REGIONE PIEMONTE – Provincia di Torino

CITTÀ di PINEROLO

COMUNE DI PINEROLO

COMMITTENTE: GARETTO & C. S.n.c.

" Richiesta di permesso di costruire per la realizzazione di un edificio commerciale/artigianale a due piani fuori terra "

- ELABORATO N. 3 -

RELAZIONE GEOLOGICA E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

D.M. 17/01/2018

IL TECNICO INCARICATO

ORDINE GEOLOGI REGIONE PIEMONTE
FRANCESCO LOMBARDO
GEOLOGO
A.P. SEZ. A
N. 735
ALBO PROFESSIONALE

Studio Geologico Lombardo Dott. Francesco

Via Prà n. 1/C - 12030 Sanfront (Cn)

Tel. 335-8308289 – Mail: franzgeol@gmail.com

C.F. LMBFNC79A26H727A - P. I.V.A. 03212350049

Sommario

1 INTRODUZIONE 2

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO 3

3 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E CIRCOLAZIONE IDRICA SOTTERRANEA 4

3.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO GENERALE 4

3.2 CARATTERIZZAZIONE GEOMORFOLOGICA ED IDROGRAFIA DI SUPERFICIE 5

3.3 CIRCOLAZIONE IDRICA SOTTERRANEA 6

4 DATI DI BASE 7

4.1 IDONEITÀ ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA 7

4.2 RICERCA DATI 10

5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA 12

6 INQUADRAMENTO SISMICO 16

6.1 DETERMINAZIONE DELLE AZIONI SISMICHE 16

6.2 VERIFICA DELLA SUSCETTIBILITA' A LIQUEFAZIONE 18

Applicazione del metodo al caso specifico 19

7 CONCLUSIONI 20

1 INTRODUZIONE

A seguito dell'incarico conferitomi dalla committenza, viene redatta la presente relazione geologica nell'ambito del progetto di "*Richiesta di permesso di costruire per la realizzazione di un edificio commerciale/artigianale a due piani fuori terra e conseguente richiesta di variante urbanistica*" intervento che si colloca nel territorio comunale di Pinerolo (To). Per ulteriori dettagli in merito alle caratteristiche progettuali delle opere, si rimanda agli elaborati redatti dall'Arch. Martinengo Maddalena, Via Penarol de Montevideo n. 4, Pinerolo (To).

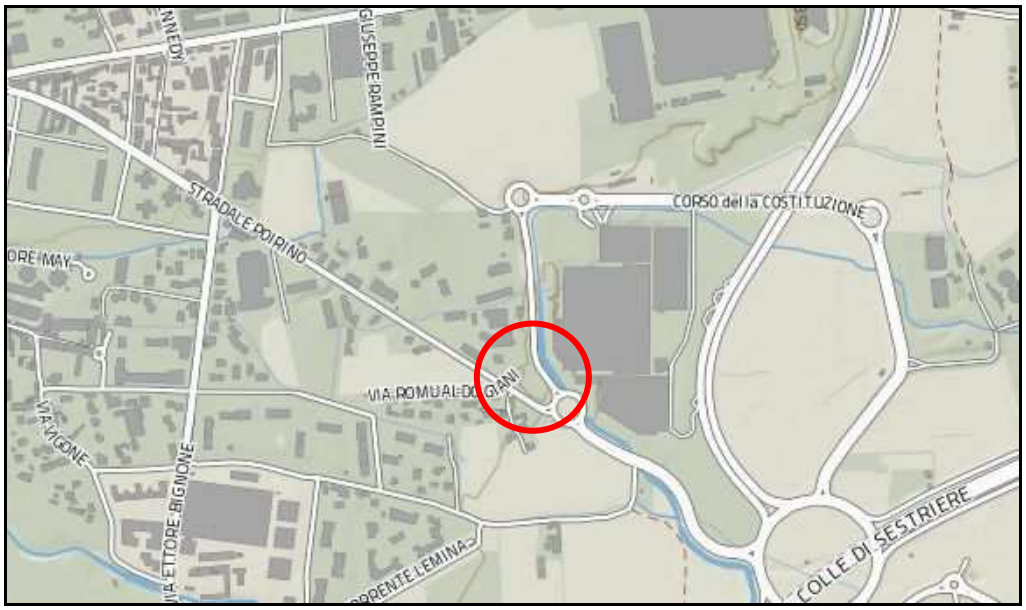
Nell'ambito della documentazione da produrre a supporto degli elaborati progettuali, è richiesta la redazione della relazione geologica a firma di professionista abilitato. Il presente documento costituisce pertanto la relazione geologica e comprende l'inquadramento noto alla scala regionale sulla base delle conoscenze geologiche disponibili nella letteratura scientifica e la descrizione dell'assetto litostratigrafico alla scala di dettaglio dell'area entro cui ricade l'intervento in progetto. Verrà fornita inoltre una caratterizzazione geotecnica di massima dei terreni con i quali andranno ad interagire le fondazioni del nuovo fabbricato in progetto.

L'indagine di cui alle pagine seguenti è stata finalizzata all'individuazione di eventuali interferenze potenzialmente intercorrenti tra le opere in progetto e l'assetto geologico ed idrogeologico del territorio, ponendo come obiettivo la valutazione del grado di fattibilità dell'intervento stesso, in considerazione anche delle caratteristiche geotecniche dei terreni.

Lo studio geologico è stato redatto ai sensi del D.M. 17/01/2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni.

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il sito dove è prevista la realizzazione dell'intervento in progetto è situato ad una quota di 350 m s.l.m. nel territorio comunale di Pinerolo, poco a Sud-Est della località S. Lazzaro nel settore orientale del territorio comunale e più precisamente nei pressi di Stradale Poirino. L'area è rappresentata, alla scala 1:10.000, nella Carta Tecnica Regionale Tavola 173, Sezione 090 (vedi allegato). Qui di seguito viene riportata per maggiore chiarezza un'immagine aerea dell'area d'interesse (tratta da Google Maps) e successivamente un estratto della cartografia BDTRE (Base Dati Territoriale di Riferimento degli Enti).



3 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E CIRCOLAZIONE IDRICA SOTTERRANEA

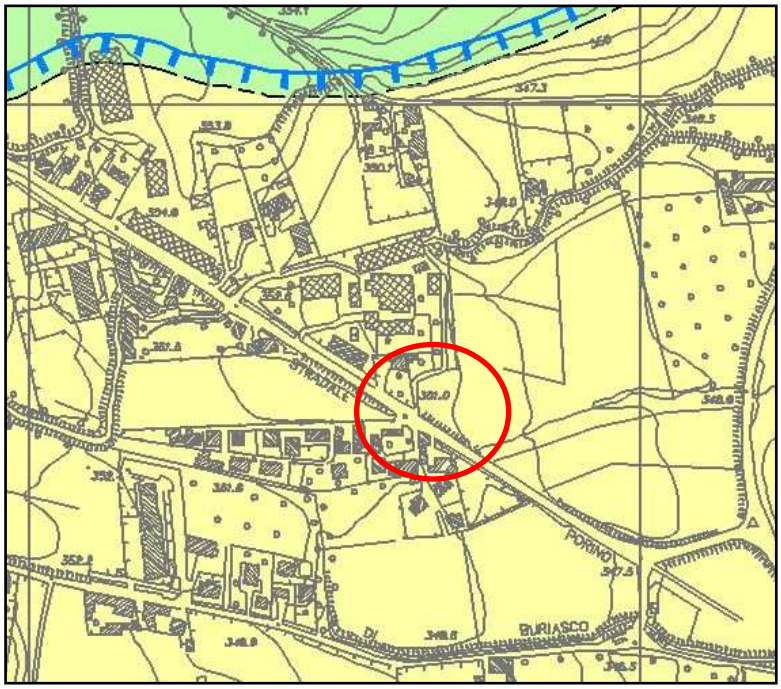
3.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO GENERALE

Dal punto di vista geologico regionale la porzione di territorio oggetto del presente lavoro è localizzata nel settore centro-meridionale del "*Massiccio Cristallino interno del Dora-Maira*" (il più meridionale fra i massicci cristallini interni appartenenti al sistema tettonico della Zona Pennidica). In particolare, gli affioramenti del substrato cristallino risultano essere localizzati nei settori montani circostanti all'area oggetto di studio e sono prevalentemente costituiti da gneiss, gneiss minuti e da micascisti gneissici, all'interno dei quali sono presenti corpi lentiformi di micascisti grafitici (Foglio n° 67 "*Pinerolo*" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000).

