PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

COMUNE DI ROVERE' DELLA LUNA

RELAZIONE GEOLOGICA
&
RELAZIONE GEOTECNICA

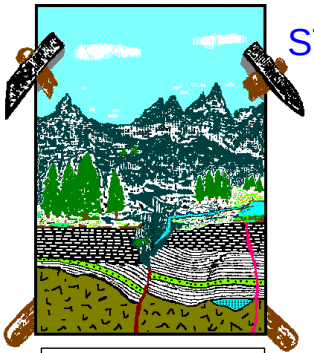
Progetto di lottizzazione ambito PL-06 identificato dalla p.f. 40/4 C.C. Roverè della Luna sita in Via Feldi

COMMITTENTE: Sigg.ri De Eccher Marco, Andrea, Claudio, Riccarda

il geologo **il progettista** **il committente**

ORDINE DEI GEOLOGI
GEOLOGENKAMMER
TRENTINO - ALTO ADIGE / SÜDTIROL
DOTT. GEOL.
N° 71 ICILIO VIGNA

Aprile 2026



2354/26

STUDIO GEOLOGICO ASSOCIATO GEOALP

dott. geol. Franca Bazzanella
dott. geol. Gianfranco Bazzoli
dott. geol. Icilio Vigna
P.IVA 01332500220 - cod. P62QHVQ
Viale Europa, 78 - Loc. San Cristoforo
Pergine Valsugana (TN) - 38057
Tel. 339/4809329 E-mail: geoalp.tn@virgilio.it
E-mail PEC: geoalp@pec-legal.it
Web homepage: http://www.geoalp.eu

INDICE

1. INTRODUZIONE E SCOPO DEL LAVORO
1.1. Normativa di riferimento
1.2. Vincoli geologico - urbanistici
2. IL PROGETTO
3. RELAZIONE GEOLOGICA
3.1. Informazioni sulla pericolosità geologica
3.2. Piano delle indagini geologiche, caratterizzazione e modellazione geologica
3.3. Geomorfologia ed idrografia
3.4. Litologia
3.5. Idrogeologia - Vincolo idrogeologico
3.6. Geotermia
3.7. Sismicità e pericolosità sismica di base - liquefazione
3.8. Terre e rocce da scavo - storia d'uso del suolo
3.9. Conclusioni
4. RELAZIONE GEOTECNICA
4.1. Piano delle indagini geotecniche, modello geotecnico - caratteristiche geotecniche dei terreni
4.2. Stabilità degli scavi
4.3. Portanza del terreno
4.4. Drenaggi, impermeabilizzazioni, ripristini
4.5. Smaltimento delle acque meteoriche
4.6. Conclusioni





Panoramiche del sito.

1. INTRODUZIONE E SCOPO DEL LAVORO

I seguenti documenti “Relazione geologica” e “Relazione geotecnica” sono riferiti al progetto architettonico definitivo: "Progetto di lottizzazione ambito PL-06 identificato dalla p.f. 40/4 C.C. Roverè della Luna sita in Via Feldi”, commissionato dai Sigg.ri De Eccher Marco, Andrea, Claudio, Riccarda allo Studio Tecnico Sebastiani ing. Barbara.

1.1. Normativa di riferimento

- Circolare 21/01/2019, n° 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l’applicazione dell’Aggiornamento delle NTC di cui al D.M. 17/01/2018.
- NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI D.M. 17 gennaio 2018 - Aggiornamento delle «Norme Tecniche per le Costruzioni» Circolare alle NTC-2018 n. 7 21/01/2019
- D.G.P. PAT 4 settembre 2020 n. 1317 - Carta di Sintesi della Pericolosità e succ. D.G.P. 18/03/2022, delibere n°1737, n°1748 dd. 29/09/ 2023 e DGP n° 1340, 1341, 1361 dd.12/09/2025;
- D.P.R. 13 giugno 2017 n. 120 e s.m. (disciplina terre e rocce da scavo)
- l.p. PAT 4 agosto 2015, n. 15 e s.m. - Legge provinciale per il governo del territorio
- D.P.G.P. PAT 27/04/2010, N. 13-45/LEG - L.P. n° 11, 23/05/2007 “Regolamento in materia di vincolo idrogeologico”
- D.G.P. PAT n. 2248 del 05/09/2008 e s.m. - Carta delle Risorse Idriche (4° agg. 2025)
- l.p. PAT 27 maggio 2008, n. 5 e s.m. - Piano Urbanistico Provinciale della PAT (PUP)
- O.P.C.M. 20/03/2003 n. 3274 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"
- O.P.C.M. 28/04/2006 n. 3519 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche"
- D.G.P. 20 ottobre 2023 n. 1937 "Aggiornamento delle zone sismiche del territorio provinciale"
- D.P.G.P. 26 gennaio 1987, n. 1- 41/Leg. e succ. mod. ed agg.: Testo unico provinciale sulla tutela dell’ambiente dagli inquinamenti.
- "Linee guida sull'applicazione della disciplina per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo" (Del. 54/2019 del Consiglio SNPA - Sistema Nazionale Protezione Ambiente)
- D.M. 05/04/06 n. 186 - Individuazione di rifiuti non pericolosi
- D. Lgs. 152/2006 - Tutela dell'ambiente
- DCIA 04/02/1977 - Tutela delle acque dall'inquinamento
- "Direttive per la redazione delle relazioni geologiche, geotecniche e sismiche ai sensi delle NTC 14/01/2008 e della normativa nazionale e provinciale collegata" degli Ordini Professionali dei Geologi e Ingegneri di Trento e Bolzano dd. 08/11/2010.

Sia la relazione geologica che la relazione geotecnica fanno riferimento alla fase di progettazione definitiva.

1.2. Vincoli geologico – urbanistici

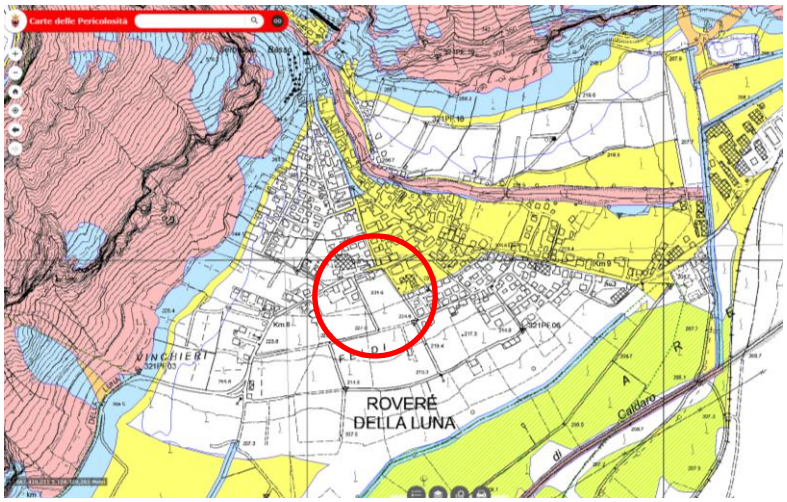
Le figure a seguire presentano l’inquadramento dell’area di interesse:

Strumento urbanistico	Classificazione
Carta di Sintesi della Pericolosità CSP del P.U.P.	Litogeomorfologica = P1 (trascurabile o assente) art. 18 PUP
Classificazione sismica	Area a sismicità bassa - zona sismica 3.
Carta delle Risorse Idriche del P.U.P.	Area senza vincoli
Carta del Vincolo Idrogeologico	Area esterna al vincolo

CSP: P1 = Aree con penalità trascurabile o assente: PUP, capo IV, art. 18.

Si dichiara, anche considerando la presenza nei dintorni di aree con livello di penalità maggiore, che nella relazione sono state comunque valutate ed indicate le eventuali misure precauzionali da adottare.

Ai sensi della Del. G.P. 1197/2023, si attesta che l’area di progetto risulta esterna a quelle di rispetto idrogeologico della CRI e quindi non interferente con aree di salvaguardia delle risorse idriche per consumo umano.



Legenda - CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITA'

Classi di Penalità
Con riferimenti alle norme di attuazione del Piano Urbanistico Provinciale (L.P. 27 maggio 2008, n. 5)

penalità ordinarie

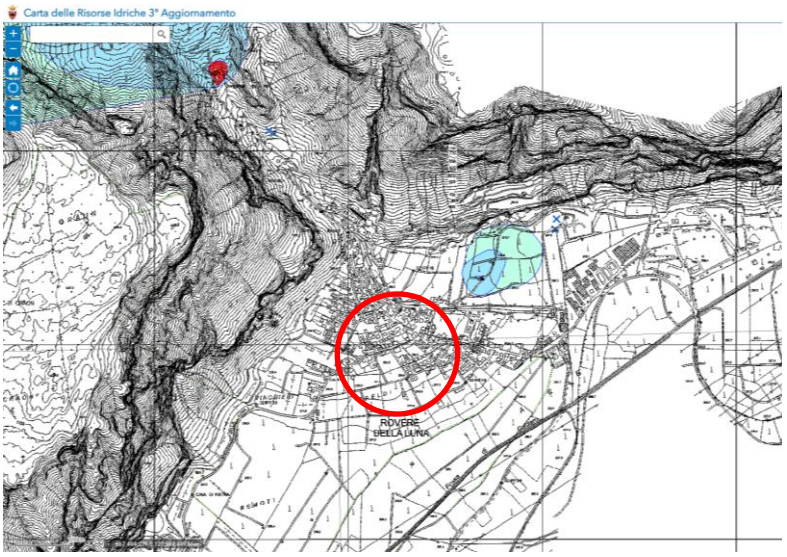
P4 - elevata	art. 15
P3 - media	art. 16
P2 - bassa	art. 17

altri tipi di penalità

APP - aree da approfondire	art. 18
PRV - residua da valanga	art. 18
P1 - trascurabile o assente	art. 18

tutele speciali

AFI - ambiti fluviali di interesse idraulico previsti dal Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche	art. 14
IMP - aree riservate a interventi di mitigazione del pericolo	art. 18
RSS - area di rispetto stazione sismometrica	art. 18
stazione sismometrica	



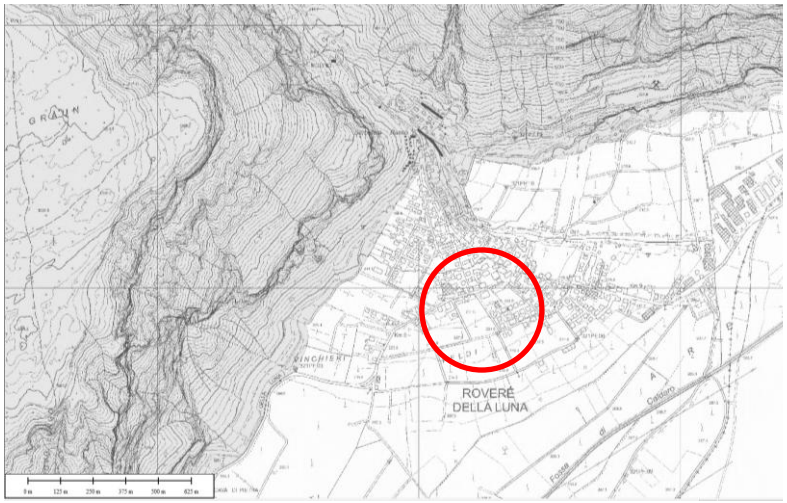
Legenda

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

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



Esterno

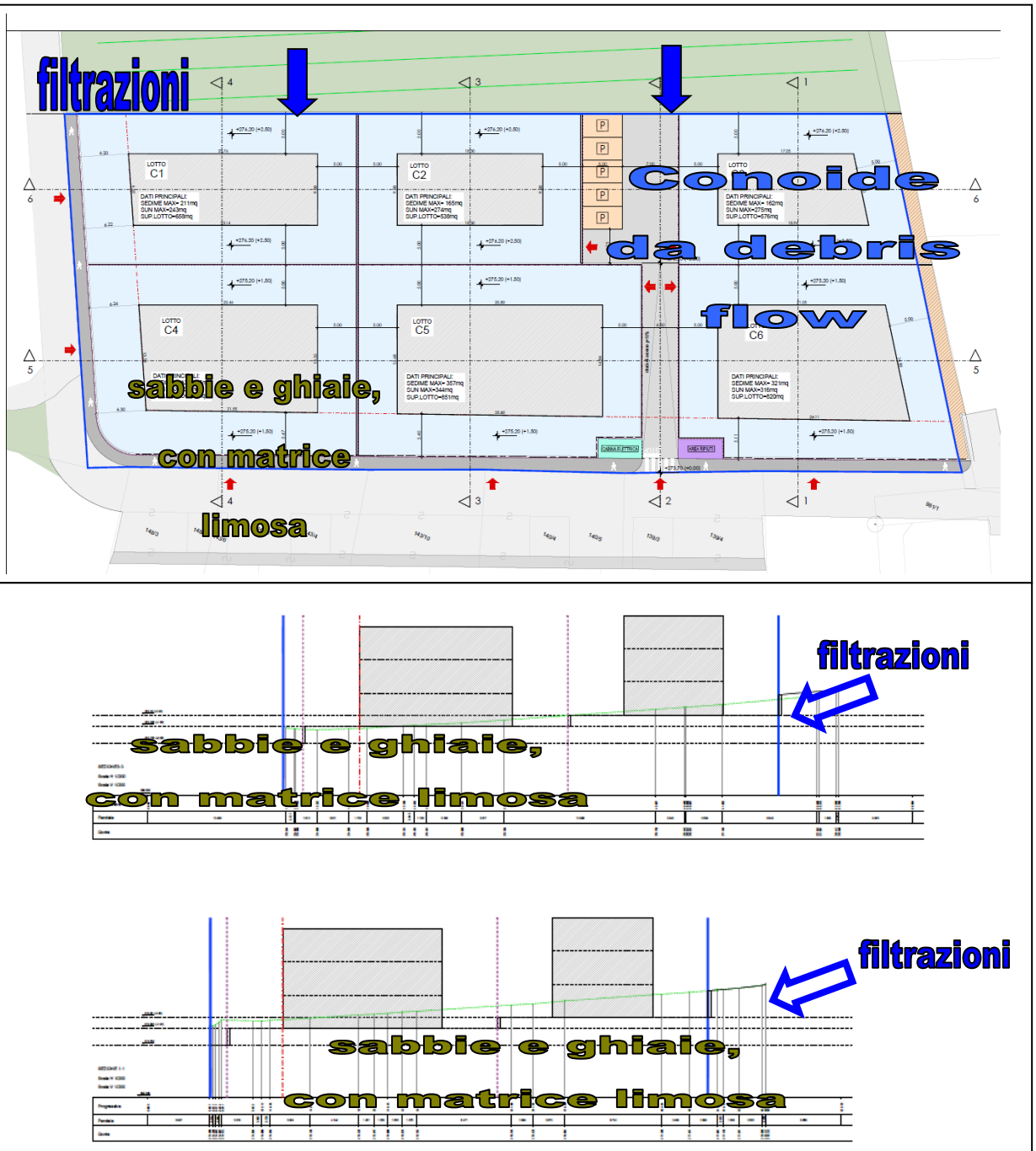
Interno

**Inquadramento dell'area: in alto la Carta di Sintesi della Pericolosità del PUP;
al centro la Carta delle Risorse Idriche del PUP;
in basso la Mappa del Vincolo Idrogeologico.**

2. IL PROGETTO

Il progetto in esame prevede la predisposizione per una lottizzazione urbanistica di una zona nella parte medio – inferiore del conoide di Roverè della Luna che è attualmente coltivata: per maggiori dettagli si rimanda al progetto.

Le figure a seguire riportano planimetria e sezione con le opere in progetto, sulle quali sono riportati i dati geologici, da verificarsi in sede esecutiva.



Planimetria / carta geologica e sezione con le opere in progetto; indicata la situazione geologica da verificarsi in sede esecutiva. Riduzione, modificata, dagli elaborati di progetto. Scala grafica.

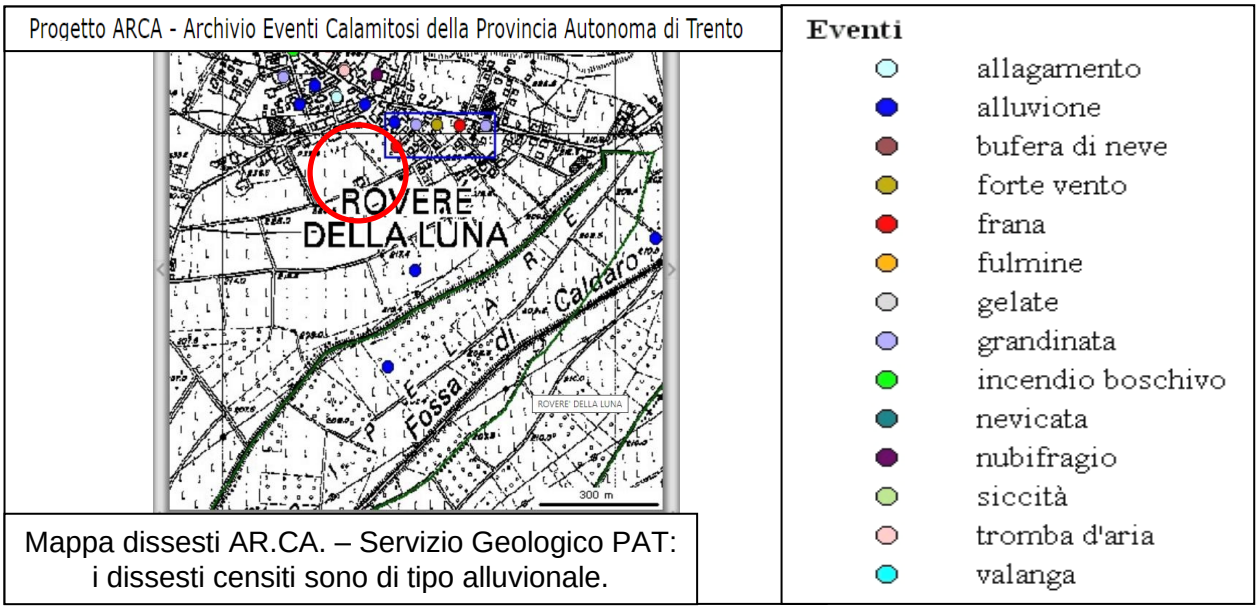
3. RELAZIONE GEOLOGICA

- Sulle indagini, caratterizzazione e modellazione geologica del sito relativa al progetto architettonico definitivo:

"Progetto di lottizzazione ambito PL-06 identificato dalla p.f. 40/4 C.C. Roverè della Luna sita in Via Feldi", commissionato dai Sigg.ri De Eccher Marco, Andrea, Claudio, Riccarda allo Studio Tecnico Sebastiani ing. Barbara

3.1. Informazioni sulla pericolosità geologica

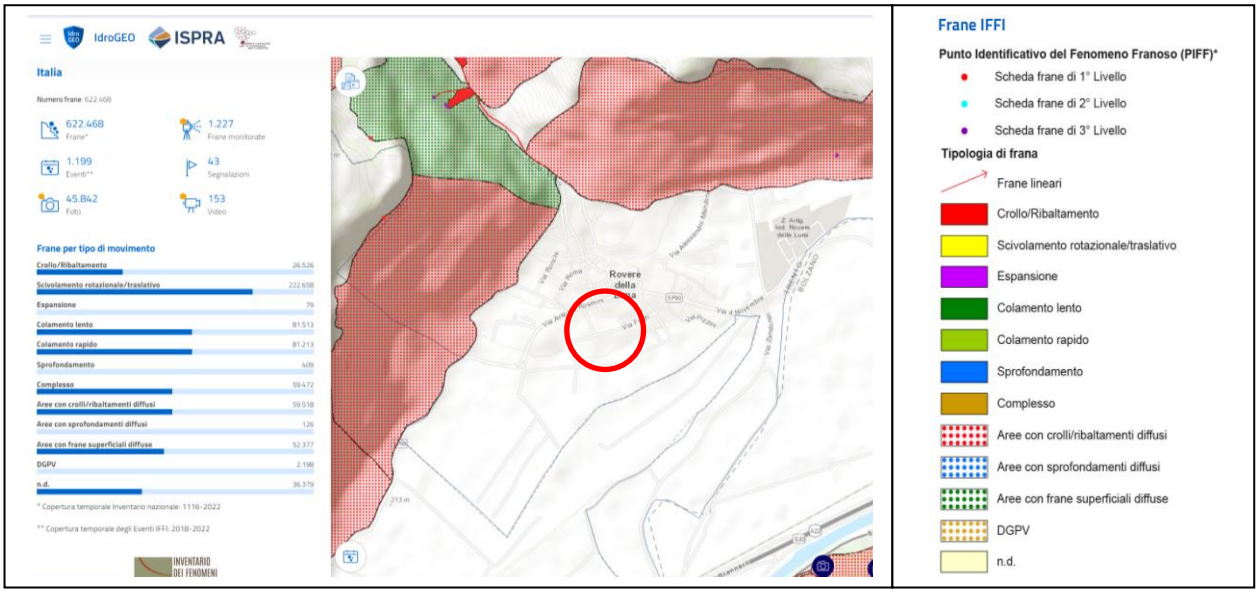
La Mappa dei dissesti AR.CA. (Archivio Calamità) del Servizio Geologico PAT segnala eventi calamitosi di tipo alluvionale verificatisi attorno all'area oggetto di studio.

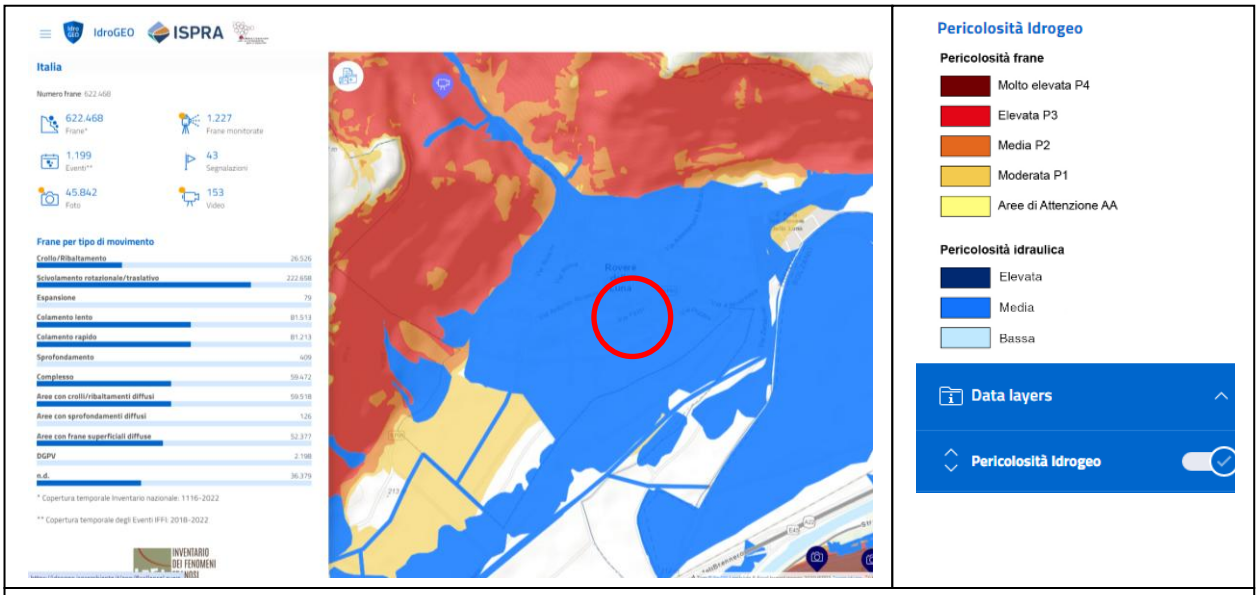


Mappa dissesti AR.CA. – Servizio Geologico PAT: i dissesti censiti sono di tipo alluvionale.

Si riporta la cartografia IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia), realizzata dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale ISPRA e dalle Regioni e Province Autonome: questo data-base mostra ubicazione e tipologia dei fenomeni geomorfologici noti e la propensione alla pericolosità del territorio.

Il sito risulta non coinvolto da fenomeni censiti e posto in area a pericolosità idrogeologica media P2.





Mappa dissesti IFFI: il sito non è interessato da dissesti censiti.
Mappa pericolosità IFFI: il sito è in area classificata a pericolosità idraulica media.

3.2. Piano delle indagini geologiche, caratterizzazione e modellazione geologica

Il piano di indagine, data la tempistica del lavoro, ha potuto prevedere il rilevamento geologico di superficie, l'esecuzione di un'indagine HVSR e l'acquisizione di dati pregressi: queste indagini non hanno comunque potuto far prendere completa osservazione di tutto il terreno coinvolto e dunque permane la necessità di verifiche esecutive sul modello geologico. Il presente elaborato ha anche la finalità di accedere al rilascio dei titoli edilizi: si rinvia comunque con esplicita prescrizione alla sede esecutiva per la verifica della rispondenza fra le ipotesi contenute nel presente elaborato e la situazione geologica riscontrata.

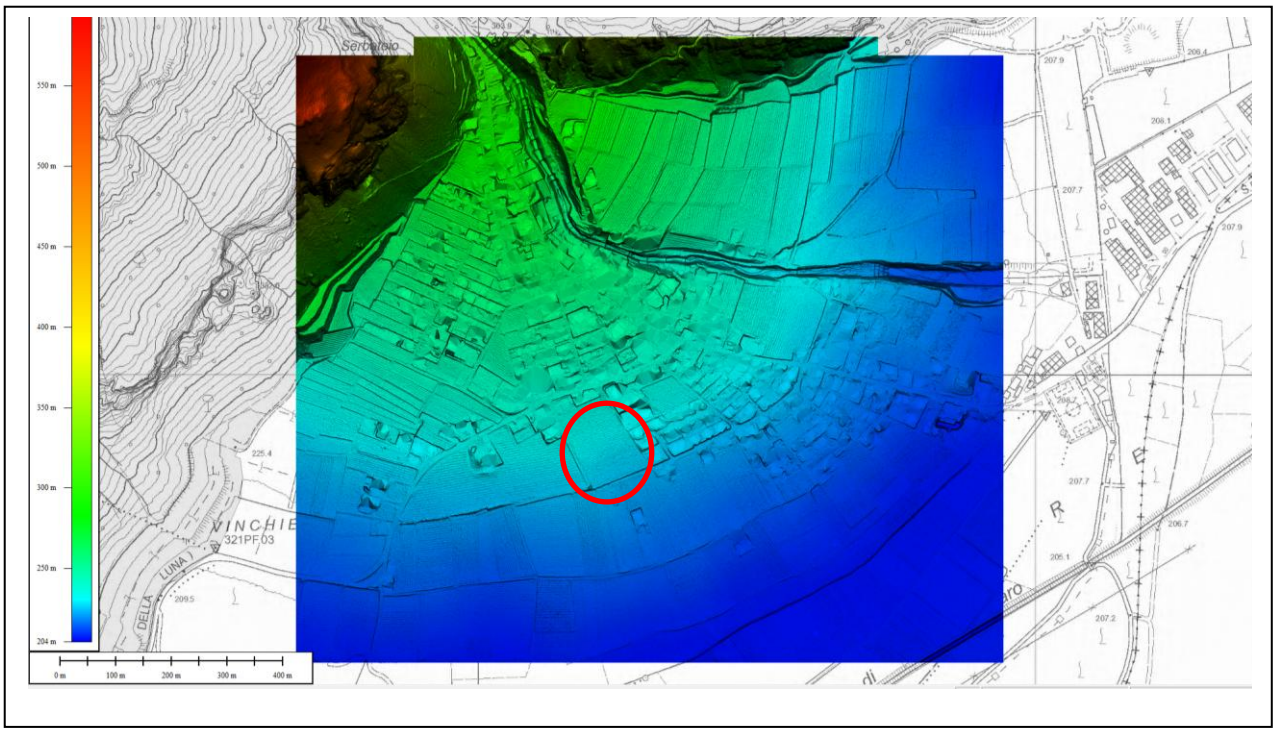
La modellazione geologica è la "ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità del territorio, descritti e sintetizzati dal modello geologico di riferimento" (NTC-18). La circostanza che il sedime è composto da terreno di natura anisotropa (depositi quaternari alluvionali continentali con diverso grado di addensamento), e che le indagini in questa fase non hanno permesso di investigare direttamente tutto il terreno coinvolto, implica che il livello di conoscenza acquisita non preclude l'esistenza di "eventuali incertezze nella ricostruzione geologica che possano risultare significative ai fini dello sviluppo del progetto".

