



PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
COMUNE DI CASTELLO – MOLINA DI FIEMME



COMMITTENTE: Trentino Sviluppo S.p.a.

PROGETTO: PIANO DI ATTUAZIONE RUAIA 2022 DELLA ZONA PRODUTTIVA DEL SETTORE SECONDARIO DI NUOVO IMPIANTO DI LIVELLO PROVINCIALE IN LOC. “PIANA RUAIA” NEL C.C. CASTELLO DI FIEMME PER CONTO DEL COMUNE DI CASTELLO – MOLINA DI FIEMME

RELAZIONE GEOLOGICA

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

RELAZIONE GEOTECNICA

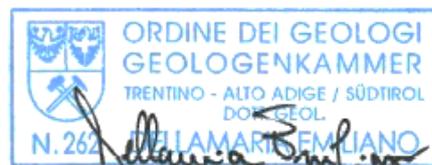
SULLE INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA DEL SITO

RELAZIONE TECNICA DI COMPATIBILITA'

ART. 14 E 18 L.P. N. 5 del 2008, ART. 22 E 31 L.P. N. 15 del 2015,
ALLEGATO C D.G.P. N. 1317 DEL 04/09/2020 (AGGIORNAMENTO D.G.P. N. 379 DEL 18/03/2022)

Sant'Orsola Terme (TN), febbraio 2023

Dott.Geol. Emiliano Dellamaria



Geologo Emiliano Dellamaria

Geologia, idrogeologia, geotecnica, lavori in parete, esplosivi, rilievi con drone.

Località Agnoletti nr 15/A, 38050 Sant'Orsola Terme (TN)

C.F. DLLMLN81L11B006P - P.IVA: 02286430224

Cell.: 348-3642825; E-mail: emiliano.dellamaria@gmail.com; .P.E.C.: e.dellamaria@geotaspec.it

www.geologodellamaria.it

INDICE

RELAZIONE GEOLOGICA.....	3
1 PREMESSA.....	3
1.1 Normative e raccomandazioni di riferimento.....	4
2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA E LOCALIZZAZIONE INTERVENTI.....	5
3. PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO.....	6
3.1 Piano Urbanistico Provinciale (P.U.P.).....	6
3.1.1 Carta di Sintesi della Pericolosità.....	6
3.1.2 Carta delle Risorse Idriche.....	8
4 GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA.....	8
4.1 Caratteri geologici e strutturali generali.....	8
4.2 Caratteri geomorfologici.....	10
4.3 Caratteri idrogeologici.....	11
5. INDAGINI ESISTENTI.....	12
5.1 Indagine diretta 2008: pozzetti geognostici.....	12
5.2 Indagine diretta 2012: sondaggi geognostici a carotaggio continuo.....	14
5.3 Indagine diretta. Misure piezometriche.....	16
5.4 Analisi di laboratorio campagna 2008.....	17
5.4.1 Analisi granulometrica.....	17
5.4.2 Limiti di Atterberg.....	17
5.4.3 Prova di taglio diretto.....	17
5.5 Analisi di laboratorio campagna 2012.....	18
5.5.1 Analisi granulometrica.....	18
5.5.2 Limiti di Atterberg.....	18
5.5.3 Prova di taglio diretto.....	18
5.5.4 Prova di compressione semplice ed edometrica.....	19
5.6 Indagine indiretta 2008. Indagine geofisica.....	20
5.6.1 Indagine elettrica.....	20
5.6.2 Indagine ReMi.....	21
6 MODELLO GEOLOGICO.....	21
7 MODELLAZIONE SISMICA.....	22
8 GESTIONE TERRE E ROCCE DA SCAVO.....	24
9 CONCLUSIONI.....	25
RELAZIONE GEOTECNICA.....	27
1 PREMESSA.....	27
2 MODELLO GEOTECNICO.....	28

3 PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA.....	28
4 CALCOLO DI MASSIMA DEL CARICO LIMITE DEL TERRENO.	29
5 STABILITA' DEI FRONTI DI SCAVO.	39
6 SISTEMA DI DRENAGGIO A TERGO DEL MURO.	40
7 CONCLUSIONI.	41
RELAZIONE TECNICA DI COMPATIBILITA'	43
1 PREMESSA.....	43
2 COMPATIBILITÀ DELL'INTERVENTO AI SENSI DEL PUP.	44
2.1 Affidabilità del modello geologico-geomeccanico.	48
3 CONCLUSIONI.	49
ALLEGATO I: estratto tavole progettuali.	51

PIANO DI ATTUAZIONE RUAIA 2022 DELLA ZONA PRODUTTIVA DEL SETTORE SECONDARIO DI NUOVO IMPIANTO DI LIVELLO PROVINCIALE IN LOC. "PIANA RUAIA" NEL C.C. CASTELLO DI FIEMME PER CONTO DEL COMUNE DI CASTELLO – MOLINA DI FIEMME

RELAZIONE GEOLOGICA.

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

1 PREMESSA.

Su incarico e per conto di Trentino Sviluppo S.p.a., si redige la seguente relazione geologica a supporto del progetto "Piano di attuazione Ruaia 2022 della zona produttiva del settore secondario di nuovo impianto di livello provinciale in Loc. "Piana Ruaia" nel C.C. Castello di Fiemme per conto del Comune di Castello – Molina di Fiemme.

Il progetto prevede una parziale variazione a quanto già realizzato come urbanizzazione della zona e nello specifico nello spostamento verso monte, di una cinquantina di metri circa, del tratto orientale della viabilità interna denominata "Tronco A" e conseguente unione dei settori orientali dei *lotti A e B* in un unico lotto denominato *lotto A* (vedasi estratti tavole progettuali in ALLEGATO I)

La presente relazione fa seguito ed aggiorna i precedenti lavori effettuati nel 2008 e 2012/2013, dal collega dott. geol. Nardin, sempre per il *progetto per la realizzazione delle opere di urbanizzazione della zona produttiva del settore secondario di nuovo impianto di livello provinciale in Loc. "Piana Ruaia"*.

I precedenti studi geologici sono stati condotti sulla base di rilievi di tipo geologico e geomorfologico e di indagini dirette ed indirette condotte sull'intero areale.

Tali indagini si ritengono tutt'ora sufficienti ed esaustive per la definizione delle caratteristiche stratigrafiche ed idrogeologiche dell'area in esame, anche alla luce delle minime modifiche previste nella presente variante progettuale.

Nello specifico le indagini condotte nell'area sono le seguenti:

- Indagini dirette:
 - esecuzione di 5 pozzetti geognostici con profondità comprese fra i 4,0 ed i 4,5 m con installazione di tubo piezometrico e misure piezometriche (2008).
 - Esecuzione di 3 sondaggi geognostici a rotazione a carotaggio continuo spinti alla profondità massima di 20.00 metri da p.c. con l'esecuzione di prove SPT in foro nei primi 6 m di profondità ed installazione di piezometri a tubo aperto (2012).
- Indagini indirette:

Esecuzione di una campagna di indagini geofisiche consistita in (2008):

 - 2 profili elettrici della lunghezza di 170 m e 260 m.
 - 5 profili Re.Mi.
 - 1 Test di Nakamura
- prove di laboratorio geotecnico:
 - Analisi granulometriche, limiti di Atterberg e prova di taglio diretto su 5 campioni raccolti nei pozzetti P2, P3 e P4 su campioni rimaneggiati (2008)
 - Analisi granulometriche, limiti di Atterberg, prova di taglio diretto, compressione semplice ed edometria su 4 campioni raccolti nei sondaggi S1 ed S2 (2012).

Il presente studio è finalizzato a definire le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche della zona, al fine di valutare la propensione del territorio a sostenere la variante in progetto, in rapporto alle potenziali interazioni prodotte dalla stessa.

In ottemperanza alla normativa vigente è stato effettuato un rilevamento geologico–geomorfologico supportato da un’analisi dei dati bibliografici disponibili, al fine della definizione delle caratteristiche litostratigrafiche e idrogeologiche dei terreni presenti in sito

I sopralluoghi lungo l’area e la stesura del presente rapporto sono stati effettuati dal Dott. geol. Emiliano Dellamaria, nel mese di febbraio 2023.

1.1 Normative e raccomandazioni di riferimento.

Normativa nazionale.

- Associazione Geotecnica Italiana (1977), “Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche”;
- Decreto Ministeriale LL.PP. 11 marzo 1988, “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”;
- Ordinanza n. 3274 del Presidente del Consiglio dei Ministri del 20 marzo 2003;
- Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 “Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni” (raccoglie in forma unitaria e aggiornata le norme che disciplinano la progettazione, l’esecuzione ed il collaudo delle costruzioni secondo un’impostazione coerente con gli Eurocodici e con la valutazione della pericolosità sismica per tutto il territorio nazionale secondo l’O.P.C.M. n.3274/2003).
- Circolare 21 gennaio 2019, n.7 C.S.LL.PP., Istruzioni per l’applicazione dell’“Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 17 gennaio 2018.
- D.P.R. del 13 giugno 2017 n.120, “Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell’articolo 8 del Decreto Legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla Legge 11 novembre 2014, n. 164”

Normativa provinciale:

- Delibera Giunta Provinciale 04 settembre 2020, n. 1317, entrata in vigore Carta di Sintesi della Pericolosità e relative norme di attuazione;
- Ordine degli ingegneri delle Province Autonome di Trento e di Bolzano, Ordine dei Geologi della Regione Trentino – Alto Adige, 8 novembre 2010, “Direttive per la redazione delle relazioni geologiche, geotecniche e sismiche ai sensi delle NTC/2008 e della normativa nazionale e provinciale collegata”.
- Decreto del Presidente 11 maggio 2015, n. 9-84/Leg – Emanazione del regolamento recante “Regolamento di attuazione della legge provinciale 10 settembre 1993, n. 26 concernente “Norme in materia di lavori pubblici di interesse provinciale e per la trasparenza negli appalti””;
- Legge Provinciale 4 agosto 2015, n.15 – “Legge provinciale per il governo del territorio”.
- Art. 17 del D.P.G.P. 26-1-1997 “Approvazione del testo unico delle leggi provinciali in materia di tutela dell’ambiente dagli inquinamenti” e successive modifiche).

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA E LOCALIZZAZIONE INTERVENTI.

L'area in oggetto si trova al limite orientale dell'abitato di Molina di Fiemme, denominata "Piana Ruaia"; si tratta dell'area produttiva parzialmente realizzata compresa tra la S.P. 232/1 (in destra idrografica del Torrente Avisio) e la base del versante (fig. 2-1, 2-2 e 2-3).

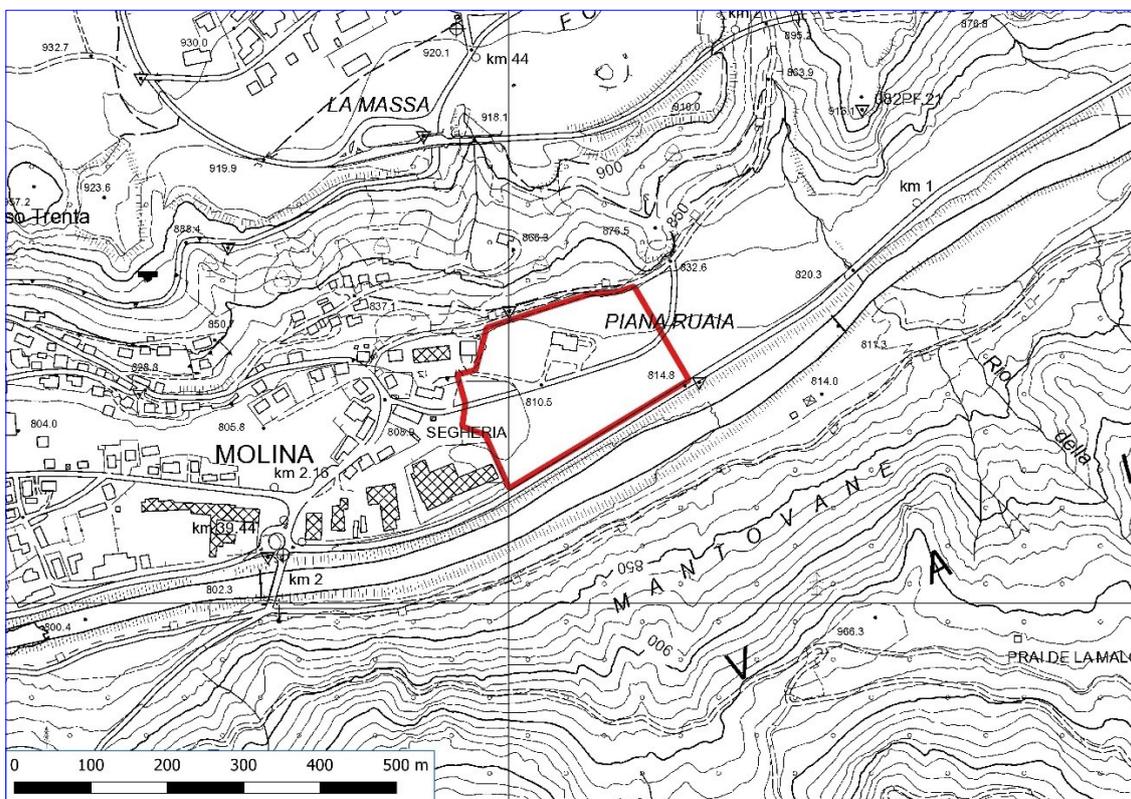


Figura 2-1: estratto Carta Tecnica P.A.T., con indicata l'area di intervento (scala a vista).

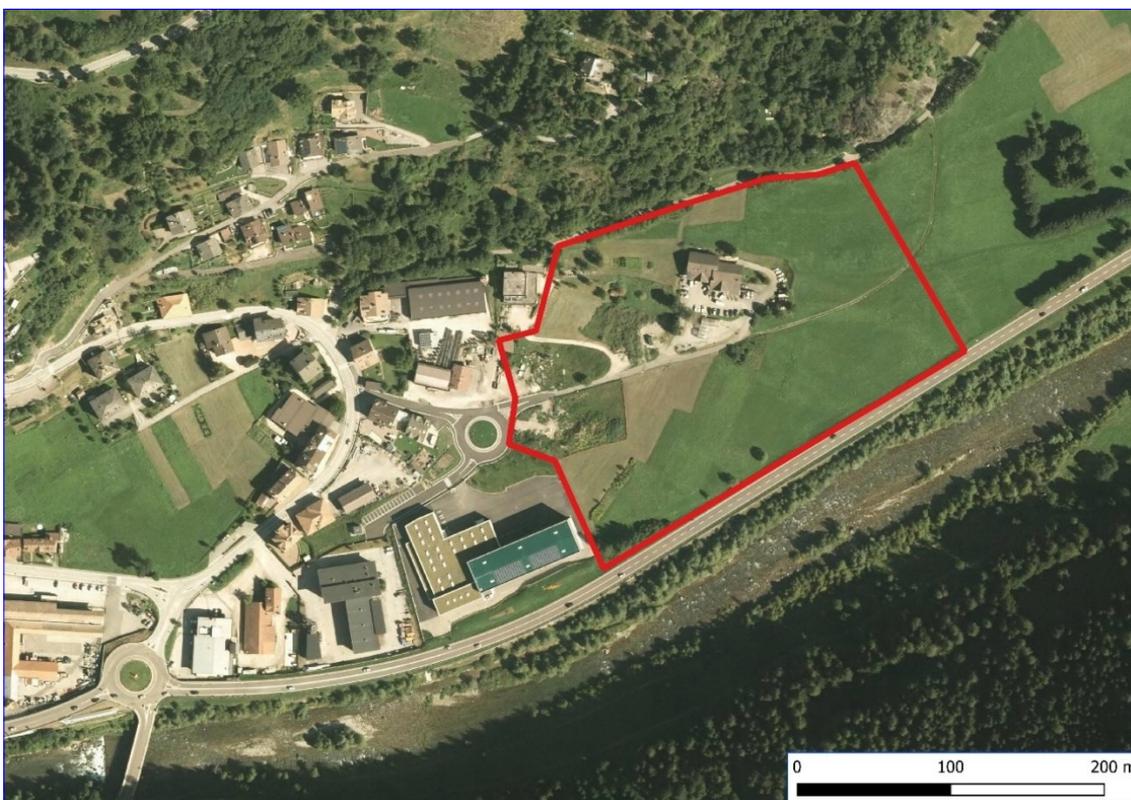


Figura 2-2: ortofoto P.A.T. con indicata l'edificio oggetto di intervento.



Figura 2-3: vista dall'alto dell'area di progetto con tratteggiato la traccia del nuovo tronco stradale in previsione.

3. PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO.

Di seguito vengono riportati gli estratti cartografici dell'area in esame contenenti le indicazioni e i vincoli alla pianificazione urbanistica derivanti dalla situazione geologica, idrogeologica, valanghiva, sismica e d'incendio boschivo del territorio.

3.1 Piano Urbanistico Provinciale (P.U.P.).

3.1.1 Carta di Sintesi della Pericolosità.

Nell'area in esame è vigente la nuova Carta di Sintesi della Pericolosità e relative norme di attuazione approvate in data 7 settembre 2018 e soggetta ad una rettifica in data 12 ottobre 2018 (delibera Giunta Provinciale n°1942 del 12 ottobre 2018, aggiornata con delibera G.P. n. 379 del 18 marzo 2022).

La Carta di Sintesi della Pericolosità è uno degli elementi costituenti il Piano Urbanistico Provinciale PUP (comma 4, lettera d, dell'articolo 21 della legge provinciale 4 agosto 2015, n. 15 e comma 1 dall'articolo 3 della legge provinciale 27 maggio 2008, n. 5) e ha il compito di individuare le aree caratterizzate da diversi gradi di penalità (elevata, media, bassa e altri tipi di penalità) ai fini dell'uso del suolo, in ragione della presenza dei pericoli idrogeologici, valanghivi, sismici e d'incendio boschivo, descritti nelle Carte della Pericolosità (articolo 10 della legge provinciale 1 luglio 2011, n. 9 e articolo 14 dalle legge provinciale 27 maggio 2008, n.5).

La Carta di sintesi della Pericolosità rappresenta per le diverse aree la penalità più gravosa che risulta dalla sovrapposizione delle penalità determinate dai vari fenomeni.

In materia di pericolo, la Carta di Sintesi della Pericolosità rappresenta il nuovo strumento di riferimento per la pianificazione urbanistica e con la sua approvazione (comma 2, art. 22 della legge provinciale 4 agosto 2015, n. 15) cessano di applicarsi le disposizioni della Carta di sintesi geologica e le disposizioni in materia di uso del suolo del Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche (PGUAP).

Sulla base di tale cartografia l'area della zona produttiva ricade in gran parte (parte occidentale del lotto A, lotti B e parte occidentale del lotto C) in area a **“penalità trascurabile o assente (P1)”** per penalità di tipo **“litogeomorfologica”**, mentre la parte nord orientale dell'area (parte orientale del lotto C e l'angolo nord-est della parte orientale del lotto A) ricade in **“area a penalità bassa (P2)”** per penalità di tipo **“Crolli rocciosi”** per via della presenza di un dosso roccioso subito a monte del vertice nord-orientale dell'area (fig. 3.1.1-1), Per tali penalità, le norme del P.U.P. e la delibera della Giunta provinciale 04 settembre 2020, n. 1317 (Art. 17 – Aree con penalità basse) prevedono:

- **aree a penalità trascurabile o assente (P1, art. 18):**

“il tecnico incaricato mediante la relazione geologica, quando prevista dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, in maniera commisurata all'entità e alle caratteristiche costruttive e funzionali delle opere previste verifica l'intervento con riguardo ai contenuti della carta di sintesi della pericolosità ed evidenzia gli eventuali elementi da considerare o le eventuali misure precauzionali da adottare...”

