

COMMITTENTE:

ROVIM SRL

Via Museo, 1 - 39100 BOLZANO

NOME COMMESSA:

COMUNE DI ROVERETO (TN)

PL06a VIA ABETONE SUD

PIANO DI RECUPERO AREA EX MARANGONI

STATO DI AVANZAMENTO COMMESSA:

DOMANDA PIANO DI LOTTIZZAZIONE IN VARIANTE

CODICE COMMESSA:

HE.17.0018

INGEGNERIA:

ing. NICOLA ZUECH

ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROV. DI TRENTO

dott. ing. NICOLA ZUECH
ISCRIZIONE ALBO N. 2305

ARCHITETTURA:



OGGETTO:

RELAZIONE GEOLOGICA - GEOTECNICA

SCALA:

--

NOME FILE:

2.1_RELAZIONE GEOLOGICA.DWG

DATA:

FEBBRAIO 2018

TAVOLA:

2.1

N. REV.	DATA	REVISIONE
0	28/02/2018	Emissione

ELABORATO

P.Marchi

VERIFICATO

responsabile commessa
N. Zuech

VALIDATO

direttore tecnico
N. Zuech



Studio Associato di Geologia

dott. Emanuela Cretti dott. Paolo Marchi

COMMITTENTE: ROVIM S.R.L.

**PROGETTO DI LOTTIZZAZIONE
DELL'AREA EX MARANGONI
C.C. LIZZANA**

**RELAZIONE GEOLOGICA
CON MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO
E MODELLAZIONE SISMICA
RELAZIONE GEOTECNICA**

Arco, febbraio 2018

dott. geol. Paolo Marchi

PREMESSA

Redatto su incarico della ROVIM S.R.L., il presente studio vuole fornire un supporto al *progetto di lottizzazione delle aree ex Marangoni C.C. Lizzana*.

Allo scopo é stato eseguito un accurato sopralluogo che ha consentito di raccogliere dati sulla morfologia e idrogeologia superficiale.

I dati raccolti sono stati poi integrati con le numerose conoscenze che lo scrivente ha della zona per avervi operato in più occasioni, dalla bibliografia esistente e in particolare, dalle indagini eseguite in precedenza sulla zona dal *dott. geol. Gabriele Modena* (incarico Lacos spa – *Relazione geologica piano di lottizzazione n° 06/A* gennaio 2010).

RELAZIONE GEOLOGICA

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E MORFOLOGICO

L'area in oggetto è ubicata presso l'abitato di Lizzana nella porzione sud-occidentale del territorio comunale di Rovereto, come risulta facilmente verificabile negli allegati cartografici proposti alle pagine seguenti:

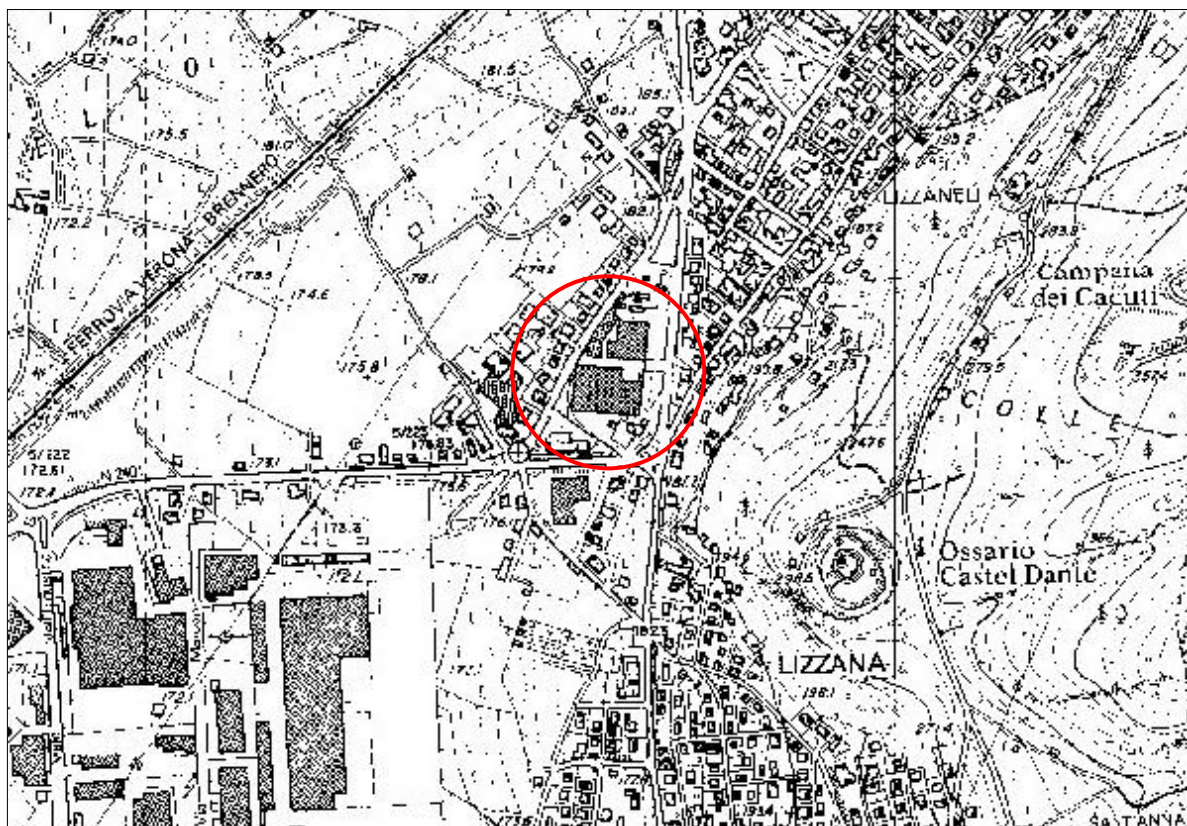
- 1 - Estratto della Carta Topografica P.A.T.
scala 1:10.000
- 2 – Estratto Mappa C.C. Lizzana
- 3 - Estratto della "CARTA DI SINTESI GEOLOGICA"
allegata al P.U.P. della P.A.T.
scala 1: 5.000
- 4 - Estratto P.G.U.A.P. *ASSETTO IDROGEOLOGICO*
scala 1: 5.000
- 5 - Estratto P.G.U.A.P. CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDROGEOLOGICA
scala 1: 5.000

Dal punto di vista geologico e geomorfologico ci troviamo nella piana alluvionale percorsa dal F. Adige, poco ad ovest della base del pendio che conduce al Colle dell'Ossario dei Caduti e della Campana.

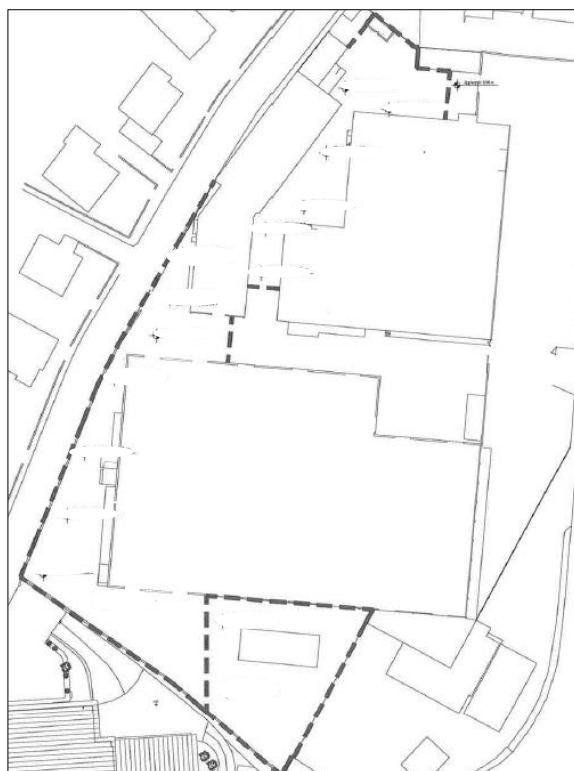
Si tratta quindi di un'area pressoché pianeggiante.

Il rilevamento conferma quanto proposto dalla CARTA DI SINTESI DELLE PENALITÀ GEOLOGICO-GEOTECNICHE allegata al P.U.P. della P.A.T., che inserisce le aree nella CLASSE A CONTROLLO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO, VALANGHIVO, A CONTROLLO SISMICO BASSA SISMICITÀ (ZONA SISMICA 3) E nella cartografia P.G.U.A.P., dove non è stato evidenziato alcun rischio.

INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO - SCALA 1:10.000



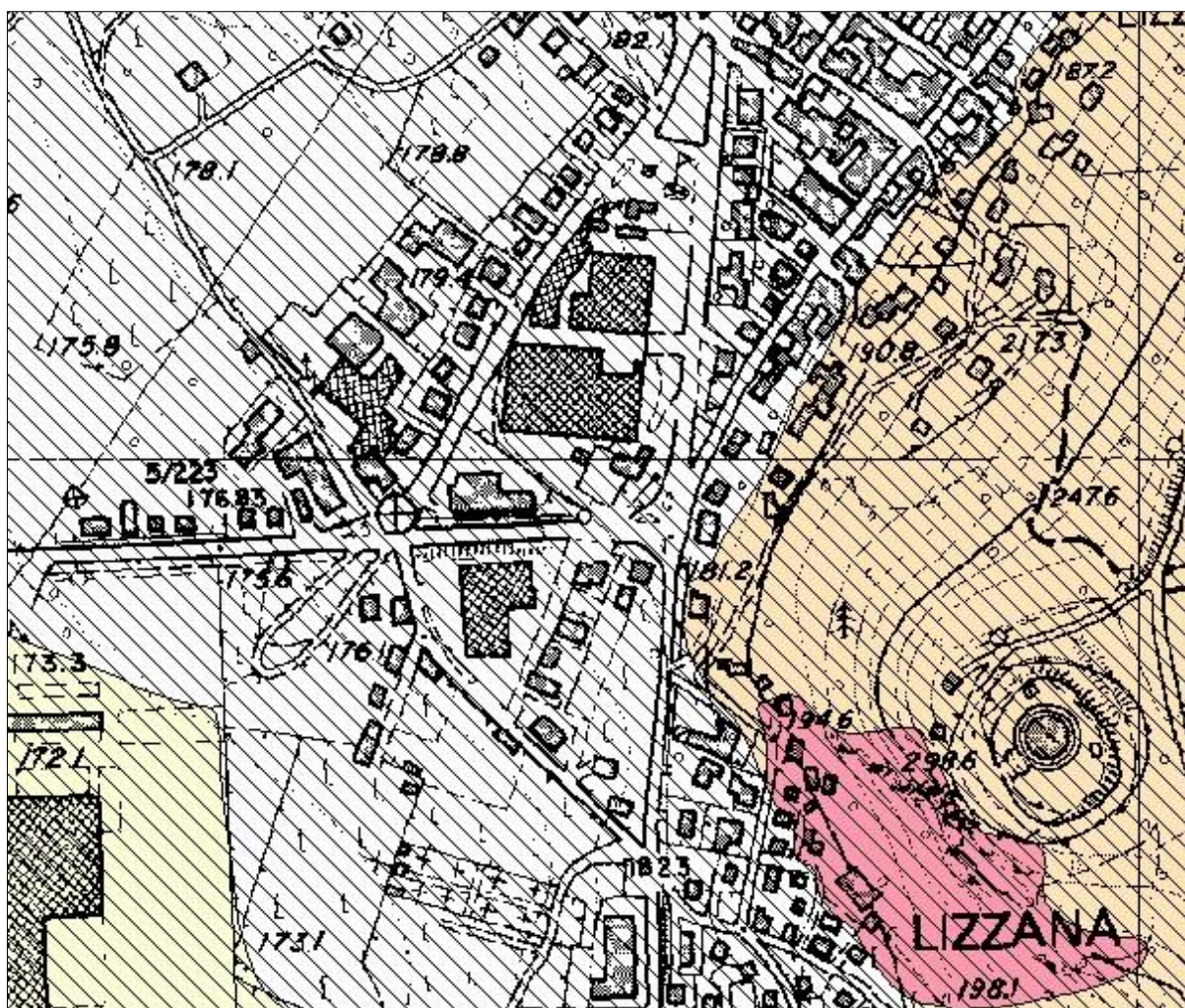
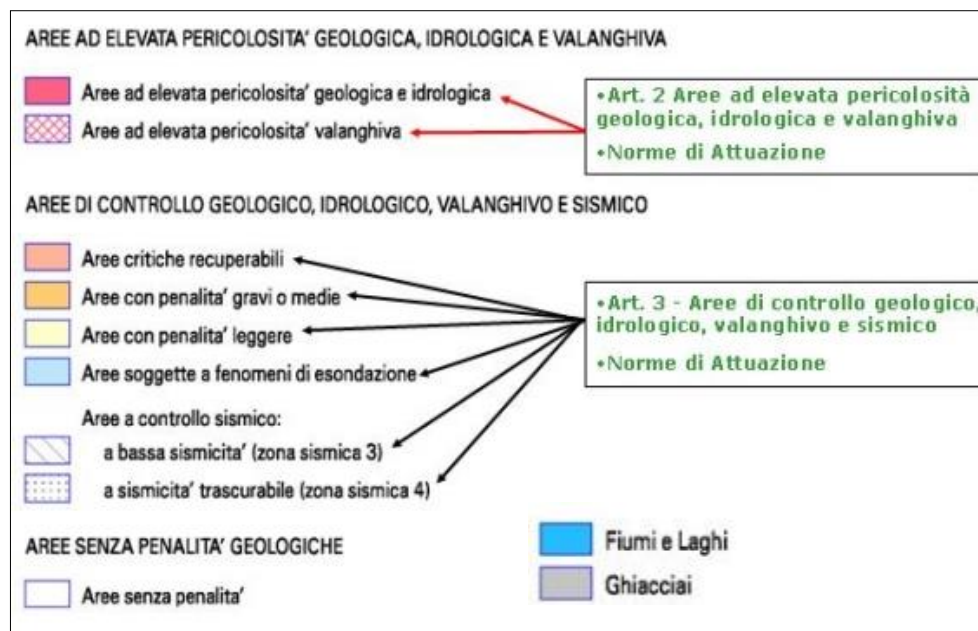
ESTRATTO MAPPA - C.C. LIZZANA



ROVIM S.R.L.

