

STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA

Dott.ssa MICHELA CANALI - geologo

COMUNE DI NOMI

COMUNE DI NOMI <small>(Prov. di Trento)</small>
20 DIC. 2018
Prot. N. 6688(613)....

PLR37.08

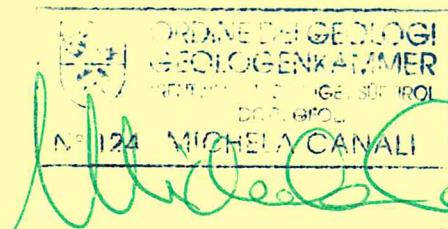
PIANO DI LOTTIZZAZIONE P.L. 37 SULLE PP.FF. 270/16 E 270/43 IN
C.C. NOMI

RELAZIONE GEOLOGICA e RELAZIONE GEOTECNICA

INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA E
GEOTECNICA DEL SITO CON RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE
SISMICA AI SENSI DEL D.M. 17 GENNAIO 2018 (AGGIORNAMENTO
DEL D.M. 8 GENNAIO 2008)

Committente

SIGNOR DELAITI



Rovereto, 19 dicembre 2018

Dott. Geol. Michela Canali

Piazza Antonio Rosmini, 14 - 38065 - Rovereto (TN)

Tel. e fax 0464 439648

INDICE

PREMESSA ALLE RELAZIONI GEOLOGA E GEOTECNICA	3
VINCOLI GEOLOGICI E IDROLOGICI INDIVIDUATI DAGLI STRUMENTI URBANISTICI VIGENTI.5	
PIANO URBANISTICO PROVINCIALE (PUP): CARTA DI SINTESI GEOLOGICA	5
PIANO URBANISTICO PROVINCIALE (PUP): CARTA DELLE RISORSE IDRICHE	6
PIANO GENERALE DI UTILIZZAZIONE DELLE ACQUE PUBBLICHE (PGUAP)	7
PROGETTO IN ESAME	8
 RELAZIONE GEOLOGICA.....	10
INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	10
INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	10
INQUADRAMENTO GEOLOGICO E CONDIZIONI TETTONICO-STRUTTURALI GENERALI.....	11
CONDIZIONI IDROLOGICHE E IDROGEOLOGICHE GENERALI	13
MODELLAZIONE SISMICA.....	14
RIUTILIZZO DEI MATERIALI DERIVANTI DALLE OPERAZIONI DI SCAVO	17
SMALTIMENTO ACQUE BIANCHE RACCOLTE DALLE COPERTURE IMPERMEABILIZZATE	18
CLASSIFICAZIONE IDROGEOLOGICA DELL'AREA	18
DISPERSSIONE NEL SOTTOSUOLO: CALCOLO DELLA PORTATA MASSIMA DI PIOGGIA	20
SMALTIMENTO DELLE ACQUE NERE.....	21
 RELAZIONE GEOTECNICA.....	22
RICOSTRUZIONE DELLE CONDIZIONI LITOLOGICHE DI DETTAGLIO	22
CAPACITA' PORTANTE STATICHE DEL TERRENO	24
PRESCRIZIONI E RACCOMANDAZIONI	25
 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	27

PREMESSA ALLE RELAZIONI GEOLOGA E GEOTECNICA

Nell'ambito del "Piano di lottizzazione P.L. 37 sulle pp.ff. 270/16 e 270/43 in C.C. Nomi", è stato conferito a chi scrive l'incarico per la redazione della Relazione Geologica e della Relazione Geotecnica.

Lo studio, finalizzato alla verifica della compatibilità dell'opera in funzione delle problematiche ambientali e della stabilità dell'insieme opere-terreno, consta di:

A. Relazione geologica finalizzata alla valutazione della compatibilità tra l'opera in progetto e il contesto geologico – ambientale e riguardante la definizione del modello geologico di riferimento e del volume significativo.

In tale ambito si sono illustrati:

- la localizzazione geografica e la descrizione topografica del sito;
- il quadro dei vincoli ambientali e paesaggistici dell'area;
- i lineamenti geomorfologici con analisi dei processi morfogenetici in atto o potenziali;
- l'assetto geologico-strutturale;
- i lineamenti geologici generali e locali con la distribuzione areale dei litotipi e la definizione qualitativa delle caratteristiche geomeccaniche;
- le condizioni idrologiche e idrogeologiche generali e locali;
- l'analisi delle pericolosità geologiche con indicazione degli elementi di criticità in assenza e in presenza dell'opera;
- gli aspetti connessi all'analisi geologica dei materiali di scavo;
- la pericolosità sismica con la classificazione sismica regionale e gli studi di pericolosità contenute negli strumenti urbanistici.

B. Relazione geotecnica riguardante la ricostruzione del modello del terreno mediante la caratterizzazione geotecnica dei materiali all'interno del "volume significativo" (profondità del terreno entro il quale si esercita l'influenza dell'intervento).

A tal fine, in relazione al modello riportato nella relazione geologica, si è eseguito un programma comprendente:

- la valutazione integrata dei dati geofisici, stratigrafici e idrogeologici derivanti da indagini eseguite nell'area di progetto;
- l'esecuzione di una campagna di indagine diretta mediante n.2 sondaggi meccanici eseguiti con escavatore;

- verifiche in situ per la determinazione dei parametri geotecnici dei materiali interessati dai lavori. Gli indici ricavati, utili principalmente per la scelta e il dimensionamento delle opere, hanno anche consentito l'individuazione delle principali problematiche da affrontare in sede esecutiva.

Il lavoro ottemperando al D.M. 17 gennaio 2018 (aggiornamento del D.M. gennaio 2008, revisione generale delle Norme Tecniche delle Costruzioni), alle Direttive per la redazione delle relazioni geologiche, geotecniche e sismiche (documento di sintesi, novembre 2010), alle Norme provinciali e di attuazione del PUP e del PGUAP e ai Regolamenti Comunali, rappresenta documento progettuale idoneo al rilascio dell'autorizzazione alla realizzazione dei lavori.

In riferimento alla fase esecutiva, si ricorda che dovrà essere cura del Progettista e del Direttore Lavori comunicare alla scrivente la data dell'inizio dei lavori di scavo al fine di verificare la rispondenza fra ipotesi di progetto e situazione reale e apportare, se si ritenesse necessario, opportune modifiche progettuali e ulteriori prescrizioni finalizzate alla corretta esecuzione delle opere.

VINCOLI GEOLOGICI E IDROLOGICI INDIVIDUATI DAGLI STRUMENTI URBANISTICI VIGENTI

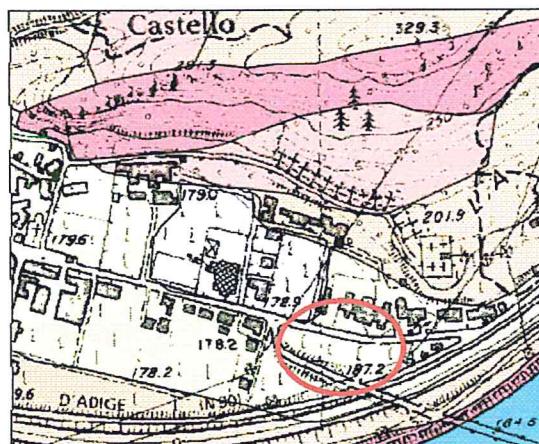
Sono riportate di seguito le descrizioni e le classificazioni aggiornate contenute negli strumenti urbanistici (strumenti di pianificazione territoriale) riferiti all'area in esame.

Si fa riferimento in particolare alle classificazioni indicate a:

- Carta di Sintesi allegata al Piano Urbanistico Provinciale (PUP, ottavo aggiornamento)
- Carta delle Risorse Idriche allegata al PUP (secondo aggiornamento)
- Cartografia allegata al PGUAP, Piano di caratterizzazione delle acque pubbliche (settimo aggiornamento).

Piano Urbanistico Provinciale (PUP): Carta di Sintesi Geologica

La carta di Sintesi Geologica allegata **Piano Urbanistico Provinciale** (ultimo aggiornamento) suddivide il territorio della Provincia di Trento in aree a diversa pericolosità geologico idrogeologica.