- **aree a penalità bassa (P2, art. 17):**

“Nelle aree con penalità basse sono ammessi, oltre agli interventi consentiti ai sensi degli articoli 15 e 16, le sole attività di trasformazione urbanistica ed edilizia aventi caratteristiche costruttive e di utilizzazione compatibili con le locali condizioni di pericolo, secondo quanto previsto dai piani regolatori generali, tenuto conto dei criteri stabiliti dalla Giunta provinciale ai sensi dell'articolo 14, comma 3, e delle disposizioni della legge urbanistica. I relativi progetti sono corredati da un'apposita relazione tecnica che attesta la compatibilità e assicura l'adozione degli accorgimenti necessari per garantirne la funzionalità anche al manifestarsi degli eventi attesi.”

Le indicazioni e precisazioni applicative delle norme del PUP dell'articolo 17 riportano che:

“La relazione prevista dall'articolo 17 comma 2 è asseverata dal tecnico incaricato, secondo le modalità di cui al capitolo 3 del presente documento e allegata al progetto oggetto di comunicazione o titolo edilizio, al fine del deposito presso il Comune.”

In riferimento a quanto sopra e per quanto esposto nella specifica relazione tecnica di compatibilità allegata alla presente e alla quale si rimanda, emerge che l'intervento in progetto è consentito alla luce dalle N.A. della nuova Carta di Sintesi della Pericolosità.

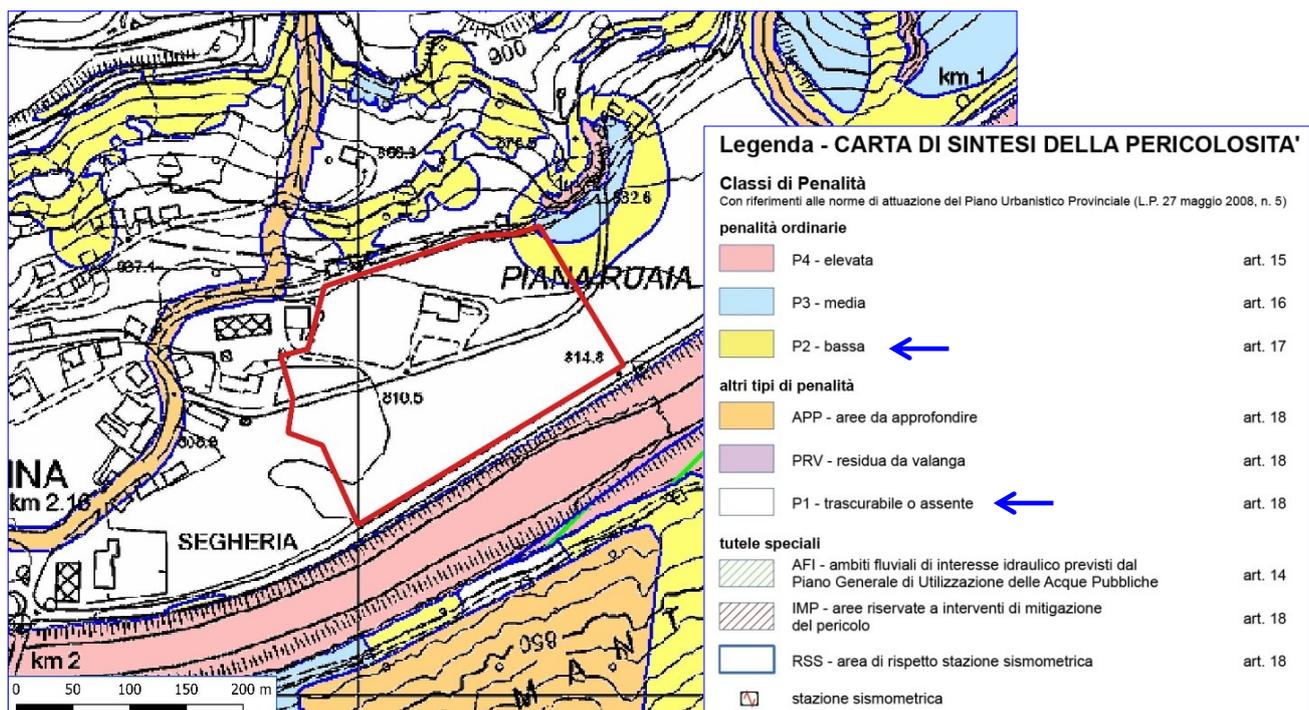


Figura 3.1.1-1: Carta di Sintesi della Pericolosità, con evidenziata l'area di intervento (scala a vista).

3.1.2 Carta delle Risorse Idriche.

Con l'approvazione del P.U.P. con la L.P. del 27 maggio 2008 n.5, e l'applicazione dell'art.21, comma 3, delle sue norme di attuazione, è stata approntata la Carta delle Risorse Idriche, soggetta a tre revisioni, ultima delle quali (delibera Giunta Provinciale n°1941 del 17/10/2018) entrata in vigore in data 18 ottobre 2018. Tale elaborato individua le sorgenti, i pozzi e le acque superficiali utilizzate per gli acquedotti pubblici e per l'imbottigliamento (acque minerali), definendone le rispettive aree di tutela e le disposizioni normative. L'area in esame (fig. 3.1.2-1) non ricade in nessuna delle aree di salvaguardia previste dalle norme, distinte in zone di tutela assoluta, zone di rispetto idrogeologico e zone di protezione, vista la mancata presenza di sorgenti, pozzi e captazioni superficiali a monte, all'intorno ed a valle della zona dei lavori.

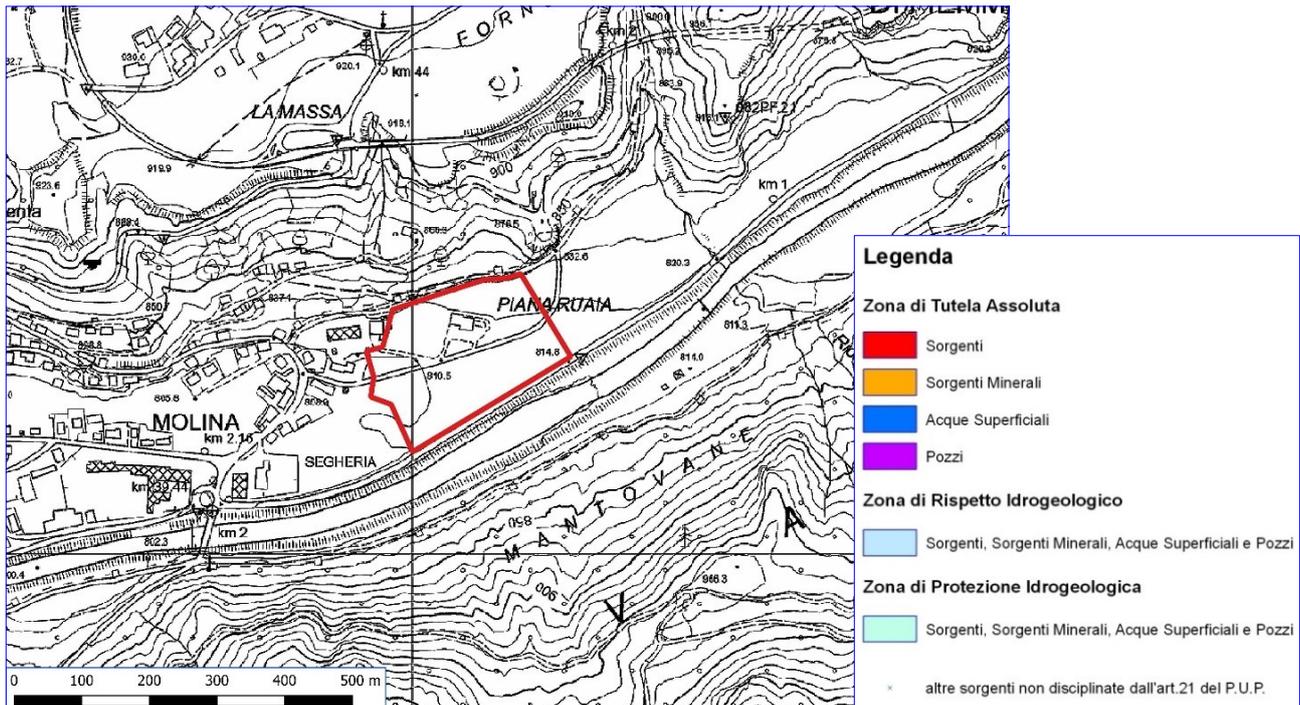


Figura 3.1.2-1: stralcio della Carta delle Risorse Idriche con indicata l'area di intervento.

4 GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA.

4.1 Caratteri geologici e strutturali generali.

Dal punto di vista geologico generale (vista la carta geologica edita dal Servizio Geologico della P.A.T. fig. 4.1-1), l'area appartiene al comprensorio della Piattaforma Atesina, si tratta di un imponente ammasso di vulcaniti, di colore rossastro, violaceo, verde o grigio, la cui età è generalmente attribuita al Permiano Inferiore. I porfidi sono presenti solamente nella parte occidentale delle Dolomiti e raggiungono il loro massimo spessore (1.500÷2.000 m) in corrispondenza della Val d'Adige fra Trento e Merano.

Nello specifico i litotipi affioranti a monte dell'area di progetto appartengono alla formazione di Ora (Lapilli tuff, di colore dal grigio al rosso, massicci, idrotermalizzati, con netta e regolare fessurazione sub verticale, ricchi di fiamme e litici allungati nel senso del flusso piroclastico Età: Permiano inf.) e della Formazione di Regnana (Lave riodacitiche di colore violetto, massicce e a blocchi. Ossatura con fenocristalli di plagioclasio sempre alterato, biotite, pirosseni, anfiboli, quarzo e raro sanidino. Fondo con tessitura fluidale microcristallino di plagioclasio con tracce di ossidazione (opachi) Età Permiano).

Il substrato roccioso affiora/subaffiora lungo la base del versante che, a monte dell'area produttiva, sale verso l'abitato di Castello di Fiemme, oltre sui rilievi montonati presenti in questa zona ma anche lungo gli

scassi stradali. L'affioramento roccioso più prossimo all'area di progetto è il dosso montonato presente subito a monte della parte nord orientale dell'area (è il dosso roccioso che genera la penalità P2 sull'area), mentre lungo l'area di progetto non vi è la presenza del substrato roccioso (anche se l'indagine elettrica condotta nel 2008 nel profilo elettrico E1 segnala la possibile presenza sino alla progressiva 35 - 40 ml di roccia poco profonda, oltre che alla progressiva 90), essa è caratterizzata dalla presenza di depositi detritici alluvionali/fluvioglaciali del Torrente Avisio.

Per deposito fluvioglaciale si intendono i materiali inizialmente trasportati dai ghiacciai e successivamente ripresi e risedimentati da corsi d'acqua alimentati dallo scioglimento dei ghiacciai stessi; la composizione granulometrica di questi depositi evidenzia la presenza di clasti di dimensioni eterogenee immersi in una matrice fine.

Il materiale più grossolano superficiale è ascrivibile all'azione di deposizione e rimaneggiamento del Torrente Avisio che ha profondamente segnato il fondovalle. Quello più fine, in ragione dello spessore di alcune decine di metri, sono invece riconducibili a lunghi periodi di bassa energia seguiti ad una probabile interruzione del deflusso lungo la valle in epoca post glaciale.

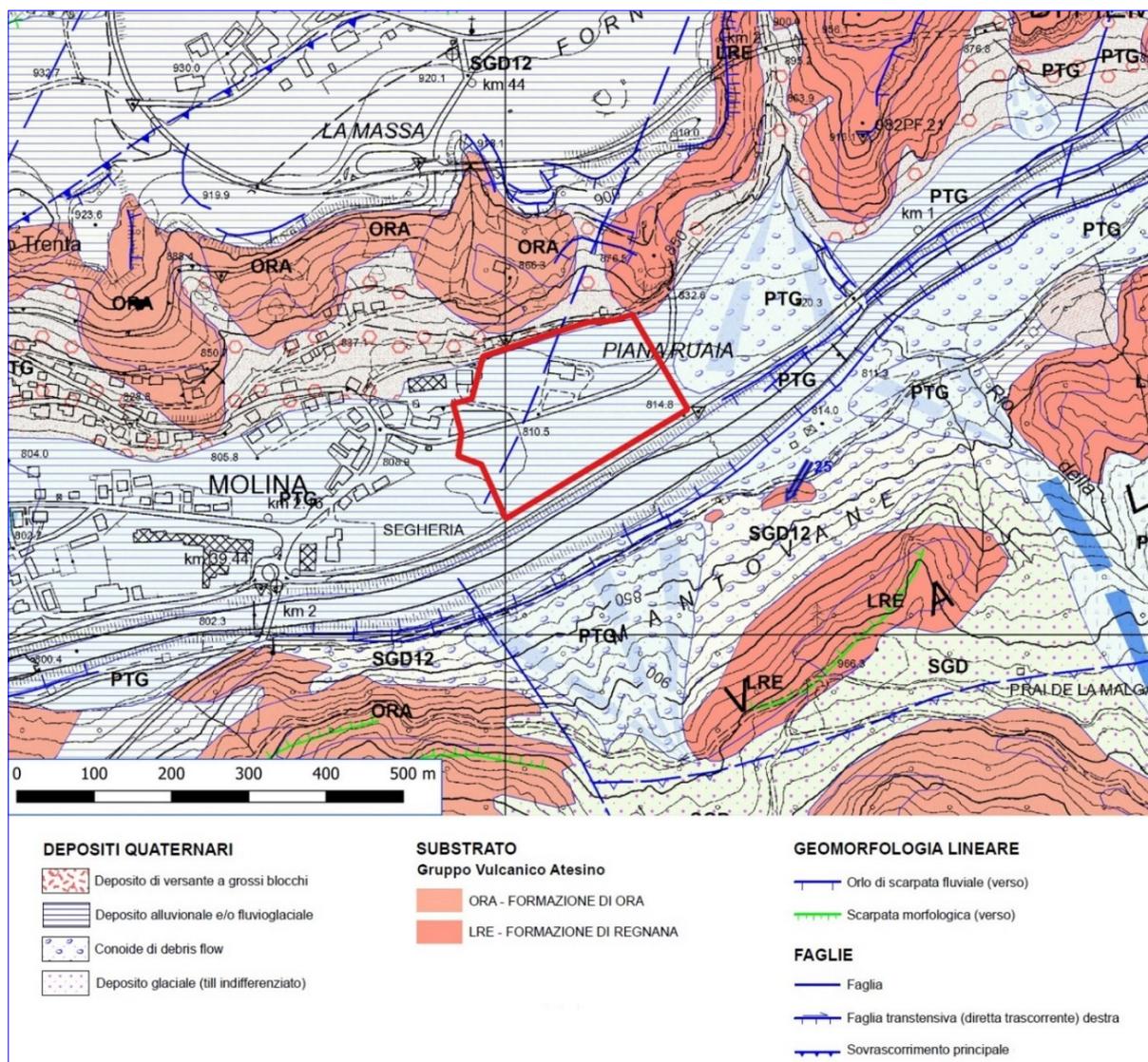


Figura 4-1: stralcio della carta geologica edita dal Servizio Geologico P.A.T. con l'ubicazione dell'area in esame.

4.2 Caratteri geomorfologici.

Dal punto di vista geomorfologico generale la Val di Cembra e le valli ad essa trasversali e/o secondarie appaiono condizionate da lineamenti strutturali e definite da grandi faglie.

La morfologia locale è fortemente marcata dall'azione esarativa dei ghiacciai quaternari che hanno comportato l'erosione dei fianchi vallivi (testimoniata anche dai diffusi dossi montonati riconoscibili soprattutto in destra idrografica dove affiora in maniera diffusa il substrato roccioso lungo pareti naturali e scassi stradali) ed alla successiva deposizione di ingenti coltri di depositi morenici e fluvioglaciali, sovraescavati successivamente dal Torrente Avisio (e dei suoi affluenti) in conseguenza del progressivo abbassamento del livello di base a seguito dello scioglimento dei ghiacciai.

Il torrente Avisio rappresenta un elemento morfodinamico molto importante per la sua azione di continuo movimento all'interno della propria piana alluvionale che ha portato al continuo rimaneggiamento del materiale detritici depositati. La piana di Ruaia infatti ha subito in epoche recenti ripetuti influssi da parte del torrente che ora scorre confinato in un alveo rettificato chiuso in destra idrografica dal rilevato della strada provinciale. Lungo il versante che sale in direzione nord est si riconoscono due chiare conoidi di deiezione ascrivibili all'attuale rio che scende da Castello di Fiemme, e da un'incisione ora pensile che scaricava poco più a ovest, in prossimità dell'autofficina.

L'area di progetto si inserisce quindi nel fondovalle lungo la piana alluvionale del Torrente Avisio, in generale presenta una debole pendenza verso ovest (circa 1°) con valori maggiori (all'incirca 13°) del settore nord-est, in quanto costituisce la parte distale della piccola conoide di deiezione precedentemente descritta (fig. 4.2-1).

Alla data del sopralluogo l'area di progetto non presentava evidenze di fenomeni morfologici in atto od in potenziale evoluzione come emerso anche dalla consultazione dell'archivio IFFI (inventario dei Fenomeni Franosi in Italia, tenuto da ISPRA) nei quali è riportato come l'area in esame non sia mai stata direttamente coinvolta da nessun fenomeno di particolare rilevanza.