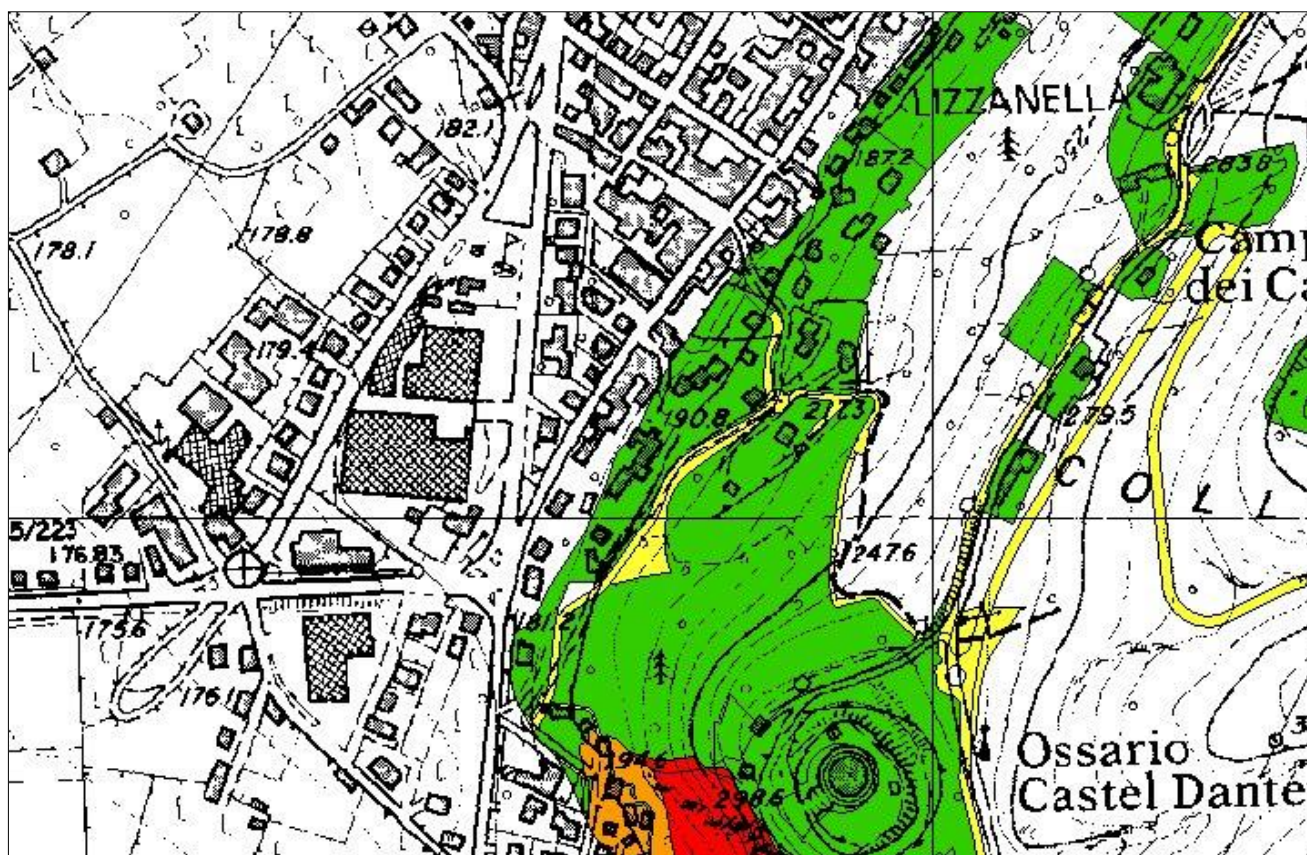
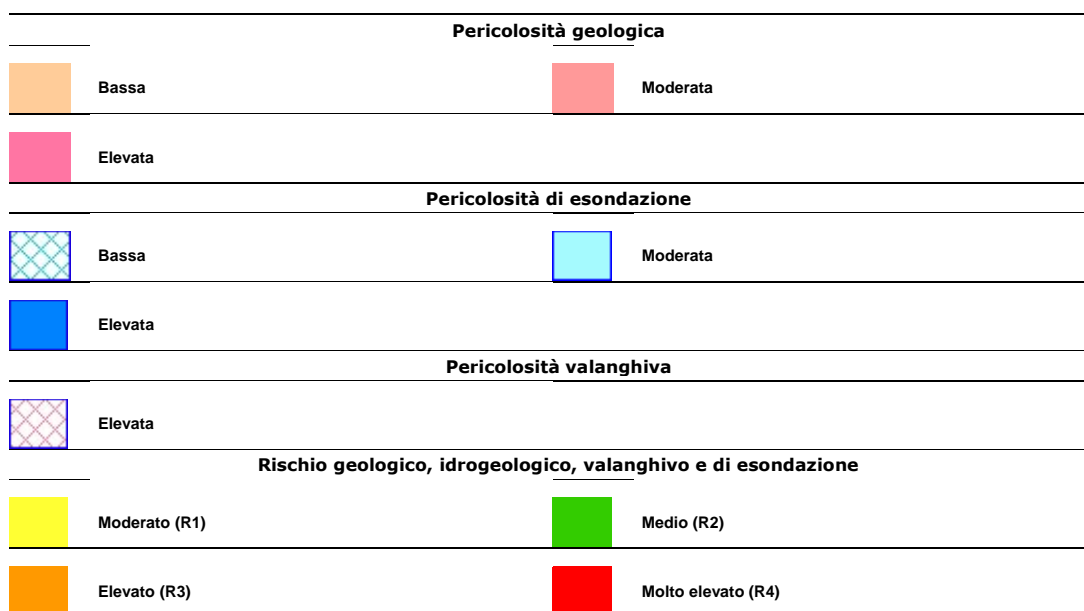
PIANO DI LOTTIZZAZIONE EX AREA MARANGONI

ESTRATTO CARTA DI SINTESI GEOLOGICA ALLEGATA AL P.U.P. DELLA P.A.T. – SCALA 1: 5000

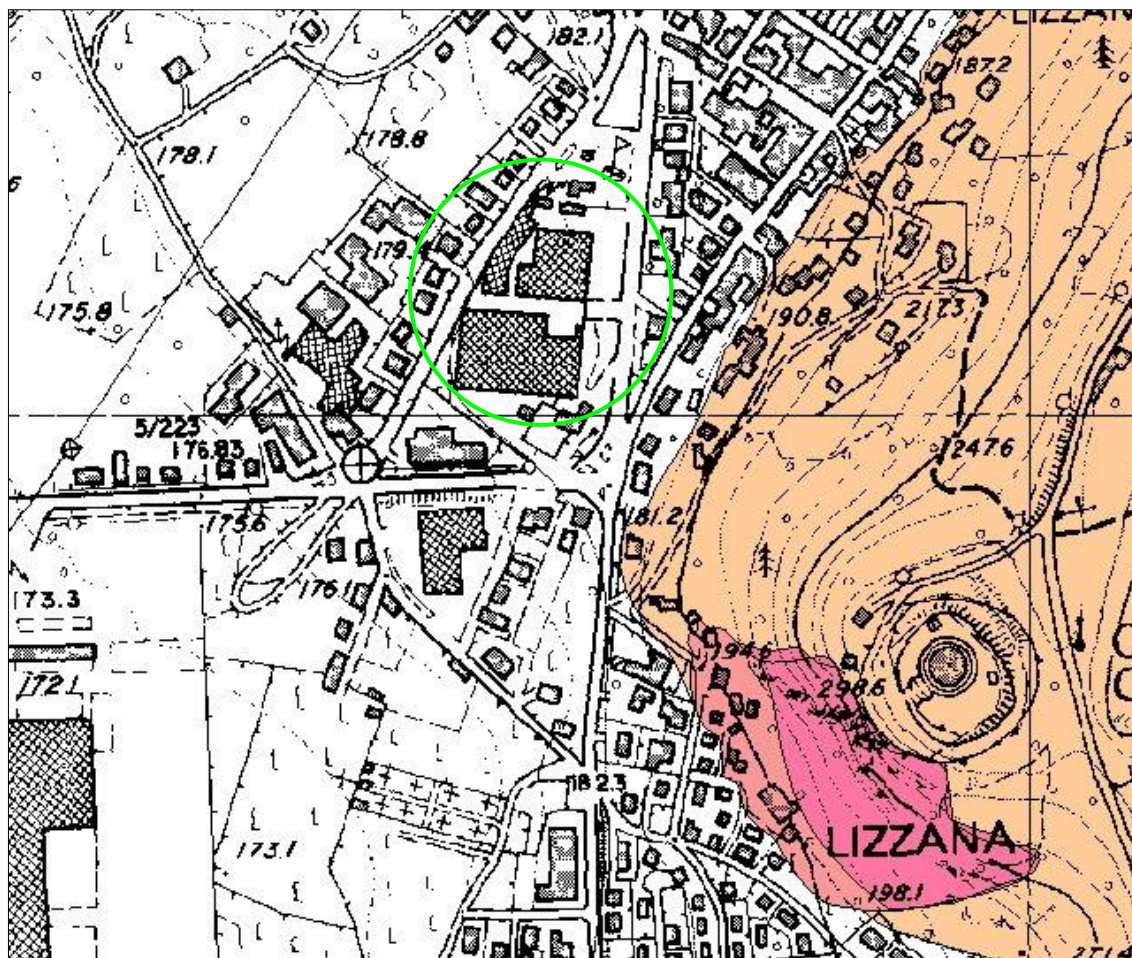
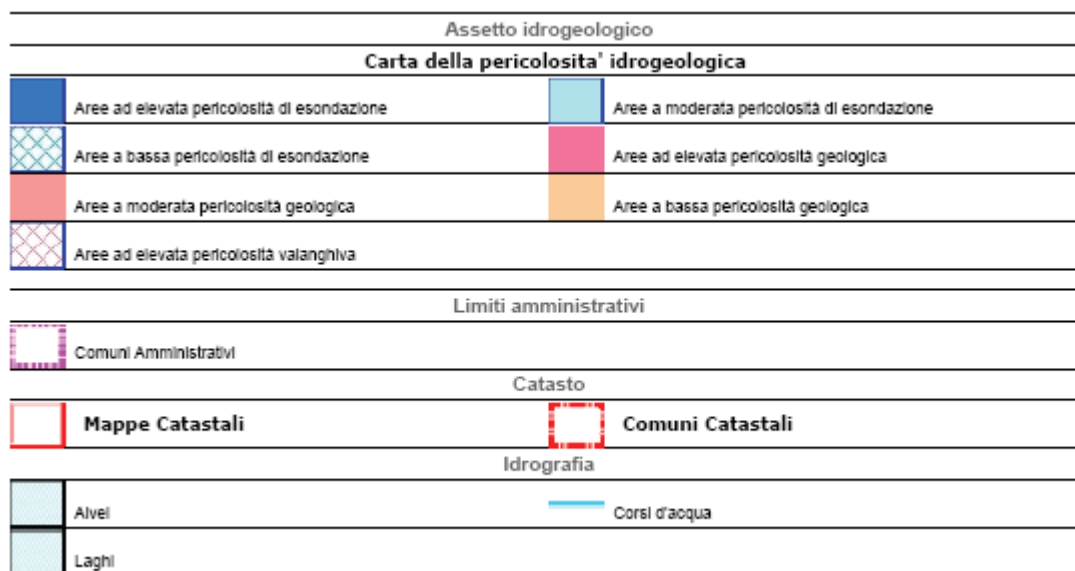