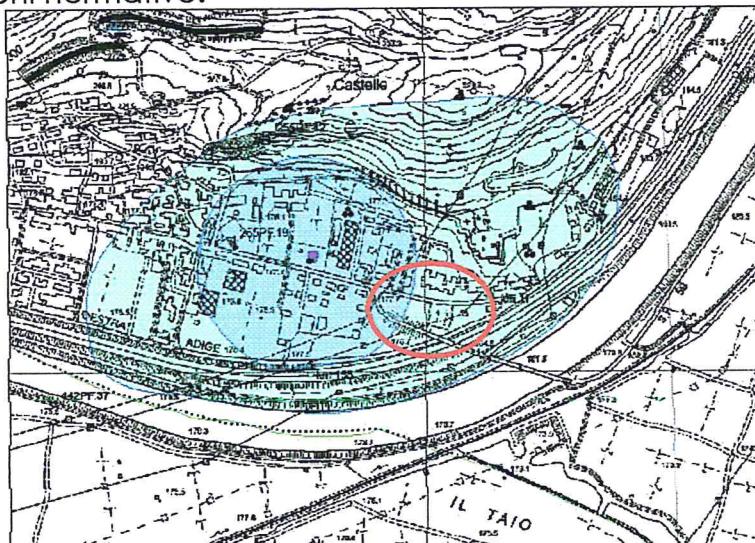
La carta di Sintesi Geologica classifica il sito come area:

- "**a controllo geologico con penalità leggere**": ove gli aspetti litologici, morfologici e idrogeologici richiedono l'esecuzione di studi e indagini geologici e geotecnici approfonditi per ogni tipo di intervento, estesi alla possibile area di influenza delle opere in progetto
- "**zona sismica 3**" ovvero "**area a controllo sismico a bassa sismicità**" dove, per l'intensità attesa dello scuotimento del suolo

generato dai terremoti, sono necessarie particolari tecniche per le costruzioni.

Piano Urbanistico Provinciale (PUP): Carta delle Risorse Idriche

A seguito dell'entrata in vigore del nuovo Piano Urbanistico Provinciale e dell'applicazione dell'articolo 21 delle sue norme di attuazione, in relazione alla tutela delle risorse idriche destinate al consumo umano, è stata approntata la Carta delle Risorse Idriche del PUP che individua le sorgenti, i pozzi e le acque superficiali utilizzate per gli acquedotti pubblici e per l'imballaggiamento (acque minerali), definendone le rispettive aree di tutela e le disposizioni normative.



L'area in esame rientra:

1. in area di rispetto idrogeologico
2. in area di protezione idrogeologica

Nelle aree di rispetto idrogeologico, così come previsto dalle Norme di Attuazione allegate alla Carta delle Risorse Idriche, sono vietati l'insediamento dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività:

- dispersione di fanghi ed acque reflue, anche se depurati;
- accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;
- spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;

- dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche provenienti da piazzali e strade;
- aree cimiteriali;
- apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;
- apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione dell'estrazione ed alla protezione delle caratteristiche qualitative della risorsa idrica;
- impianti di trattamento e gestione di rifiuti;
- stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
- centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
- pascolo e stabulazione di bestiame che possano compromettere la risorsa idrica.

Nelle aree di **protezione idrogeologica** fermi restando i vincoli e le prescrizioni previste dalle norme di carattere igienico sanitario per le risorse idropotabili, al fine di salvaguardare i corpi idrici di particolare importanza, gli interventi quali scarichi in suolo, stoccaggio di rifiuti, reflui, prodotti e sostanze chimiche pericolose, sostanze radioattive, cisterne di idrocarburi anche destinate al solo uso domestico, devono essere subordinati alle prescrizioni contenute in una specifica indagine idrogeologica. In definitiva quindi, nelle aree di protezione idrogeologica, dietro l'osservanza di precise prescrizioni contenute nella relazione idrogeologica, è possibile la dispersione di acque meteoriche provenienti da piazzali e strade.

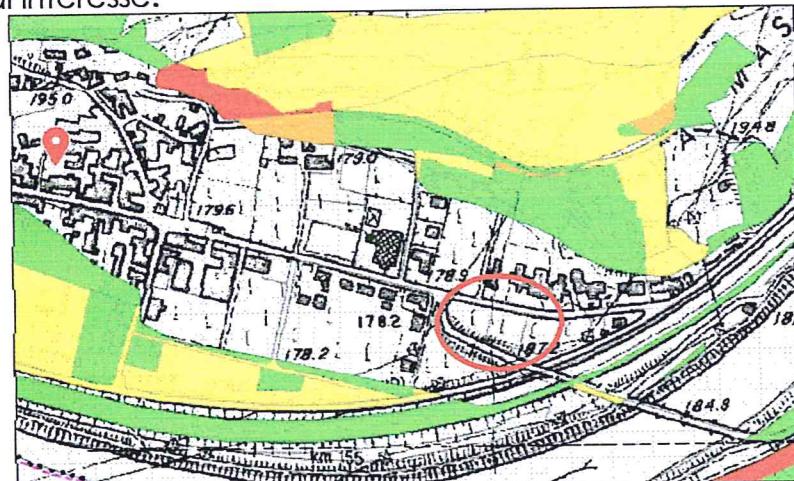
Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche (PGUAP)

In data 15 febbraio 2006 il Presidente della Repubblica ha reso esecutivo il "Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche" della Provincia di Trento entrato in vigore dall' 8 giugno 2006. Successivamente la Norma è stata modificata dalle Delibere della Giunta Provinciale n. 2049 (21 settembre 2007) e n. 1387 (30 maggio 2008). Questo piano classifica il territorio provinciale in base all'assetto geologico e idrogeologico individuando zone soggette a diverso Rischio idrogeologico (parametro ottenuto valutando per ogni sito Pericolosità, Vulnerabilità ed Esposizione). Nella cartografia del rischio geologico allegata al Piano sono individuate le aree a rischio, suddivise in quattro classi a gravità crescente (R1, R2, R3 e R4), in funzione del livello di pericolosità dell'evento, della possibile perdita di vite umane e del valore dei beni presenti. Per ogni classe le Norme di Attuazione indicano gli interventi consentiti.

L'area di nuova lottizzazione è quindi classificata:

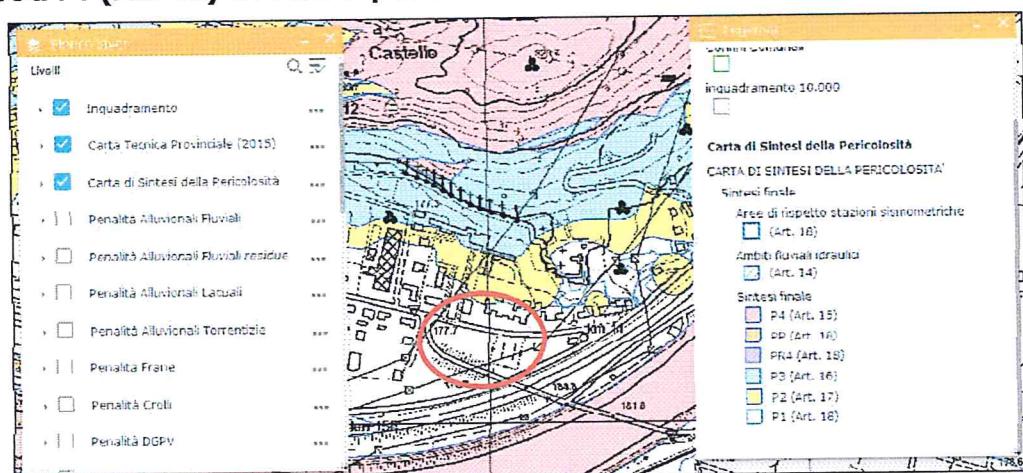
1. **area a pericolosità idrogeologica trascurabile**
2. **area a rischio trascurabile (R0 – area edificiale)**
3. **area esterna dagli ambiti di interesse idraulico.**

Viene riportato a lato l'estratto cartografico riferito al rischio idrogeologico per l'area di interesse.



