

# COMUNE DI VILLAFRANCA PIEMONTE

CITTA' METROPOLITANA DI TORINO

## INTERVENTI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO "GIACOMO GASTALDI"

Codice generale	Codice dell' opera	Lotto	Livello di progettazione	Area di progettazione	Numero elaborato	Tipo documento	Versione
Avfr	007	0	E	G	003	rel geo	0-19

IL RESPONSABILE DELL' AREA TECNICA :

Geom. Mauro Borello

\_\_\_\_\_

IL PROGETTISTA:

Dott. Ing. Valter Ripamonti



\_\_\_\_\_

Studio Tecnico Dott. Ing. Valter Ripamonti - Via Tessore n° 25 - 10064 Pinerolo - (TO)  
Tel 0121/77445 - Fax 0121/375733 - E-Mail:segreteria@ripamontistudio.com - tecnico@ripamontistudio.com

## PROGETTO ESECUTIVO

OGGETTO

### RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

VERS.	MODIFICHE	DATA	REDATTORE	SCALA
0	Prima consegna	30 Marzo 2019	LF	
1				
2				
3				
4				
5				

REGIONE PIEMONTE

PROVINCIA DI TORINO

Comune di Villafranca Piemonte



RELAZIONE GEOLOGICA  
N.T.C. 2018

OGGETTO

INTERVENTI DI ADEGUAMENTO SISMICO  
DELLA SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO  
"GIACOMO GASTALDI"

Tecnico

Dott. Geol. Luca Filieri  
Iscr. Ordine dei Geologi del Piemonte n. 566



- gennaio 2019 -

**STUDIOAPOGEO**

Ambiente e Territorio

Via Padre Colombo 1 bis 10024 Moncalieri (TO) - Tel.& Fax. 011/6056000 - 348/7792996  
info@studioapogeo.it – www.studioapogeo.it

## RELAZIONE GEOLOGICA

### INDICE

1	Premessa	3
2	Inquadramento geologico, idrogeologico e geomorfologico	4
3	Vincoli di P.R.G.C.	8
4	Modello geologico del sito in esame	10
5	Caratterizzazione geotecnica del terreno	13
6	Zonazione sismica	14
7	Stabilità nei confronti della liquefazione	16
8	Prescrizioni preliminari in ordine alla corretta esecuzione dei lavori	17
9	Conclusioni	18

### ALLEGATI

- Tavole di inquadramento
- Schede perforazioni da Archivio Nazionale delle Indagini nel Sottosuolo (Legge 464/84) di ISPRA
- Dati indagini da P.R.G.C. di Villafranca Piemonte

## 1. PREMESSA

La presente relazione geologica fa riferimento al progetto di adeguamento sismico della scuola secondaria di I grado "Giacomo Gastaldi" situata in Via Campra n. 1 nel Comune di Villafranca Piemonte (TO).

L'elaborato adempie agli obblighi di legge (N.T.C. 2018) relativamente alla parte geologica e viene realizzato ad integrazione degli elaborati progettuali, costituendone parte integrante, secondo quanto previsto dai vigenti strumenti urbanistici del Comune di Villafranca Piemonte.

In particolare lo scopo del presente lavoro è quello di determinare le caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche del sito in cui è inserito l'intervento in progetto.

Il sito oggetto di indagine è localizzato nell'abitato di Villafranca Piemonte ad una quota di circa 257 m.s.l.m. ed è chiaramente identificabile sulla C.T.R. 1:10.000 sezione n°191020 (vedi allegati).

Le coordinate (rif. UTM-ED50) dell'area oggetto di studio, in posizione circa mediana, sono:

381194 E

4959970 N



Figura 1.1 - Immagine satellitare con indicazione dell'area in studio

Per l'inquadramento topografico di dettaglio e catastale si rimanda agli specifici elaborati progettuali redatti dallo Studio Tecnico dell'Ing. Valter Ripamonti di Pinerolo (TO).

## 2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

### 2.1 Inquadramento geologico

L'area oggetto di indagine, collocata nell'abitato di Villafranca Piemonte, è individuabile sulla C.G.I. 1:100.000 Foglio n°68 "Carmagnola, di cui viene riportato un estratto in Figura 2.1 e in allegato.

Nell'area del foglio viene rappresentata una larga porzione della Pianura Padana occidentale delimitata ad Est dall'Altopiano di Poirino che costituisce le propaggini più occidentali del BTP (Bacino Terziario Ligure-Piemontese). In relazione alla particolare morfologia, il settore centro-meridionale della Pianura Padana occidentale, anziché essere costituito da depositi più antichi della serie quaternaria, è formato per lo più da una coltre di Alluvioni Medio-Recenti di sovralluvionamento legate all'azione di sbarramento esercitata dalla Collina di Torino, dall'anfiteatro morenico di Rivoli e dal suo apparato fluvio-glaciale.