PIANO DI LOTTIZZAZIONE EX AREA MARANGONI

ESTRATTO DEL P.G.U.A.P. ASSETTO IDROGEOLOGICO - SCALA 1:5.000



**ESTRATTO DEL P.G.U.A.P.
CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDROGEOLOGICA
SCALA 1: 5.000**

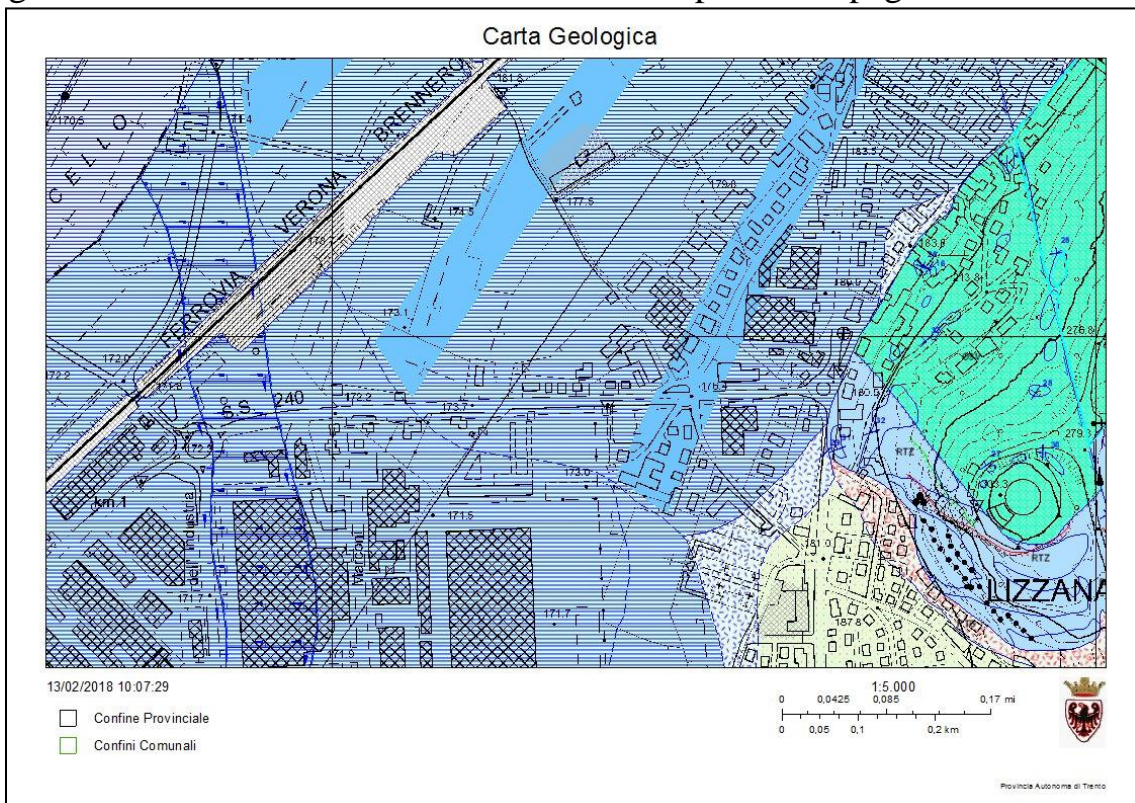


INQUADRAMENTO GEOLITOLOGICO

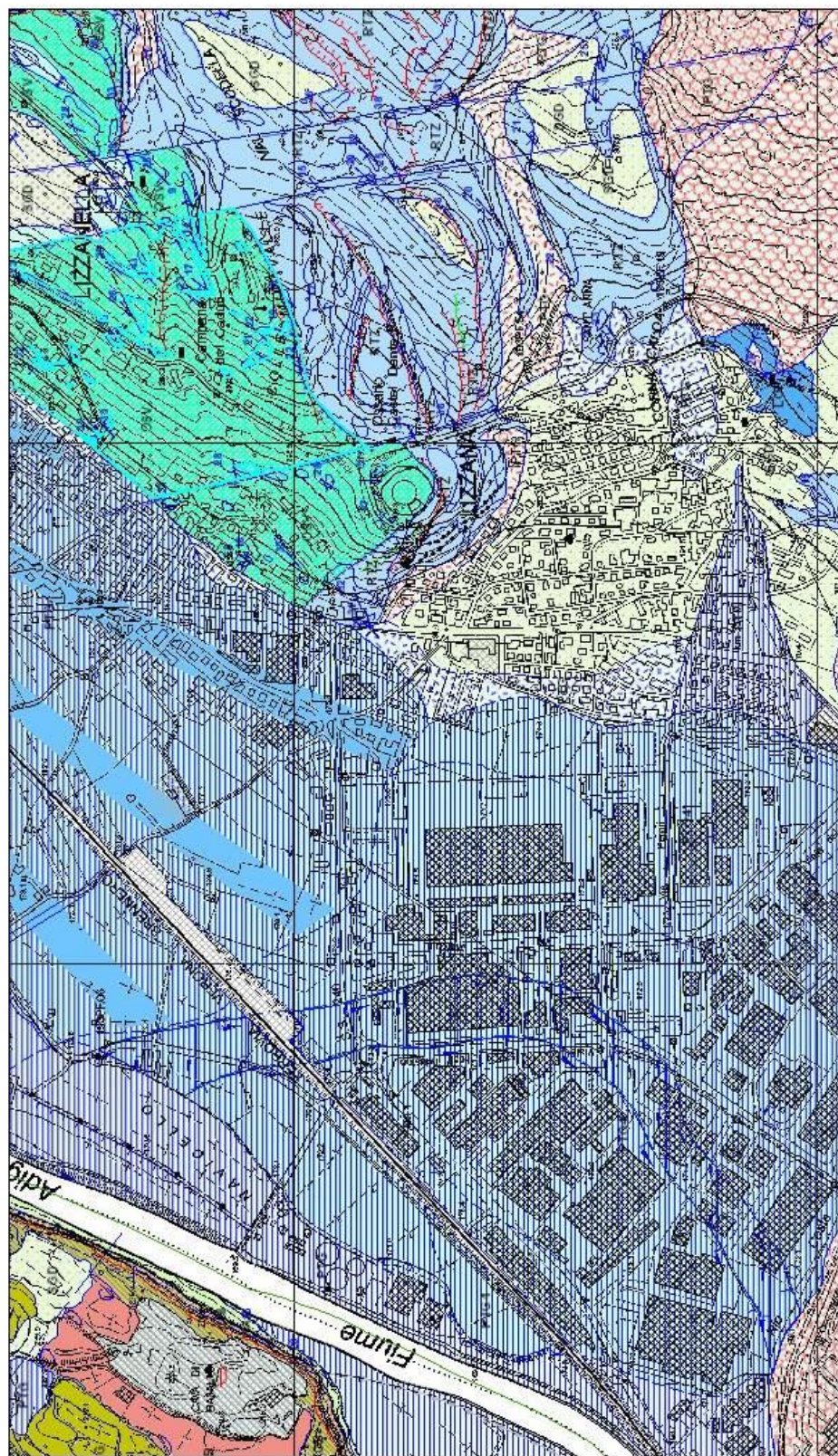
Dalla carta geologica (vedi estratto allegato), dai dati derivanti da sondaggi eseguiti (cfr. relazione geologica dott. Modena) e da altri in possesso dello scrivente risulta che la zona sede dell'intervento sia interessata esclusivamente da depositi sciolti, di età quaternaria costituiti da depositi alluvionali di fondovalle legati all'azione deposizionale del F. Adige e del suo affluente T. Leno. Si tratta di accumuli disposti in corpi lenticolari, a stratificazione incrociata, ciascuno dei quali caratterizzato da una granulometria prevalente. Vi è una larga prevalenza di lenti ghiaiose con ciottoli e matrice sabbiosa, intervallate da livelli per lo più decimetrici, di sabbie e sabbie limose; rare sono le intercalazioni limoso-argillose e quando sono presenti i livelli si presentano di esiguo spessore.

La forma dei singoli componenti è prevalentemente arrotondata o a spigoli smussati a testimonianza del lungo trasporto subito ad opera delle acque. Dal punto di vista litologico è da segnalare la larga prevalenza degli elementi calcarei a cui si uniscono, in quantità decisamente subordinata, clasti ignei, metamorfici, marnosi, ecc.. Questa grande eterogeneità genetica è giustificata dal fatto che i materiali derivano soprattutto dal disfacimento delle formazioni affioranti nel bacino del Fiume Adige ma anche dal rimaneggiamento degli abbondanti depositi morenici che formano la copertura sciolta di vaste aree.

Localmente l'area è stata oggetto anche di riporti di materiali granulari che ne hanno innalzato il livello del piano campagna.



Carta Geologica



13/02/2018 10:10:27

- ☐ Confine Provinciale
- ☐ Confini Comunali

1:10.000
0 0.075 0.15 0.3 mi
0 0.125 0.25 0.5 km



Provincia Autonoma di Trento

INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

L'andamento idrologico superficiale dell'area è incentrato sulla presenza Fiume Adige, che scorre ad ovest ad una distanza ragguardevole. Le caratteristiche morfologiche della zona non la rendono soggetta a pericolosità dovute a corsi d'acqua (vedi estratto della carta della pericolosità geologica del P.G.U.A.P.).

L'andamento idrogeologico sotterraneo è incentrato sulla generale buona permeabilità dell'accumulo alluvionale, naturalmente diversificata in funzione della granulometria delle varie lenti deposizionali. Si passa quindi dai valori indicativi di permeabilità compresi tra $K = 10^{-3}$ m/sec per la frazione più grossolana e $K = 10^{-5}$ m/sec per quella più fine. Si tratta di valori in sintonia con quelli deducibili anche dalla bibliografia esistente (vedi tabella sottostante tratta da "Idrogeologia" di G. Castany).

$K_{(m/s)}$		10^1	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	10^{-11}	
GRANULOMETRIA	omogenea	Ghiaia			Sabbia		Sabbia molto fine			Silt		Argilla			
	varia	Ghiaia grossa e media		Ghiaia e sabbia		Sabbia e argilla —Limi									
GRADI DI PERMEABILITA		ELEVATA						BASSA						NULLA	
TIPI DI FORMAZIONI		PERMEABILI						SEMI-PERMEABILI						IMPER.	

limiti convenzionali

La permeabilità dei materiali sopra descritti, permette alle acque meteoriche una rapida infiltrazione evitando formazioni di ristagni superficiali. Esse si infiltrano quindi rapidamente nei depositi sciolti e vanno poi ad alimentare la potente falda freatica di fondovalle. Tale corpo acquifero è alloggiato a quote superiori ai 10 m sotto il piano campagna; esso presenta escursioni significative in funzione dell'andamento pluviometrico ma non tali da ipotizzare interferenze con i lavori in progetto.

La CARTA DELLE RISORSE IDRICHE della P.A.T. (vedi estratto alla pagina 10) non inserisce l'area in zone di tutela o rispetto di pozzi o sorgenti.

ESTRATTO CARTA DELLE RISORSE IDRICHE

ALLEGATA AL P.U.P. DELLA P.A.T.
FOGLIO ROVERETO

Legenda

Zona di Tutela Assoluta

- Sorgenti
- Sorgenti Minerali
- Acque Superficiali
- Pozzi

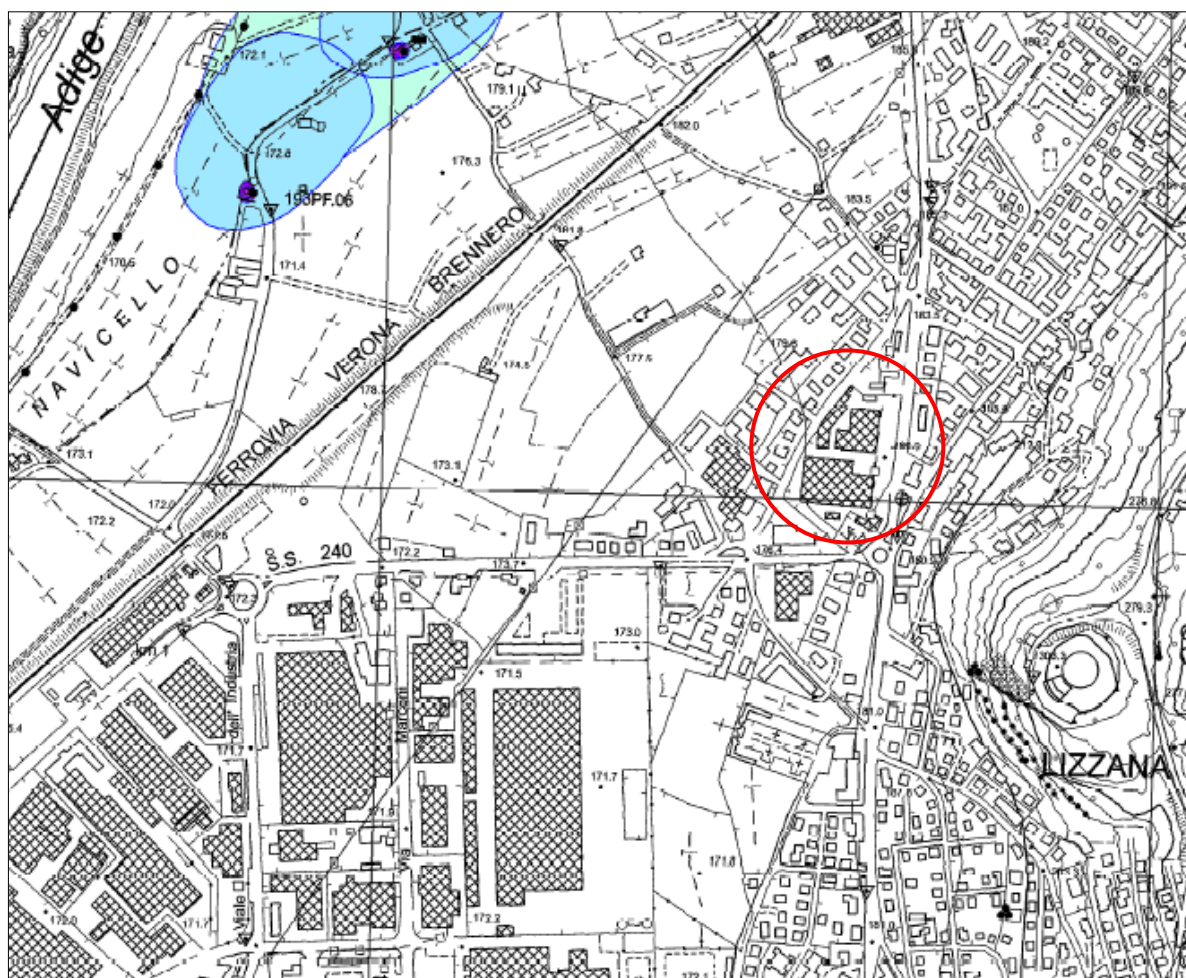
Zona di Rispetto Idrogeologico

- Sorgenti, Sorgenti Minerali, Acque Superficiali e Pozzi

Zona di Protezione Idrogeologica

- Sorgenti, Sorgenti Minerali, Acque Superficiali e Pozzi

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

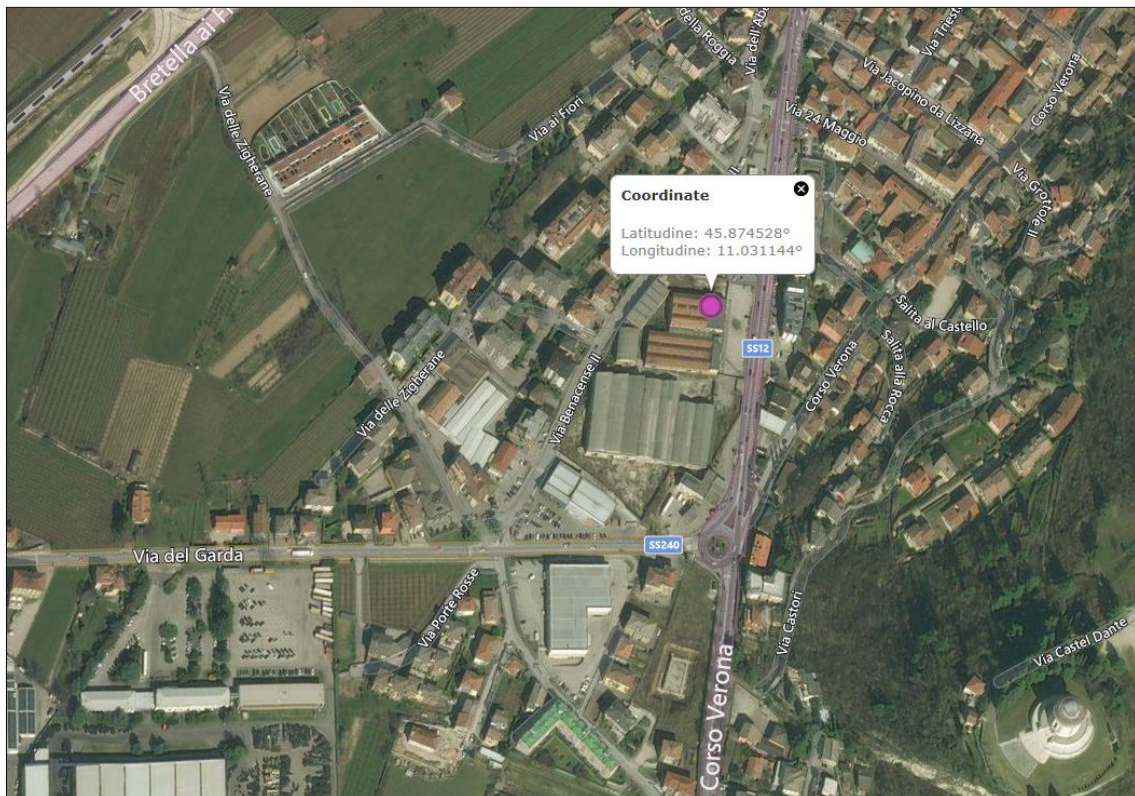


MODELLAZIONE SISMICA

La zonizzazione sismica del territorio nazionale evidenzia come il territorio del COMUNE DI ROVERETO sia classificato come **Zona 3**, *ove i Comuni interessati possono essere soggetti a scuotimenti modesti.*