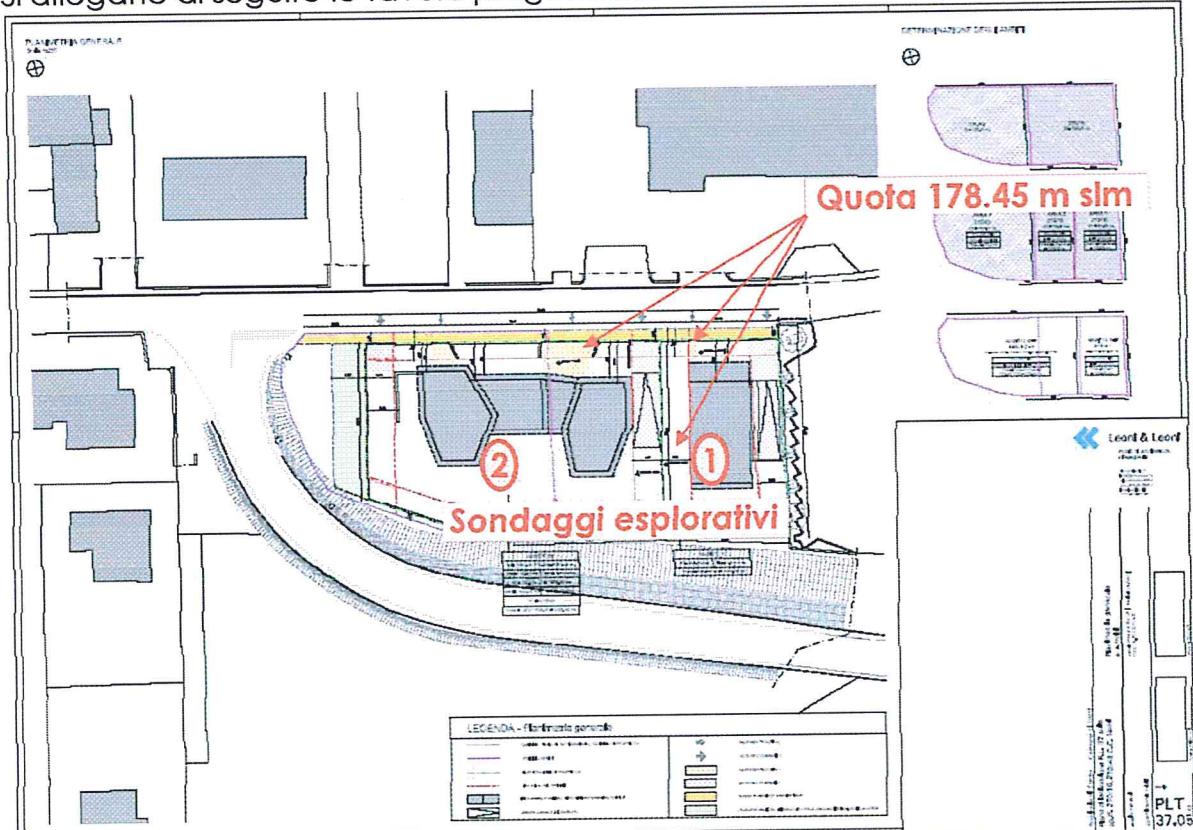
Per la Normativa attualmente in vigore pertanto non si evidenziano particolari criticità.

Preme infine evidenziare che è stata analizzata anche la Carta di Sintesi della Pericolosità redatta dalla PAT non ancora approvata, ma valido riferimento (già pubblicata sul sito dedicato). Il sito risulta compreso in un'area P1 (Art. 18) ovvero a pericolosità trascurabile.



PROGETTO IN ESAME

Il Piano di Lottizzazione P.L. 37 (vedere tavole a cura dell'Ingegner Emilio Leoni) prevede la realizzazione di tre edifici di civile abitazione sulle pp. ff. 270/16 e 270/43. Gli edifici, di grande semplicità, saranno organizzati in due piani fuori terra e un piano interrato da adibire prevalentemente a garage. Si allegano di seguito le tavole progettuali.



Come si evince dalle tavole progettuali fornite, il piano di campagna attuale si ubica alla quota media di 176 m slm mentre alcune quote riportate sulla planimetria di progetto evidenziano quote di 178.45 m slm. Ciò fa presupporre (non sono state fornite le sezioni di raffronto) che il piano di campagna venga cautelativamente alzato di 2.5 m. È stato tuttavia indicato un piano di fondazione alla quota di 173.50 m slm. Ciò significa che lo scavo nei terreni naturali sarà mediamente di 2.5 m. Queste valutazioni andranno però riviste una volta visionate le sezioni di raffronto.

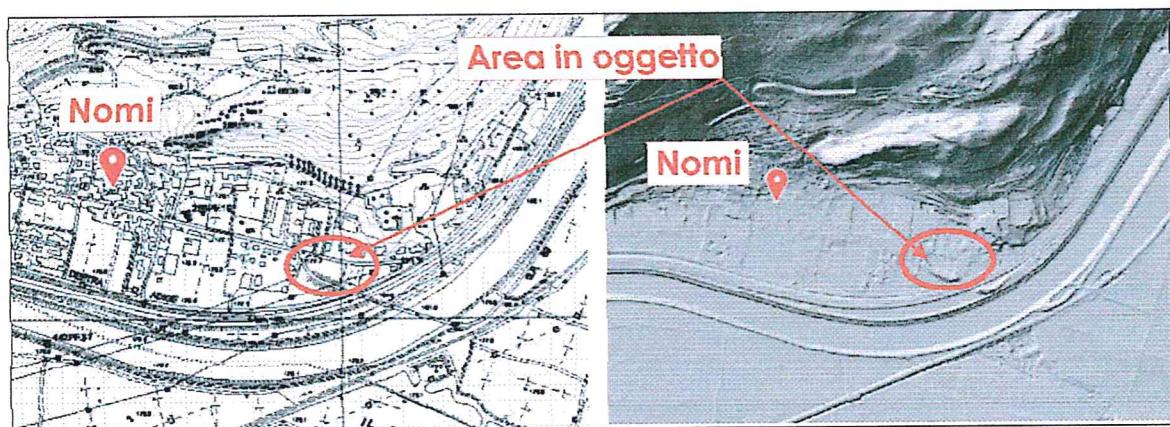
Ulteriori azioni di rimodellamento interesseranno anche le dirette vicinanze dell'area di sedime; ciò al fine di ricostituire il raccordo con le particelle di confine, qui rappresentate da strade pubbliche e private.

RELAZIONE GEOLOGICA

SULLE INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO (CONTIENE LA RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA)

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il sito di progetto si ubica nella porzione più orientale dell'abitato di Nomi, in un'area, a una quota media di 177 m s.l.m., compresa tra la Strada Provinciale Destra Adige (Km 11), la Strada Comunale di accesso all'abitato e la Strada Provinciale n.49.



Dal punto di vista topografico l'area si caratterizza per una complessità determinata da eventi naturali, principalmente di tipo alluvionale, e più recentemente di natura antropica legati alla realizzazione delle infrastrutture stradali.

L'area è comunque contenuta all'interno di un pendio regolare, semipianeggiante, in posizione abbassata rispetto alla piana alluvionale dell'Adige con cui confina.

INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Dal punto di vista geomorfologico le forme visibili nell'intera zona derivano dall'interazione dei processi glaciali, fluvioglaciali e fluviali che hanno agito prevalentemente nel Periodo Quaternario.

L'abitato di Nomi si sviluppa in destra idrografica del fiume Adige, sul pianoro che raccorda la piana alluvionale del fiume Adige con le ripide pareti dei terrazzi orografici su cui sorgono gli abitati di Savignano e Servis (vedere immagine Lidar riportata sopra).

Evidenze geomorfologiche, avvallate dalle risultanze di indagini meccaniche, portano ad attribuire il declivio in oggetto (limitatamente al

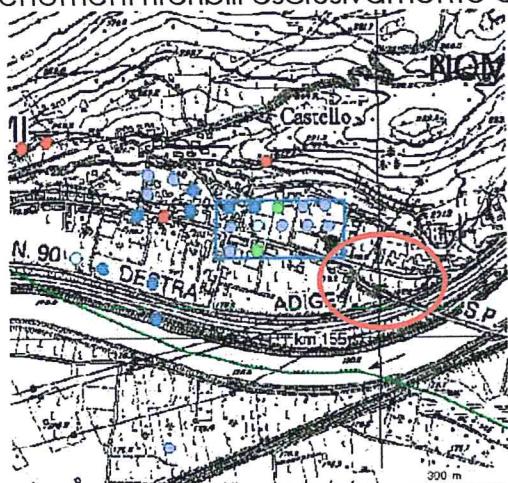
territorio comunale di Nomi) all'azione di trasporto ed accumulo del fiume Adige.

