# COMUNE DI PINEROLO

## PROVINCIA DI TORINO

***Progetto per lavori di miglioramento sismico del fabbricato ospitante la Scuola Secondaria Filippo Brignone presso un sito posto in Via Einaudi n° 38***

# INDAGINE GEOLOGICA
## Integrativa

***Committenti*** : ***Amministrazione Comunale di PINEROLO (TO)***

***Data presentazione elaborato*** : ***Ottobre 2016***


***STUDIO DI GEOLOGIA***

***Dott. Marco Zantonelli***
***Via Vittorio Veneto n° 5***
***Borgosesia (VC)***
***tel/fax 0163/27283***

## INDICE

1- PREMESSA----4
2 - UBICAZIONE DEL SITO IN ESAME----6
2.1 - Individuazione del sito----6
*2.2 - Denominazione del sito----6*
*2.3 - Estremi cartografici da Carta Tecnica Regionale (CTR)----6*
*2.4 - Individuazione catastale----6*
*2.5 - Pericolosità Geomorfologica di PRGC----6*
*3 - ASSETTO GEOMORFOLOGICO DELL'AREA IN ESAME----7*
*4 - ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO LOCALE ----8*
*5 -CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE LOCALI ----11*
*6 -PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA DELL'AREA IN ESAME----12*
*7 - ESITI DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE----*
*7.1 - Metodologia d'indagine----*
*7.2 - Esiti indagini penetrometriche----16*
*7.2.1 - Rassegna dei dati----17*
*7.2.2 - Ricostruzione della situazione litostratigrafica----19*
*7.3 - Esiti Indagine Geofisica----20*
*8 - DEFINIZIONE DELLA RISPOSTA SISMICA ----*
*8.1 - Elementi generali----21*
*8.2 - Informazioni bibliografiche----21*
*8.3 - Elementi sismici condizionanti da PRGC e Microzone Omogenee----*
*8.4 - Definizione categorie di suolo----24*
*8.5 - Pericolosità sismica di base ----25*
*8.6 - Pericolosità sismica di sito----27*
9 – CARATTERI GEOTECNICI DEI TERRENI ---- 31
10 – CONCLUSIONI---- 35
ALLEGATI----36

# 1 - PREMESSA

L'***Amministrazione Comunale di PINEROLO (TO)*** ha incaricato il tecnico scrivente dell'esecuzione della presente indagine geologica in riferimento a *progetto per lavori di miglioramento sismico del fabbricato ospitante la Scuola Secondaria Filippo Brignone* presso un sito posto in Via Einaudi n° 38, in Comune di PINEROLO (TO).

In riferimento all'Indagine Geologica dell'Ottobre 2014, il SETTORE SISMICO della REGIONE PIEMONTE ha richiesto con nota del 30/08/2016 la seguente integrazione: "*approfondire la conoscenza del sottosuolo secondo le indicazioni delle Norme Tecniche delle costruzioni approvate con DM 14/01/2008 eventualmente anche mediante la misurazione diretta della velocità di propagazione delle onde di taglio*".

A seguito di contatti avuti con i Funzionari del Settore Sismico, si è concertato di provvedere l'esecuzione di specifica Indagine Geofisica di tipo MASW per la verifica della risposta sismica del sottosuolo, con la determinazione del Vs30. Tale indagine è stata puntualmente eseguita in data 20/10/2016.

Conseguentemente il complesso di indagini condotte sono state articolate svolgendo le seguenti determinazioni:

1) Analisi geomorfologica del settore;
2) Ricostruzione delle condizioni litostratigrafiche ed idrogeologiche locali sulla base dei rilievi di superficie;
3) Esecuzione di n° 2 prove penetrometriche dinamiche continue;
4) l'esecuzione di specifica Indagine Geofisica di tipo MASW per la verifica della risposta sismica del sottosuolo, con la determinazione del Vs30;
5) Rilevazione degli elementi bibliografici atti a ricostruire il quadro locale sotto il punto di vista geomorfologico, litostratigrafico, idrogeologico e sismico;
6) Redazione di analisi geologiche a sostegno degli interventi progetto, con particolare riferimento alla caratterizzazione del suolo di fondazione ed alla definizione della risposta sismica locale.

L'insieme dei dati così rilevati è stato inoltre corroborato dalle essenziali informazioni bibliografiche e dagli esiti di esperienze professionali condotte dallo scrivente in analogo contesto, grazie alle quali si è potuto meglio definire la situazione locale in rapporto al contesto geologico regionale.

Gli esiti dell'indagine sono anche il frutto di un'approfondita ricerca bibliografica che ha fatto riferimento sui seguenti elementi:

- Elaborati geologico-tecnici resi a supporto della variante al PRGC 2008 (Dott. Geol. Guido Pennazzato, 2003);

- Elaborati geologico-tecnici resi a supporto del vigente strumento urbanistico per l'adeguamento al P.A.I., redatti dai Dott. Geoll. Teresio Barbero e Nicola Quaranta di GEO Sintesi (approvazione anno 2012);
- Indagine Idrogeologica "Le acque sotterranee della pianura di Torino – Carta della base dell'acquifero superficiale – Note Illustrative "Provincia di Torino", Bortolami et alii (Ottobre 2002);
- Rapporto dell'evento sismico del 19-04-2009 di ARPA PIEMONTE;
- Mappa sismotettonica delle Alpi occidentali centrali, tratta da Perrone et alii (2011);
- Zonazione sismogenetica Z69 – App. 2 al rapporto conclusivo, C. Meletti e G. Valensise (2004);
- Mappa interattiva di pericolosità sismica dell'INGV (2007);
- Stucchi et alii. (2007). DBMI04, il database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI04. http://emidius.mi.ingv.it/DBMI04/. Quaderni di Geofisica, Vol 49, pp.38;
- Indagini e studi di microzonazione sismica con grado di approfondimento corrispondente al livello 1 degli ICMS. Pinerolo (Regione Piemonte & Politecnico di Milano, 2011);
- RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA relativa all'area "Portici blu" in Comune di Pinerolo, Dott. Geol. Teresio Barbero (GEOSINTESI, 2013).

L'insieme dei dati raccolti ha così consentito di sviluppare un'attendibile analisi geologica e geotecnica, condotta secondo quanto previsto dalla vigente normativa ed in particolare dal D.M. 14/01/2008.

**ALLEGATI:**

- COROGRAFIA CTR 1 : 10.000
- PLANIMETRIA CATASTALE RECANTE UBICAZIONE DELLE PROVE PENETROMETRICHE IN SCALA 1 : 1.500;
- DIAGRAFIE DELLE PROVE PENETROMETRICHE
- STRATIGRAFIE SONDAGGI ESEGUITI DA DITTE ABRATE SPA E SORECO SPA IN AREE PROSSIME
- STRATIGRAFIE POZZI DITTA CASSINA
- DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DELLA RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA
- RELAZIONE SISMICA (IN FASCICOLO A PARTE)

# 2 – UBICAZIONE DEL SITO IN ESAME

## 2.1 – Denominazione del sito

L'area in esame si pone in Via Einaudi n° 38 del Comune di Pinerolo.

## 2.2 - Ubicazione del sito

L'area in esame si pone in corrispondenza del fondovalle del T. Chisone, in sinistra orografica, al margine meridionale del territorio comunale di Pinerolo, intorno a quota 371 m circa.

Le coordinate geografiche del punto sono Lat. 44,8777100 e Longitudine 7,3276250.

## 2.3 - Estremi cartografici da Carta Tecnica Regionale (CTR)

Si allega estratto da Sez. 172120 e 173090 della CTR Piemonte con individuazione dell'area in esame.

## 2.4 - Individuazione catastale

L'edificio scolastico è cartografato entro al Foglio n. 59 della Mappa NCT, ove interessa la particella n° 9.

## 2.5 - Pericolosità geomorfologica di PRGC

Nell'ambito della Carta di Sintesi della Pericolosità Geomorfologica e dell'Idoneità alla Utilizzazione Urbanistica del vigente P.R.G.C. del Comune di Pinerolo l'area ricade nella classe 3B2P (*aree inondabili dal reticolato idrografico principale e minore. 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 di carattere pubblico a tutela del patrimonio urbanistico esistente. A seguito della realizzazione delle opere sarà possibile, fatte salve le norme più restrittive di cui all'art. 9 delle Norme di Attuazione del PAI e al R.D. 523/1904, la realizzazione di nuove edificazioni, ampliamenti o completamenti)*.

# 3 - ASSETTO GEOMORFOLOGICO DELL'AREA IN ESAME

Il nucleo abitativo principale di PINEROLO ricade in corrispondenza della porzione occidentale Piana Torinese, nel settore di pertinenza del T. Chisone, presso lo sbocco del corso d'acqua dal suo tratto vallivo. In tale settore la piana viene raggiunta altresì dal T. Lemina, il quale confluisce nel T. Chisone più ad Est.

In tale settore il corso del T. Chisone decorre in prevalente direzione WNW-ESE, mentre il T. Lemina perviene in prevalente direzione Nord-Sud dal tratto vallivo, per piegare in prevalente direzione Ovest-Est allo sbocco nella piana, conservando essenzialmente tale andamento per l'intero territorio comunale.

I due corsi d'acqua hanno contribuito ad edificare il vasto terrazzo alluvionale sul quale ricade l'area in esame, il cui modellamento è verosimilmente riconducibile al post-glaciale (Olocene). La superficie è incisa verso SW dall'incisione attuale del T. Chisone, il cui corso attuale è delimitato da un netto ciglio terrazzato. Anche verso NE l'incisione attuale del T. Lemina è incastrata entro al corpo terrazzato olocenico e, ove non obliterata da interventi antropici, è individuabile la blanda scarpata che segna il raccordo tra le due unità geomorfologiche.