Sulla base delle mappe interattive dell'INGV richiamate dal D.M. 14 Gennaio 2008, l'area in esame è inseribile nella fascia distinta da un valore di accelerazione sismica orizzontale ***ag*** riferito a suoli rigidi (substrato litico) caratterizzati da $V_s 30 > 800$ m/s compreso tra **0,125 g** e **0,150 g** (valori riferiti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni – mappa 50° percentile). Per quanto riguarda la pericolosità di base del sito di intervento, in riferimento ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni ($T_r = 475$ anni), il calcolo eseguito con il programma “SPETTRI DI RISPOSTA – VER. 1.0.3” del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, mediante interpolazione per superficie rigata, individua la pericolosità sismica del sito di intervento con un valore di ***ag*** riferito a suoli rigidi caratterizzati da $V_s 30 > 800$ m/s pari a **0,127 g**.

Sarà compito del progettista strutturale scegliere i parametri da utilizzare nei calcoli in funzione della “Strategia di progettazione” adottata una volta definita la Vita Nominale, la Classe d'uso ed il Periodo di Riferimento assegnati alla struttura.



Per valutare se un'opera strutturale è sicura bisogna far riferimento a degli *stati limite*, che possono verificarsi durante un determinato *periodo di riferimento* della stessa opera. Quindi per poter stimare l'azione sismica, che dovrà essere utilizzata nelle verifiche agli stati limite o nella progettazione, bisognerà stabilire:

- in primo luogo la *vita nominale* dell'opera, che congiuntamente alla *classe d'uso*, permette di determinare quel *periodo di riferimento*;
- una volta definito il periodo di riferimento e i diversi stati limite da considerare, una volta definite le relative *probabilità di superamento*, è possibile stabilire il *periodo di ritorno* associato a ciascun stato limite;
- a questo punto è possibile definire la ***pericolosità sismica di base*** per il sito interessato alla realizzazione dell'opera, facendo riferimento agli studi condotti sul territorio nazionale dal Gruppo di Lavoro 2004 nell'ambito della convenzione-progetto S1 DPC-INGV 2004-2006 e i cui risultati sono stati promulgati mediante l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) 3519/2006.

VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

Nelle NTC08 il periodo di riferimento, che non può essere inferiore a 35 anni, è dato dalla seguente relazione:

$$V_R = V_N \cdot C_U \quad (2.1)$$

dove:

V_R = periodo di riferimento

V_N = vita nominale

C_U = coefficiente d'uso

La vita nominale di un'opera strutturale V_N , secondo le NTC08, è definita come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata e viene definita attraverso tre diversi valori, a seconda dell'importanza dell'opera e perciò delle esigenze di durabilità:

- $V_N \leq 10$ anni per le opere provvisorie, provvisionali e le strutture in fase costruttiva che però abbiano una durata di progetto ≥ 2 anni.
- $V_N \geq 50$ anni per le opere ordinarie, ponti, infrastrutture e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale.
- $V_N \geq 100$ anni per grandi opere, ponti, infrastrutture e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica.

Nel caso specifico **$V_N = 50$ anni**.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso. Le NTC08 prevedono quattro classi d'uso a ciascuna delle quali è associato un valore del coefficiente d'uso:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli. $C_U = 0.7$;

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. $C_U = 1.0$;

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. $C_U = 1.5$;

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, 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. $C_U = 2.0$;

Nel caso in esame viene presa in considerazione la **classe d'uso II** a cui è associato il coefficiente d'uso $C_U = 1$.

Una volta ottenuti V_N e C_U , è possibile calcolare il periodo di riferimento V_R , che qui vale:

$$V_R = 50 * 1 = 50 \text{ anni.}$$

STATI LIMITE, PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO E PERIODO DI RITORNO

Le NTC08 prendono in considerazione 4 possibili *stati limite* (SL) individuati facendo riferimento alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti: due sono *stati limite di esercizio* (SLE) e due sono *stati limite ultimi* (SLU). Uno stato limite è una condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per la quale è stata progettata. Più in particolare le opere e le varie tipologie strutturali devono essere dotate di capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio (sicurezza nei confronti di SLE) e di capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e di dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone o comportare la perdita di beni, oppure provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera (sicurezza nei confronti di SLU).

Gli stati limite di esercizio sono:

- **Stato Limite di Operatività (SLO):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;

- **Stato Limite di Danno (SLD):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Le NTC08, in presenza di azioni sismiche, richiedono le verifiche allo SLO solo per gli elementi non strutturali e per gli impianti di strutture di classi d'uso III e IV (NTC08, punto 7.1). Lo SLO si utilizza anche come riferimento progettuale per quelle opere che devono restare operative durante e subito dopo il terremoto. Le verifiche allo SLC sono, invece, richieste solo per le costruzioni o ponti con isolamento e/o dissipazione (NTC08, punto 7.10).

Ad ogni stato limite è associata una *probabilità di superamento* P_{VR} (Tabella 3.1), ovvero la probabilità che, nel periodo di riferimento V_R , si verifichi almeno un evento sismico ($n \geq 1$) di a_g prefissata (a_g = accelerazione orizzontale massima del suolo) avente frequenza media annua di ricorrenza $I = 1/T_R$ (T_R = periodo di ritorno).

Stato limite di esercizio: operatività	SLO	$P_{VR} = 81\%$
Stato limite di esercizio: danno	SLD	$P_{VR} = 63\%$
Stati limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	$P_{VR} = 10\%$
Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	$P_{VR} = 5\%$

Tabella 3.1- Stati limite e rispettive probabilità di superamento, nel periodo di riferimento V_R

Fissati V_R e P_{VR} associata ad ogni stato limite, è possibile calcolare il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R , espresso in anni, mediante l'espressione riportata nell'**Allegato A** delle NTC08:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} \quad (3.1)$$

Tale relazione tra P_{VR} (probabilità) e T_R (statistica) risulta biunivoca poiché utilizza la distribuzione discreta Poissoniana.

Poiché è $V_R = 50$ anni, il tempo di ritorno T_R sarà:

Stato limite di esercizio: operatività	SLO	$T_R = 30$
Stato limite di esercizio: danno	SLD	$T_R = 50$
Stati limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	$T_R = 475$
Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	$T_R = 975$

Tabella 3.2- Stati limite e rispettivi tempi di ritorno, nel periodo di riferimento V_R

DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

La pericolosità sismica di base, cioè le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di interesse, nelle NTC08, per una determinata probabilità di superamento, si può ritenere definita quando vengono designati un'accelerazione orizzontale massima (a_g) ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione, riferiti ad un suolo rigido e ad una superficie topografica orizzontale. Per poter definire la pericolosità sismica di base le NTC08 si rifanno ad una procedura basata sui risultati disponibili anche sul sito web dell'INGV <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>, nella sezione "Mappe interattive della pericolosità sismica".

Secondo le NTC08 le forme spettrali sono definite per 9 differenti periodi di ritorno T_R (30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975 e 2475 anni) a partire dai valori dei seguenti parametri riferiti a terreno rigido orizzontale, cioè valutati in condizioni ideali di sito, definiti nell'**Allegato A** alle NTC08:

a_g = accelerazione orizzontale massima;

F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_C^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I tre parametri si ricavano per il 50° percentile ed attribuendo a:

a_g , il valore previsto dalla pericolosità sismica S1

F_0 e T_C^* i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC08 scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica S1 (il minimo è ottenuto ai minimi quadrati, su valori normalizzati).

I valori di questi parametri vengono forniti in tabella (Tabella 4.1), contenuta nell'**Allegato B** delle NTC08, per i 10751 punti di un reticolo di riferimento in cui è suddiviso il territorio nazionale, identificati dalle coordinate geografiche longitudine e latitudine.

ID	LON	LAT	T _R = 30			T _R = 50			T _R = 72			T _R = 101		
			a _g	F ₀	T _C [*]	a _g	F ₀	T _C [*]	a _g	F ₀	T _C [*]	a _g	F ₀	T _C [*]
13111	6.5448	45.1340	0.263	2.500	0.180	0.340	2.510	0.210	0.394	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13333	6.5506	45.0850	0.264	2.490	0.180	0.341	2.510	0.210	0.395	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13555	6.5564	45.0350	0.264	2.500	0.180	0.340	2.510	0.200	0.393	2.550	0.220	0.466	2.500	0.240
13777	6.5621	44.9850	0.263	2.500	0.180	0.338	2.520	0.200	0.391	2.550	0.220	0.462	2.510	0.240
12890	6.6096	45.1880	0.284	2.460	0.190	0.364	2.510	0.210	0.431	2.500	0.220	0.509	2.480	0.240
13112	6.6153	45.1390	0.286	2.460	0.190	0.366	2.510	0.210	0.433	2.500	0.220	0.511	2.480	0.240
13334	6.6210	45.0890	0.288	2.460	0.190	0.367	2.510	0.210	0.434	2.500	0.220	0.511	2.490	0.240
13556	6.6268	45.0390	0.288	2.460	0.190	0.367	2.510	0.210	0.433	2.510	0.220	0.510	2.490	0.240
13778	6.6325	44.9890	0.288	2.460	0.190	0.366	2.520	0.210	0.430	2.510	0.220	0.507	2.500	0.240
14000	6.6383	44.9390	0.286	2.470	0.190	0.363	2.520	0.210	0.426	2.520	0.220	0.502	2.500	0.240
14222	6.6439	44.8890	0.284	2.470	0.190	0.360	2.530	0.210	0.421	2.530	0.220	0.497	2.500	0.240
12891	6.6803	45.1920	0.306	2.430	0.200	0.389	2.500	0.210	0.467	2.470	0.230	0.544	2.490	0.230
10228	6.6826	45.7940	0.283	2.420	0.200	0.364	2.460	0.220	0.430	2.460	0.240	0.505	2.440	0.250
13113	6.6860	45.1430	0.309	2.430	0.200	0.391	2.510	0.210	0.470	2.470	0.230	0.546	2.490	0.230
10450	6.6885	45.7450	0.278	2.440	0.200	0.356	2.480	0.220	0.415	2.500	0.230	0.485	2.470	0.250
13335	6.6915	45.0930	0.310	2.430	0.200	0.392	2.510	0.210	0.470	2.480	0.230	0.546	2.500	0.230
10672	6.6942	45.6950	0.275	2.450	0.200	0.351	2.490	0.210	0.406	2.520	0.230	0.475	2.490	0.250
13557	6.6973	45.0430	0.311	2.440	0.200	0.392	2.520	0.210	0.469	2.480	0.230	0.545	2.500	0.230
13779	6.7029	44.9930	0.310	2.440	0.200	0.391	2.520	0.210	0.467	2.480	0.230	0.543	2.500	0.230

Tabella 4.1- Stralcio della tabella contenuta nell'Allegato B delle NTC08, che fornisce i 3 parametri di pericolosità sismica, per diversi periodi di ritorno e per ogni nodo del reticolo che viene identificato da un ID e dalle coordinate geografiche.

Qualora la pericolosità sismica del sito sul reticolo di riferimento non consideri il periodo di ritorno T_R corrispondente alla V_R e P_{VR} fissate, il valore del generico parametro p ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione (Figura 4.1), a partire dai dati relativi ai tempi di ritorno previsti nella pericolosità di base, utilizzando la seguente espressione dell'Allegato A alle NTC08:

$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \cdot \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \cdot \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right)\right]^{-1} \quad (4.1)$$

nella quale p è il valore del parametro di interesse (a_g , F_0 , T_C^*) corrispondente al periodo di ritorno T_R desiderato, mentre p_1 , p_2 è il valore di tale parametro corrispondente al periodo di ritorno T_{R1} , T_{R2} .

Per un qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri p possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando l'espressione dell'Allegato A alle NTC08:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}} \quad (4.2)$$

nella quale p è il valore del parametro di interesse (a_g, F_o, T_C^*) corrispondente al punto considerato, p_i è il valore di tale parametro nell' i -esimo vertice della maglia elementare contenente il punto in esame e d_i è la distanza del punto in esame dall' i -esimo vertice della suddetta maglia.