Con riferimento alla cartografia geologica ufficiale, il contesto geolitologico nel quale è inserito il sito in studio è tipicamente di ambiente alluvionale fluviale, caratterizzato da *depositi alluvionali antichi (a<sup>1</sup>), prevalentemente argilloso sabbiosi e ghiaiosi, debolmente sospesi sulle alluvioni medio recenti*. In questo settore tali depositi sfumano a N e S verso i *depositi alluvionali sabbioso-argillosi medio-recenti (Olocene)*

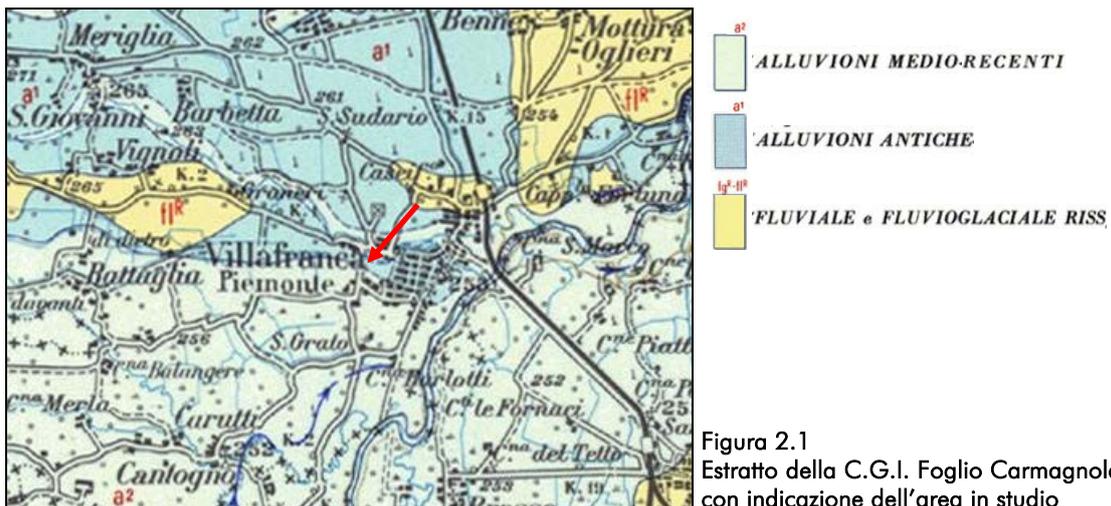


Figura 2.1  
Estratto della C.G.I. Foglio Carmagnola  
con indicazione dell'area in studio

Il territorio comunale di Villafranca Piemonte è parte integrante della pianura alluvionale del Piemonte sud-occidentale. Le condizioni geologiche del settore in esame sono strettamente legate all'evoluzione fluviale dei corsi d'acqua presenti. Infatti, fin dalla fine del Pliocene, le acque fluviali che avevano come bacino collettore la porzione meridionale della Pianura Padana occidentale venivano sbarrate verso Nord dal prolungamento della Collina di Torino: ne derivarono fenomeni di sovralluvionamento durante tutto il periodo del Quaternario.

## 2.2 Inquadramento idrogeologico

Nell'area in oggetto, in funzione delle caratteristiche litologiche, strutturali e di permeabilità relativa possono essere distinti tre diversi Complessi idrogeologici, di seguito descritti:

- *Complesso Superficiale* - comprende i depositi fluviali olocenici e i depositi fluviali e fluvioglaciali del Pleistocene medio-superiore. Essi sono formati fondamentalmente da ghiaie e sabbie con subordinate intercalazioni limoso-argillose; si tratta perciò di materiali molto permeabili. I termini più antichi, topograficamente più elevati, presentano in superficie un paleosuolo argilloso che, se conservato, garantisce una protezione naturale alle sottostanti falde idriche perché riduce la possibilità di infiltrazione.

I depositi più recenti, di età olocenica, sono distribuiti lungo i principali corsi d'acqua e costituiscono fasce di larghezza variabile.

La permeabilità relativa del Complesso è piuttosto elevata anche se si possono incontrare orizzonti con abbondante matrice fine con permeabilità inferiore.

Questo insieme di depositi di origine fluviale-fluvioglaciale di età Pleistocene medio-Olocene rappresenta l'Acquifero Superficiale, contenente una falda idrica a superficie libera caratterizzata da una direzione di deflusso subparallela all'andamento del reticolo idrografico superficiale.

Lo spessore del *Complesso Superficiale* è mediamente compreso tra una ventina e una cinquantina di metri; al di sotto è presente la cosiddetta serie "Villafranchiana";

- *Complesso Villafranchiano* - si tratta di depositi fluvio-lacustri con età compresa tra il Pliocene superiore e il Pleistocene inferiore, costituiti da alternanze di sedimenti di ambiente fluviale (ghiaie e sabbie) e di ambiente lacustro-palustre (limi e argille con frequenti intercalazioni di livelli ricchi di sostanza organica). All'interno del *Complesso Villafranchiano*, in corrispondenza dei livelli permeabili ghiaioso-sabbiosi di origine fluviale, sono contenute varie falde idriche in pressione, confinate dai livelli limoso-argillosi di origine palustre-lacustre, che fungono da setti impermeabili. Questo sistema multifalde in pressione rappresenta il sistema idrico più sfruttato della Pianura Torinese per le sue caratteristiche di elevata protezione naturale. Le falde in pressione dell'Acquifero Villafranchiano sono separate tra loro e, soprattutto, lo sono rispetto alla falda superficiale.
- *Complesso Pliocenico* - è un complesso di origine marina, costituito da alternanze di sabbie fossilifere e argille, con predominanza di depositi più grossolani verso il margine alpino e collinare e di depositi fini verso la zona assiale della pianura. All'interno di tale complesso sono presenti varie falde idriche in pressione ospitate nei livelli sabbiosi (la cosiddetta facies Astiana), generalmente caratterizzati da una discreta permeabilità.