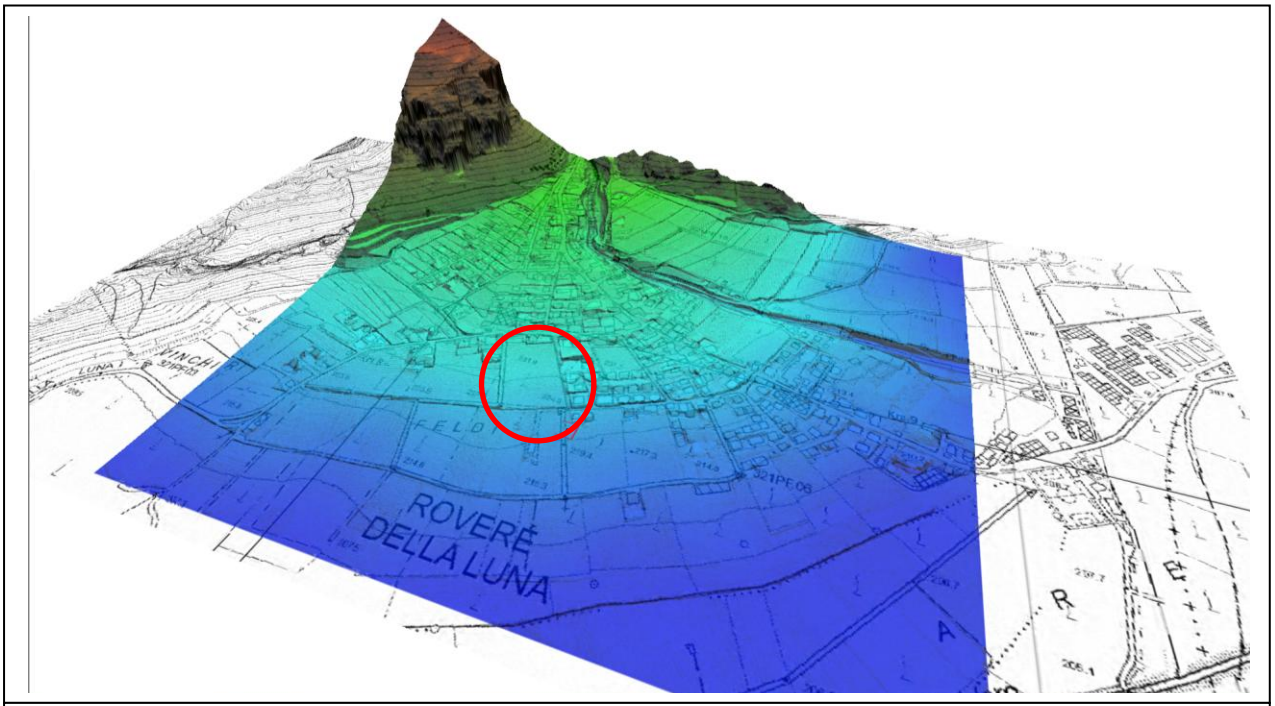
I paragrafi a seguire delineano il modello geologico di riferimento.

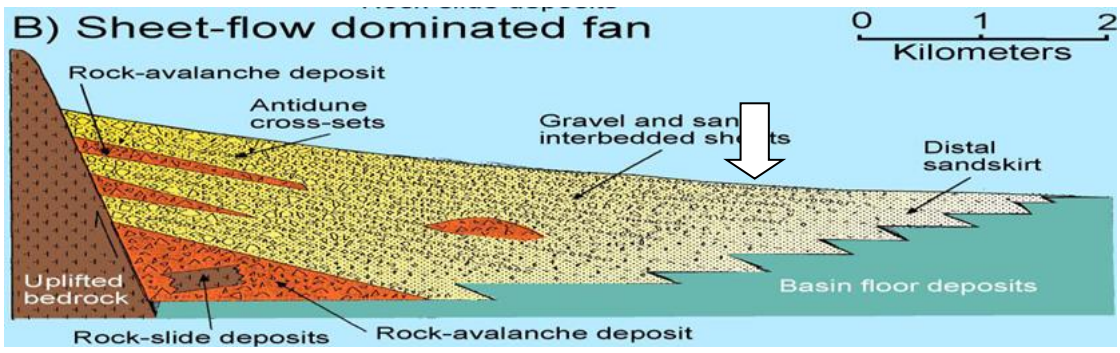
3.3. Geomorfologia ed idrografia

L'area di interesse si trova sul conoide di Roverè della Luna, nella parte mediana / inferiore dello stesso**,** in coordinate (UTM - WGS84 - 32N):

X / Long. (m)	Y / Lat. (m)	Quota (m s.l.m.)
667253	5123840	226







Assetto geomorfologico da rilievo Lidar 3D e schema geomorfologico.

Il conoide si è formato a partire dal termine dell'ultima fase glaciale quaternaria (ritiro del ghiacciaio würmiano atesino, avvenuto circa 16.000 anni fa), quando iniziò l'azione smantellatrice dei rivi laterali.

Spostandosi verso S e E il pendio sfuma nel piatto fondovalle atesino, un tempo paludoso, ove scorre il Fiume Adige, che ha lasciato evidentissime tracce (paleomeandri) della divagazione del suo corso nella pianura.

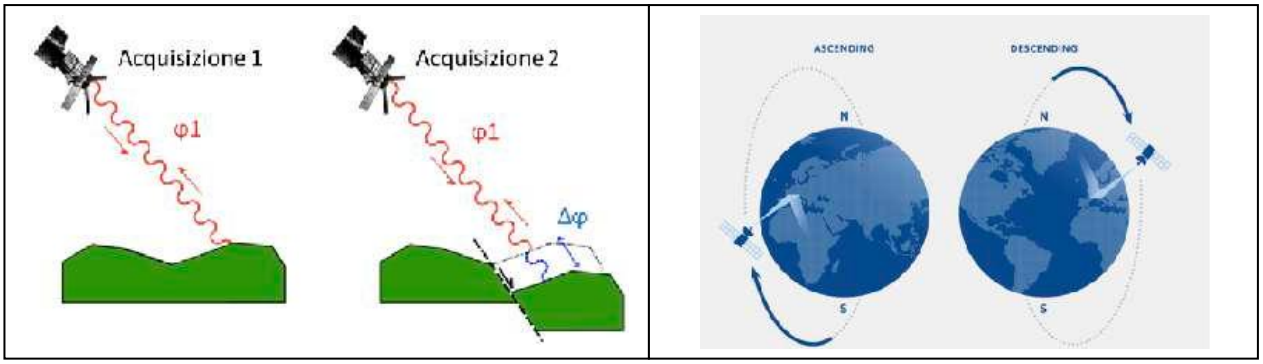
Il sito e tutta la zona circostante non mostrano evidenze riconducibili a dissesti di tipo gravitativo in atto o potenziali, mentre le penalità idrogeologiche evidenziate nel progetto ARCA derivano dalle potenziali azioni del Rio Molini che scende dai versanti retrostanti.

In concomitanza dell'alluvione del 2000, la parte superiore del paese venne precauzionalmente evacuata, temendo che le colate detritiche formatesi per le frane nell'alto bacino del Rio Molino, potessero coinvolgere l'abitato.

Non risulta tuttavia che questo sito venne interessato da eventi calamitosi: le successive opere di sistemazione idraulica mitigarono comunque il rischio idraulico, tanto che nelle cartografie dedicate, il sito è classificato non a pericolosità idrogeologica.

L'interferometria SAR (Synthetic Aperture Radar) è una metodologia di telerilevamento molto utilizzata e tra le più efficaci per monitorare le deformazioni della superficie terrestre e delle strutture costruite dall'uomo. Essa si basa sull'analisi multi-temporale di una lunga serie di immagini radar, acquisite sulla stessa area in tempi diversi, in modo da permettere misure non invasive e ad alta precisione degli spostamenti del terreno e di manufatti già presenti al suolo.

L'interferometria da satellite misura le variazioni di fase tra due acquisizioni del satellite nello stesso punto.



Il satellite passa su di un punto (Persistent Scatter - PS) acquisendo un segnale la cui fase è dipendente dalla distanza sensore-bersaglio in quel dato momento. In caso di movimento del terreno (in questo caso un abbassamento tettonico) la distanza sensore bersaglio aumenta e di conseguenza la fase subisce una variazione misurabile. Questo tipo di elaborazione viene comunemente chiamata interferometria differenziale (acronimo DInSAR).

La particolare combinazione tra il moto del satellite che orbita intorno alla Terra e il movimento di rotazione della Terra stessa, permette al sensore di rilevare la stessa area geografica secondo due differenti geometrie:

- in modalità ascendente, quando il satellite percorre l'orbita da S verso N, e illumina l'area da W verso E;
- in modalità discendente, quando il satellite percorre l'orbita da N verso S, e illumina l'area da E verso W.

Come conseguenza delle diverse geometrie di acquisizione si possono registrare deformazioni di segno opposto (positive oppure negative). Per convenzione si hanno segni positivi per spostamenti in avvicinamento lungo la congiungente sensore-bersaglio e segni negativi per allontanamenti rispetto al sensore.

Un moto con componente prevalentemente verticale come la subsidenza determina velocità di deformazione simili in entrambe le geometrie sia come intensità che come segno (i.e., in allontanamento rispetto al satellite in entrambe le geometrie).

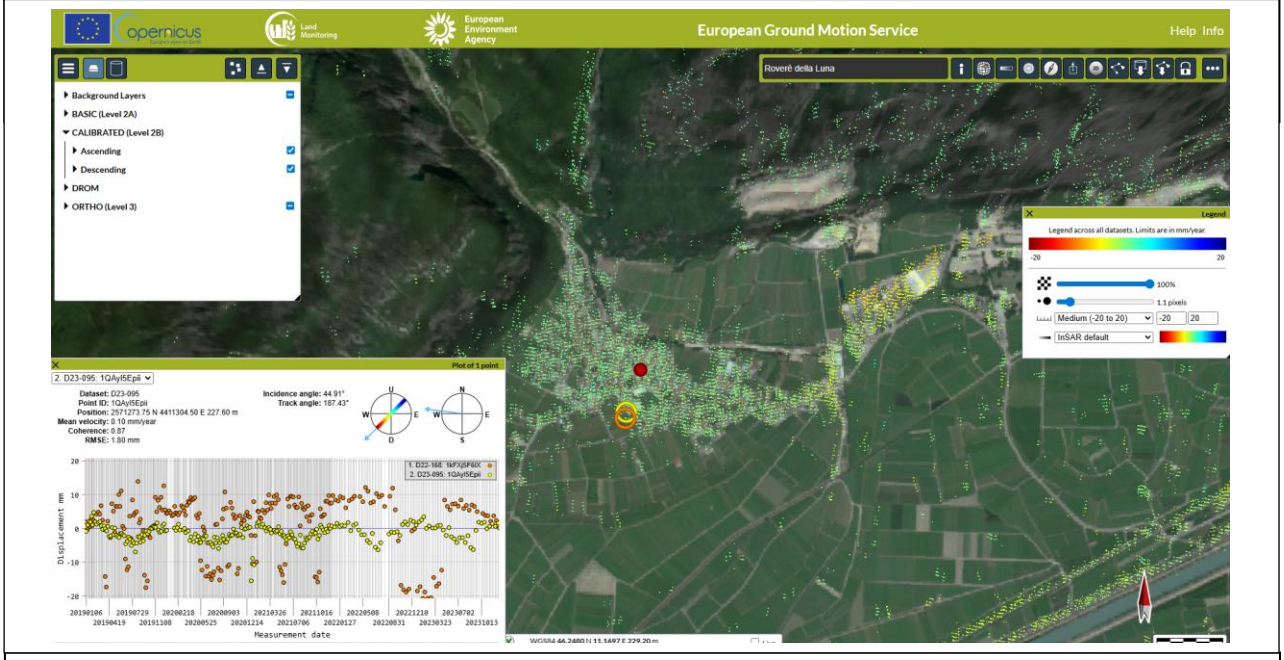
Un moto con componente orizzontale non trascurabile (come una frana) determina velocità di deformazioni diverse nelle due geometrie, sia come intensità che come segno: in una geometria si hanno velocità negative (ovvero il sensore registra un allontanamento), nell'altra si hanno velocità positive (ovvero il sensore registra un avvicinamento).

I dati dei punti riflettenti il segnale radar (Persistent Scatter PS) identificati e le misure corrispondenti di velocità e spostamento ottenuti dall'elaborazione dei dati disponibili coprono i seguenti periodi:

1 - ERS1/2 = 1992 – 2000
2 - ENVISAT = 2003 – 2008
3 - COSMO SKY-MED = gen. 2010 - apr. 2014
4 - EGMS (European Ground Motion Service) = 2015 - 2023

Per la zona di interesse si riportano le mappe dei dati COSMO SKY-MED e EGMS:

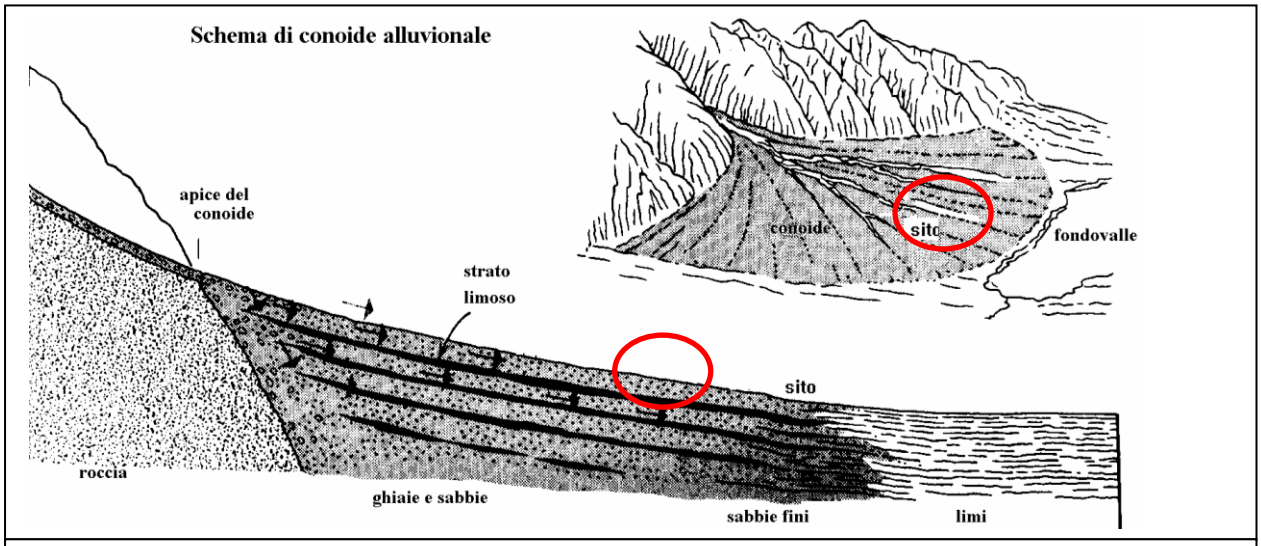




Interferometria COSMO SKY-MED e EGSM ascending: i riflettori della zona mostrano una dinamica deformativa assente.

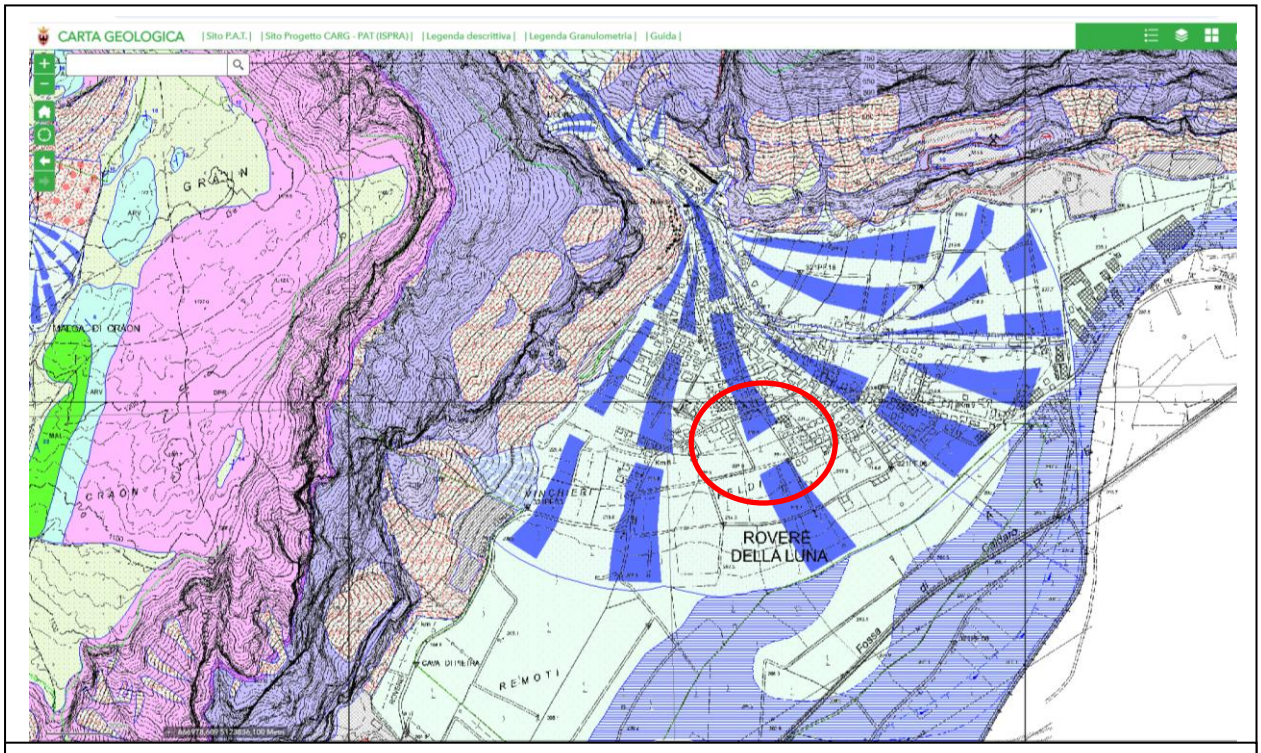
3.4. Litologia

A scala del sito i terreni sono riconducibili a depositi di conoide (debris flow): essendo il sito nella parte mediana del conoide i depositi sono di tipo granulare ma con matrice abbondante: via via aumenta la matrice fine spostandosi verso valle: non vi sono affioramenti del substrato roccioso.



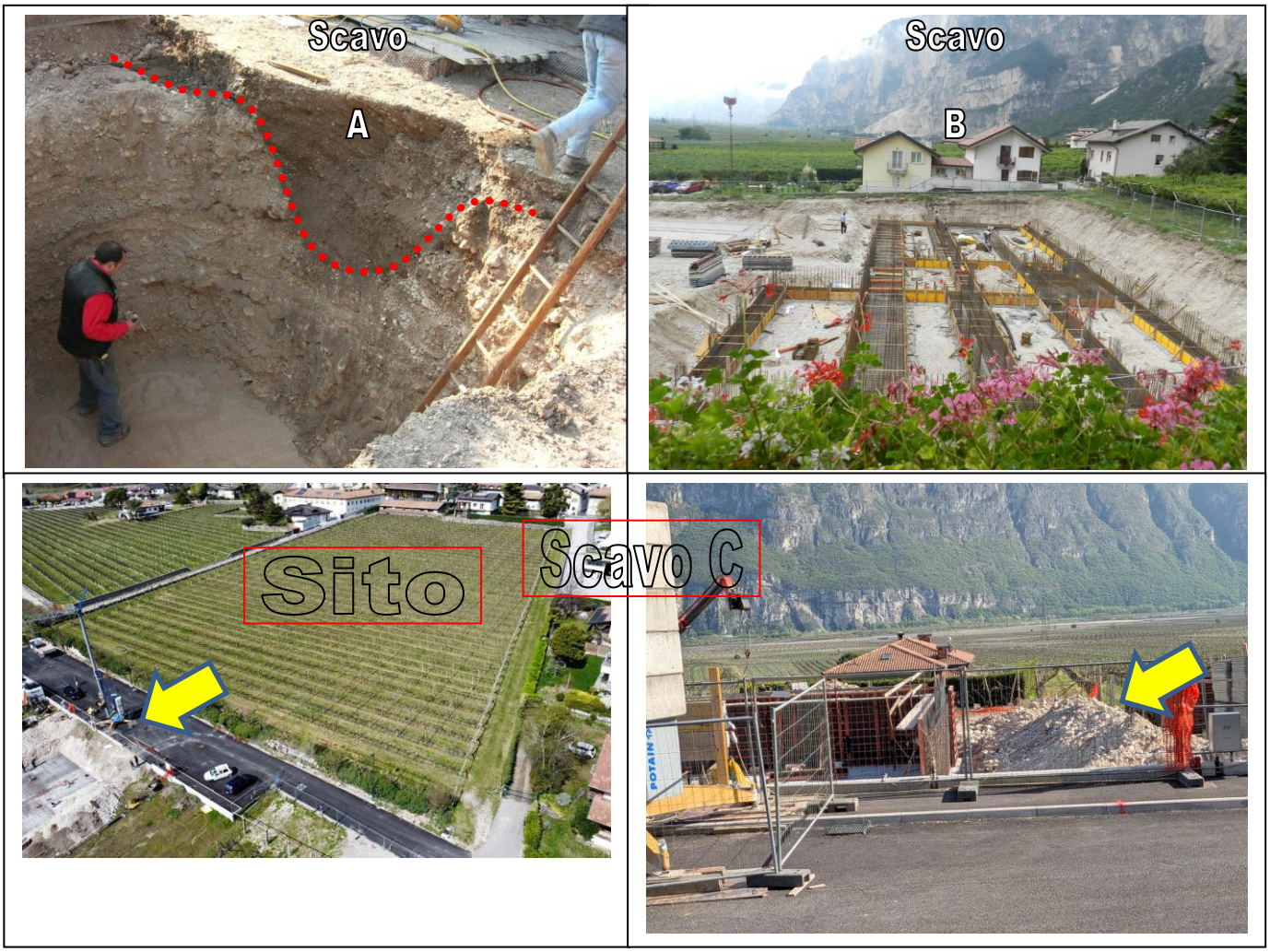
Schema deposizionale conoide da colata.

Gli affioramenti delle rocce del substrato roccioso sono lontani dal sito: si tratta di rocce eruttive permiane appartenenti al Gruppo Vulcanico Atesino, Formazione di Cembra (andesiti e quarzoandesiti) di color scuro in bancate immergenti a SSW di 20°.



Assetto geologico da rilievo Servizio Geologico PAT.

Riferendosi alla stratigrafia locale del sito, si dispone (fornite dalla Committenza) anche di alcune fotografie di cantieri A, B e C, posti in vicinanza al sito di futuro intervento.



La stratigrafia è composta prevalentemente da ghiaie a matrice sabbiosa e subordinatamente da livelli sabbiosi a matrice limosa.

Le fotografie mostrano dei depositi essenzialmente ghiaiosi, con elementi carbonatico - dolomitici di dimensioni fino a decimetriche: i clasti sono da spigolosi a sub - arrotondati e questo conferma la loro provenienza da aree non remote; la matrice sabbio-limosa è abbondante nei livelli grossolani, e sono presenti livelli sabbiosi a matrice limosa, la quale conferisce una significativa coesione al terreno.

Interessante notare la tessitura del deposito sciolto, che mostra ben evidenti delle stratificazioni sub - parallele all'andamento inclinato della superficie topografica, ulteriore conferma del meccanismo da colata detritica di messa in posto del deposito.

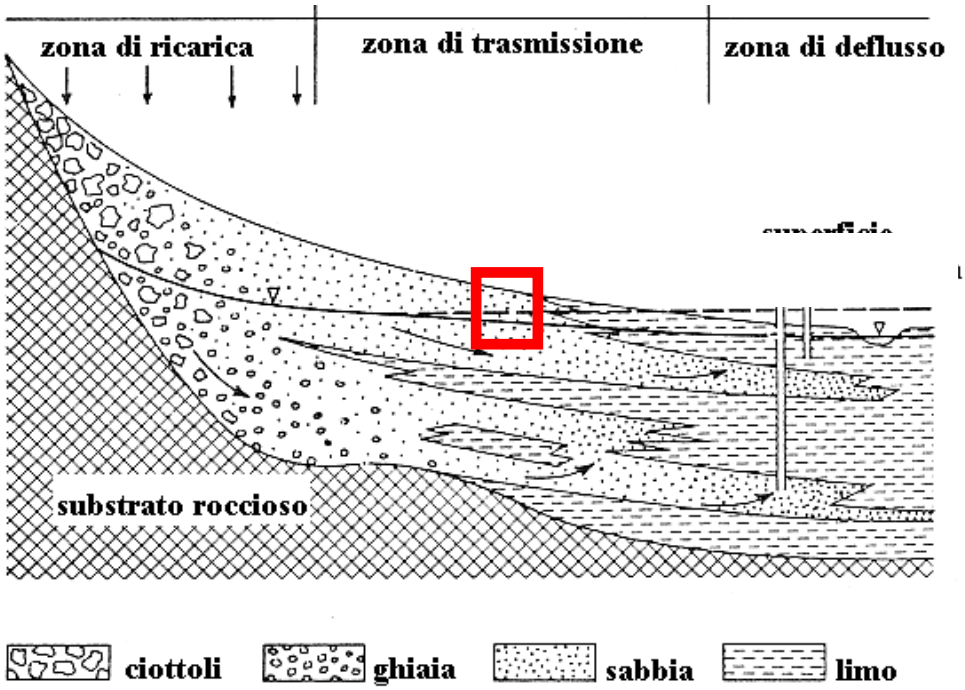
3.5. Idrogeologia - vincolo idrogeologico

I terreni di copertura sono caratterizzati da una sviluppata porosità; la permeabilità (di tipo primario, o per porosità) assume valori diversi in relazione alla percentuale del materiale fine rispetto a quella del materiale grossolano.

Lo strato vegetale superficiale, anche rimaneggiato e poco addensato, ha matrice sabbioso - limosa, per cui la sua permeabilità è definibile come media.