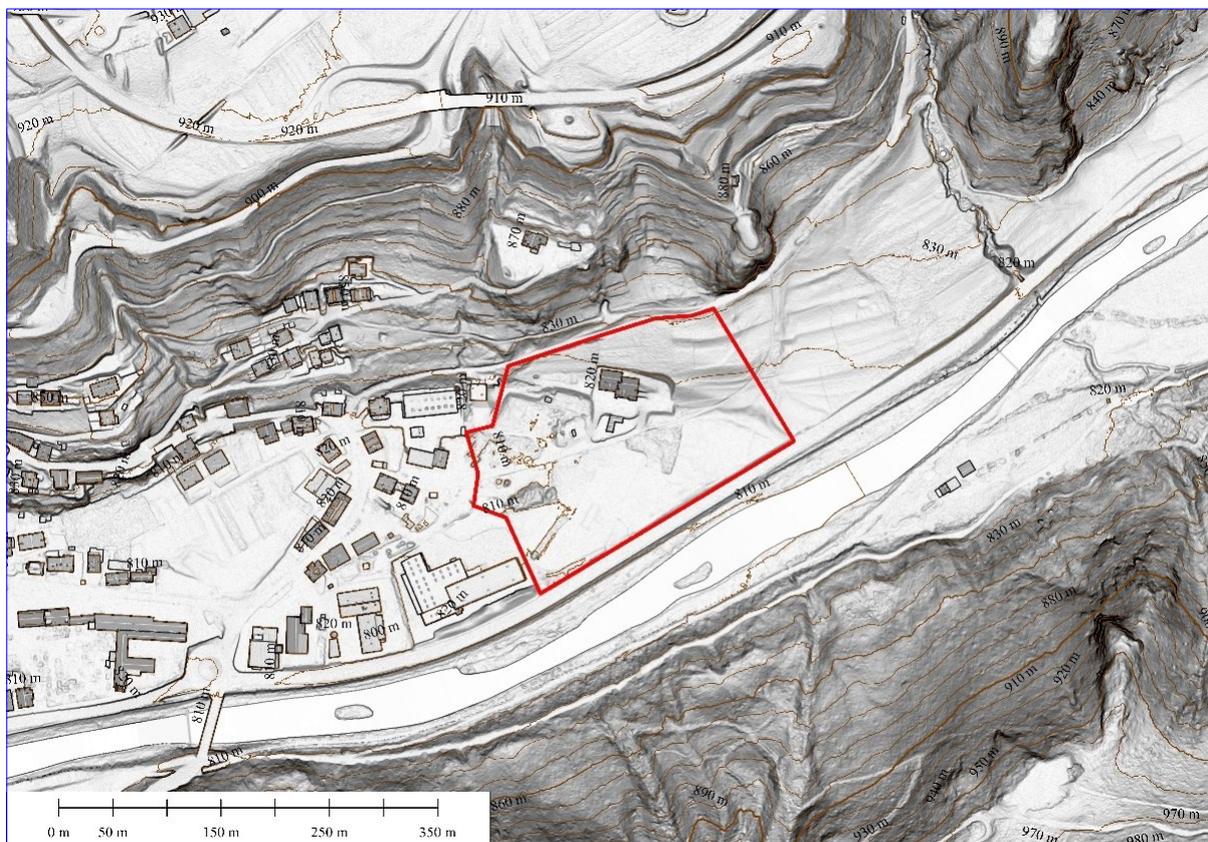


Figura 4.2-1: rilievo Lidar P.A.T con indicata la zona di intervento.

4.3 Caratteri idrogeologici.

Dal punto di vista idrogeologico, le precedenti indagini geognostiche svolte sull'area (vedasi gli studi del dott. geol. Nardin) hanno palesato la presenza di una falda superficiale con profondità variabile in ragione delle precipitazioni e della quota del torrente all'interno dell'alveo. I riscontri di campagna hanno evidenziato la presenza di circolazione idrica superficiale legata all'affiorare dell'interfaccia rocciosa nel settore nord occidentale dell'area di studio. Infatti a monte della strada che transita al limite dell'area produttiva furono rilevate svariate emergenze idriche di carattere semi permanente che in parte venivano drenate dal cunettone di monte della viabilità in parte si infiltravano nel terreno.

Le misure piezometriche eseguite nei piezometri installati nei pozzetti geognostici, nel periodo aprile-giugno 2008, hanno palesato la presenza della falda ad una profondità mediamente compresa fra 2,3 e 3,3 m dal piano campagna; mentre le misure piezometriche eseguite nei piezometri installati nei sondaggi geognostici hanno invece palesato la presenza della falda ad una profondità compresa fra 0,75 m e 2,58 m dal piano campagna; andando ad analizzare la quota assoluta della falda (tab. 4.3-1), emerge come essa sia compresa fra quota 809,83 m s.l.m. (parte orientale) e 805,95 m s.l.m. (parte occidentale) con un progressivo abbassamento della quota del pelo libero dell'acqua in direzione ovest-sudovest probabilmente riconducibile a variazioni granulometriche nel terreno (quota terreno nella parte pianeggiante di valle compresa fra 812 a est e 810 a ovest).

All'interno dell'area pianeggiante di Ruaia concentrazioni probabili di flusso furono riscontrate dall'indagine elettrica (2008) in corrispondenza del fosso che attraversa in direzione nord - sud est il tratto occidentale della piana.

Per quanto concerne invece il tratto più acclive dell'area produttiva furono individuate delle probabili concentrazioni di flusso in corrispondenza dell'incisione morfologica che si rilevava ad ovest dell'autofficina e che poi confluivano nella zona a canneto sottostante dove i fenomeni di ristagno idrico erano evidenti. (ora in questa zona è presente un piccolo parcheggio).

Più a est alla progressiva 100 m del profilo elettrico E1 fu individuata un'ulteriore area di flusso concentrato. L'indagine elettrica ed i riscontri dell'indagine sismica passiva (Re.Mi.) evidenziarono inoltre la probabile presenza di una falda confinata (quindi in pressione) nei depositi grossolani rilevati alla base del profilo (alla profondità di circa 20/25 m dal p.c.) su cui risulta impostato il livello limoso-argilloso che corre sotto tutta la piana Ruaia e che funge quindi da acquiclude.

Alla data del rilievo eseguito dallo scrivente (febbraio 2023) non si sono rilevate particolari evidenze di emergenze idriche nell'area, la causa sta probabilmente sia nell'edificazione che ha interessato l'area in questi anni, sia al protrarsi della carenza di precipitazioni che ha interessato il territorio in special modo dall'estate del 2022 in poi.

Piezometro	Quota assoluta testa piezometro	Quota assoluta falda
P01	809,41	805,95
P02	810,78	808,67
P03	811,87	809,57
P04	812,18	809,83
P05	810,37	809,02
S01	809,03	807,61
S02	810,39	809,64
S03	812,39	809,81

Tabella 4.3-1: quota assoluta falda (tratta dalla relazione geologica del dott. geol. Nardin, 2012).

5. INDAGINI ESISTENTI.

Di seguito si riportano le indagini geognostiche condotte sull'area per la redazione dei due studi precedenti eseguiti a firma del dott. geol. Nardin in modo da avere un quadro organico dei dati disponibili.

La definizione della stratigrafia locale è stata effettuata sulla base di due distinte campagne di indagine, la prima condotta nel periodo aprile-giugno 2008 e la seconda a fine 2012.

La campagna di indagini svolta nel 2008 è consistita nell'esecuzione di 5 pozzetti esplorativi con profondità comprese fra i 4,0 ed i 4,5 m supportati da una campagna di indagini geofisiche estesa a tutta l'area di lottizzazione.

La campagna di indagini svolta nel 2012 ha mirato ad approfondire la conoscenza diretta della stratigrafia locale attraverso l'esecuzione di 3 sondaggi saggi che si sono spinti alla profondità di 20 m.

In entrambe le campagne sono inoltre stati prelevati dei campioni di terreno che sono stati sottoposti ad analisi geotecniche di laboratorio.

5.1 Indagine diretta 2008: pozzetti geognostici.

La campagna di indagini dirette condotta nel 2008 è consistita nell'esecuzione di 5 pozzetti esplorativi dislocati in maniera omogenea all'interno dell'intera zona produttiva Ruaia (fig. 5.1-1). I pozzetti sono stati eseguiti con ragno escavatore e hanno raggiunto mediamente profondità di circa 4,5 m da p.c..

Nei fori sono stati posizionati dei tubi piezometrici in pvc da 3 pollici, finestrati nel tratto inferiore di 3 m di lunghezza. Ogni tubo piezometrico è stato chiuso in superficie con un chiusino in metallico. È stato verificato l'andamento della falda attraverso la lettura nei piezometri e la comparazione della stessa con i dati dell'indagine geofisica.

Le stratigrafie complete sono contenute nella relazione geologica del dott. Nardin di data giugno 2008.

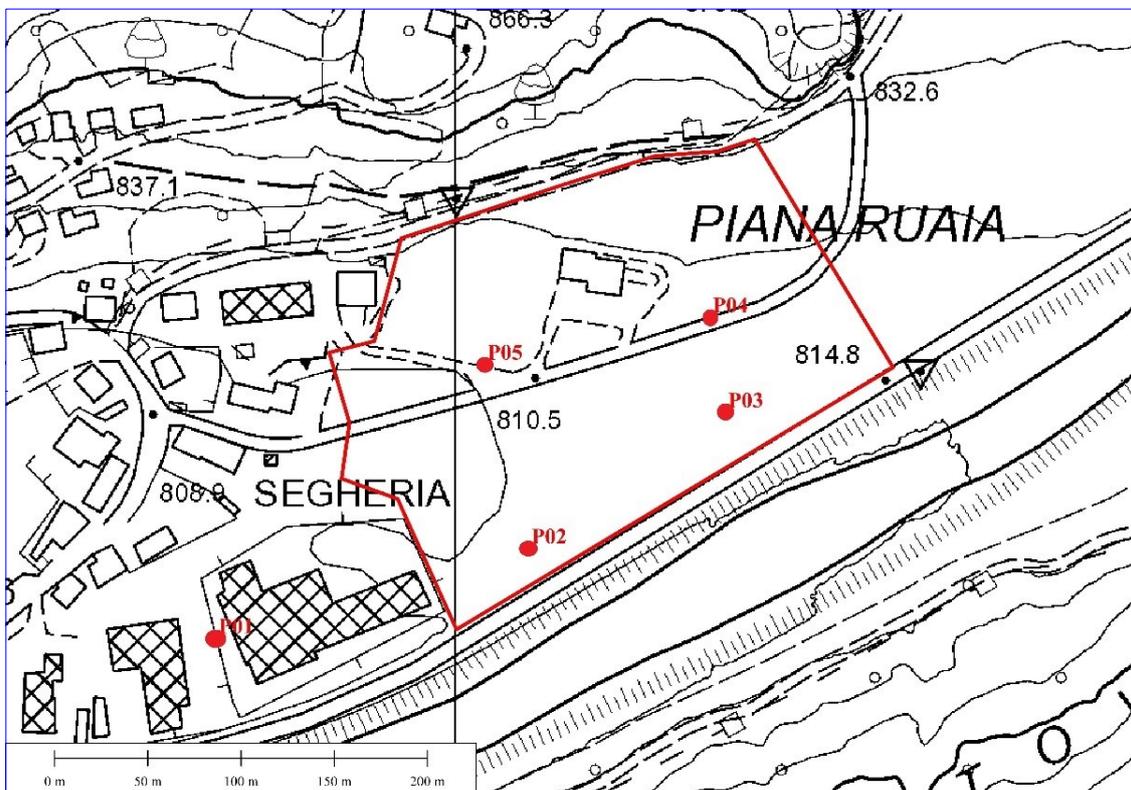


Figura 5.1-1: posizione dei pozzetti geognostici eseguiti durante la campagna del 2008.

- **Pozzetto P 01**

0,0 m – 0,3 m: terreno vegetale sabbioso color marrone scuro scarsamente addensato.

0,3 m – 5,0 m: deposito ghiaioso sabbioso con ghiaia e sabbia grosse. I ciottoli e trovanti poligenici raggiungono diametri di 60 cm ma si attestano su valori medi prossimi a 20 – 30 cm.

- **Pozzetto P 02**

0,0 m – 0,3 m: terreno vegetale sabbioso color marrone scuro scarsamente addensato.

0,3m – 2,0 m: sabbia medio fine a tratti limosa color marrone chiara, limitata la presenza di ciottoli e ghiaia, il deposito è risultato omogeneo con un grado di addensamento mediocre.

2.0 m – 3,1 m: deposito sabbioso con ghiaia e sabbia grosse. I ciottoli e trovanti poligenici raggiungono diametri di 60 cm ma si attestano su valori medi prossimi a 20 – 30 cm.

3,1 m – 4,7 m: limo argilloso e argilla limosa ben addensati color marrone. Localmente sono state individuate sottili lenti di materiale sabbioso fine – limoso che interrompono la continuità del deposito che comunque è risultato molto omogeneo.

Alla profondità di 3,5 m è stato prelevato un campione di limo che è stato sottoposto ad analisi granulometrica quindi alla determinazione dei limiti di Atterberg.

- **Pozzetto P 03**

0,0 m – 0,4 m: terreno vegetale sabbioso color marrone scuro scarsamente addensato.

0,4 m – 1,5 m: sabbia medio fine a tratti limosa color marrone chiara, nel saggio sono state individuate delle intercalazioni decimetriche di sabbia media color grigio molto pulita frequente infine la presenza di ghiaia e ciottoli di dimensioni decimetriche, il deposito ha presentato un grado di addensamento mediocre.

1.5 m – 3,2 m: deposito sabbioso con ghiaia e sabbia grosse. I ciottoli e trovanti poligenici raggiungono diametri di 60 cm ma si attestano su valori medi prossimi a 20 – 30 cm.

3,2 m – 4,7 m: limo argilloso e argilla limosa ben addensati color marrone. Localmente sono state individuate sottili lenti di materiale sabbioso fine – limoso che interrompono la continuità del deposito che comunque è risultato molto omogeneo.

Alla profondità di 1,0 m è stato prelevato il campione P3 C1 che è stato sottoposto ad analisi granulometrica. Alla profondità di 3,5 m quindi di 4,0 m sono stati prelevati i campioni P3 C2A e P3 C2B su entrambi sono state eseguite l'analisi granulometriche ed i limiti di Atterberg. Sul campione C2A è stata eseguita la prova di taglio diretto.

- **Pozzetto P 04**

0,0 m – 0,4 m: terreno vegetale sabbioso color marrone scuro scarsamente addensato.

0,4 m – 1,4 m: sabbia medio fine a tratti limosa color marrone chiara, con ciottoli e ghiaia, il deposito ha presentato un grado di addensamento mediocre.

1.4 m – 2,5 m: deposito sabbioso con ghiaia e sabbia grosse. I ciottoli e trovanti poligenici raggiungono diametri di 60 cm ma si attestano su valori medi prossimi a 20 – 30 cm.

2,5 m – 4,0 m: sabbia pulita medio grossa con scarsa presenza di ciottoli. Il grado di addensamento è risultato mediocre.

Alla profondità di 2,0 m è stato prelevato un campione di terreno P4 C1 che è stato sottoposto ad analisi granulometrica

- **Pozzetto P 05**

0,0 m – 0,3 m: terreno vegetale con evidente componente limosa color marrone chiaro.

0,3 m – 1,5 m: sabbia medio fine e limo color marrone, il deposito si presenta un grado di addensamento mediocre ma una spiccata coesione.

1,5 m – 2,5 m: sabbie e ghiaie medio grosse con ciottoli e trovanti di dimensioni decimetriche. Il passaggio dalle sabbie e limi al livello ghiaioso è segnato dalla presenza di un livello di ossidazione color marrone ruggine.

2,5 m – 3,5 m: deposito sabbioso con ghiaia e sabbia grosse. I ciottoli e trovanti poligenici raggiungono diametri di 60 cm ma si attestano su valori medi prossimi a 20 – 30 cm.

5.2 Indagine diretta 2012: sondaggi geognostici a carotaggio continuo.

La campagna di indagini dirette condotta nel 2012 è consistita nell'esecuzione di 3 sondaggi a carotaggio continuo spinti alla profondità di 20,0 metri dal p.c. (fig. 5.2-1) con l'esecuzione di alcune prove SPT nei primi metri di avanzamento e prelievo di campioni di terreno.

Nelle tabelle seguenti vengono riassunte le caratteristiche dei sondaggi eseguiti ed un riassunto delle stratigrafie degli stessi; le stratigrafie complete sono contenute nel fascicolo redatto dalla ditta esecutrice Georicerche allegato allo studio geologico del dott. Nardin di data gennaio 2013.

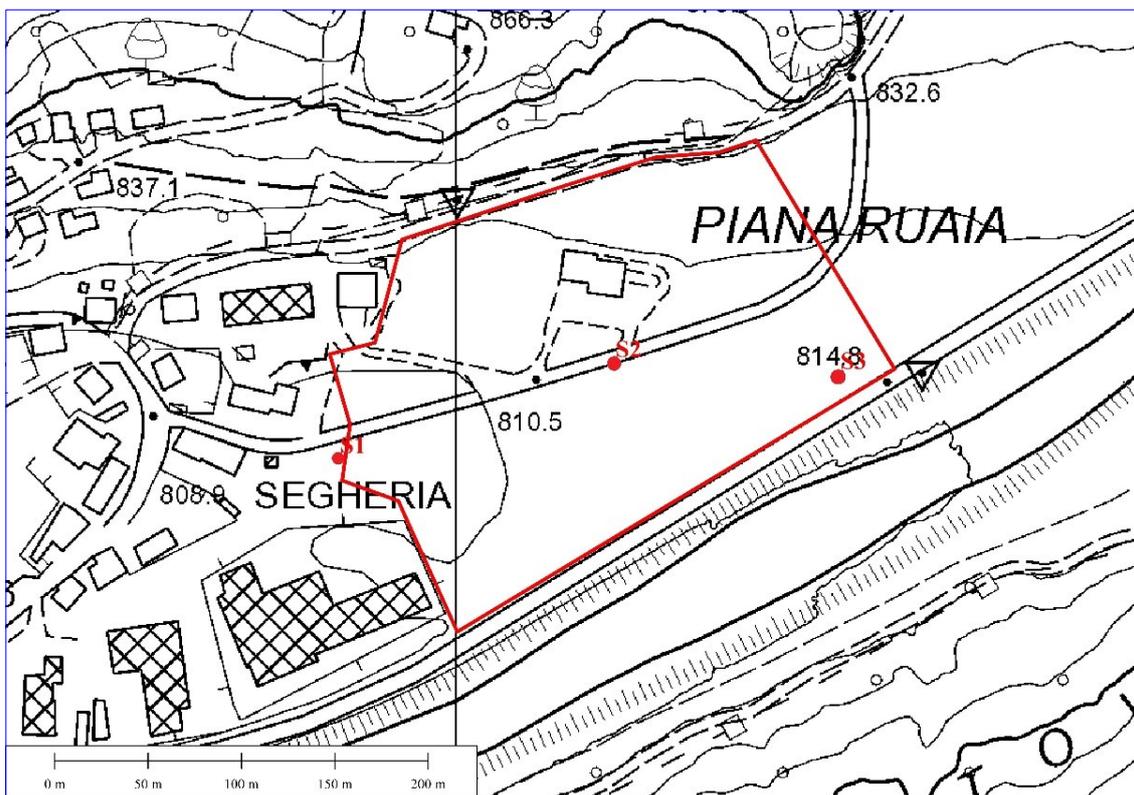


Figura 5.2-1: posizione dei sondaggi geognostici eseguiti durante la campagna del 2012.

SONDAGGIO S1							
Prof. (m)	Descrizione litologica	SPT			Quota falda (m)	Campioni (prof. m)	
		Prof. (m)	0 – 15 cm	15 – 30 cm			30 – 45 cm
0,50	terreno vegetale color marrone scuro sabbioso limoso con abbondante matrice organica scarsamente addensato.						
2,50	sabbia medio grossa con ghiaietto e limo con ciottoli di dimensioni anche di 10 cm.	1,5	2	3	12	1,42	
6,50	limo argilloso con sabbia fine di colore marrone	6,50	31	46	Rif.	3,10 – 3,70 S1-C1 5,00 – 5,70 S1-C2	
7,70	sabbie da debolmente a limose e ghiaie con ciottoli e trovanti di porfido con diametro compreso fra 20 e 30 cm.						
10,30	alternanze di limo argilloso con sabbia fine e limo sabbioso fine con argilla di colore marrone.					9,50 – 10,10 S1-C3	
11,50	sabbia media fine debolmente limosa.						
20,00	sabbia media grossa con ciottoli e ghiaietto prevalentemente porfido secondariamente calcareo dolomitico ghiaietto e ciottoli arrotondati. Si rileva la presenza di livelletti limosi fra le quote 15,9 16,0 m e 16,3 16,4 m.						