L'assetto litostratigrafico ed idrogeologico del sito oggetto di studio è quindi caratterizzato dalla sovrapposizione di distinti complessi omogenei dal punto di vista idrogeologico il cui livello di separazione è collocato in corrispondenza del primo orizzonte limoso-argilloso impermeabile.

In generale si può identificare la sede della falda idrica freatica all'interno del *Complesso Superficiale* con una circolazione idrica attraverso i depositi per porosità, con acquiferi alimentati per infiltrazione diretta degli apporti meteorici e per perdita dai corsi d'acqua.

Per un maggior approfondimento dell'idrogeologia dell'area sono state prese in considerazione la vecchia "Carta della base dell'acquifero superficiale del settore di pianura della Provincia di Torino" approvata con D.G.P. n. 60-262846/2000 e la "Carta dei Complessi Idrogeologici della Regione Piemonte – Provincia di Torino" (*"Idrogeologia della pianura piemontese"*, REGIONE PIEMONTE, 2005).

Dalla consultazione della "Carta della base dell'acquifero superficiale del settore di pianura della Provincia di Torino" si evince che l'area indagata risulta collocata all'interno dei depositi fluviali prevalentemente ghiaiosi poco o per nulla alterati. (Pleistocene sup. - Olocene).

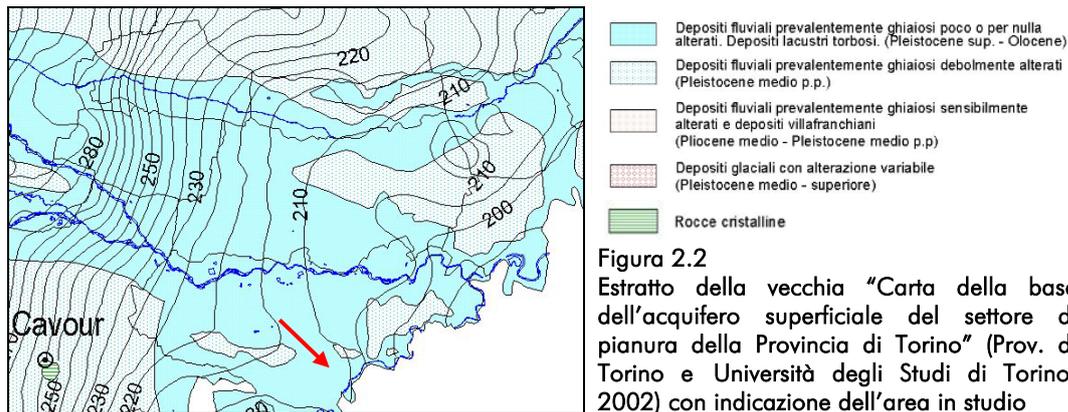


Figura 2.2  
Estratto della vecchia "Carta della base dell'acquifero superficiale del settore di pianura della Provincia di Torino" (Prov. di Torino e Università degli Studi di Torino, 2002) con indicazione dell'area in studio

6

La "Carta dei Complessi Idrogeologici della Regione Piemonte – Provincia di Torino" (*"Idrogeologia della pianura piemontese"*, REGIONE PIEMONTE, 2005), di cui se ne riporta un estratto in Fig. 2.3, evidenzia come l'area in studio ricada all'interno del *Complesso dei Depositi Alluvionali Olocenici* appartenente alla Serie dei Depositi Continentali (Olocene – Pleistocene inf.).

Il *Complesso dei Depositi Alluvionali Olocenici* è costituito da depositi ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi, talora debolmente terrazzati, con lenti sabbioso-argillose, fiancheggianti i principali corsi d'acqua; tali depositi sono permeabili per porosità e ospitano una ricca falda idrica a superficie libera in diretto collegamento con la rete idrografica.

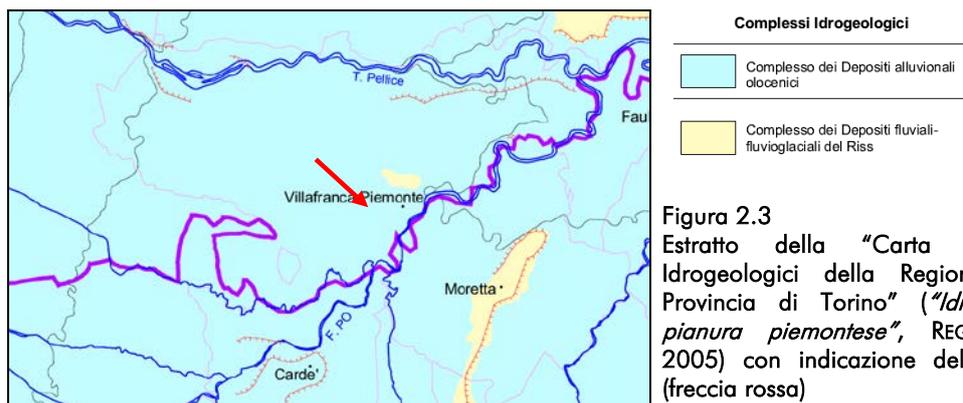


Figura 2.3  
Estratto della "Carta dei Complessi Idrogeologici della Regione Piemonte – Provincia di Torino" (*"Idrogeologia della pianura piemontese"*, REGIONE PIEMONTE, 2005) con indicazione dell'area di studio (freccia rossa)

Per quanto concerne l'assetto idrogeologico puntuale del sito in esame, in base alle indicazioni bibliografiche e alle conoscenze dirette dello scrivente, la falda libera superficiale si colloca ad una profondità di circa 3-5 m dal p.c. e scorre in direzione E, concordemente con la topografia e il reticolo idrografico superficiale.