Il sito in esame è caratterizzato dalla presenza di depositi di origine alluvionale; per la distinzione delle diverse formazioni superficiali, si farà riferimento all'elaborato GA01 allegato al PRGC ("*Relazione geologico illustrativa*"), il quale adotta un recente studio effettuato da Collo (1994) ispirato a criteri allostratigrafci per la definizione delle formazioni quaternarie.

Nel settore analizzato si riscontra la presenza di depositi torrentizi recenti (ascrivibili all'Olocene), caratterizzati da ghiaie ciottolose e da ghiaie sabbioso-limose con locali livelli limoso-sabbiosi, raramente limoso-argillosi. Presentano uno spessore variabile, dell'ordine dei 40-50 m nei settori di pianura mentre in corrispondenza della Val Lemina risultano essere più assottigliati con potenza di una ventina di metri. Tali depositi si differenziano dai depositi torrentizi attuali in quanto risultano essere localmente debolmente terrazzati.

Qui di seguito si riporta un estratto della "*Carta geologica*" alla scala 1:10.000 allegata al PRGC (elaborato GB01A), dalla quale è possibile notare come nel settore posto a Nord dell'area oggetto d'intervento siano presenti depositi torrentizi antichi (caratterizzati da ghiaie ciottolose alterate, con locale paleosuolo di colore bruno, ascrivibili alla parte bassa del Pleistocene Medio) debolmente sospesi rispetto a quelli recenti, delimitati da un modesto ciglio di scarpata derivante dal modellamento fluviale (altezza inferiore ai 5 m).



3.2 CARATTERIZZAZIONE GEOMORFOLOGICA ED IDROGRAFIA DI SUPERFICIE

L'area oggetto del presente studio è localizzata in corrispondenza del settore pedemontano Sud-occidentale della Pianura Torinese, nella zona di raccordo tra la pianura e le propaggini più orientali della catena alpina. Il piano campagna si presenta subpianeggiante, con superficie topografica debolmente degradante verso Est.

Gli insediamenti sono essenzialmente di due tipologie: la prima è rappresentata dagli agglomerati urbani, che coincidono con i principali centri abitati della zona, la seconda è riconducibile agli insediamenti agricoli, spesso isolati o raggruppati in poche unità ed uniformemente distribuiti sulle aree coltivate.

Il territorio comunale di Pinerolo risulta essere attraversato da numerosi corsi d'acqua, sia naturali che artificiali. La rete idrografica principale è costituita essenzialmente dal Torrente Chisone, dal Torrente Lemina e dal Torrente Leminetta; per quanto riguarda invece quelli artificiali, i più importanti risultano essere il Canale irriguo del Moirano ed il Canale di Abbadia.

Nella aree circostanti all'area oggetto di studio, si segnala la presenza del Canale Motta Grossa (ubicato più a Nord/Nord-Ovest), il quale defluisce verso Nord-Est e si ramifica successivamente in direzione della Località Motta Grossa e della Frazione Riva di Pinerolo ed il Canale di Buriasco, il quale defluisce e si dirama verso Est, originando il Canale di Riva e Canale Basso di Riva e Buriasco superiore. Il canale Basso di Riva defluisce nelle vicinanze

dell'area oggetto di studio e risulta essere in parte tombinato. La rete secondaria è invece costituita da una fitta rete di bealere e canali minori utilizzati per l'irrigazione delle superfici coltivate.

3.3 CIRCOLAZIONE IDRICA SOTTERRANEA

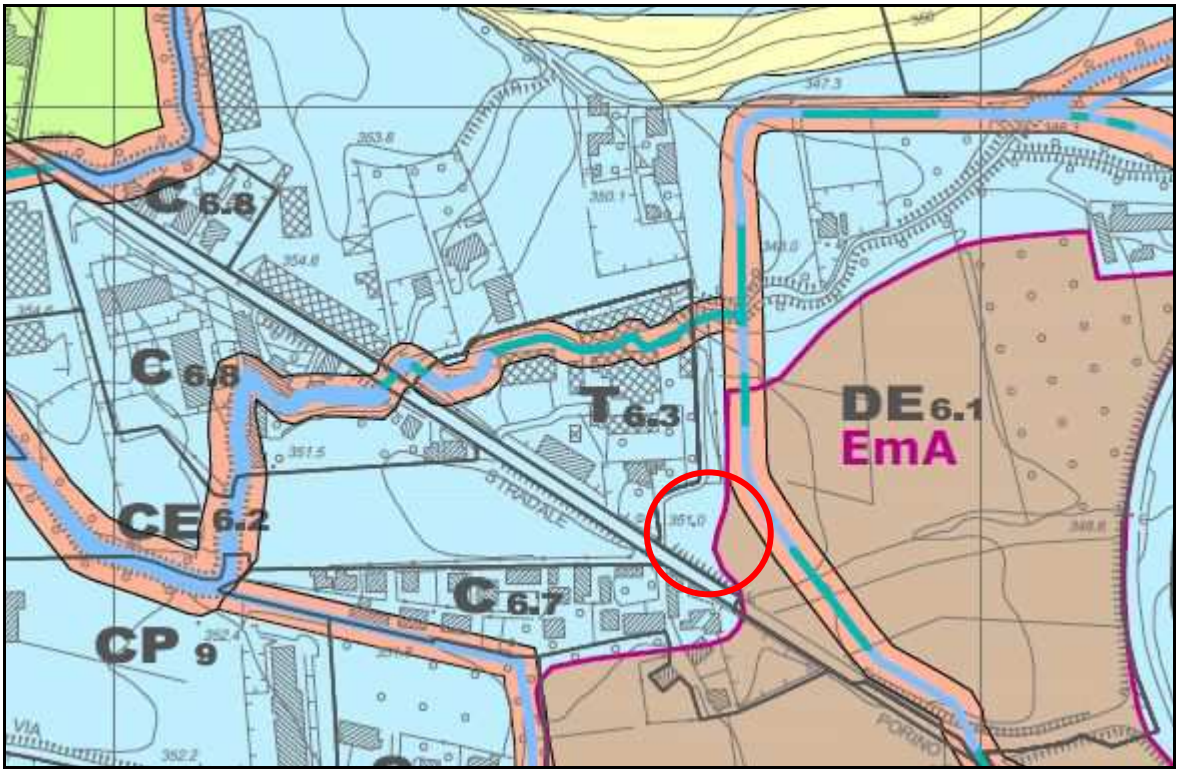
Il territorio in cui ricade il sito d'intervento è caratterizzato dall'assenza di emergenze connesse alla circolazione idrica sotterranea. I caratteri idrogeologici evidenziano la presenza di un deposito costituito da elementi a granulometria generalmente grossolana (ghiaia e ciottoli) immersi in una matrice più fine (limoso-sabbiosa) a profondità superiori ad 1-1,5 m circa; i depositi più superficiali, presentano una scarsa permeabilità, legata alla presenza di livelli più fini a minor conducibilità idraulica (limoso-argillosi), mentre risulta essere più elevata con l'aumento della profondità (permeabilità per porosità primaria). Le litologie caratterizzanti la copertura superficiale, vista la bassa permeabilità, potrebbero favorire la formazione di locali ristagni idrici.