I sottostanti depositi di conoide da debris flow sono dotati di un grado di permeabilità medio alto in senso parallelo alla superficie topografica, mentre la permeabilità verticale, per la

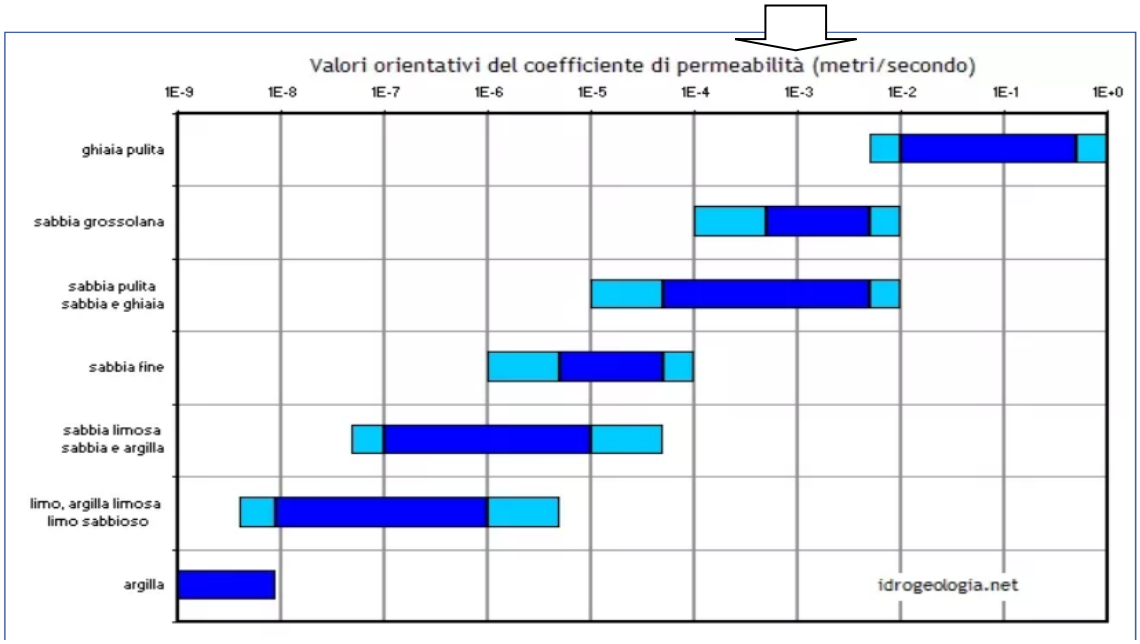
presenza di livelli a matrice limosa e sabbiosa (vedasi schema deposizionale precedente) è molto inferiore.



Sezione geologica schematica dell'ambiente deposizionale ed idrogeologico di conoide.

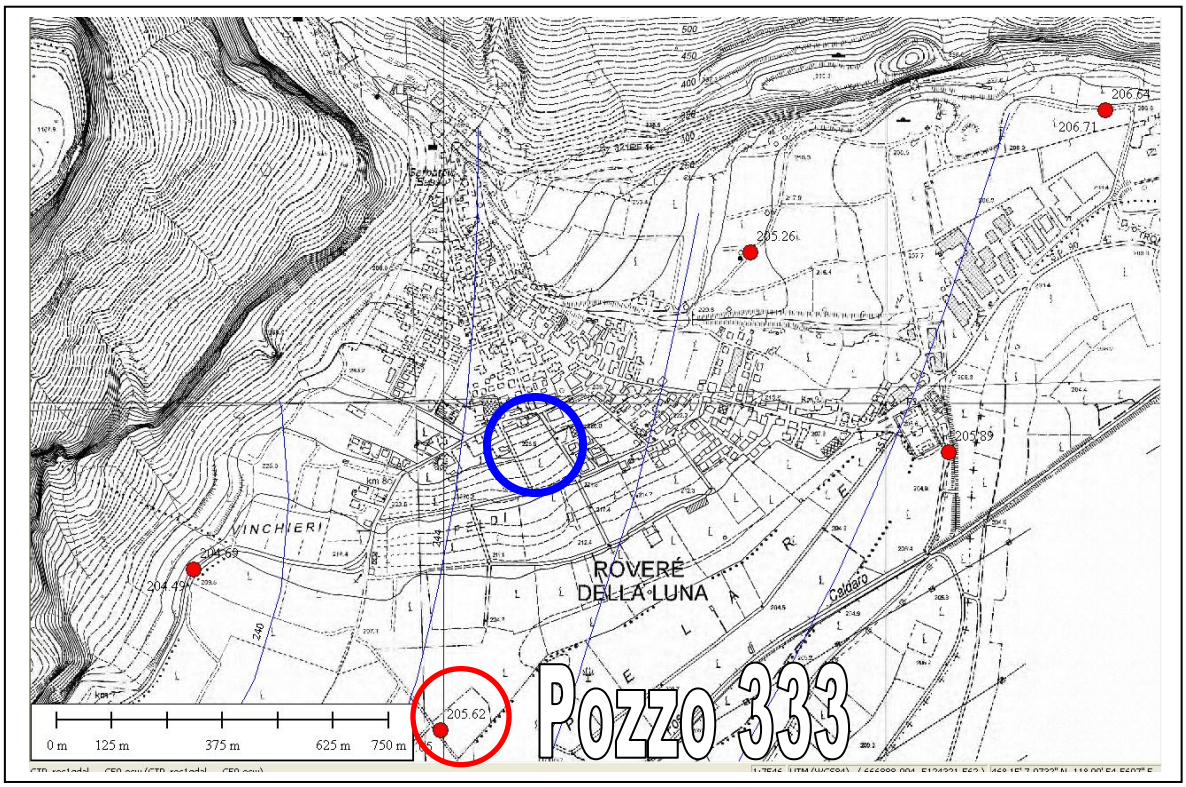
Valori orientativi del coefficiente di permeabilità

La figura 1 riporta i valori tipici del coefficiente di permeabilità orizzontale (k_h) per una serie di terreni sciolti a granulometria decrescente dalle ghiaie alle argille. Per via della natura usualmente stratificata dei terreni, il valore del coefficiente di permeabilità verticale (k_v) è di solito inferiore al valore di k_h. Il rapporto fra k_h e k_v tipicamente oscilla da 2 a 20 ma può arrivare fino a 100 in presenza di terreni molto stratificati [220].



La struttura stratificata del conoide, con alternanze di livelli ghiaiosi a livelli con matrice fine - vedasi schemi precedenti - implica che verso i fronti di scavo prima e verso le opere poi, è possibile l'arrivo di filtrazioni, la cui intensità è funzione del periodo meteorico.

Le acque meteoriche e quelle di sub - alveo all'apice del conoide si infiltrano in senso verticale, fino ad incontrare i vari limiti di permeabilità presenti nel conoide: da questa posizione, l'acqua scorre parallelamente al contatto ed al pendio verso la falda di fondovalle.



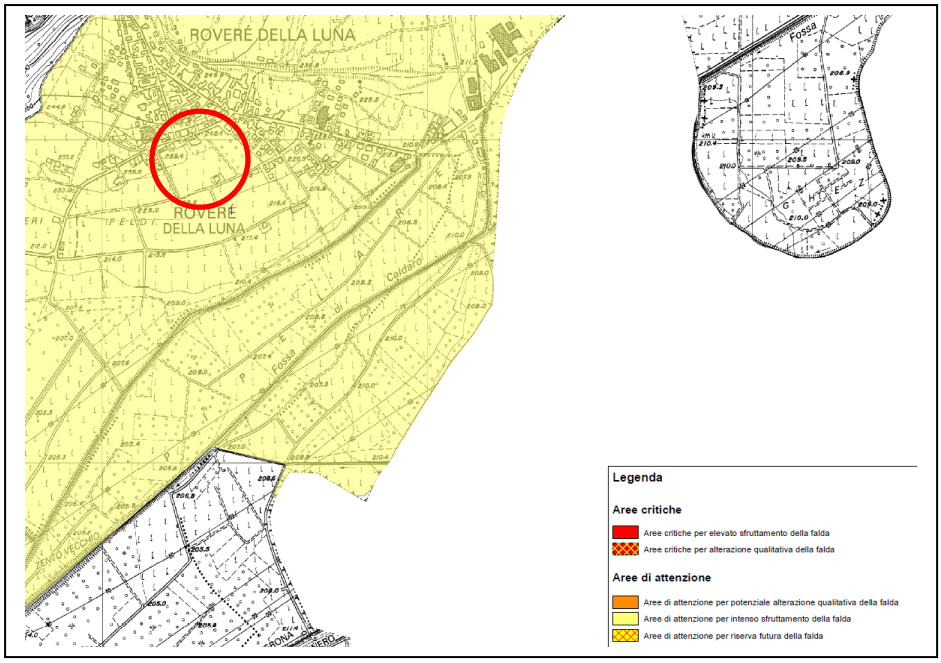
Dati freatimetrici del giugno ed ottobre 2006 (Geoalp): indicata la quota (circa 205 m s.l.m.) del tetto della falda in pozzi di fondovalle circostanti il sito (Blu), a sua volta posto a quota 226 m s.l.m. e quindi posto a circa + 20 m rispetto al tetto della falda di fondovalle. Evidenziata in rosso la posizione del pozzo Codice 333, di cui si dirà nella sezione dedicata alla geotermia.

Nei periodi di piena ordinaria, è stato riferito, le filtrazioni di fondovalle non arrivano a influenzare i piani interrati (circa a - 6 m di profondità rispetto al p.c. sul lato di monte) di edifici posti a quota analoga al sito; si ritiene che vi possano comunque essere filtrazioni di conoide.

Dunque il comportamento idrogeologico dei terreni del sito ove si realizzeranno le opere in progetto è caratterizzato da una elevata disomogeneità, avendosi una permeabilità verticale sensibilmente più bassa rispetto alla permeabilità parallela al pendio.

La falda presente nel sottosuolo del comune di Roverè della Luna si trova in una situazione di attenzione derivante dall'intenso sfruttamento operato tramite i numerosi pozzi, agricoli e non, presenti in zona.

Al riguardo si riporta la cartografia PGUAP:



Carta delle criticità delle risorse idriche sotterranee. La zona è di attenzione per l'intenso sfruttamento della falda idrica - PGUAP.

Anche considerando che esiste una tendenza alla estremizzazione degli eventi climatici, e quindi un aumento della frequenza di episodi alluvionali quali quello del 2000, appare comunque prudenziale considerare che in casi eccezionali le filtrazioni del conoide possano interferire con i piani interrati degli edifici in progetto.

Relativamente al vincolo idrogeologico, si evidenzia che il sito risulta essere esterno alle aree vincolate.

3.6. Geotermia

Qualora la Committenza volesse munirsi di impianto geotermico mediante sonde a circuito chiuso, si indica che, in corrispondenza del sito di interesse, non vi sono vincoli ostativi di tipo urbanistico.

Relativamente alla valutazione della predisposizione del sito nei riguardi dell'installazione di un impianto geotermico tramite sonde a circuito chiuso, si può concludere che il sito è posto in un contesto geologico ed idrogeologico favorevole a questo scopo.

Infatti le sonde geotermiche funzionano meglio in presenza di rocce acquifere, circostanza applicabile alla zona di interesse: si riportano due tabelle, tratte dalla letteratura specifica, che riportano dei dati sulle caratteristiche termiche dei terreni utili per il dimensionamento di eventuali sonde geotermiche: si faccia riferimento ai valori relativi a "ghiaie secche" per i primi 10 m circa e ai valori delle ghiaie e sabbie con acqua per la restante profondità.

Tabella 1.2. Dati di riferimento delle proprietà termofisiche di terreni e rocce (fonte: Turcotte e Schubert, 2002; L.R. Ingersoll et al., 1954; S. Kavanaugh e K. Rafferty, 1997)

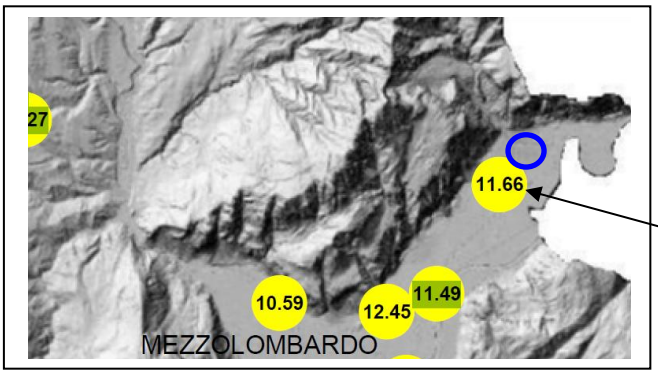
Tipo di terreno/roccia	Conducibilità termica (W/m K)	Calore specifico (J/kg*K])	Densità (kg/m^3)	Diffusività termica (m^2/giorno)
Ghiaie e sabbie secche	0.3-0.9	800	1890	0.045
Ghiaie e sabbie umide	1.3-1.8	840	2010	0.056
Ghiaie e sabbie sature	1.8-2.4	960	2100	0.078
Argille e limi asciutti	0.2-1.0	840	1440	0,024
Argille e limi umidi	1.2-2.3	1050	2100	0.045
Marne umide (senza Qz)	1.0-1.6	879	2080-2640	0.047-0.056
Marne umide (con Qz)	1.7-3.1	879	2080-2640	0.084-0.11
Arenarie	1.5-4.2	1005	1900-2500	0.065-0.11
Calcari	2.4-3.4	920	1600-2700	0.093-0.13
Dolomiti	3.2-5	879	2700-2850	0.10-0.21
Gneiss	2.1-4.2	920	2600-2850	0.084-0.11
Marmi	2.5-3	920	2670-2750	0.074-0.11
Basalti	1.3-2.9	796	2950	0.065-0.084
Graniti	2.4-3.8	879	2650	0.093-0.13
Gabbri	1.9-4.0	753	2950	0.079-0.14
Dioriti	2.8-3.6	920	2800	0.065-0.093
Granodioriti	2.0-3.5	879	2700	0.074-0.12

Tipo di sottosuolo	Quota specifica di estrazione	
	W/m su 1800 h	W/m su 2400 h
Valori generali*		
Sottosuolo povero e sedimenti secchi (λ < 1.5 *W*/ (m · K))	25	20
Sottosuolo roccioso e sedimenti saturi d'acqua (1.5 < λ < 3 W / (m · k))	60	50
Roccia consolidata con elevata conducibilità termica (λ > 3 *W*/ (m · K))	84	70
Tipi di rocce		
Ghiaia e sabbia secche	< 25	< 20
Ghiaia e sabbia sature d'acqua	65 – 80	55 – 65
Ghiaia e sabbia con un notevole flusso di acqua di falda	80 – 100	80 – 100
Argilla	35 – 50	30 – 40
Calcare	55 – 70	45 – 60
Arenaria	65 – 80	55 – 65
Rocce magmatiche silicee (es: granito)	65 – 85	55 – 70
Rocce magmatiche basiche (es: basalto)	40 – 65	35 – 55
Gneiss	70 – 85	60 – 70

* Questi valori possono variare significativamente a seconda della struttura della roccia (fessure, filiazione, alterazione ecc.)

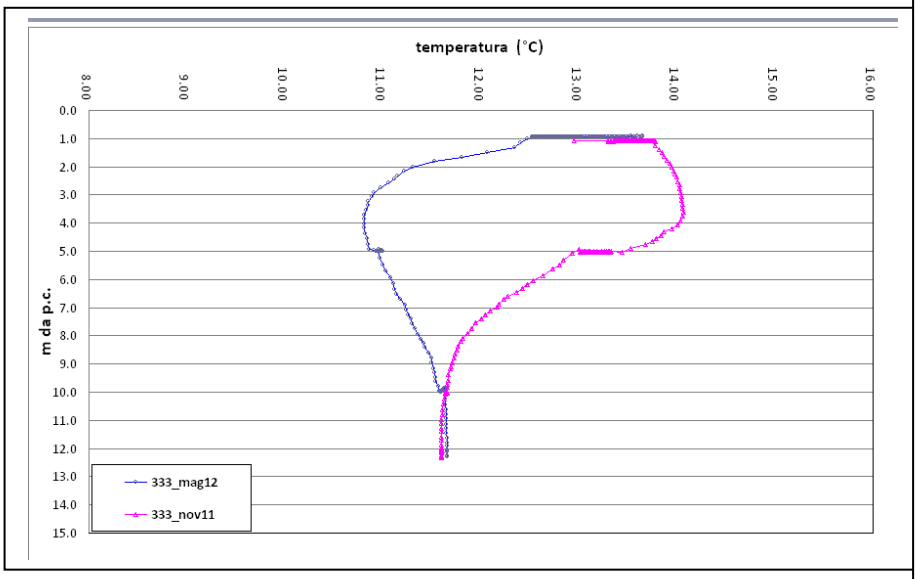
Valori di letteratura relativi alle caratteristiche termiche dei terreni utilizzati per il dimensionamento delle sonde geotermiche a circuito chiuso.

Si riportano i dati di misurazioni eseguite da Geoalp nel 2011 e 2012: le misure della temperatura e della conducibilità elettrica della colonna d'acqua in un pozzo - codice 333 - posto poco a SW del sito.

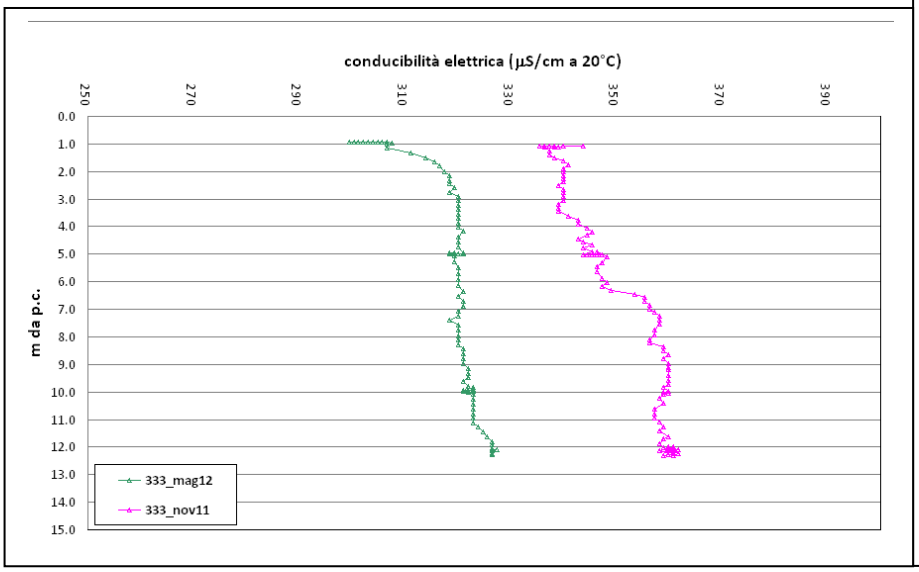


Acqua in un pozzo (codice 333) posto a SW del sito al novembre 2011 e maggio 2012.

Valore medio di temperatura (°C)



Profili di temperatura (°C)



Profili di conducibilità elettrica specifica (uS/cm)

Fonte Geoalp, 2012.

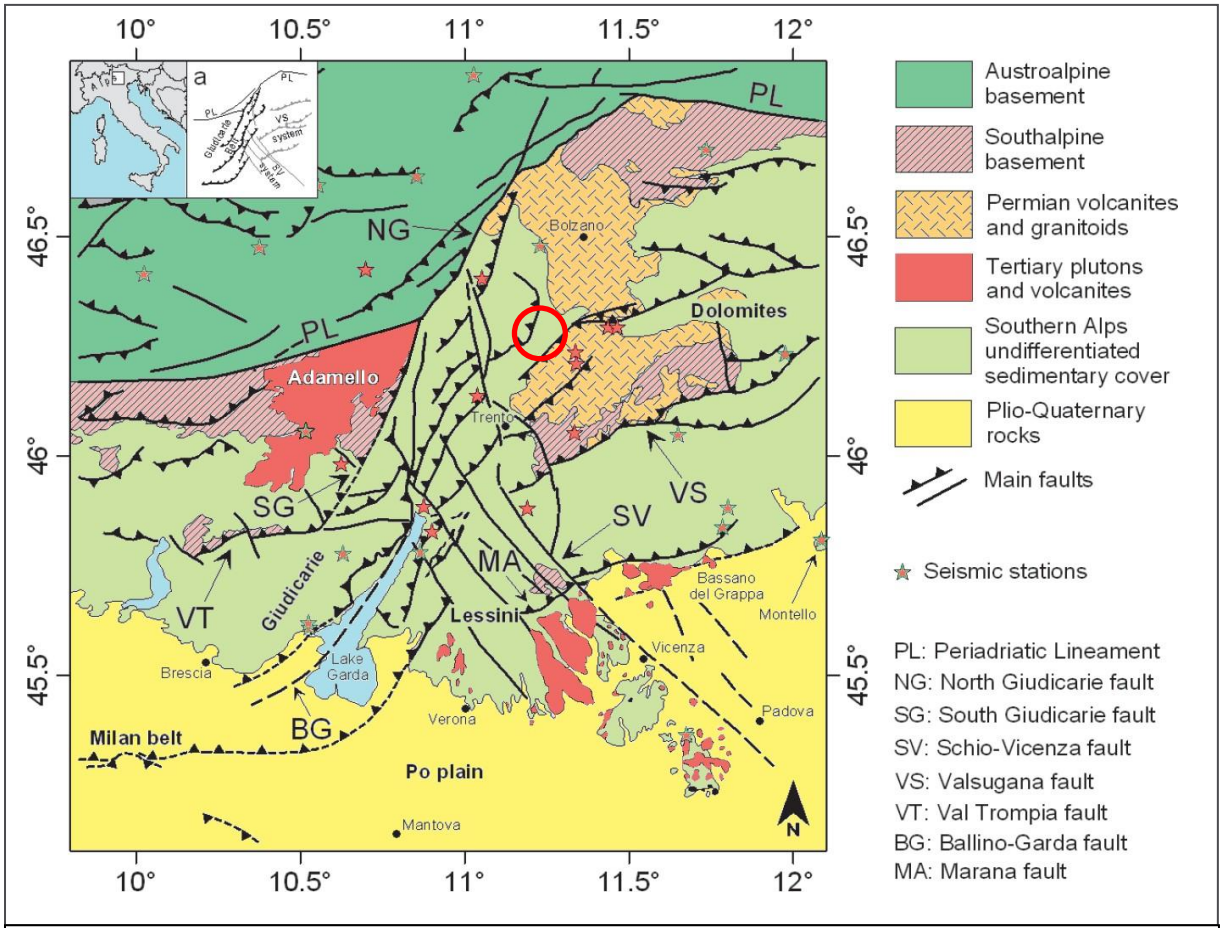
3.7. Sismicità e pericolosità sismica di base

Si presenta ora l'inquadramento tettonico generale ed il conseguente assetto sismogenico, valutando poi quale sismicità ne sia storicamente derivata e la risultante classificazione sismica locale.

Assetto tettonico

L'area di studio fa parte delle Alpi Meridionali, che sono una catena a pieghe e sovrascorrimenti sud-vergente a basso o nullo grado di metamorfismo, separata dall'orogeno Alpino, nord-vergente e in prevalenza metamorfico, dal Lineamento Periadriatico, attivo dall'Oligocene.

Di particolare importanza sono i sistemi tettonici giudicariense e scledense (Schio - Vicenza) che si incrociano nel settore tra il Lago di Garda e Trento - Mezzolombardo-Pinzolo; un altro importante fascio di faglie è quello della Valsugana, la cui terminazione orientale si colloca fra Rovereto e Trento.



Schema geologico e tettonico della parte centro-orientale delle Alpi (da Viganò et al., 2008), con modifiche.

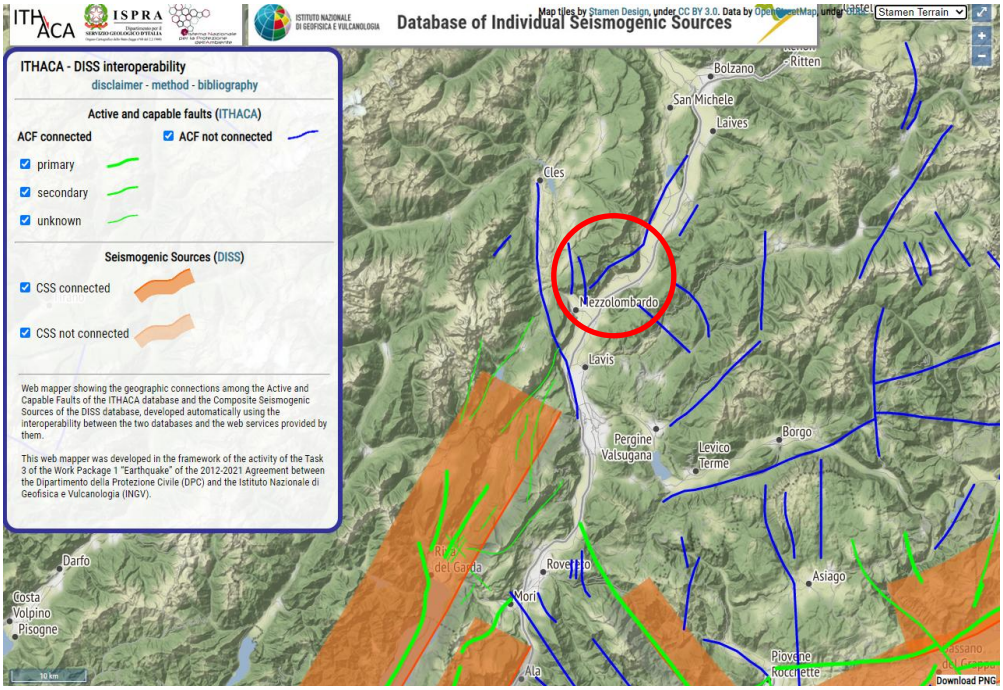
Sorgenti sismogeniche: faglie attive e faglie capaci

Si riporta un inquadramento cartografico del progetto: "Analysis of the seismic potential in Italy for the evaluation of the seismic hazard" curato dal Dipartimento della Protezione Civile che recepisce i dati editati dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, ancora tramite il progetto DISS "Database of Individual Seismogenic Sources".

Questo database contiene informazioni su elementi tettonici in grado di generare terremoti, definiti anche come faglie attive: in prossimità del Trentino sono indicati il “Lineamento Insubrico”, la “linea Schio Vicenza” e, più vicino, la "faglia delle Giudicarie".

Si tratta di una fascia a scala regionale che rappresenta la cerniera di sutura della zona di scontro fra la placca africana e quella europea: nel dettaglio la linea delle Giudicarie rappresenta una faglia inversa e trascorrente sinistra con rigetto dislocativo trascorrente stimato in circa 30 Km.

Secondo il database citato, tale elemento sismogeno può generare terremoti con intensità di scuotimento fino alla Magnitudo 5.7 Richter.



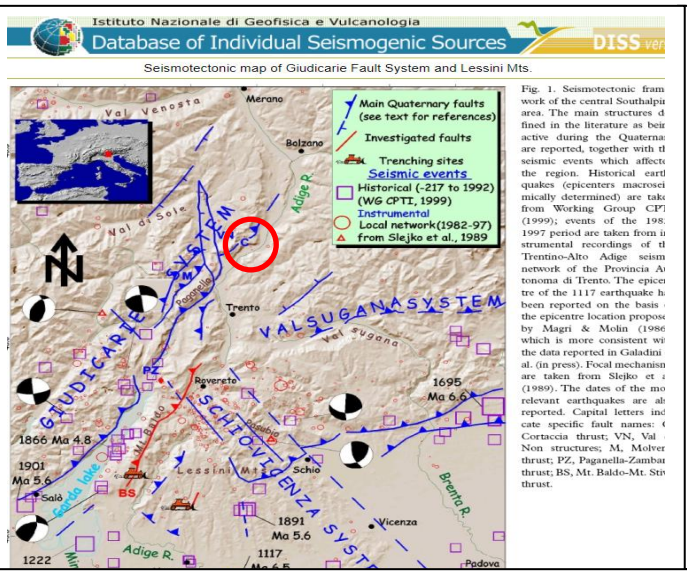


Fig. 1. Seismotectonic fram work of the central Southalpi area. The main structures d fined in the literature as beir active during the Quaterna are reported, together with tl seismic events which affecte the region. Historical earth quakes (epicenters macrosei mically determined) are take from Working Group CPT (1999); events of the 198 1997 period are taken from i strumental recordings of tl Trentino-Alto Adige seism network of the Provincia A tonoma di Trento. The epice tre of the 1117 earthquake h been reported on the basis the epicentre location propose by Magri & Molin (1986 which is more consistent wi the data reported in Galadini al. (in press). Focal mechanism are taken from Slejko et a (1989). The dates of the mo relevant earthquakes are al reported. Capital letters ind cate specific fault names: C Cortaccia thrust; VN, Val Non structures; M, Molver thrust; PZ, Paganella-Zambar thrust; BS, Mt. Baldo-Mt. Stiv thrust.