Tabella 5.2-2: sintesi sondaggio S1 (tratta dallo studio geologico del dott. geol. Nardin)

SONDAGGIO S2							
Prof. (m)	Descrizione litologica	SPT			Quota falda (m)	Campioni (prof. m)	
		Prof. (m)	0 – 15 cm	15 – 30 cm			30 – 45 cm
0,40	terreno vegetale marrone scuro sabbioso limoso con abbondante matrice organica scarsamente addensato						
2,00	sabbia debolmente limosa granulometria media colore marrone litologia prevalente porfido.	1,50	1	8	18	0,75	
4,50	sabbia medio grossa e ghiaia con ciottoli e ghiaietto con trovanti di diametro pari o superiore a 10 cm litologia prevalet porfido secondaria calcareo dolomitica.	3,00 4,50	18 22	40 28	Rif. 36		
9,00	sabbia limosa con ghiaietto e ciottoli litologia prevalet porfido secondaria calcareo dolomitica.					5,00 – 5,50 S2-C1	
20,00	sabbia debolmente limosa con ciottoli e ghiaietto sono presenti trovanti di porfido di diametro compreso fra 10 e 20 cm locali livelletti centimetrici a composizione esclusivamente sabbiosa.						

Tabella 5.2-2: sintesi sondaggio S2 (tratta dallo studio geologico del dott. geol. Nardin).

SONDAGGIO S3							
Prof. (m)	Descrizione litologica	SPT			Quota falda (m)	Campioni	
		Prof. (m)	0 – 15 cm	15 – 30 cm			30 – 45 cm
0,40	terreno vegetale marrone scuro sabbioso limoso con abbondante matrice organica scarsamente addensato.						

3,00	sabbia medio grossa con ciottoli e trovanti di prevalentemente di porfido i trovanti hanno diametro compreso fra 12 e 20 cm.	1,5	50	Rif.	/	2,58	
3,80	trovante di porfido.						
4,50	sabbia limosa con ciottoli e trovanti di porfido di diametro medio 10 cm.	4,50	22	28	36		
20,00	alternanze di sabbia fine limosa con limo argilloso marrone, a tratti con livelli millimetrici di sabbia fine limosa. Disperso nella matrice si rileva la presenza di ghiaietto porfirico e secondariamente calcareo dolomitico ghiaia di dimensioni comprese fra 3 e 5 cm di forma arrotondata, trovanti di dimensioni comprese fra 15 e 20 cm. Si rileva la presenza di livelletti limosi fra le quote 7,5 e 7,6 m, 9,9 e 10,0 m, 18,20 e 18,50 m. si rileva la presenza di un trovante di porfido fra le quote 9,0 - 9,20 m.	6,00	24	30	38		

Tabella 5.2-2: sintesi sondaggio S3 (tratta dallo studio geologico del dott. geol. Nardin).

5.3 Indagine diretta. Misure piezometriche

Si riportano a seguire le misure piezometriche effettuate nei piezometri negli anni 2008 e 2012 (così come riportato nel precedente studio geologico del dott. Nardin di gennaio 2013)

Data misura	Piezometri (Profondità livello freatico in m)							
	P1	P2	P3	P4	P5	S1	S2	S3
19/04/2008	3,10	2,20	2,50	2,70				
23/05/2008	3,54	2,20	2,34	2,41	1,35			
06/06/2008	3,46	2,11	2,30	2,35	1,35			
20/11/2012	3,20	1,85	1,73	1,55				
23/11/2012						1,42	0,75	2,58

Tabella 5.3-1: misure piezometriche eseguite nel 2008 e 2012 (tratte dallo studio geologico del dott. geol. Nardin).

I dati delle misure piezometriche sono stati tarati sulle quote assolute delle teste dei piezometri ricostruendo così la quota della falda in coincidenza con ogni piezometro.

Piezometro	Quota assoluta testa piezometro (m s.l.m.)	Quota assoluta falda (m s.l.m.)
P1	809,41	805,95
P2	810,78	808,67
P3	811,87	809,57
P4	812,18	809,83
P5	810,37	809,02
S1	809,03	807,61
S2	810,39	809,64
S3	812,39	809,81

Tabella 5.3-2: quote assolute falda (tratte dallo studio geologico del dott. geol. Nardin).

L'analisi della quota assoluta della falda evidenzia come la falda risulti impostata su una quota di circa 809 m s.l.m. che tende a muoversi in direzione sud ovest.

5.4 Analisi di laboratorio campagna 2008.

5.4.1 Analisi granulometrica

Le analisi effettuate sui materiali sabbiosi hanno consentito di ricavare il contenuto in materiali fini in particolare per le sabbie limose riscontrate in maniera omogenea su tutta l'area.

Le analisi effettuate sui materiali fini limoso argillosi e argilloso limosi hanno permesso di discriminarne nel dettaglio la composizione e la percentuale in materiale fine. Gli esiti della prova hanno confermato la presenza dominante di limi con tratti comunque che si attestano su frazioni più fini argillose che nel campione S3 C2A diventano dominati (i certificati completi sono contenuti nel fascicolo redatto dal laboratorio geotecnico Geo-Labor allegato allo studio geologico del dott. Nardin di data giugno 2008).

Campione	Descrizione
P2 C2	limo argilloso color marrone con sabbia fine
P3 C2A	argilla limosa color marrone rosato
P3 C2B	limo argilloso color marrone rosato

Tabella 5.4.1-1: descrizione del materiale da prove granulometriche 2008 (tratta dallo studio del dott. geol. Nardin).

5.4.2 Limiti di Atterberg

Sui tre campioni precedenti sono stati determinati anche i limiti di Atterberg; dall'analisi sono risultati i seguenti valori (i certificati completi sono contenuti nel fascicolo redatto dal laboratorio geotecnico Geo-Labor allegato allo studio geologico del dott. Nardin di data giugno 2008):

	P2 C2	P3 C2A	P3 C2B
Umidità naturale W%	21,8	30,3	30,4
Limite liquido Wl	30,8	53,0	46,8
Limite plastico Wp	15,2	22,6	22,5
Indice plastico Ip	15,6	30,3	24,3
Classificazione	CL argilla di media plasticità	CH argilla di alta plasticità	CL argilla di media plasticità

Tabella 5.4.2-1: limiti di Atterberg determinati sui campioni prelevati dai pozzetti esplorativi 2008.

Il limite liquido tende a crescere in ragione della riduzione della granulometria evidenziando a maggiore propensione dei limi più grossolani ad un comportamento fluido con contenuti d'acqua non elevati.

I campioni hanno presentato indici di plasticità medio alti che dovranno essere considerati al momento della progettazione delle opere di fondazione che potranno interessare i livelli più fini.

5.4.3 Prova di taglio diretto.

Sul campione P3 C2A sono state condotte anche delle prove di taglio diretto con scatola di Casagrande su provino ricostruito, di seguito la proposta di interpretazione dei risultati (i certificati completi sono contenuti nel fascicolo redatto dal laboratorio geotecnico Geo-Labor allegato allo studio geologico del dott. Nardin di data giugno 2008):

Campione	Descrizione	Taglio diretto	
		ϕ' (°)	C' (KN/m ²)
P3 C2A	argilla limosa color marrone rosato	26,2	21,31

Tabella 5.4.3-1: risultato delle prove di taglio eseguite sul campione "P3 C2A" 2008.

5.5 Analisi di laboratorio campagna 2012

5.5.1 Analisi granulometrica

Le analisi effettuate sui materiali fini limoso argillosi e argilloso limosi hanno permesso di discriminare nel dettaglio la composizione e la percentuale in materiale fine (i certificati completi sono contenuti nel fascicolo redatto dal laboratorio geotecnico Geo-Labor allegato allo studio geologico del dott. Nardin di data giugno 2008).

Campione	Descrizione
S1 C1	limo argilloso con sabbia fine
S1 C3	limo sabbioso fine con argilla
S2 C1	limo argilloso con sabbia fine

Tabella 5.5.1-1: descrizione del materiale ottenuta dalle prove granulometriche 2012.

5.5.2 Limiti di Atterberg.

Sui tre campioni prelevati dai sondaggi geognostici, sono stati determinati anche i limiti di Atterberg; dall'analisi sono risultati i seguenti valori (i certificati completi sono contenuti nel fascicolo redatto dal laboratorio geotecnico Geo-Labor allegato allo studio geologico del dott. Nardin di data gennaio 2013):

	S1 C1	S1 C3	S2 C1
Umidità naturale W%	18,1	22,0	19,4
Limite liquido Wl	25,8	38,8	29,6
Limite plastico Wp	17,0	21,9	17,7
Indice plastico Ip	8,8	17,0	11,9
	CL argilla di bassa plasticità	CM argilla di media plasticità	CL argilla di bassa plasticità

Tabella 5.5.2-1: limiti di Atterberg determinati sui campioni prelevati dai sondaggi geognostici 2012.

I campioni hanno presentato indici di plasticità medio bassi che dovranno essere considerati al momento della progettazione delle opere di fondazione che potranno interessare i livelli più fini.

5.5.3 Prova di taglio diretto.

Sui campioni S1 C1 e S3 C1 sono state condotte anche delle prove di taglio diretto con scatola di Casagrande su provino ricostruito, di seguito la proposta di interpretazione dei risultati (i certificati completi sono contenuti nel fascicolo redatto dal laboratorio geotecnico Geo-Labor allegato allo studio geologico del dott. Nardin di data gennaio 2013):

Campione	Descrizione	Taglio diretto	
		ϕ' (°)	C' (KN/m ²)
S1 C1	limo argilloso con sabbia fine	33,8	22,83
S2 C1	limo argilloso con sabbia fine	33,7	10,40

Tabella 5.5.3-1: risultato delle prove di taglio eseguite sui campioni "S1 C1" e "S2 C1" 2012.

5.5.4 Prova di compressione semplice ed edometrica

Sul campione S1 C2 è stata condotta una prova di compressione semplice mentre sui campioni S1 C3 e S2 C1 sono state eseguite due prove edometriche

Di seguito viene riportata la tabella dei valori interpretativi desunti dalle prove edometriche (i certificati completi sono contenuti nel fascicolo redatto dal laboratorio geotecnico Geo-Labor allegato allo studio geologico del dott. Nardin di data gennaio 2013):

PROPOSTA DI INTERPRETAZIONE DEI VALORI:

coefficiente di consolidazione C_v ;
coefficiente di permeabilità K .

pressione	C_v	K
kPa	cm ² /sec	cm/sec
12,5		
25		
50	0,00046	1,50E-05
100	0,00045	1,20E-05
200	0,00043	7,70E-06
400	0,00042	3,97E-06
800		
1600		
3200		

Figura 5.5.4-1: valori interpretativi desunti dalle prove edometriche per il campione S1 C3.

PROPOSTA DI INTERPRETAZIONE DEI VALORI:

coefficiente di consolidazione C_v ;
coefficiente di permeabilità K .

pressione	C_v	K
kPa	cm ² /sec	cm/sec
12,5		
25		
50	0,00079	2,03E-05
100	0,00078	1,82E-05
200	0,00076	9,65E-06
400	0,00073	5,86E-06
800		
1600		
3200		

Figura 5.5.4-2: valori interpretativi desunti dalle prove edometriche per il campione S2 C1.

5.6 Indagine indiretta 2008. Indagine geofisica.

Per l'indagine geologica del 2008, fu definita un'apposita indagine geofisica costituita da due stendimenti elettrici E1 ed E2 della lunghezza rispettivamente di 170 ml e 260 ml.

La ricostruzione della stratigrafia locale è stata effettuata grazie ad una serie di 5 profili ReMi della lunghezza ciascuno di 46 ml che hanno permesso di ricostruire la stratificazione del terreno in ragione dello stato di addensamento dei materiali sino a profondità prossime a 50 m.

Fu effettuato anche un test di Nakamura con una misurazione effettuata con sismometro a tre componenti per determinare la risposta sismica del terreno nel sito di progetto.

Di seguito si riporta quanto emerso dalle precedenti indagini geofisiche condotte sull'area; il report completo è contenuto nel fascicolo redatto dalla ditta esecutrice GG Service allegato allo studio del dott. Nardin.

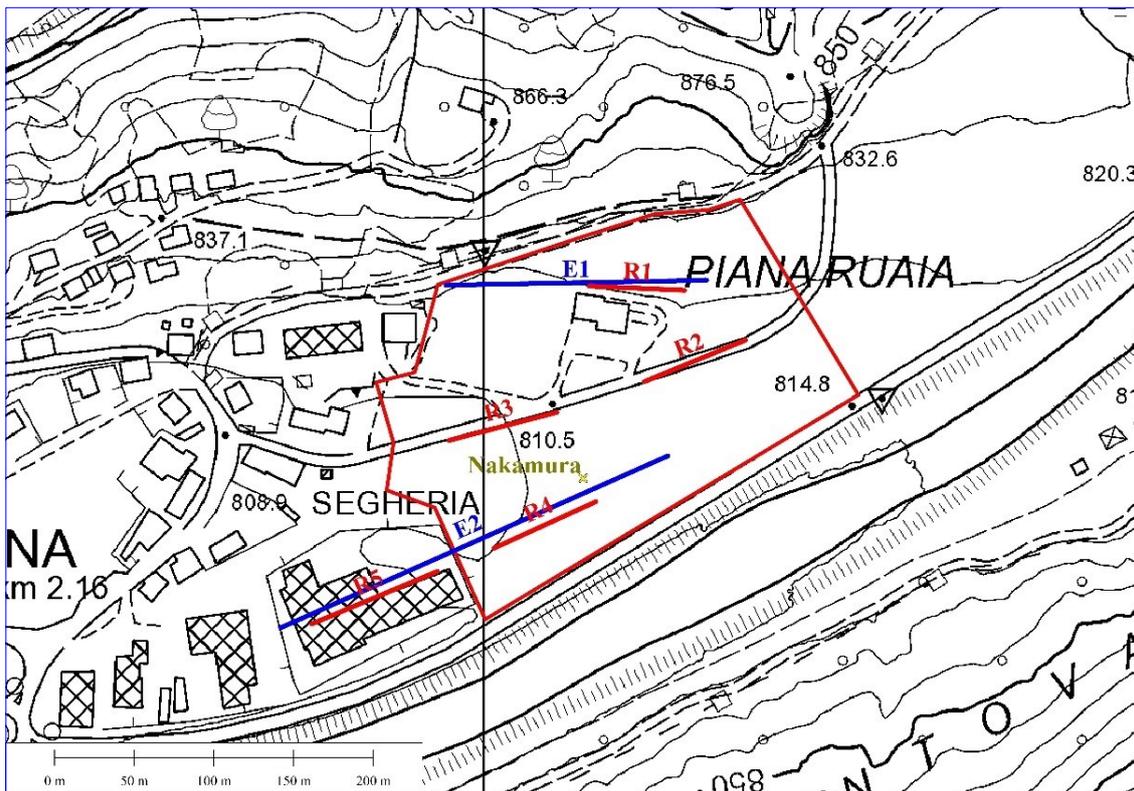


Figura 5.6-1: ubicazione indagini geofisiche eseguite durante la campagna del 2008.

5.6.1 Indagine elettrica

Da un punto di vista generale si riconosce un andamento di massima costituito un corpo resistivo al top ed uno spesso corpo conduttivo sottostante. Alla progressiva 40 ml si riconosce in corrispondenza con la depressione morfologica un assottigliamento dello spessore del corpo resistivo e una maggiore vicinanza del corpo conduttivo alla superficie. Sempre sul fianco occidentale del profilo si nota un affiorare progressivo del substrato roccioso che poi viene a giorno poco a monte della strada che prosegue poi in direzione della strada statale. Alla progressiva 90 ml si riconosce una profonda penetrazione del corpo resistivo in quello conduttivo associabile alla presenza di un grande blocco di frana o più verosimilmente dell'affiorare di un promontorio roccioso. I dati di polarizzabilità desumibili dall'elaborazione del profilo permettono infine di riconoscere delle zone di anomalia, quindi con probabilità di transito di fluidi, in prossimità della depressione morfologica e sul bordo orientale del nucleo resistivo che taglia sedimenti fini.

L'analisi dello stendimento E2 permette di riconoscere come l'andamento del sottosuolo presenti elevata regolarità. Si individuano infatti tre strati, il più superficiale resistivo, quello intermedio conduttivo, quello inferiore presenta nuovamente un aumento di resistività.

In ragione degli esiti dei saggi eseguiti è possibile ritenere che da un punto di vista litologico il primo strato resistivo possa essere associato ai terreni ghiaioso sabbiosi superficiali intercettati dagli scavi.

Il livello conduttivo intermedio è costituito da argille e limi depositi di bassa energia originatisi in epoca post glaciale a seguito dello sbarramento dell'Avisio.

Verso ovest si riconosce un approfondimento dell'interfaccia ghiaie – limi come peraltro riscontrato nell'esecuzione del saggio n. 1. Alla base del livello conduttivo, alla profondità di circa 25 m si individua un progressivo aumento della resistività probabilmente associabile alla presenza di un deposito sabbioso – ghiaioso. I dati di polarizzabilità desumibili dall'elaborazione del profilo evidenziano sostanzialmente due aree di più probabile circolazione di fluidi in corrispondenza delle progressive 145 ml e 230 ml.

L'elevato aumento della polarizzabilità alla base del profilo solleva la possibilità che nei depositi ghiaiosi sabbiosi di base possa essere presente una falda confinata.

5.6.2 Indagine ReMi.

L'analisi dei profili sismici conferma i risultati dell'analisi elettrica, i depositi ghiaioso sabbiosi superficiali appaiono poco addensati mentre i depositi limosi sottostanti presentano un grado significativo di addensamento.

In termini di categoria del sottosuolo di fondazione i risultati dell'indagine mettono in luce come il sottosuolo della piana alluvionale sia caratterizzato da valori di Vs30 inferiori a 360m/s il che significa che l'area ricade in **categoria C**.

Il test di Nakamura, eseguito in corrispondenza del profilo ReMi4 ha prodotto una curva dei rapporti spettrali dove si evidenzia un picco di elevata ampiezza posto in corrispondenza dei 2,5Hz.

Si suggerisce quindi di tenere in debito conto questo dato nella progettazione delle future strutture produttive (T=0.4sec).

6 MODELLO GEOLOGICO.

Il Modello Geologico di riferimento è stato realizzato sulla base delle ricognizioni di superficie condotte e delle informazioni bibliografiche disponibili e riassunte nei capitoli precedenti. Di seguito si riporta quanto già esposto dal dott. Nardin:

“Dai dati disponibili, emerge come la stratigrafia locale sia fortemente influenzata dall'azione di rimaneggiamento e deposito dei depositi alluvionali da parte del torrente Avisio per cui a fronte di una discreta omogeneità generale è facile individuare modifiche locali anche significative.

Evidente in particolare è la maggior presenza di matrice fine nel settore occidentale dell'area di progetto palesato dagli esiti delle analisi di laboratorio geotecnico effettuati sulle fustelle prelevate sul sondaggio S1, che hanno permesso di individuare limi argillosi.