I sondaggi reperiti (vedi allegato) ed analizzati per il presente studio, realizzati a poca distanza dall'area oggetto d'intervento, mettono in evidenza la presenza di una falda idrica il cui livello statico si attesta a profondità superiori ai 13-15 m dal p.c.; in particolare il sondaggio n. 108, indica il livello piezometrico alla profondità di 13,75 m (valore relativo al mese di maggio 2000).

4 DATI DI BASE

4.1 IDONEITÀ ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA

Per quanto concerne la classificazione di Piano Regolatore Generale Comunale, facendo riferimento alla Variante Strutturale al P.R.G.C. per l'adeguamento al Piano per l'Assetto Idrogeologico – Progetto definitivo, approvato con deliberazione del consiglio comunale n. 36 del 4 settembre 2012 (pubblicazione sul Bollettino Ufficiale n. 40 del 4 ottobre 2012), la cartografia prescrittiva "*Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'uso urbanistico"* alla scala 1:5.000, Elaborato GB07B alla scala 1:5.000 (estratto qui di seguito riportato), colloca il sito oggetto d'intervento all'interno della **classe 2b** di pericolosità (colore azzurro), ricadendo parzialmente in **classe 3b2p** (colore rosso; per maggiori dettagli circa l'area ricadente in tale classe di pericolosità, si faccia riferimento agli specifici elaborati progettuali).



Si precisa quindi che, secondo quanto indicato all'art. 62 delle Norme di Attuazione, nella **classe 2** sono comprese "*porzioni di territorio nelle quali le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica possono essere agevolmente superate attraverso l'adozione e il rispetto di modesti accorgimenti tecnici, esplicitati a livello di norme d'attuazione e realizzabili a livello di progetto esecutivo nel rispetto del D.M. 11/03/1988, del D.M. 14/01/2008 e s.m.i.,*

esclusivamente nell'ambito del singolo lotto edificatorio o dell'intorno significativo circostante".

In particolare l'area oggetto d'intervento ricade nelle aree classificate come **2b**, ovvero "*... settori di pianura e/o settori localizzati alla base dei versanti collinari potenzialmente allagabili da acque a bassa energia, settori depressi sede di ristagno".* In tale classe "*oltre alle prescrizioni generali della Classe 2, per le nuove edificazioni e per gli ampliamenti di superficie e volume il primo piano calpestabile dovrà essere realizzato prevedendo eventualmente un innalzamento rispetto al piano campagna la cui entità sarà da definirsi attraverso uno studio geologico-tecnico che valuti anche le possibili interferenze sui lotti circostanti. La realizzazione di piani interrati non dovrà interferire con il regime della falda idrica e sarà pertanto subordinata ai risultati di preventive indagini volte alla verifica della soggiacenza della falda e della relativa escursione massima annuale e storica dalla quale dovrà essere garantito un franco di almeno 50 cm. Inoltre, dovranno essere adottate adeguate soluzioni tecniche, da esplicitarsi a livello di progetto esecutivo, atte a impedire fenomeni di allagamento imputabili ad acque di ruscellamento o allo scarso drenaggio superficiale o a fenomeni di tracimazione locale del reticolo idrografico artificiale minore (rete fognaria, fossi irrigui e/o stradali) e a garantirne l'uso in condizioni di sicurezza. In riferimento agli edifici esistenti, per il cambio di destinazione d'uso a fini abitativi dei piani terra, seminterrati e interrati dovranno essere adottate le suddette soluzioni tecniche atte a prevenire allagamenti".*

Come precisato in precedenza, parte del nuovo edificio artigianale in progetto ricade all'interno della **classe 3b2p** (vedi estratto successivo con sovrapposizione dell'edificio in progetto su estratto di PRGC vigente), ovvero *"... (settori di fondovalle e di pianura): aree inondabili dal reticolato idrografico principale e minore, aree soggette a ristagno delle acque meteoriche. Porzioni di territorio edificate, nelle quali gli elementi di pericolosità geologica e di rischio sono tali da imporre in ogni caso interventi di riassetto territoriale a carattere pubblico, privato o consortile a tutela del patrimonio urbanistico esistente. A seguito della realizzazione delle opere indicate nel Cronoprogramma degli interventi di riassetto territoriale per l'attuazione delle previsioni urbanistiche nelle aree 3b (elaborato GA02) sarà possibile, fatte salve le norme più restrittive di cui all'art. 9 delle Norme di Attuazione del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) e al R.D. 523/1904, la realizzazione di nuove edificazioni, ampliamenti o completamenti. In assenza di detti interventi gli edifici esistenti contenute potranno essere*

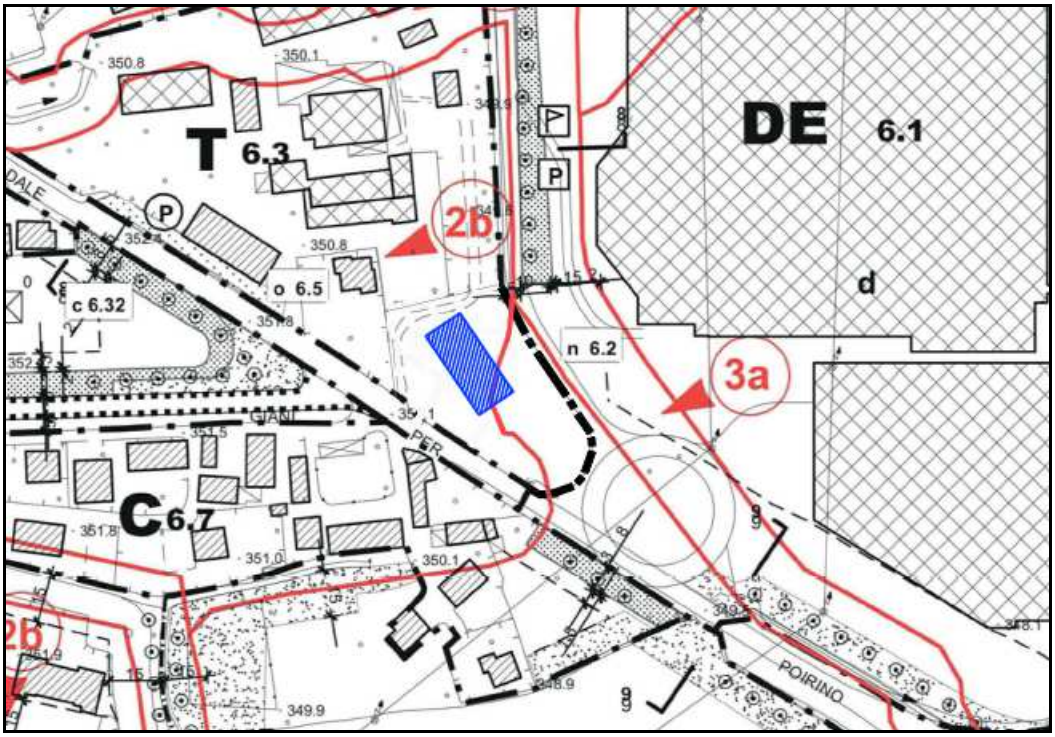
unicamente oggetto degli interventi indicati nel Cronoprogramma degli interventi di riassetto territoriale per l'attuazione delle previsioni urbanistiche nelle aree 3b (elaborato GA02). In ogni caso, gli interventi in progetto non dovranno in alcun modo incidere negativamente sulle aree limitrofe, né condizionarne la propensione all'edificabilità. Ai sensi della D.G.R. n. 2-11830 del 28 Luglio 2009 e dell'art. 18 delle Norme di Attuazione del PAI, le previsioni urbanistiche vigenti ubicate in areali di esondazione risultano idraulicamente compatibili qualora siano contemporaneamente soddisfatte le seguenti ipotesi:

a) siano compatibili con l'assetto idraulico di progetto, qualora conosciuto; nel caso in cui questo non sia determinato occorrerà effettuare delle specifiche valutazioni in merito, ponendo particolare attenzione alla salvaguardia della officiosità idraulica del corso d'acqua;

b) non comportino riduzione delle aree inondabili utili alla laminazione del colmo di piena;

c) non comportino aumenti di portata per gli scenari di riferimento, anche in considerazione all'eventuale aumento delle superfici impermeabili;

d) sia possibile, sulla base delle condizioni di pericolosità emerse dalle analisi, adottare misure (non strutturali e/o strutturali), anche a livello locale, per renderle idonee…".