General Information

DISS-ID	ITCS048
Name	Giudicarie
Compiler(s)	Burrato P.(1)
Contributor(s)	Burrato P.(1)
Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sismologia e Tettonofisica; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy
Created	08-Jan-2005
Updated	28-May-2015
Display map ...	
Related sources	ITIS069

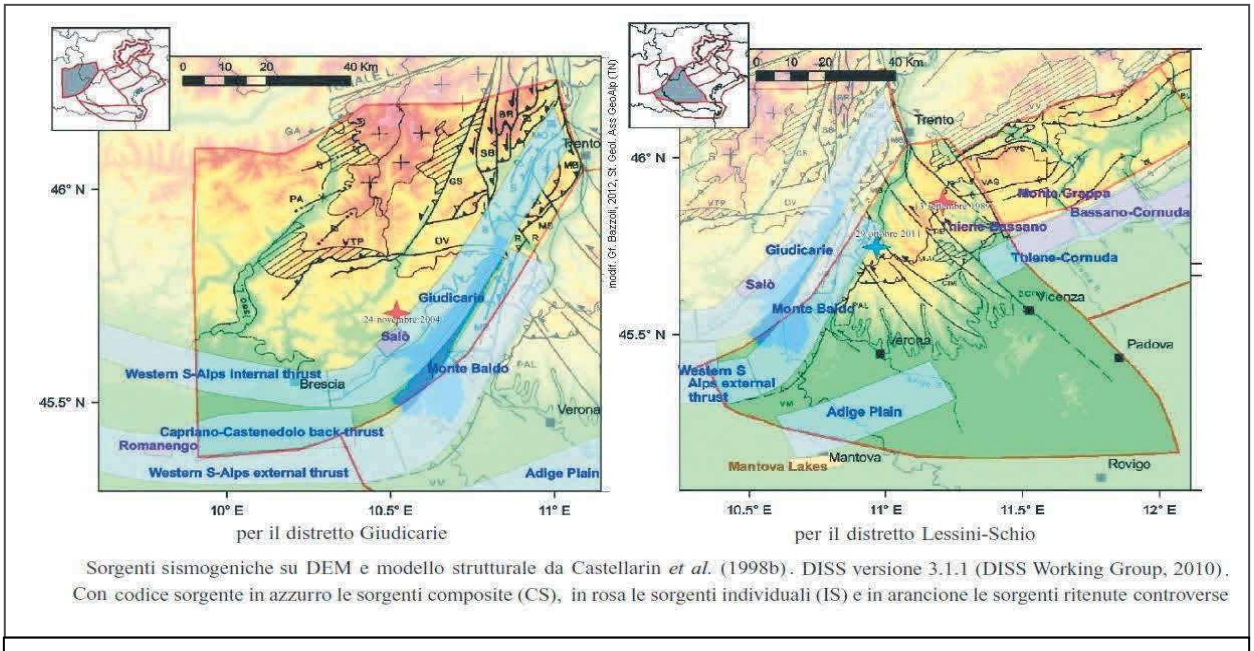
Parametric Information

Parameter		Quality	Evidence
Min depth [km]	5.0	OD	Based on geological and seismological data.
Max depth [km]	12.0	OD	Based on geological and seismological data.
Strike [deg] min... max	205...265	OD	Based on geological and seismological data.
Dip [deg] min... max	25...35	OD	Based on geological and seismological data.
Rake [deg] min... max	70...100	EJ	Inferred from geological and seismological data.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.1...0.5	EJ	Unknown, values assumed from geodynamic constraints.
Max Magnitude [Mw]	5.7	OD	Derived from maximum magnitude of associated individual source(s).

LD=Literature Data; OD=Original Data; ER=Empirical Relationship; AR=Analytical Relationship;EJ=Expert Judgement;

Il progetto DISS (Database of Individual Seismogenic Sources) indica che il macroelemento sismogenico della zona è la faglia delle Giudicarie, di tipo transpressivo, considerata di poter generare sismi di magnitudo 5.7 Richter.

Nella zona Trentina si concentrano rispettivamente, legate alle zone sismogene sopra citate, prevalenti spinte compressive da Ovest, giudicariensi, e spinte da Sud - Sud Est, legate all'avanzamento del fronte appenninico.



Sorgenti sismogeniche su DEM e modello strutturale da Castellarin *et al.* (1998b). DISS versione 3.1.1 (DISS Working Group, 2010). Con codice sorgente in azzurro le sorgenti composite (CS), in rosa le sorgenti individuali (IS) e in arancione le sorgenti ritenute controverse

Sorgenti sismogeniche con influenza nell'area di progetto. Sono in particolare da evidenziare la sorgente composita "Giudicarie" e la sorgente composita "Monte Baldo" (da Sugan & Peruzza, 2011, con modifiche).

Più recentemente è stata editata dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - gruppo di Lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica (Ordinanza PCM 20.03.03 n. 3274) - la nuova Zonazione sismogenetica ZS9 – App.2 al Rapporto Conclusivo.

La zona sismogenica 906 "Garda – Veronese" è quella più vicina alla zona di interesse.

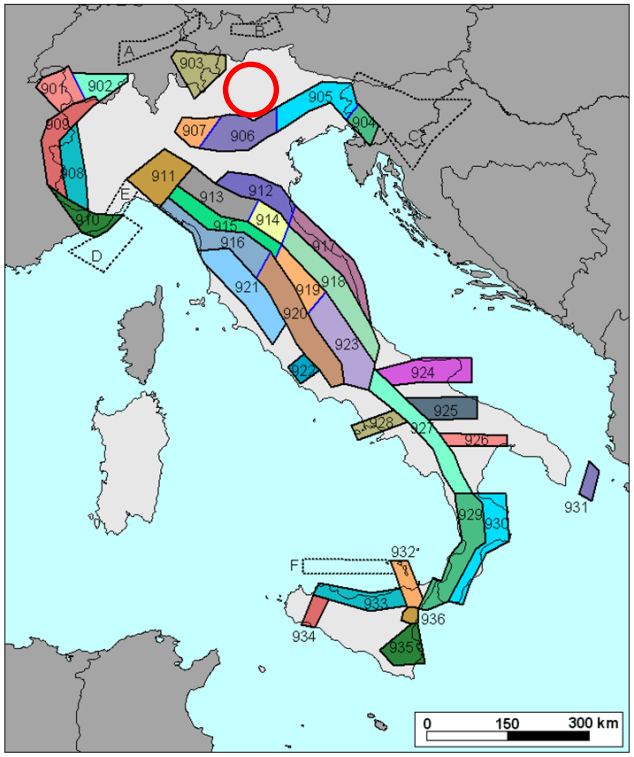


Figura 2 - Zonazione sismogenetica ZS9. Le diverse zone sono individuate da un numero; le zone indicate con una lettera non sono state utilizzate per la valutazione della pericolosità sismica. Il significato del colore (blu o nero) dei bordi delle zone è spiegato nel testo. Il colore delle zone non è invece significativo.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1			MwMax AR	Tassi Mwmax Co-04.2 AR	Tassi Mwmax Co-04.4 AR	b Co-04.2	b Co-04.4	MwMax GR	Tassi Mwmax (Co.04.2) GR	Tassi Mwmax (Co.04.4) GR
2	ZS Name	ZS9								
3	Savoia	901	5.91	0.21	0.21	-1.18	-1.26	6.14	0.11	0.14
4	Vallese	902	6.14			-1.26	-1.05	6.14	0.14	0.21
5	Grigioni - Valtellina	903	5.91	0.21	0.21	-1.26	-1.05	6.14	0.14	0.21
6	Trieste - Monte Nevoso	904	5.68			-1.12	-1.32	6.14	0.14	0.09
7	Friuli - Veneto Orientale	905	6.60			-1.06	-1.12	6.60	0.37	0.34
8	Garda - Veronese	906	6.60		0.14	-1.14	-1.70	6.60	0.11	0.08
9	Bergamasco	907	5.91	0.14	0.14	-1.71	-1.48	6.14	0.04	0.06
10	Piemonte	908	5.68			-1.91	-1.67	6.14	0.04	0.06
11	Alpi Occidentali	909	5.68	0.21	0.33	-1.27	-1.38	6.14	0.10	0.09
12	Nizza - Sanremo	910	6.37			-1.12	-1.06	6.37	0.14	0.12
13	Tortona - Bobbio	911	5.68			-1.47	-1.33	6.14	0.05	0.09
14	Dorsale Ferrarese	912	6.14	0.12	0.12	-1.35	-1.32	6.14	0.12	0.12
15	Appennino Emiliano-Romagnolo	913	5.91		0.21	-1.80	-1.53	6.14	0.07	0.18
16	Forlivese	914	5.91			-1.33	-1.23	6.14	0.14	0.21
17	Garfagnana - Mugello	915	6.60			-1.34	-1.36	6.60	0.11	0.12
18	Versilia-Chianti	916	5.68	0.21	0.33	-1.96	-1.58	6.14	0.04	0.06
19	Rimini - Ancona	917	6.14	0.12	0.12	-1.04	-1.01	6.14	0.12	0.12
20	Medio-Marchigiana/Abruzzese	918	6.37	0.14	0.21	-1.10	-1.11	6.37	0.14	0.21
21	Appennino Umbro	919	6.37			-1.22	-1.39	6.37	0.26	0.21
22	Val di Chiana - Ciociaria	920	5.68	0.28	0.33	-1.96	-1.58	6.14	0.06	0.17
23	Etruria	921	5.91		0.08	-2.00	-2.01	6.14	0.05	0.04
24	Colli Albani	922	5.45			-2.00	-2.01	5.45	0.37	0.25
25	Appennino Abruzzese	923	7.06			-1.05	-1.09	7.06	0.14	0.14
26	Molise-Gargano	924	6.83			-1.04	-1.06	6.83	0.13	0.14
27	Ofanto	925	6.83			-0.67	-0.75	6.83	0.17	0.17
28	Basento	926	5.91			-1.28	-1.38	6.14	0.10	0.09
29	Sannio - Irpinia - Basilicata	927	7.06			-0.74	-0.72	7.06	0.43	0.69
30	Ischia - Vesuvio	928	5.91	0.21	0.21	-1.04	-0.66	5.91	0.21	0.21
31	Calabria tirrenica	929	7.29			-0.82	-0.79	7.29	0.17	0.17
32	Calabria ionica	930	6.60			-0.98	-0.89	6.60	0.17	0.21
33	Canale d'Otranto	931	6.83			-0.63	-0.63	6.83	0.21	0.21
34	Eolie - Patti	932	6.14			-1.21	-1.08	6.14	0.21	0.33
35	Sicilia settentrionale	933	6.14	0.21	0.33	-1.39	-1.24	6.14	0.20	0.31
36	Belice	934	6.14			-0.96	-0.93	6.14	0.20	0.20
37	Iblei	935	7.29			-0.72	-0.69	7.29	0.12	0.17
38	Etna	936	5.45	0.33	0.33	-1.63	-1.22	5.45	0.33	0.33

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - Zonazione sismogenetica ZS9.

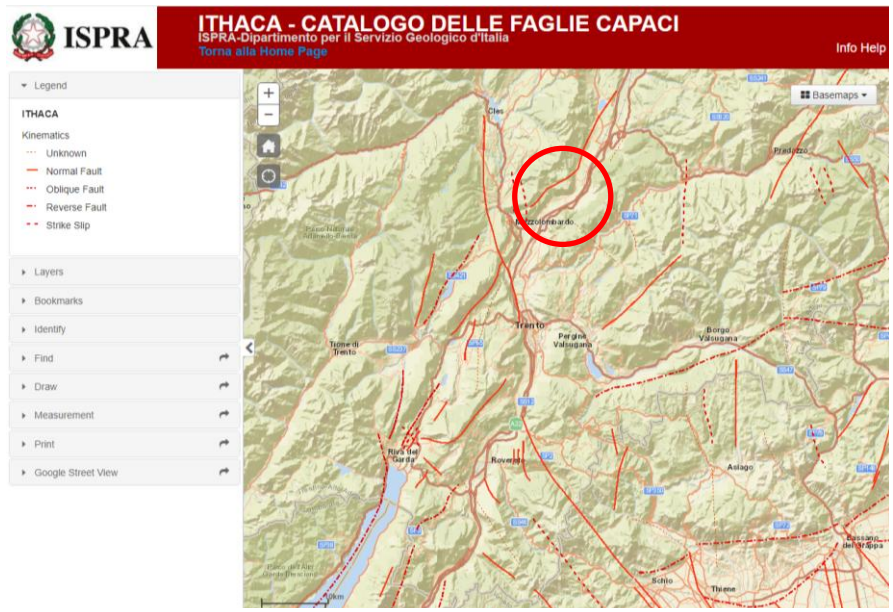
Questa zona sismogenica è caratterizzata da una Magnitudo di momento sismico (legata all'energia totale sviluppata dal sisma, Kanamori 1979) MwMax = 6.6 dove w sta per mechanical work.

Infine si riporta la mappa della zona estratta dal database Progetto ITHACA (ITaly HAzard from CApable faults), del Servizio Geologico d'Italia, ISPRA.

Questo database riguarda le strutture tettoniche attive in Italia, con particolare attenzione ai processi tettonici che potrebbero generare rischi naturali: il progetto si occupa in modo particolare delle faglie capaci, definite come faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie. Dal sito Ithaca si riporta:

Le numerose osservazioni sinora effettuate nel mondo indicano che il fenomeno della fagliazione superficiale diviene comune per terremoti crostali a partire da magnitudo intorno a 5.5-6, con rigetti e lunghezze di rottura sempre maggiori all'aumentare della magnitudo. In Italia, molti terremoti storici catastrofici (e.g., i terremoti del 1783 in Calabria, 1915 nel Fucino, 1980 in Irpinia, con magnitudo intorno a 7), sono stati associati a fenomeni di fagliazione superficiale con rigetti prossimi o superiori al metro. Studi paleosismologici hanno consentito di riconoscere fenomeni simili in epoca tardo Pleistocenica-Olocenica lungo varie strutture tettoniche considerate in precedenza inattive, dimostrandone una frequenza maggiore di quanto prima supposto. La fagliazione superficiale può indurre seri danni agli edifici e alle infrastrutture e quindi rappresentare una rilevante fonte di pericolosità, particolarmente nelle numerose aree densamente popolate ed industrializzate del territorio italiano. Di conseguenza, la conoscenza approfondita e la precisa collocazione spaziale delle faglie in grado di produrre una significativa deformazione tettonica permanente in superficie (faglie capaci), assume un ruolo chiave per la mitigazione del rischio. L'importanza di valutare la pericolosità in termini di ground rupture viene indicata anche nell'Eurocodice 8 (nella parte 5 sulle fondazioni). Per queste ragioni, il Servizio Geologico d'Italia - ISPRA ha sviluppato il progetto ITHACA (ITaly HAzard from CApable faults), che sintetizza le informazioni disponibili sulle faglie capaci che interessano il territorio italiano. ITHACA si propone, quindi, come strumento fondamentale per: a) analisi di pericolosità ambientale e sismica, b) comprensione dell'evoluzione recente del paesaggio, c) pianificazione territoriale e d) gestione delle emergenze di Protezione Civile. E' inoltre di supporto alla ricerca scientifica nell'ambito dell'analisi dei processi geodinamici.

Da tale database risultano essere presenti delle faglie capaci (linee rosse nella figura a seguire) poste però discoste (un sovrascorrimento sulle pareti rocciose) dal sito di interesse, cerchiato in rosso.

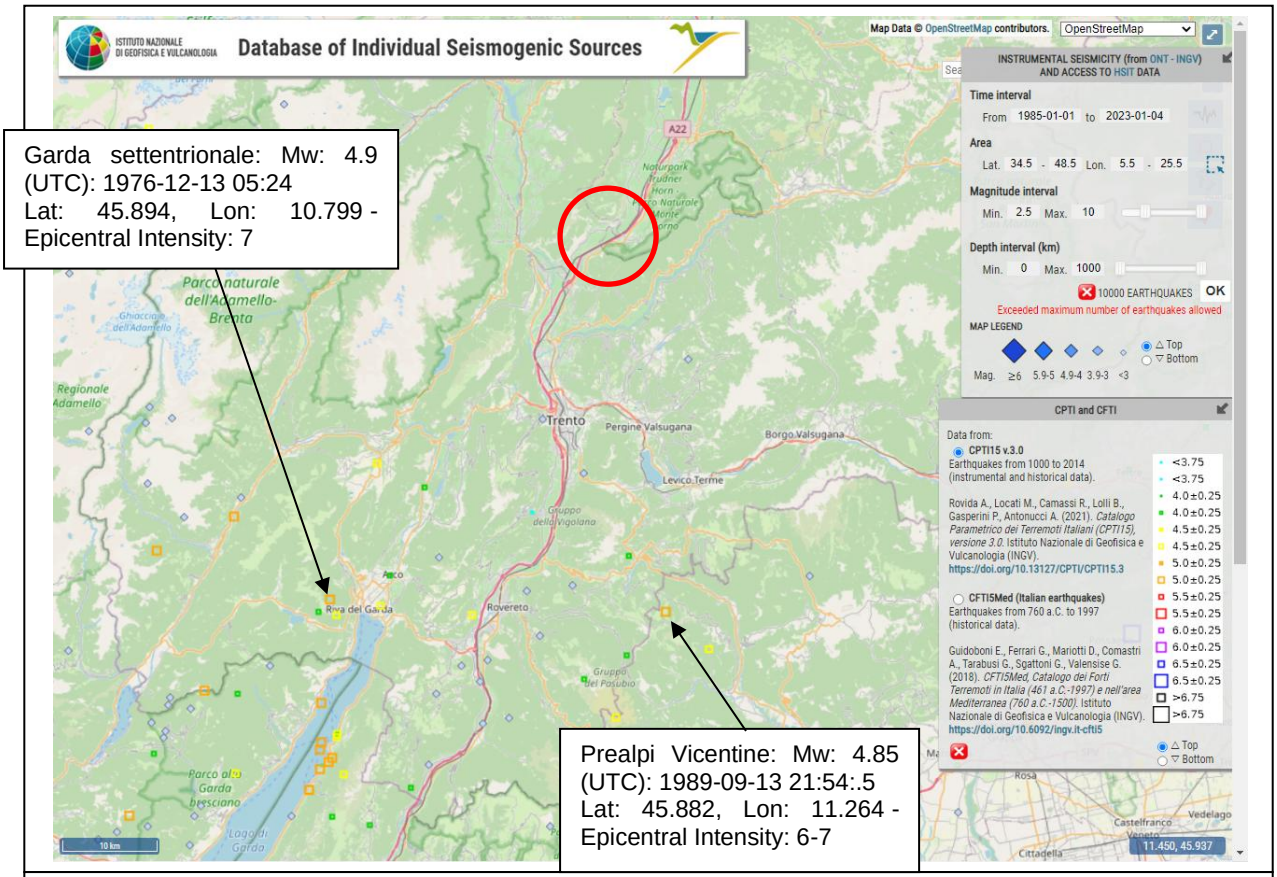


Mappa "faglie capaci" dal Progetto ITHACA (ITaly HAzard from CApable faults), dal portale del Servizio Geologico d'Italia, ISPRA.

Nella zona di interesse non sono segnalate faglie di questa categoria.

Sismicità storica dell'area

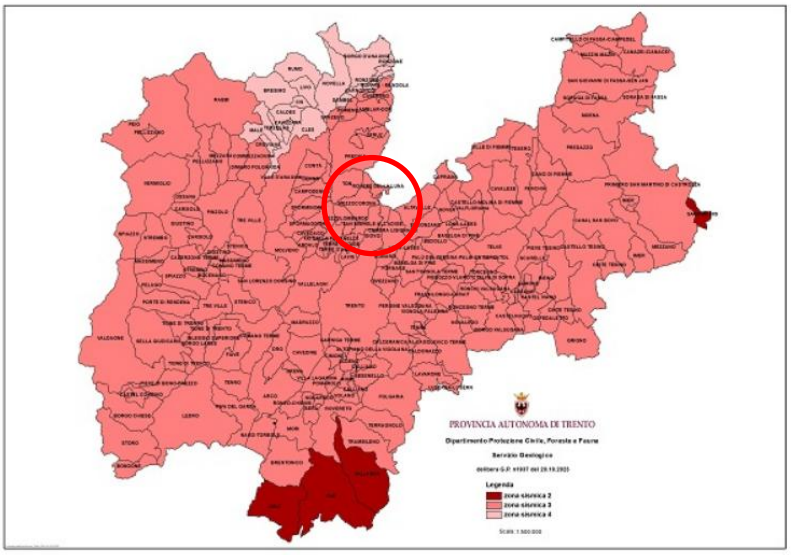
Il descritto assetto tettonico è il responsabile della sismicità storica dell'area; la sismicità dall'anno 1000 al 2023 è sotto indicata sulla mappa DISS "Database of Individual Seismogenic Sources", con evidenziati i due terremoti più intensi:



Sismicità storica dal progetto DISS (Database of Individual Seismogenic Sources).

Sulla base dell'assetto tettonico e della conseguente sismicità, la D.G.P. n° 1937 dd. 20/10/23 ha aggiornato le zone sismiche del territorio provinciale: con efficacia dal 15/01/2024 il Comune di Roverè della Luna viene classificato in area a bassa sismicità (zona sismica 3).

Classificazione sismica territorio provinciale



Adeguamento della zonazione sismica del territorio provinciale ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006

Tutto il territorio provinciale, a seguito dell'emanazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 e dei successivi adeguamenti normativi, è da considerarsi in zona sismica 4 o in zona sismica 3.

Con la deliberazione della Giunta Provinciale n. 2813 del 23 ottobre 2003 è stata approvata una prima zonazione sismica del territorio provinciale, in vigore fino al 9 gennaio 2013.

Con l'emanazione dell'OPCM n. 3519 del 28 aprile 2006 lo Stato ha disposto che le Regioni e le Province Autonome di Trento e Bolzano provvedano ad aggiornare i propri elenchi delle zone sismiche a partire dalla *mappa di pericolosità sismica di riferimento* redatta dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia sulla base dei valori di accelerazione orizzontale massima al suolo.

Pertanto, avvalendosi della tolleranza sugli intervalli di riferimento delle accelerazioni sismiche permessa dall'OPCM 3519/2006, tenuto conto dei dati acquisiti dalla rete sismica provinciale dal 1991 ad oggi e delle caratteristiche geologiche e geomorfologiche del territorio trentino, con la deliberazione della G.P. n. 2919 del 27 dicembre 2012 è stata approvata la **zonazione sismica del territorio provinciale**.

Con Deliberazione della G.P. n.1317 del 04 settembre 2020 e successivamente con Deliberazione G.P. 379 del 18 marzo 2022 è stato aggiornato l'elenco dei Comuni classificati in zona sismica 3 e 4 in seguito alla fusione di alcune realtà territoriali.

Con Deliberazione della G.P. n.1937 del 20 ottobre 2023 è stata adottata una nuova classificazione sismica del territorio provinciale. Questa, secondo un principio di maggiore cautela rispetto a quanto adottato precedentemente, classifica i Comuni nelle zone sismiche 2, 3 e 4.

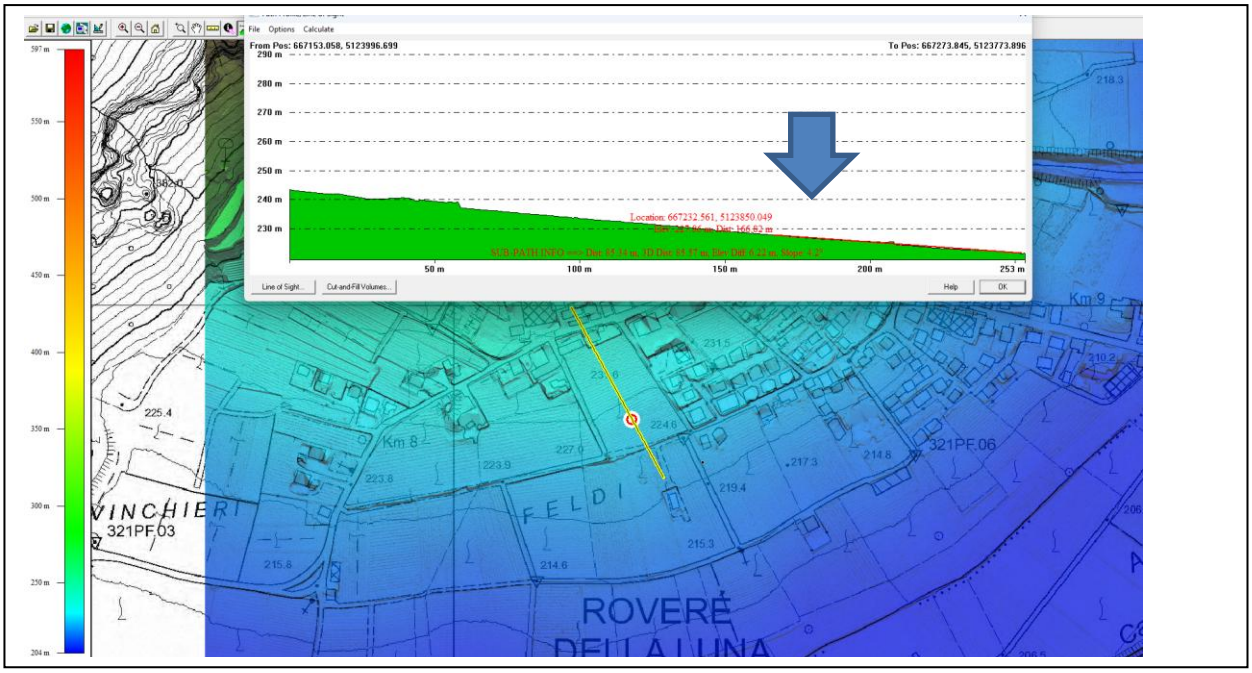
Nella figura sovrastante è rappresentata la nuova zonazione sismica del territorio provinciale, che è entrata in vigore dal 15 gennaio 2024.

Fornito l'inquadramento sismotettonico generale si presentano gli aspetti sito specifici che contribuiscono a definire la pericolosità sismica locale.

I terreni sono classificati dalle NTC 2018 in diverse categorie a seconda delle loro caratteristiche di comportamento sismico, influenzate dalla categoria geomorfologico - topografica del sito e dal loro assetto geotecnico – stratigrafico.