Processi morfogenetici in atto

L'area di progetto corrispondente al macereto di frana si presenta stabilizzata e priva di fenomeni evolutivi di qualsiasi tipo.

Per verificare le considerazioni sulla stabilità generale dell'area dettate dall'analisi di campagna, si è consultato l'"**Archivio storico degli Eventi Calamitosi**" del **Progetto ARCA** (raccoglie gli episodi registrati nella Provincia di Trento estratti da fonti storiche e archivistiche, fino al 31.12.2005) dove sono segnalati gli eventi avvenuti nell'area.

Di seguito ne viene riportato un estratto: si osservi come siano evidenziati fenomeni riferibili esclusivamente a incendi boschivi.



I dati confermano che il sito in oggetto non presenta indizi di instabilità geomorfologica né potenziale né in atto.

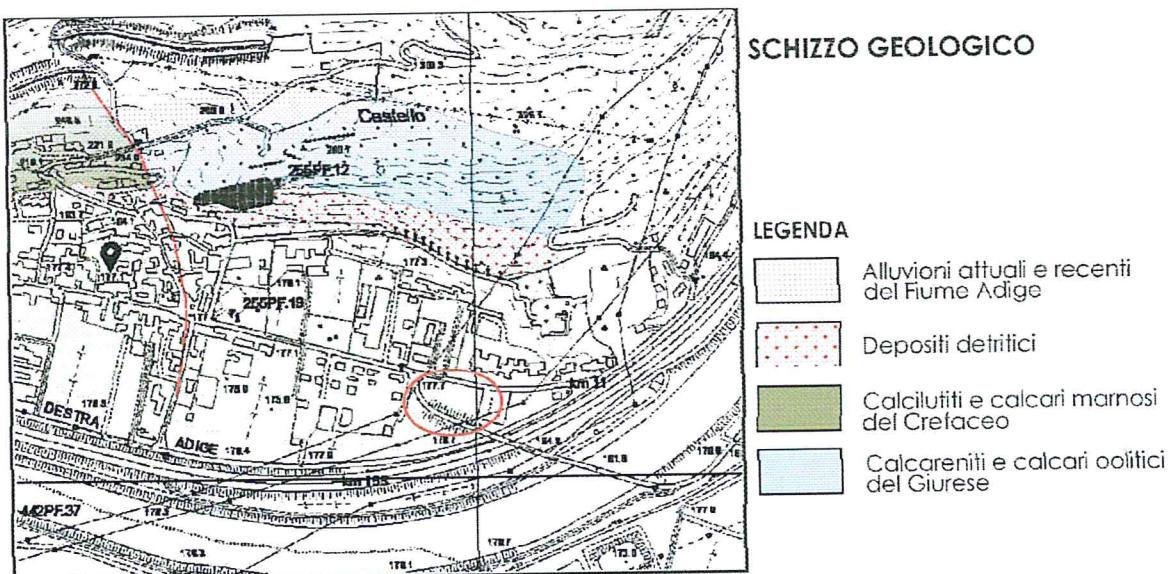
Non si ritiene quindi che i nuovi edifici possano modificare l'assetto geologico e l'equilibrio geomorfologico attuali.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO E CONDIZIONI TETTONICO-STRUTTURALI GENERALI

Da un punto di vista geologico generale (vedi Schizzo Geologico della Zona tra l'Adige e il Sarca a Sud del Bondone a cura di A.Castellarin alla scala 1:25.000) l'intera area presenta un pronunciato stile a faglie e pieghe con prevalenti allineamenti delle strutture secondo il sistema giudicariense (NNE-SSW): in particolare il sito in oggetto si caratterizza per la presenza, al margine Sud, di una piega, la Sinclinale di Pomarolo, che presenta al nucleo formazioni eoceniche appartenenti alle calcareniti organogene del Luteziano. Nella sua parte meridionale la struttura risulta dislocata da una linea trascorrente sinistra appartenente al fascio scledense di direzione NW-SE.

La situazione geologico-stratigrafica può essere schematicamente riassunta nel modo seguente:

- alluvioni antiche e recenti del fiume Adige: sono costituite da alternanza di depositi grossolani (ghiaie e ciottoli) e depositi più fini (sabbie medie) ricollegabili alla dinamica deposizionale dei corsi d'acqua allo stato evoluto (corso a meandri);
- depositi detritici: si tratta di depositi sciolti a granulometria grossolana caratterizzati da omogeneità litologica (stessa area di provenienza) e da un elevato grado di spigolosità, indice del limitato percorso effettuato; vedono la loro origine nella lenta alterazione e disaggregazione, per opera degli agenti atmosferici, delle formazioni affioranti nelle immediate vicinanze. I materiali detritici affiorano in prevalenza ai piedi delle pareti rocciose a monte del paese di Nomi;
- depositi morenici con subordinato detrito: sono materiali sciolti abbandonati dalla lingua glaciale atesina durante l'ultima glaciazione wurmiana. Sono costituiti da ciottoli e ghiaie eterogenee litologicamente, eterometriche, arrotondate o subarrotondate con sabbie immerse in una matrice fine di natura limo-argillosa.
- calcilutiti e calcari marnosi del Cretaceo (Biancone e Scaglia Rossa): si tratta di calcari fittamente stratificati in banchi da decimetrici a centimetrici caratterizzati da un contenuto argilloso variabile testimonianza di un ambiente di sedimentazione di tipo pelagico. Localmente e in corrispondenza delle dislocazioni tettoniche la roccia si presenta cataclasata e milonitizzata.



Dal punto di vista stratigrafico e sedimentologico quindi i depositi del sito esaminato riflettono i caratteri tipici dell'ambiente alluvionale (modello geologico) con presenza di livelli sabbioso-limosi alternati a ghiaie e sabbie. Considerata tuttavia la storia recente del sito (realizzazione di nuove infrastrutture stradali) non sono da escludere porzioni anche rilevanti in spessore di materiale antropico di riporto.

CONDIZIONI IDROLOGICHE E IDROGEOLOGICHE GENERALI

In generale la valle dell'Adige si caratterizza per la presenza di due strutture idrogeologiche distinte:

1. la prima legata alla serie carbonatica terziaria e mesozoica: le formazioni rocciose, affioranti o subaffioranti lungo il fianco vallivo destro, presentano una permeabilità secondaria dovuta principalmente agli eventi tettonici susseguiti l'orogenesi alpina. La fitta rete di fessurazioni e i contatti tettonici influenzano direttamente la circolazione sotterranea creando strutture a trappola e facilitando l'infiltrazione nel sottosuolo
2. la seconda rappresentata dai materiali del fondovalle (conoidi di deiezione e pianura alluvionale del fiume Adige) che presentano un grado di permeabilità primaria eterogenea, funzione delle componenti granulometriche e del grado di addensamento.

Il gran numero di perforazioni eseguite all'interno della piana fluviale ha evidenziato che la massa dei depositi alluvionali costituisce un complesso sistema multifalda alimentato sia dagli apporti montani che dalle acque del fiume Adige stesso.

In particolare nell'area in oggetto **la prima falda freatica** si ubica nei materiali scolti frutto delle alternanze e/o commistione dei depositi alluvionali dell'Adige con i prodotti detritici derivanti dal disfacimento delle pareti rocciose sovrastanti il sito: questa risulta influenzata dalle oscillazioni dell'Adige a seguito soprattutto delle condizioni metereologiche (venendo alimentata dal fiume stesso quando questi è in piena e alimentandolo in occasione dei periodi di magra). In queste zone di raccordo la falda freatica superficiale coincide, per le fasce prossime al fiume, con quella dell'Adige stesso, oscillando intorno alla quota **173 – 174 m.s.l.m.**

Tale livello è confermato dai risultati di un sondaggio profondo (dato pubblicato nel Data Base del Sevizio geologico della PAT - ID sondaggio 2305 eseguito per i lavori di ampliamento della Parrocchia) posto nelle immediate vicinanze del sito in oggetto: la falda freatica è stata rinvenuta a – 1.7 m dal piano di campagna ubicato alla quota media di 176 m slm.