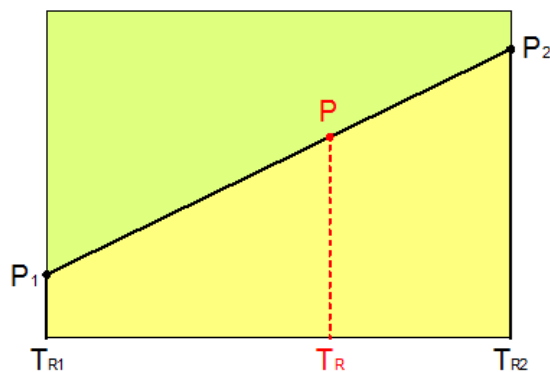


Figura 4.1 - Interpolazione dei periodi di ritorno, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC08.

La procedura per interpolare le coordinate geografiche è schematizzata nella Figura 4.2

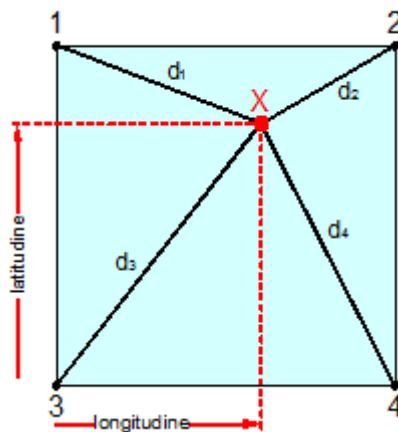


Figura 4.2 - Interpolazione delle coordinate geografiche, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC08.

Pertanto per poter procedere all'interpolazione delle coordinate geografiche, in accordo alla procedura delle NTC08, bisogna calcolare le distanze che intercorrono tra i 4 punti del reticolo e il punto di interesse. Questo calcolo può essere eseguito approssimativamente utilizzando le formule della trigonometria sferica, che danno la distanza geodetica tra due punti, di cui siano note le coordinate geografiche. Utilizzando quindi il teorema di Eulero, la distanza d tra due punti, di cui siano note latitudine e longitudine, espresse però in radianti, si ottiene dall'espressione seguente:

$$d = R \cdot \arccos[\sin(\text{lat}\beta) \cdot \sin(\text{lat}\alpha) + \cos(\text{lat}\beta) \cdot \cos(\text{lat}\alpha) \cdot \cos(\text{lon}\alpha - \text{lon}\beta)] \quad (4.3)$$

dove $R = 6371$ è il raggio medio terrestre in km, mentre $\text{lat}\alpha$, $\text{lon}\alpha$, $\text{lat}\beta$ e $\text{lon}\beta$ sono la latitudine e la longitudine, espresse in radianti, di due punti A e B di cui si vuole calcolare la distanza.

La formula di interpolazione sopra proposta, semplice da usare, presenta però l'inconveniente di condurre a valori di pericolosità lievemente diversi per punti affacciati ma appartenenti a maglie contigue. La modestia delle differenze (scostamenti in termini di PGA dell'ordine di $\pm 0,01g$ ossia della precisione dei dati) a fronte della semplicità d'uso, rende tale stato di cose assolutamente accettabile. Qualora si vogliano rappresentazioni continue della funzione interpolata, si dovrà ricorrere a metodi di

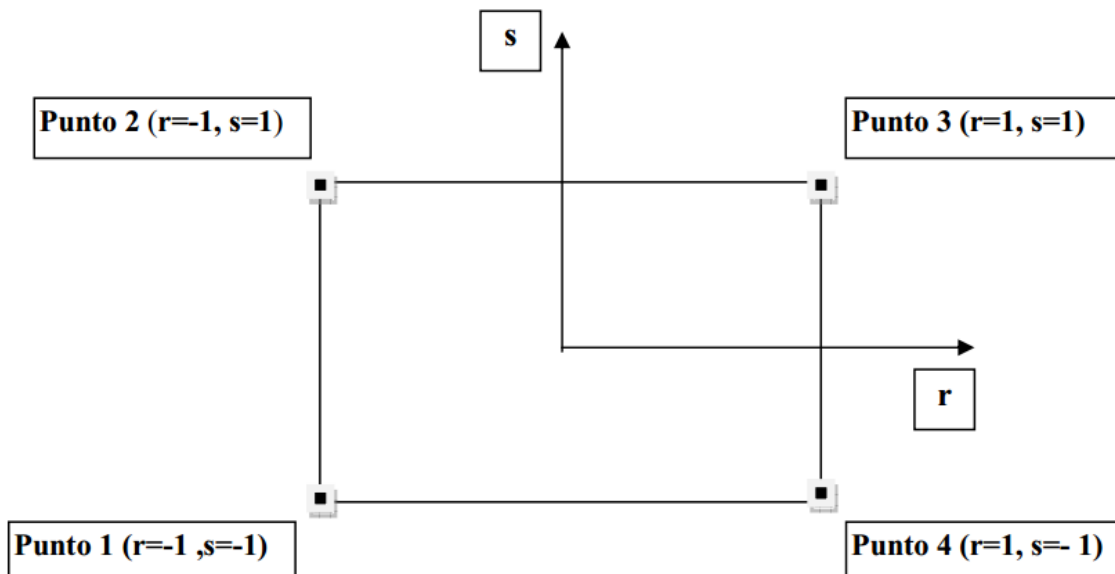


Figura 4.3 - Applicazione dell'interpolazione bilineare

Definiti i 4 vertici di una generica maglia i polinomi di Lagrange sono così determinati:

$$h_1 = (1-r) \cdot (1-s)/4 \quad (4.4)$$

$$h_2 = (1-r) \cdot (1+s)/4 \quad (4.5)$$

$$h_3 = (1+r) \cdot (1+s)/4 \quad (4.6)$$

$$h_4 = (1+r) \cdot (1-s)/4 \quad (4.7)$$

Tra le coordinate x, y di un punto generico e le coordinate r, s dello stesso punto valgono le seguenti relazioni:

$$4x = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot x_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot x_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot x_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot x_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot x_4] \quad (4.8)$$

$$4y = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot y_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot y_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot y_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot y_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot y_4] \quad (4.9)$$

La soluzione del sistema di equazioni non lineari è ottenuta iterativamente e, tramite i valori di r ed s , si determinano i parametri a_g, F_0, T_c^* dall'equazione:

$$4p = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot p_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot p_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot p_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot p_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot p_4] \quad (4.10)$$

Dove p rappresenta il parametro cercato.

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. Per la singola opera o per il singolo sistema geotecnico la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria A, definito al § 3.2.2).

COEFFICIENTI SISMICI

I coefficienti sismici orizzontale K_h e verticale K_v dipendono del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi e del tipo di opera da calcolare. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno (T_R) dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} \quad (5.1)$$

Con V_R vita di riferimento della costruzione e P_{VR} probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso V_R non può essere inferiore a 35 anni.

STABILITÀ DEI PENDII E FONDAZIONI

Nel caso di stabilità dei pendii i coefficienti K_h e K_v sono così determinati:

$$K_h = \beta_s \cdot \left(\frac{a_{\max}}{g} \right) \quad (5.2)$$

$$K_v = \pm 0.5 \cdot K_h \quad (5.3)$$

con

β_s coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

a_{\max} accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g accelerazione di gravità.

I valori di β_s sono riportati nella tabella 5.1.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_s	β_s
$0.2 < a_g(g) \leq 0.4$	0.30	0.28
$0.1 < a_g(g) \leq 0.2$	0.27	0.24
$a_g(g) \leq 0.1$	0.20	0.20

Tabella 5.1- Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa al sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

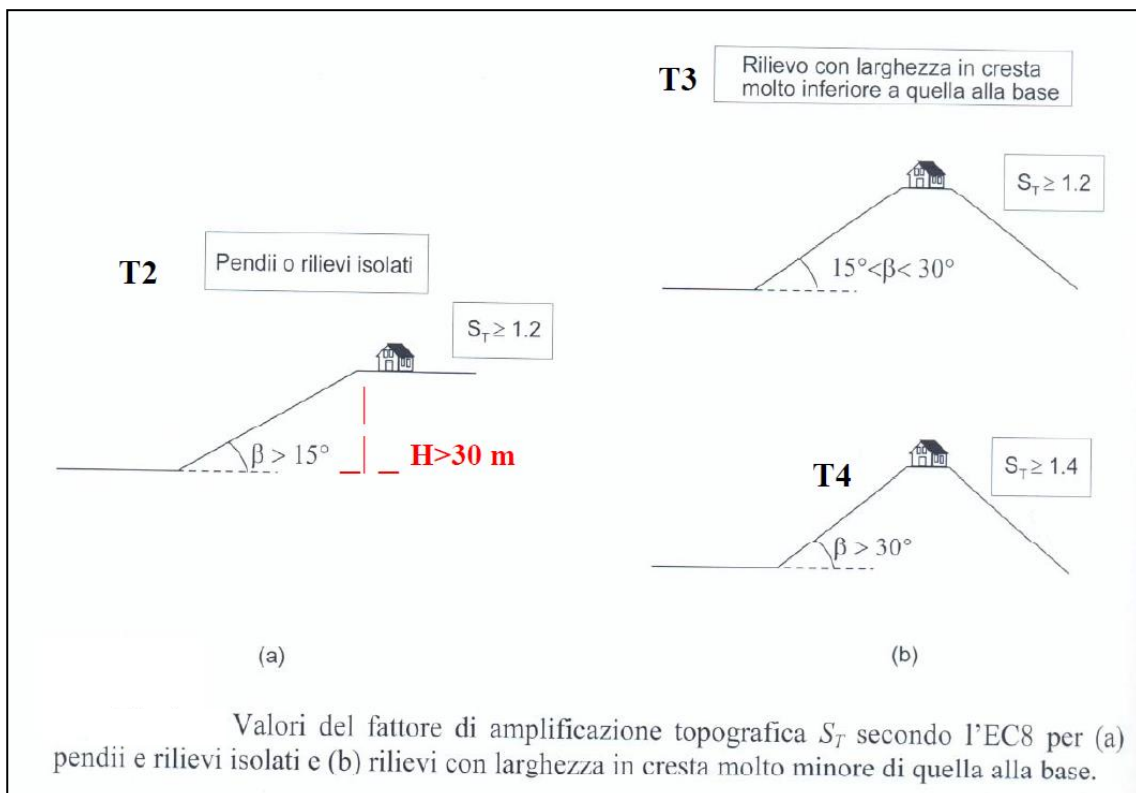
$$a_{\max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (5.4)$$

S_S (effetto di amplificazione stratigrafica) ($0.90 \leq S_S \leq 1.80$) è funzione di F_0 (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E).

S_T (effetto di amplificazione topografica), varia con il variare delle quattro categorie topografiche:

T1: $S_T = 1.0$; **T2:** $S_T = 1.20$; **T3:** $S_T = 1.2$; **T4:** $S_T = 1.40$.

TIPO DI TERRENO	PROFILO STRATIGRAFICO	PARAMETRI		
		VS30 m/s	NSPT	cu kPa
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi	> 800		
B	Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	< 800 > 360	> 50	> 250
C	Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza	< 360 > 180	< 50 > 15	< 250 > 70
D	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti	< 180	< 15	< 70
E	Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di VS30 simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con VS30 > 800m/s			
S1	Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità (PI > 40) e contenuto di acqua	< 100		< 20 > 10
S2	Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti			



PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Data: 09/02/2018
 Vita nominale (Vn): 50 [anni]
 Classe d'uso: II
 Coefficiente d'uso (Cu): 1
 Periodo di riferimento (Vr): 50 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLD: 50 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLV: 475 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 45,8745270 [°]
 Longitudine (WGS84): 11,0311451 [°]
 Latitudine (ED50): 45,8754349 [°]
 Longitudine (ED50): 11,0321693 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	10732	45,858960	10,981230	4348,81
2	10733	45,860410	11,052840	2313,62
3	10511	45,910390	11,050790	4145,34
4	10510	45,908930	10,979150	5541,54

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,035	2,596	0,220
SLD	50	0,048	2,464	0,251
	72	0,058	2,479	0,255
	101	0,068	2,501	0,262
	140	0,078	2,509	0,266
	201	0,093	2,478	0,268
SLV	475	0,134	2,441	0,281
SLC	975	0,176	2,474	0,281
	2475	0,250	2,388	0,292

Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,035	2,598	0,222
SLD	50	0,048	2,469	0,251
	72	0,058	2,483	0,257
	101	0,067	2,508	0,264
	140	0,077	2,515	0,267
	201	0,092	2,485	0,269
SLV	475	0,133	2,446	0,282
SLC	975	0,175	2,478	0,282
	2475	0,247	2,394	0,293

Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,033	2,557	0,216
SLD	50	0,042	2,572	0,248
	72	0,052	2,506	0,261
	101	0,060	2,542	0,266
	140	0,069	2,551	0,270
	201	0,080	2,571	0,273
SLV	475	0,116	2,485	0,287
SLC	975	0,154	2,494	0,286
	2475	0,217	2,429	0,295

Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,033	2,551	0,214
SLD	50	0,042	2,568	0,247
	72	0,051	2,518	0,258
	101	0,060	2,535	0,264
	140	0,069	2,544	0,268
	201	0,080	2,568	0,271
SLV	475	0,117	2,477	0,285
SLC	975	0,156	2,488	0,284
	2475	0,219	2,425	0,293

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,034	2,580	0,219
SLD	50	0,045	2,507	0,250
SLV	475	0,127	2,459	0,283
SLC	975	0,167	2,482	0,283