Categoria topografica

Elaborando il rilievi Lidar si perviene a definire la categoria topografica del sito:



Pendenza media del sito = 4.2 gradi

In base alle NTC – 2018, a questa pendenza e conformazione geomorfologica corrisponde una categoria topografica T1:

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15°
T2	Pendii con inclinazione media i > 15°
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15° ≤ i ≤ 30°
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media i > 30°

Le suesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

Categoria topografica NTC – 2018

Sulla base di tutte le informazioni sopra discusse, si arriva anche a definire, secondo le NTC – 2018, la seguente categoria di sottosuolo :

Nella definizione di categoria sismica dei suoli si utilizza la velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio VS,eq, definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^{N} \frac{i}{V_{S,i}}}$$

dove:

h_i spessore dell'i-esimo strato
$V_{S,j}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato
N numero di strati
H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzato da VS non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio VS,eq è definita dal parametro VS,30, ottenuto ponendo H=30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

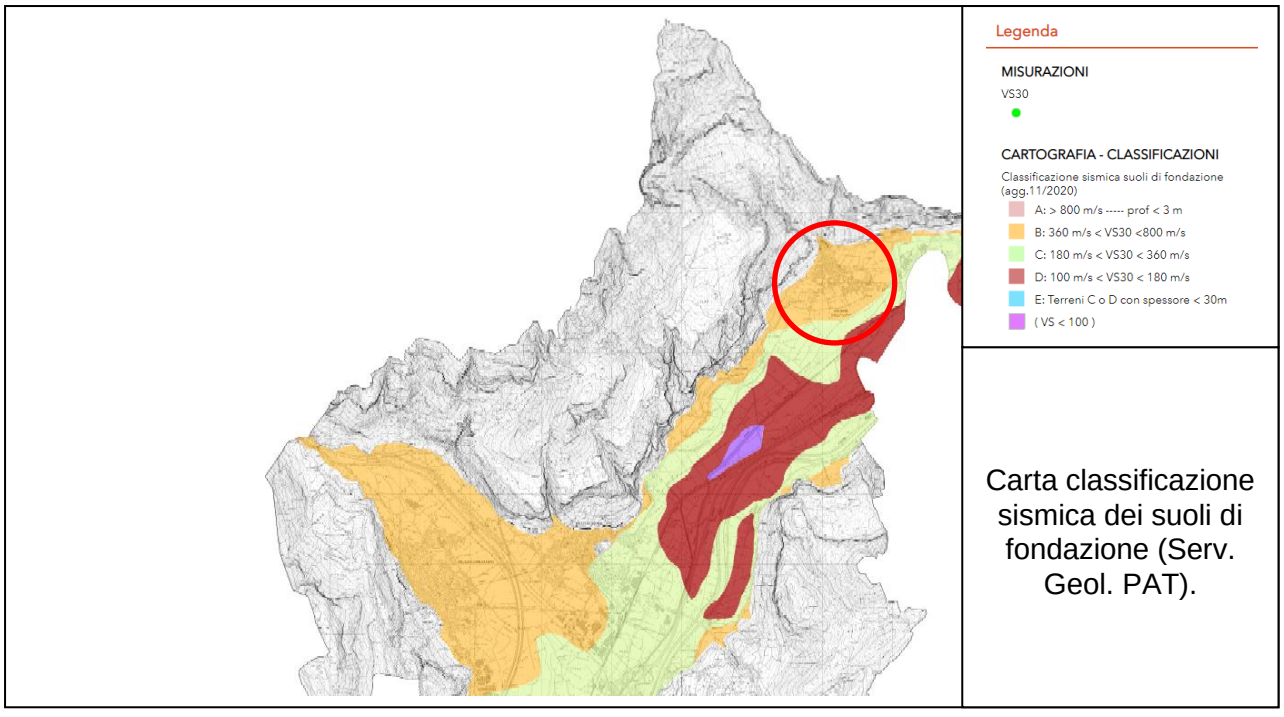
Per il sito si ha la categoria di sottosuolo "B" (NTC-18).

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti,* caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti,* con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	*Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D,* con profondità del substrato non superiore a 30 m.

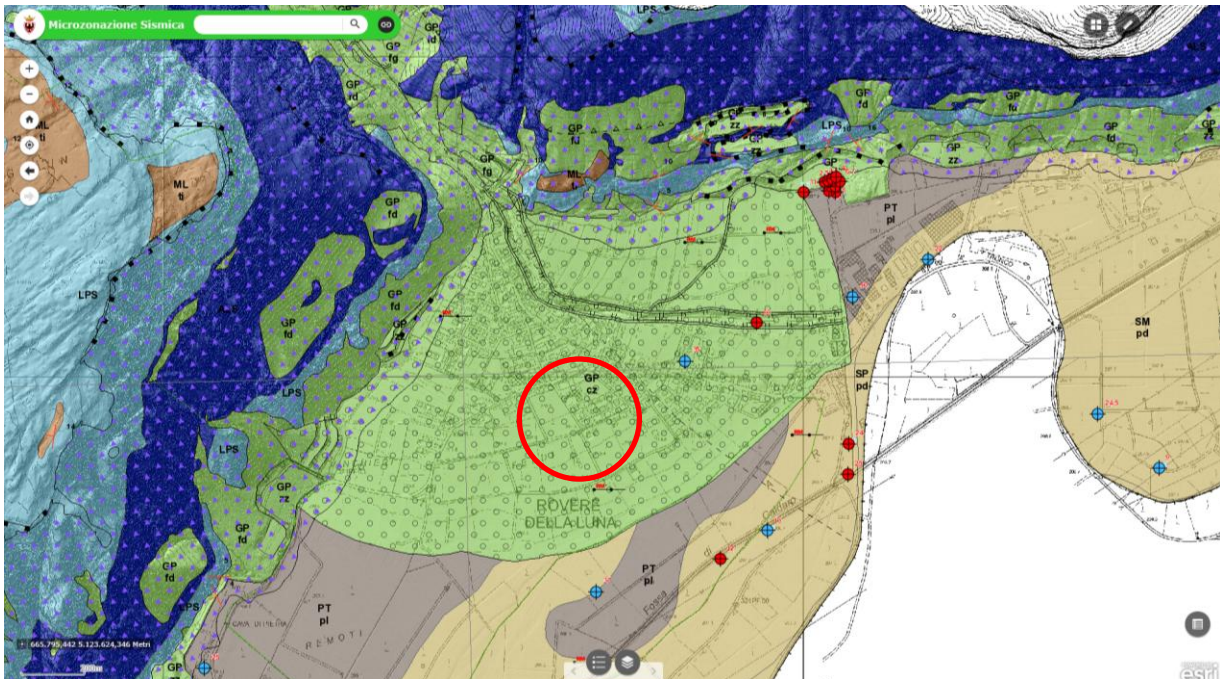
Categorie di sottosuolo secondo NTC 2018. Categoria sottosuolo "B"

Si riporta uno stralcio della Carta della classificazione sismica dei suoli di fondazione (Serv. Geol. PAT) che per l'area di interesse indica "B".



Carta classificazione sismica dei suoli di fondazione (Serv. Geol. PAT).

Si riporta anche la cartografia della microzonazione sismica sempre edita dal Servizio Geologico PAT e che si compone della carta delle indagini e della carta geologico-tecnica.



Legenda

Carta geologico-tecnica - sovrassegni

Elementi geologici e idrogeologici

Presenza della falda in aree con sabbie e/ o ghiaie (il valore numerico indica la profondità della falda)

Sondaggio o pozzo che ha raggiunto il substrato geologico (il valore numerico indica la profondità del substrato)

Sondaggio o pozzo che non ha raggiunto il substrato geologico (il valore numerico indica la profondità del sondaggio)

Elementi tettonico strutturali

Tettonica

- faglia diretta non attiva (certa)
- faglia diretta non attiva (incerta)
- faglia inversa non attiva (certa)
- faglia inversa non attiva (incerta)

Substrato geologico

- LP - Lapideo
- GR - Granulare cementato
- AL - Alternanza di litotipi
- LPS - Lapideo, stratificato
- COS - Coesivo sovraconsolidato, stratificato
- ALS - Alternanza di litotipi, stratificat
- SFLP - Lapideo fratturato / alterato
- SFGR - Granulare cementato fratturato / alterato
- SFLPS - Lapideo, stratificato fratturato / alterato
- SFCOS - Coesivo sovraconsolidato, stratificato fratturato / alterato
- SFALS - Alternanza di litotipi, stratificato fratturato / alterato

Carta Microzonazione sismica: carta geologico - tecnica e delle indagini (Serv. Geol. PAT).

Legenda

Carta geologico-tecnica - unità geologico-litotecniche

Terreni di copertura

- RI - Terreni contenenti resti di attività antropica
- GP - Ghiaie pulite con granulometria poco assortita, miscela di ghiaia e sabbia
- GM - Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo
- GC - Ghiaie argillose, miscela di ghiaia, sabbia e argilla
- SW - Sabbie pulite e ben assortite, sabbie ghiaiose
- SP - Sabbie pulite con granulometria poco assortita
- SM - Sabbie limose, miscela di sabbia e limo
- SC - Sabbie argillose, miscela di sabbia e argilla
- OL - Limi organici, argille limose organiche di bassa plasticità
- OH - Argille organiche di media-alta plasticità, limi organici
- MH - Limi inorganici, sabbie fini, limi micacei o diatomitici
- ML - Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità
- CL - Argille inorganiche di media-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre
- CH - Argille inorganiche di alta plasticità, argille grasse
- PT - Torbe ed altre terre fortemente organiche

Ambienti genetico-deposizionali

fd = falda detritica; cd = conoide detritica; cz = conoide di deiezione; ec = eluvi/colluvi; dl = piana deltizia; pd = piana pedemontana; ca = conoide alluvionale; tf = terrazzo fluviale; lc = lacustre; mr = morena; fg = deposito fluvio glaciale; ti = till; ls = loess; pl = palude/laguna/ stagno/lago costiero; zz = altro

INDAGINE HVSR

Per definire il modello sismico del sottosuolo si è fatto riferimento a varie considerazioni, fra cui gli esiti dell'indagine sismica asincrona a stazione singola, in conformità con le linee guida del progetto europeo SESAME (Site EffectS assesment using AMbient Excitations), utilizzando un acquisitore a sismica passiva per lo studio HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) e cioè il rapporto di ampiezza fra le componenti orizzontali e quella verticale del moto (Nakamura, 1989)[1].

Questa tipologia di indagine sismica non necessita di alcuna energizzazione esterna, poiché utilizza come sorgente il tremore sismico ambientale, vibrazioni sia di origine antropica (tipicamente con frequenza > 1 Hz), sia naturali, quali le onde oceaniche (0,05-1 Hz), il vento locale (1.4-5 Hz), i tremori vulcanici (2-10 Hz).

SORGENTI	***Gutenberg***	***Asten - Asten e Henstridge***
Onde oceaniche sulle coste	***0.05 – 0.1 Hz***	***0.05 – 1.2 Hz***
Perturbazioni meteorologiche a grande scala	***0.1 - 0.25 Hz***	***0.16 – 0.5 Hz***
Cicloni oceanici	***0.3 – 1 Hz***	***0.5 – 3 Hz***
Condizioni meteorologiche locali	***1.4 – 5 Hz***	***-***
Tremori vulcanici	***2 – 10 Hz***	***-***
Attività antropica	***1-100 Hz***	***1.4 – 30 Hz***

Bard riporta che a frequenze inferiori a 0,5 Hz, le sorgenti di rumore sono naturali (oceanico e condizioni meteorologiche su larga scala), ed il rumore è definito "microsisma", a ≈ 1 Hz, le fonti sono principalmente gli effetti del vento e le condizioni meteorologiche locali. A frequenze superiori a 1 Hz le fonti sono le attività umane e il rumore sismico ambientale è denominato "microtremore". Il principio su cui si basa la tecnica HVSR, in termini di stratigrafia del sottosuolo, è rappresentato dalla definizione di strato, inteso come unità distinta da quelle sopra e sottostanti per un contrasto d'impedenza, ossia per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso.

Ciascuna curva HVSR ottenuta dalle misure di rumore ambientale viene valutata in termini di F0, A0, Fmax e Amax. F0 è la frequenza fondamentale di risonanza, ovvero la frequenza più bassa caratterizzata da un picco che superi tutti i test statistici di significatività, mentre A0 è l'ampiezza della frequenza fondamentale di risonanza. L'eventuale frequenza caratteristica di risonanza del sito è indotta da netti contrasti d'impedenza sismica nel sottosuolo (contrasto fra i sismostrati).

L'ampiezza del picco è direttamente proporzionale al contrasto di impedenza. E' un parametro importante per l'edilizia antisismica: strutture aventi la stessa frequenza di vibrazione del terreno sono soggette al pericoloso effetto di "doppia risonanza" che può danneggiare la struttura.

Fmax e Amax b sono, rispettivamente, la frequenza e l'ampiezza del picco più alto, nel caso in cui la frequenza fondamentale non coincida con il picco più alto, come potrebbe verificarsi nel caso di una successione stratigrafica multistrato. La presenza di almeno un massimo significativo nella curva HVSR viene interpretata come un'indicazione di possibili fenomeni di risonanza sismica al sito investigato e, di conseguenza, di possibile amplificazione del locale moto del suolo (siti amplificativi); viceversa, quando le ampiezze dei picchi di risonanza sono basse (valori 2 o 3), esse dimostrano scarse capacità di amplificazione dei suoli.

Sono state condotte analisi direzionali e tempo-varianti al fine di evidenziare eventuali caratteristiche del campo di vibrazione, attraverso il codice Grilla.

Disponendo dei dati di profondità di un riflettore noto della stratigrafia (es. tramite prova penetrometrica, sondaggio, etc.) e riconoscibile nella curva H/V, dall'indagine è poi possibile definire la velocità media delle onde di taglio Vs o, viceversa, note le Vs si può ricavare la profondità del contatto.

Mediante opportuni metodi di inversione è possibile definire la stima del profilo del terreno in termini delle velocità Vs e Vp: da ciò si ricava la Vs equivalente e la relativa categoria del suolo, come richiesto dalle NTC18 17/01/2018.

[1] Nakamura, Y. (1989) - A Method for Dynamic Characteristics Estimation of Subsurface using Microtremor on the Ground Surface. Quarterly Report of Railway Technical Research Institute (RTRI), Vol. 30, No.1.

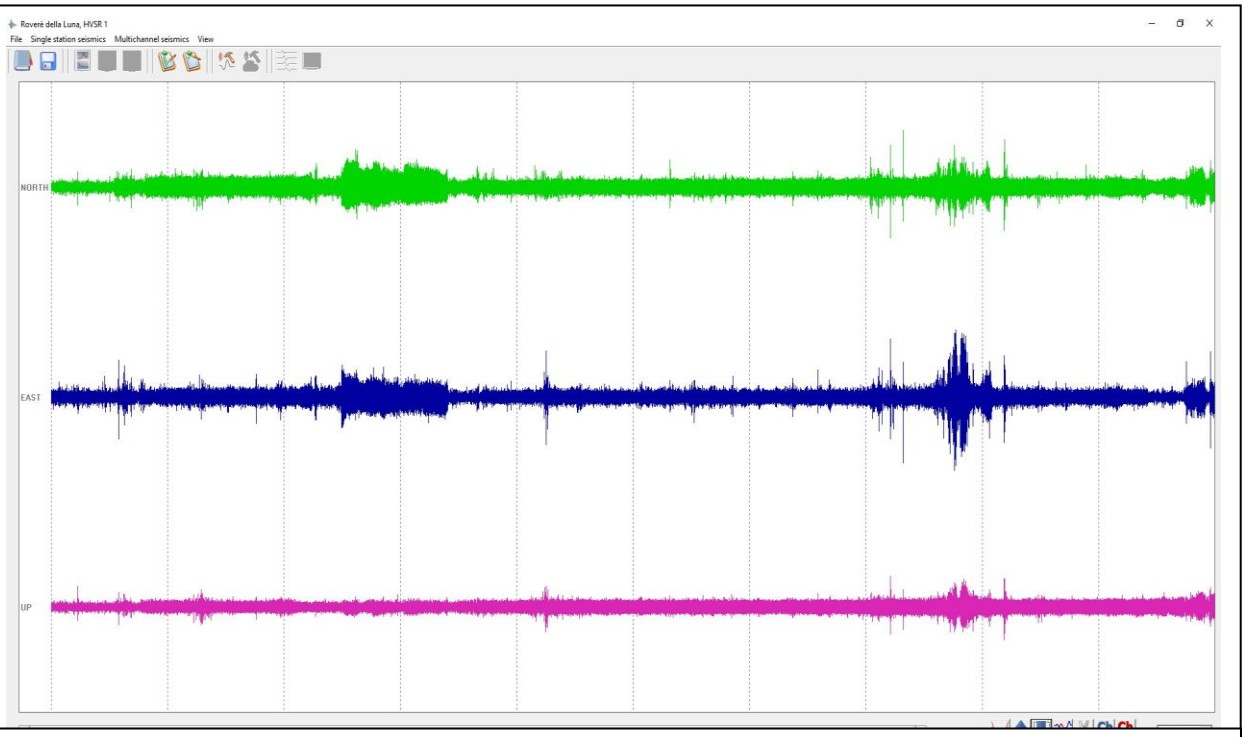
La frequenza di acquisizione è stata di 128 Hz.
Il software utilizzato per le elaborazioni è il Grilla® v. 9.8.8/2023.
La strumentazione utilizzata per l'indagine sismica è un TROMINO® mod. ENGY (3G series), ser. TEB-0508/01-19 con una tripletta di geofoni a 4,5 Hz orientati ortogonalmente fra loro e posizionati parallelamente alle direttrici verticale (Z), N-S (N) ed E-W (E) - (3 canali velocimetrici e 3 canali accelerometrici digitali).



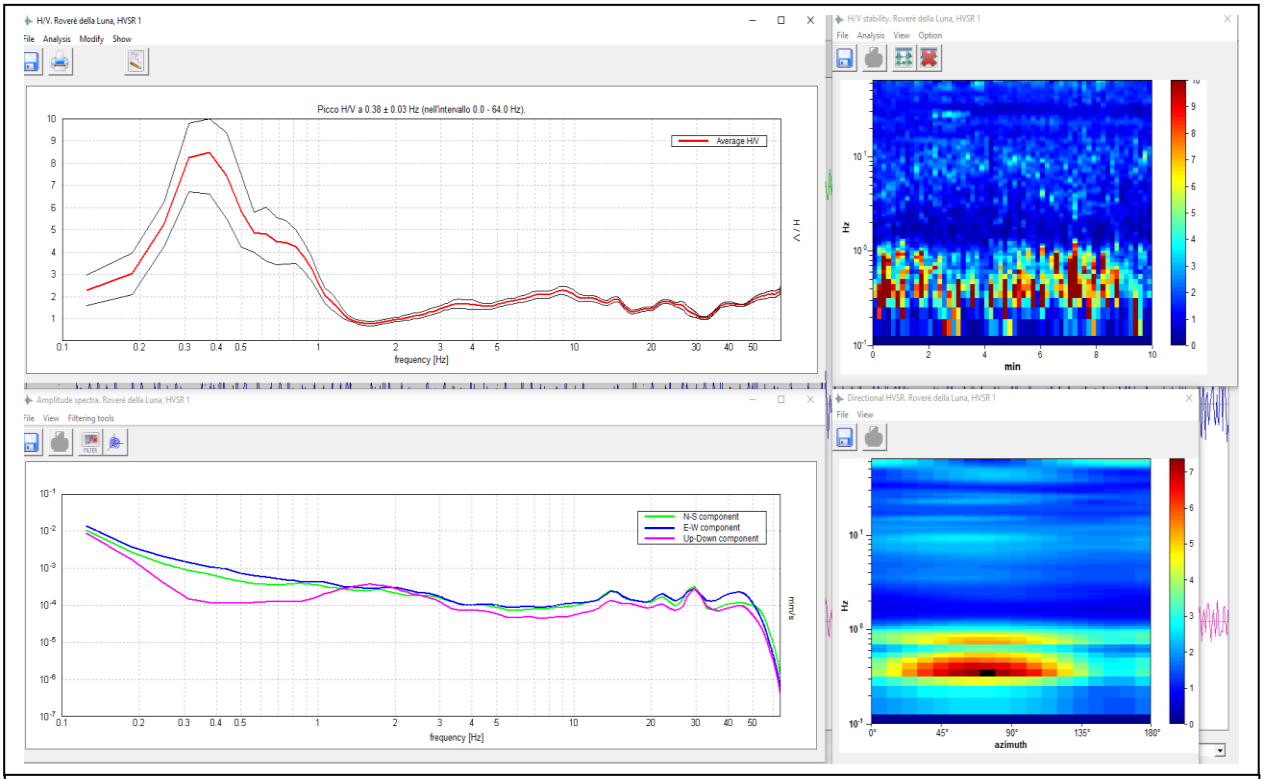
TROMINO® e il suo TRIGGER WIRELESS

Strumentazione per l'indagine geofisica HVSR e foto del sito di indagine





Indagine HVSR: diagramma di acquisizione con i dati sperimentali registrati in direzione verticale (UP), orizzontale N-S (NORTH) e E-W (EAST).



Rapporto spettrale orizzontale su verticale – serie temporale H/V – spettri delle singole componenti – direzionalità H/V

Si riconosce un picco (H/V>2) attorno a 1 Hz correlabile con il passaggio fra copertura e substrato sismico: sismicamente tale contrasto viene risolto a circa 95 m; questa frequenza viene assunta quale frequenza fondamentale di risonanza che l'onda S avrebbe considerando il terreno in contesto 1D (secondo l'interpretazione dominante della moderna scuola sismologica).

Non si registrano contrasti di impedenza a frequenze più elevate: le Vs30 equivalenti risultano con valori stimati attorno a 400 m/s.

Si ricorda poi che, prima dell'emanazione delle NTC-18, la PAT aveva emanato un regolamento (D.G.P. n. 27 dd. 11/01/2008 "Direttiva per l'applicazione dopo l'1/1/2008 delle NTC") riguardante il grado di protezione progettuale sismica da conferire alle opere e che è messo in relazione alla tipologia e destinazione d'uso di quanto si intende realizzare.

Si riportano degli stralci delle NTC18 che permettono di seguire il processo decisionale che porta alla definizione dei parametri della pericolosità sismica locale.

Per definire i parametri della pericolosità sismica locale, si sono introdotte delle ipotesi relative alla tipologia di opera in progetto; tali indicazioni vengono riportate a titolo esemplificativo, in quanto devono essere verificate e validate da parte del Progettista dell'opera:

2.4. VITA NOMINALE DI PROGETTO, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

2.4.1. VITA NOMINALE DI PROGETTO

La vita nominale di progetto V_N di un'opera è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali.

I valori minimi di V_N da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tab. 2.4.I. Tali valori possono essere anche impiegati per definire le azioni dipendenti dal tempo.

Tab. 2.4.I – *Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni*

	TIPI DI COSTRUZIONI	Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Non sono da considerarsi temporanee le costruzioni o parti di esse che possono essere smantellate con l'intento di essere riutilizzate. Per un'opera di nuova realizzazione la cui fase di costruzione sia prevista in sede di progetto di durata pari a P_N, la vita nominale relativa a tale fase di costruzione, ai fini della valutazione delle azioni sismiche, dovrà essere assunta non inferiore a P_N e comunque non inferiore a 5 anni.

Le verifiche sismiche di opere di tipo 1 o in fase di costruzione possono omettersi quando il progetto preveda che tale condizione permanga per meno di 2 anni.

Vita nominale: valore minimo = 50 anni.

2.4.2. CLASSI D'USO

Con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

2.4.3. PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA

Le azioni sismiche sulle costruzioni vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale di progetto V_N per il coefficiente d'uso C_U:

$$V_R = V_N \cdot C_U \qquad [2.4.1]$$

Il valore del coefficiente d'uso C_U è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato in Tab. 2.4.II.

Tab. 2.4.II – *Valori del coefficiente d'uso C_U*

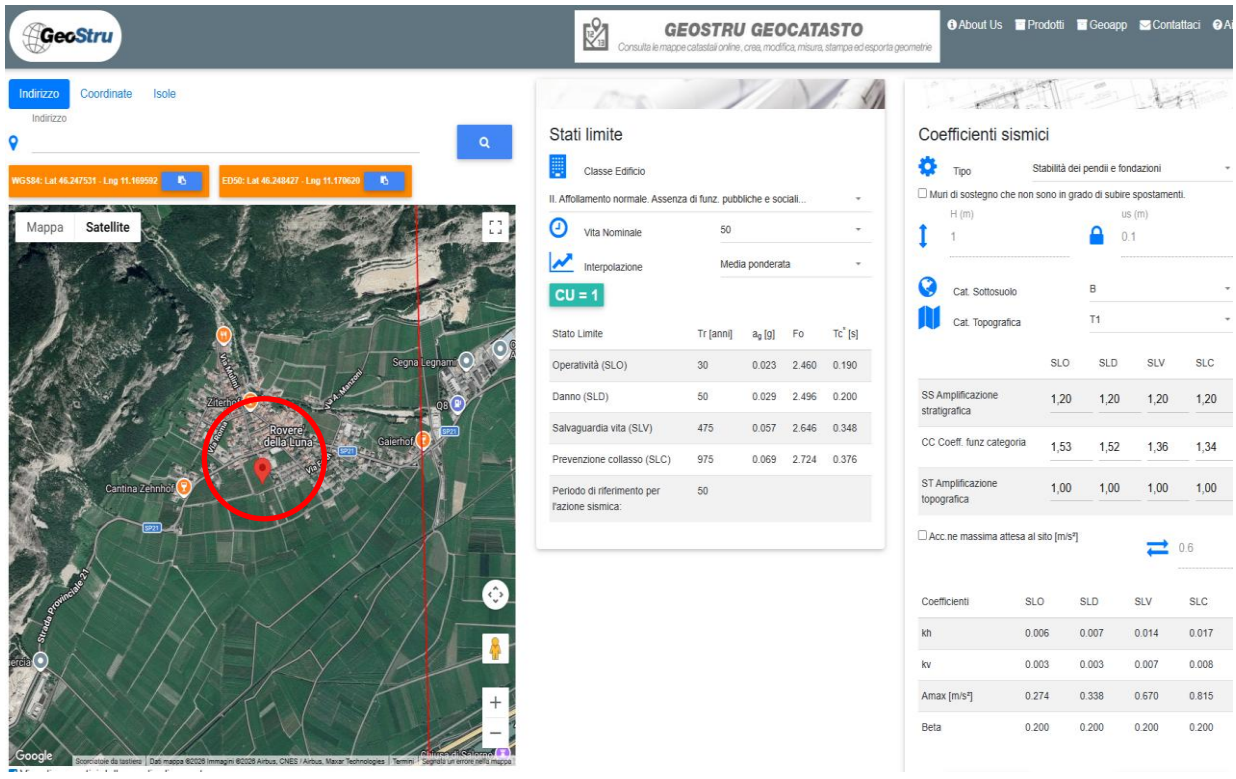
CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Per le costruzioni a servizio di attività a rischio di incidente rilevante si adotteranno valori di C_U anche superiori a 2, in relazione alle conseguenze sull'ambiente e sulla pubblica incolumità determinate dal raggiungimento degli stati limite.

Classe d'uso: classe II.

Coeff. d'uso: 1,0

Con le precedenti assunzioni si ricavano i seguenti valori dei parametri che rappresentano i coefficienti descrittivi della pericolosità sismica:

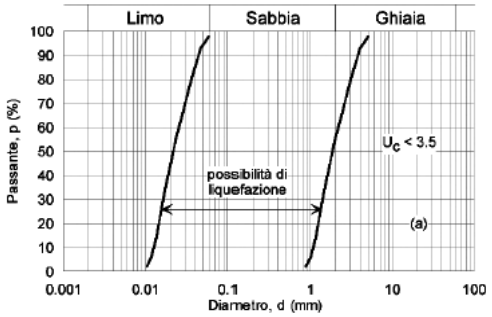


Mappe pericolosità sismica e parametri sismici - NTC-18 - D.M. 17/01/18 determinati con il programma Geostru.