Per il caso specifico, facendo riferimento all'elaborato GA02 allegato al PRG "*Cronoprogramma degli interventi di riassetto territoriale per l'attuazione delle previsioni*

urbanistiche nelle aree 3b" – Scheda n. 32 (Area 35), l'area presenta problematiche in termini di allagamento (dissesto EmA a moderata pericolosità) legate alla difficoltà di drenaggio delle acque meteoriche ed a locali episodi di tracimazione del reticolo idrografico minore. Per quanto riguarda le criticità citate, si deduce da tale scheda come "*L'urbanizzazione dell'area è stata effettuata a seguito della realizzazione di un canale scolmatore e delle opere accessorie che hanno risolto definitivamente le suddette problematiche. Tuttavia l'ulteriore utilizzo a fini urbanistici dell'area è legato alla manutenzione delle suddette opere e alla verifica dell'efficacia delle stesse"*.

4.2 RICERCA DATI

Per il presente studio, al fine di individuare le problematiche geologico - idrogeologiche esistenti, è stata effettuata, prima del sopralluogo nel sito, una ricerca bibliografica di dati esistenti relativi al territorio su cui ricade l'area oggetto di studio.

Al fine di verificare la ricorrenza di processi di dinamica che possono interessare e/o avere interessato in passato l'area in esame, si è proceduto alla consultazione della documentazione bibliografica specifica, qui di seguito riportata:

- *"Tavole di delimitazione delle fasce fluviali"* alla scala 1:25.000 (Foglio 173, Sez. III – Vigone – Pellice 02 Chisone 01 Lemina 03), predisposto dall'Autorità di Bacino del Fiume Po ai sensi dell'art. 17 della Legge n° 183/89;
- PGRA (Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni), Direttiva 2007/60/CE recepita nel diritto italiano con D.Lgs. 49/2010 individuato dalle seguenti cartografie tutte in scala 1:25.000: "*Carta della pericolosità da alluvione*", "*Distribuzione della popolazione secondo gli scenari di pericolosità da alluvione*", "*Carta del rischio da alluvione*", "*Carta del rischio da alluvione – Elementi lineari e puntuali*";
- Geoportale a cura dell'ARPA Piemonte: cartografia relativa ai conoidi alluvionali, Banca Dati Geotecnica (sondaggi geognostici e campioni di terreno), cartografia del SIFraP (Sistema Informativo Frane in Piemonte), cartografie relative agli eventi alluvionali, cartografia della Banca Dati Geologica (*Carta delle aree inondabili*, *carta delle frane*, *carta dei tributari minori e delle conoidi*, *carta delle aree instabili (settori di versante vulnerabili da fenomeni franosi per fluidificazione dei terreni incoerenti della copertura*

superficiale), carta degli alveo tipi e portate, carta dei danni ai centri abitati, carta dei danni alla rete viaria).

- Geoportale Nazionale, a cura del Ministero dell'Ambiente, il quale permette la visualizzazione e l'utilizzo della cartografia di base nazionale, prodotta a seguito dell'accordo integrativo tra Stato e Regioni del 12 ottobre 2000 sul Sistema Cartografico di Riferimento
- PRGC del Comune di Pinerolo.

Dalla cartografia tematica consultata si evince che l'area in esame non è stata soggetta in passato a particolari processi che possono aver compromesso la stabilità e la sicurezza del settore oggetto d'indagine.
Nel corso delle indagini di terreno, in corrispondenza del settore su cui insiste l'area oggetto d'intervento, non è stata riscontrata la presenza di evidenze morfologiche riconducibili a processi di dissesto in atto e/o pregressi.
Dall'osservazione della carta di sintesi della pericolosità geomorfologica allegata al PRGC (già riportato in precedenza) e dalla Scheda n. 32 allegata al Cronoprogramma degli interventi di riassetto territoriale, si nota come una piccola porzione del fabbricato in progetto ricada all'interno di un'area definita EmA a pericolosità moderata riconducibile al difficile drenaggio delle acque meteoriche ed alla possibile tracimazione del reticolo idrografico artificiale. Come già precisato in precedenza, in corrispondenza dell'area in esame è già stato realizzato un canale scolmatore e delle opere accessorie che hanno risolto definitivamente le problematiche relative alla tracimazione del corso d'acqua artificiale esistente.
Sulla base delle valutazioni sopra riportate si può ragionevolmente escludere che l'area oggetto d'indagine presenti dei condizionamenti legati al rischio idrogeologico tali da pregiudicare la fattibilità degli interventi in progetto.

5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Ai fini di un maggior approfondimento delle indagini e per meglio permettere la caratterizzazione dei terreni con i quali andranno ad interagire le fondazioni, si è fatto riferimento a quanto riscontrato in due pozzetti esplorativi realizzati a breve distanza dal sito in esame della profondità di 2,5 m e 3 m dal p.c., per un altro intervento edilizio. Qui di seguito si riporta un'immagine aerea con l'ubicazione dei pozzetti esplorativi reperiti.

Successivamente vengono riportate alcune immagini rappresentative dei due pozzetti geognostici che meglio chiariscono le tipologie di litologie riscontrate nel sottosuolo indagato.

Pozzetto geognostico n.1

Pozzetto geognostico n.2

Qui di seguito si riassumono le stratigrafie relative ai due pozzetti, con descrizione degli orizzonti litologici individuati:

Pozzetto n.1	0 – 0,3 m: terreno di riporto limoso sabbioso di colore marrone-grigio con presenza talora di ciottoli e frammenti laterizi 0,3 – 2,3 m: limo sabbioso di colore marrone-bruno 2,3 – 2,5 m: ghiaia in matrice limoso sabbiosa di colore bruno-rossastro con presenza di ciottoli di dimensioni talora pluridecimetriche
Pozzetto n.2	0 – 0,2 m: terreno di riporto limoso sabbioso di colore marrone-grigio con presenza talora di ciottoli e frammenti laterizi 0,2 – 2,8 m: limo sabbioso di colore bruno-rossastro con locali lenti sabbiose 2,8 – 3 m: ghiaia in matrice limoso sabbiosa di colore bruno-rossastro con presenza di ciottoli di dimensioni talora pluridecimetriche

Nei settori circostanti il sito sono stati inoltre reperiti dei dati relativi a dei sondaggi realizzati per la costruzione di alcuni edifici; i dati litostratigrafici confermano sostanzialmente quanto dedotto dai pozzetti esplorativi eseguiti fino alle profondità indicate.

Per quanto riguarda invece i sondaggi n. 60-61-108-109-110 reperibili negli elaborati allegati al PRGC relativi alle indagini geognostiche, si riportano i dati litostratigrafici e i risultati delle prove penetrometriche eseguite in foro (vedi allegato; per l'ubicazione si faccia riferimento all'estratto di CTR riportato anch'esso in allegato al presente studio).