Considerato che

1. la quota media dell'area in esame varia da 176.1 m sul l.m.m (porzione occidentale) a 176.6 m slm (porzione orientale);
2. il range di oscillazione della falda superficiale rilevato nella piana alluvionale va da 172 mslm a m 176 mslm dal p.c.;
3. all'interno dei sondaggi esplorativi eseguiti per il presente studio, visionati il 3 dicembre 2018, e spinti fino a – 3.80 m dal p.c. quindi fino a una quota assoluta tra 172 e 173 m slm non è stata rinvenuta falda e/o umidità diffusa lungo le pareti o sul fondo foro. Da sottolineare che i sondaggi sono rimasti aperti per circa tre giorni e che sono stati realizzati il giorno 1 dicembre 2018 pochi giorni dopo l'alluvione del novembre 2018;
4. il piano di campagna del lotto in esame è confrontabile con quella del sondaggio n. 2305 riportato precedentemente che riporta una profondità di falda – 1.7 m dal p.c.;

si conferma e si evidenzia che la falda subisce forti oscillazioni e che in coincidenza con eventi meteorologici importanti la falda potrebbe interessare il futuro piano di fondazione.

Naturalmente se il progetto, a causa della situazione deppressa dal punto di vista topografico delle pp.ff. 270/16 e 270/43, prevederà opere di colmata con relativi innalzamenti del piano di campagna fino alla quota della strada comunale (come riportato dalla tavola di progetto 178.45 mslm e quindi 2.5 m di spessore di materiale di posa) sarà scongiurato da un lato il pericolo di intercettazione della falda anche in momenti meteorologici sfavorevoli dall'altro si eviteranno problemi per quanto riguarda di smaltimento nel sottosuolo delle acque raccolte dalle superfici impermeabilizzate.

A questo proposito non sono state fornite alla scrivente (perché non prodotte per il piano di lottizzazione) le sezioni di raffronto e pertanto le soluzioni sia per quanto riguarda gli scavi che per quanto riguarda lo smaltimento delle acque nel sottosuolo, in particolare per quanto riguarda le rampe di accesso all'interrato) possono soltanto essere ipotizzate.

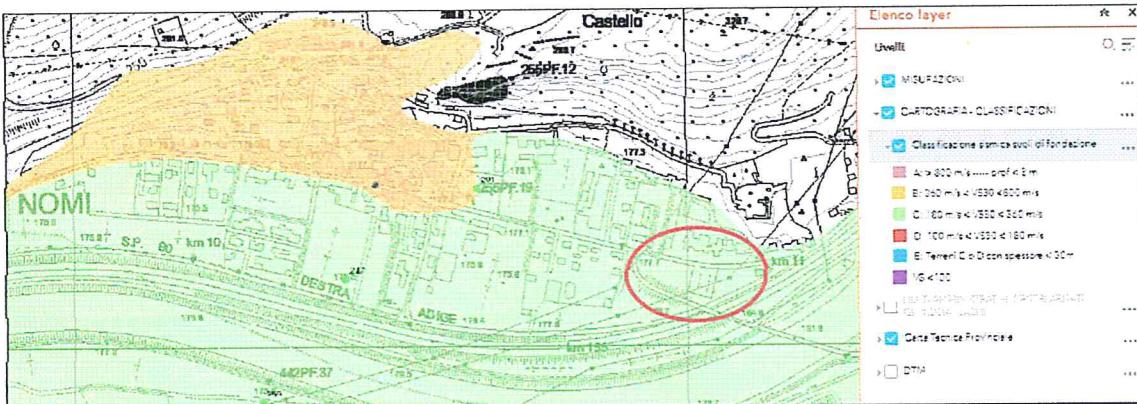
MODELLOZIONE SISMICA

Consultando il database PAT degli eventi sismici del Trentino (dall'anno 200 a fine 2011) e i cataloghi parametrico e macrosismico (quest'ultimo relativo ai terremoti che hanno superato la soglia di danno) redatti da INGV, l'insieme dei dati disponibili evidenzia per la zona una sismicità

caratterizzata per lo più da eventi di magnitudo inferiore a 3. Sono però documentati e attesi anche eventi di magnitudo maggiore, dell'ordine di 5. Al contempo i dati macrosismici mostrano come in passato abbiano determinato risentimenti e danni in Vallagarina anche terremoti intensi, avvenuti a decine di chilometri di distanza, ben al di fuori della valle dell'Adige (es. terremoto del Pasubio, 1989; terremoto del Garda 1989; terremoto del Friuli, 1976; etc.). In generale la storia sismica di Rovereto e dintorni, in base al catalogo macrosismico INGV (DBMI15, <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>), consta di ben 56 eventi che hanno determinato risentimenti, ma solo 4 hanno marcatamente superato la soglia di danno.

L'Ordinanza 3274 del 20/03/03 del Presidente del Consiglio dei Ministri ha introdotto la nuova Normativa tecnica in materia di progettazione antisismica. Quest'Ordinanza è stata recepita dal vigente D.M. del 14 gennaio 2008 (revisione generale delle NTC). Il territorio nazionale è stato suddiviso in 4 zone sismiche caratterizzate da valori crescenti di accelerazione orizzontale sismica massima attesi al suolo. Inoltre sono state introdotte 7 categorie di suolo di fondazione che influiscono sul calcolo dello spettro di risposta elastico che descrive l'accelerazione sismica di progetto. Le categorie sono distinte sulla base del parametro V_{S30} (che rappresenta la velocità media di propagazione delle onde S entro 30 m di profondità al di sotto del piano di fondazione) o in alternativa del valore di N_{SPT} (per terreni granulari) o c_u (per terreni coesivi). Nelle NTC 2008, a differenza di quanto accadeva per le NTC 2005, non ci si limita più alla sola valutazione della zona di appartenenza ma si passa – sempre nota la categoria di terreno – ad un sistema sito dipendente, introducendo i parametri sismici (a_g ; F_o e T_c) associati ai punti reticolari (ben 10.751) della Carta di Pericolosità sismica redatta dall'INGV. Se il sito in esame non corrisponde a uno di questi punti, i suoi valori caratteristici sono ricavati considerando i 4 punti reticolari più vicini. I valori così ottenuti sono inerenti alle condizioni di sito di riferimento (suolo rigido orizzontale), e quindi vanno di volta in volta adeguati in base alle caratteristiche locali (stratigrafiche e topografiche).

Come dato di partenza per la definizione della categoria di suolo dell'area in esame, è stata consultata la Carta Sismica dei Suoli costruita dal Servizio Geologico della Provincia di Trento.



Estratto dalla Carta delle caratteristiche sismiche dei Suoli (PAT)

Come evidenziato dall'estratto cartografico della Carta Sismica dei suoli aggiornata al luglio 2017 il sito in oggetto rientra nella "Categoria C".

- Tale dato è confermato dai risultati di sondaggi meccanici profondi disponibili nel DATA BASE del Servizio geologico della PAT ed eseguiti a ridosso delle particelle oggetto (vedere ID 2304,02305 e 1758).

