen, metodo degli stati limite ultimi SLU Approccio 1 Combinazione 2 "A1+M1+R3") su un p.d.f. di circa 3 m più profondo rispetto l'attuale (piano interrato).

Riporti e terreni sciolti locali (medio fini):

| | | | |
|--------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|---|
| Angolo di resistenza al taglio | $\Phi = 36-38^\circ$ | $\Phi_k = 35,5^\circ$ | $\Phi_d = 29,7^\circ$ (M2) |
| Coesione | $c = 0,0-6,0$ kPa | $c_k = 0,0$ kPa | $c_d = 0,0$ kPa (M2) |
| Peso di volume | $\gamma = 18,14$ kN/m ³ | $\gamma_k = 18,14$ kN/m ³ | $\gamma_d = 18,14$ kN/m ³ (M2) |
| Modulo elastico (0-4 m) | $E = 25-50$ MPa | $E_k = 25,0$ MPa | |

$$\text{Per det. } \Phi_k: x_k = \bar{x} - 1.645 \left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right) \text{ per det. il } c_k, E_k: L_{1-\alpha}(\bar{Y}, S^2) = \bar{Y} + \frac{S^2}{2} \pm z_{1-\alpha/2} * \sqrt{\frac{S^2}{n} + \frac{S^4}{2(n-1)}}$$

Calcoli di massima ipotizzando una fondazione continua spinta almeno ad 1 m all'interno del terreno di fondazione generalmente (NTC2018) si attereranno sui 200-250 KPa anche se poi per ogni singolo lotto in fase definitiva ed esecutiva si dovrà procedere al calcolo della singola struttura in base al tipo di fondazione previsto e la sua profondità di allungamento.

Indipendentemente dal valore ottenuto per la verifica alla rottura del terreno, legato alla geometria delle fondazioni e al relativo calcolo sismico si suggerisce, di non superare comunque un q_{amm} di **147 kPa** ($\approx 1,5 \text{ kg/cm}^2$) al fine di evitare cedimenti indesiderati. I cedimenti relativi, con un simile carico unitario ammissibile, in terreni prevalentemente granulari, saranno comunque rapidi e di entità trascurabile.

B2.2 Verifiche di stabilità degli sbancamenti

Gli sbancamenti (in parte realizzati) essendo previsti ai limiti del lotto, interesseranno quasi esclusivamente la coltre alluvionale naturale, che ricopre il versante in esame.

La profondità max degli sbancamenti dell'opera in progetto è valutabile in $\approx 1,50 \text{ m}$ rispetto al piano campagna, anche se generalmente gli scavi sono molto più contenuti, (lo scotico erboso prima dei riporti previsti).

Date queste premesse, si consiglia di realizzare i fronti di scavo permanenti con angoli di riposo della scarpata non superiori ai valori riportati nella seguente tabella.

| Altezza complessiva del singolo gradone (metri) | Angolo di riposo massimo suggerito (gradi) | Aampiezza dello sbancamento al coronamento, rispetto alla verticale a tergo della fondazione (metri) |
|---|--|--|
| 1,5-2,0 | 70° | 0,55-0,73 |

I valori suggeriti sono stati ricavati dalla Carta n°1 proposta da Hoek e Bray (allegata di seguito), utilizzando i seguenti parametri (metodo tensioni ammissibili):

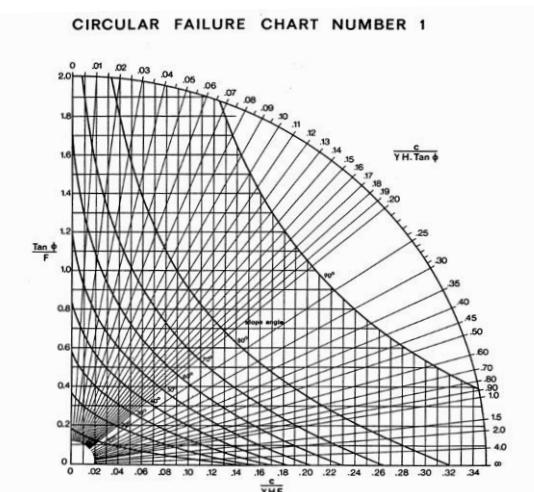
Peso di volume $\gamma_d = 18,14 \text{ kN/m}^3$ ($\approx 1,85 \text{ t/m}^3$)

Angolo di resistenza al taglio $\Phi_d = 29,7 \text{ gradi}$

Coesione $C_d = 3,4 \text{ kPa}$

Coefficiente di sicurezza $F = 1,1$

| Altezza complessiva del gradone (metri) | $\frac{C}{\gamma \cdot H \cdot \tan \Phi}$ | $\frac{C}{\gamma \cdot H \cdot F}$ | $\frac{\tan \Phi}{F}$ |
|---|--|------------------------------------|-----------------------|
| 1,5-2,0 | 0,219-0,164 | 0,114-0,085 | 0,519 |



B2.3 Riporti

Sono previsti anche riporti relativi alla base d'appoggio della sede stradale (realizzata) e della sistemazione dei lotti, con scarpate di varia altezza, con punte massime ora ridotte intorno ai 1,0-1,5 m (in parte già realizzati durante le opere di urbanizzazione).