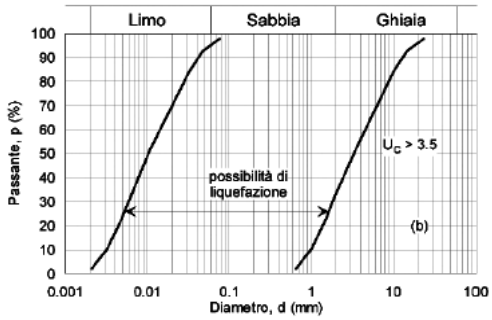
Liquefazione

La liquefazione è lo stato fisico in cui può venire a trovarsi un terreno sabbioso saturo quando la sua resistenza al taglio si riduce drasticamente per effetto dell'incremento e dell'accumulo delle pressioni interstiziali per causa di un sisma. La verifica a liquefazione (NTC-18 Cap. 7.11.3.4) può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

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 sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ 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_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.



a)



b)

Fig. 7.11.1 – *Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione*

Data la situazione geologica del sito: 1) è omettibile la verifica numerica del potenziale di liquefazione e 2): è esclusa la possibilità del verificarsi di fenomeni di liquefazione.

3.8. Terre e rocce da scavo - storia d'uso del suolo

La storia d'uso del suolo di interesse, a conoscenza dello scrivente, è stata di area agricola; non vi sono quindi i presupposti per ritenere che si tratti di un'area con particolari problematiche di tipo ambientale derivanti da azioni antropiche, salvo quanto può derivare da normali attività agricole.

Anche la consultazione on - line dell'Anagrafe dei Siti oggetto di procedimento di Bonifica della PAT non ha fatto emergere particolari criticità di tipo ambientale.

Per le terre e rocce da scavo il riferimento normativo nazionale è al D.P.R. 13 giugno 2017 n. 120 entrato in vigore il 22/08/2017. Qualora i materiali di scavo siano destinati a riutilizzo (es. per riempimenti, rimodellazioni, rilevati, impianti), è richiesta la caratterizzazione analitica relativa alla loro composizione allo scopo di valutare la conformità all'effettiva destinazione d'uso.

La caratterizzazione del materiale è richiesta anche per il materiale riutilizzato in sito (art. 24); si veda al proposito la risposta di APPA alla specifica FAQ:

Riutilizzo in sito

- É obbligatorio caratterizzare il materiale come da Allegato 4 per poterlo riutilizzare in sito (art. 24)?
  Si. La norma prevede che la non contaminazione venga verificata ai sensi dell'allegato 4. Per quanto riguarda il set analitico minimo, si rimanda alla relativa FAQ. Nel caso di opere sottoposte a VIA o AIA la norma prevede la presentazione di un Piano preliminare di utilizzo in sito.
  Per una trattazione completa si rimanda al manuale: "Linee guida sull'applicazione della disciplina per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo" consultabile al **link** (pag. 29)

Nelle "Linee guida sull'applicazione della disciplina per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo" (Del. 54/2019 del Consiglio SNPA - Sistema Nazionale Protezione Ambiente) si legge:

"5 - UTILIZZO NEL SITO DI PRODUZIONE DELLE TERRE E ROCCE ESCLUSE DALLA DISCIPLINA RIFIUTI AI SENSI DELL'ART. 24 DEL DPR 120/2017 L'articolo 24 si applica alle terre e rocce escluse dalla parte IV del D.lgs. n. 152/2006 ai sensi dell'art.185 comma 1 lettera c): "il suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale escavato nel corso di attività di costruzione, ove sia certo che esso verrà riutilizzato a fini di costruzione allo stato naturale e nello stesso sito in cui è stato escavato". I requisiti per l'utilizzo in situ delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti sono di seguito riportati:

• Non contaminazione: in base al comma 1 dell'art. 24 del DPR 120/2017 la non contaminazione è verificata ai sensi dell'Allegato 4. Per la numerosità dei campioni e per le modalità di campionamento, si ritiene di procedere applicando le stesse indicazioni fornite per il riutilizzo di terre e rocce come sottoprodotti ai paragrafi "3.2 Cantieri di grandi dimensioni non sottoposti a VIA o AIA" (per produzione > 6000mc) e "3.3 Cantieri di piccole dimensioni" (per produzione < 6000mc).

• Riutilizzo allo stato naturale: il riutilizzo delle terre e rocce deve avvenire allo stato e nella condizione originaria di pre-scavo come al momento della rimozione. Si ritiene che nessuna manipolazione e/o lavorazione e/o operazione/trattamento possa essere effettuata ai fini dell'esclusione del materiale dalla disciplina dei rifiuti ai sensi dell'art.185 comma 1 lettera c). Diversamente, e cioè qualora sia necessaria una qualsiasi lavorazione, le terre e rocce dovranno essere gestite come rifiuti oppure se ricorrono le condizioni potranno essere qualificate come "sottoprodotti" ex art.184-bis. A tal fine occorrerà anche valutare se il trattamento effettuato sia conforme alla definizione di "normale pratica industriale" di cui all'art. 2 comma 1 lettera o) e all'Allegato 3 del DPR 120/2017, con l'obbligo di trasmissione del Piano di utilizzo di cui all'art.9 o della dichiarazione di cui all'art.21.

• Riutilizzo nello stesso sito: il comma 1 dell'art. 24 del DPR 120 ribadisce che il riutilizzo deve avvenire nel sito di produzione. Per la definizione di sito di produzione si rimanda al paragrafo "2.2 DPR 120/2017- Definizioni e esclusioni" del presente documento. Dalla lettura dell'art. 24 è possibile distinguere, ai fini delle procedure da applicare e indipendentemente dalla quantità prodotta in cantiere, i seguenti due casi relativi al riutilizzo delle terre e rocce escluse dalla parte IV del D.lgs. n. 152/2006 ai sensi dell'art.185 comma 1 lettera c): 1) Terre e rocce prodotte nell'ambito della realizzazione di opere o attività non sottoposte a valutazione di impatto ambientale. La norma non prevede la trasmissione ad alcuna autorità/ente della verifica della non contaminazione avvenuta ai sensi dell'Allegato 4 (vd. co.1 art.24). Alla luce del fatto che qualsiasi regime più favorevole a quello di un "rifiuto" richiede sempre l'onere della prova da parte del produttore, sarà comunque necessario da parte del produttore dimostrare il possesso dei requisiti e la conservazione di tale verifica per l'eventuale esibizione in caso di richiesta da parte degli organi di controllo. Si ritiene opportuna, comunque, la trasmissione all'autorità competente, al rilascio della abilitazione edilizia allo scavo/utilizzo nel medesimo sito, della documentazione comprovante la non contaminazione.

..."

La composizione dei materiali deve essere conforme alla Tabella 1 dell'Allegato 5 del d.lgs. 3 aprile 2006 n. 152 secondo la seguente classificazione:

- per i suoli ad uso verde pubblico, privato e residenziale si applica la Colonna A;
- per i suoli ad uso commerciale o industriale si applica la Colonna B.

Si riportano degli stralci della Delibera-54/2019 edita dal Sistema Nazionale per la Protezione Ambientale, che fornisce precise indicazioni sul numero e modalità dei prelievi per le terre e rocce da scavo.

"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	≤ 1000 mq	≤ 3000 mc	1
b	≤ 1000 mq	3000 mc ÷ 6000 mc	2
c	1000 mq ÷ 2500 mq	≤ 3000 mc	2
d	1000 mq ÷ 2500 mq	3000 mc ÷ 6000 mc	4
e	> 2500 mq	<6000 mc	DPR 120/17 (All.2 tab. 2.1)

...

Modalità di formazione dei campioni

- La caratterizzazione ambientale è eseguita preferibilmente mediante scavi esplorativi (pozzetti o trincee) e, in subordine, con sondaggi a carotaggio, indicati nel caso la profondità dello scavo in progetto non sia raggiungibile, in fase di caratterizzazione, con gli ordinari mezzi di scavo.
- Fermo restando che ogni significativa variazione litologica o delle caratteristiche organolettiche dei terreni in esame deve essere opportunamente caratterizzata, in linea di massima, facendo riferimento alla Tabella 1 si procederà secondo i seguenti criteri:
- - Caso a): saranno condotti almeno tre saggi di scavo (pozzetti o trincee); dai tre saggi di scavo saranno prelevati dalle pareti un numero congruo di campioni elementari (anche in funzione delle dimensioni del pozzetto/trincea) che andranno a costituire un unico campione composito rappresentativo di tutta l'area, con l'accortezza di comporre il composito con un uguale apporto di materiale dai tre punti di saggio.
- - Caso b): saranno condotti almeno tre saggi di scavo (pozzetti o trincee); dai tre saggi di scavo saranno prelevati dalle pareti due set di campioni elementari, costituiti ognuno da un numero congruo di campioni elementari (anche in funzione delle dimensioni del pozzetto/trincea) che andranno a costituire due campioni compositi rispettivamente rappresentativi, per tutta l'area, di un livello più superficiale del terreno (approssimativamente per la profondità 0-1m) e del terreno più profondo. Anche in questo caso ogni campione composito sarà composto con un uguale apporto di materiale dai tre punti di saggio.
- - Caso c): saranno condotti almeno sei saggi di scavo (pozzetti o trincee); dalla prima terna di saggi di scavo saranno prelevati dalle pareti un numero congruo di campioni elementari (anche in funzione delle dimensioni del pozzetto/trincea) che andranno a costituire un unico campione composito rappresentativo dell'area pertinente ai tre saggi (es. settore ovest, affioramento litologia x), con l'accortezza di comporre il composito con un uguale apporto di materiale dai tre punti di saggio. Analogamente dalla seconda terna di saggi sarà ottenuto un secondo campione composito rappresentativo dell'area ad essi pertinente (es. settore est, affioramento litologia y).
- - Caso d): saranno condotti almeno sei saggi di scavo (pozzetti o trincee); dalla prima terna di saggi di scavo saranno prelevati dalle pareti due set di campioni elementari, costituiti ognuno da un numero congruo di campioni elementari (anche in funzione delle dimensioni del pozzetto/trincea) che andranno a costituire due campioni compositi rappresentativi dell'area pertinente ai tre saggi (es. settore ovest, affioramento litologia x), rispettivamente di un livello più superficiale del terreno (approssimativamente per la profondità 0-1m) e del terreno più profondo. Anche in questo caso ogni campione composito sarà composto con un uguale apporto di materiale dai tre punti di saggio. Analogamente dalla seconda terna di saggi saranno ottenuti altri due campioni compositi rappresentativi dell'area ad essi pertinente (es. settore est, affioramento litologia y).
- Per tutti i casi, nei quali si verifichino significative variazioni litologiche/ di proprietà del materiale, si dovrà valutare l'effettuazione di un numero maggiore di saggi e di campioni compositi al fine di caratterizzare tutte le tipologie presenti.
- Nel caso in cui le indagini per caratterizzare le terre e rocce da scavo siano condotte attraverso sondaggi, sarà necessario effettuare un numero di sondaggi tale che ognuno di essi risulti rappresentativo di un volume di terreno non superiore ai 3.000 m3 con riferimento alle profondità di scavo di progetto (ad esempio su uno scavo di 500 m2 e profondità 10 m, totale stimato 5.000 m3 di terreno scavato, saranno necessari almeno due sondaggi). Per ogni sondaggio saranno formati almeno due campioni rappresentativi rispettivamente del livello più superficiale del terreno (approssimativamente per la profondità 0-1m) e del livello più profondo (compreso fra la profondità di un metro e il fondo scavo).
- Nel caso di significative variazioni litologiche/ di proprietà del materiale, dovrà valutare l'effettuazione di un numero maggiore di campioni atti a caratterizzare tutte le tipologie presenti.
- Le modalità con cui il campione è stato formato devono essere descritte adeguatamente nella documentazione tecnica detenuta dal proponente (verbale/ scheda tecnica/ relazione di campionamento).
- Come indicato nell'Allegato 4 del DPR 120/2017 i campioni da avviare ad analisi devono essere formati scartando in campo la frazione maggiore di 2 cm, effettuando le determinazioni analitiche sulla frazione inferiore ai 2 mm e riferendo il risultato analitico alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro campionato. In caso di ricerca di sostanze volatili, il campione sarà prelevato direttamente dalla parete dello scavo o dalla carota estrusa, pertanto esso non sarà soggetto né a vagliatura, né a quartatura, e quindi non si costituirà un campione composito derivante dal miscelamento di più aliquote.
- Nel caso i materiali da caratterizzare siano costituiti da roccia massiva o dai relativi prodotti di detrizione (pareti e affioramenti rocciosi, e loro accumuli detritici naturali o artificiali) l'Allegato 4 del D.P.R. 120/17 prevede che la caratterizzazione ambientale sia eseguita previa porfirizzazione dell'intero campione. In questi casi, il campione è di norma di tipo 'composito', ottenuto prelevando un certo numero di aliquote elementari dall'affioramento naturale o dal fronte di scavo, tali da garantire la rappresentatività dell'ammasso roccioso da caratterizzare. Il materiale ottenuto dagli incrementi è posizionato su telo ove è sottoposto alle successive fasi di preparazione del campione finale, tramite omogeneizzazione e riduzione di massa secondo la norma UNI 10802-2013. Per facilitare le operazioni di trattamento in laboratorio del campione, è consentita una prefrantumazione in campo dello stesso campione già costituito, fino ad avere una granulometria idonea alla macinazione compatibile con la maggior parte dei frantoi e mulini da laboratorio (indicativamente <4-5 cm).
- In caso di presenza di materiali di riporto sull'area interessata dallo scavo, andrà applicato quanto indicato nell'Allegato 10 del DPR 120/2017 in merito alla quantificazione dei materiali di origine antropica presenti nel riporto e i campioni andranno formati in campo "tal quali", senza procedere allo scarto in campo della frazione maggiore di 2 cm (cfr. paragrafo 3.3). Restano invariate le modalità per la caratterizzazione chimico-fisica e l'accertamento della qualità ambientale di cui all'Art. 4, comma 3 del DPR 120/17."

Al momento non si conosce ancora la quantità e destinazione del materiale di sterro; prima dell'inizio dei lavori si dovrà provvedere alla caratterizzazione chimica relativa alla qualità del materiale movimentato.

Si riporta il previsto modulo di certificazione ambientale relativo alle terre e rocce da scavo naturali come da Delibera 34/2008 dd. 19/06/08, dell'Ordine Geologi Trentino Alto Adige, modificato per adattarlo alle successive variazioni normative: in tale certificazione, si devono

includere fra le "terre e rocce con potenziale condizionamento antropico" anche i terreni naturali ma soggiacenti ad aree urbanizzate o sede di attività di superficie, anche agricola.

CERTIFICAZIONE DEL GEOLOGO RELATIVA ALLA TIPOLOGIA DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

Mod. 0#: modificato 02	CERTIFICAZIONE DEL GEOLOGO RELATIVA ALLA TIPOLOGIA DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

Il sottoscritto ICILIO VIGNA			nato il 28/11/1959				
a Trento	Prov. TN	CAP	3	8	1	2	2
c/o Studio Geologico Associato Geoalp	Prov. TN	CAP	3	8	0	5	7
via e nr. civico: viale Europa, n° 78 San Cristoforo Pergine Valsugana (TN)							
in qualità di geologo, iscritto all'Albo Ordine Regionale dei Geologi Trentino Alto Adige							
al nr. 71	estensore dello studio geologico rif 2354/26	di data aprile 2026					
di supporto al progetto: **"Progetto di lottizzazione ambito PL-06 identificato dalla p.f. 40/4 C.C. Roverè della Luna sita in Via Feldi", commissionato dai Sigg.ri De Eccher Marco, Andrea, Claudio, Riccarda allo Studio Tecnico Sebastiani ing. Barbara.**							

che prevede interventi di scavo nel seguente:
Sito di origine

Comune di Roverè della Luna	
località Roverè della Luna	
via -	n° -
p.f./p.ed vedi progetto	

DICHIARA

che in base agli studi e alle indagini geologiche e stratigrafiche riportate nella relazione, con individuazione della storia pregressa dell'area e la verifica delle condizioni di naturalità o meno del sito, ivi compresa la valutazione di particolari condizioni di mineralizzazione che possano aver interessato l'area, il materiale interessato dagli scavi è costituito da:

□ terreni di sicura origine naturale – Tipo 1

Terreni che per le loro caratteristiche geologiche, mineralogiche e di naturalità possono avere qualità ambientali intrinseche entro i limiti della Colonna A per cui, qualora convalidate (*), data la loro natura e le caratteristiche fisiche – granulometriche assimilabili a Voci di Elenco Prezzi di capitolati ufficiali per Lavori Pubblici

rif	Assimilabile a D.11.15.110.10 formazione di rilevati provenienti dagli scavi - Preziario PAT

hanno valore; inoltre possiedono caratteristiche tali da non richiedere, fin dall'origine, trattamento o trasformazioni preliminari per garantire che il loro impiego non dia luogo ad emissioni e, più in generale, ad impatti ambientali qualitativamente e quantitativamente diversi da quelli ordinariamente consentiti ed autorizzati per qualunque sito di destinazione.

Tali materiali, qualora convalidati in Colonna A, possiedono quindi le caratteristiche per essere considerati "sottoprodotti" ai sensi dell'Art.183 del D.Lgs.152/06 e s. m. e i., che possono rientrare in un "progetto di utilizzo", per:

□	reinterri, riempimenti, rimodellazione e rilevati.	□	processi industriali, in sostituzione dei materiali di cava.
□	in toto (come da progetto)	□	in toto (come da progetto)

□	in parte (come da progetto)	□	in parte (come da progetto)

Analisi chimiche di certificazione come indicato nella relazione geologica(*)

□	da effettuare	□	già effettuate con certificazione del rispetto dei limiti della Colonna A

X terreni con potenziale condizionamento antropico – Tipo 2

Materiali che, ai fini di certificarne un possibile utilizzo come sottoprodotto, dovranno essere sottoposti ad analisi chimiche sistematiche, secondo le modalità più idonee ad una corretta caratterizzazione, da definire sulla base:

- della storia pregressa del sito.
- delle tipologie dei materiali interessati
- della loro natura
- della loro distribuzione

X	in toto
□	in parte secondo allegate planimetrie e sezioni stratigrafiche per l'individuazione delle tipologie e dei volumi interessati

Piano delle indagini e analisi chimiche come da relazione geologica

X	da effettuare	□	già effettuate

□ giudizio sulla qualità ambientale nel caso di analisi già effettuate, sia per terreni di tipo 1 che di tipo 2

Al momento non si conosce il dettaglio della quantità, qualità e destinazione del materiale di sterro. Questo aspetto dovrà essere risolto prima dell'inizio lavori redigendo il previsto Piano di Utilizzo

Note:

Data aprile 2026	Timbro e firma del geologo	ORDINE DEI GEOLOGI GEOLOGENKAMMER TRENTINO - ALTO ADIGE / SÜDTIROL N° 71 DOTT. ICILIO VIGNA

ALLEGATI:

Eventuali certificati di analisi chimiche, qualora già eseguite - vedi relazione n.
Altro:

3.9. Conclusioni

Il livello di pericolosità e di rischio associato del sito, allo stato attuale ed in previsione della realizzazione del progetto, fa riferimento alla cartografia di cui al Cap. 1 ed agli esiti dei rilevamenti: sia dal punto di vista normativo che in base a quanto rilevato, si tratta di un'area che non presenta delle particolari pericolosità idrogeologiche.

Il piano di indagine, data la tempistica del lavoro ha potuto prevedere il rilevamento geologico di superficie: queste indagini non hanno comunque potuto far prendere completa osservazione di tutto il terreno coinvolto e dunque permane la necessità di verifiche esecutive sul modello geologico: il presente elaborato è redatto anche con la finalità di accedere al rilascio dei titoli edilizi e pertanto si rinvia con esplicita prescrizione alla sede esecutiva la verifica della rispondenza fra le ipotesi contenute nel presente elaborato e la situazione geologica effettiva.

In conclusione, tenendo nella dovuta considerazione quanto sopra esposto, risulta che vi è compatibilità fra la situazione geologica riconosciuta e le opere in progetto, fatti salvi i diritti di terzi.

Il presente elaborato si riferisce unicamente ai lavori di lottizzazione e non ha alcuna validità relativamente al modello geologico del progetto dei diversi edifici, che dovranno ciascuno essere corredati da un loro proprio specifico studio geologico e geotecnico.

Il presente elaborato è redatto in ottemperanza ai contenuti del D.M. 17/01/2018 "Nuove 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 concessione ad edificare.

In corso d'opera si deve controllare la rispondenza tra il modello geologico di riferimento assunto in progetto e la situazione effettiva, differendo di conseguenza il modello geotecnico ed il progetto esecutivo, così come previsto dalla normativa di settore".

Richiamando validi concetti espressi dalla precedente normativa (DM 11/03/88), inoltre, si prescrive che "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".

Baselga Pinè, aprile 2026

Studio Geologico Associato GeoAlp
dott. geol. Icilio Vigna



4. RELAZIONE GEOTECNICA

Sulle indagini, caratterizzazione e modellazione geotecnica riferite al progetto architettonico definitivo:
"Progetto di lottizzazione ambito PL-06 identificato dalla p.f. 40/4 C.C. Roverè della Luna sita in Via Feldi", commissionato dai Sigg.ri De Eccher Marco, Andrea, Claudio, Riccarda allo Studio Tecnico Sebastiano ing. Barbara.

4.1. Piano delle indagini geotecniche, modello geotecnico - caratteristiche geotecniche dei terreni

Per la stesura del presente documento si fa esplicito richiamo alla relazione geologica del progetto definitivo, tenendo anche conto della possibilità di modificare i modelli geotecnici in relazione alle misure e ai controlli in corso d'opera.

Il piano di indagine, data la tempistica del lavoro e le indicazioni del Proponente ha potuto prevedere il rilevamento geologico di superficie: queste indagini non hanno comunque potuto far prendere completa osservazione di tutto il terreno coinvolto e dunque permane la necessità di verifiche esecutive sul modello geotecnico: il presente elaborato è redatto anche con la finalità di accedere al rilascio dei titoli edilizi e pertanto si rinvia con esplicita prescrizione alla sede esecutiva la verifica della rispondenza fra le ipotesi contenute nel presente elaborato e la situazione geotecnica effettiva.

Il modello geotecnico del sito rispecchia quanto rappresentato nel modello geologico: a seguire si presenta la parametrizzazione geotecnica riferita a tale modello: queste valutazioni e considerazioni geotecniche relative alle resistenze offerte dal terreno devono, in sede di progettazione esecutiva, essere confrontate con le azioni di progetto per le verifiche di sicurezza e delle prestazioni.

Le informazioni geotecniche di seguito riportate derivano dalle osservazioni di campagna, da dati bibliografici disponibili per terreni analoghi e dall'esperienza dello scrivente.

Al punto 6.2.2 Indagini, caratterizzazione e modellazione geotecnica delle NTC-18 si riporta che "Nel caso di costruzioni od interventi di modesta rilevanza, che ricadano in zone ben conosciute dal punto di vista geotecnico, la progettazione può essere basata su pre esistenti indagini e prove documentate, ferma restando la piena responsabilità del progettista su ipotesi e scelte progettuali".

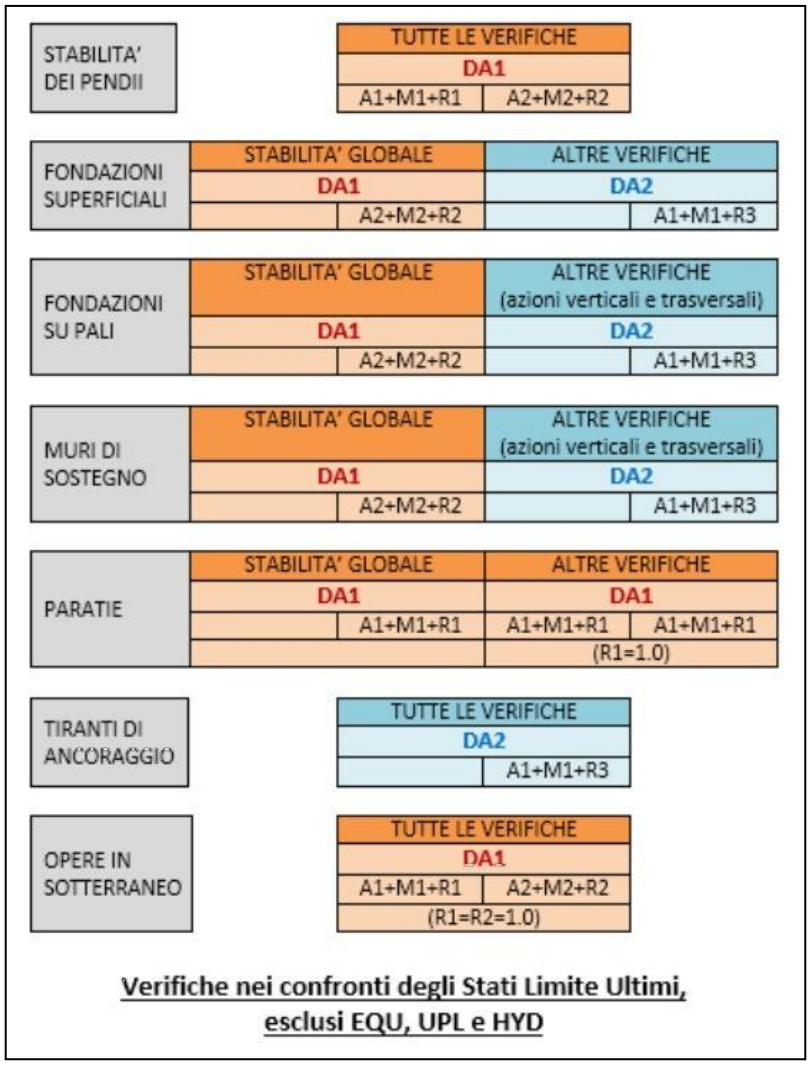
Secondo le NTC-18 – par. 6.2.2. INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA "... Ai fini dell'analisi quantitativa di uno specifico problema, per modello geotecnico di sottosuolo si intende uno schema rappresentativo del volume significativo di terreno, suddiviso in unità omogenee sotto il profilo fisico-meccanico, che devono essere caratterizzate con riferimento allo specifico problema geotecnico. Nel modello geotecnico di sottosuolo devono essere definiti il regime delle pressioni interstiziali e i valori caratteristici dei parametri geotecnici."

Secondo il testo a cura del Gruppo Interregionale Ordine dei Geologi Euro Codice 7, 2012, "UNA METODOLOGIA PER LA SCELTA DEI PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI" l'EC7, al punto 2.4.5.2 2(P), recita: "Il valore caratteristico di un parametro geotecnico sarà scelto come una stima cautelativa del valore che influenza l'insorgere dello stato limite". Definire il valore caratteristico significa pertanto scegliere il parametro geotecnico che influenza il comportamento del terreno in quel determinato stato limite, ed adottarne un valore, o stima, a favore della sicurezza. A tal riguardo, l'unica metodologia delineata dall'EC7 per la definizione dei valori caratteristici, è di natura statistica (Nori, 2009).

Sulla base di quanto precedentemente esposto, si è operata un'elaborazione statistica - secondo le metodiche tecniche (percentili) previste dalle norme - dei dati disponibili, ottemperando così alle disposizioni del D.M. 17/01/18.

Si è giunti a delimitare, per i litotipi di copertura presenti in corrispondenza delle opere e per le diverse condizioni al contorno - zonazione che tiene conto della variabilità delle profondità, ecc. - i seguenti campi di variabilità e valori medi (m) e caratteristici (k) dei principali parametri geotecnici (criterio di rottura alla Mohr - Coulomb) - Approccio Bayesiano (Cherubini e Orr, 1999): xk = xm * (1-(CV/2) dove xk = valore caratteristico e CV = coeff. variazione.