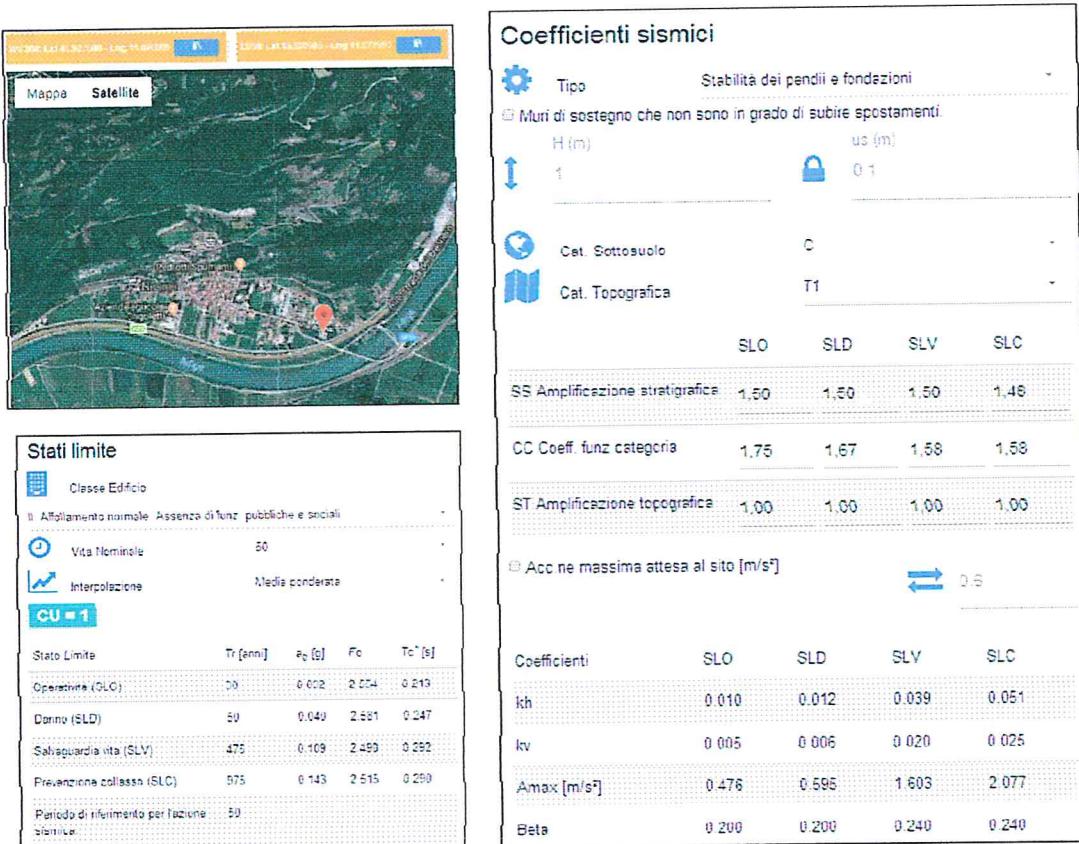
In base a quanto finora descritto, la valutazione complessiva delle conoscenze geologiche e sedimentologiche dell'area (compresi i dati da sondaggi effettuati all'interno dell'area Manifattura), porta a confermare la classificazione fornita nella Carta Sismica dei Suoli e quindi a considerare come rappresentativa per l'area di intervento la **Categoria C**.

Per ricavare i parametri sismici di sito ci sono altri parametri da considerare oltre alla categoria di sottosuolo, e con essi calcolare i coefficienti sismici:

- la condizione topografica: si ritiene rappresentativa la **Categoria topografica T1** (Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$) e, per il relativo **coefficiente di amplificazione topografica S_T** , il valore di **1.0**.

- il tipo di costruzione (cui sono associati la Vita utile nominale, la Classe d'uso col Coefficiente d'uso e la Vita di riferimento, V_R): **è cura del progettista la sua definizione**.

Si riportano infine a titolo di esempio, i parametri sismici per il sito di progetto (ottenuti con software dedicato della Geostru) considerando cautelativamente una classe II (Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali), una vita nominale di 50 anni, e categoria sismica C.



RIUTILIZZO DEI MATERIALI DERIVANTI DALLE OPERAZIONI DI SCAVO

La Norme, in materia di riutilizzo dei materiali derivanti dalle operazioni di scavo, sono contenute nel D.Lgs 152/2006 e ss.mm, nel D.M. 161/2012 e nell' Art. 41 del D.L 69/2013 (vedere legge n. 98 del 9 agosto 2013). Si ricorda infine che il D.P.R. n. 120 del 13 giugno 2017 entrato in vigore il 22 agosto 2017 prevede che il "produttore" debba attestare la sussistenza dei requisiti per la gestione come sottoprodotto dei materiali scavati mediante la presentazione del modulo riportato nell'Allegato 6 al DPR stesso, al comune del luogo di produzione e all'Agenzia di protezione ambientale competente per territorio, almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori di scavo (art. 21). Lo stesso termine deve essere rispettato nel caso di modifiche sostanziali indicate all'art. 15, comma 2.

Applicando la Normativa:

- i materiali di scavo allo stato naturale potranno essere riutilizzati in situ per le operazioni di regolarizzazione e ripristino del terreno. Tale operazione è consentita dalle norme vigenti in caso di materiale allo

- stato naturale (sciolti e lapideo) scavato nel corso dell'attività di costruzione e riutilizzato allo stato naturale nello stesso sito;
- i materiali di riporto eventualmente movimentati andranno verificati mediante test di cessione prima della eventuale ricollocazione;
 - macerie e rifiuti andranno gestiti e smaltiti secondo la normativa specifica;
 - se in corso d'opera fossero rinvenute situazioni di contaminazione (anche solo sospetta) si dovrà procedere come stabilito dal Titolo 5 del D.Lgs. 152/2006 (bonifica dei siti contaminati).

SMALTIMENTO ACQUE BIANCHE RACCOLTE DALLE COPERTURE IMPERMEABILIZZATE

CLASSIFICAZIONE IDROGEOLOGICA DELL'AREA

Come evidenziato dalla Carta delle Risorse Idriche riportato precedentemente, il sito di progetto rientra parzialmente (Ambito B) in area di Rispetto Idrogeologico e parzialmente in area di Protezione Idrogeologica. Di seguito è riportato un estratto della Carta delle Risorse idriche con la misura (indicativa non essendo indicati esattamente i confini e pertanto da verificare da parte della DL) dell'area di protezione all'interno della quale è possibile la dispersione delle acque raccolte da strade e pavimentazioni (previa depurazione vista la vicinanza con il limite dell'area di rispetto).

Pertanto potranno essere disperse nel sottosuolo senza limitazioni le sole acque raccolte dai tetti (che vengono considerate prove di inquinanti). Per quanto riguarda invece le acque raccolte dalle pavimentazioni carrabili (arie di sosta e manovra dei veicoli e rampe di accesso all'interrato) gli impianti di dispersione delle acque potranno essere posizionati esclusivamente nella fascia di colore verde (zona di protezione idrogeologica indicativamente con estensione laterale indicativa di circa 50 m) e in ogni caso preceduti da sistemi di purificazione delle acque (disolelatori). In nessun caso sarà possibile disperdere acque di piazzali e strade all'interno della zona di rispetto individuata in cartografia dal colore azzurro.

Come soluzione alternativa, le acque di piazzali e strade potranno essere conferite nella rete comunale.



Si sottolinea che:

- nel sito esaminato, per confronto con misure di falda libera eseguite a quote comparabili con l'area di progetto, la falda freatica si assesta a quote comprese tra 173 e 174 m slm (quota del piano di campagna delle pp.ff. 270/16 e 270/43 mediamente 176 m slm). Sono in ogni caso da tenere in forte considerazione innalzamento della tavola fino a 176 m slm.;
- la zona, alla data della stesura della presente relazione, non risulta caratterizzata da fenomeni di instabilità potenziale o in atto;
- nella fase esecutiva dei lavori e prima dell'acquisto dei materiali per l'impianto di dispersione si prescrive:
 - il controllo, in corrispondenza dell'area individuata per la realizzazione del sistema disperdente, del valore di conducibilità (permeabilità). La permeabilità media dei materiali all'interno dei quali potrebbe avvenire la dispersione è di 1.0×10^{-4} m/sec, ma vista la storia sedimentologica dell'area non è da escludere la presenza di lenti limoso-argillose (impermeabili) che renderebbero impossibile qualsiasi tipo di dispersione nel sottosuolo;
 - la verifica del livello piezometrico all'interno di almeno uno dei pozzi agricoli presenti a confine delle particelle in esame.

Di seguito si prendono in considerazione le due possibilità di smaltimento delle acque bianche provenienti dalle superfici impermeabilizzate.