I sondaggi analizzati evidenziano la presenza di un'unità più superficiale caratterizzante i primi 2/2,4 m circa (2,7-3 m in corrispondenza dei sondaggi n. 60 e 61) costituita principalmente da materiali fini limoso sabbiosi debolmente plastici (dotati di mediocri requisiti geotecnici); a profondità superiori si riscontra invece un deposito maggiormente grossolano rappresentato da ghiaie e ciottoli (questi ultimi in percentuale variabile come possibile notare dalla descrizione dei diversi orizzonti) immersi in una matrice limoso sabbiosa/sabbioso limosa.

Le prove penetrometriche mettono in evidenza come i terreni siano dotati di caratteristiche geotecniche decisamente buone, con valori superiori ai 23 colpi (valore minimo riscontrato) in corrispondenza degli orizzonti litologici che non hanno dato rifiuto; chiaramente, le litologie caratterizzanti il sottosuolo presentano un elevato contenuto di ciottoli e pertanto i valori sopra ottenuti potrebbero essere troppo ottimistici e non rappresentativi della tipologia di terreno riscontrata (la punta in certi casi si arresta in corrispondenza dei ciottoli più grandi, se non riesce a passare oltre, arrestando l'avanzamento).

I dati necessari alla valutazione dei parametri meccanici dei terreni sono stati desunti da indagini visive e dall'esperienza maturata in interventi in aree analoghe, limitrofe a quella esaminata; in particolare si è fatto riferimento alle "*osservazioni litotecniche*" riportate all'interno della relazione geologica illustrativa allegata al PRGC, la quale fornisce indicazioni di massima circa i principali parametri geotecnici dei terreni e a dati di letteratura specifica.

Per tali depositi, sono stati ipotizzati, cautelativamente, un valore di coesione nullo e un peso proprio del terreno pari a 1800-1900 kg/m^3, mentre per la determinazione dell'angolo di attrito interno si è ricorso all'approccio proposto da Cherubini e Orr (1999), qui di seguito riportato.

Secondo tale metodo, quando non sono disponibili valori derivanti da indagini in sito, è possibile risalire al valore caratteristico ipotizzando, per il terreno sul quale verranno poggiate le fondazioni, un valore di angolo di attrito interno minimo, uno massimo e un valore corrispondente a quello più probabile. La formula per il calcolo è la seguente:

$$xk = xm * (1 – CV/2)$$

dove:

xk = valore caratteristico

xm = (a + 4b + c)/6

CV = (c – a)/(a + 4b + c)

a = valore minimo stimato

b = valore più probabile

c = valore massimo stimato

Ipotizzando cautelativamente per i depositi analizzati (depositi alluvionali grossolani) un range di valori compresi tra 32° e 40° (quindi rispettivamente valore minimo e massimo) e un valore maggiormente probabile pari a 36°, applicando la formula suddetta si ottiene un valore di angolo di attrito pari a 35,33° (che cautelativamente verrà adottato pari a 35°).

Quindi, riassumendo i valori dei principali parametri utili vengono qui di seguito riportati:

- **γ = 1800-1900 kg/m^3**
- **φ = 35°**
- **c = 0**

Per quanto riguarda la tipologia di sottosuolo, considerata l'omogeneità dei terreni, si è fatto riferimento ai risultati ottenuti da una prova down-hole eseguita a breve distanza dal sito oggetto d'intervento (per la localizzazione della medesima, vedi CTR allegata). Tale tipologia di terreno, facendo riferimento al paragrafo 3.2.2 delle NTC 2018, in considerazione dell'assetto geologico locale e delle indagini geofisiche citate (dalle quali si ricava una velocità media delle onde s pari a 453 m/s), ricade all'interno della **categoria di sottosuolo B**:

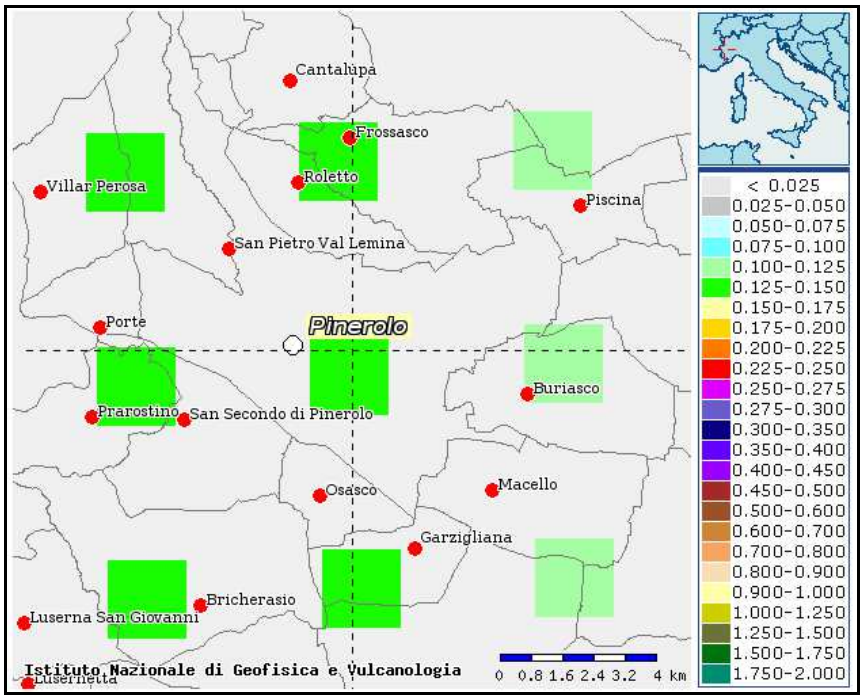
"Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.)".

6 INQUADRAMENTO SISMICO

6.1 DETERMINAZIONE DELLE AZIONI SISMICHE

L'area di intervento, come l'intero territorio comunale di Pinerolo, secondo la normativa vigente (classificazione sismica entrata in vigore a seguito dell'approvazione della D.G.R. n. 4-3084 del 12/12/2011 – B.U.R.P. n. 50 del 15/12/2011 e D.G.R. n. 65-7656 del 21/05/2014 – S.O. n. 1 al B.U. n. 25), riguardante la classificazione sismica dei comuni piemontesi (D.G.R. 11-13058 del 19/01/2010), è compresso all'interno della **Zona 3s**.

Sulla base delle mappe interattive dell'INGV, l'area in esame è inseribile nella fascia distinta da un valore di accelerazione sismica orizzontale a_g riferito a suoli rigidi caratterizzati da Vs30 > 800 m/s compreso tra 0,125g e 0,150g (valori riferiti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni).



Le azioni sismiche di progetto, con le quali valutare il rispetto dei diversi stati limite, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa (PGA - Pick Ground Acceleration = ag) in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (suolo di categoria A) con superficie topografica orizzontale (categoria T1), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente *Se*(T), con riferimento a prefissati periodi di ritorno TR.

Ai fini delle NTC, le forme spettrali sono definite a partire dai valori dei parametri ag (accelerazione orizzontale max), Fo (valore max fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e T*C (periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale) su sito di riferimento rigido orizzontale. Di seguito si riportano i parametri ed i coefficienti sismici calcolati per il caso specifico.

Per quanto riguarda la strategia di progettazione, vengono attribuiti i valori di vita nominale e la classe d'uso dell'opera strutturale (punti 2.4.1 e 2.4.2 delle NTC); da tali valori è possibile ottenere il periodo di riferimento per l'azione sismica (punto 2.4.3 delle NTC).