Il settore orientale dell'area di progetto invece risulta maggiormente interessato da depositi più grossolani, il sondaggio S2 evidenzia una progressiva riduzione della frazione limosa che diventa ancora più evidente nel sondaggio S3 dove sabbie medio grosse e ghiaia costituiscono l'elemento caratterizzante dell'intera stratigrafia.

Indipendentemente dalle variazioni che si possono incontrare nei livelli più superficiali infine a partire da 9,0 - 10,0 m dal piano campagna è stato riconosciuto un livello omogeneo di oltre 10 m di spessore di sabbie e ghiaie.

Riassuntivamente si può quindi individuare un primo strato di spessore estremamente ridotto costituito da terreno vegetale, con spessore di circa 30-40 cm, al quale segue una lente di sabbie e ghiaie che si estende fino ai 2.5-3.5 m dal p.c..

Allo strato di sabbie e ghiaie segue una lente discontinua di limi argillosi, rilevata fino alla profondità massima di 6.5 dal p.c., questa lente presenta uno spessore massimo di 4 m.

Infine è presente uno strato continuo dello spessore di almeno 10 - 15 m costituito da sabbie limose con ghiaie.”

Per semplificare l'esposizione, quanto sopra viene riassunto in un modello con i strati rinvenuti codificati con la dicitura Livello e seguiti da una lettera dell'alfabeto. La rappresentazione sotto riportata vuole essere schematica, il passaggio da un livello all'altro non è continuo ma può subire variazioni verticali e laterali. Tali livelli verranno poi richiamati nel modello geotecnico di riferimento.

Livello A: Al di sotto della copertura vegetale dello spessore medio di circa 30 – 40 cm, deposito fluvioglaciale/alluvionale del Torrente Avisio costituito da sabbie e ghiaie sino alla profondità di circa 2,5 - 3,5 m dal p.c..

Livello B: da 2,5 – 3,5 m di profondità e sino alla profondità massima di circa 6,5 dal p.c, lente discontinua di limi argillosi.

Livello C: strato continuo dello spessore di almeno 10 - 15 m costituito da sabbie limose con ghiaie.

7 MODELLAZIONE SISMICA.

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC) e successivo D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale sul suolo rigido ($V_{S30} > 800$ m/s), è definita mediante un approccio "sito-dipendente". Per i valori di a_g , F_0 e T_c^* , necessari per la determinazione delle azioni sismiche, si fa riferimento agli Allegati A e B al Decreto del Ministro delle Infrastrutture 14 gennaio 2008, pubblicato nel S.O. alla Gazzetta Ufficiale del 4 febbraio 2008, n.29, ed eventuali successivi aggiornamenti.

Al fine di definire l'azione sismica di progetto, in questa fase progettuale, sulla base dei dati stratigrafici emersi della presente indagine e dai dati bibliografici disponibili, si può fare riferimento all'approccio semplificato riportato nel §. 3.2.2 del DM 17 gennaio 2018.

Al fine di definire l'azione sismica di progetto, in base ai dati emersi dall'indagine geofisica eseguita nel 2008 nell'area, il suolo di fondazione, può essere inserito nella "categoria C" (vedasi cap. 5.6.2) stabilita nel D.M. 17 gennaio 2018 (Tab. 3.2.II nel § 3.2.2).

La "categoria C" viene definita come: *"Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s"*.

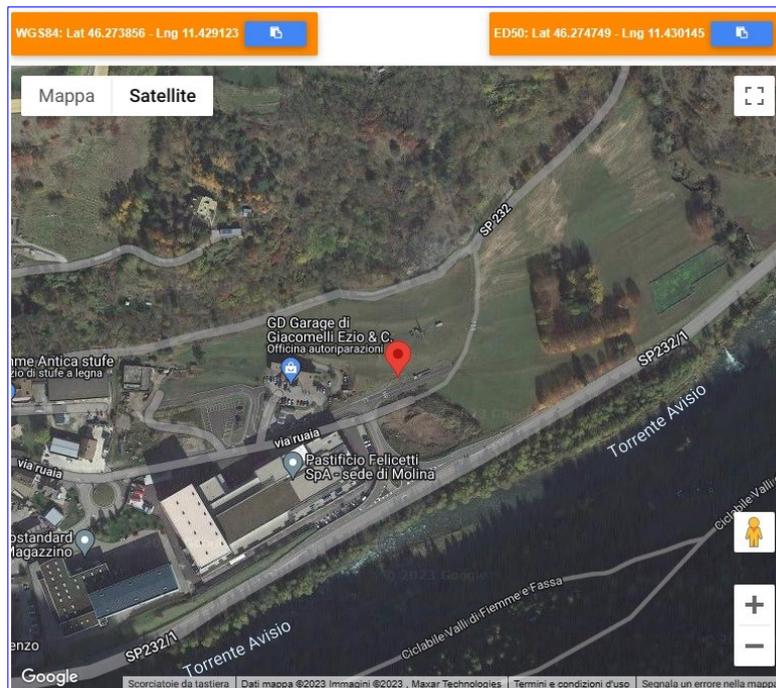
Basandosi sulle funzioni di progetto, l'opera può essere inclusa in **Classe d'uso II**; nella quale rientrano *"Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industri con attività non pericolose per l'ambiente. 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 d'emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti"*.

A questa Classe d'uso corrisponde un **Coefficiente d'uso (C_u) pari a 1,0**.

La **Vita nominale (V_N)** dell'opera in progetto è pari a 50 anni. In base a quanto sopra esposto per valutare le azioni sismiche di progetto viene adottato un **periodo di riferimento ($V_R = V_N \times C_u$) pari a 50 anni**.

L'area produttiva Ruaia (come riportato nel capitolo 4.2) presenta un'acclività media inferiore ai 15° e pertanto viene inserita nella **Categoria Topografica T1** e si fa riferimento ad un **Coefficiente di amplificazione topografica S_T pari a 1,0**.

Di seguito, relativamente alla zona in oggetto, si riportano i parametri di pericolosità sismica definiti con il software GeoStru PS (<https://geoapp.eu/parametrisismici2018/>).



Stati limite

	Classe Edificio				
	II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...				
	Vita Nominale	50			
	Interpolazione	Media ponderata			
CU = 1					
Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	Fo	T_c^* [s]	
Operatività (SLO)	30	0.025	2.485	0.190	
Danno (SLD)	50	0.031	2.497	0.210	
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.064	2.613	0.363	
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.081	2.637	0.389	
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50				

Coefficienti sismici

	Tipo	Stabilità dei pendii e fondazioni			
<input type="checkbox"/>	Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.				
	H (m)		us (m)		
	1			0.1	
	Cat. Sottosuolo	C			
	Cat. Topografica	T1			
		SLO	SLD	SLV	SLC
	SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,50	1,50
	CC Coeff. funz categoria	1,82	1,76	1,47	1,43
	ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00
<input type="checkbox"/>	Acc.ne massima attesa al sito [m/s ²]				0.6
	Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
	kh	0.007	0.009	0.019	0.024
	kv	0.004	0.005	0.010	0.012
	Amax [m/s ²]	0.364	0.449	0.941	1.186
	Beta	0.200	0.200	0.200	0.200

Localizzazione sito, parametri e coefficienti sismici da utilizzare per le verifiche NTC 17/01/2018.

8 GESTIONE TERRE E ROCCE DA SCAVO.

Ai sensi del Decreto Legislativo del 3 aprile 2006 nr. 152 e s.m.i., si fa presente che: l'area d'intervento non è compresa nell'anagrafe delle aree inquinate o soggette a bonifica ambientale ai sensi del Titolo V, Parte IV del Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n. 152 (e s.m.i.), come verificato, alla data di stesura del presente rapporto nel Sistema Informativo Ambientale dell'Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente (APPA) nell'"Anagrafe dei siti da bonificare" (<http://www.appa.provincia.tn.it/pianificazione/Bonificasiti/>) i terreni naturali presenti in sito hanno la storia d'uso di un'area produttiva, senza quindi i presupposti per ritenere che il sito si trovi in situazioni di incompatibilità con la destinazione urbanistica.

Per la gestione delle "Terre e Rocce da scavo" il "produttore" (soggetto la cui attività materiale produce le terre e rocce) dovrà fare riferimento al D.P.R. nr. 120 del 22-08-2017 (Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo).

Le analisi di caratterizzazione da effettuare sui materiali di scavo devono prevedere la ricerca del set analitico minimale riportato alla tab. 4.1 dell'All. 4 del DPR n. 120 / 2017 con l'esclusione, se motivata, del parametro amianto.

Questo elemento può essere escluso dalla ricerca, poiché tale elemento (silicato varietà di anfibolo o di serpentino) non è presente nelle rocce porfiriche che caratterizzano la zona.

Il dato analitico dovrà essere confrontato con i limiti di colonna A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

Nel caso in cui si riscontri la presenza di terreno di riporto, cioè con un contenuto massimo di materiali di origine antropica pari al 20 % in peso, tali matrici dovranno essere sottoposte al test di cessione, effettuato con le metodiche del decreto del Ministero dell'ambiente del 5 febbraio 1998, ad esclusione del parametro amianto (art.4, commi 3 e 4 DPR 13 giugno 2017 n. 120), al fine di accertare il rispetto delle concentrazioni soglia di contaminazione delle acque sotterranee, di cui alla Tabella 2, Allegato 5, al Titolo 5, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

Per il totale riutilizzo del materiale nel sito di produzione, si dovrà far riferimento all'Art. 24 del citato DPR (utilizzo nel sito di produzione delle terre e rocce escluse dalla disciplina rifiuti) con la specifica che *"Ai fini dell'esclusione dall'ambito di applicazione della normativa sui rifiuti, le terre e rocce da scavo devono essere conformi ai requisiti di cui all'articolo 185, comma 1, lettera c), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e in particolare devono essere utilizzate nel sito di produzione. Fermo restando quanto previsto dall'articolo 3, comma 2, del decreto-legge 25 gennaio 2012, n. 2, convertito, con modificazioni, dalla legge 24 marzo 2012, n. 28, la non contaminazione è verificata ai sensi dell'allegato 4 del presente regolamento".*

Qualora invece si volesse optare per la gestione delle terre e rocce da scavo come sottoprodotti, si dovrà far riferimento all'Art. 4 (Criteri per qualificare le terre e rocce da scavo come sottoprodotti) e all'Art. 20 del citato DPR, con la specifica che *"La sussistenza delle condizioni previste dall'articolo 4, è attestata dal produttore tramite una dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà resa ai sensi dell'articolo 47 del decreto del Presidente della Repubblica 28 dicembre 2000, n. 445, con la trasmissione, anche solo in via telematica, almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori di scavo, del modulo di cui all'allegato 6 al comune del luogo di produzione e all'Agenzia di protezione ambientale territorialmente competente."*

9 CONCLUSIONI.

Su incarico e per conto di Trentino Sviluppo S.p.a., si è redatta la presente relazione geologica a supporto del progetto “Piano di attuazione Ruaia 2022 della zona produttiva del settore secondario di nuovo impianto di livello provinciale in Loc. “Piana Ruaia” nel C.C. Castello di Fiemme per conto del Comune di Castello – Molina di Fiemme.

Il progetto prevede una parziale variazione a quanto già realizzato come urbanizzazione della zona e nello specifico nello spostamento verso monte, di una cinquantina di metri circa, del tratto orientale della viabilità interna denominata “Tronco A” e conseguente unione dei settori orientali dei lotti A e B in un unico lotto denominato lotto A.

A conclusione del presente studio, si evidenzia quanto segue:

- La presente relazione fa seguito ed aggiorna i precedenti lavori effettuati nel 2008 e 2012/2013, dal collega dott. geol. Nardin, sempre per il progetto per la realizzazione delle opere di urbanizzazione della zona produttiva del settore secondario di nuovo impianto di livello provinciale in Loc. “Piana Ruaia”.
- Per quanto riguarda la Carta di Sintesi della Pericolosità del PUP, l’area della zona produttiva ricade in gran parte (parte occidentale del lotto A, lotti B e parte occidentale del lotto C) in area a “penalità trascurabile o assente (P1)” per penalità di tipo “litogeomorfologica”, mentre la parte nord orientale dell’area (parte orientale del lotto C e l’angolo nord-est della parte orientale del lotto A) ricade in “area a penalità bassa (P2)” per penalità di tipo “Crolli rocciosi”; per quanto esposto nella specifica relazione tecnica di compatibilità allegata alla presente e alla quale si rimanda, emerge che l’intervento in progetto è consentito alla luce dalle N.A. della nuova Carta di Sintesi della Pericolosità.
- Le indagini geognostiche condotte nell’area sono consistite nell’esecuzione di 5 pozzetti geognostici con profondità comprese fra i 4,0 ed i 4,5 m con installazione di tubo piezometrico e misure piezometriche (2008); esecuzione di 3 sondaggi geognostici a rotazione a carotaggio continuo spinti alla profondità massima di 20,0 m da p.c. con l’esecuzione di prove SPT in foro nei primi 6 m di profondità ed installazione di piezometri a tubo aperto (2012); una campagna di indagini geofisiche (2008) consistita in 2 profili elettrici, 5 profili Re.Mi. ed un test di Nakamura; varie prove di laboratorio geotecnico su campioni raccolti in sito.
- Tali indagini si ritengono tutt’ora sufficienti ed esaustive per la definizione delle caratteristiche stratigrafiche ed idrogeologiche dell’area in esame, anche alla luce delle minime modifiche previste nella presente variante progettuale.
- La situazione stratigrafico – geotecnica dei terreni costituenti il sottosuolo della zona dei lavori è stata quindi ricostruita sulla base del rilievo eseguito e dai dati bibliografici disponibili; è stato così possibile elaborare il “Modello Geologico di Riferimento” della zona di intervento utilizzato poi per l’elaborazione del successivo “Modello Geotecnico”.
- Le indagini geognostiche hanno permesso di individuare un primo strato (al di sotto di uno spessore estremamente ridotto di terreno vegetale) costituito da sabbie e ghiaie che si estende fino ai 2,5 – 3,5 m dal p.c., seguito da una lente discontinua di limi argillosi, rilevata fino alla profondità massima di 6,5 dal p.c., questa lente presenta uno spessore massimo di 4 m, oltre la quale è presente uno strato continuo dello spessore di almeno 10 - 15 m costituito da sabbie limose con ghiaie.
- Le precedenti indagini geognostiche svolte sull’area hanno palesato la presenza di una falda superficiale con profondità variabile in ragione delle precipitazioni e della quota del torrente all’interno dell’alveo. Le misure piezometriche eseguite nei piezometri installati nei pozzetti geognostici, nel periodo aprile-giugno 2008, hanno palesato la presenza della falda ad una profondità mediamente compresa fra 2,3 e 3,3 m dal piano campagna; mentre le misure piezometriche eseguite nei piezometri installati nei sondaggi geognostici hanno invece palesato la presenza della falda ad una profondità compresa fra 0,75 m e 2,58

m dal piano campagna; andando ad analizzare la quota assoluta della falda emerge come essa sia compresa fra quota 809,83 m s.l.m. (parte orientale) e 805,95 m s.l.m. (parte occidentale) con un progressivo abbassamento della quota del pelo libero dell'acqua in direzione ovest-sudovest.

L'indagine elettrica ed i riscontri dell'indagine sismica passiva (Re.Mi.) evidenziarono inoltre la probabile presenza di una falda confinata (quindi in pressione) nei depositi grossolani rilevati alla base del profilo (alla profondità di circa 20/25 m dal p.c.) su cui risulta impostato il livello limoso-argilloso che corre sotto tutta la piana Ruaia e che funge quindi da acquiclude.

- Dalle indagini geofisiche disponibili, è emerso che la classe di sottosuolo, per la valutazione delle azioni sismiche di progetto, possa essere inserita nella **“categoria C”** con un Coefficiente di amplificazione topografica **ST pari a 1,0**.

Sulla base di quanto esposto nella presente relazione e nello studio di compatibilità allegato, in considerazione del progetto previsto è possibile affermare che l'area individuata può essere considerata idonea dal punto di vista geologico - idrogeologico alla realizzazione di quanto previsto in progetto, a condizione che vengano osservate le prescrizioni tecniche riportate nella presente relazione e nelle relazioni tecnica di compatibilità e geotecnica allegate.

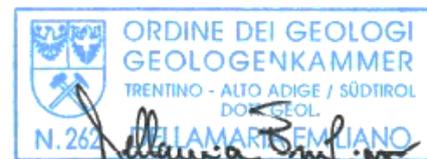
Si rammenta inoltre la necessità della supervisione geologica dei lavori, volta alla verifica delle previsioni stratigrafico-geotecniche contenute nel presente studio ed alla definizione di dettaglio dei migliori criteri geoesecutivi delle opere in progetto. Lo scrivente, o chi verrà incaricato dalla D.O. geologica, potrà quindi produrre le opportune varianti in caso di difformità fra le previsioni di progetto e quanto realmente riscontrato nella fase di supplemento di indagine.

Il presente elaborato è redatto in ottemperanza ai contenuti del D.M. 17 gennaio 2018 “Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»” e soddisfa i requisiti urbanistici e normativi di rilevanza geologica, per cui costituisce documento progettuale idoneo per il rilascio della concessione ad eseguire i lavori.

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

Sant'Orsola Terme (TN), febbraio 2023

Dott. Geol. Emiliano Dellamaria



PIANO DI ATTUAZIONE RUAIA 2022 DELLA ZONA PRODUTTIVA DEL SETTORE SECONDARIO DI NUOVO IMPIANTO DI LIVELLO PROVINCIALE IN LOC. “PIANA RUAIA” NEL C.C. CASTELLO DI FIEMME PER CONTO DEL COMUNE DI CASTELLO – MOLINA DI FIEMME

RELAZIONE GEOTECNICA.

SULLE INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA DEL SITO.

1 PREMESSA.

Su incarico e per conto di Trentino Sviluppo S.p.a., si redige la seguente relazione geotecnica a supporto del progetto *Piano di attuazione ruaia 2022 della zona produttiva del settore secondario di nuovo impianto di livello provinciale in Loc. “Piana Ruaia” nel C.C. Castello di Fiemme per conto del Comune di Castello – Molina di Fiemme.*

Il progetto prevede una parziale variazione a quanto già realizzato come urbanizzazione della zona e nello specifico nello spostamento verso monte, di una cinquantina di metri circa, del tratto orientale della viabilità interna denominata “Tronco A” e conseguente unione dei settori orientali dei *lotti A e B* in un unico lotto denominato *lotto A* (vedasi estratti tavole progettuali in ALLEGATO I)

La presente relazione fa seguito ed aggiorna i precedenti lavori effettuati nel 2008 e 2012/2013, dal collega dott. geol. Nardin, sempre per il *progetto per la realizzazione delle opere di urbanizzazione della zona produttiva del settore secondario di nuovo impianto di livello provinciale in Loc. “Piana Ruaia”.*

La presente relazione redatta secondo quanto previsto dalla normativa vigente, D.M. del 17 gennaio 2018 “Aggiornamento delle Nuove norme tecniche per le costruzioni” è finalizzata alla ricostruzione del modello geotecnico necessario alla progettazione.

La presente relazione fa esplicito riferimento al Modello Geologico di Riferimento definito nella Relazione Geologica.