Il fabbricato in esame si pone intorno a quota 371 m, a cavallo della predetta scarpata di terrazzo modellata dal T. Lemina e lo stesso è stato realizzato sfruttando le modeste differenze altimetriche. L'assetto morfologico locale si presenta così pressochè subpianeggiante.

L'edificio si discosta così sino ad un minimo di 50 m in direzione SSW dalla sponda destra del T. Lemina, mentre la sponda sinistra del T. Chisone si pone ad una distanza di circa 650 m in direzione SSW. La distanza dal piede del versante collinare è di poco maggiore, localizzandosi esso circa 700 m più a Nord.

Si precisa che in tale settore il corso del T. Lemina descrive un'ansa sinistrorsa, avvicinandosi pertanto relativamente all'area in esame.

# 4 - ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO LOCALE

Come osservato, l'area in esame ricade nell'ambito di un settore caratterizzato dall'affiorare unicamente di depositi sciolti di carattere alluvionale, imputabili in primo luogo al T. Chisone e quindi più subordinatamente al T. Lemina. Come già osservato, si tratta di terreni cronologicamente periodo Olocene. Si tratta in larga prevalenza di depositi granulari grossolani, precipuamente caratterizzati da taglia granulometrica ghiaioso-sabbiosa, debolmente alterati o inalterati, i quali risultano sormontati da sottili coltri sommitali limose o limoso-sabbiose. Nel dettaglio tali depositi sono formati essenzialmente da ghiaie grossolane eterometriche con abbondante matrice sabbiosa, aventi scheletro ciottoloso costituito da clasti aventi natura poligenica. In profondità si rilevano circoscritte lenti aventi granulometria limoso-argillosa, le quali hanno comunque estensione verticale e laterale assai modesta.

La situazione litostratigrafica puntuale è stata meglio accertata al livello seminterrato, ove si è riscontrata la situazione presso le fondazioni esistenti (Vedasi **FOTO 1**).

**FOTO 1 – Condizioni litostratigrafiche al piano di fondazione**

Ne è risultato che le fondazioni sono attestate su terreni ghiaioso-sabbiosi grossolani ed eterometrici.

La disponibilità della stratigrafia di n° 2 sondaggi geognostici realizzati da parte della Ditta ABRATE Spa (Committente Vespa Spa in Via Isonzo n. 16/18) a modesta distanza e resi reperibile nell'ambito del PRGC vigente (TAVOLA GB05A – CARTA LITOTECNICA E DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE, Sondaggi n° 121 e 122, spinti alla rispettiva profondità di 15,00 m e 15,40 m), ha consentito di meglio caratterizzare il substrato ivi presente (Vedasi **FIGURA 1**). L'esame delle relative colonne stratigrafiche evidenzia la prevalenza di terreni ghiaioso-sabbiosi grossolani ed eterometrici al di sotto di sottili livelli sommitali sciolti, aventi spessori massimi pari a 1,40 m. Per il solo Sondaggio n° 1 (121 in PRGC) si è intercettato un livello sabbioso dello spessore di 1,90 m a partire dalla profondità di 11,60 m. Tale sondaggio è stato inoltre strumentato con piezometro a tubo aperto, presentando esso la falda livellata alla profondità di 6,30 m (24/03/2005).

Ulteriori informazioni si sono rese disponibili relativamente a n° 4 sondaggi eseguiti da parte della Ditta SORECO nell'ambito della progettazione del PEC C4, a modesta distanza dall'area in esame. I sondaggi hanno raggiunto profondità comprese tra 15 m e 21 m, intercettando in larga prevalenza terreni ghiaioso-sabbiosi, posti al di sotto del coltivo e di sottili livelli di terreni sommitali limosi. I test SPT eseguiti in foro in profondità hanno evidenziato generalmente valori di resistenza elevati ed in qualche caso anche "rifiuto".

Si è resa disponibile anche la stratigrafia dei POZZI 1 e 2 della CARTIERA CASSINA, da cui è risultato che siano presenti orizzonti argillosi rossastri compatti a profondità di circa 47-48 m. Tali terreni potrebbero individuare la sommità del substrato villafranchiano.

Nel quadro di una ricostruzione più ampia, la SEZIONE GEOLOGICA B-B' associata alla TAV. GB01A del vigente PRGC (Dott. Geoll. Teresio Barbero e Nicola Quaranta di GEO Sintesi, 2012), evidenzia che i terreni alluvionali olocenici poggiano verosimilmente su depositi fluviali più antichi (Pleistocene)

L'insieme dei complesso alluvionali presentano potenze stimabili nell'ordine di 35-40 m circa, come documentato dall'indagine idrogeologica della Provincia di Torino (Bortolami, 2002). Essi vengono a poggiare sul substrato villafranchiano, costituito da litologie di ambiente deltizio (prevalenza di granulometria sabbioso-ciottolosa, in alternanza a livelli di più bassa energia, aventi taglia granulometrica argilloso-limosa).

Si rimanda per maggiori dettagli agli esiti delle indagini geognostiche condotte cui si fa riferimento al successivo §. 7.

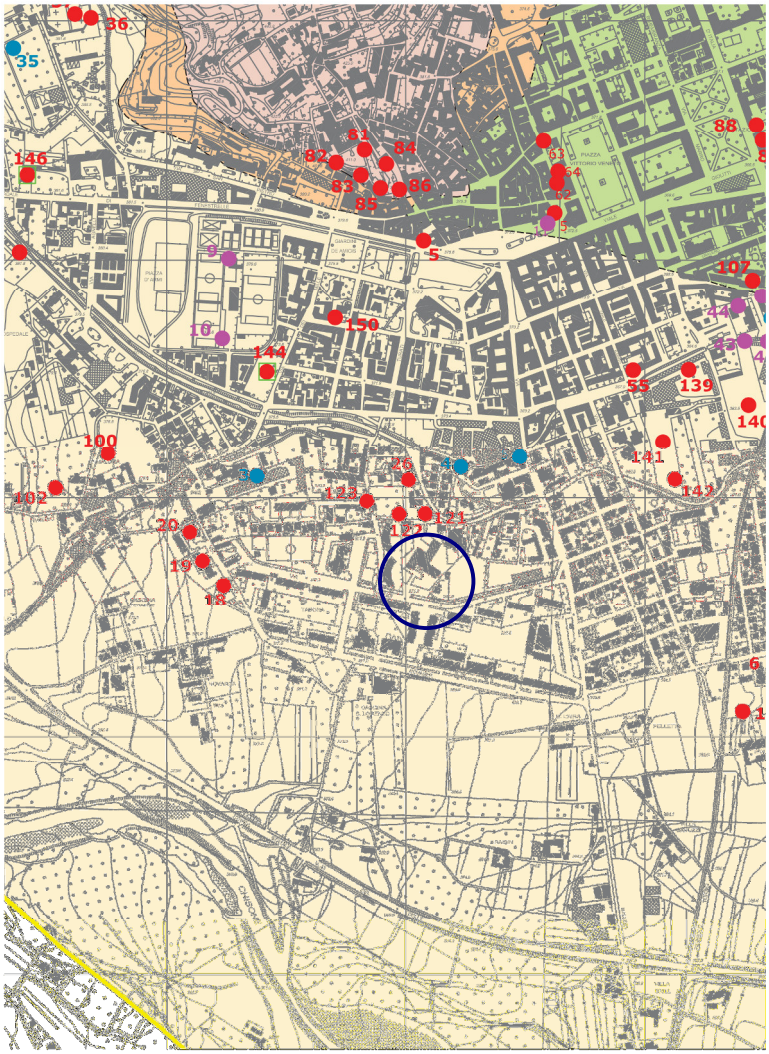



**FIGURA 1 – Estratto da Carta Litotecnica e delle Indagini Geognostiche (TAV. GB05A di PRGC)**

# 5 - CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE LOCALI

Nell'ambito del settore considerato è presente nel sottosuolo un sistema multifalde, nell'ambito del quale i terreni alluvionali affioranti superiormente ospitano falde acquifere di natura freatica, mentre entro ai sottostanti termini fluvio-deltizi drenano falde profonde.

L'acquifero freatico è costituito da coltri depositi ghiaioso-sabbiosi, il cui spessore non è superiore a 35-40 m, come già evidenziato al precedente § 4. Tali depositi sono caratterizzati da elevati valori di permeabilità per porosità primaria, mentre scarsamente permeabili sono nel loro insieme i sedimenti argilloso-limosi affioranti con rilevanza nella serie villafranchiana, ove i livelli superiori individuano in generale il substrato dell'acquifero freatico. I sottostanti livelli a granulometria più grossolana, intercalati subordinatamente ai termini argillosi e presenti a profondità differenti, ospitano le falde profonde produttive ai fini idropotabili.

Per quanto attiene al regime della falda, questo è profondamente condizionato nel suo equilibrio e nella sua dinamica dal vasto reticolo irriguo e dagli stessi corsi d'acqua principali. Tutto ciò garantisce al corpo freatico un'alimentazione ricca e continua. Esso fa capo ad un ampio bacino idrogeologico contraddistinto da notevole entità di precipitazione annua e la direzione del deflusso sotterraneo regionale presenta nel settore in esame una orientazione WNW-ESE, come risulta dalla TAV. 20A associata alla variante al PRGC 2008 (Dott. Geol. Guido Pennazzato, 2003). La soggiacenza della falda nel settore meridionale dell'abitato è stimabile nell'ordine di 10.00-11.00 m rispetto alla quota generale del piano di campagna. A livello dell'area in esame, considerata la presenza del T. Lemina ed i relativi dislivelli altimetrici connessi con la presenza della blanda incisione dello stesso, è ipotizzabile una soggiacenza media nell'ordine di 6-8 m circa, concordante con quanto riscontrato nei sondaggi cui si è fatto riferimento nell'ambito dei precedenti paragrafi.