Nel caso specifico sono stati adottati i seguenti parametri:

VN = 50 anni (opere ordinarie)

CU = 1, coefficiente relativo alla classe d'uso 2 (costruzioni il cui uso prevede normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali).

VR = 50 anni, dato dal prodotto di VN * CU

Per il sito in esame, è stata attribuita una categoria di sottosuolo tipo Bed una classe di amplificazione topografica T1.

Per la determinazione dei parametri ag, F_0, Tc* per i periodi di ritorno TR di riferimento, è stato utilizzato il foglio di calcolo reso disponibile dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (sito internet www.cslp.it – Spettri di risposta ver. 1.0.3.), il quale definisce gli spettri di risposta relativi ad uno stato limite. Sono stati ottenuti i seguenti valori per lo stato limite di salvaguardia della vita (SLV):

a_g: 0,129 (g) **F_0: 2,458 (-)** **T_c^*: 0,263 (s)**

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0.038	2.462	0.204
SLD	50	0.050	2.433	0.225
SLV	475	0.129	2.458	0.263
SLC	975	0.163	2.487	0.271

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,20
CC Coeff. funz categoria	1,51	1,48	1,44	1,43
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.009	0.012	0.037	0.046
kv	0.004	0.006	0.018	0.023
Amax [m/s²]	0.438	0.577	1.497	1.895
Beta	0.200	0.200	0.240	0.240

N.B. Eventuali discordanze tra le ipotesi (classe d'uso, vita nominale…) e quanto previsto dal progettista/strutturista, comporterà chiaramente una nuova valutazione dei parametri e coefficienti sismici. I valori sopra riportati sono riferiti al baricentro dell'area d'intervento

6.2 VERIFICA DELLA SUSCETTIBILITA' A LIQUEFAZIONE

Il D.M. 17 gennaio 2018 prevede, al punto 7.11.3.4.2, che la verifica della suscettibilità a liquefazione di un deposito possa essere omessa qualora si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti minori di 0,1g
- Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali
- Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60}$ > 30 oppure q_{c1N} > 180 dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (SPT) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (CPT) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa
- Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella seguente Figura 1 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità U_C < 3,5 e nella Figura 2 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità U_C > 3,5

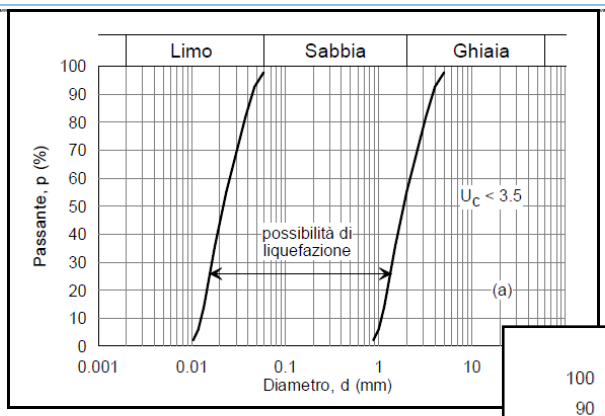


FIGURA 1

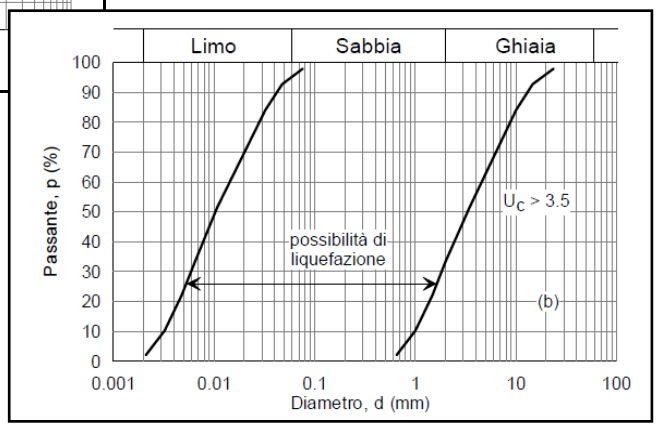


FIGURA 2

Applicazione del metodo al caso specifico

Per ciò che concerne la possibilità di liquefazione dei terreni nell'area analizzata, questa può essere ragionevolmente omessa, in considerazione della tipologia di depositi caratterizzanti il sottosuolo nel settore indagato. In effetti, considerata la granulometria dei depositi generalmente grossolana, che si ritiene ricada all'esterno dell'area suscettibile a liquefazione compresa tra i fusi granulometrici visibile nei grafici precedentemente riportati, si può ragionevolmente escludere il verificarsi del fenomeno suddetto.

7 CONCLUSIONI

E' stato condotto il presente studio geologico al fine di valutare la fattibilità dell'intervento che prevede la realizzazione di un edificio commerciale/artigianale a due piani fuori terra nel territorio comunale di Pinerolo (To).

Nel rispetto delle note tecniche espresse nella presente relazione, durante le indagini è emerso che ragionevolmente si può escludere che la fattibilità dell'intervento sia pregiudicata da particolari condizionamenti di natura geologica e non sussistono problemi dal punto di vista geotecnico, per quanto riguarda le caratteristiche meccaniche dei terreni di fondazione (per i parametri geotecnici principali si faccia riferimento all'apposito capitolo all'interno del presente studio). Considerata la probabile presenza di materiali fini limosi/limoso sabbiosi nei primi 2-3 metri di sottosuolo (da verificare in fase esecutiva), per la posa delle fondazioni delle strutture in progetto sarà opportuno eliminare tale orizzonte, in quanto caratterizzato da scarsi requisiti geotecnici (debolmente plastico, compressibile) ed ammorsare le medesime nei sottostanti depositi maggiormente grossolani dotati di caratteristiche decisamente migliori.

Sulla base dei dati analizzati e del contesto geologico locale, è stato possibile attribuire ai terreni la **categoria B di sottosuolo** secondo quanto disposto dal D.M. 17 gennaio 2018 (paragrafo 3.2.2 delle Norme tecniche per le costruzioni) ed una **classe di amplificazione topografica T1**.

Dall'osservazione della carta di sintesi della pericolosità geomorfologica allegata al PRGC, l'area oggetto d'intervento ricade in classe 2b e parzialmente all'interno della classe 3b2p; in merito a quest'ultima, la sovrapposizione dell'intervento con la cartografia citata evidenzia come una piccola porzione del fabbricato in progetto ricada all'interno di un'area definita EmA a pericolosità moderata, riconducibile al difficile drenaggio delle acque meteoriche ed alla possibile tracimazione del reticolo idrografico artificiale. Facendo riferimento alla Scheda n. 32 allegata al Cronoprogramma degli interventi di riassetto territoriale, in corrispondenza dell'area in esame è già stato realizzato un canale scolmatore e delle opere accessorie che hanno risolto definitivamente le problematiche relative alla tracimazione del corso d'acqua artificiale esistente, pertanto, fatte salve le prescrizioni relative alle fasce di rispetto dei corsi d'acqua, sono ammessi tutti gli interventi urbanistici previsti nel PRGC nel rispetto delle prescrizioni della classe di pericolosità geomorfologica 2b.