Nella presente Relazione vengono raccolte tutte le informazioni di carattere geotecnico emerse dalle indagini geognostiche eseguite precedentemente in sito per il *progetto per la realizzazione delle opere di urbanizzazione della zona produttiva del settore secondario di nuovo impianto di livello provinciale in Loc. “Piana Ruaia”.*

Nello specifico le indagini condotte nell’area sono le seguenti:

- Indagini dirette:
 - esecuzione di 5 pozzetti geognostici con profondità comprese fra i 4,0 ed i 4,5 m con installazione di tubo piezometrico e misure piezometriche (2008).
 - Esecuzione di 3 sondaggi geognostici a rotazione a carotaggio continuo spinti alla profondità massima di 20,0 m da p.c. con l’esecuzione di prove SPT in foro nei primi 6 m di profondità ed installazione di piezometri a tubo aperto (2012).
- Indagini indirette:

Esecuzione di una campagna di indagini geofisiche consistita in (2008):

 - 2 profili elettrici della lunghezza di 170 m e 260 m.
 - 5 profili Re.Mi.
 - 1 Test di Nakamura
- prove di laboratorio geotecnico:
 - Analisi granulometriche, limiti di Atterberg e prova di taglio diretto su 5 campioni raccolti nei pozzetti P2, P3 e P4 su campioni rimaneggiati (2008)
 - Analisi granulometriche, limiti di Atterberg, prova di taglio diretto, compressione semplice ed edometria su 4 campioni raccolti nei sondaggi S1 ed S2 su campioni indisturbati (2012).

Tali indagini si ritengono tutt'ora sufficienti ed esaustive per la definizione delle caratteristiche geotecniche dei terreni in esame, anche alla luce delle minime modifiche previste nella presente variante progettuale.

La presente relazione geotecnica sulle indagini, caratterizzazione e modellazione del volume significativo di terreno, riguarda la fase progettuale definitiva.

I sopralluoghi sul sito e la stesura del presente rapporto sono stati effettuati dallo scrivente, dott. Geol. Emiliano Dellamaria, nel mese di febbraio 2023.

2 MODELLO GEOTECNICO.

Sulla base dei risultati delle attività di rilevamento di superficie e di quanto raccolto nelle precedenti indagini geognostiche condotte nell'area, di seguito si propone il Modello Geotecnico che sta alla base del progetto *Piano di attuazione ruaia 2022 della zona produttiva del settore secondario di nuovo impianto di livello provinciale in Loc. "Piana Ruaia" nel C.C. Castello di Fiemme per conto del Comune di Castello – Molina di Fiemme.*

Dalle indagini effettuate emerge che il piano di fondazione del nuovo tronco stradale previsto nella variante progettuale e gli scavi per realizzarlo, avverranno verosimilmente nel materiale costituente il Livello A.

Livello A: Al di sotto della copertura vegetale dello spessore medio di circa 30 – 40 cm, deposito fluvioglaciale/alluvionale del Torrente Avisio costituito da sabbie e ghiaie sino alla profondità di circa 2,5 - 3,5 m dal p.c..

Livello B: da 2,5 – 3,5 m di profondità e sino alla profondità massima di circa 6,5 dal p.c, lente discontinua di limi argillosi.

Livello C: strato continuo dello spessore di almeno 10 - 15 m costituito da sabbie limose con ghiaie.

3 PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA.

Di seguito vengono riportati i parametri meccanici dei materiali costituenti la successione stratigrafica riassuntiva proposta per il sito in esame.

I valori dei parametri meccanici fanno riferimento a quanto osservato in sede di indagine e ai risultati delle prove geotecniche realizzate sui campioni prelevati dai sondaggi e dai pozzetti eseguiti nell'area, ulteriormente integrate con i dati bibliografici dei materiali rilevati e con i risultati delle prove SPT in foro e pertanto hanno un medio grado di affidabilità.

La coesione del terreno è una componente permanente della resistenza al taglio del terreno, se questo non viene rimaneggiato e/o saturato dall'acqua.

Al deposito sabbioso limoso con ghiaie (**Livello A**), possono essere attribuiti i seguenti valori medi cautelativi dei parametri meccanici "drenati" "caratteristici":

- peso di volume naturale $\gamma = 18,5 \text{ KN/m}^3$;
- angolo attrito $\varphi = 32^\circ - 34^\circ$;
- coesione apparente $c = 5 - 8 \text{ KN/m}^2$;
- coesione efficace $c = 0 \text{ KN/m}^2$;

Al deposito limo argillosi leggermente sabbiosi (**Livello B**), possono essere attribuiti i seguenti valori medi cautelativi dei parametri meccanici "drenati" "caratteristici":

- peso di volume naturale $\gamma = 19,0 \text{ KN/m}^3$;
- angolo attrito $\varphi = 26^\circ$;
- coesione apparente $c = 10 - 20 \text{ KN/m}^2$;

Si fa presente che i parametri e le osservazioni sopradescritte sono una stima ragionata e cautelativa, e che in corso d'opera si dovrà effettuare un supplemento di indagine al fine di verificare l'esattezza di tali previsioni, ovvero di predisporre le opportune varianti nel caso l'ipotesi non venisse confermata.

I valori dei parametri sopra riportati sono da intendersi come "caratteristici" ai sensi del D.M. 17/01/2018, poiché stimati con criteri cautelativi. A tale proposito il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (CSLP), nelle istruzioni alle NTC, indica che valori caratteristici circa uguali ai valori medi $V_k \sim V_m$ possono essere adottati dal geotecnico quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno, come avviene per le fondazioni superficiali.

Con le indagini effettuate, supportate anche dalle risultanze del supplemento di indagine da eseguirsi in c.o., sarà ampiamente analizzato il "volume significativo" del terreno, così come richiesto dal D.M. 17.01.2018, anche in considerazione delle normali caratteristiche strutturali delle opere in progetto.

In corso d'opera si prescrive la presenza di un Geologo che dovrà controllare la rispondenza tra la caratterizzazione geologica e geotecnica assunta in progetto e la situazione effettiva differendo di conseguenza la caratterizzazione geologica-geotecnica ed il progetto esecutivo, così come previsto dalla normativa di settore.

4 CALCOLO DI MASSIMA DEL CARICO LIMITE DEL TERRENO.

Di seguito viene riportato un esempio di calcolo per le fondazioni dei muri di sostegno del nuovo tronco stradale in previsione; allo stato attuale non conoscendo le reali dimensioni che avranno le stesse, si ipotizzano fondazioni di tipo nastriforme continue di ampiezza $B \geq 1,0$ m, altezza $D \geq 0,50$ m e considerando carichi verticali e non eccentrici, nulli i valori di inclinazione del piano di posa della fondazione e falda a $-1,3$ m dal p.c.

Il calcolo viene eseguito per fondazioni poggianti sul **Livello A** con i valori caratteristici dei parametri meccanici drenati parametrati nel capitolo 3 della presente relazione e considerando la coesione cautelativamente nulla; viene anche proposto un esempio di calcolo per fondazioni poggianti sul **Livello B**, nel caso le fondazioni dovessero andare ad intercettare tale livello.

In questa fase progettuale si suppone il piano di fondazione sia tessitualmente omogeneo e con caratteristiche di compressibilità uniformi; in c.o. si dovrà verificare l'esattezza di tale previsione, ovvero predisporre le opportune varianti nel caso l'ipotesi non venisse confermata.

Si effettua di seguito il calcolo della capacità portante limite con il criterio EC7 e con l'Approccio 2 Combinazione unica delle NTC 17.01.2018. La scelta di calcolo mediante l'Approccio 2 - Combinazione unica (A1+M1+R3) è necessaria poiché stato attuale non si possiedono dati circa i valori delle azioni di progetto.

Il calcolo effettuato definisce una sezione di massima a supporto del progetto definitivo e dovrà essere obbligatoriamente definita e verificata nel progetto esecutivo; spetterà al progettista verificare la capacità portante in base alle effettive dimensioni fondazionali e a tutti gli elementi relativi ai carichi di fondazione secondo le NTC 17.01.2018, tenendo conto dei coefficienti parziali relativi ai parametri geotecnici e delle azioni.

DATI GENERALI

Azione sismica	NTC 2018
Larghezza fondazione	1,0 m
Lunghezza fondazione	10,0 m
Profondità piano di posa	0,5 m
Altezza di incastro	0,5 m
Profondità falda	1,3

SISMA

Accelerazione massima (ag/g)	0,096
Effetto sismico secondo	NTC (C7.11.5.3.1)
Fattore di struttura [q]	3
Periodo fondamentale vibrazione [T]	0,25
Coefficiente intensità sismico terreno [Khk]	0,0193
Coefficiente intensità sismico struttura [Khi]	0,0838

Coefficienti sismici [N.T.C.]**Dati generali**

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	50,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,25	2,49	0,19
S.L.D.	50,0	0,3	2,5	0,21
S.L.V.	475,0	0,63	2,61	0,36
S.L.C.	975,0	0,79	2,64	0,39

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera:	Stabilità dei pendii e Fondazioni
--------	-----------------------------------

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,375	0,2	0,0076	0,0038
S.L.D.	0,45	0,2	0,0092	0,0046
S.L.V.	0,945	0,2	0,0193	0,0096
S.L.C.	1,185	0,2	0,0242	0,0121

STRATIGRAFIA TERRENO PER FONDAZIONI POGGIANTI SUL LIVELLO A

Peso unità di volume [kN/m ³]	Peso unità di volume saturo [kN/m ³]	Angolo di attrito [°]	Coesione [kN/m ²]	Modulo Elastico [kN/m ²]	Descrizione
18,5	21,0	32,0	0,0	30000,0	Livello A

STRATIGRAFIA TERRENO PER FONDAZIONI POGGIANTI SUL LIVELLO B

Peso unità di volume [kN/m ³]	Peso unità di volume saturo [kN/m ³]	Angolo di attrito [°]	Coesione [kN/m ²]	Modulo Elastico [kN/m ²]	Descrizione
19,0	21,5	26,0	0,0	20000,0	Livello B

Carichi di progetto agenti sulla fondazione:

Non essendo allo stato attuale a conoscenza delle dimensioni esecutive delle fondazioni di progetto e dei carichi su di esse gravanti, il valore di progetto della resistenza del terreno (Rd) dovrà essere calcolato analiticamente con riferimento ai valori caratteristici dei parametri geotecnici, penalizzati dei coefficienti parziali γ_m e per introduzione dei coefficienti parziali γ_R delle resistenze.

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef.Rid.C capacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	2,3	1,1
2	Sì	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

ESEMPIO DI CALCOLO PER FONDAZIONE POGGIANTE SUL LIVELLO A**CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE – Sisma – NTC 2018****Approccio 2 Combinazione Unica – A1 + M1 + R3**

Autore: MEYERHOF (1963)

Carico limite [Qult] 407,6 KN/m²Resistenza di progetto[Rd] 177,22 KN/m²

Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed] --

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 16304,18 KN/m³**A1+M1+R3**

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	23,18
Fattore [Nc]	35,49
Fattore [Ng]	20,79
Fattore forma [Sc]	1,0
Fattore profondità [Dc]	1,2
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	-1,38
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,06
Fattore profondità [Dq]	1,14
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,54
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,96
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,54
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 680,69 kN/m²Resistenza di progetto 295,95 kN/m²

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	28,52
Fattore [Nc]	44,04
Fattore [Ng]	27,49
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	516,79 kN/m ²
Resistenza di progetto	224,69 kN/m ²

Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	23,18
Fattore [Nc]	35,49
Fattore [Ng]	22,02
Fattore forma [Sc]	1,07
Fattore profondità [Dc]	1,18
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,03
Fattore profondità [Dq]	1,09
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore forma [Sg]	1,03
Fattore profondità [Dg]	1,09
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	469,48 kN/m ²
Resistenza di progetto	204,12 kN/m ²

Autore: VESIC (1975) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	23,18
Fattore [Nc]	35,49
Fattore [Ng]	30,21
Fattore forma [Sc]	1,0
Fattore profondità [Dc]	1,2
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	-1,38
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,06
Fattore profondità [Dq]	1,14
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,39
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,96
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,39
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	732,07 kN/m ²
Resistenza di progetto	318,29 kN/m ²

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	23,18
Fattore [Nc]	35,49
Fattore [Ng]	27,72
Fattore forma [Sc]	1,06
Fattore profondità [Dc]	1,14
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,41
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,05

Fattore profondità [Dq]	1,14
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,39
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,97
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,39
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	701,67 kN/m ²
Resistenza di progetto	305,07 kN/m ²

Sisma

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	23,18
Fattore [Nc]	35,49
Fattore [Ng]	20,79
Fattore forma [Sc]	1,0
Fattore profondità [Dc]	1,2
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	-1,38
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,06
Fattore profondità [Dq]	1,14
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,54
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,96
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,54
Fattore inclinazione base [Bg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0,73
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	604,13 kN/m ²
Resistenza di progetto	262,67 kN/m ²

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	28,52
Fattore [Nc]	44,04
Fattore [Ng]	27,49
Fattore forma [Sc]	1,0
Fattore forma [Sg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0,73
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	448,17 kN/m ²
Resistenza di progetto	194,86 kN/m ²

Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	23,18
Fattore [Nc]	35,49
Fattore [Ng]	22,02

Fattore forma [Sc]	1,07
Fattore profondità [Dc]	1,18
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,03
Fattore profondità [Dq]	1,09
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore forma [Sg]	1,03
Fattore profondità [Dg]	1,09
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0,73
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0
Carico limite	407,6 kN/m ²
Resistenza di progetto	177,22 kN/m ²

Autore: VESIC (1975) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	23,18
Fattore [Nc]	35,49
Fattore [Ng]	30,21
Fattore forma [Sc]	1,0
Fattore profondità [Dc]	1,2
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	-1,38
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,06
Fattore profondità [Dq]	1,14
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,39
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,96
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,39
Fattore inclinazione base [Bg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0,73
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	631,34 kN/m ²
Resistenza di progetto	274,49 kN/m ²

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	23,18
Fattore [Nc]	35,49
Fattore [Ng]	27,72
Fattore forma [Sc]	1,06
Fattore profondità [Dc]	1,14
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,41
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,05
Fattore profondità [Dq]	1,14
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,39
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,97
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,39
Fattore inclinazione base [Bg]	1,0

Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0,73
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0
Carico limite	608,31 kN/m ²
Resistenza di progetto	264,48 kN/m ²

ESEMPIO DI CALCOLO PER FONDAZIONE POGGIANTE SUL LIVELLO B**CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE – Sisma – NTC 2018****Approccio 2 Combinazione Unica – A1 + M1 + R3**

Autore: MEYERHOF (1963)

Carico limite [Qult] 185,86 kN/m²Resistenza di progetto[Rd] 80,81 kN/m²

Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed] --

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 7434,53 kN/m³**A1+M1+R3**

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	11,85
Fattore [Nc]	22,25
Fattore [Ng]	7,94
Fattore forma [Sc]	1,0
Fattore profondità [Dc]	1,2
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	-1,38
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,05
Fattore profondità [Dq]	1,15
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,54
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,96
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,54
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	320,76 kN/m ²
Resistenza di progetto	139,46 kN/m ²

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	14,21
Fattore [Nc]	27,09
Fattore [Ng]	11,35
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	242,81 kN/m ²
Resistenza di progetto	105,57 kN/m ²

Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	11,85
Fattore [Nc]	22,25
Fattore [Ng]	8,0
Fattore forma [Sc]	1,05
Fattore profondità [Dc]	1,16
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,03
Fattore profondità [Dq]	1,08
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore forma [Sg]	1,03
Fattore profondità [Dg]	1,08
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	208,95 kN/m ²
Resistenza di progetto	90,85 kN/m ²

Autore: VESIC (1975) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	11,85
Fattore [Nc]	22,25
Fattore [Ng]	12,54
Fattore forma [Sc]	1,0
Fattore profondità [Dc]	1,2
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	-1,38
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,05
Fattore profondità [Dq]	1,15
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,39
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,96
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,39
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	348,7 kN/m ²
Resistenza di progetto	151,61 kN/m ²

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	11,85
Fattore [Nc]	22,25
Fattore [Ng]	10,59
Fattore forma [Sc]	1,05
Fattore profondità [Dc]	1,17
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,43
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,04
Fattore profondità [Dq]	1,15
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,39
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,97

Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,39
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	324,45 kN/m ²
Resistenza di progetto	141,07 kN/m ²

Sisma

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	11,85
Fattore [Nc]	22,25
Fattore [Ng]	7,94
Fattore forma [Sc]	1,0
Fattore profondità [Dc]	1,2
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	-1,38
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,05
Fattore profondità [Dq]	1,15
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,54
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,96
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,54
Fattore inclinazione base [Bg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0,73
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	290,24 kN/m ²
Resistenza di progetto	126,19 kN/m ²

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	14,21
Fattore [Nc]	27,09
Fattore [Ng]	11,35
Fattore forma [Sc]	1,0
Fattore forma [Sg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0,73
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	213,25 kN/m ²
Resistenza di progetto	92,72 kN/m ²

Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	11,85
Fattore [Nc]	22,25
Fattore [Ng]	8,0
Fattore forma [Sc]	1,05
Fattore profondità [Dc]	1,16
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,03

Fattore profondità [Dq]	1,08
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore forma [Sg]	1,03
Fattore profondità [Dg]	1,08
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0,73
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0
Carico limite	185,86 kN/m ²
Resistenza di progetto	80,81 kN/m ²

Autore: VESIC (1975) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	11,85
Fattore [Nc]	22,25
Fattore [Ng]	12,54
Fattore forma [Sc]	1,0
Fattore profondità [Dc]	1,2
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	-1,38
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,05
Fattore profondità [Dq]	1,15
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,39
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,96
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,39
Fattore inclinazione base [Bg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0,73
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	305,08 kN/m ²
Resistenza di progetto	132,64 kN/m ²

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	11,85
Fattore [Nc]	22,25
Fattore [Ng]	10,59
Fattore forma [Sc]	1,05
Fattore profondità [Dc]	1,17
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,43
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,04
Fattore profondità [Dq]	1,15
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,39
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,97
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,39
Fattore inclinazione base [Bg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0,73
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	287,23 kN/m ²
Resistenza di progetto	124,88 kN/m ²

In sede di sbancamento, eventuali anomalie locali, costituite ad esempio da materiale differente da quello esposto nel capitolo 3 andranno rimosse, sostituendo il materiale con altro avente migliori caratteristiche geotecniche. Se un'anomalia dovesse corrispondere alla zona d'imposta della fondazione, il materiale di riporto andrà adeguatamente compattato o, in alternativa, la fondazione dovrà essere impostata ad una profondità maggiore, tale cioè da poggiare su materiale con caratteristiche confrontabili con quelle medie dell'area.

5 STABILITA' DEI FRONTI DI SCAVO.

Dalle tavole progettuali disponibili, è ipotizzabile che per lo spostamento verso monte del tratto orientale del tronco A della strada interna, essendo che avverrà su terreno inclinato, sarà necessaria l'esecuzione di scavi verso monte che allo stato attuale delle conoscenze si ritiene interesseranno il Livello A precedentemente descritto e parametrato.

Il D.M. 17 gennaio 2018 (Aggiornamento delle NTC) dispone che le verifiche per la stabilità dei fronti di scavo vengano eseguite con l'approccio 1 combinazione 2 GEO (A2+M2+R2); il coefficiente di sicurezza γ_{R2} è di 1,1 per la stabilità a breve termine (tabella 6.8.I della citata normativa).