Appare pertanto quanto improbabile che la falda freatica possa interagire con la quota di imposta delle fondazioni dell'opera, di poco inferiore alla quota locale del piano di campagna.

# 6 - PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA DELL'AREA IN ESAME

Riferendosi a quanto indicato nell'ambito della TAV. GB02A – CARTA GEOMORFOLOGICA E DEI DISSESTI - del vigente PRGC (Dott. Geoll. Teresio Barbero e Nicola Quaranta di GEO Sintesi, 2012), l'area in esame è ricompresa entro all'areale di esondazione del T. Lemina. In particolare essa rientra tra i settori di "*Dissesto areale a pericolosità media/moderata (EmA) perimetrato sulla base di criteri idraulici, storici e geomorfologici*" (Vedasi **FIGURA 2**).

In relazione a tale problematica l'area è stata ascritta, nell'ambito della TAV. GB07A CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITA' GEMORFOLOGICA E DELL'IDONEITA' ALLA UTILIZZAZIONE UBANISTICA del vigente P.R.G.C., nella **Classe 3B2P** (*aree inondabili dal reticolato idrografico principale e minore. 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 di carattere pubblico a tutela del patrimonio urbanistico esistente. A seguito della realizzazione delle opere sarà possibile, fatte salve le norme più restrittive di cui all'art. 9 delle Norme di Attuazione del PAI e al R.D. 523/1904, la realizzazione di nuove edificazioni, ampliamenti o completamenti)* - Vedasi **FIGURA 3**.

L'area non è in alcun modo esposta a fenomeni di dissesto gravitativo.

Pur tenendo conto delle problematiche di ordine geomorfologico poste dalle condizioni di dissesto descritte, si reputa che gli interventi in progetto non comporteranno alcuna interferenza con l'equilibrio in essere, considerato che gli stessi, per propria natura, non modificheranno negativamente le condizioni del suolo al contorno. Per tale motivo si può pertanto considerare che le opere previste saranno sicuramente compatibili con il quadro di dissesto delineato.

Per una miglior definizione, si rimanda alla allegata dichiarazione sostitutiva della Relazione Idrologica-Idraulica.

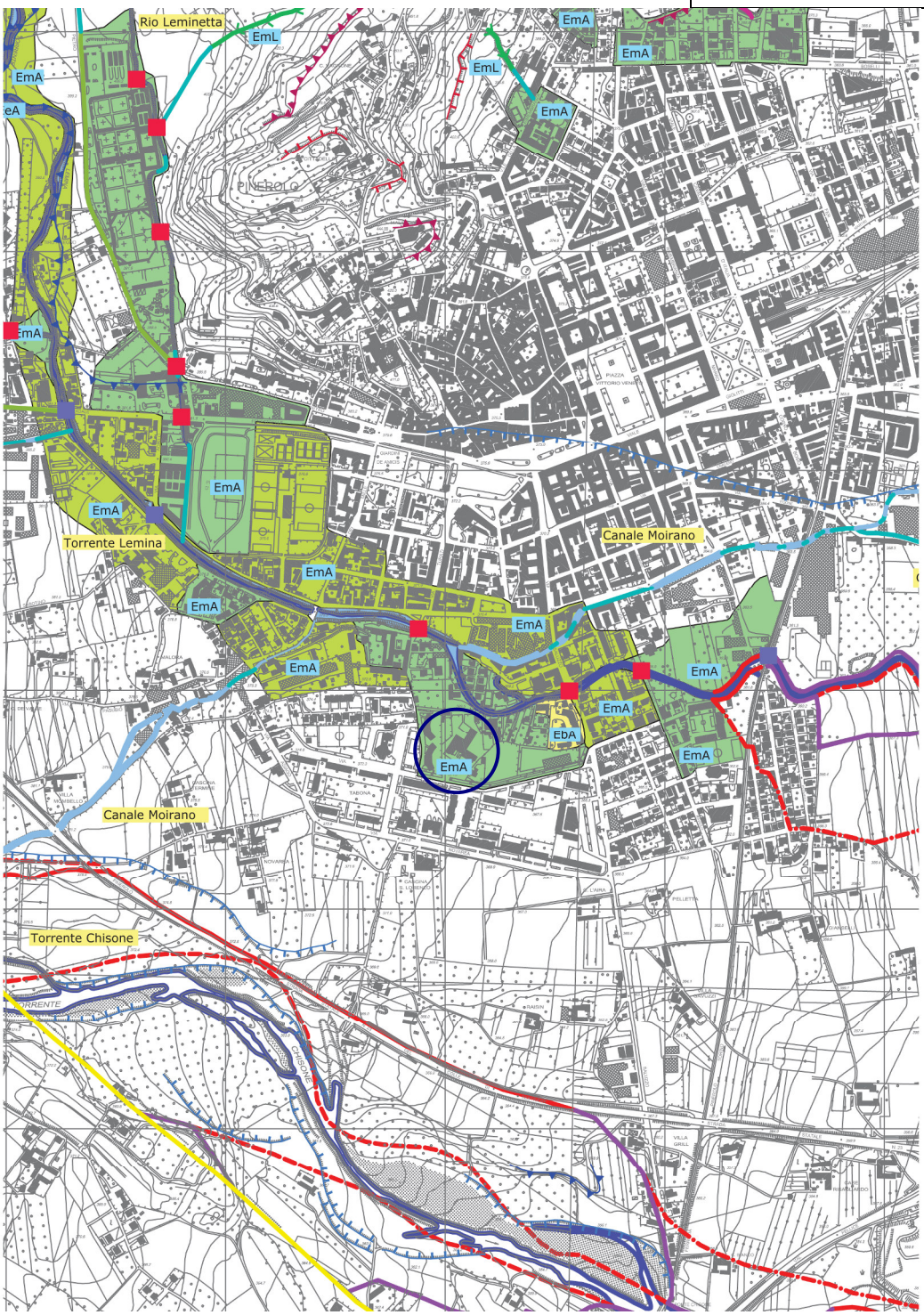
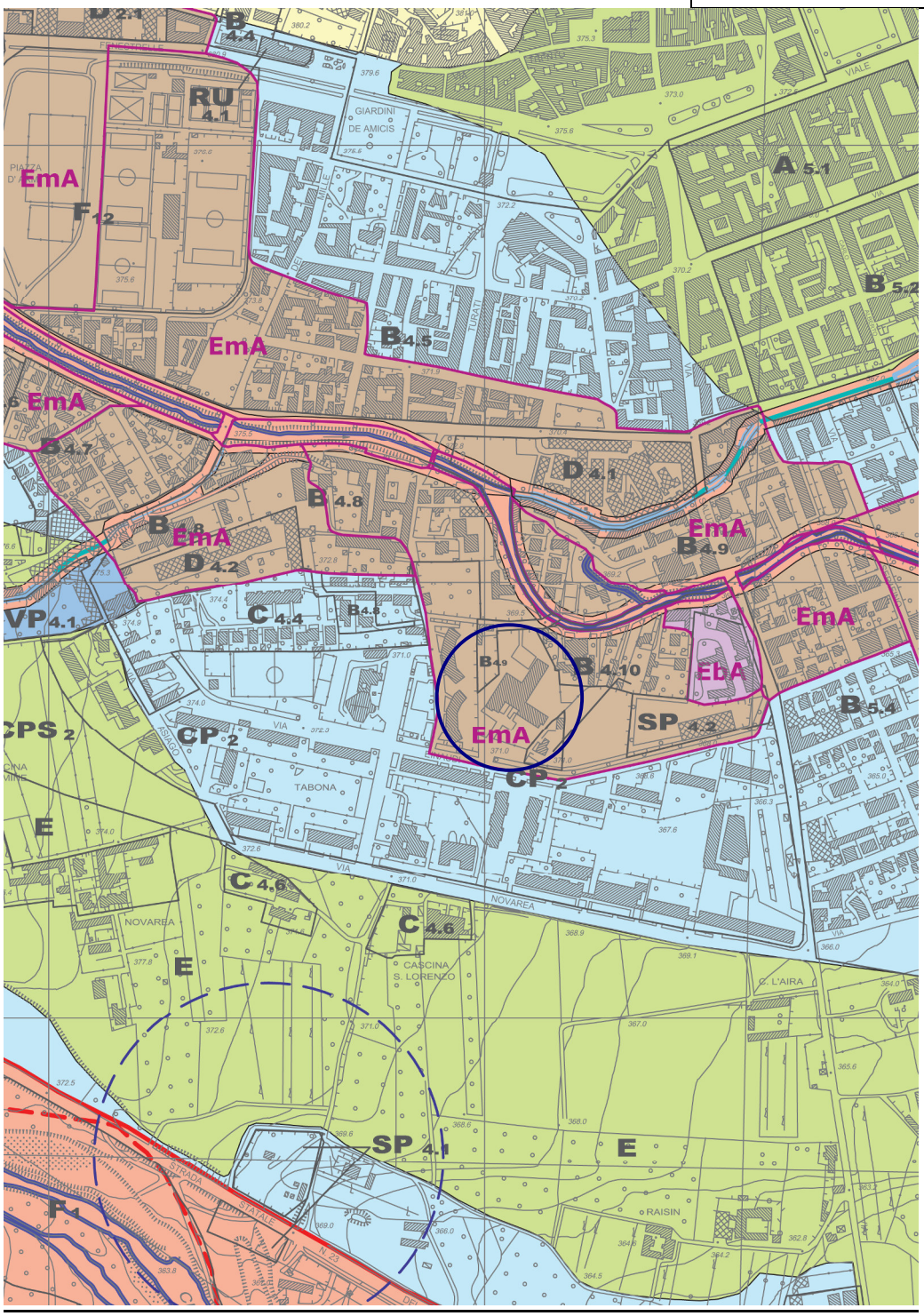