Tale dato trova conferma nella "Carta della soggiacenza della falda idrica a superficie libera relativa al territorio di pianura della Regione Piemonte – Provincia di Torino" ("Idrogeologia della pianura piemontese", REGIONE PIEMONTE, 2005), in quanto l'area oggetto di studio si colloca all'interno di un settore contraddistinto da valori di soggiacenza compresi tra 0 e 5 m da p.c.

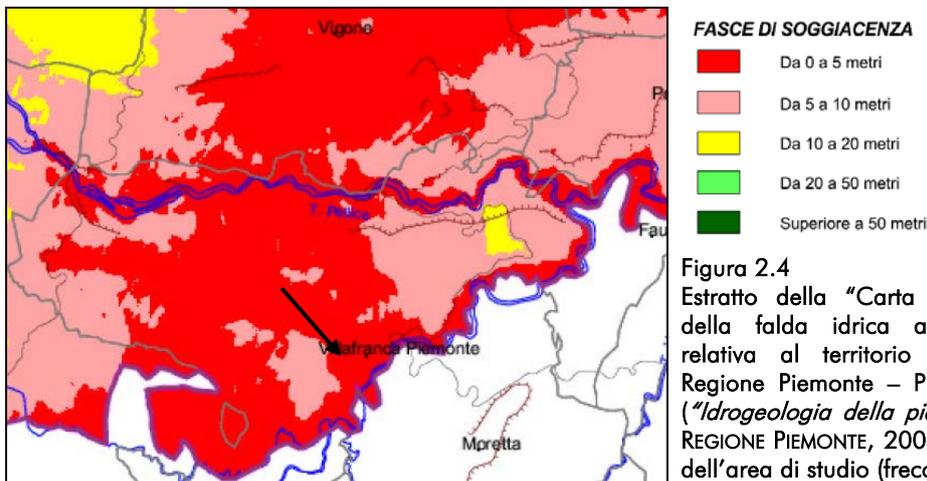


Figura 2.4  
 Estratto della "Carta della soggiacenza della falda idrica a superficie libera relativa al territorio di pianura della Regione Piemonte – Provincia di Torino" ("Idrogeologia della pianura piemontese", REGIONE PIEMONTE, 2005) con indicazione dell'area di studio (freccia nera)

In Figura 2.5 viene riportato un estratto della "Carta geoidrologica" del P.R.G.C. del Comune di Villafranca Piemonte (Tavola 3 – Variante Strutturale n.4), dove viene ricostruito l'andamento della soggiacenza della falda freatica e trovano conferma i dati di soggiacenza indicati in precedenza in corrispondenza dell'area in studio (circa 4 m da piano campagna).

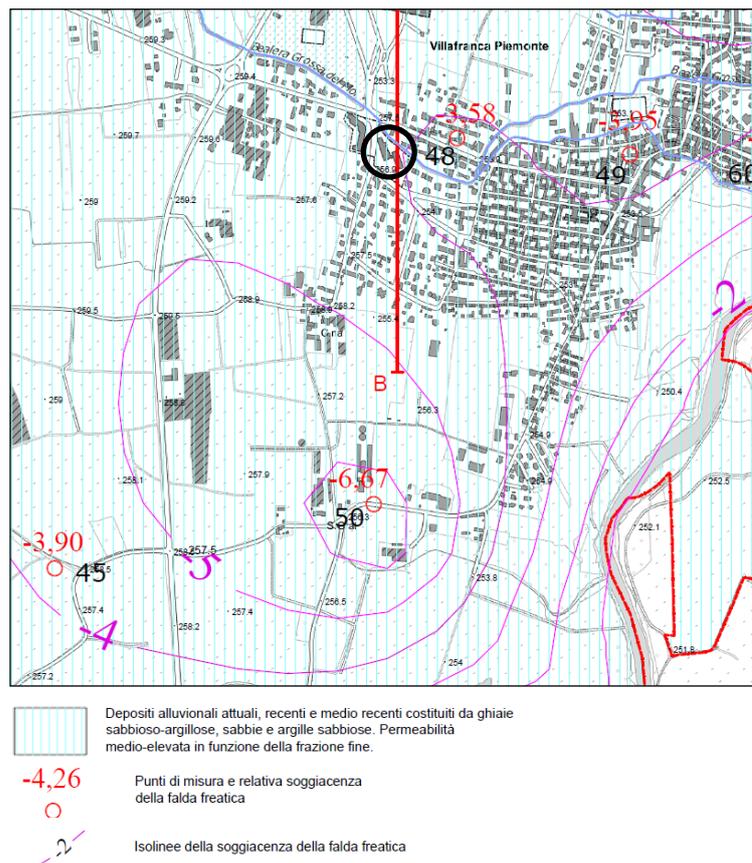


Figura 2.5  
 Estratto della "Carta geoidrologica" del P.R.G.C. del Comune di Villafranca Piemonte (Tavola 3 – Variante Strutturale n.4) con indicazione dell'area in studio (cerchio nero)

### 2.3 Inquadramento geomorfologico

Il territorio della Provincia di Torino è caratterizzato da un settore esterno di montagna, uno di pianura ed uno interno di collina.

Il bordo alpino e quello collinare rappresentano due barriere impermeabili che delimitano e condizionano il deflusso idrico delle acque sotterranee della pianura piemontese.