Durante queste operazioni si raccomanda, dove presente la completa rimozione del terreno agrario vegetale superficiale (0,30-0,50 m), realizzando una superficie di base irregolare, il più possibile scabra, al fine di evitare potenziali superfici di scivolamento e indesiderati sedimenti della porzione rimaneggiata.

Il materiale dei riporti, con funzione di piano di fondazione, potrà essere costituito dalla componente medio grossolana (ciottoli, ghiaia e sabbia) degli sbancamenti locali, purché classificabile, secondo le norme AASHO (riprese e ampliate dalle vigenti norme CNR-UNI 10006), come gruppo A1, A2, A3 o A4; il materiale dovrà risultare ben compattato attraverso una costante rullatura (fino a raggiungere almeno 90% della max densità secca ottenuta alla prova Proctor Standard).

L'angolo di riposo delle scarpate naturali, dipende dall'altezza, dalla qualità del terreno, dal grado di addensamento e dal tipo di rinverdimento; comunque orientativamente, gli angoli massimi ottenibili, dove non sono previsti muri, sono intorno ai **33-34** gradi (il classico rapporto 2/3).

B2.4 Reti acque bianche

Le acque dei pluviali dovranno essere raccolte e smaltite nell'apposita rete comunale; qualora, per qualsiasi motivo, ciò non fosse possibile, le acque meteoriche potranno essere smaltite nel terreno attraverso un'adeguata opera disperdente

Si tenga presente che, per ogni nuovi 100 m^2 di superfici ritenute impermeabili (Coefficiente di impermeabilizzazione 0,9) la rete dovrà essere in grado di sostenere mediamente delle portate di $2,3 \text{ l/s}$, un valore di portata in grado di contenere gli apporti di violenti piovaschi con tempi di ritorno di ben 25 anni.

Portata istantanea* = $256 \text{ l/s} \times \text{ettaro}$

Area impermeabilizzata presa come esempio $100 \text{ m}^2 = 0,01 \text{ ettari}$

$256 \cdot 0,01 \cdot 0,9 = 2,3 \text{ l/s}$

*coefficiente di piovosità stimato nella pubblicazione dell'Azienda Speciale di Sistemazione Montana della P.A.T. "Determinazione delle zone omogenee per le piogge intense nel Trentino" in 256 l/s per ettaro (zona n°3 con tempo di ritorno di 25 anni).

Che in un quarto d'ora di intensi piovaschi richiede una superficie disperdente (pozzetti) della capienza di: $2,3 \cdot 900 = 2070 \text{ l} = 2,1 \text{ mc}$

Un valore che prudenzialmente ridotto di circa un 30% (il terreno ai lati dei pozzi è costituito da riporto medio grossolani arido areato e quindi si ha notevole dispersione anche durante la fase di accumulo) richiede opere disperdenti con un volume di $1,5 \text{ mc}$ ogni 100 mq impermeabilizzati.

B2.5 Reti acque nere

La materia concernente gli scarichi di acque nere provenienti da insediamenti civili e produttivi oltre alle indicazioni e restrizioni del P.U.P., è disciplinata ai sensi degli artt. 13-30 del T.U.L.P. (approvato dal D.P.G.P. 26.01.1987 n°1-41/Legisl.) e delle successive modificazioni; nel nostro caso sono predisposti degli allacciamenti con la nuova rete fognaria comunale.

B3 CONCLUSIONI

Si è condotto lo studio geotecnico relativo ai terreni interessati dal piano di lottizzazione (II variante) area residenziale di nuova espansione del C.C. di Lasino in località Perbolese.

Indipendentemente dal valore ottenuto per la verifica alla rottura del terreno, legato alla geometria delle fondazioni e al relativo calcolo sismico, noto per ogni singolo edificio in fase esecutiva o definitiva, si suggerisce in questa fase di non superare comunque un q_{amm} di **147 kPa** ($\equiv 1,5 \text{ kg/cm}^2$) al fine di evitare cedimenti indesiderati.

Per il dimensionamento delle tubature delle acque bianche si tenga conto che **per ogni nuovi 100 m²** di superfici impermeabili la rete dovrà essere in grado di sostenere mediamente delle portate di 2,3 l/s (tempi di ritorno di 25 anni), quindi con **almeno 1,5 mc** di capienza delle relative opere disperdenti, mentre per le acque nere ci si allaccerà all'apposita rete fognaria prevista in zona.

Il presente elaborato è redatto in ottemperanza ai contenuti del D. MIT 2018 del 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni" fa riferimento alla relazione geologica del progetto definitivo (allegato A di questa pubblicazione) e costituisce documento progettuale idoneo per il rilascio della concessione edilizia.

La relazione geotecnica sulle indagini, caratterizzazione e modellazione del volume significativo di terreno riguarda la fase del progetto definitivo e dovrà essere integrata in fase esecutiva con tutte le previste verifiche della sicurezza e delle prestazioni di cui al capitolo 6.2.3. delle NTC.

In corso di d'opera si dovrà inoltre controllare la rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la situazione effettiva in quanto la validità delle ipotesi di progetto dovrà essere controllata durante la costruzione considerando, oltre ai dati raccolti in fase di progetto, anche quelli ottenuti con misure ed osservazioni nel corso dei lavori per adeguare, eventualmente, l'opera alle situazioni riscontrate.

Trento, luglio 2019

IL RELATORE:



Relazione geot 35/19
Lasino01g.doc