La normativa inoltre specifica al punto 2.4.1 che le verifiche sismiche possono omettersi per le opere provvisorie o per le strutture in fase costruttiva quando le relative durate previste in progetto siano inferiori a 2 anni. I fronti di scavo in questione sono sicuramente da assimilarsi ad "un'opera provvisoria" in quanto la loro durata è di pochi giorni o settimane; in considerazione di ciò le verifiche di stabilità generale sono state fatte non considerando l'azione sismica, ma solo i coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno; per le verifiche pertanto i parametri geotecnici caratteristici del terreno, sono stati preventivamente corretti applicando i coefficienti parziali $\gamma_M M2$, come indicato nella tabella seguente; in questo caso è stato considerato l'intero valore della coesione, data la transitorietà della geometria di scavo.

	Φ' [gradi°]	$\tan\Phi'$	c' [kN/m ²]	γ' [kN/m ³]
f_k	33,00	0,65	10,00	18,50
$\gamma_m [M2]$		1,25	1,25	1,0
f_d	27,45	0,52	8,00	18,50

In considerazione del fatto che allo stato attuale non sono note le esatte altezze di scavo, nel presente capitolo verranno determinati gli angoli con cui dovranno essere riprofilate le scarpate provvisorie nel caso si dovesse superare l'altezza di scavo di 2,0 m per varie altezze del fronte.

Dato che le indagini condotte lungo l'area hanno palesato la possibile presenza di una falda a bassa profondità, la pendenza da assegnare alla scarpata, per ottenere il fattore di sicurezza $F= 1,15$ (è stato utilizzato un valore di γ_R maggiore di 1,1 di legge, per compensare la presenza a monte del fronte di scavo di un pendio, anziché di una superficie piana) è stata valutata col **diagramma 2 di Hoek & Bray valido in condizioni drenate e con filtrazione alla base del fronte.**

Di seguito si riporta una tabella con indicati, in funzione dell'altezza H della scarpata, i valori di pendenza β per ottenere un fattore di sicurezza di 1,15.

H (m)	2,0	2,5	3,0	3,5
B (°)	70	65	60	55

Angoli di scarpa maggiori da quanto indicato, si potranno mantenere solo con l'adozione di opere di contenimento provvisionali, quali sbadacchiature, ecc.

La stabilità indicata è da intendersi a breve termine, in assenza di filtrazioni e per fronti non gravati da sovraccarichi.

Le infiltrazioni permanenti alla base delle pareti degli scavi andranno allontanate dal fondo scavo e l'inclinazione dei fronti andrà obbligatoriamente diminuita.

Il progettista comunque dovrà verificare, in funzione dei reali ingombri delle strutture interrato e della geometria degli scavi conseguenti, se sarà possibile eseguire gli scavi con le profilature sopra indicate senza interferire con strutture circostanti o proprietà confinanti, in caso contrario sarà necessario ricorrere alla preventiva realizzazione di opere provvisionali di sostegno dei fronti o la realizzazione degli stessi per setti di ampiezza da stabilirsi in C.O.

I lavori di scavo andranno eseguiti in un periodo di secca per contenere le infiltrazioni di acqua a fondo scavo e coprendo tempestivamente le scarpate con teli impermeabili nell'eventualità di pioggia.

Le filtrazioni idriche ed i ruscellamenti che dovessero interessare lo scavo non devono ristagnare e fluire verso le zone di scavo, ma devono essere allontanate.

Si raccomanda di completare le opere di contenimento definitive nel più breve tempo possibile poiché sia l'essiccazione che l'eccessiva imbibizione del materiale possono annullare la coesione apparente.

Si dovrà evitare il cumulo dei materiali di risulta o altri sovraccarichi in prossimità del ciglio della scarpata per un'ampiezza pari all'altezza della stessa per non incrementare la spinta delle terre e creare quindi instabilità. Qualora si dovessero verificare interruzioni delle operazioni, si prescrive di mettere in sicurezza i fronti di scavo lasciati aperti tramite adeguate opere provvisorie e di transennare gli scavi stessi.

I fattori responsabili dell'insorgere della coesione sono destinati, a scavo aperto, a ridursi progressivamente nel tempo. Il protrarsi del tempo d'esposizione dei fronti di scavo induce una progressiva diminuzione della coesione apparente, diminuzione indotta principalmente ad avverse condizioni meteoriche (soprattutto quando i fronti non sono coperti da teli impermeabili), da fenomeni termici (disidratazione dell'orizzonte superficiale) con riduzione progressiva delle pressioni negative di capillarità, ecc.

Tali condizioni possono indurre locali scoscendimenti di materiale verso il fondo scavo, soprattutto a seguito delle vibrazioni indotte dal passaggio di "mezzi pesanti" quali betoniere, autocarri ecc.

In corso d'opera il Geologo valuterà se rinforzare la parete di scavo al fine di salvaguardare le condizioni di stabilità dell'area interessata dallo scavo e l'incolumità del personale impegnato.

6 SISTEMA DI DRENAGGIO A TERGO DEL MURO.

Come riportato nel capitolo 4.3 della relazione geologica allegata, è possibile, specialmente in periodi particolarmente ricchi di precipitazioni, che la circolazione idrica ipogea nell'area possa essere particolarmente cospicua.

Si ritiene perciò opportuno prevedere un'adeguata protezione dei muri contro terra al fine di evitare che il ristagno delle filtrazioni idriche provochi un decadimento delle caratteristiche meccaniche dei terreni di fondazione; sarà quindi opportuno realizzare un sistema drenante che assicuri l'intercettazione e l'allontanamento delle acque filtranti nel terreno; il sistema di drenaggio dovrà raggiungere il piano di posa delle fondazioni; potranno essere utilizzati materiali aridi selezionati, con rivestimento in geotessuto e tubo forato poggiante all'altezza del piano di appoggio della fondazione allo scopo di intercettare ed allontanare l'acqua raccolta nel corpo drenante.

Si consiglia inoltre per la realizzazione del piano di imposta delle fondazioni, la posa di un sottofondo di materiale arido granulare, adeguatamente vibrocostipato, dello spessore di circa 0,5 m.

7 CONCLUSIONI.

Su incarico e per conto di Trentino Sviluppo S.p.a., si è redatta la presente relazione geotecnica a supporto del progetto “Piano di attuazione Ruaia 2022 della zona produttiva del settore secondario di nuovo impianto di livello provinciale in Loc. “Piana Ruaia” nel C.C. Castello di Fiemme per conto del Comune di Castello – Molina di Fiemme.

Il progetto prevede una parziale variazione a quanto già realizzato come urbanizzazione della zona e nello specifico nello spostamento verso monte, di una cinquantina di metri circa, del tratto orientale della viabilità interna denominata “Tronco A” e conseguente unione dei settori orientali dei lotti A e B in un unico lotto denominato lotto A.

A conclusione del presente studio, si evidenzia quanto segue:

- la presente relazione fa seguito ed aggiorna i precedenti lavori effettuati nel 2008 e 2012/2013, dal collega dott. geol. Nardin, sempre per il progetto per la realizzazione delle opere di urbanizzazione della zona produttiva del settore secondario di nuovo impianto di livello provinciale in Loc. “Piana Ruaia”.
- Le indagini geognostiche condotte nell’area sono consistite nell’esecuzione di 5 pozzetti geognostici con profondità comprese fra i 4,0 ed i 4,5 m con installazione di tubo piezometrico e misure piezometriche (2008); esecuzione di 3 sondaggi geognostici a rotazione a carotaggio continuo spinti alla profondità massima di 20,0 m da p.c. con l’esecuzione di prove SPT in foro nei primi 6 m di profondità ed installazione di piezometri a tubo aperto (2012); una campagna di indagini geofisiche (2008) consistita in 2 profili elettrici, 5 profili Re.Mi. ed un test di Nakamura; varie prove di laboratorio geotecnico su campioni raccolti in sito.
- Sulla base di quanto osservato in sede di indagine e ai risultati delle prove geotecniche realizzate sui campioni prelevati dai sondaggi e dai pozzetti eseguiti nell’area, ulteriormente integrate con i dati bibliografici dei materiali rilevati e con i risultati delle prove SPT in foro, sono stati caratterizzati i terreni sciolti presenti in sito ed è stato elaborato un modello geotecnico che sta alla base della definizione dei materiali costituenti l’area di progetto.
- Le precedenti indagini geognostiche svolte sull’area hanno palesato la presenza di una falda superficiale con profondità variabile in ragione delle precipitazioni e della quota del torrente all'interno dell'alveo. Le misure piezometriche eseguite nei piezometri installati nei pozzetti geognostici, nel periodo aprile-giugno 2008, hanno palesato la presenza della falda ad una profondità mediamente compresa fra 2,3 e 3,3 m dal piano campagna; mentre le misure piezometriche eseguite nei piezometri installati nei sondaggi geognostici hanno invece palesato la presenza della falda ad una profondità compresa fra 0,75 m e 2,58 m dal piano campagna; andando ad analizzare la quota assoluta della falda emerge come essa sia compresa fra quota 809,83 m s.l.m. (parte orientale) e 805,95 m s.l.m. (parte occidentale) con un progressivo abbassamento della quota del pelo libero dell’acqua in direzione ovest-sudovest. L’indagine elettrica ed i riscontri dell’indagine sismica passiva (Re.Mi.) evidenziarono inoltre la probabile presenza di una falda confinata (quindi in pressione) nei depositi grossolani rilevati alla base del profilo (alla profondità di circa 20/25 m dal p.c.) su cui risulta impostato il livello limoso-argilloso che corre sotto tutta la piana Ruaia e che funge quindi da acquiclude.
- Per quanto sopra, nel caso si intercettasse il livello freatico durante gli scavi, si suggerisce di provvedere in fase esecutiva degli stessi al posizionamento di adeguate pompe al fine di mantenerli liberi dall’ingressione delle acque di falda.
- Nella presente relazione è stato determinato l’angolo di profilatura degli eventuali fronti scavo per diverse altezze degli stessi.

Dalle indagini effettuate non sono emerse particolari controindicazioni, di ordine geotecnico alla realizzazione di quanto in progetto, fatta salva l'osservanza delle prescrizioni contenute nella presente relazione geotecnica.

Si rammenta inoltre la necessità della supervisione geologica dei lavori, volta alla verifica delle previsioni stratigrafico-geotecniche contenute nel presente studio ed alla definizione di dettaglio dei migliori criteri geoesecutivi delle opere in progetto. Lo scrivente, o chi verrà incaricato dalla D.O. geologica, potrà quindi produrre le opportune varianti in caso di difformità fra le previsioni di progetto e quanto realmente riscontrato nella fase di supplemento di indagine.

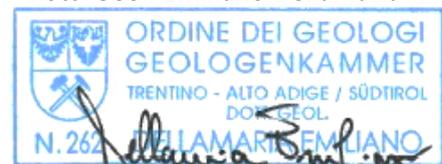
La Relazione Geotecnica è redatta in ottemperanza ai contenuti del D.M. 17 gennaio 2018 “Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»” fa riferimento alla Relazione Geologica del progetto definitivo e soddisfa i requisiti urbanistici e normativi di rilevanza geotecnica per cui costituisce documento progettuale idoneo per il rilascio della concessione ad edificare.

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

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

Sant'Orsola Terme (TN), febbraio 2023

Dott. Geol. Emiliano Dellamaria



PIANO DI ATTUAZIONE RUAIA 2022 DELLA ZONA PRODUTTIVA DEL SETTORE SECONDARIO DI NUOVO
IMPIANTO DI LIVELLO PROVINCIALE IN LOC. “PIANA RUAIA” NEL C.C. CASTELLO DI FIEMME PER CONTO DEL
COMUNE DI CASTELLO – MOLINA DI FIEMME

RELAZIONE TECNICA DI COMPATIBILITA’

ART. 14 E 18 L.P. N. 5 del 2008, ART. 22 E 31 L.P. N. 15 del 2015,
ALLEGATO C D.G.P. N. 1317 DEL 04/09/2020 (AGGIORNAMENTO D.G.P. N. 379 DEL 18/03/2022)

1 PREMESSA.

Su incarico e per conto di Trentino Sviluppo S.p.a., si redige la seguente relazione tecnica di compatibilità per il progetto “Piano di attuazione Ruaia 2022 della zona produttiva del settore secondario di nuovo impianto di livello provinciale in Loc. “Piana Ruaia” nel C.C. Castello di Fiemme per conto del Comune di Castello – Molina di Fiemme.

Il progetto prevede una parziale variazione a quanto già realizzato come urbanizzazione della zona e nello specifico nello spostamento verso monte, di una cinquantina di metri circa, del tratto orientale della viabilità interna denominata “Tronco A” e conseguente unione dei settori orientali dei *lotti A e B* in un unico lotto denominato *lotto A* (vedasi estratti tavole progettuali in ALLEGATO I)

Dato che la parte nord orientale dell’area (parte orientale del lotto C e l’angolo nord-est della parte orientale del lotto A) ricade in “area a penalità bassa (P2)” per penalità di tipo “Crolli rocciosi” della nuova Carta di Sintesi della Pericolosità del PUP; ne consegue che si rende necessaria l’analisi della “compatibilità” dell’intervento in progetto ai sensi delle N.A. del suddetto Piano.

La presente relazione tecnica di compatibilità viene effettuata in ottemperanza all’art. 17 delle indicazioni e precisazioni applicative del capo IV delle norme di attuazione del PUP poiché l’area di intervento rientra *nelle “aree con penalità basse P2”* della Carta di Sintesi della Pericolosità del PUP *per penalità di tipo “Crolli rocciosi”*.

“Nelle aree con penalità basse sono ammessi, oltre agli interventi consentiti ai sensi degli articoli 15 e 16, le sole attività di trasformazione urbanistica ed edilizia aventi caratteristiche costruttive e di utilizzo compatibili con le locali condizioni di pericolo, secondo quanto previsto dai piani regolatori generali, tenuto conto dei criteri stabiliti dalla Giunta provinciale ai sensi dell’articolo 14, comma 3, e delle disposizioni della legge urbanistica. I relativi progetti sono corredati da un’apposita relazione tecnica che attesta la compatibilità e assicura l’adozione degli accorgimenti necessari per garantirne la funzionalità anche al manifestarsi degli eventi attesi.”

Il presente studio si propone pertanto di dimostrare la compatibilità di quanto in previsione con la situazione geologico – geomorfologica del sito, così come richiesto dalle N.A. della Nuova Carta di Sintesi della Pericolosità.

I sopralluoghi lungo l’area e la stesura del presente rapporto sono stati effettuati dal Dott. geol. Emiliano Dellamaria, nel mese di febbraio 2023.

2 COMPATIBILITÀ DELL'INTERVENTO AI SENSI DEL PUP.

Come anticipato nel capitolo 3.1.1 della Relazione Geologica allegata, la parte nord orientale dell'area produttiva Ruaia (parte orientale del lotto C e l'angolo nord-est della parte orientale del lotto A) ricade in **“area a penalità bassa (P2)”** per penalità di tipo **“Crolli rocciosi”** per via della presenza di un dosso roccioso subito a monte del vertice nord-orientale dell'area.

Al fine di verificare la situazione presente in loco, si è preceduto ad un'accurata ispezione del dosso roccioso presente responsabile della penalità P2 sull'area (fig. 2-1).

Il dosso, costituito dalle riodaciti della Formazione di Regnana, ha dimensioni di circa 60 m di lunghezza e 40 m di altezza, si presenta “arrotondato” e “lisciato” dall'azione esarativa dei ghiacciai, molto compatto e privo di fratturazioni che possano isolare blocchi rocciosi (fig. 2-2, 2-3 e 2-4).

L'ispezione dell'intero dosso quindi non ha evidenziato la presenza di blocchi potenzialmente instabili che possano generare crolli rocciosi; al massimo si può ipotizzare il distacco di qualche crosta superficiale dovuta all'alterazione della parte più superficiale della roccia ad opera degli agenti atmosferici o dell'azione degli apparati radicali delle piante, distacchi sempre di dimensioni contenute che al massimo possono interessare la strada sottostante e sicuramente non l'area produttiva Ruaia.

Quanto emerso dal rilievo di campagna, trova riscontro in quanto riportato nell'archivio IFFI (Inventario Fenomeni Franosi in Italia, tenuto da ISPRA), che non riporta la presenza di passati eventi di crolli rocciosi che abbiano interessato il dosso roccioso in se ed in generale l'area di interesse (fig. 2-5); l'unico evento segnalato, reperito in un confronto con l'ufficio tecnico comunale, è il distacco, nel 2018, di alcuni frammenti rocciosi caduti sulla sottostante strada, evento risolto con un intervento di pulizia e disgregazione della parete; intervento che si è rilevato risolutivo ed a tutt'oggi efficace in quanto, come precedentemente esposto, non si sono individuati blocchi o frammenti rocciosi potenzialmente instabili.

Quanto desunto dal rilievo di campagna e riassunto sopra, trova riscontro anche nella Carta della Pericolosità del PUP, dalla quale emerge come la quasi totalità della penalità P2 che caratterizza la zona non derivi da una pericolosità ordinaria H2 “bassa”, ma bensì da una pericolosità residua HR2 (fig. 2-6).

Nell'Allegato A “Criteri e metodologia per la redazione e l'aggiornamento delle carte della pericolosità”, al cap. 3.2.2 *Crolli rocciosi* viene riportato:

“Viene effettuata un'ulteriore simulazione di crolli rocciosi imponendo il distacco di blocchi con volumetria pari a 50 m³ da un sottoinsieme di punti sorgente selezionato su base litologica e dimensionale (aree sorgenti con superficie maggiore di 50 m²). Alle aree di transito dei blocchi determinate dall'elaborazione viene assegnato il grado di pericolosità residua bassa per tenere conto di eventuali situazioni non note e particolarmente gravose”.

È evidente quindi come la penalità bassa P2 che caratterizza l'area sia stata attribuita cautelativamente sulla base di una pericolosità residua bassa legata all'ipotesi che necessariamente si verifichi un fenomeno eccezionalmente parossistico (crollo di un volume roccioso di ben 50 m³!) che dovrebbe sostanzialmente interessare in blocco l'intero dosso roccioso (sup. > 50m²); si tratta quindi di un evento con probabilità di accadimento molto bassa, sia per le dimensioni contenute del dosso roccioso, che per la sua conformazione geomorfologica e strutturale.

Bisogna inoltre considerare che un tale evento difficilmente interesserebbe l'area di progetto in quanto il blocco, trovandosi alla base del versante, sostanzialmente non possiederebbe sufficiente energia potenziale da convertire in energia cinetica in caso di crollo per far muovere il blocco per lunghi tragitti, rendendo così lo spostamento dell'eventuale blocco molto limitato, rendendo così poco probabile che possa raggiungere l'area di progetto.

Per tali motivi si ritiene tale eventualità improbabile.

Per i motivi sopra riportati non si ritiene necessario eseguire specifiche analisi di caduta massi in quanto i dati reperiti in bibliografia uniti a quanto rilevato durante il sopralluogo appositamente eseguito, permettono di stabilire con buona certezza come l'area produttiva Ruaia non sia caratterizzata da una specifica pericolosità riguardante il fenomeno di caduta massi per eventi con tempi di ritorno compatibili con la vita utile delle opere in progetto.