La pianura è costituita dall'accumulo di materiali clastici derivanti dal graduale smantellamento delle Alpi ad opera degli agenti atmosferici e trasportati successivamente dai ghiacciai e dai corsi d'acqua. Essa subisce un brusco restringimento tra Piossasco e Moncalieri a causa della vicinanza tra il bordo alpino e quello collinare riducendosi a circa quindici chilometri di larghezza.

L'aspetto geomorfologico più evidente della pianura torinese è il terrazzamento legato all'alternarsi di periodi di erosione e di deposito del reticolato idrografico.

Nel dettaglio, dal punto di vista geomorfologico, l'area oggetto di studio risulta pianeggiante, stabile e non soggetta a fenomeni gravitativi per un intorno significativo. Il principale soggetto di rilevanza geomorfologica è rappresentato dal Fiume Po, che scorre a E dell'area di indagine con andamento circa SW-NE.

## 3. VINCOLI DI P.R.G.C.

Dall'esame degli elaborati tecnici del Piano Regolatore Generale Comunale ed in particolare in riferimento agli aspetti geologico-geomorfologici in essi contemplati, l'area oggetto della presente relazione ricade nelle seguenti categorie:

- Pericolosità geomorfologica: Classe I e Classe IIB

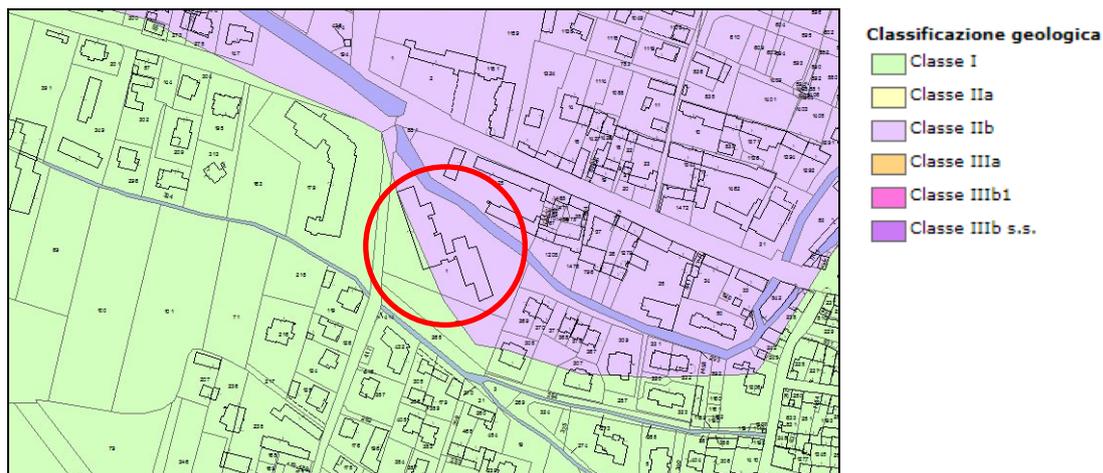


Figura 3.1 - Estratto della "Carta di sintesi" del P.R.G.C. del Comune di Villafranca Piemonte (Variante Parziale n.32 - GisMasterWeb)

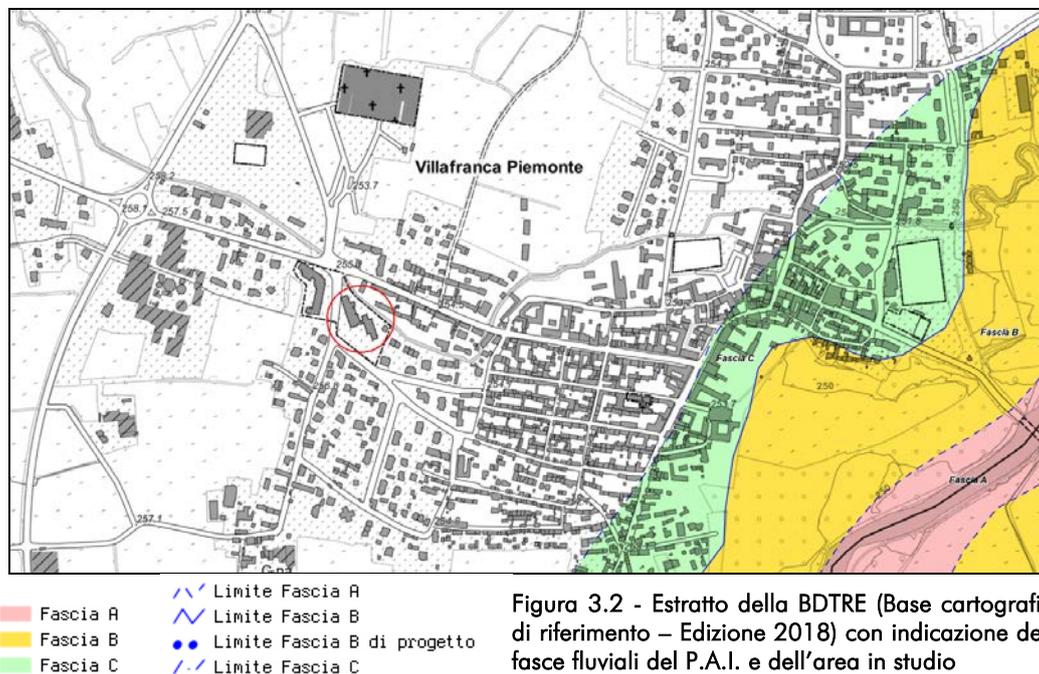
Per quanto concerne la pericolosità geomorfologica, la *Classe I* e la *Classe IIB* vengono così descritte nelle N.T.A. del P.R.G.C.:

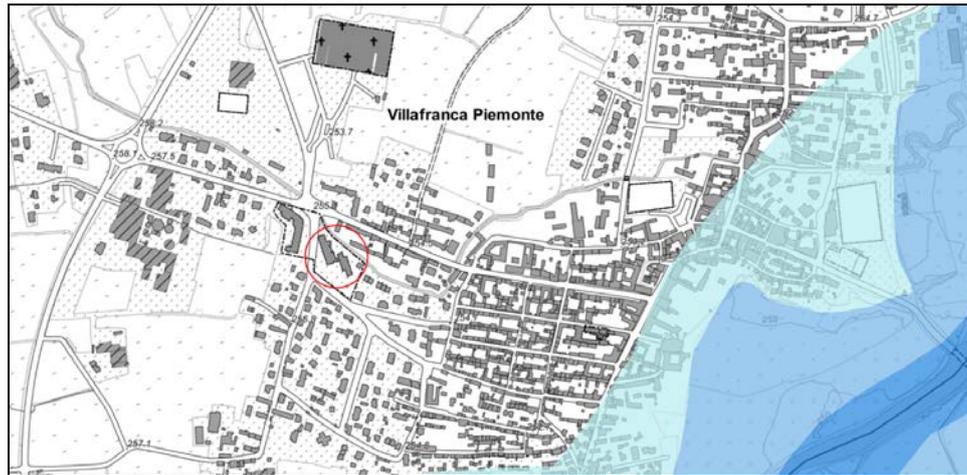
**Classe I** ⇒ "In tali zone la pericolosità geomorfologica è nulla. Ogni intervento (sia nuove costruzioni, che ampliamenti di strutture esistenti) dovrà essere preceduto da un'indagine di verifica della capacità portante dei terreni di appoggio e della omogeneità spaziale dei litotipi interessati dall'opera (D.M. 11./03/88, n. 127 sez. A, B e C)"

**Classe IIb** ⇒ "tale zona è caratterizzata da soggiacenza della falda freatica inferiore a 2 mt e verosimilmente suscettibile di ulteriore innalzamento in concomitanza di precipitazioni piovose intense e prolungate. In questa zona non è ammessa la realizzazione di locali interrati per la possibile interferenza tra essi e la falda freatica. Nei casi in cui, a seguito di puntuale indagine geologica redatta ai sensi del D.M. 11/03/1988 e s.m.i., si verifichi che la soggiacenza della falda non sia inferiore a 2 mt. dal piano di campagna è ammessa la realizzazione di locali seminterrati aventi destinazione accessoria alla residenza con altezza massima, misurata da pavimento a soffitto, non superiore a mt. 2,40 e quota del piano di pavimento non inferiore a m. 1,30 dal piano strada o, in assenza, dal piano di campagna, utilizzando gli accorgimenti tecnologici atti ad impedire le infiltrazioni".

Il presente elaborato è volto a soddisfare le suddette prescrizioni.

Come si può osservare negli estratti di BDTRE (Base cartografica di riferimento – Edizione 2018) riportati nelle figure seguenti, l'area in studio si colloca all'esterno sia della Fascia C del P.A.I. (Fig. 3.2) sia di aree alluvionabili individuate nelle Mappe di pericolosità e di rischio del Piano di Gestione Rischio Alluvione (PGRA) aggiornate al 2015 (cfr. Fig.3.3).





Scenari di alluvioni - Pericolosità - 2015

-  Probabilità di alluvioni elevata (tr. 10/20)
-  Probabilità di alluvioni media (tr. 100/200)
-  Probabilità di alluvioni scarsa (tr. 500)

Figura 3.3

Estratto delle Mappe di pericolosità e di rischio del Piano di gestione rischio alluvione (PGRA) aggiornate al 2015 con indicazione dell'area in studio

## 4. MODELLO GEOLOGICO DEL SITO IN ESAME

In considerazione della tipologia di intervento, per poter procedere alla caratterizzazione del sottosuolo dell'area d'indagine si è ritenuto necessario procedere come segue:

1. esame delle indagini ricavate dalla Banca Dati Geotecnica di Arpa Piemonte;
2. esame dell'Archivio Nazionale delle Indagini nel Sottosuolo (Legge 464/84) consultabile dal Portale del Servizio Geologico d'Italia di ISPRA;
3. consultazione delle carte tematiche a corredo del P.R.G.C. vigente.

1. La consultazione della Banca Dati Geotecnica di Arpa Piemonte ha permesso di ricavare i dati stratigrafici di numerose perforazioni realizzate nelle vicinanze dell'area in studio e ricadenti nello stesso contesto geologico che sarà interessato dai lavori in progetto (Fig. 4.1).