In considerazione della morfologia del sito in progetto, debolmente depressa rispetto ai rilevati stradali circostanti e della granulometria generalmente fine dei terreni presenti superficialmente,

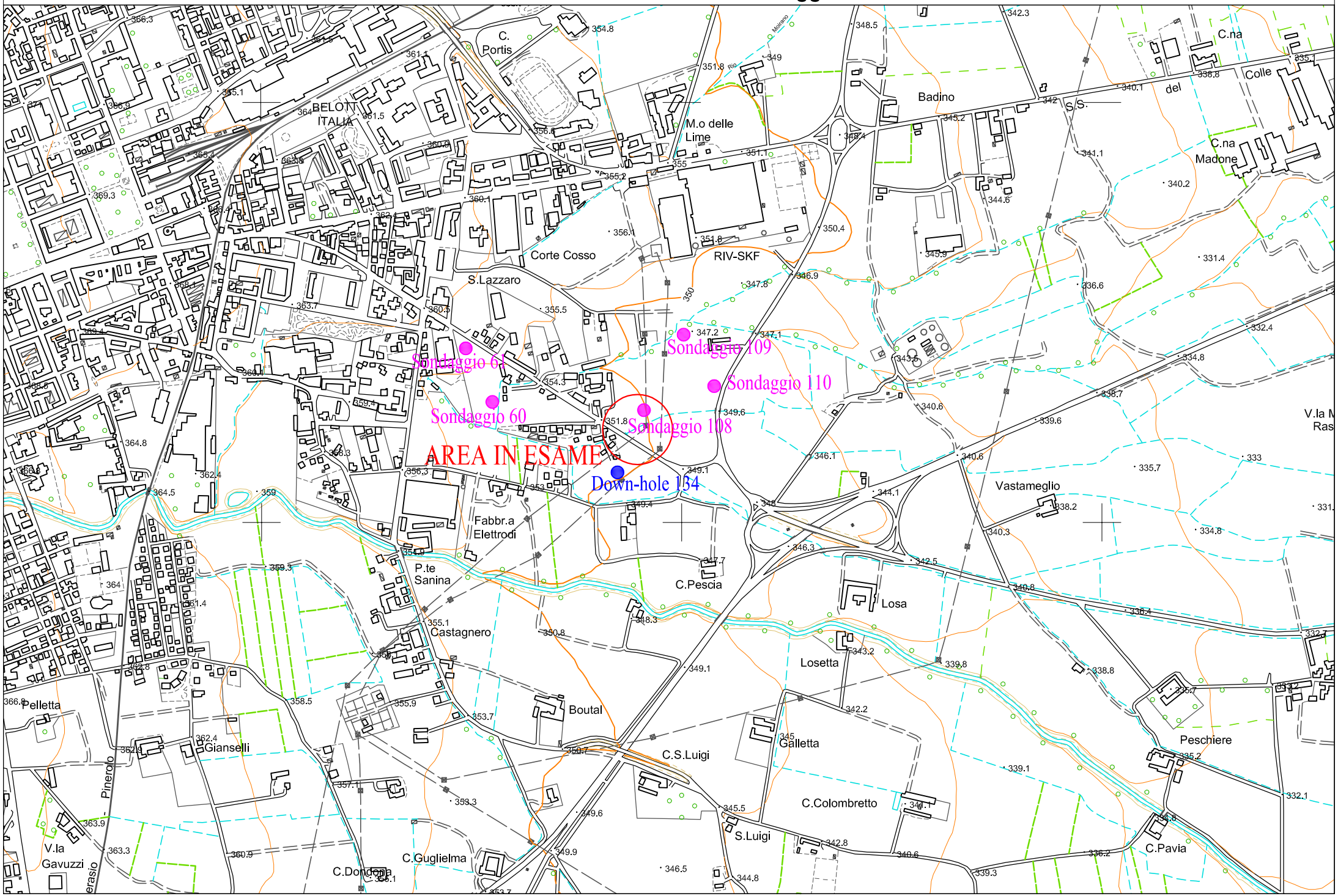
caratterizzati da una bassa conducibilità idraulica, si potrebbero verificare in occasione di precipitazioni particolarmente intense e/o prolungate fenomeni di ristagno idrico; si consiglia pertanto la realizzazione di opportuni sistemi di drenaggio per la raccolta e l'allontanamento delle acque meteoriche, al fine di evitare i ristagni suddetti in corrispondenza della struttura in progetto.

Facendo riferimento alle considerazioni appena esposte, nel rispetto delle prescrizioni illustrate nella relazione, si può quindi esprimere un parere positivo in merito alla fattibilità dell'intervento edilizio in progetto.

IL TECNICO

Dott. Geol. Francesco Lombardo
Ordine Regionale Geologi Piemonte
n° 735

CTR alla scala 1:10.000 - Ubicazione dell'area oggetto d'intervento



ABRATE s.p.a.
OPERE SPECIALIZZATE

Sede Tecnico Amministr.: 10022 CARMAGNOLA (To)
Via G. Agnelli, 71 - Tel. 011/971 23 95 - 977 12 92

CANTIERE PICCOLA CASA DELLA DIVINA PROVVIDENZA PINEROLO
Via Carmagnola (Fg. 48 - Part. 24)
Comune PINEROLO Provincia TORINO
Perforazione iniziata il 04/12/1989 terminata il 07/12/1989
Deposito cassette ABRATE S.p.A. Scala 1 : 100

SONDAGGIO N. 1 60
FOGLI N.
QUOTA s.l.m.

PROFONDITÀ DAL p.c.	POTENZA DELLO STRATO	FORMAZIONI ATTRAVERSATE: SEZIONE STRATIGRAFICA	FORMAZIONI ATTRAVERSATE: DESCRIZIONE LITOLOGICA DEL TERRENO	UMIDITÀ	LIVELLO STABILIZZATO DELLE FALDE 1	LIVELLO STABILIZZATO DELLE FALDE 2	POSA RIVESTIMENTI E LORO Ø	METODO DI PERFORAZIONE	RECUPERO %	R. Q. D. %	RESISTENZA PENETROMETRICA Kg/cm²	CAMPIONI INDISTURBATI	PIEZOMETRO Ø 1 1/2"	INCLINOMETRO	S.P.T. IN FORO NSPT	DIAMETRO DI PERFORAZIONE	NOTE
0.00							127						TUBO APERTO				
0.60	0.60		Terreno vegetale.														
3.20	2.60		Limo debolmente sabbioso-argilloso, plastico, colore bruno.													ø 131 mm	Modeste infiltrazion acqua alla profondit di ml 2,50 da p.c.
4.00	0.80		Limo sabbioso con ghiaia, colore bruno.														
8.50	4.50		Ghiaia eterometrica con ciottoli e trovanti (Ø max 25 + 30 cm), matrice fine limoso-sabbiosa, discreto grado di alterazione, colore bruno.													5.00	
12.00	3.50		Limo sabbioso con ghiaia eterometrica discreto grado di alterazione, colore bruno.												9.00 / 1		N = 11 - 16 - 13
12.50	0.50		Trovanti di anfibolite.														
14.50	2.00		Limo sabbioso con ghiaia eterometrica, discreto grado di alterazione, colore bruno.					ROTAZIONE CAROTAGGIO CONTINUO									
17.00	2.50		Sabbia debolmente limosa con ghiaia eterometrica, colore variabile da bruno a nocciola con sfumature rossastre.		14.60				80 + 100%							ø 101 mm	
18.00	1.00		Trovanti con ghiaia sabbiosa, colore nocciola.														
20.00	2.00		Ghiaia eterometrica con sabbia, colore nocciola.														

ABRATE s.p.a.
OPERE SPECIALIZZATE

Sede Tecnico Amministr.: 10022 CARMAGNOLA (To)
Via G. Agnelli, 71 - Tel. 011/971.23.95 - 977.12.92

CANTIERE PICCOLA CASA DELLA DIVINA PROVVIDENZA - PINEROLO
Via Carmagnola (Fg.48 - Part. 24)

Comune PINEROLO Provincia TORINO

Perforazione iniziata il 07/12/1989 terminata il 11/12/1989

Deposito cassette ABRATE S.p.A. Scala 1 : 100

SONDAGGIO N. 2 61

FOGLIO N.

QUOTA s.l.m.