Per passare dai valori caratteristici (xk) ai valori di progetto (xd) vengono applicati dei fattori di riduzione (fattori di sicurezza parziali): le combinazioni di calcolo da adottarsi relativamente alla progettazione geotecnica secondo le NTC-18 (DM. 17/01/2018) sono:



Ai terreni naturali di copertura osservati nei cantieri circostanti il sito – e validi anche per esso - si possono preliminarmente attribuire i seguenti parametri geotecnici:

copertura sciolta di conoide da debris flow, normalconsolidata	***peso di volume*** γ kN/m^3	***angolo di attrito interno*** φ gradi °	***coesione*** ***c*** kN/m^2
valore minimo	18.0	30.0	5.0
valore probabile	18.5	32.5	7.5
valore massimo	19.0	35.0	10.0
valore caratteristico	18.4	32.1	7.1
coeff. Riduzione M2	1	tg Φ 1,25	1.25
valore progetto	18.4	26.6	5.7

Questi parametri sono quelli ottenuti come rappresentativi della situazione media: nelle zone in cui siano presenti disuniformità litologiche si potranno determinare variazioni, anche significative, di questi valori, specialmente in relazione al grado di saturazione dei terreni.

Come per le indagini geologiche, anche quelle geotecniche richiedono la prescrizione che, in fase esecutiva, vi sia il controllo e la verifica dell'esattezza della situazione stratigrafica e geotecnica qui descritta che per sua natura intrinseca, date le modalità deposizionali dei terreni, presenta disomogeneità ed anisotropie.

Il modulo di Winkler (definito anche come "costante di sottofondo", "coeff. di reazione del terreno", "modulo di reazione") ha dimensioni di una pressione su una lunghezza (es. Kg/cm3) e indica la forza che, esercitata su una data area, provoca una deformazione di una data entità. E' una grandezza che non può essere direttamente ricondotta ad una proprietà geotecnica specifica di un terreno / roccia, in quanto entrano in campo altri elementi specifici, quali la tipologia di fondazione, la tensione di carico della stessa e la risultante deformazione indotta.

Bowles (Fondazioni: progetto ed analisi, 1988), arriva a proporre un calcolo del modulo di reazione (in unità SI) come Kr = 40 * (Fs*q_a) cioè moltiplicando per 40 il valore di capacità ammissibile (q_a in kPa), applicando un Fattore di sicurezza, e considerando la capacità ammissibile quale la capacità ultima (q_{ult})/ Fs che induce un cedimento di 25,4 mm (un pollice).

Mammino (I micropali: tecniche di progetto e di verifica, 1994 Alinea Ed. Firenze) dapprima criticamente discute sul significato ed implicazioni del calcolo di dimensionamento basato sull'utilizzo del modulo di Winkler; presenta anche delle tabelle, desunte dalla letteratura, che riportano dei valori del modulo di Winkler direttamente riferite, anche se impropriamente, ai vari litotipi.

Tabella dei moduli di Winkler ricavata come sintesi della corrente letteratura tecnica

– Torba leggera	0,6 ÷ 1,2 Kg/cm³
– Torba pesante	1,2 ÷ 1,8 Kg/cm³
– Terra vegetale	1,0 ÷ 1,5 Kg/cm³
– Depositi recenti (ovvero pozzolane recenti, discariche di materiale litoide, morene male addensate, ecc.)	1,0 ÷ 2,0 Kg/cm³
– Sabbia fine (come la sabbia di mare profondo (pelite) o quella sedimentata negli impaludamenti)	1,5 ÷ 2,0 Kg/cm³
– Sabbia poco coerente (con granulometria diffusa e scarso indice dei vuoti)	2,0 ÷ 4,0 Kg/cm³
– Miscugli eterogenei di sabbie, fasi limose, argille, rappresentate in maniera casuale e in percentuali variabili nell'ambito della stessa formazione; da un punto di vista visivo si tratta di materiali che tendono a flocculare ed a presentarsi localmente come masse plastiche e coerenti,con spiccata tendenza alla instabilità; questi materiali saranno detti terre, classificabili empiricamente come segue:	
– Terra molto umida	2,0 ÷ 3,5 Kg/cm³
– Terra poco umida	3,0 ÷ 6,0 Kg/cm³
– Terra secca	5,0 ÷ 10,0 Kg/cm³
– Argilla con sabbia	8,0 ÷ 10,0 Kg/cm³
– Argilla plastica, montmorillonitica, rigonfiantesi in presenza di acqua	10,0 ÷ 12,0 Kg/cm³
– Sabbia compatta (i valori più alti vanno attribuiti ad arenarie farinose facilmente sfaldabili, già avviate però a divenire arenarie aggregate a struttura litoide per prosecuzione di fenomeni chimico-fisici già in atto)	8,0 ÷ 15,0 Kg/cm³
– Ghiaia con sabbia (incoerente, granulometricamente composta in modo che non ci siano vuoti visibili a occhio nudo)	10,0 ÷ 15,0 Kg/cm³
– Ghiaia con sabbia (quasi coerente, già classificabile come conglomerato naturale scarsamente o mediamente cementato, sul tipo delle puddinghe o brecce mioceniche)	15,0 ÷ 25,0 Kg/cm³
– Ghiaia compatta (a elementi sottili, da mezzo a due centimetri di diametro)	15,0 ÷ 20,0 Kg/cm³
– Ghiaia compatta (a ciottoli grossi di elevate caratteristiche meccaniche, come misti di fiume ben lavati):	
per fondazioni poco ampie	20,0 ÷ 25,0 Kg/cm³
per fondazioni ampie	25,0 ÷ 30,0 Kg/cm³
– Roccia	30,0 Kg/cm³ e oltre
– Roccia molto fratturata, epidermica rispetto alla formazione	15,0 ÷ 25,0 Kg/cm³
– Roccia sana, poco o nulla fratturata, e arenarie compatte	30,0 ÷ 80,0 Kg/cm³
– Arenarie antiche, metamorfosate, a struttura lamellare (ad esempio: pietra lavagna)	30,0 ÷ 50,0 Kg/cm³
– Calcari sani non cariati (formazioni dolomitiche, calcari grigi del Lias, etc.)	30,0 ÷ 50,0 Kg/cm³
– Rocce vulcaniche (porfidi, basalti, graniti) non degradate né argillificate	> 50 Kg/cm³

Tabella dei moduli di Winkler secondo Pozzati

NATURA DEL TERRENO	K (Kg/cm³)
Torba leggera	0,6 ÷ 1,2
Torba pesante	1,2 ÷ 1,8
Terra vegetale	1,0 ÷ 1,5
Depositi recenti	1,0 ÷ 2,0
Sabbia di mare, fina	1,5 ÷ 2,0
Sabbia poco coerente	2,0 ÷ 4,0
Terra molto umida	2,0 ÷ 3,5
Terra poco umida	3,0 ÷ 6,0
Terra secca	5,0 ÷ 10,0
Argilla con sabbia	8,0 ÷ 10,0
Argilla grassa	10,0 ÷ 12,0
Sabbia compatta	8,0 ÷ 15,0
Ghiaia con sabbia	10,0 ÷ 25,0
Ghiaia compatta	20,0 ÷ 30,0

Tabelle sul modulo di Winkler riportate in Mammino.

Si riporta anche una tabella con dei valori indicativi del modulo elastico di alcuni terreni:

15.5 Valori indicativi del modulo elastico di alcuni terreni

Terreno	E (Kg/cm^2)	
	valore massimo	valore minimo
Argilla molto molle	153	20.4
Argilla molle	255	51
Argilla media	510	153
Argilla dura	1020	510
Argilla sabbiosa	2550	255
Loess	612	153
Sabbia limosa	204	51
Sabbia sciolta	255	102
Sabbia compatta	816	510
Argilloscisto	51000	1530
Limo	204	20.4
Sabbia e ghiaia sciolta	1530	510
Sabbia e ghiaia compatte	2040	1020

Tabella sui valori indicativi del modulo elastico di alcuni terreni.

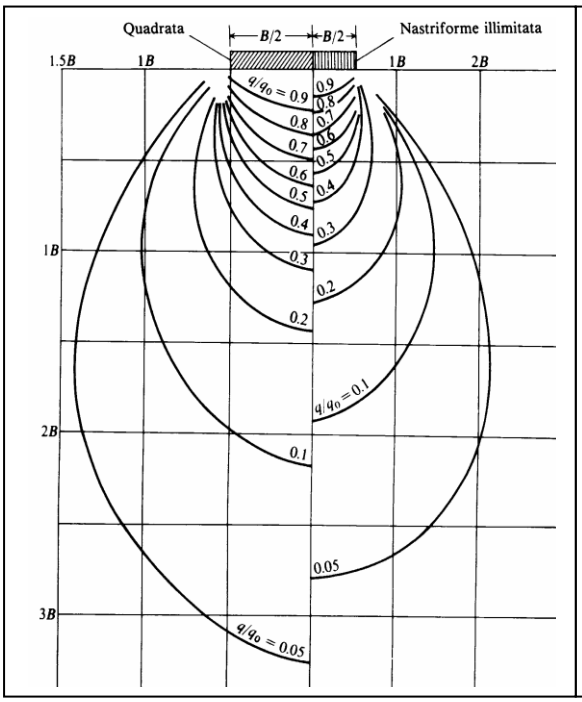
4.2. Stabilità degli scavi

La stabilità dei fronti di scavo in terreni sciolti secondo profili sub-verticali è solo apparente; infatti, la coesione di un terreno sciolto, pur risultando a prima vista significativa, è in realtà una caratteristica variabile poiché, a contatto con l'acqua, essa si può annullare, anche improvvisamente provocando franamenti dei fronti di scavo che, da situazioni sub-verticali, passano a situazioni di equilibrio secondo pendenze prossime all'angolo di natural declivio del materiale scavato.

Inoltre si ricorda che nei settori di sbancamento in prossimità a manufatti, è necessario implementare le prescrizioni di legge vigenti in materia: il D.M. 17/01/18 - NTC-18 prescrive, fra le altre cose: (par. 6.8.6.2.) "... per gli scavi che ricadano in prossimità di manufatti esistenti, deve essere prevista una armatura di sostegno delle pareti di scavo".

Le cautele esposte dalla norma citata vogliono tener conto del fatto che uno scavo in adiacenza a manufatti coinvolge parte del sottosuolo resistente, interessato cioè dalla distribuzione dei carichi indotti dalle fondazioni dei manufatti adiacenti: nel caso vanno quindi adottate delle cautele.

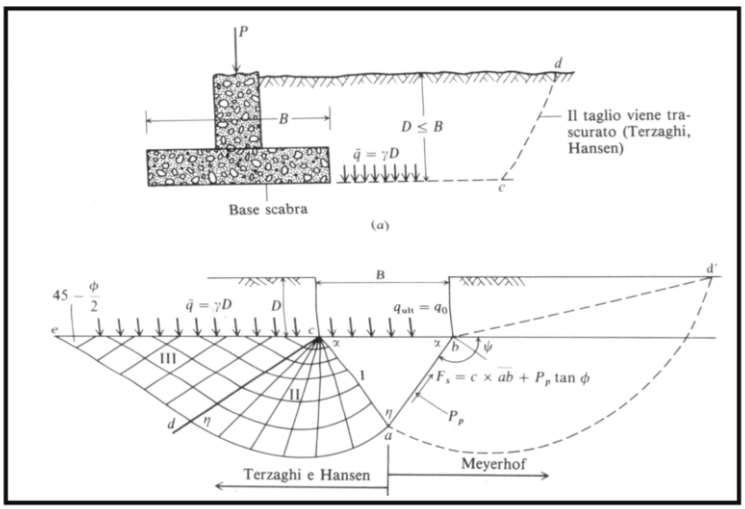
Esiste infatti il rischio di arrecare disturbi a tali opere, anche a seguito delle vibrazioni prodotte durante le operazioni di sbancamento. Il bulbo di pressione dei sovraccarichi si distribuisce nel sottosuolo in area più vasta di quella immediatamente sottostante il carico o le fondazioni, interessando quindi parte del terreno che sarà asportato dallo scavo.



Distribuzione nel terreno della pressione esercitata da fondazioni dirette (quadrate o nastriformi) secondo il metodo di BOUSSINESQ.

Tale concetto è contenuto e quantificato nelle varie formulazioni che modellano matematicamente la portanza del terreno, che distinguono la portanza come il contributo di varie porzioni di terreno poste attorno alla fondazione.

La diminuzione della portanza, dovuta all'asportazione del terreno su di un lato delle fondazioni esistenti è determinata dalla fine dell'azione di contenimento attualmente operata dal peso del terreno.



Schema di resistenza del terreno ai carichi indotti da una fondazione diretta: si possono distinguere i contributi di portanza dovuti ai diversi settori del terreno. L'asporto di terreno a fianco di una fondazione determina un calo della portanza, dovuto sia ai fenomeni di disturbo, sia per la fine dell'azione di contenimento della parte scavata.

Per i lavori di lottizzazione non sono previsti scavi diversi da quelli per la posa dei sottoservizi e viabilità: si tratta di scavi dell'ordine del metro o poco più: per tali scavi si raccomanda, una volta rimossa la cotica vegetale e sulla base delle osservazioni eseguite, di non eccedere pendenze di 50 gradi.

Per quanto riguarda le vibrazioni generate durante i lavori di scavo (movimentazione terre, demolizioni, transiti, ecc), per evitare danni ai manufatti adiacenti si raccomanda di non eccedere i valori critici.

Per l'Italia si faccia riferimento alla UNI 9916-2014 (Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici), da cui si riporta un abaco, e alla UNI 9614-2017 (Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo).

prospetto D.1 **Valori di riferimento per la velocità di vibrazione (p.c.p.v.) al fine di valutare l'azione delle vibrazioni di breve durata sulle costruzioni**

Classe	Tipo di edificio	Valori di riferimento per la velocità di vibrazione p.c.p.v. in mm/s				
		Fondazioni			Piano alto	Solai Componente Verticale
		Da 1 Hz a 10 Hz	Da 10 Hz a 50 Hz	Da 50 Hz a 100 Hz *)	Per tutte le frequenze	Per tutte le frequenze
1	Costruzioni industriali, edifici industriali e costruzioni strutturalmente simili	20	Varia linearmente da 20 (f=10 Hz) a 40 (f= 50 Hz)	Varia linearmente da 40 (f= 50 Hz) a 50 (f= 100 Hz)	40	20
2	Edifici residenziali e costruzioni simili	5	Varia linearmente da 5 (f= 10 Hz) a 15 (f= 50 Hz)	Varia linearmente da 15 (f= 50 Hz) a 20 (f= 100 Hz)	15	20
3	Costruzioni che non ricadono nelle classi 1 e 2 e che sono degne di essere tutelate (per esempio monumenti storici)	3	Varia linearmente da 3 (f= 10 Hz) a 8 (f= 50 Hz)	Varia linearmente da 8 (f= 50 Hz) a 10 (f= 100 Hz	8	3/4

*) Per frequenze oltre 100 Hz possono essere usati i valori di riferimento per 100 Hz.

Nel nostro caso i fronti di scavo per la sola fase di lottizzazione ed urbanizzazione del sito non costituiscono problematiche particolari in quanto le altezze di scavo saranno limitate alla posa di sottofondi per la viabilità, di cavidotti e sottoservizi.

A conclusione del capitolo sugli scavi si ricordino alcune considerazioni generali:

- mantenere lo scavo aperto per il solo tempo strettamente necessario alla realizzazione degli elementi in progetto: qualora si dovessero verificare interruzioni delle operazioni o si riscontrassero situazioni anomale (quali la presenza di riporti, presenza di filtrazioni, livelli limosi non addensati, ecc.) si prescrive di mettere in sicurezza i fronti di scavo lasciati aperti tramite adeguate opere provvisorie.

In questi casi si valuti di intervenire non aprendo il fronte per tutta la sua estensione ma piuttosto adottando la tecnica della parzializzazione dei fronti: si tratta di scavare un settore limitato e, prima di scavare il settore adiacente, intervenire sostenendo il tratto scavato con la realizzazione del tratto di opera perimetrale e relativa messa in opera del reinterro, adeguatamente compattato. Questa tecnica consegue l'obiettivo, oltre che di limitare i tempi in cui un settore resta aperto, anche di limitare la possibilità di detensionamenti ed inoltre di poter adattare le opere all'effettiva situazione stratigrafica locale che spesso, in adiacenza a manufatti esistenti è caratterizzata da situazioni di disomogeneità (es presenza di riporti, di terreno scavato e poi diversamente ricompattato, ecc.).

- proteggere i fronti di scavo con teli e reti in modo che le precipitazioni non possano erodere nè far scadere i parametri di resistenza del terreno ed anche in modo che eventuali piccoli distacchi non possano coinvolgere il piano di lavoro dei lavoratori ma siano trattenuti al piede dello sbancamento.

- le filtrazioni idriche e/o ruscellamenti che dovessero provenire anche dalla viabilità verso monte e/o dalle superfici impermeabilizzate esistenti in zona non possano fluire nè ristagnare nelle zone di scavo ma siano intercettate e fatte defluire verso apposito sistema drenante e di smaltimento.

- è importante che il reinterro fra nuove opere ed il fronte di scavo sia eseguito compattando il riporto, per limitare al massimo il rilassamento del terreno e conseguenti potenziali dissesti.

- secondo quanto stabilito dalle norme e regole anti infortunistiche, si raccomanda di non sovraccaricare la sommità delle scarpate di scavo, o di provvedere affinchè le opere di sostegno, provvisorie o definitive, siano verificate tenendo in considerazione i valori dei carichi trasmessi al terreno compresi quelli transitori e le spinte dell'acqua.

- monitorare costantemente il comportamento dei fronti di scavo con particolar attenzione alle zone con presenza di riporti ed in adiacenza a manufatti esistenti: ciò consentirà di adeguare i lavori alle risultanze stratigrafiche via via incontrate.

- rispettare tutte le norme in materia di prevenzione degli incidenti sul lavoro (transennare gli scavi, utilizzare opere di sostegno provvisorie, anche nel caso di scavi a sezione ristretta, ecc.).

- poichè si opererà in ambiente urbanizzato con presenza di immobili nelle proprietà circostanti, si raccomanda di eseguire, prima dell'inizio dei lavori, uno stato di consistenza strutturale e fotografico della situazione: ciò permetterà di prevedere il comportamento dei manufatti esistenti e valutare se i lavori in progetto sono compatibili con il loro assetto strutturale. Tale stato di consistenza consentirà anche di evitare che eventuali lesioni e/o filtrazioni eventualmente già presenti su tali manufatti siano poi attribuite all'esecuzione del progetto.

- durante gli scavi, infine, si raccomanda di monitorare le vibrazioni indotte, al fine di non arrecare danni ai manufatti circostanti ed anche per verificare la stabilità dei fronti di scavo.

Quelle fornite sono indicazioni generali, di supporto geologico, e che non vogliono in alcun modo limitare le scelte progettuali del calcolatore nè quelle operative della Ditta esecutrice.

4.3. Portanza del terreno

In fase di lottizzazione non sono previste particolari opere in elevazione e quindi non si applica questa problematica.

Si raccomanda di verificare comunque che sia attuato uno scotico del terreno vegetale fino ad arrivare alle ghiaie del conoide: le opere viarie e di infrastrutturazione vanno appoggiate su materiale con caratteristiche di resistenza omogenee: l'effettivo stato tensionale del terreno nei diversi punti dell'area di progetto dovrà essere valutato in fase di sbancamento.

Ove si verifichi che il contatto fra i litotipi diversi sia tale che un tratto delle fondazioni dei cassonetti stradali risultino appoggiate in terreno resistente ed un altro tratto su terreno sciolto di riporto o limoso compressibile, risulterà necessario - al fine di prevenire cedimenti differenziali – intervenire valutando se approfondire il piano di posa nella zona con copertura scadente fino ad incontrare il terreno migliore o se bonificando la zona meno resistente.

Si raccomanda di predisporre uno strato drenante basale di sottofondo ben costipato per evitare l'insorgere di cedimenti.

Le verifiche esecutive di sicurezza e delle prestazioni, riguardanti non solo la portanza ma anche altri aspetti quali il ribaltamento e lo scivolamento delle opere fondazionali secondo i metodi NTC-18, andranno eseguite in fase esecutiva, una volta disponibili i dati numerici delle combinazioni delle azioni di progetto e la verifica della rispondenza della situazione geotecnica assunta, nonchè la reale configurazione statica e geometrica delle fondazioni.

A livello di progettazione definitiva non si può pertanto nemmeno definire con precisione il cedimento atteso (dato il progetto in esame ed i terreni presenti si potranno agevolmente evitare problematiche di tal natura monitorando la consistenza della base di appoggio ed apportando, alla bisogna, i necessari consolidamenti), calcolo che potrà essere eseguito in sede esecutiva applicando le indicazioni riportate nei paragrafi precedenti.

La normativa antisismica prevedeva che il materiale di riporto dietro la struttura debba avere granulometria controllata ed essere addensato in sito, in modo da ottenere la maggiore continuità possibile con la massa di terreno esistente.

RIPORTI

Come richiesto dalle norme di settore, per eventuali riporti si dovranno utilizzare dei terreni idonei: si faccia riferimento alla normativa in materia che prevede l'uso di particolari miscele di terreni, descritte ad esempio nella norma UNI EN 11531-1; le tipologie più adatte sono le A1, A2-4, A2-5, A3 e poi a seguire A2-6, A2-7: a seguire si riporta la classificazione citata.

Prima di completare la costruzione su questi rilevati sono da prevedersi le usuali prove di collaudo, quali le prove di carico su piastra, per verificare il raggiungimento delle necessarie resistenze.

Estratto **NORMA UNI 11531-1 DEL 2014**

Classificazione delle terre

UNI 11531-1: 2014

Classificazione generale	Terre ghiaio-sabbioso Frazione passante al setaccio 0,063 mm ≤ 35%							Terre limo-argillose Frazione passante al setaccio 0,063 mm > 35%					Torbe e terre organiche palustri
Gruppo	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7		A8
Sottogruppo	A1-a	A1-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7				A7-5	A7-6	
Frazione passante al setaccio 2 mm 0.4 mm 0.063 mm	≤50 ≤30 ≤15	- ≤50 ≤25	- >50 ≤10	- ≤35	- ≤35	- ≤35	- ≤35	- >35	- >35	- >35	- >35	- >35	
Caratteristiche della frazione passante al setaccio 0,4 mm LL (Limite liquido) IP (Indice di plasticità)	≤6	≤8	N.P.	≤40 ≤10	>40 ≤10	≤40 >10	>40 >10	≤40 ≤10	>40 ≤10	≤40 >10	>40 >10 IP ≤ LL-33	>40 >10 IP > LL-33	
Indice di gruppo	0		0	0	≤4			≤8	≤12	≤16	≤20		
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane		Sabbia fina	Ghiaia o sabbia limosa o argillosa				Limi poco compressibili	Limi molto compressibili	Argille poco compressibili	Argille molto compressibili e mediamente plastiche	Argille molto compressibili e molto plastiche	Torbe di recente o remota formazione, detriti organici
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	Da eccellente a buono					Da mediocre a scadente							Da scartare
Azione del gelo sulle qualità portanti	Nessuna o lieve			Media				Molto elevata		Media	Elevata	Media	
Ritiro e rigonfiamento	Nullo			Nullo o lieve				Lieve o medio		Elevato	Elevato	Molto elevato	
Permeabilità	Elevata			Media o scarsa						Scarsa o nulla			

N.P. = non plastico;
= Non necessario per la classificazione

I vari gruppi e sottogruppi sono così descritti:

Gruppo A-1: il materiale tipico di questo gruppo é una miscela ben distribuita di pietrisco o ghiaia,sabbia grossa e fine,legante non plastico o leggermente plastico;

Sottogruppo A-1-a: include materiali con prevalenza di pietrisco con o senza legante o materiale fine;

Sottogruppo A-1-b: comprende materiali con prevalenza di sabbia grossa con o senza legante.

Gruppo A-3: il materiale tipico di questo gruppo é sabbia fine di spiaggia o di deserto senza argilla e con poco limo non plastico; sono pure compresi depositi fluviali di sabbia fine a gradazione povera e quantità limite di sabbia grossa e ghiaia.

Gruppo A-2: comprende una grande varietà di materiali granulari ai limiti dei due gruppi precedenti e limi-argille dei gruppi seguenti; vi sono inclusi tutti i materiali contenenti 35% o meno del passante al 0,075 mm che non possono essere classificati nei due gruppi precedenti per l'eccesso fine o per la plasticità;

Sottogruppi A-2-4 e A-2-5 includono vari materiali granulari contenenti 35% o meno del passante il 0,075 mm ed una minore porzione di passante il n° 40 avente le caratteristiche dei gruppi A-4 ed A-5.Vi appartengono le ghiaie e le sabbie grosse con limo o Ip non tollerati nel gruppo A-1 e sabbie fini con limo non plastico non tollerate nel gruppo A-3;

Sottogruppi A-2-6 ed A-2-7: includono materiali simili a quelli dei sottogruppi precedenti con la eccezione che il fine contiene argilla plastica con le caratteristiche del gruppo A-6 od A-7.

Gruppo A-4: il materiale tipico é una terra limosa non plastica (o poco) con più del 75% passante il setaccio da 0,075; sono comprese miscele di limo con sabbia e ghiaia che non eccedano il 64%.

Gruppo A-5 :si distingue dal precedente in quanto include materiale a carattere diatomaceo o micaceo e che può essere altamente plastico.

Gruppo A-6 :Il materiale tipico é una terra argillosa plastica con più del 75% di passante il 0,075; sono pure incluse miscele di terra fine argillosa con non più del 64% di sabbia e ghiaia.

Gruppo A-7 :Il materiale tipico é simile a quello del gruppo precedente con però l'elevato LI caratteristico del gruppo A-5 e può essere elastico;

Sottogruppo: A-7-5: include quei materiali con moderato Ip in rapporto ad LI e che possono essere molto elastici e soggetti a forti cambiamenti di volume;

Sottogruppo A-7-6: include quei materiali aventi un alto Ip in rapporto ad LI e soggetti a cambiamenti di volume elevatissimi.

Classificazione delle terre secondo la norma UNI EN 11531-1.

4.4. Drenaggi, impermeabilizzazioni, ripristini

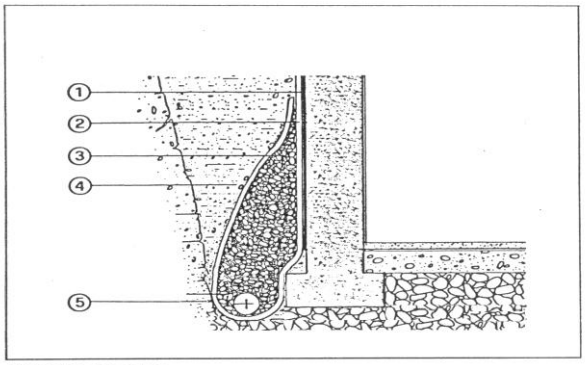
Ricordando la situazione idrogeologica riconosciuta per il sito (potenziale afflusso di filtrazioni idriche verso le opere in progetto anche per la presenza della viabilità ed edifici), si raccomanda di dotare tutte le opere in progetto di adeguato drenaggio, che assicuri l'intercettazione e l'allontanamento delle acque filtranti che possono provenire da monte e dalle superfici impermeabilizzate circostanti.

Tali filtrazioni, se lasciate ruscellare sui fronti di scavo o lasciate ristagnare sul fondo degli sbancamenti, possono provocare scadimenti alle caratteristiche di resistenza dei terreni.

La presenza di opere controterra non deve poi rappresentare un ostacolo al fluire delle filtrazioni, nel qual caso si avrebbe il possibile innalzamento del livello delle filtrazioni stesse, con conseguente potenziale innesco di fenomeni di instabilità e azioni di spinta sulle nuove opere.