DISPERSONE NEL SOTTOSUOLO: CALCOLO DELLA PORTATA MASSIMA DI PIOGGIA

Un'indagine statistica sulle piogge intense nel Trentino effettuata dall'Azienda Speciale di Sistemazione Montana della P.A.T. (con elaborazione di dati dell'Ufficio idrografico del Magistero delle Acque di Venezia) stima, per la zona in esame (Zona 3) e per un periodo di ritorno di 100 anni, un'altezza di pioggia massima intorno ai 45 mm/h. Per il calcolo tuttavia si è fatto riferimento a piogge intense con intervallo di ritorno di 50 anni (sulla base dei dati pluviometrici forniti dai Tecnici dei Servizi Provinciali per l'area di Rovereto). Considerando che l'altezza delle piogge intense per un intervallo di 15 minuti (durata media degli scosci d'acqua violenti) risulta

$$h = \alpha t^n = 45 \times 0.25^{0.32} = 28.9 \text{ mm}$$

Tuttavia eventi meteorici violenti molto recenti indicano valori delle altezze di pioggia leggermente superiori, pari a 32 mm. Per ragioni di sicurezza si è deciso quindi di adottare il parametro più cautelativo (32 mm).

La portata massima per la superficie S considerata viene ricavata dalla formula

$$Q = \phi (S \times h) / (\Delta t \times 3600)$$

dove ϕ rappresenta il coefficiente di deflusso (0.9 per coperture e Δt l'intervallo di tempo considerato.

Considerando pertanto i due ambiti e le diverse superfici:

1. Ambito A

Tetti e pertinenze pedonali per 220 mq con coefficiente ϕ pari a 0.9	$Q_{CRIT} = 6.3 \text{ mc}/15 \text{ minuti}$
Rampa di accesso all'interrato per 100 mq con coefficiente ϕ pari a 0.85	$Q_{CRIT} = 2.7 \text{ mc}/15 \text{ minuti}$

2. Ambito B

Tetti e pertinenze pedonali per 400 mq con coefficiente ϕ pari a 0.9	$Q_{CRIT} = 11.5 \text{ mc}/15 \text{ minuti}$
Rampa di accesso all'interrato per 100 mq con coefficiente ϕ pari a 0.8	$Q_{CRIT} = 2.7 \text{ mc}/15 \text{ minuti}$

Per lo per lo smaltimento de potrà essere realizzato soltanto un sistema rappresentato da una trincea drenante o un volume drenante di profondità massima pari a 1.0 m. Sulla base della portata raccolta durante lo scroscio si potrà ricavare un volume (letto drenante) ad esempio a forma di trincea o di parallelepipedo, riempito di materiale arido grossolano. Il materiale di riempimento della struttura deve essere costituito da una ghiaia monogranulare ad elementi rotondeggianti **con un valore dell'indice dei vuoti pari al 30%**.

Nel caso specifico quindi e solo per quanto riguarda i tetti e le pertinenze pedonali pavimentate potranno essere realizzati:

1. Ambito A: una trincea drenante di volume minimo pari a 18 mc (ad esempio trincea drenante di larghezza pari a 1.5 m, profondità di 1.0 m e lunghezza totale pari a 12 m);

2. Ambito B : una trincea drenante di volume minimo pari a 33 mc (ad esempio trincea drenante di larghezza pari a 1.5 m, profondità di 1.0 m e lunghezza totale pari a 22 m).

Per quanto riguarda invece le rampe di accesso al garage (il progettista riferisce un piano di fondazione degli edifici alla quota assoluta di 173.50 m slm) visto il possibile innalzamento della falda freatica si sconsiglia la dispersione nel sottosuolo. Nell'eventualità in cui, per lavori di innalzamento del piano di campagna attuale, il piano di fondazione si alzasse di quota, si potrà realizzare a fondo rampa una trincea di larghezza pari alla rampa stessa (circa 5 m) larga 1.5 m e profonda 1.0 m. In questa eventualità, visto il limite tra area di rispetto idrogeologico e area di protezione idrogeologica, entrambe le rampe dovranno necessariamente essere ubicate all'interno della zona di protezione. Si consiglia inoltre cautelativamente il posizionamento, a monte dell'apparato drenante di fine rampa, di un sistema di purificazione delle acque (ad esempio un de oliatore).

Si ritiene tuttavia, per quanto riguarda le acque delle rampe di accesso all'interrato, che la soluzione più cautelativa sia il conferimento in rete.

Tutte le soluzioni prospettate andranno necessariamente rivalutate, riviste ed eventualmente corrette una volta a disposizione le sezioni di raffronto indicanti il piano di campagna attuale e di progetto.

SMALTIMENTO DELLE ACQUE NERE

Le acque nere saranno conferite nella rete fognaria.

RELAZIONE GEOTECNICA

SULLE INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA DEL SITO (CONTIENE LE VERIFICHE GEOTECNICHE DEL PROGETTO DEFINITIVO)

La relazione geotecnica fa diretto riferimento alle considerazioni riportate nella relazione geologica.

RICOSTRUZIONE DELLE CONDIZIONI LITOLOGICHE DI DETTAGLIO

Le condizioni litostratigrafiche di dettaglio sono state indagate, oltre che in alcune sezioni naturali visibili nelle vicinanze del sito, tramite due sondaggi meccanici eseguiti con escavatore e spinti ad una profondità media di 3.8 m dal piano di campagna attuale.

L'ubicazione delle prove effettuate è indicata nella planimetria allegata a lato, mentre i risultati dell'analisi speditiva vengono di seguito riassunti.

Sondaggio S1



Sondaggio S1

da 0.00 m a 0.50 m dal p.c.: materiale humifero

da 0.50 m a 3.70 m dal p.c.: materiale asciutto costituito da sabbie e sabbie limose con subordinate (circa 20%) di ghiaie eterometriche (max 5 – 7 cm di diametro) ed eterogenee. Non si è evidenziata lungo né lungo le pareti di scavo, che si mantengono verticali, né sul fondo presenza di umidità concentrata e/o diffusa.
La pareti si mantengono verticali.

Sondaggio S2

da 0.00 m a 0.50 m dal p.c.: materiale humifero

da 0.50 m a 3.80 m dal p.c.: materiale asciutto costituito da sabbie e sabbie limose con subordinate (circa 20%) di ghiaie eterometriche (max 5 – 7 cm di diametro) ed eterogenee.
Non si è evidenziata lungo né lungo le pareti di scavo, che si mantengono verticali, né sul fondo presenza di umidità concentrata e/o diffusa.
Le pareti si mantengono verticali.

I parametri geotecnici dei futuri materiali di sedime

1. **coesione c pari a 0.0 (cautelativo per capacità portante) – 0.5 t/mq**
2. **angolo di attrito ϕ compreso tra 28° e 30°**
3. **peso di volume γ pari a 1.7 t/mc**

sono stati ricavati dalle osservazioni di campagna (Metodo di CHEN per materiali incoerenti) e dal confronto con le elaborazioni dei risultati di prove indirette SPT eseguite all'interno del macereto di frana su materiali dalle caratteristiche litologiche e granulometriche analoghe a quelli dei terreni in oggetto.

CAPACITA' PORTANTE STATICHE DEL TERRENO

Si sottolinea che il carico di rottura non è un valore caratteristico del terreno, ma deriva dalle proprietà geotecniche e geomeccaniche dello stesso in funzione delle fondazioni in progetto e/o esistenti e delle modalità esecutive. A questo proposito i calcoli preliminari eseguiti di seguito si riferiscono a fondazioni superficiali a nastro e seguono le indicazioni delle NTC08. I valori di pressione ultima (q_u) sono stati calcolati applicando la formula tradizionale di Terzaghi-Meyerhof, con fattori adimensionali suggeriti da Brinch-Hansen, senza apportare correzioni per l'azione sismica (analisi statica) e considerando per i parametri geotecnici i coefficienti parziali relativi all'approccio 1 combinazione M2. Infine non è stato applicato alcun coefficiente parziale γ_R alla resistenza ultima, R, che viene qui fornita a titolo indicativo per il caso di una fondazione tipo. Questa resistenza, R, non rappresenta quindi la resistenza ultima di progetto R_d .

Sarà dunque cura del progettista, alla luce delle scelte progettuali esecutive e delle verifiche sulle fondazioni, usare gli opportuni coefficienti parziali e calcolare la resistenza ultima di progetto R_d e confrontarla coi carichi di progetto.