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1,000

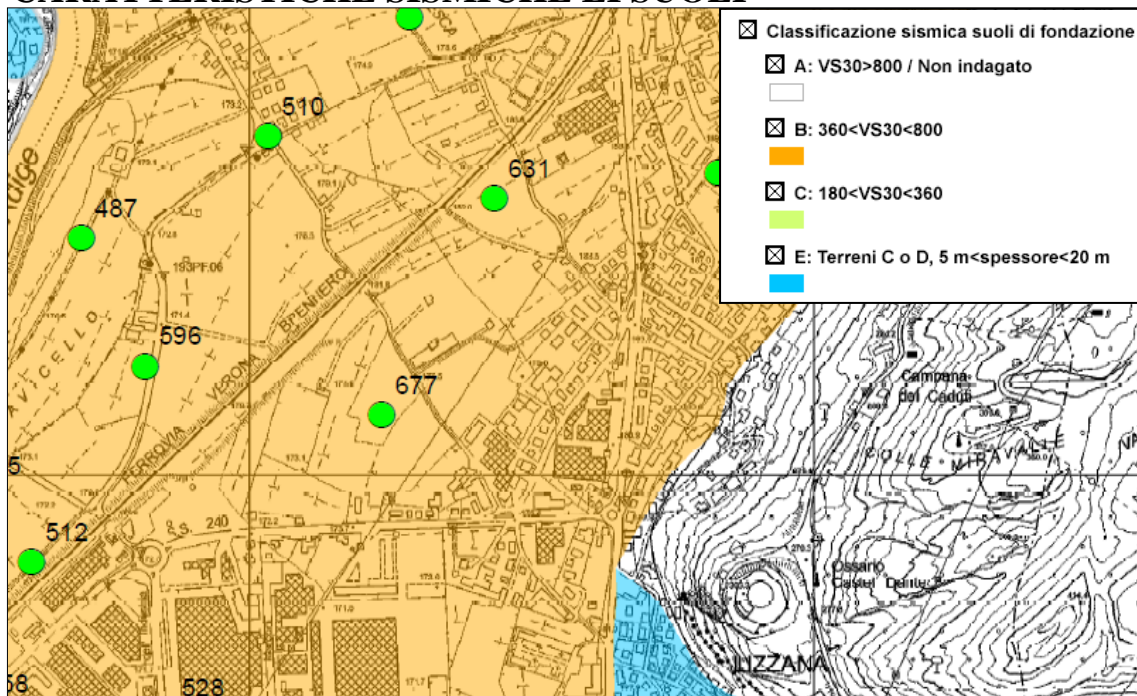
Categoria topografica:

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Categoria sottosuolo:

Il servizio Geologico della P.A.T. ha provveduto alla zonizzazione sismica del territorio provinciale, classificando i terreni di fondazione ai fini dell'azione sismica di progetto. La CARTA DELLE CARATTERISTICHE SISMICHE DEI SUOLI della P.A.T. (vedi estratto alla pagina successiva) classifica i sedimi dell'area in **categoria B** con valori di **Vs30** compresi tra 360 e 800 m/s.

ESTRATTO CARTA DELLE

CARATTERISTICHE SISMICHE DEI SUOLI

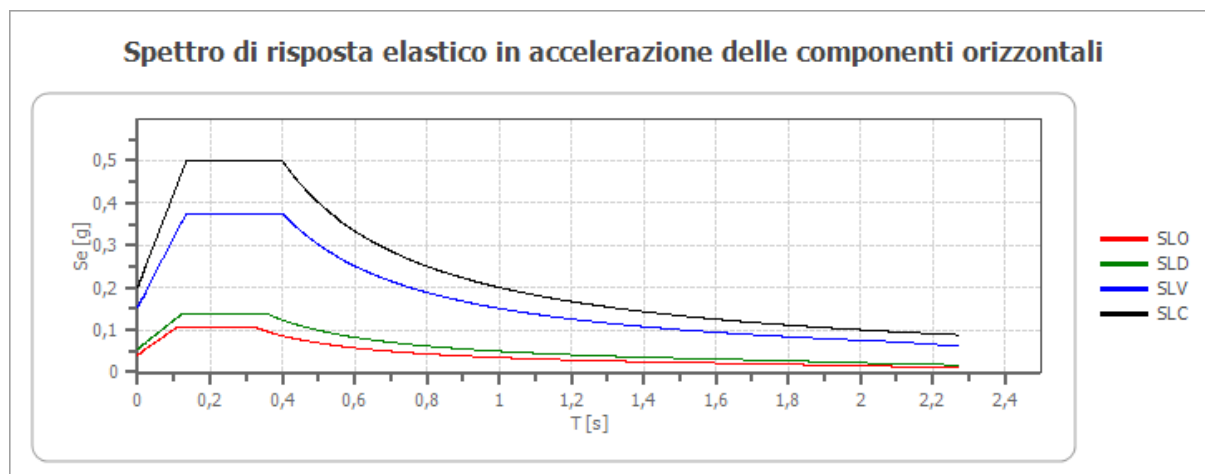
B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale

miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 maggiore di 50 nei terreni a grana grossa e c_{u30} maggiore di 250 kPa nei terreni a grana fine).

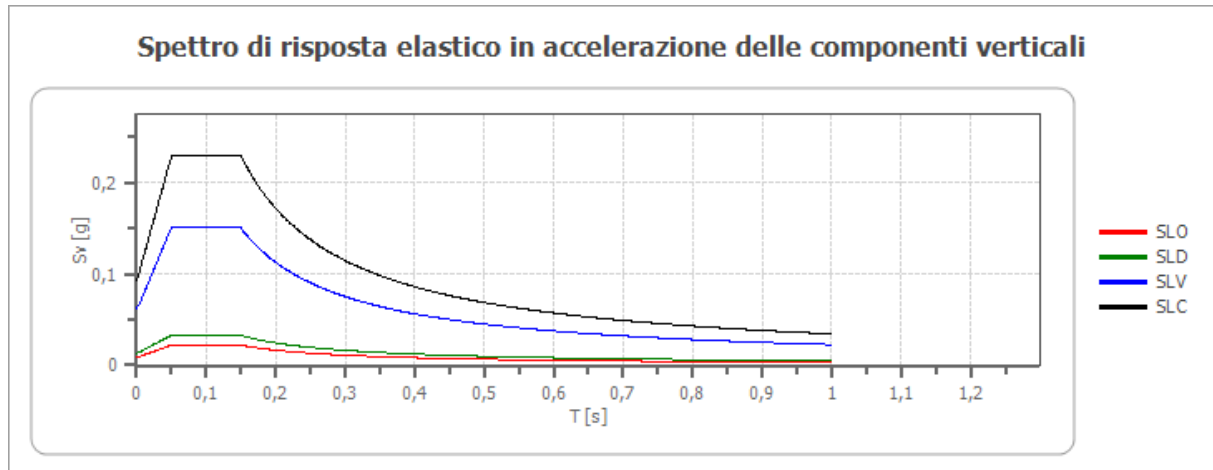
Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,008	0,011	0,037	0,048
kv	0,004	0,005	0,018	0,024
amax [m/s ²]	0,403	0,535	1,497	1,970
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,034	2,580	0,219	1,200	1,490	1,000	1,200	1,000	0,109	0,326	1,737	0,041	0,106
SLD	1,0	0,045	2,507	0,250	1,200	1,450	1,000	1,200	1,000	0,121	0,362	1,782	0,055	0,137
SLV	1,0	0,127	2,459	0,283	1,200	1,420	1,000	1,200	1,000	0,134	0,402	2,109	0,153	0,375
SLC	1,0	0,167	2,482	0,283	1,200	1,420	1,000	1,200	1,000	0,134	0,402	2,270	0,201	0,499

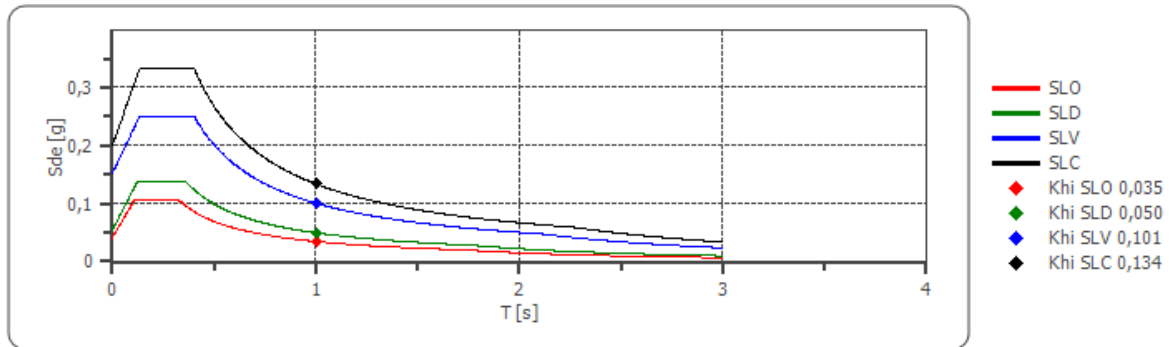
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticaliCoefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1,000

	cu	ag	F0	Tc*	Ss	Cc	St	S	η	TB	TC	TD	Se(0)	Se(TB)
		[g]	[-]	[s]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[s]	[s]	[s]	[g]	[g]
SLO	1,0	0,034	2,580	0,219	1	1,490	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,009	0,022
SLD	1,0	0,045	2,507	0,250	1	1,450	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,013	0,033
SLV	1,0	0,127	2,459	0,283	1	1,420	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,061	0,151
SLC	1,0	0,167	2,482	0,283	1	1,420	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,092	0,230

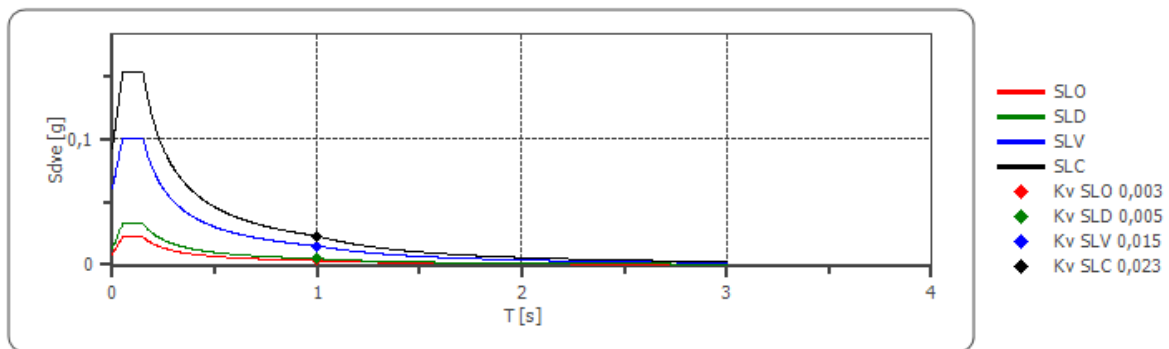
Spettro di progettoFattore di struttura spettro orizzontale q : 1,50Fattore di struttura spettro verticale q : 1,50Periodo fondamentale T : 1,00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
khi = Sde(T) Orizzontale [g]	0,035	0,050	0,101	0,134
kv = Sdve(T) Verticale [g]	0,003	0,005	0,015	0,023

Spettro di progetto delle componenti orizzontali



Spettro di progetto delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(T B) [g]
SLO orizzontale	1,0	0,034	2,580	0,219	1,200	1,490	1,000	1,200	1,000	0,109	0,326	1,737	0,041	0,106
SLO verticale	1,0	0,034	2,580	0,219	1,200	1,490	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,009	0,022
SLD orizzontale	1,0	0,045	2,507	0,250	1,200	1,450	1,000	1,200	1,000	0,121	0,362	1,782	0,055	0,137
SLD verticale	1,0	0,045	2,507	0,250	1,200	1,450	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,013	0,033
SLV orizzontale	1,0	0,127	2,459	0,283	1,200	1,420	1,000	1,200	1,500	0,134	0,402	2,109	0,153	0,250
SLV verticale	1,0	0,127	2,459	0,283	1,200	1,420	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,061	0,100
SLC orizzontale	1,0	0,167	2,482	0,283	1,200	1,420	1,000	1,200	1,500	0,134	0,402	2,270	0,201	0,332
SLC verticale	1,0	0,167	2,482	0,283	1,200	1,420	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,092	0,153

RELAZIONE GEOTECNICA

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI TERRENI

I depositi alluvionali possiedono caratteristiche geotecniche da discrete a buone. I parametri geomeccanici dei terreni in esame non sono determinabili matematicamente in maniera univoca e rigida in quanto i sedimenti, pur omogenei in senso lato, presentano dati puntiformi.