E' anche necessario conformare il fondo dello scavo, sul quale si dovrà impostare lo strato drenante basale (ben costipato), con la pendenza minima necessaria a garantire lo sgrondo dell'acqua senza possibilità di ristagni: dal punto più depresso deve partire una tubazione drenante che allontani l'acqua dal sito di interesse.

Di seguito si riporta uno schema generale di costruzione dei drenaggi perimetrali.

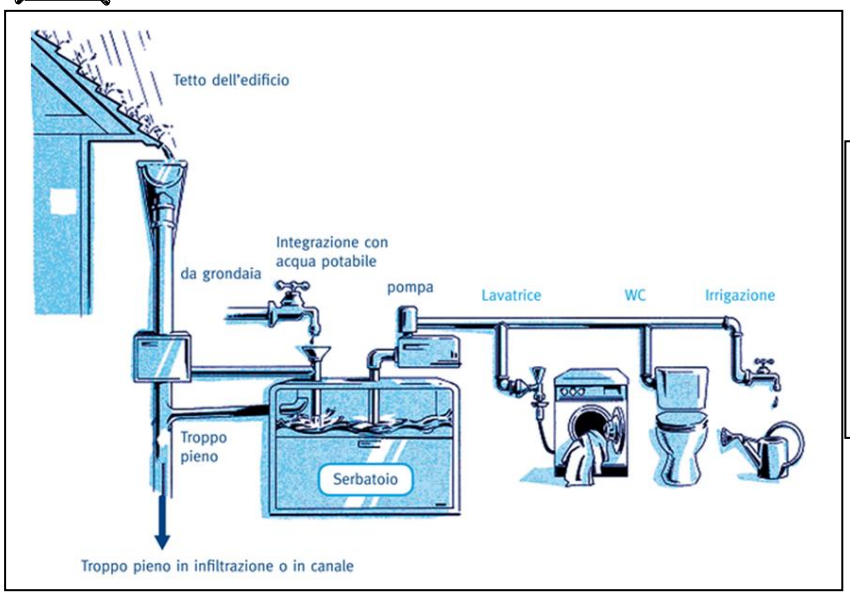
SCHEMA ESECUTIVO DELLE OPERE DI DRENAGGIO  1) Impermeabilizzazione 2) Tessuto non tessuto (tipo Bidim, Terram, Spumbond, Geodren, ecc.) 3) Riempimento di materiale granulare drenante 4) Terreno di riempimento costipato 5) Tubo di drenaggio	Schema di disposizione dei drenaggi perimetrali.

Considerazione valida per tutte le opere controterra è poi quella di prevedere l'impermeabilizzazione delle stesse, per assicurare che non si determinino problemi di umidità, efflorescenze, ecc.

4.5 Smaltimento delle acque meteoriche

Le indicazioni del PGUAP sono di preferire, ove possibile, lo smaltimento diretto in sottosuolo; stante tale situazione, appare comunque particolarmente opportuno adottare, ove possibile, tipologie di coperture quanto più permeabili possibile (pavimentazione drenante) e sistemi di accumulo dell'acqua di pioggia ed il suo utilizzo in sito (es. vasche per irrigazione del verde privato, per gli sciacquoni, vasche antincendio, ecc.).

Nella zona del sito non vi sono specifici vincoli relativi alla protezione di risorse idriche: pertanto è consentita la dispersione in sottosuolo delle acque meteoriche.



Gestione sostenibile delle acque meteoriche.

(Provincia Autonoma Bolzano).

Quantità d'acqua da smaltire.: la quantità d'acqua da smaltire in occasione di piogge intense è così valutabile:

$$Q = (S * h) / (T * 3.600)$$

dove:
Q = portata da smaltire (l/sec)
S = superficie impermeabile (m2)
h = altezza di pioggia in (mm) caduta nel tempo T
T = durata della pioggia intensa in (ore).

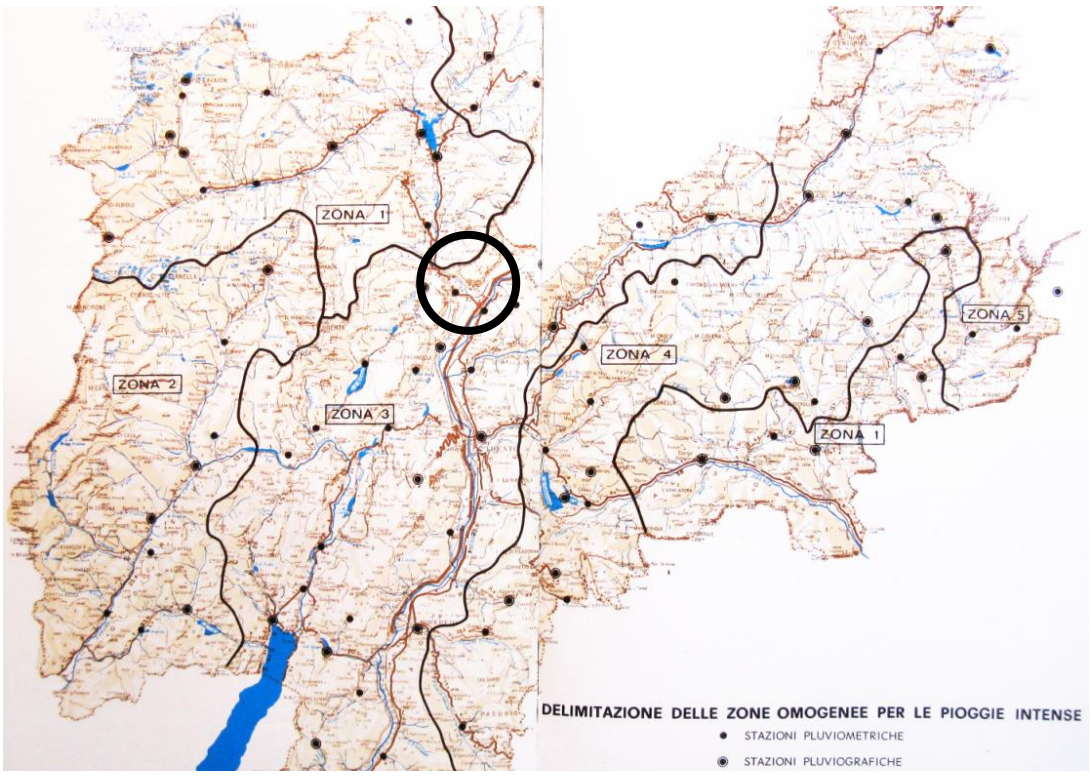
La superficie "S" impermeabile, è data dal prodotto dell'area impermeabilizzata o parzialmente impermeabilizzata (es. tetto, piazzali, ecc.) (S0) per un coefficiente di deflusso (kd,) tipico per ciascuna tipologia di superficie, applicando i quali si tiene conto della rugosità, dell'imbibizione e di altri fattori che limitano lo scorrimento dell'acqua da tali superfici verso il sistema collettore.

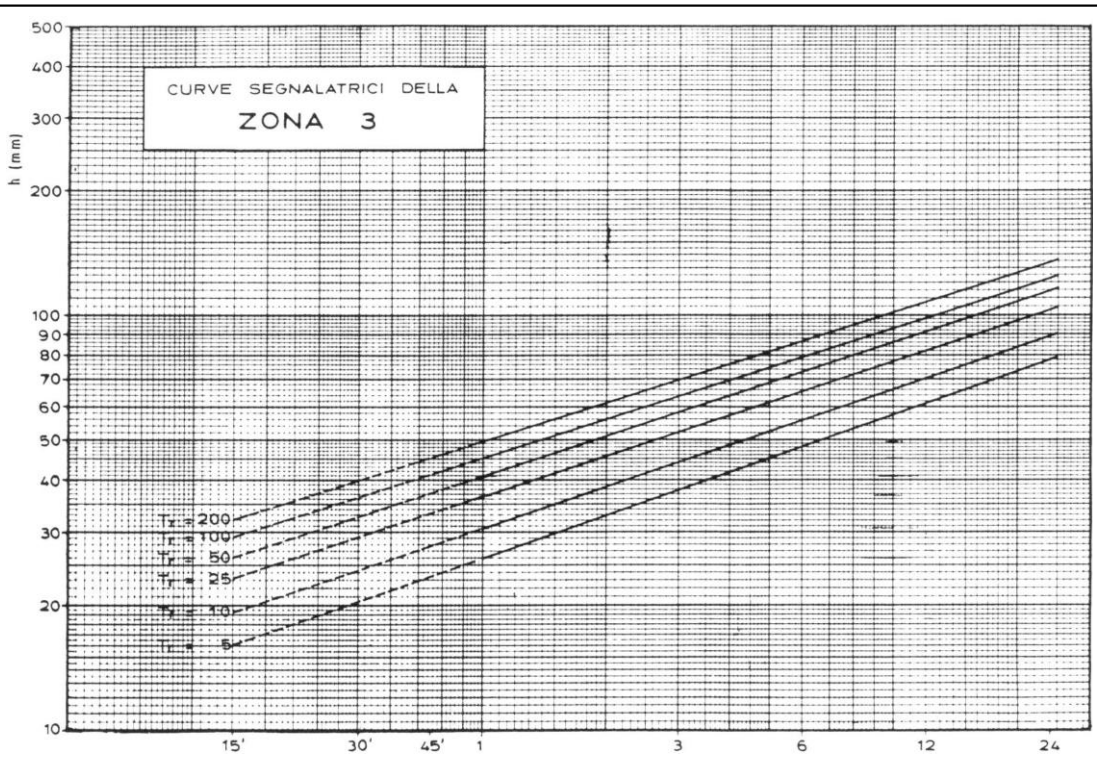
Questo coefficiente, ad esempio, nel caso di tetti può essere assunto kd = 0,9, mentre vale 0,2 per le zone a bosco e così via.

Per quanto riguarda il valore dell'altezza di pioggia "h" da inserire nei calcoli, si conosce, da un'indagine statistica sulle piogge intense nel Trentino effettuata dall'Azienda Speciale di Sistemazione Montana della P.A.T, che la pioggia di massima intensità che cade nella zona di di **Roverè della Luna (Zona 3)** nell'unità di tempo ("T"= 1 ora) e con un periodo di ritorno di 100 anni, è pari a h = 45 mm: tale precipitazione fornisce la portata oraria di pioggia da smaltire di progetto.

Elaborando i dati sperimentali della piovosità, però, è risultato anche che su piccole superfici si verificano brevi scrosci, la cui intensità è superiore alla massima pioggia che può interessare una regione più vasta.

In pratica, riferendosi alla zona di interesse, su singole superfici inferiori ad un ettaro si possono verificare, negli scrosci della durata di 15 minuti, precipitazioni fino a 29 millimetri d'acqua (ancora considerando tempi di ritorno di 100 anni).



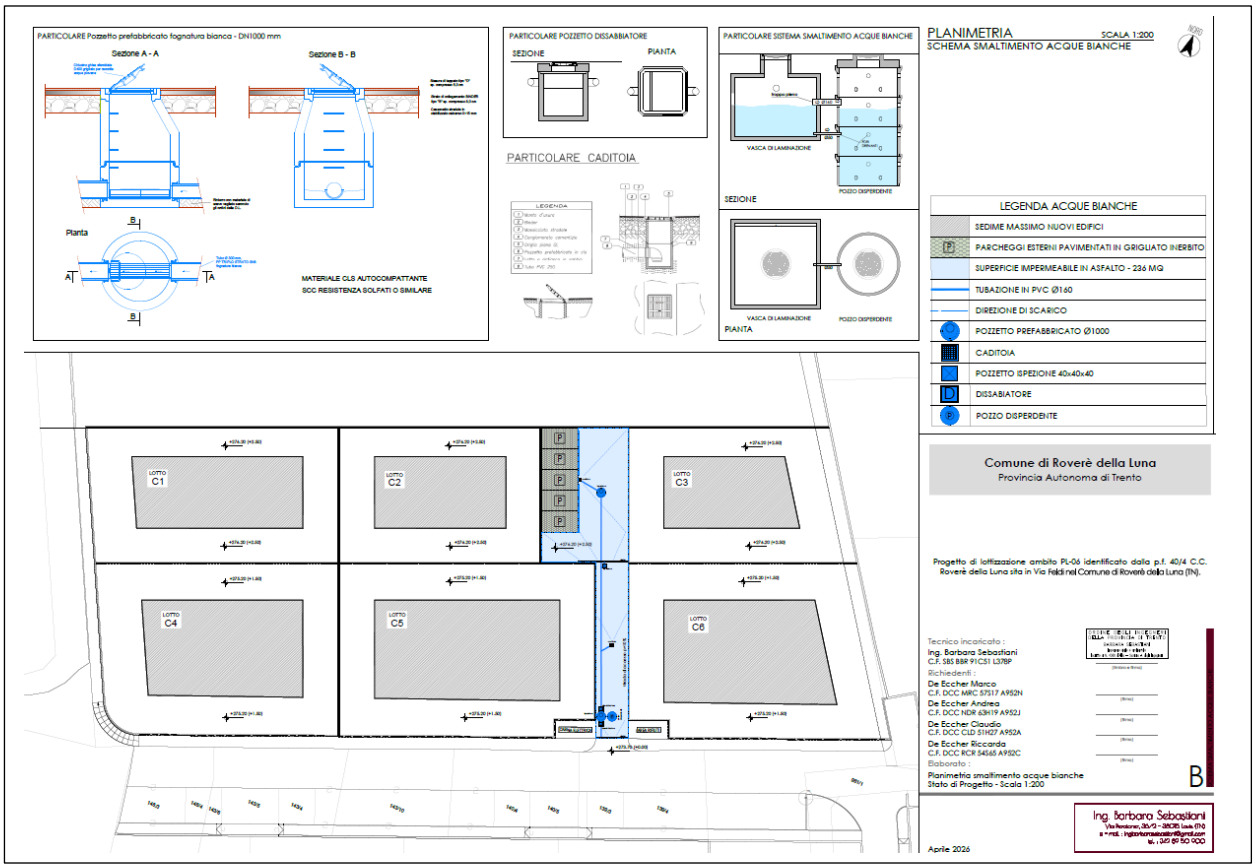


Delimitazione delle zone omogenee per le piogge intense e curve segnalatrici della zona di Roverè della Luna (Zona 3).

Definita l'altezza della precipitazione intensa di riferimento si ha che, nell'intervallo prescelto si ottiene così la portata d'acqua da smaltire e, da questa, si ha che il volume d'acqua Va, (detto volume di accumulo) prodotto dalla precipitazione di progetto è calcolabile come il prodotto della superficie impermeabile equivalente ("S" in m^2) per l'altezza d'acqua caduta ("hs" in m):

$$Va = S * hs\ (m^3).$$

Per il dimensionamento ci si riferisca all'apposita planimetria:



altezza pioggia	durata pioggia	durata pioggia							
h (mm)	T (min)	T (ore)							
29	15	0.25	scroscio						
45	60	1	oraria						
135	1440	24	giornaliera						
				Qscroscio	V scroscio	Q oraria	V orario	Q 24 ore	V 24 ore
tipo	S coperta	Coef Def	S equiv	l/sec	m3	l/sec	m3	l/sec	m3
	m2		m2						
tetto	0.00	0.90	0.00	0.0000	0.000	0.0000	0.000	0.0000	0.000
asfalto e cub. cementati	236.00	0.85	200.60	6.4638	5.817	2.5075	9.027	0.3134	27.081
cubetti o formelle con sabbia	0.00	0.70	0.00	0.0000	0.000	0.0000	0.000	0.0000	0.000
macadam	0.00	0.50	0.00	0.0000	0.000	0.0000	0.000	0.0000	0.000
prati e orti	0.00	0.17	0.00	0.0000	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000

Calcolo portata e volume dell'acqua meteorica da smaltire per le varie tipologie di superfici unitarie coperte o parzialmente impermeabilizzate.

Modalità di smaltimento.

Per la dispersione in sottosuolo, si dovrà predisporre un sistema in grado di accogliere il volume critico di accumulo dello scroscio intenso e di smaltire la portata oraria calcolata: in alternativa si potrebbe dimensionare un sistema in modo che riesca a smaltire direttamente la portata critica proveniente dallo scroscio intenso.

Il calcolo generico (a parte i fattori di forma che dipendono dalla geometria del sistema) della quantità d'acqua che un sistema disperdente riesce a disperdere è data da:

$$Q = k * A * i$$

k = coeff. di conducibilità idraulica (permeabilità) m/sec del mezzo accettore (terreno circostante il sistema disperdente,

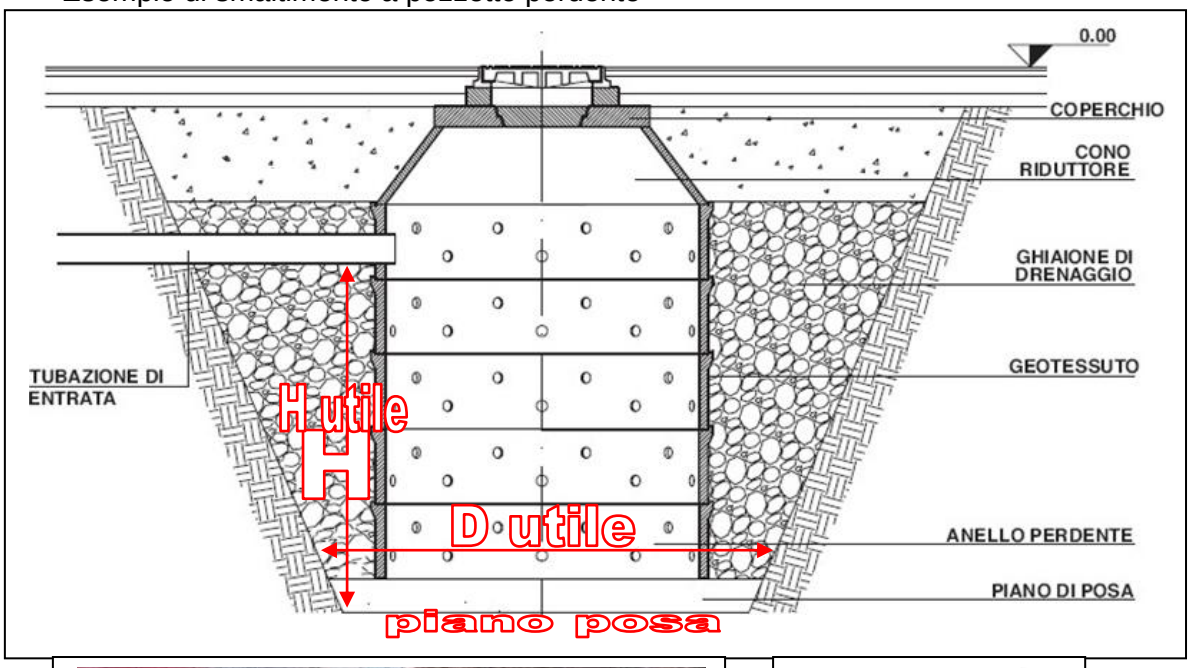
A = superficie disperdente m^2 del sistema dispersore,

i = gradiente d'acqua nel sistema dispersore.

Il dato idrogeologico di interesse è rappresentato dalla permeabilità K: il litotipo da considerasi contribuente alla permeabilità è la parte grossolana del deposito di colata detritica, cui si attribuisce una permeabilità medio - elevata di $K = 1* 10^{-4}$ m/sec: si evidenzia che questo valore dovrà essere verificato in sede di progettazione esecutiva mediante apposita indagine geognostica diretta.

Il metodo di smaltimento adottabile è sia il classico pozzetto disperdente e sia la trincea disperdente, purchè spinta fino al contatto con i litotipi grossolani mostrati nelle foto degli scavi precedentemente riportate.

Esempio di smaltimento a pozzetto perdente







Dispersore	pozzetto cls	dreno circostante
Altezza (m)	2.50	3.00
Diametro (m)	2.00	3.00
area base (m2)	3.14	7.07
area laterale (m2)	15.70	28.26
Volume (m3)	7.85	13.35
Volume utile (m3)	7.85	6.67
Tot. Vol. Utile (m3)	14.52	

Esempio tipologico di pozzetto disperdente.

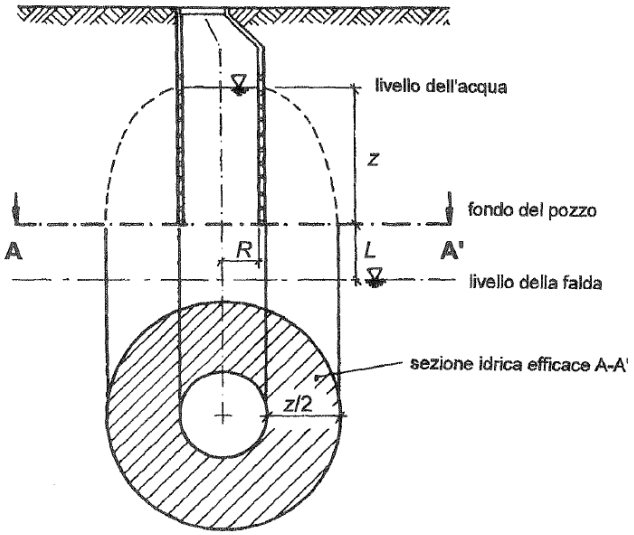
Dimensionamento pozzetto disperdente

Di seguito si descrive il dimensionamento di un pozzetto disperdente adottando il noto metodo di Sieker (1984) che calcola la portata di infiltrazione per un pozzetto posto al di sopra del tetto della falda, andando a valutare l'estensione della sezione idrica efficace interessata a livello della base dell'opera disperdente.

Vari autori utilizzano questo metodo sia in modo semplificato, es. Angelini, e sia rigoroso, es. Chiesa; il primo considera che la corona esterna determinata dalla cadente di infiltrazione abbia larghezza pari a metà dell'altezza della colonna d'acqua nel dispersore: il secondo metodo si applica quando il tetto della falda è profondo rispetto al fondo del dispersore.

Si presenta un calcolo esemplificativo riferito alla viabilità della lottizzazione: il calcolo di dettaglio viene demandato alla fase esecutiva.

$$Q_f = K\left(\frac{L+z}{L+z/2}\right)A_f$$



L (m) =	1.5
k (m/s) =	5.00E-04
z (m) =	2.50
Af (m2) =	15.90
Qf (m3/s) =	0.00928

Metodo semplificato (Angelini).^

Metodo rigoroso (Chiesa et. al.) ---------->

diam ext. (m)	2.50
r int. = D int/2 (m)	1.25
altezza H (m)	3.00
permeab. K (m/s)	5.00E-04
a	1
Diam effett D (m) =	5.50
Q (m3/s) =	0.011873

Q = k • J • Ae

con:
Q portata d'infiltrazione [m³/d];
J gradiente idraulico [m/m];
Ae superficie effettiva d'infiltrazione [m²];
K conducibilità idraulica [m/d].

Quando il livello della falda è convenientemente al di sotto del fondo del pozzo [**(d – h)** —> ∞], come si può vedere dalla **Figura 2**, ad una certa quota (G. Chiesa e L. Fanizzi, 2004):

d = [1,50 • (c + 2 • H)]

il flusso è essenzialmente verticale e, pertanto, si ha:

J = 1,0

Il calcolo procede fissando il diametro interno (**c**) e la massima altezza del pozzo (H). Il diametro (**D**) della superficie effettiva d'infiltrazione (A_e), è stimabile con la seguente relazione (H.

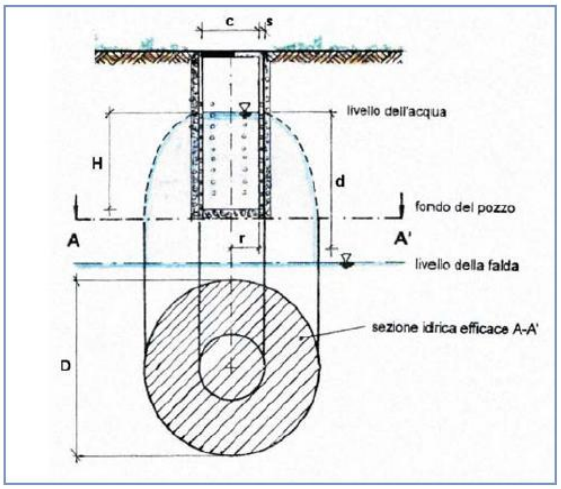


Figura 2 - Moto d'infiltrazione sotterraneo e suo profilo idraulico.

Bouwer, 1969; mod. F. Sieker; 1984):

D = 2 • (r + s) + a • H

ove:
a costante adimensionale di **Sieker** [con **a = 1,0**];
c diametro interno del pozzo [m];
s spessore anulare finestrato [m];
H battente idraulico [m];
D diametro sezione effettiva [m].

La portata d'infiltrazione, può essere infine calcolata con la seguente formula (mod. F. Sieker, 1984):

Q = (π/4) • [2 • (r + s) + H]² • k

Calcolo portata disperdibile da un pozzo disperdente (metodo Sieker), secondo Angelini e secondo Chiesa.

Adottando questa configurazione, la dispersione dell'acqua meteorica non avverrà in falda, che è presente a molti metri di profondità circa 15 - 20 m), e comunque ben al di sopra della possibile quota delle filtrazioni effimere.

La tipologia delle opere disperdenti risultano compatibili con la situazione riconosciuta: la dispersione attuata come descritto non causerà nè inquinamento dei suoli e della falda nè causerà dissesti dei suoli e dei manufatti presenti in loco: il sistema risulta pertanto idoneo e sufficientemente dimensionato per le necessità progettuali indicate (il solo vialetto di accesso della lottizzazione).

In sede esecutiva, avvenuti gli sbancamenti e quindi avendo presa compiuta visione dei terreni, si dovrà verificare la rispondenza di questa proposta di configurazione dello smaltimento rispetto ai riscontri idrogeologici effettivi.

4.6. Conclusioni

La presente relazione geotecnica presenta la discussione delle varie tematiche geotecniche relative alla realizzazione del progetto architettonico definitivo: **"Progetto di lottizzazione ambito PL-06 identificato dalla p.f. 40/4 C.C. Roverè della Luna sita in Via Feldi", commissionato dai Sigg.ri De Eccher Marco, Andrea, Claudio, Riccarda allo Studio Tecnico Sebastiani ing. Barbara.**

Il presente elaborato è redatto anche con la finalità di accedere al rilascio dei titoli edilizi e pertanto si rinvia con esplicita prescrizione alla sede esecutiva la verifica della rispondenza fra le ipotesi contenute nel presente elaborato e la situazione geologica effettiva.

Il presente elaborato è redatto in ottemperanza ai contenuti del D.M. 17/01/2018 "Nuove norme tecniche per le costruzioni", fa riferimento alla relazione geologica del progetto definitivo e costituisce documento progettuale idoneo per il rilascio della concessione ad edificare.

Il presente elaborato si riferisce unicamente ai lavori di lottizzazione e non ha alcuna validità relativamente al modello geologico del progetto dei diversi edifici, che dovranno ciascuno essere corredati da un loro proprio specifico studio geologico e geotecnico.

La presente relazione geotecnica sulle indagini, caratterizzazione e modellazione del volume significativo di terreno riguarda la fase di progetto definitivo e dovrà essere integrata in fase esecutiva con tutte le previste verifiche della sicurezza e delle prestazioni di cui al capitolo 6.2.4. delle NTC 2018."

Richiamando validi concetti espressi anche dalla precedente normativa (DM 11/03/88), inoltre, si prescrive che "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".

Baselga Pinè, aprile 2026

Studio Geologico Associato GeoAlp
dott. geol. Icilio Vigna

ORDINE DEI GEOLOGI
GEOLOGENKAMMER
TRENTINO - ALTO ADIGE / SÜDTIROL
DOTT. GEOL.
N° 71 ICILIO VIGNA