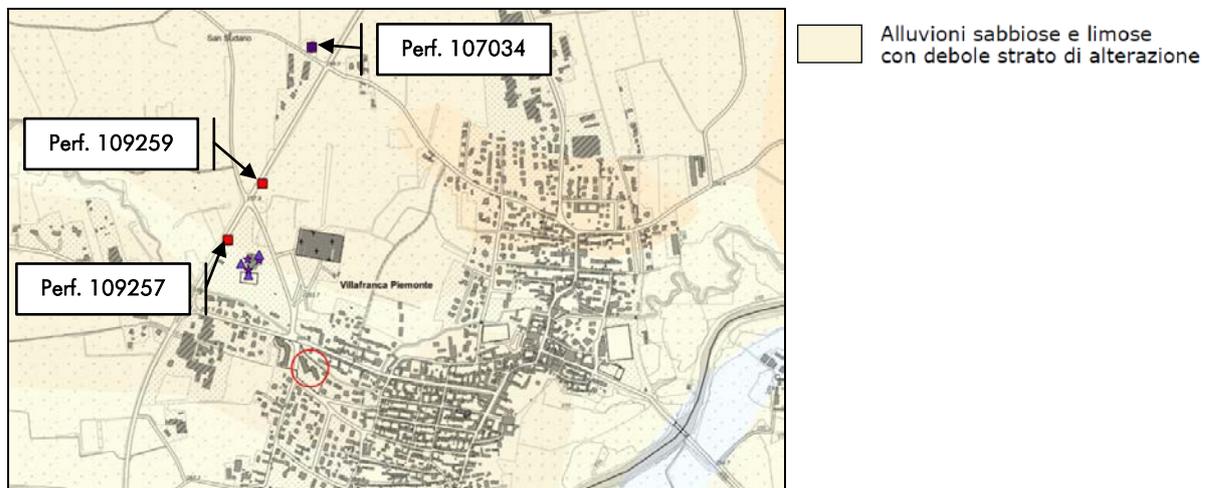


Figura 4.1 – Estratto di BDTRE (Ed. 2012) con ubicazione delle perforazioni realizzate nelle vicinanze dell'area in studio (Banca Dati Geotecnica di Arpa Piemonte)

Per semplicità di lettura si riportano nel seguito solo alcune delle stratigrafie individuate.

Codice perforazione	Profondità (m)	Descrizione
107034	3.00	terreno vegetale
107034	4.50	sabbia fine con ghiaietto
107034	13.00	argilla torbosa
107034	49.00	ghiaia , ghiaietto e sabbia
107034	50.50	argilla
107034	60.00	ghiaia media , ghiaietto e sabbia
107034	61.00	argilla
107034	62.50	ghiaia

Codice perforazione	Profondità (m)	Descrizione
109259	0.20	terreno vegetale limoso argilloso
109259	0.90	limi debolmente sabbiosi poco consistente a tratti argillosi
109259	1.75	sabbie con subordinate ghiaie poligeniche , scarso addensamento
109259	2.70	limi debolmente sabbiosi a tratti argillosi poco consistenti e plastici
109259	4.00	sabbie fini a tratti debolmente limose , addensamento da scarso a medio , con subordinata frazione ghiaiosa poligenica

Codice perforazione	Profondità (m)	Descrizione
109257	0.15	terreno vegetale limoso
109257	0.50	laterizi e mattoni
109257	1.20	limi sabbiosi con resti laterizi
109257	1.50	limi sabbiosi mediamente plastici e addensati
109257	2.80	sabbie fini limose poco addensate
109257	3.70	sabbie con ghiaie poligeniche mediamente addensate
109257	4.75	sabbie limose e limi sabbiosi poco consistenti mediamente plastici
109257	5.00	ghiaie poligeniche sabbiose mediamente addensate

Figura 4.2 – Stratigrafie semplificate (Banca Dati Geotecnica di Arpa Piemonte)

Le stratigrafie semplificate sopra riportate evidenziano, al di sotto di un primo orizzonte superficiale costituito da terreno vegetale/riporto, la presenza di limi sabbiosi e sabbie con ghiaia.

2. La consultazione dell'Archivio Nazionale delle Indagini nel Sottosuolo (Legge 464/84) di ISPRA ha permesso di ricavare i dati stratigrafici di numerose perforazioni realizzate nelle vicinanze del sito in esame e ricadenti nello stesso contesto geologico che sarà interessato dai lavori in progetto (Fig. 4.2).

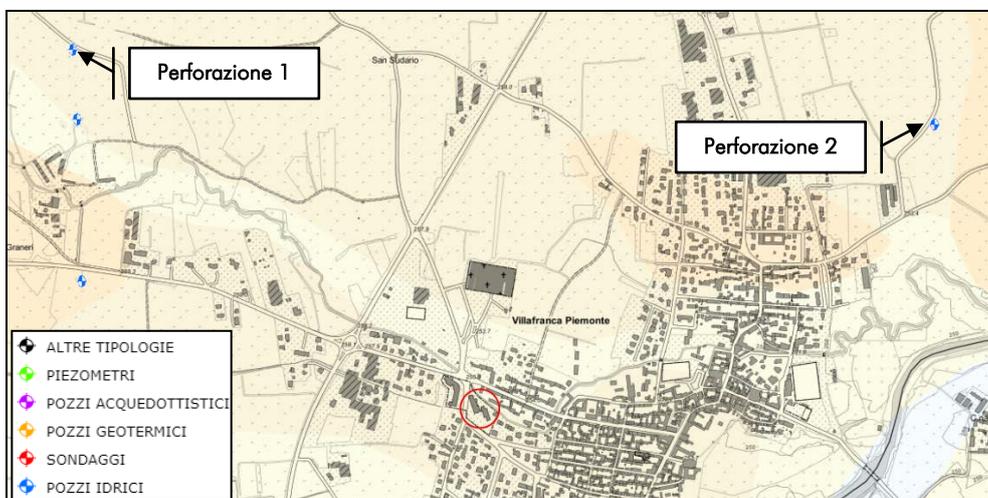


Figura 4.3 - Estratto della Carta Litologico Giacimentologica di Arpa Piemonte su base BDTR con indicazione delle perforazioni ubicate nelle vicinanze dell'area in studio (Archivio Nazionale delle Indagini nel Sottosuolo -Legge 464/84- di ISPRA)

Per semplicità di lettura si riportano nel seguito solo alcune delle stratigrafie individuate.