**FIGURA 2 – Estratto da Carta Geomorfologica e dei Dissesti (TAV. GB02A di PRGC) – Area ricade tra settori interessati da pericolosità torrentizia media/moderata (EmA)**


RU 4.1
EmA
F 1.2
B 4.4
B 4.5
B 4.7
B 4.8
D 4.1
D 4.2
C 4.4
B 4.8
B 4.9
B 4.10
EbA
SP 4.2
VP 4.1
CPS 2
CP 2
E
C 4.6
SP 4.1
A 5.1
B 5.2
B 5.4
GIARDINI DE AMICIS
TABONA
CASCINA S. LORENZO
RAISIN
NOVAREA

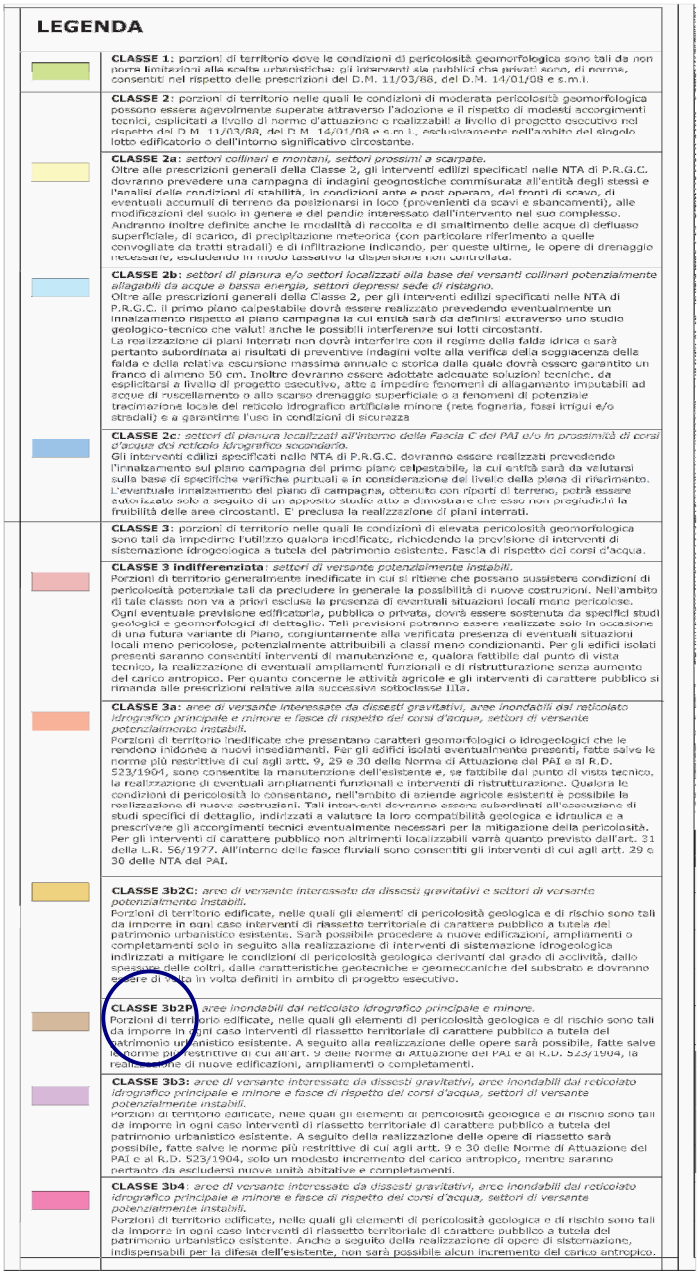



**FIGURA 3 – Estratto da Carta di Sintesi della Pericolosità Geomorfologica e della Idoneità alla Utilizzazione Urbanistica (TAV. GB07A di PRGC) – Area ricade tra settori in Classe 3B2P**

# 7 - ESITI DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

## 7.1 - Metodologia d'indagine

Come osservato in premessa, le indagini geognostiche condotte in sito hanno fatto riferimento alle seguenti tipologie di analisi:

- Esecuzione di n° 2 prove penetrometriche dinamiche continue effettuate con penetrometro SUNDA DL 030;
- l'esecuzione di specifica Indagine Geofisica di tipo MASW per la verifica della risposta sismica del sottosuolo, con la determinazione del Vs30.

Si riferisce a seguito in merito agli esiti del complesso delle indagini geognostiche.

## 7.2 – Esiti indagini penetrometriche

Le prove penetrometriche effettuate in sito sono state eseguite impiegando un'attrezzatura avente le seguenti caratteristiche:

Ditta produttrice: SUNDA
Modello: PENETROMETRO DINAMICO DL 030
Sistema di infissione: maglio a caduta libera 30 Kg
altezza caduta libera del maglio: 20 cm
batteria di aste: aste acciaio speciale aventi $\phi$ = 2 cm e lunghezza pari a 1.00 m
punta: punta conica a perdere $\phi$ = 3.56 cm, angolo di apertura $\beta$ = 60° e sup. A = 10 cmq

Il penetrometro dinamico SUNDA DL 030 ha un procedimento di utilizzo analogo al penetrometro standard SCPT (standard cone penetration test), dal quale differisce principalmente per la minor massa del maglio, per la minor altezza di caduta dello stesso e per la minor sezione delle aste. Inoltre le resistenze all'avanzamento vengono espresse in n. di colpi/10 [NDL 030 (10)].

L'analisi dei risultati delle prove penetrometriche consente, in prima approssimazione, di valutare lo stato di addensamento dei terreni attraversati e quindi di risalire indirettamente alla loro natura litologica. Comparando le risultanze dei diagrammi penetrometrici con gli esiti di eventuali prospezioni dirette è quindi possibile dedurre un quadro piuttosto attendibile della successione stratigrafica di un certo sito e successivamente attribuire ai terreni attraversati i relativi valori dei parametri geotecnici fondamentali.

Sulla base di numerose prove correlative svolte con attrezzature standard SPT e di conseguenti pubblicazioni (VANNELLI e BENASSI, 1983; BERGONZONI e VANNELLI, 1985; SERGENTI, 1993) è comunemente ritenuto coerente porre la seguente correlazione:

NDL 030 ≅ NSPT

### *7.2.1 - Rassegna dei dati*

L'ubicazione delle prove penetrometriche è resa in allegata planimetria catastale. Ne risulta che il test DPT1 è stato ubicato in corrispondenza del margine sudoccidentale dell'edificio scolastico, mentre il test DPT 2 in corrispondenza del margine NE, ad una quota di oltre 1 m inferiore.

In considerazione della natura prevalentemente granulare dei terreni affioranti in loco, non è stato possibile superare la profondità di 1,10 m. Tale dato è comunque in linea con le aspettative desumibili dalla conoscenza del quadro litostratigrafico locale.

In relazione agli esiti dei tests penetrometrici, si è proposta la ricostruzione litostratigrafica a seguito riportata, la quale ha logicamente valore indicativo, ma è comunque rapportabile alle evidenze dei rilievi di superficie condotti ed alle informazioni raccolte sul contesto litostratigrafico e geomorfologico locale:

**DPT1**
0.00-0.30 m terreni sciolti o molto sciolti (coltivo)
0.30-1.00 m terreni relativamente addensati (sabbie anche limose)
1.00-1.10 m terreni non penetrabili (ghiaie con sabbie e ciottoli)
**Condizioni idrogeologiche:** falda idrica non rilevata

**FOTO 2 – Esecuzione test penetrometrico DPT1**

**DPT2**
0.00-0.30 m terreni sciolti o molto sciolti (coltivo)
0.30-1.00 m terreni relativamente addensati (sabbie anche limose)
0.90-1.00 m terreni non penetrabili (ghiaie con sabbie e ciottoli)
**Condizioni idrogeologiche:** falda idrica non rilevata

**FOTO 3 – Esecuzione test penetrometrico DPT2**

### *7.2.2 - Ricostruzione della situazione litostratigrafica*

Le verticali eseguite in sito testimoniano che il substrato ghiaioso è presente in loco a modesta profondità, essendo esso sormontato da sottili coltri sommitali aventi taglia granulometrica limosa e sabbioso-limosa.

L'occorrere del "*rifiuto*" è verosimilmente da ricondurre alla presenza di clasti di dimensione ragguardevoli, aventi diametro almeno pari a 7-8 cm.

Anche in relazione a quanto direttamente appurato in corrispondenza del seminterrato del fabbricato, si valuta che le fondazioni del fabbricato esistente abbiano raggiunto terreni ghiaioso-sabbiosi.

In ordine alle condizioni idrogeologiche, non si è rilevata la presenza di falda idrica.

## *7.3 – Esiti indagine geofisica*

La prova sismica ha avuto luogo in data 20/10/16 ed è stata operativamente eseguita dal Dott. Geol. Alberto Pagano.

Si rimanda per maggiori dettagli all'allegato "Relazione Sismica" per maggiori dettagli.

Le risultanze dell'indagine hanno permesso di calcolare il valore di Vs30 pari a 405,20 m/s, corrispondente ad un suolo di classe **B**: "*Terreni dei sottosuoli di tipo B (Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica Nspt > 50, o coesione non drenata Cu > 250 kPa".*

# 8 - DEFINIZIONE RISPOSTA SISMICA

## 8.1 – Elementi generali

Il Comune di PINEROLO rientrava tra i Comuni classificati in ZONA SISMICA 2. Peraltro la "*nuova classificazione sismica del territorio piemontese*" approvata con D.G.R. n. 11-13058 del 19/01/2010 ha previsto il suo inserimento in **ZONA SISMICA 3S**, con effetto a partire dal 01/01/2012.