Gli intervalli di valori dei parametri meccanici da considerare in questo caso, desunti dall'analisi diretta dei sedimi e da una lunga serie di indagini eseguite dallo scrivente su terreni simili, si possono riassumere come segue:

ACCUMULO PREVALEMENTEMENTE GHIAIOSO-SABBIOSO

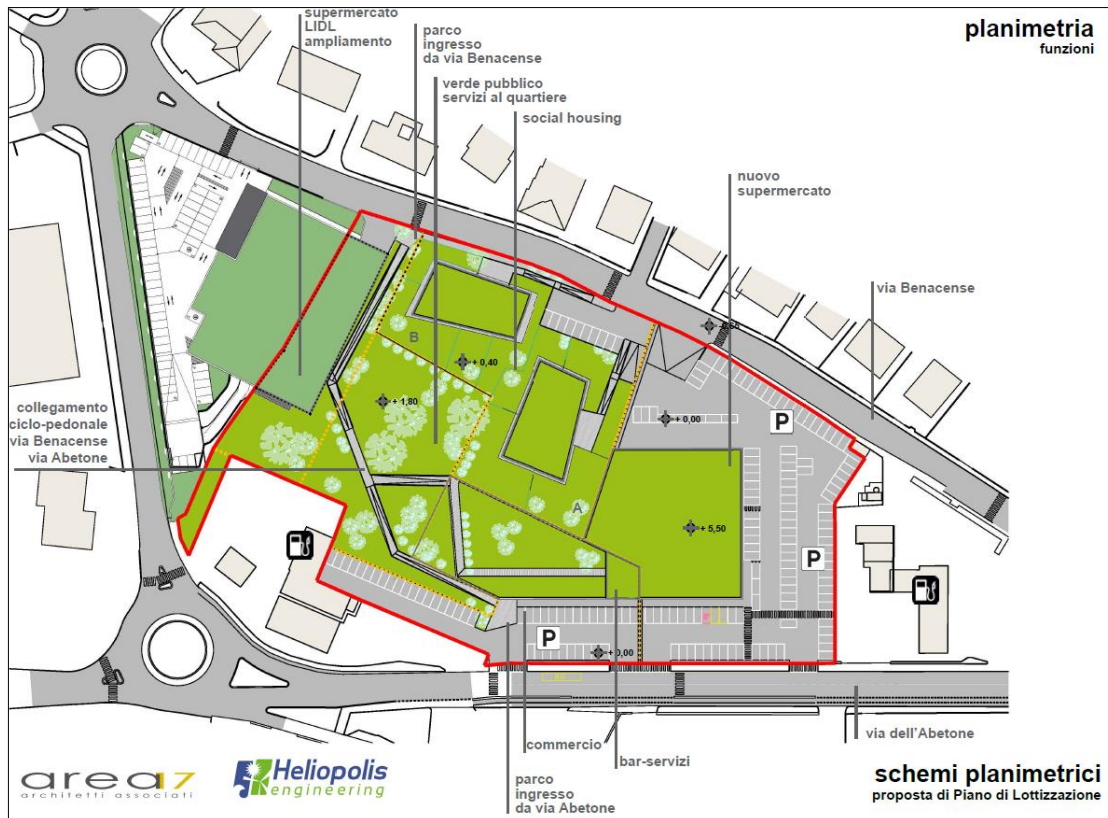
<i>angolo di attrito interno</i>	= 37- 40 gradi
<i>peso di volume</i>	= 1,8 -1,9 tonn/mc
<i>coesione</i>	= 0,0 tonn/mq

ACCUMULO PREVALEMENTEMENTE SABBIOSO-LIMOSO

<i>angolo di attrito interno</i>	= 29 - 32 gradi
<i>peso di volume</i>	= 1,8 -1,9 tonn/mc
<i>coesione</i>	= 0,0 tonn/mq

CONSIDERAZIONI GEOESECUTIVE

La definizione e la realizzazione del progetto di lottizzazione di un'area precedentemente industriale-artigianale, (vedi estratti di progetto) alla luce della realtà geolitologica ed idrogeologica dell'area interessata, non presenta controindicazioni di natura geologico-geotecnica.



Allo stato attuale delle conoscenze acquisite e delle scelte urbanistiche effettuate, si possono esporre tuttavia solo alcune considerazioni di carattere generale.

Per quanto riguarda la progettazione ed edificazione futura dei singoli edifici, in considerazione delle peculiarità degli stessi, della natura dei sedimi rilevati, che presentano delle considerevoli variazioni sia laterali sia in profondità anche su piccole distanze, si dovrà prevedere uno studio più approfondito, in modo da fornire i dati per una corretta scelta della tipologia fondazionale e del suo dimensionamento. Anche le puntuali e specifiche indicazioni riguardanti i singoli aspetti degli interventi previsti (sbancamenti e stabilità dei fronti di scavo, riporti e sistemazione finale dell'area, opere d'arte, gestione e smaltimento delle acque, ecc.), potranno essere definite solo in presenza dei progetti

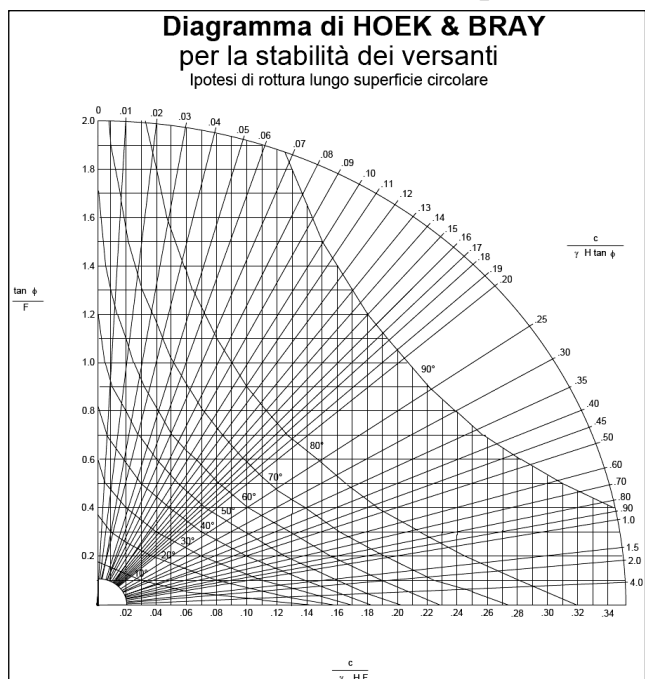
definitivi, in quanto potranno diversificarsi in funzione delle scelte progettuali adottate.

Sbancamenti

Il raggiungimento del piano di posa delle fondazioni richiederà sbancamenti di entità variabili che interesseranno solo depositi sciolti e facilmente asportabili con le normali macchine operatrici. Si fa notare però che il generale basso o nullo valore della coesione non consente la permanenza nel tempo di fronti di scavo verticali. Per periodi molto limitati, anche in presenza di terreni poco coesivi sono stabili fronti di scavo con angoli di scarpa molto alti: ciò è dovuto alle forze di capillarità che conferiscono al terreno un certo grado di coesione (*coesione apparente*). E' quindi consigliabile ridurre al minimo i tempi di realizzazione delle opere di sostegno. In particolare il profilo di sicurezza a breve termine è ricavabile dal diagramma di seguito riportato (HOECK & BRAY, 1981).

Considerando l'altezza massima prevista, introducendo nel diagramma i valori medi relativi ai parametri geotecnici riportati precedentemente si ottiene un angolo: $\beta = 60^\circ$. Dal diagramma si evince che il valore ricavato dipende notevolmente dalla coesione apparente del materiale per cui ulteriori verifiche andranno eseguite a scavi aperti.

Si raccomanda in ogni caso di ridurre al minimo i tempi per la realizzazione delle opere fondazionali ed in elevazione e in ogni caso, adottare la massima attenzione in condizioni di precaria stabilità in concomitanza o immediatamente dopo abbondanti precipitazioni meteoriche. Si consiglia inoltre di osservare le seguenti indicazioni e misure precauzionali:



1. coprire il fronte scavo con tessuto-non-tessuto e teli impermeabili per proteggerlo dalla pioggia battente e dallo scorrimento delle acque superficiali, nella parte sommitale;
2. evitare l'accesso agli scavi durante eventi meteorici o immediatamente dopo intense precipitazioni;
3. non gravare con sovraccarichi lungo i bordi dello scavo (stoccaggio di materiali, ecc.).

Se le modalità operative sopra descritte risultassero impraticabili, si dovrà ricorrere ad opere provvisorie (ad esempio berlinese) che garantiscano la totale stabilità del fronte durante i lavori. Ad ogni modo, durante la fase esecutiva, dovranno essere valutate con estrema attenzione, in base alle effettive condizioni incontrate e con la consulenza del geologo, le modalità di scavo più adeguate.

Fondazioni

La costruzione dello schema fondazionale dovrà essere preceduta da una corretta individuazione delle soluzioni geometriche e dimensionali. La determinazione delle capacità portanti dei sedimenti sciolti è possibile inserendo nelle specifiche formule geotecniche i valori dei parametri meccanici dei litotipi e i dati di progetto. A seguito si forniscono, a titolo indicativo, i calcoli sul carico limite secondo le nuove norme tecniche delle costruzioni 2008, utilizzando alcuni dei metodi abitualmente in uso e riferite a fondazioni nastriformi continue di misure standard poste alla profondità di 1 m riferiscono ad un sedime ghiaioso-sabbioso.

DATI GENERALI

Azione sismica	NTC 2008
Larghezza fondazione	1,0 m
Lunghezza fondazione	5,0 m
Profondità piano di posa	1,0 m
Altezza di incastro	0,5 m

STRATIGRAFIA TERRENO

Corr: Parametri con fattore di correzione (TERZAGHI)

DH: Spessore strato; Gam: Peso unità di volume; Gams: Peso unità di volume saturo; Fi: Angolo di attrito; Ficorr: Angolo di attrito corretto secondo Terzaghi; c: Coesione; c Corr: Coesione corretta secondo Terzaghi; Ey: Modulo Elastico; Ed: Modulo Edometrico; Ni: Poisson; Cv: Coeff. consolidaz. primaria; Cs: Coeff. consolidazione secondaria; cu: Coesione non drenata

DH [m]	Gam [kN/m ³]	Gams [kN/m ³]	Fi [°]	Fi Corr. [°]	c [kN/m ²]	c Corr. [kN/m ²]	cu [kN/m ²]	Ey [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]	Ni	Cv [cmq/s]	Cs
6,0	19,12	20,59	36,0	36	0,0	0,0	0,0	49033,25	0,0	0,0	0,0	0,0

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzion e Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesion e non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef.Rid.Ca pacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	2,3	1,1
2	No	1	1	1	1	1	2,3	1,1
3	No	1	1	1	1	1	1	1
4	No	1	1	1	1	1	1	1

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...A1+M1+R3

Autore: HANSEN (1970)

Carico limite [Qult] 867,7 kN/m²Resistenza di progetto[Rd] 377,26 kN/m²

Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed] --

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 34707,89 kN/m³**A1+M1+R3**

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	37,75
Fattore [Nc]	50,59
Fattore [Ng]	40,05
Fattore forma [Sc]	1,0
Fattore profondità [Dc]	1,4
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,0
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,15
Fattore profondità [Dq]	1,25
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,0
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,92

Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,0
Fattore inclinazione base [Bg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	867,7 kN/m ²
Resistenza di progetto	377,26 kN/m ²

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	47,16
Fattore [Nc]	63,53
Fattore [Ng]	51,7
Fattore forma [Sc]	1,0
Fattore forma [Sg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	945,05 kN/m ²
Resistenza di progetto	410,89 kN/m ²

Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	37,75
Fattore [Nc]	50,59
Fattore [Ng]	44,43
Fattore forma [Sc]	1,15
Fattore profondità [Dc]	1,39
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,08
Fattore profondità [Dq]	1,2
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore forma [Sg]	1,08
Fattore profondità [Dg]	1,2
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	1012,22 kN/m ²
Resistenza di progetto	440,09 kN/m ²

Autore: VESIC (1975) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	37,75
Fattore [Nc]	50,59
Fattore [Ng]	56,31
Fattore forma [Sc]	1,0
Fattore profondità [Dc]	1,4
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,0
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,15
Fattore profondità [Dq]	1,25
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,0
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,92
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,0
Fattore inclinazione base [Bg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	1010,68 kN/m ²
Resistenza di progetto	439,43 kN/m ²

Autore: BRINCH - HANSEN 1970 (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	37,75
Fattore [Nc]	50,59
Fattore [Ng]	53,4
Fattore forma [Sc]	1,12
Fattore profondità [Dc]	1,25
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,0
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,12

Fattore profondità [Dq]	1,25
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,0
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,94
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,0
Fattore inclinazione base [Bg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	982,85 kN/m ²
Resistenza di progetto	427,32 kN/m ²

SISMA

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	37,75
Fattore [Nc]	50,59
Fattore [Ng]	40,05
Fattore forma [Sc]	1,0
Fattore profondità [Dc]	1,4
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,0
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,15
Fattore profondità [Dq]	1,25
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,0
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,92
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,0
Fattore inclinazione base [Bg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	867,7 kN/m ²
Resistenza di progetto	377,26 kN/m ²

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	47,16
Fattore [Nc]	63,53
Fattore [Ng]	51,7
Fattore forma [Sc]	1,0
Fattore forma [Sg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	945,05 kN/m ²
Resistenza di progetto	410,89 kN/m ²

Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	37,75
Fattore [Nc]	50,59
Fattore [Ng]	44,43
Fattore forma [Sc]	1,15
Fattore profondità [Dc]	1,39
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,08
Fattore profondità [Dq]	1,2
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore forma [Sg]	1,08
Fattore profondità [Dg]	1,2
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	1012,22 kN/m ²
Resistenza di progetto	440,09 kN/m ²

Autore: VESIC (1975) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	37,75
Fattore [Nc]	50,59
Fattore [Ng]	56,31
Fattore forma [Sc]	1,0
Fattore profondità [Dc]	1,4
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,0
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,15
Fattore profondità [Dq]	1,25
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,0
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,92
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,0
Fattore inclinazione base [Bg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite 1010,68 kN/m²Resistenza di progetto 439,43 kN/m²

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	37,75
Fattore [Nc]	50,59
Fattore [Ng]	53,4
Fattore forma [Sc]	1,12
Fattore profondità [Dc]	1,25
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,0
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,12
Fattore profondità [Dq]	1,25
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,0
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,94

Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,0
Fattore inclinazione base [Bg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0
=====	
Carico limite	982,85 kN/m ²
Resistenza di progetto	427,32 kN/m ²
=====	

I risultati ci permettono di affermare che il carico ammissibile é più che sufficiente per la realizzazione delle opere in progetto. E' evidente naturalmente che calcoli più specifici verranno eseguiti nella fase di progettazione dei singoli interventi sulla base delle reali caratteristiche geometriche degli stessi.

Riporti

La sistemazione finale della zona prevede riporti che dovranno essere eseguiti con materiali inerti e granulari da cui saranno essere tassativamente esclusi rifiuti solidi urbani o assimilabili ad essi e qualsiasi altro genere di elementi inquinanti.