I parametri geotecnici per quanto riguarda la combinazione M2 risultano pertanto la seguente:

1. coesione c pari a 0 KN/m² (cautelativo per capacità portante)
2. angolo di attrito ϕ di 23° - 25°
3. peso di volume γ pari a 1.7 KN/m³

Per questioni legate al possibile innalzamento della falda freatica si consiglia la realizzazione di una platea che dovrà essere opportunamente impermeabilizzata. I calcoli, assolutamente indicativi, forniscono per fondazioni a platea (B= 10 m, L=20 m; D=0.8m) valori massimi mediati di carico limite compresi cautelativamente tra 300 KN/m² e 450 Kg/cm² KN/m²

Risulta infine importante sottolineare nuovamente che il calcolo completo della capacità portante e della resistenza opposta dal terreno dipende direttamente dalle scelte progettuali di dimensionamento e realizzazione dell'opera. Lo studio si è dunque limitato a considerare – staticamente - il caso di una fondazione tipo superficiale, in condizioni drenate e senza carichi eccentrici.

Si sottolinea infine che in sede esecutiva sarà indispensabile:

- a. verificare l'omogeneità e la natura del piano di appoggio delle fondazioni;

b. ricalcolare il valore della resistenza opposta dal terreno poiché questo dipende direttamente dalle scelte progettuali di dimensionamento e realizzazione dell'opera. Lo studio si è dunque limitato a considerare – staticamente - il caso di una fondazione tipo superficiale, in condizioni drenate, senza carichi eccentrici.

PRESCRIZIONI E RACCOMANDAZIONI

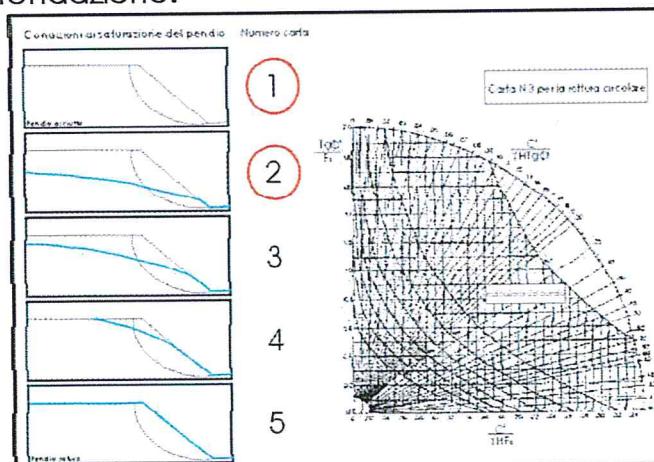
I progetto, su un'area stabile e dalle buone caratteristiche geotecniche, Vengono di seguito riassunti i principali punti che dovranno essere tenuti in considerazione dalla DL al fine di garantire la stabilità delle nuove opere.

FRONTI DI SCAVO E LORO PENDENZA

Come già descritto nei paragrafi precedenti, per la realizzazione dei nuovi volumi si ipotizzano sbancamenti massimi compresi di 2.5 m – 3.0 m dal p.c attuale. E' stata infatti riferita come quota di posa delle fondazione 173.5 m slm.

Al fine quindi di stabilire le condizioni di sicurezza minime del cantiere durante la fase esecutiva (condizioni a breve termine), vista anche la presenza di infrastrutture viarie a confine, si è calcolato l'angolo di profilatura β da assegnare agli scavi.

I calcoli sono stati effettuati cercando di approssimare al meglio la situazione reale utilizzando come parametri geotecnici (a favore della sicurezza) quelli riportati nel capitolo precedente e riferiti al livello di fondazione.



M2

- 1.coesione c pari a 0.4 t/m²
- 2.angolo di attrito ϕ di 23° - 25°
- 3.peso di volume γ pari a 1.7 KN/m³

Applicando quindi il diagramma di HOECK & BRAY (**Carte di Stabilità di HOECK & BRAY - 1981**) riportato di seguito per un pendio caratterizzato da

assenza di filtrazione e filtrazione di base (CARTA N1 e N.2) si ricava l'angolo di profilatura degli scavi a breve termine.

Facendo riferimento ai parametri fisico-meccanici precedentemente individuati, per un'altezza di scavo $H = 3\text{m}$ e per condizioni di filtrazione pari a zero (**condizioni del caso N.1**) si ricava un **angolo di profilatura** $\beta \cong 45^\circ$.

Invece per condizioni del **caso N.2 (filtrazione alla base dello scavo)** si ricava un **angolo** β di 40° .

Vista la delicatezza dell'area fortemente urbanizzata e a confine con strutture viarie si prescrive, per i fronti sud di scavo (quelli a confine con la strada in rilevato che porta all'abitato di Calliano), di eseguire gli sbancamenti in conci separati di larghezza massima pari a 5.0 m.

In linea generale si ribadisce che:

- gli scavi, da eseguire possibilmente in un periodo poco piovoso, dovranno essere protetti con teli in caso di mal tempo onde evitare dilavamento e asporto di materiale;
- durante le operazioni di scavo, andrà evitato il passaggio, lungo i bordi superiori dello scavo, di mezzi o carichi pesanti. Al contempo sarà bene evitare, in fase esecutiva, il contemporaneo sovraccarico della sommità della scarpata e l'accesso alle zone sottostanti.
- si ricorda che le NTC08 (aggiornamento NTC18) prescrivono: "Per scavi in trincea a fronte verticale di altezza superiore ai 2 m, nei quali sia prevista la permanenza di operai, e per scavi che ricadano in prossimità di manufatti esistenti, deve essere prevista una armatura di sostegno delle pareti di scavo".

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI MATERIALI: le ottime caratteristiche geotecniche dei materiali sciolti granulari grossolani rinvenuti all'interno dei sondaggi garantiscono buoni valori di capacità portante in termini assoluti; ciò nonostante nella fase esecutiva, data l'estensione laterale dell'area di intervento, dovrà essere verificata l'omogeneità del piano di appoggio;

RIPPABILITÀ DEI MATERIALI: il materiale sciolto rinvenuto all'interno dei sondaggi potrà essere rimosso mediante escavatore. Non è tuttavia da escludere, proprio per l'origine e la natura del deposito di frana, la presenza di elementi di grandi dimensioni (massi ciclopici) che dovranno necessariamente essere demoliti in loco;

VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA: è doveroso segnalare come elemento di criticità le condizioni idrogeologiche (zona di rispetto e protezione) caratteristica questa che determina una spiccata

vulnerabilità in caso di spandimenti durante la fase esecutiva delle opere;

VERIFICHE: si ribadisce l'importanza della verifica, da parte della scrivente, delle condizioni al contorno e dei parametri di progetto sia nel momento della definizione precisa di altezze di scavo ed eventuali riporti (con conseguente modifica del piano di posa delle fondazioni e degli apparati disperdenti) che all'inizio dei lavori di scavo, al fine di appurare la rispondenza fra ipotesi di progetto e situazione reale.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Quanto sopra esposto si può sintetizzare nelle seguenti considerazioni finali:

1. le Relazioni Geologica e Geotecnica contengono i risultati delle indagini e la discussione delle tematiche geologiche, geotecniche e idrogeologiche da affrontare per la corretta esecuzione dei lavori;
2. non si ritiene che la realizzazione delle opere possa alterare l'equilibrio geologico, geomorfologico e idrogeologico dell'area esaminata, purché siano rispettate le indicazioni e le prescrizioni riportate in tutti i paragrafi delle relazioni geologica e geotecnica;
3. Si ricorda infine che il presente elaborato è redatto in ottemperanza ai contenuti del D.M. 17 gennaio 2018 (Aggiornamento Norme tecniche per le Costruzioni) e, se necessario dopo la verifica a inizio lavori delle condizioni al contorno e dei parametri di progetto, dovrà essere integrato. A questo proposito si ribadisce che dovrà essere cura del progettista e del direttore lavori comunicare alla scrivente la data dell'inizio dei lavori di scavo al fine di verificare la rispondenza fra ipotesi di progetto e situazione reale.

Rovereto, 19 dicembre 2018