## 8.2 – Informazioni bibliografiche

L'analisi del materiale bibliografico evidenzia in primo luogo che la sismicità del territorio pinerolese sarebbe imputabile ad attività neotettonica correlata a strutture sepolte a ridosso del margine montano, come evidenziato anche nell'indagine geologica di PRGC (Geosintesi, 2012) e nella Carta Neotettonica d'Italia.

La Zonazione sismogenetica ZS9 (C. Meletti e G. Valensise, 2004), l'area si localizza nell'ambito della **Zona Sismogenetica 908**. Tale zona, insieme alla contigua 909, disegna l'arco delle Alpi Occidentali, disposte secondo due fasce parallele all'asse della catena (Vedasi **FIGURA 4**).

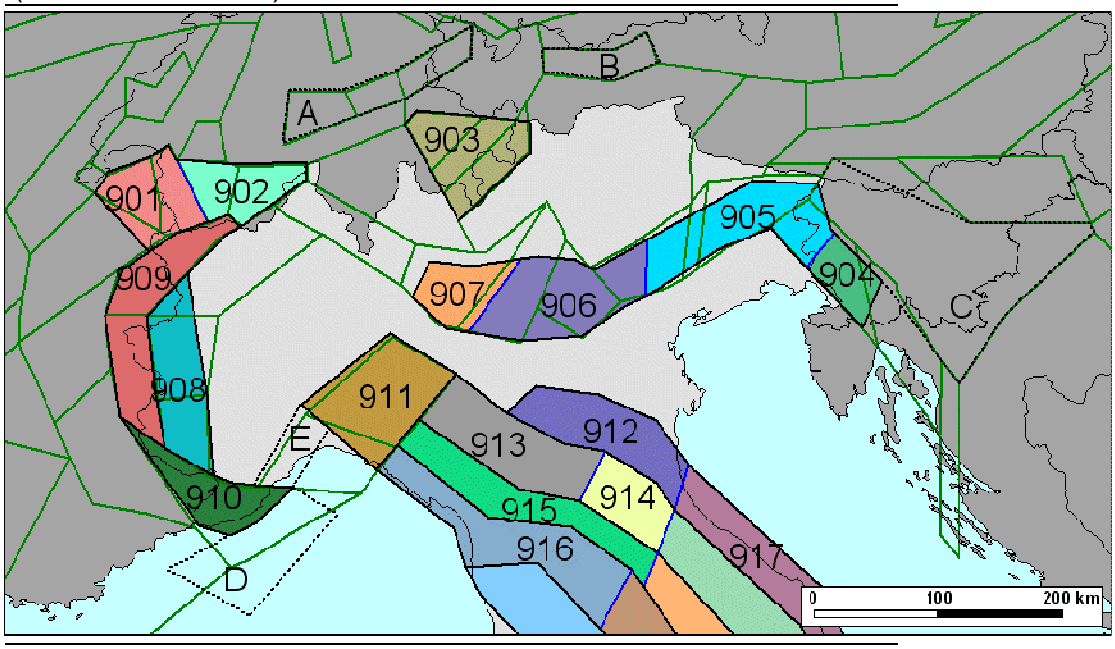



**FIGURA 4 – Estratto da Zonizzazione ZS9**

Per la Zona Sismogenetica 908 viene individuata una profondità efficace delle sorgenti sismogenetiche compresa tra 8-12 Km, con magnitudo massima (Md) pari a 3,7, con n° 25 eventi di Md > 3,0.

Secondo Fioraso e Perrone (2012), il sisma storico di maggior rilievo per il Pinerolese è quello del 1808, cui è associata una magnitudo pari a 5.7.

L'accelerazione massima dei sismi attesi è meglio determinabile attraverso il sistema di interrogazione proposto da INGV (2007) - Vedasi **FIGURA 5**.

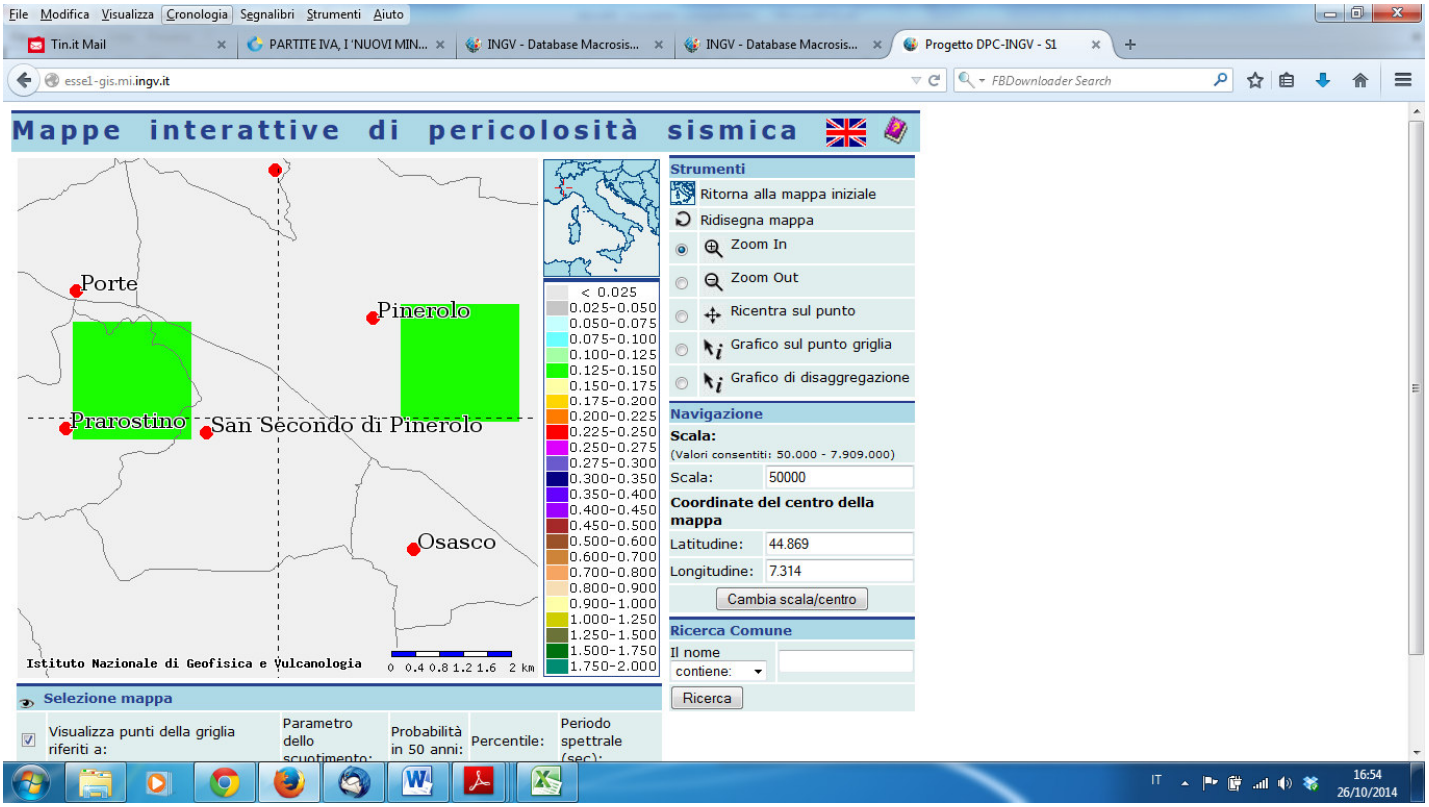



**FIGURA 5 – Estratto da Mappa Interattiva INGV (2007)**

Nel caso in esame, l'accelerazione sismica locale è stata calcolato con apposito software al successivo § 8.5.

## *8.3 – Elementi sismici condizionanti da PRGC e Microzone Omogenee*

L'analisi della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica redatta da parte della Regione Piemonte e dal Politecnico di Milano (2011), classifica l'area in esame entro alla **Zona 4**, "*stabile suscettibile di amplificazioni locali",* ove lo spessore del

materasso alluvionale è nell'ordine di 30 m. Alle coltri alluvionali soggiacerebbe il substrato lapideo alterato per spessori di 30 m circa, in realtà tali orizzonti sono sicuramente ascrivibili alle litologie plio-villafranchiane.

Nell'ambito della TAV. GB06A – CARTA DEGLI ELEMENTI SISMICI CONDIZIONANTI alla scala 1 : 10.000- del vigente PRGC (Dott. Geoll. Teresio Barbero e Nicola Quaranta di GEO Sintesi, 2012), l'area in esame è ascritta alle CATEGORIE DI SOTTOSUOLO DI TIPO B (*Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica Nspt > 50, o coesione non drenata Cu > 250 kPa)*.