Preme sottolineare però che per quanto riportato sopra, nel medio – lungo periodo, potrebbe evolvere in condizioni differenti da quelle rilevate ad oggi, le quali necessiterebbero di una nuova e/o ulteriore valutazione del grado di pericolo ed eventualmente alla mitigazione dello stesso; per tale motivo è consigliabile predisporre al controllo nel medio -lungo periodo delle condizioni geologiche-geomeccaniche del dosso roccioso in questione; specialmente a seguito di eventi meteo eccezionali (es. allerte meteo elevata (Rossa) come fu ad es. l'evento Vaia di fine ottobre 2018.

Sulla base di quanto esposto nel presente capitolo, emerge la compatibilità dell'intervento in progetto con la situazione di pericolo rilevata sull'area alla data di stesura del presente rapporto e si attesta la fattibilità del progetto "Piano di attuazione Ruaia 2022 della zona produttiva del settore secondario di nuovo impianto di livello provinciale in Loc. "Piana Ruaia" nel C.C. Castello di Fiemme per conto del Comune di Castello – Molina di Fiemme, ai sensi dell'art. 17 delle indicazioni e precisazioni applicative del capo IV delle norme di attuazione del PUP senza l'adozione di particolari misure di protezione per quanto riguarda il livello di pericolo atteso per le penalità soprariportate.



Figura 2-1: vista del dosso roccioso presente a monte della parte orientale dell'area produttiva "Ruaia".



Figura 2-2: vista del fronte sud-ovest del dosso roccioso, non si notano fratture o blocchi potenzialmente instabili.



Figura 2-3: vista della parte sommitale del dosso roccioso, anche qui si nota la compattezza dell'ammasso roccioso.



Figura 2-4: particolare del dosso roccioso, anche in questo caso si nota l'assenza di fratture o blocchi potenzialmente instabili.



Figura 2-5: estratto visualizzatore web progetto IFFI; non sono segnalati eventi franosi (nello specifico crolli rocciosi) che abbiano interessato il dosso roccioso o l'area di progetto o i suoi dintorni in generale.

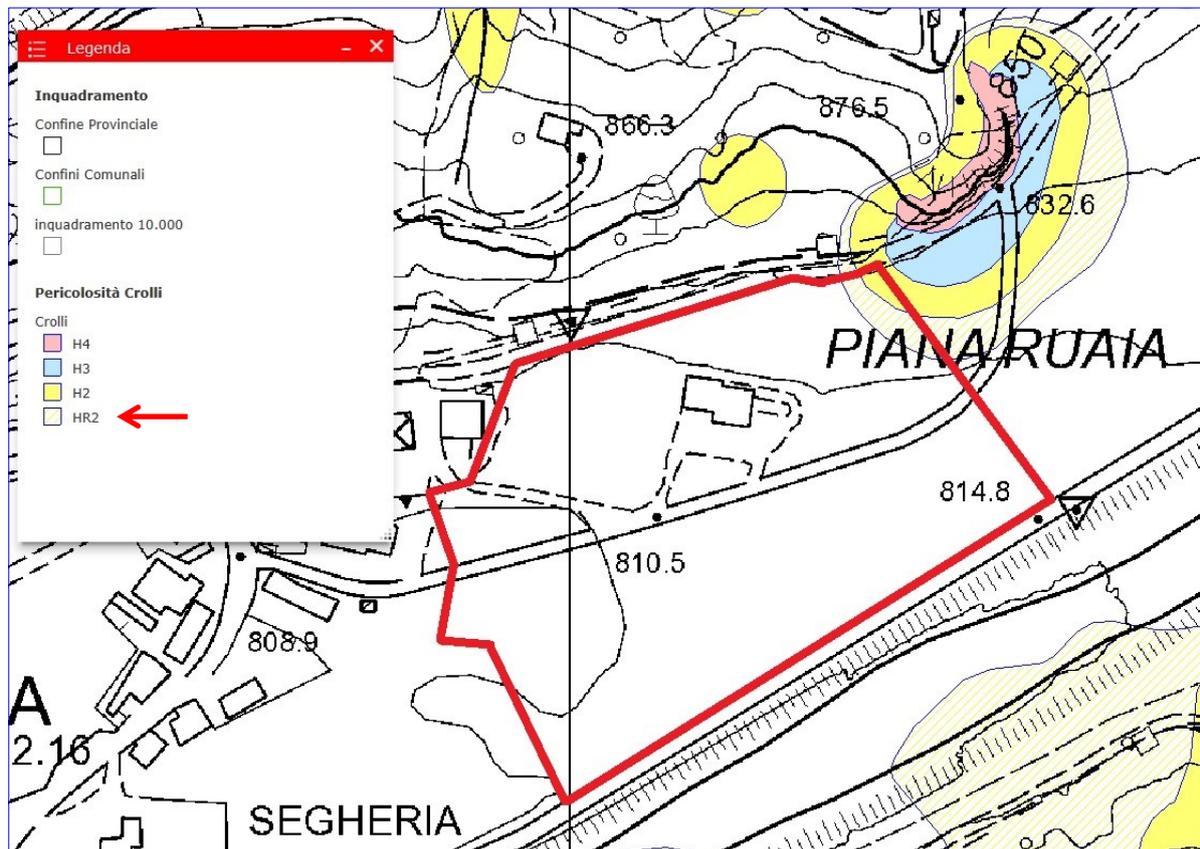


Figura 2-6: estratto carta della pericolosità per crolli rocciosi; si nota come la quasi totalità della penality P2 dell'area non derivi da una pericolosità H2 "bassa", ma bensì da una pericolosità residua HR2.

2.1 Affidabilità del modello geologico-geomeccanico.

La situazione geologico-geomeccanica del dosso roccioso oggetto del presente studio è stata ricostruita sulla base delle indagini e rilievi di campo appositamente condotti coadiuvati dai dati bibliografici disponibili. Per quanto riguarda gli aspetti legati alla pericolosità, il modello è stato sviluppato tramite uno studio impostato su criteri di valutazione cautelativi; ciò nonostante si sottolinea come esso sia una "fotografia" dello stato attuale dei luoghi, i quali possono subire modificazioni con il passare del tempo; la geometria dello stesso e la natura dei materiali affioranti subiscono nel tempo modifiche, anche sensibili, per effetto, dell'alterazione della roccia e per lo sviluppo della vegetazione. Inoltre la roccia può essere soggetta ad un'evoluzione nel medio-lungo periodo. Infatti, a seguito di particolari eventi esogeni e/o una variazione delle situazioni rilevate e descritte ad oggi (alterazione chimico fisica della roccia da parte di eventi meteorici, azione degli apparati radicali, crioclastismo etc.) si potrebbero generare delle condizioni differenti da quelle descritte, le quali necessiterebbero di una nuova e/o ulteriore valutazione del grado di pericolo; pertanto il grado di affidabilità del modello geologico-geomeccanico di riferimento per la problematica di caduta massi è da ritenersi sicuramente buono per il medio periodo con la possibilità di decadimento dell'affidabilità nel lungo periodo per via dei fattori precedentemente esposti.

3 CONCLUSIONI.

Su incarico e per conto di Trentino Sviluppo S.p.a., si è redatta la presente relazione tecnica di compatibilità per il progetto “Piano di attuazione Ruaia 2022 della zona produttiva del settore secondario di nuovo impianto di livello provinciale in Loc. “Piana Ruaia” nel C.C. Castello di Fiemme per conto del Comune di Castello – Molina di Fiemme.

Il progetto prevede una parziale variazione a quanto già realizzato come urbanizzazione della zona e nello specifico nello spostamento verso monte, di una cinquantina di metri circa, del tratto orientale della viabilità interna denominata “Tronco A” e conseguente unione dei settori orientali dei *lotti A e B* in un unico lotto denominato *lotto A*

Lo studio di compatibilità si è reso necessario poiché la parte nord orientale dell’area (parte orientale del lotto C e l’angolo nord-est della parte orientale del lotto A) ricade in “*area a penalità bassa (P2)*” per penalità di tipo “*Crolli rocciosi*” della nuova Carta di Sintesi della Pericolosità del PUP.

Dal rilievo eseguito emerge come il dosso roccioso si presenti “arrotondato” e “lisciato” dall’azione esarativa dei ghiacciai, molto compatto e privo di fratturazioni che possano isolare blocchi rocciosi potenzialmente instabili che potrebbero generare crolli rocciosi.

Quanto emerso dal rilievo di campagna, trova riscontro in quanto riportato nell’archivio IFFI (Inventario Fenomeni Franosi in Italia, tenuto da ISPRA), che non riporta la presenza di passati eventi di crolli rocciosi che abbiano interessato il dosso roccioso in se ed in generale l’area di interesse; l’unico evento segnalato, reperito in un confronto con l’ufficio tecnico comunale, è il distacco, nel 2018, di alcuni frammenti rocciosi caduti sulla sottostante strada, evento risolto con un intervento di pulizia e disaggio della parete; intervento che si è rilevato risolutivo ed a tutt’oggi efficace in quanto, come precedentemente esposto, non si sono individuati blocchi o frammenti rocciosi potenzialmente instabili.

Emerge quindi come il dosso roccioso sovrastante l’area di progetto non sia sostanzialmente sede di “*crolli rocciosi*”; ne consegue che l’area produttiva Ruaia (nello specifico il settore nord-orientale) non sia caratterizzata da una specifica pericolosità riguardante il fenomeno di caduta massi.

La quasi totalità della penalità P2 che caratterizza la zona, non deriva da una pericolosità ordinaria H2 “bassa”, ma bensì da una pericolosità residua HR2, dalla quale emerge come la penalità bassa P2 che caratterizza la porzione nord-orientale dell’area, sia stata attribuita cautelativamente sulla base di una pericolosità residua bassa legata all’ipotesi che necessariamente si verifichi un fenomeno eccezionalmente parossistico; si tratta quindi di un evento con probabilità di accadimento molto bassa, sia per le dimensioni contenute del dosso roccioso, che per la sua conformazione geomorfologica e strutturale.

Bisogna inoltre considerare che un tale evento difficilmente interesserebbe l’area di progetto in quanto il blocco, trovandosi alla base del versante, sostanzialmente non possiederebbe sufficiente energia potenziale da convertire in energia cinetica in caso di crollo per far muovere il blocco per lunghi tragitti, rendendo così lo spostamento dell’eventuale blocco molto limitato, rendendo così poco probabile che possa raggiungere l’area di progetto.

Per tali motivi (meglio specificati nel capitolo 5 della presente relazione), emerge la compatibilità del progetto “Piano di attuazione Ruaia 2022 della zona produttiva del settore secondario di nuovo impianto di livello provinciale in Loc. “Piana Ruaia” nel C.C. Castello di Fiemme per conto del Comune di Castello – Molina di Fiemme con la situazione di pericolo atteso per penali di Crolli rocciosi, ai sensi dell’art. 17 delle indicazioni e precisazioni applicative del capo IV delle norme di attuazione del PUP senza l’adozione di particolari misure di protezione per quanto riguarda il livello di pericolo atteso per le penali soprariportate.

Si sottolinea però che nel medio – lungo periodo, la situazione ad oggi rilevata, potrebbe evolvere in condizioni differenti, le quali necessiterebbero di una nuova e/o ulteriore valutazione del grado di pericolo ed eventualmente alla mitigazione dello stesso; per tale motivo è consigliabile predisporre al controllo nel medio -lungo periodo delle condizioni geologiche-geomeccaniche del dosso roccioso in questione; specialmente a seguito di eventi meteo eccezionali (es. allerte meteo elevata (Rossa) come fu ad es. l’evento Vaia di fine ottobre 2018.

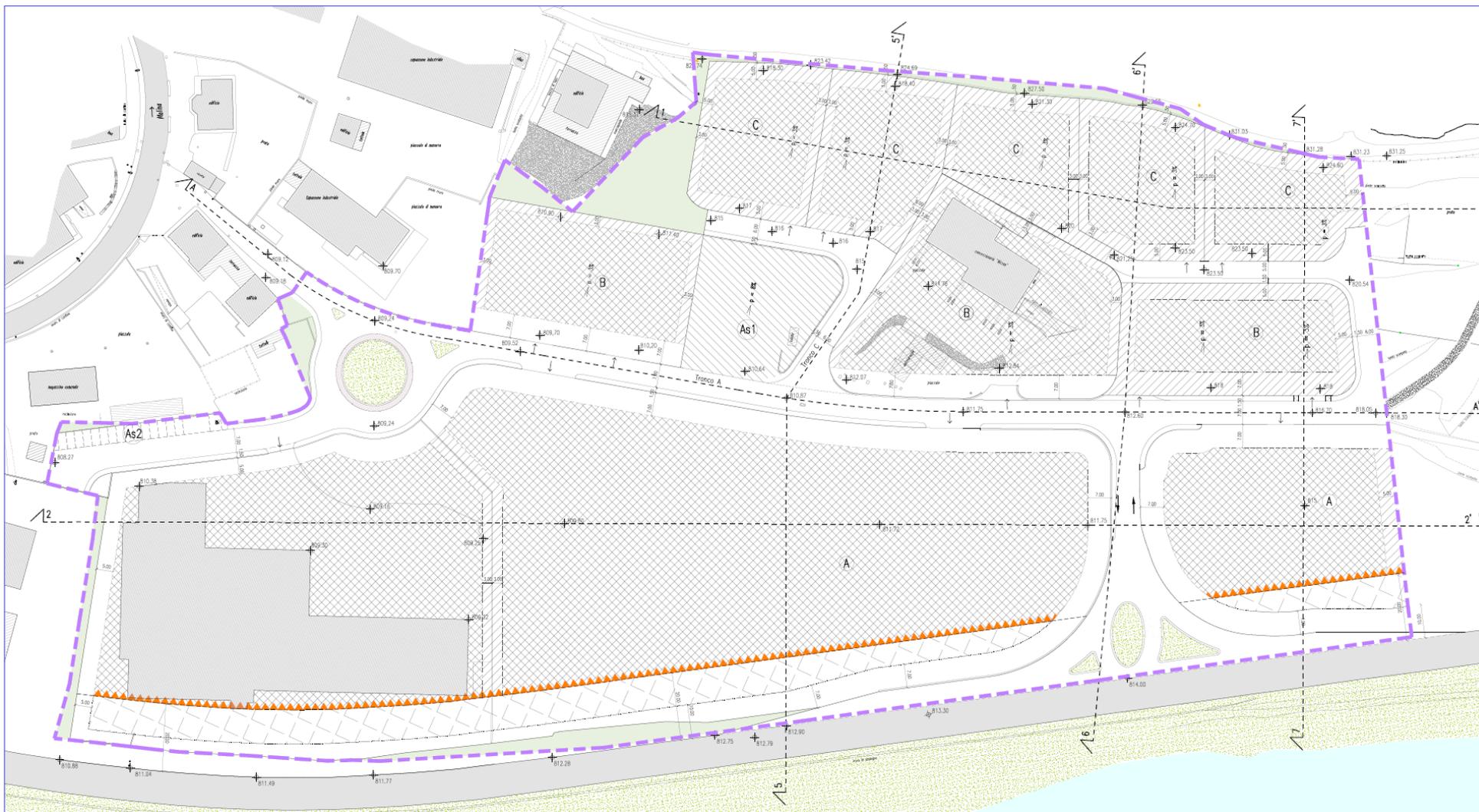
Lo scrivente rimane a disposizione per eventuali chiarimenti.

Sant’Orsola Terme (TN), febbraio 2023

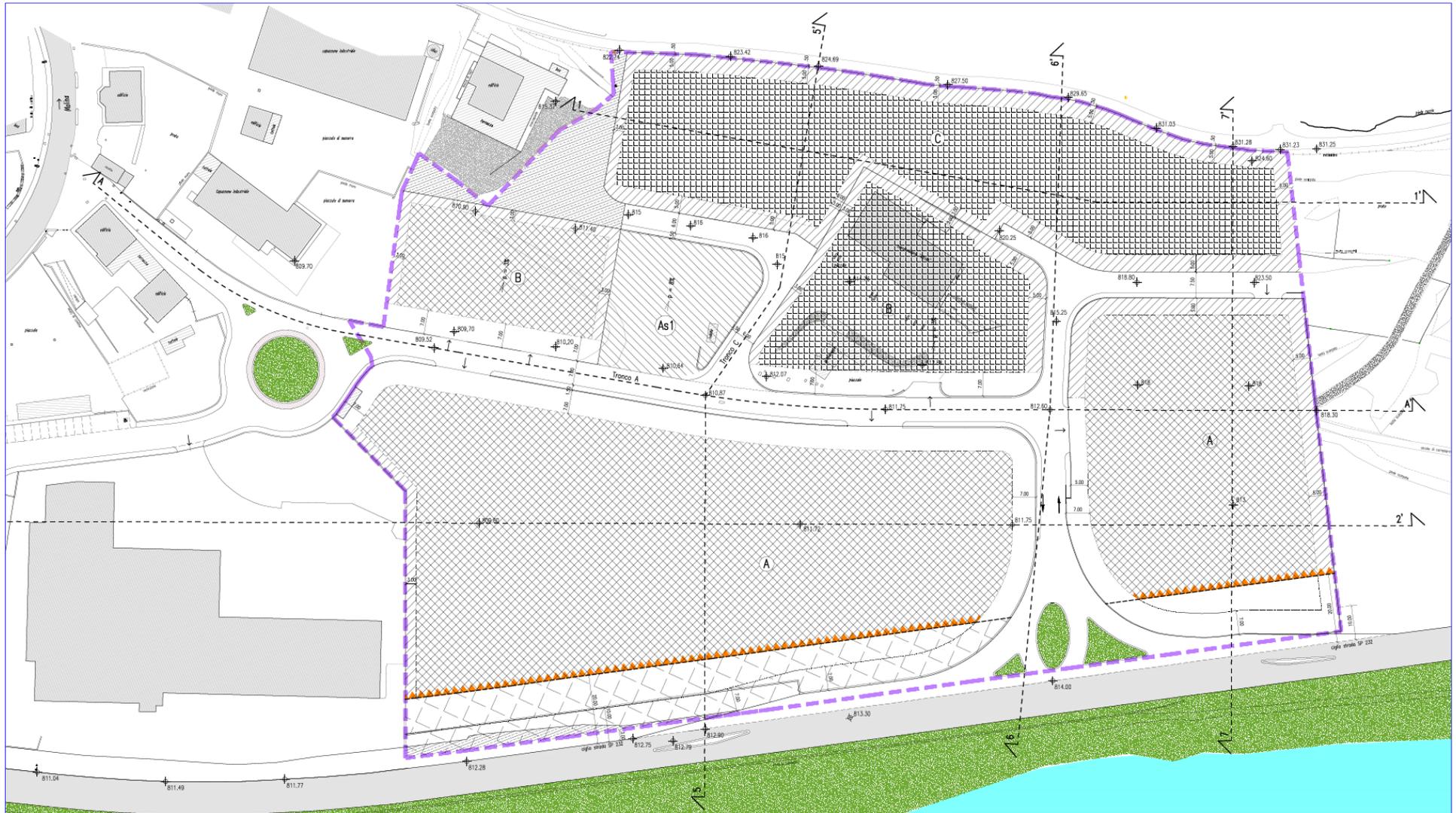
Dott. Geol. Emiliano Dellamaria



ALLEGATO I: estratto tavole progettuali.



Estratto planimetria attuale.



Estratto planimetria di variante.