Si ritengono quindi idonei i prodotti di risulta di scavi e/o sbancamenti, purché poveri in percentuale d'elementi più grossi. Tali materiali, infatti, si possono assimilare ad un accumulo ghiaioso-sabbioso con inclusi più grossolani e si può attribuire loro un valore d'angolo d'attrito interno variabile dai 35° ai 40°, compatibile quindi con l'andamento morfologico finale delle scarpate. E' sconsigliabile la messa in posto di porzioni chiaramente compressibili e con angoli d'attrito ridotti (limi e/o argille), in quanto la loro presenza potrebbe rappresentare un elemento di discontinuità nel deposito e di possibile instabilità del pendio. Per quanto riguarda la messa in posto dei materiali, si vuole sottolineare come l'operazione più importante tra quelle ad essa connesse, é senz'altro il costipamento che permette di migliorare ed uniformare le caratteristiche di resistenza delle terre. Tale operazione consente di ridurre al minimo gli assestamenti e di poter, così, fare affidamento su valori di resistenza massimi per quel tipo di terra ed uniformi per tutta la massa del corpo. Il

costipamento andrà fatto procedendo per piani orizzontali sovrapposti dello spessore di circa 50 cm. È importante, ai fini dell'efficacia e dell'uniformità dell'intervento, che la superficie trattata sia notevolmente estesa e continua in modo da consentire un corretto funzionamento dei mezzi costipanti.

Considerazioni idrogeologiche

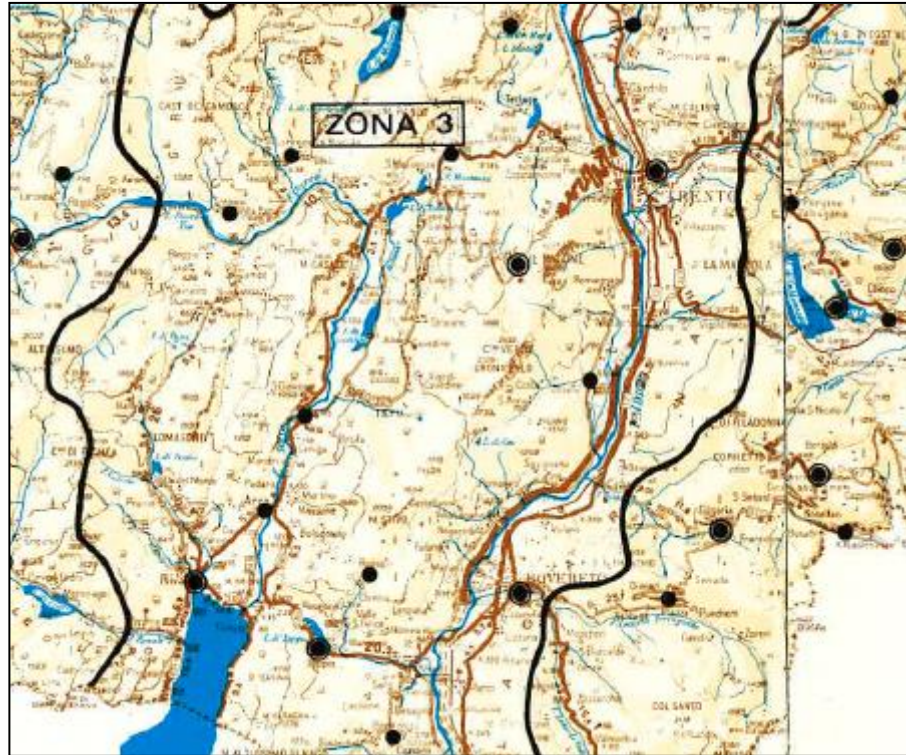
La realtà idrografica di superficie non é problematica.

I terreni coinvolti dal progetto sono caratterizzati da una generale buona permeabilità secondaria quindi, le acque meteoriche s'infiltrano abbastanza rapidamente. Tuttavia la presenza di circolazioni idriche sotterranee di difficile definizione consiglia l'adozione di un drenaggio a salvaguardia delle parti interrate dell'edificio.

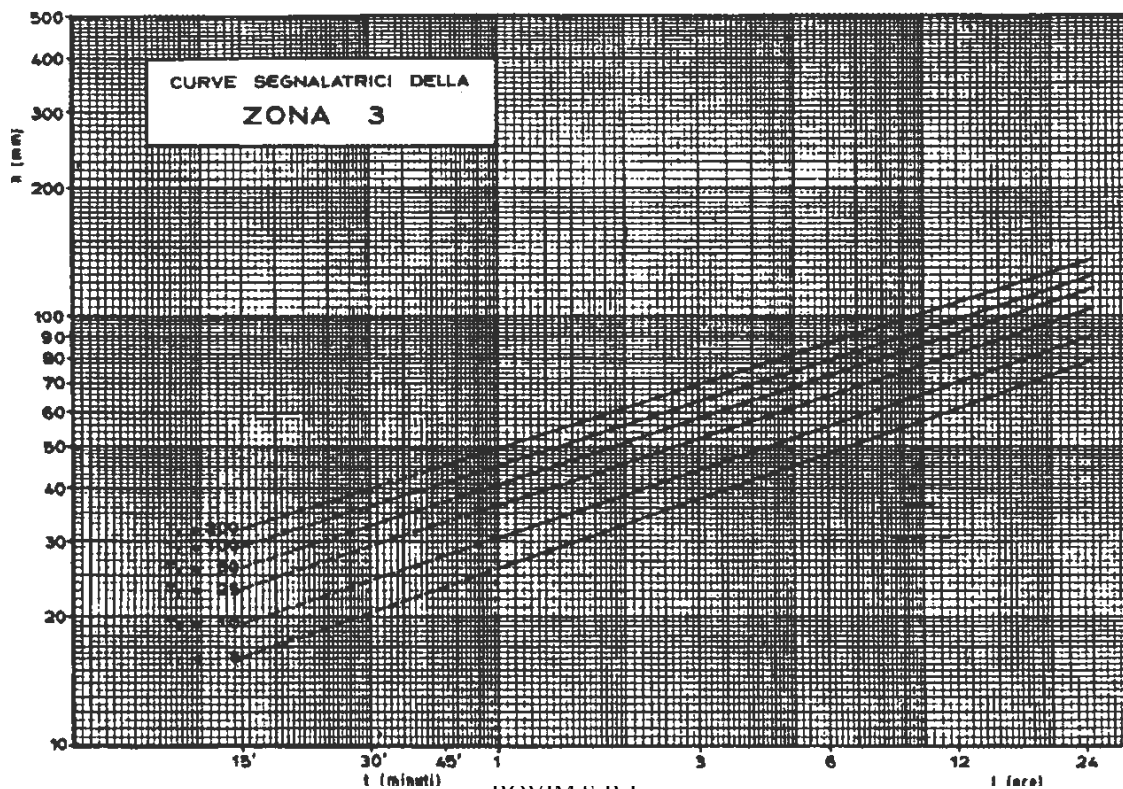
Per quanto riguarda la gestione delle acque bianche, la scelta progettuale più adeguata è quella dello smaltimento in suolo tramite pozzi. Per avere un quadro più esaustivo possibile dell'andamento pluviometrico, si riportano a seguito i dati relativi alla piovosità della zona con particolare riferimento agli eventi di piogge intense che sono quelli che maggiormente creano problemi alla rete di smaltimento. In particolare per calcolare i volumi di afflusso conseguenti alle precipitazioni meteoriche più consistenti, si assumono come dati di base la massima piovosità di scroscio (su 15 minuti) con tempi di ritorno, per sicurezza, di 100 anni. I valori da utilizzare sono stati tratti da: "Determinazione delle zone omogenee per le piogge intense nel Trentino" di Della Lucia, Fattorelli, Provasi (pubblicato ad opera della P.A.T. – vedi tabella allegata alla pagina successiva). Da tale pubblicazione emerge che i dati relativi alla zona omogenea 3 dove l'area è inserita, danno un'intensità di precipitazioni con tempi di ritorno di 100 anni pari a 29 mm.

Da tale pubblicazione si possono estrapolare anche dati precisi, ottenuti dalle misurazioni eseguite presso la stazione pluviografica di Riva nel periodo 1927-1970 (intervallo cinquantennale che è sufficientemente lungo per fornire elementi attendibili), relativi alla massima piovosità oraria con tempi di ritorno di 100 anni, che risulta essere pari a 62,1 mm.

DETERMINAZIONE DELLE ZONE OMOGENEE PER LE PIOGGE INTENSE



CURVE DI PROBABILITA' PLUVIOMETRICA



STAZIONE PLUVIOMETRICA DI ROVERETO

PRECIPITAZIONI TRA IL 1927 ED IL 1970

STAZIONE PLUVIOGRAFICA DI ROVERETO
DATI DI PRECIPITAZIONE TRA IL 1925 E IL 1970
DUPATA (ORE)

	1	3	6	12	24
1925					
1926	28.0		32.5	70.0	
1928	34.0	45.6	47.0	58.4	90.0
1933	51.4	66.6	74.0	84.4	104.2
1934	34.8	61.4	63.6	74.0	95.0
1935	13.6	30.4	42.0	73.8	84.2
1936	22.6	41.6	42.0	68.6	85.4
1937	25.6	29.4	38.6	44.0	55.4
1938	18.6		51.0	58.2	73.6
1939	13.6	20.0	32.0	57.2	88.4
1940	21.2	28.0	51.0	64.8	65.0
1942	20.6	50.0	54.4	65.0	71.2
1943	13.0	20.0	20.0	60.8	91.8
1944	30.0	30.4	39.8	23.4	24.4
1945	36.0	45.4	55.4	42.8	54.2
1946	25.0	42.0	42.2	77.6	111.6
1947	31.6	33.4	36.0	63.0	83.8
1948	13.2	25.0	31.4	45.4	75.2
1949	20.0	28.6	28.6	36.8	57.8
1950	18.4	23.6	31.0	31.2	62.6
1951	21.0	28.0	43.8	58.2	69.0
1952	24.2	28.6	28.6	58.6	94.8
1953	18.6	39.4	51.2	37.4	69.2
1954	38.2	46.4	46.6	57.6	66.8
1955	18.0	24.8	27.4	46.6	46.6
1956	24.2	29.2	29.2	38.2	48.0
1957	11.2	26.0	33.4	40.2	52.0
1958	12.4	25.4	33.0	40.0	63.8
1959	45.4	47.8	49.0	56.0	78.2
1960	20.6	22.8	33.2	49.6	76.4
1961	20.4	20.6	37.2	66.0	78.8
1962	24.0	35.8	38.6	65.6	90.8
1963	31.0	35.2	37.6	39.8	56.4
1964	23.8	33.2	37.4	52.6	64.2
1965	48.4	49.6	54.4	48.0	67.2
1966	26.4	35.0	35.2	63.6	73.2
1967	14.4	23.4	33.6	45.6	74.8
1968	19.6	37.4	47.8	38.8	44.2
1969	22.8	26.8	33.6	50.6	52.0
1970	41.0	50.2	51.8	47.4	53.8
				52.2	66.0

NUMEROSITA* CAMPIONARIA

MEDIA LOGARITMI

SCARTO QUADRATICO CORRETTO LOGARITMI

INDICE DI ASIMMETRIA LOGARITMI

PIOGGIA TR= 2 ANNI

PIOGGIA TR= 5 ANNI

PIOGGIA TR= 10 ANNI

PIOGGIA TR= 25 ANNI

PIOGGIA TR= 50 ANNI

PIOGGIA TR=100 ANNI

PIOGGIA TR=200 ANNI

TEST DEL CHI QUADRATO -

VALORE DELLA FUNZIONE TEST

PROBABILITA* DI SUPERAMENTO

TEST DEL SEGNO -

NUMERO DELLE DIFFERENZE NON NULLE

NUMERO DELLE DIFFERENZE CON SEGNO

PROBABILITA* DI SUPERAMENTO

	39	37	39	40	39
1.36660	1.51978	1.59698	1.71616	1.83428	
.18336	.14954	.12454	.12733	.13432	
.12913	.34657	.03454	-.63587	-1.16899	
					A
					N
23.3	33.1	39.5	52.0	68.3	22.8
33.2	44.2	50.3	66.6	88.6	31.8
40.0	51.5	57.1	75.7	101.5	37.9
48.7	60.5	65.3	86.9	117.4	45.6
55.4	67.1	71.3	95.0	128.9	51.4
62.1	73.7	77.0	102.9	140.2	57.2
69.0	80.4	82.8	110.7	151.5	63.2
					.24
9.2821	3.6757	6.4103	4.8000	3.8974	
.0544	.4517	.1705	.4408	.4201	
39	37	39	40	39	
19	17	18	-14	-14	
.5000	.3712	.3744	.0410	.0547	

Per quantificare il massimo afflusso derivante dall'area in oggetto e che dovrà essere quindi gestito, ci si avvale della formula di seguito riportata:

$$Q = \psi \times (HC \times s) / \tau$$

dove:

hc = altezza di pioggia intensa della durata di 15 minuti o 1 ora

s = area della superficie da drenare

ψ = coefficiente di deflusso medio ponderale delle aree interessate (1 per aree impermeabili)

τ = tempo uguale alla durata della pioggia intensa

Sulla base dei risultati ottenuti e delle esigenze progettuali si provvederà in sede di progettazione definitiva alla scelta e al dimensionamento del sistema di smaltimento in suolo delle acque bianche. Tale scelta è compatibile con le caratteristiche idrogeologiche dell'area.

CONCLUSIONI

L'analisi del progetto in relazione alle caratteristiche morfologiche, geologiche ed idrogeologiche dell'area interessata, ci permette di affermare che non esiste incompatibilità fra la zona e l'intervento di lottizzazione previsto.

In ogni caso tuttavia, considerando l'entità dell'intervento prospettato, in riferimento alla situazione geolitologica e idrogeologica della zona, si ribadisce la necessità di una specifica relazione esecutiva e si consiglia una adeguata D.L. di carattere geologico, che durante le varie fasi dei lavori verifichi la reale situazione e confermi o modifichi adeguatamente le indicazioni progettuali.

Il presente elaborato è redatto in ottemperanza ai contenuti del D.M. 14 gennaio 2008 “NUOVE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI” (ed a quanto stabilito dal D.M. 11.03.88 nel caso di applicazione del metodo alle tensioni ammissibili) e soddisfa i requisiti urbanistici e normativi di rilevanza geologica per cui costituisce documento progettuale idoneo per il rilascio della concessione di lottizzazione.

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 la caratterizzazione geotecnica ed il progetto esecutivo, così come previsto dalla normativa di settore.

Arco, febbraio 2018

dott. geol. Paolo Marchi