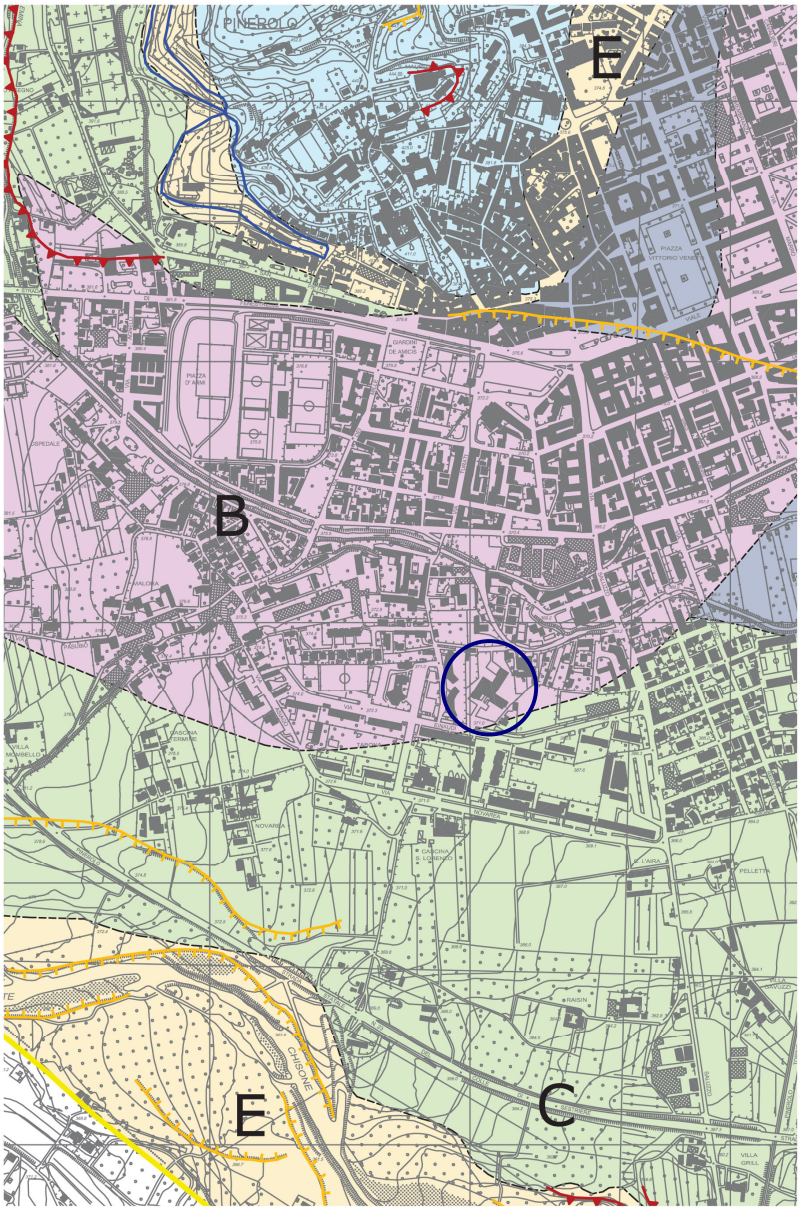



**FIGURA 6 – Estratto da Carta degli Elementi Sismici Condizionanti (TAV. GB06A di PRGC) – Area con Categoria sottosuolo di Tipo B**

## *8.4 – Definizione categoria di suolo*

Al riguardo della caratterizzazione sismica e di quanto evidenziato dall'indagine MASW condotta conformemente al D.M. 14.01.2008 ("Norme tecniche per le costruzioni"), così come relazionato nell'ambito dei precedenti paragrafi, si può porre i terreni presenti in sito e sede dell'appoggio delle fondazioni del fabbricato entro alla seguente categoria di suolo di fondazione:

**B** - *Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica Nspt > 50, o coesione non drenata Cu > 250 kPa)*.

## *8.5 – Pericolosità sismica di base*

La definizione della pericolosità sismica locale come a seguito riportata è stata attuata operando con codice di calcolo prodotto da parte della Ditta GEOSTRU e segnatamente GEOSTRU PS vers. 2015.

Data: 28/10/2016

| | | |
|---|---|---|
| Vita nominale (Vn): | 100 | [anni] |
| Classe d'uso: | IV | |
| Coefficiente d'uso (Cu): | 2 | |
| Periodo di riferimento (Vr): | 200 | [anni] |
| Periodo di ritorno (Tr) SLO: | 120 | [anni] |
| Periodo di ritorno (Tr) SLD: | 201 | [anni] |
| Periodo di ritorno (Tr) SLV: | 1898 | [anni] |
| Periodo di ritorno (Tr) SLC: | 2475 | [anni] |
| Tipo di interpolazione: | Media ponderata | |
| Coordinate geografiche del punto | | |
| Latitudine (WGS84): | 44,8777100 | [°] |
| Longitudine (WGS84): | 7,3276250 | [°] |
| Latitudine (ED50): | 44,8786800 | [°] |
| Longitudine (ED50): | 7,3287150 | [°] |

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

| Punto | ID | Latitudine (ED50) [°] | Longitudine (ED50) [°] | Distanza [m] |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 14453 | 44,873960 | 7,281815 | 3732,57 |
| 2 | 14454 | 44,877590 | 7,352042 | 1842,01 |
| 3 | 14232 | 44,927460 | 7,347024 | 5612,78 |
| 4 | 14231 | 44,923830 | 7,276693 | 6480,44 |

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

**Punto 1**

| Stato limite | Tr [anni] | ag [g] | F0 [-] | Tc* [s] |
|---|---|---|---|---|
| SLO | 120 | 0,079 | 2,432 | 0,245 |
| SLD | 201 | 0,098 | 2,438 | 0,253 |
| SLV | 1898 | 0,203 | 2,531 | 0,281 |
| SLC | 2475 | 0,218 | 2,546 | 0,285 |

**Punto 2**

| Stato limite | Tr [anni] | ag [g] | F0 [-] | Tc* [s] |
|---|---|---|---|---|
| SLO | 120 | 0,075 | 2,445 | 0,243 |
| SLD | 201 | 0,094 | 2,438 | 0,252 |
| SLV | 1898 | 0,198 | 2,522 | 0,280 |
| SLC | 2475 | 0,214 | 2,536 | 0,283 |

**Punto 3**

| Stato limite | Tr [anni] | ag [g] | F0 [-] | Tc* [s] |
|---|---|---|---|---|
| SLO | 120 | 0,074 | 2,447 | 0,243 |
| SLD | 201 | 0,092 | 2,438 | 0,251 |
| SLV | 1898 | 0,196 | 2,519 | 0,279 |
| SLC | 2475 | 0,212 | 2,532 | 0,283 |

**Punto 4**

| Stato limite | Tr [anni] | ag [g] | F0 [-] | Tc* [s] |
|---|---|---|---|---|
| SLO | 120 | 0,078 | 2,431 | 0,244 |
| SLD | 201 | 0,097 | 2,435 | 0,252 |
| SLV | 1898 | 0,202 | 2,529 | 0,280 |
| SLC | 2475 | 0,218 | 2,544 | 0,284 |

**Punto d'indagine**

| Stato limite | Tr [anni] | ag [g] | F0 [-] | Tc* [s] |
|---|---|---|---|---|
| SLO | 120 | 0,076 | 2,440 | 0,244 |
| SLD | 201 | 0,095 | 2,437 | 0,252 |
| SLV | 1898 | 0,199 | 2,524 | 0,280 |
| SLC | 2475 | 0,215 | 2,539 | 0,284 |

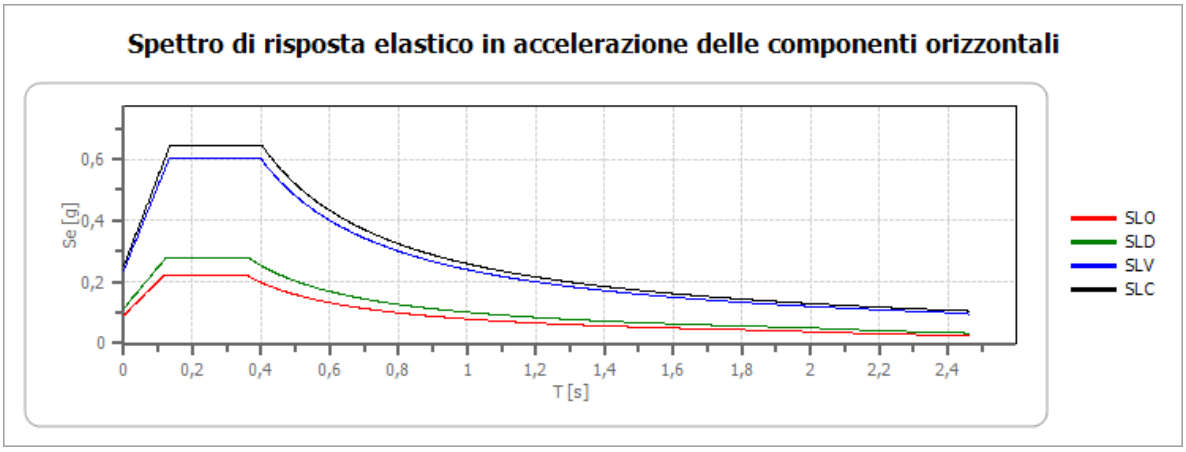
## *8.6 – Pericolosità sismica di sito*

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ: 5 %
Fattore di alterazione dello spettro elastico η=[10/(5+)ξ]^(1/2): 1,000
Categoria sottosuolo:
B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 maggiore di 50 nei terreni a grana grossa e cu30 maggiore di 250 kPa nei terreni a grana fine).
Categoria topografica:
T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

**Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni**

| Coefficienti | SLO | SLD | SLV | SLC |
|---|---|---|---|---|
| kh | 0,018 | 0,023 | 0,057 | 0,071 |
| kv | 0,009 | 0,011 | 0,029 | 0,036 |
| amax [m/s²] | 0,897 | 1,117 | 2,346 | 2,488 |
| Beta | 0,200 | 0,200 | 0,240 | 0,280 |