PROFONDITÀ DAL p.c.	POTENZA DELLO STRATO	SEZIONE STRATIGRAFICA	FORMAZIONI ATTRAVERSATE: DESCRIZIONE LITOLOGICA DEL TERRENO	UMIDITÀ	LIVELLO STABILIZZATO DELLE FALDE 1	LIVELLO STABILIZZATO DELLE FALDE 2	POSA RIVESTIMENTI E LORO Ø	METODO DI PERFORAZIONE	RECUPERO %	R. Q. D. %	RESISTENZA PENETROMETRICA Kg/cm²	CAMPIONI INDISTURBATI	PIEZOMETRO	INCLINOMETRO	S.P.T. IN FORO NSPT	DIAMETRO DI PERFORAZIONE	NOTE
0.00							127										
0.60	0.60		Terreno vegetale.														
2.70	2.10		Limo debolmente sabbioso-argilloso, plastico, colore bruno.														Modeste infiltrazio di acqua alla profo tà di ml 2.00 da p.
4.00	1.30		Limo sabbioso con ghiaia, colore bruno.														
6.00	2.00		Ghiaia eterometrica con ciottoli e trovanti (Ø max 15 + 20 cm), matrice fine limoso-sabbiosa, discreto grado di alterazione, colore bruno.														
7.50	1.50		Ghiaia eterometrica con sabbia limosa, rari ciottoli, discreto grado di alterazione, colore bruno.														
9.00	1.50		Sabbia limosa con ghiaia medio-fine, colore bruno.												8.00 / 1		N = 15 - 21 - 17
11.00	2.00		Ghiaia eterometrica con sabbia limosa, rari ciottoli, discreto grado di alterazione, colore bruno.					ROTAZIONE CON CAROTAGGIO CONTINUO	80 ÷ 100%							Ø 131 mm	
13.00	2.00		Ghiaia ciottolosa con trovanti, matrice fine limoso-sabbiosa, discreto grado di alterazione, colore bruno.													12.00	
16.00	3.00		Sabbia debolmente limosa con ghiaia eterometrica, colore variabile da bruno a nocciola con sfumature rossastre.		13.80											Ø 101 mm	
20.00	4.00		Ghiaia sabbiosa debolmente limosa, rari ciottoli, colore nocciola.														

Sondeco

Committente: Ortensia S.r.l.	Cantiere: Pinerolo (TO) - Area DE6.1 sub.d
N. sondaggio: 1	Scala: 1:100
Coord.:	Quota (p.c.):
Data inizio: 08/05/2000	Data ultimazione: 12/05/2000
Metodo perf.: Rotazione a carotaggio continuo	Fluido perf.: Acqua

Profondita'	Potenza	Scala 1:100	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Perforazione	Rivestimento	% Carotaggio	RQD	Piezometro	Inclinometro	Prove S.P.T.	Campioni
0.20	0.20			Terreno vegetale.									
2.30	2.10	1, 2		Limo sabbioso fine debolmente plastico; colore grigio.									
7.50	5.20	3, 4, 5, 6, 7		Ghiaia eterometrica in abbondante matrice sabbioso limosa addensatta, presenza di sporadici ciottoli (diam. max 10-12 cm); colore grigio bruno.								4.00 R; 6.00 11 - 19 - 17	
13.50	6.00	8, 9, 10, 11, 12, 13		Ghiaia eterometrica con ciottoli (diam. max 12-18 cm) in matrice limoso sabbiosa addensata, presenza di debolte alterazione dei clasti e della matrice; cololore bruno chiaro.		101	127	80				8.00 9 - 15 - 16	
16.60	3.10	14, 15, 16		Sabbia limosa addensata con abbondante frazione ghiaiosa e sporadici ciottoli (diam. max 8-10 cm) pres di fenomeni di alterazione; colore bruno chiaro.	13.75								
20.00	3.40	17, 18, 19, 20		Ghiaia eterometrica con ciotoli (diam. max 12-18 cm) in matrice limoso sabbiosa addensata, presenza di fenomeni di alterazione; colore bruno chiaro.						18.00			

Sondeco

Committente: Ortensia S.r.l.	Cantiere: Pinerolo (TO) - Area DE6.1 sub.d
N. sondaggio: 2	Scala: 1:100
Coord.:	Quota (p.c.):
Data inizio: 15/05/2000	Data ultimazione: 17/05/2000
Metodo perf.: Rotazione a carotaggio continuo	Fluido perf.: Acqua

Profondita'	Potenza	Scala 1:100	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Perforazione	Rivestimento	% Carotaggio	RQD	Piezometro	Inclinometro	Prove S.P.T.	Campioni
0.20	0.20			Terreno vegetale.									
	2.20	1, 2		Limo sabbioso fine debolmente plastico; colore grigio.									
2.40	0.20			Trovante di natura cristallina.									
2.60	4.90	3, 4, 5, 6, 7		Ghiaia eterometrica in matrice sabbiosa a tratti limosa, addensata, presenza di ciottoli (diam. max 10-12 cm); colore grigio bruno.								4.00 7 - 8 - 15 6.00 11 - 14 - R	
7.50	1.10	8		Ciottoli e trovanti da decimetrici a pluridecimetrici in subordinata matrice limoso sabbiosa; colore bruno chiaro.								8.00 R	
8.60	1.60	9, 10		Ghiaia eterometrica in matrice sabbiosa a tratti limosa, addensata, presenza di ciottoli (diam. max 10-12 cm) colore grigio bruno.		101	127	80					
10.20	8.40	11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18		Ghiaia eterometrica in abbondante matrice limoso sabbiosa addensata presenza di sporadici ciottoli (diam. max: 8-10 cm), presenza di passate decimetriche limoso sabbiose e di fenomeni di alterazione; colore variabile da grigio bruno a bruno chiaro con rari livelli bruno ocracei.	14.40								
18.60	1.40	19, 20		Sabbie limose con ghiaia medio fine addensata, presenza di fenomeni di alterazione; colore variabile da bruno grigiastro a bruno rossastro.									
20.00										20.00			

Sondeco

Committente: Ortensia S.r.l.	Cantiere: Pinerolo (TO) - Area DE6.1 sub. d
N. sondaggio: 3	Scala: 1:100
Coord.:	Quota (p.c.):
Data inizio: 18/05/2000	Data ultimazione: 20/05/2000
Metodo perf.: Rotazione a carotaggio continuo	Fluido perf.: Acqua

Profondita'	Potenza	Scala 1:100	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Perforazione	Rivestimento	% Carotaggio	RQD	Piezometro	Inclinometro	Prove S.P.T.	Campioni
0.20	0.20			Terreno vegetale.									
	1.80	1, 2		Sabbia fine limosa; colore grigio.									
2.00	5.60	3, 4, 5, 6, 7		Ghiaia eterometrica in abbondante matrice sabbioso limosa addensata, presenza di sporadici ciottoli (diam.max 8-10 cm); colore grigio bruno.								4.00 20 - 28 - R; 6.00 41 - R	
7.60	5.60	8, 9, 10, 11, 12, 13		Ghiaia eterometrica in abbondante matrice sabbioso limosa, addensata, presenza di sporadici clasti (diam. max 8-10 cm) e di fenomeni di alterazione; colore variabile da bruno scuro a bruno chiaro.		101	127	80				8.00 19 - 25 - 44	
13.20	3.30	14, 15, 16		Ghiaia eterometrica in matrice sabbioso limosa a tratti abbondante, presenza di frequenti ciottoli (diam. max 10-15 cm); colore grigio bruno.	13.90								
16.50	3.50	17, 18, 19, 20		Sabbia eterometrica a tratti limosa con ghiaia, presenza di fenomeni di alterazione; colore variabile da bruno nocciola a bruno rossiccio.						19.00			
20.00													