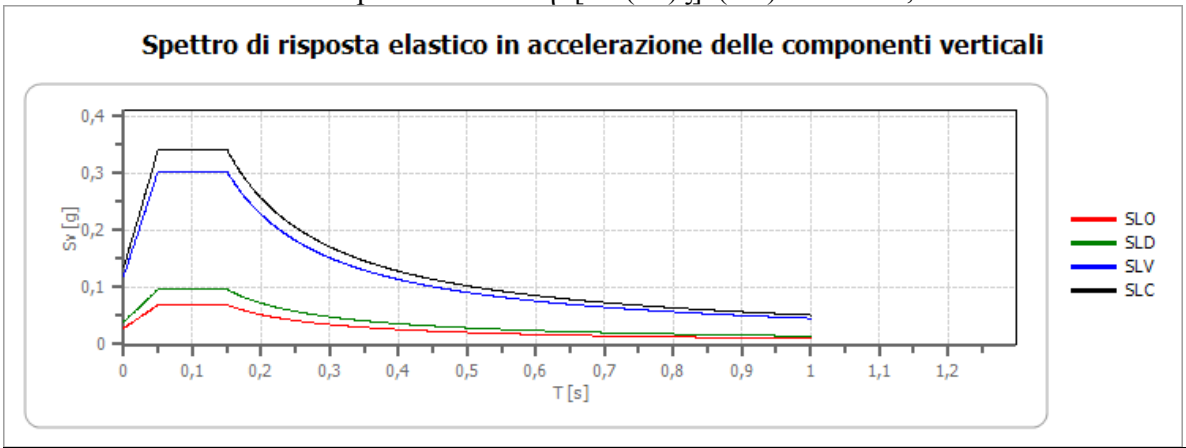
**Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali**



| | cu | ag [g] | F0 [-] | Tc* [s] | Ss [-] | Cc [-] | St [-] | S [-] | η [-] | TB [s] | TC [s] | TD [s] | Se(0) [g] | Se(TB) [g] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SLO | 2,0 | 0,076 | 2,440 | 0,244 | 1,200 | 1,460 | 1,000 | 1,200 | 1,000 | 0,119 | 0,356 | 1,905 | 0,091 | 0,223 |
| SLD | 2,0 | 0,095 | 2,437 | 0,252 | 1,200 | 1,450 | 1,000 | 1,200 | 1,000 | 0,122 | 0,365 | 1,980 | 0,114 | 0,278 |
| SLV | 2,0 | 0,199 | 2,524 | 0,280 | 1,200 | 1,420 | 1,000 | 1,200 | 1,000 | 0,133 | 0,398 | 2,398 | 0,239 | 0,604 |
| SLC | 2,0 | 0,215 | 2,539 | 0,284 | 1,180 | 1,420 | 1,000 | 1,180 | 1,000 | 0,134 | 0,403 | 2,460 | 0,254 | 0,644 |

**Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali**

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ: 5 %
Fattore di alterazione dello spettro elastico η=[10/(5+)ξ]^(1/2): 1,000

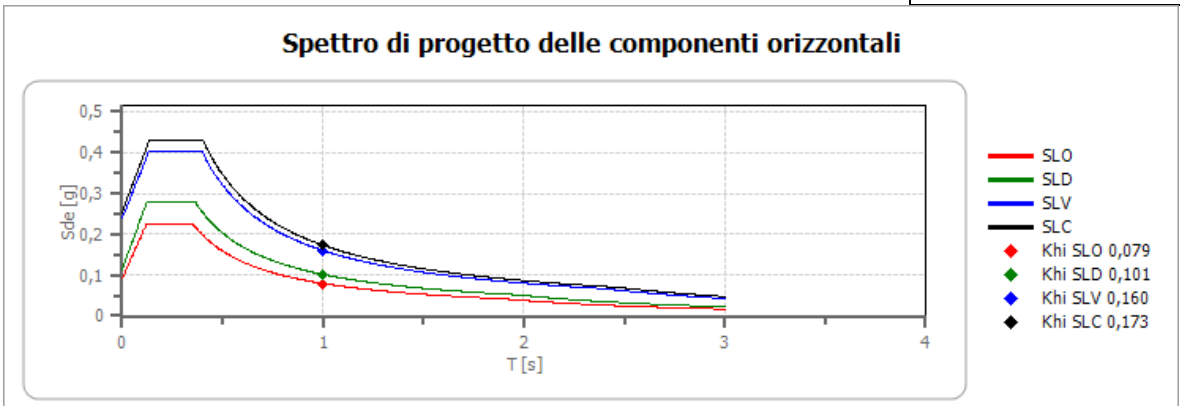


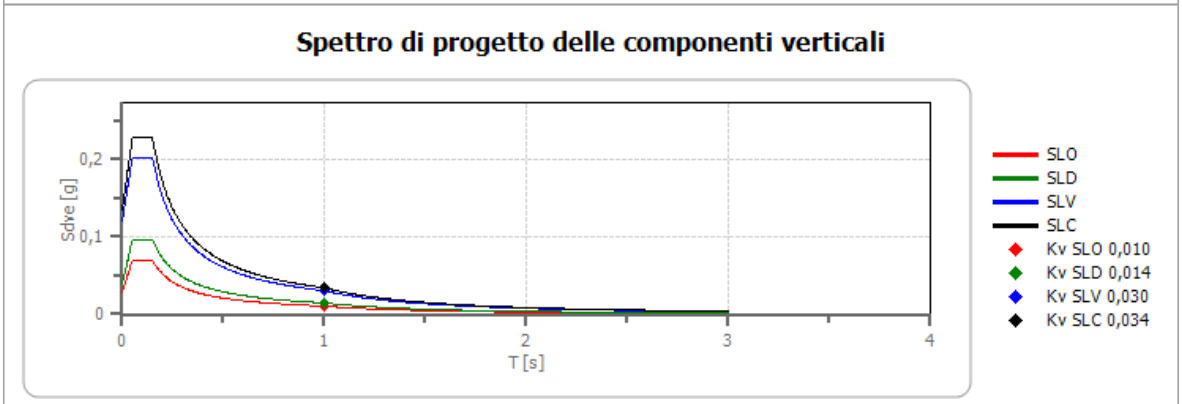

| | cu | ag [g] | F0 [-] | Tc* [s] | Ss [-] | Cc [-] | St [-] | S [-] | η [-] | TB [s] | TC [s] | TD [s] | Se(0) [g] | Se(TB) [g] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SLO | 2,0 | 0,076 | 2,440 | 0,244 | 1 | 1,460 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,050 | 0,150 | 1,000 | 0,028 | 0,069 |
| SLD | 2,0 | 0,095 | 2,437 | 0,252 | 1 | 1,450 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,050 | 0,150 | 1,000 | 0,039 | 0,096 |
| SLV | 2,0 | 0,199 | 2,524 | 0,280 | 1 | 1,420 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,050 | 0,150 | 1,000 | 0,120 | 0,303 |
| SLC | 2,0 | 0,215 | 2,539 | 0,284 | 1 | 1,420 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,050 | 0,150 | 1,000 | 0,135 | 0,342 |

**Spettro di progetto**

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

| | SLO | SLD | SLV | SLC |
|---|---|---|---|---|
| khi = Sde(T) Orizzontale [g] | 0,079 | 0,101 | 0,160 | 0,173 |
| kv = Sdve(T) Verticale [g] | 0,010 | 0,014 | 0,030 | 0,034 |




| | cu | ag [g] | F0 [-] | Tc* [s] | Ss [-] | Cc [-] | St [-] | S [-] | q [-] | TB [s] | TC [s] | TD [s] | Sd(0) [g] | Sd(TB) [g] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SLO orizzontale | 2,0 | 0,076 | 2,440 | 0,244 | 1,200 | 1,460 | 1,000 | 1,200 | 1,000 | 0,119 | 0,356 | 1,905 | 0,091 | 0,223 |
| SLO verticale | 2,0 | 0,076 | 2,440 | 0,244 | 1,200 | 1,460 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,050 | 0,150 | 1,000 | 0,028 | 0,069 |
| SLD orizzontale | 2,0 | 0,095 | 2,437 | 0,252 | 1,200 | 1,450 | 1,000 | 1,200 | 1,000 | 0,122 | 0,365 | 1,980 | 0,114 | 0,278 |
| SLD verticale | 2,0 | 0,095 | 2,437 | 0,252 | 1,200 | 1,450 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,050 | 0,150 | 1,000 | 0,039 | 0,096 |
| SLV orizzontale | 2,0 | 0,199 | 2,524 | 0,280 | 1,200 | 1,420 | 1,000 | 1,200 | 1,500 | 0,133 | 0,398 | 2,398 | 0,239 | 0,403 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SLV verticale | 2,0 | 0,199 | 2,524 | 0,280 | 1,200 | 1,420 | 1,000 | 1,000 | 1,500 | 0,050 | 0,150 | 1,000 | 0,120 | 0,202 |
| SLC orizzontale | 2,0 | 0,215 | 2,539 | 0,284 | 1,180 | 1,420 | 1,000 | 1,180 | 1,500 | 0,134 | 0,403 | 2,460 | 0,254 | 0,429 |
| SLC verticale | 2,0 | 0,215 | 2,539 | 0,284 | 1,180 | 1,420 | 1,000 | 1,000 | 1,500 | 0,050 | 0,150 | 1,000 | 0,135 | 0,228 |

# 9 – CARATTERI GEOTECNICI DEI TERRENI

Richiamandosi agli esiti delle indagini geognostiche relazionate nell'ambito dei precedenti paragrafi, la situazione litostratigrafica riscontrata in loco è la seguente:

**Livello 1** - terreni sommitali sciolti e coltivo (limi)
**Livello 2** - terreni relativamente addensati (sabbie anche limose)
**Livello 3** - terreni molto addensati non penetrabili (ghiaie sabbiose)

La definizione dei valori dei parametri di resistenza dei terreni di fondazione è stato effettuato utilizzando approccio semi-probabilistico (Eurocodice 7 - UNI ENV 1997-1/2/3), richiamandosi anche agli esiti di indagini realizzate in analogo contesto.

Nell'espletamento della parametrizzazione si sono assunte le seguenti condizioni:

- Il volume significativo dell'unità geotecnica in grado di influenzare, attraverso le sue proprietà, il comportamento della struttura ha una componente orizzontale estesa, ed una verticale contenuta nell'ambito della profondità indagata. E' pertanto assimilabile ad un "volume grande";
- L'unità è caratterizzata da una bassa variabilità spaziale sia in senso verticale che orizzontale;
- In base ai dati disponibili si deve ritenere che le strutture siano sufficientemente rigide e resistenti: il valore caratteristico dei parametri rappresentativi del terreno in termini di resistenza è pertanto ricavabile attraverso la media dei valori medi di ciascun parametro nell'ambito dell'intero volume significativo;
- Nell'elaborazione dei dati si è ritenuto di considerare per intero i livelli geotecnici e non soltanto la porzione sottostante il piano di fondazione;
- Nella definizione dei valori medi rappresentativi del comportamento dei terreni si è tenuto conto delle potenziali differenze tra la proprietà misurata dalla prova geotecnica in sito e la proprietà che effettivamente governa il comportamento del terreno; in modo specifico, è stato applicato un opportuno fattore correttivo al valore di resistenza al taglio "di picco" al fine di pervenire ad una condizione di restenza "a volume costante";
- Il valore caratteristico di resistenza $R_k$ del sistema geotecnico è stato definito come 5° percentile della distribuzione dei valori (livello di confidenza del 95%), secondo quanto indicato dalle norme tecniche
- I valori di progetto $R_d$ sono stati determinati attraverso l'applicazione a $R_k$ di un coefficiente parziale di sicurezza $\gamma_M$ , così esprimibile:

$$R_d = f_i\left[\frac{X_{k,i}}{\gamma_{m,i}}\right]$$

- Per quanto riguarda il peso di volume, grandezza con basso coefficiente di variazione, è stato assunto il valore nominale usualmente attribuito a tali materiali dai riferimenti bibliografici, e consolidato dall'esperienza tecnica

| Property (units) | Soil Type | No. of Data Groups | No. of Tests Per Group | | Property Value | | Property COV (%) | | Note |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Range | Mean | Range | Mean | Range | Mean | |
| $w_n$ (%) | Fine-grained | 40 | 17 – 439 | 252 | 13 – 105 | 29 | 7 – 46 | 18 | 1 |
| | Silty clay | * | * | * | * | * | 20 | * | 3 |
| | clay | * | * | * | * | * | 13 | * | |
| | * | 18 | * | * | * | * | * | 17.7 | 4 |
| $\gamma$ (kN/m$^3$) | Fine-grained | 6 | 5 – 3200 | 564 | 14 – 20 | 17.5 | 3 – 20 | 9 | 1 |
| $\gamma$ | * | * | * | * | * | * | 3 | * | 3 |
| $\gamma$ | * | 12 | * | * | * | * | * | 7.1 | 4 |
| $\gamma_d$ (kN/m$^3$) | Fine-grained | 8 | 4 – 315 | 122 | 13 – 18 | 15.7 | 2 – 13 | 7 | 1 |
| $\gamma_b$ (kN/m$^3$) | All soils | * | * | * | 5 – 11 | * | 0 – 10 | * | 2 |
| $D_r^{(a)}$ (%) | Sand | 5 | * | * | 30 – 70 | 50 | 11 – 36 | 19 | 1 |
| $D_r^{(b)}$ (%) | Sand | 5 | * | * | 30 – 70 | 50 | 49 – 74 | 61 | |
| $G_s$ | * | * | * | * | * | * | 2 | * | 3 |
| $S$ | * | * | * | * | * | * | 10 | * | 3 |

*Not reported.
(a) Total variability for direct method of determination.
(b) Total variability for indirect determination using SPT values.
Notes:
(1) Phoon and Kulhawy (1999).
(2) Lacasse and Nadim (1996). No comments made on whether measurement variability was included.
(3) Harr (1987). No comments made on whether measurement variability was included.
(4) Kulhawy (1992). No comments made on whether measurement variability was included.

Tab. 1 – *Dati di variabilità intrinseca (Coefficienti di variazione – COV) di parametri caratteristici del terreno. Si rileva la bassa variabilità del peso di volume $\gamma'$*

| PARAMETRO | GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE | COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_M$ | (M1) | (M2) |
|---|---|---|---|---|
| *Tangente dell'angolo di resistenza al taglio* | $\tan\varphi'_k$ | $\gamma_{\varphi'}$ | 1,0 | 1,25 |
| *Coesione efficace* | $c'_k$ | $\gamma_{c'}$ | 1,0 | 1,25 |
| *Resistenza non drenata* | $c_{uk}$ | $\gamma_{cu}$ | 1,0 | 1,4 |
| *Peso dell'unità di volume* | $\gamma$ | $\gamma_\gamma$ | 1,0 | 1,0 |

Tab. 2 – *Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (**Tab 2** - estratto da Norme Tecniche Costruzioni)*

## *PESO DI VOLUME*

Si assume come valore di progetto medio rappresentativo quello acquisito attraverso i dati bibliografici e consolidato dall'esperienza.

Pertanto, per i diversi terreni si sono assunti i seguenti rispettivi valori

**Livello 1**
$\gamma'$ = 17,0 kN $m^{-3}$
**Livello 2**
$\gamma'$ = 18,0 kN $m^{-3}$
**Livello 3**
$\gamma'$ = 19,5 kN $m^{-3}$

## *COESIONE*

La granulometria dei materiali costituenti i tre distinti livelli esclude contributi di natura coesiva, quindi, per essi c' = 0,00

## *RESISTENZA AL TAGLIO*

Per il terreno superficiale si è assunto un valore cautelativo pari a 25°.
Con riferimento alle assunzioni fatte circa l'omogeneità litologica dei due livelli geotecnici sottostanti ed il tipo di struttura in progetto, il valore caratteristico di resistenza al taglio del volume significativo indagato ($\varphi'_K$) viene definito come 5° percentile della distribuzione di $\varphi'_{cv}$ medio relativo a ciascun sondaggio.
Pertanto:

$$\bar{x} = \mu - t_{0.05}\left(\frac{\sigma}{\sqrt{n-1}}\right)$$

dove:

x = valore caratteristico
μ = media del campione
n = numero degli elementi del campione
t = distribuzione di Student di ordine n-1 con livello di significatività=5%
σ= scarto quadratico medio della media del campione

Il valore di progetto $\varphi'_D$ è stato uguagliato al valore caratteristico $\varphi'_K$ applicando un coefficiente parziale di sicurezza $\gamma_M$ = 1,00 (M1, Tab. 6.2.II).

In considerazione del fatto che il livello 3 è difficilmente penetrabile, si può assegnare allo stesso un valore medio dell'angolo di resistenza al taglio pari a 34°. L'analisi semiprobabilistica porta a ritenere accettabile l'utilizzo nei calcoli di un valore dell'angolo di resistenza al taglio pari a 28° per il livello 2.

In sintesi, per i terreni interessati dall'indagine, si sono assunti i seguenti valori caratteristici dei parametri geotecnici fondamentali:

**Livello 1 – terreni sommitali limosi**

| | | |
|---|---|---|
| Estensione verticale | m da p.c. | 0,00 - 0.30 m max |
| $\gamma'$ | kN $m^{-3}$ | 17,0 |
| $\varphi'_{cv}$ | ° | 25° |
| C' | kPa | 0 |

**Livello 2 – sabbie anche limose**

| | | |
|---|---|---|
| Estensione verticale | m da p.c. | 0,30 - 1.00 m max |
| $\gamma'$ | kN $m^{-3}$ | 18,0 |
| $\varphi'_{cv}$ | ° | 28° |
| C' | kPa | 0 |

**Livello 3 – ghiaie-sabbiose eterometriche**

| | | |
|---|---|---|
| Estensione verticale | m da p.c. | Oltre 1.00 m |
| $\gamma'$ | kN $m^{-3}$ | 19,5 |
| $\varphi'_{cv}$ | ° | 34° |
| C' | kPa | 0 |

Tab. 3 – *Parametri di progetto-criterio semiprobabilistico*

Le attitudini alla stabilità presso fronti di scavo denunciate dai terreni affioranti nel settore sono stati riassunti nella tabella riprodotta al seguito.

| natura dei litotipi | pendenza fronti di scavo |
|---|---|
| Terreni limosi | 25-30° |
| Terreni sabbiosi anche limosi | 25-35° |
| Terreni ghiaioso-sabbiosi | 30-40° |

# 10 - CONCLUSIONI

L'indagine condotta ha evidenziato che le pregiudiziali negative di ordine geomorfologico a carico dell'area in esame, non sono limitanti nei confronti dell'efficacia degli interventi in progetto, i quali per propria natura non risulteranno tali da modificare in senso negativo gli equilibri in atto.

Gli aspetti litologici non pongono particolari problematicità nell'ottica della realizzazione delle opere in progetto, considerato che il miglior substrato, individuato dai terreni ghiaioso-sabbiosi, è localizzato a modesta profondità e risulta sia raggiunto dalle fondazioni superficiali del fabbricato. I terreni di fondazione non pongono per propria natura problematicità legate alla potenziale liquefacibilità.

Le condizioni idrogeologiche sono tali da evidenziare l'apprezzabile soggiacenza della falda freatica, la quale non potrà interagire con il piano di posa delle fondazioni.

Anche alla luce degli esiti dell'indagine MASW condotta, la caratterizzazione del terreno di fondazione ha consentito di far ricadere lo stesso entro alle CATEGORIE DI SOTTOSUOLO DI TIPO B (*Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica Nspt > 50, o coesione non drenata Cu > 250 kPa)*.

# ALLEGATI

- **COROGRAFIA CTR IN SCALA 1 : 10.000**
- **PLANIMETRIA RECANTE UBICAZIONE DELLE PROVE PENETROMETRICHE IN SCALA 1 : 500**
- **DIAGRAFIE DELLE PROVE PENETROMETRICHE**
- **STRATIGRAFIE SONDAGGI ESEGUITI DA DITTE ABRATE SPA E SORECO SPA IN AREE PROSSIME**
- **STRATIGRAFIE POZZI DITTA CASSINA**
- **DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DELLA RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA**
- **RELAZIONE SISMICA (IN FASCICOLO A PARTE)**