PERFORAZIONE 1

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	0,50	0,50		TERRENO AGRARIO
2	0,50	3,50	3,00		SABBIA E TERRA FINE
3	3,50	8,80	5,30		GHIAIETTO E SABBIA
4	8,80	9,30	0,50		ARGILLA
5	9,30	35,00	25,70		GHIAIA MISTA SABBIA

PERFORAZIONE 2

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	2,00	2,00		TERRENO AGRARIO
2	2,00	26,00	24,00		LIMI SABBIOSI DI COLORE BLUAstro ALTERNATI A LIVELLI PIU' FRANCAMENTE SABBIOSI
3	26,00	40,00	14,00		GHIAIA E SABBIA
4	40,00	46,00	6,00		GHIAIA E CIOTTOLI IN MATRICE SABBIOSA

Figura 4.4 – Stratigrafie perforazioni (Archivio Nazionale Indagini nel Sottosuolo -Legge 464/84- di ISPRA)

L'esame delle stratigrafie conferma il quadro geologico del sito in esame rappresentato da depositi limoso-sabbiosi e ghiaioso-sabbiosi fino a profondità non più significative per quanto in progetto.

In allegato si riportano le schede descrittive complete delle perforazioni segnalate nell'Archivio Nazionale delle Indagini nel Sottosuolo (Legge 464/84) di ISPRA.

3. Dall'analisi della "Carta litotecnica e dei dati geognostici" del P.R.G.C. del Comune di Villafranca Piemonte (Tavola 2 – Variante Strutturale n.4), si evince che l'area in studio è caratterizzata da depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi in matrice limoso-argillosa, alternate a lenti di potenza variabile di limi-argillosi, alterazione dei clasti ed argillificazione della matrice fine. Tali depositi possiedono buone caratteristiche geotecniche.

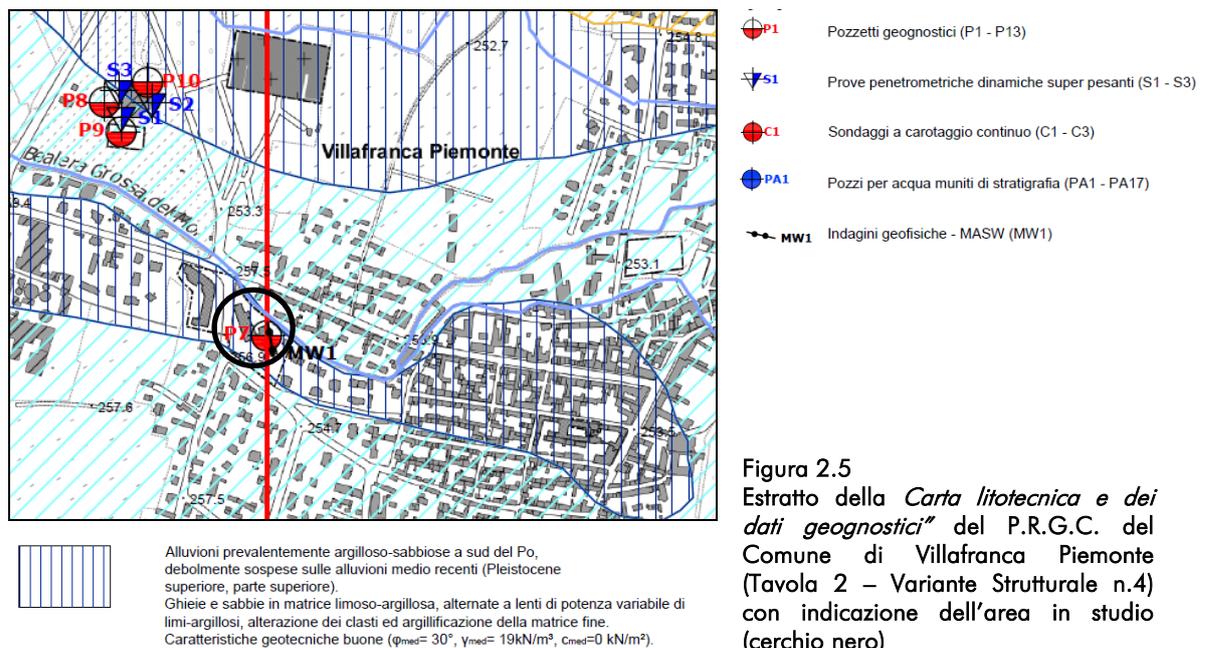


Figura 2.5  
 Estratto della "Carta litotecnica e dei dati geognostici" del P.R.G.C. del Comune di Villafranca Piemonte (Tavola 2 – Variante Strutturale n.4) con indicazione dell'area in studio (cerchio nero)

Il suddetto elaborato evidenzia inoltre dati geognostici relativi a indagini (pozzetto esplorativo e MASW) eseguiti in corrispondenza dell'area in studio.

Lo scavo per la realizzazione del pozzetto esplorativo (denominato P7 nella "Carta litotecnica e dei dati geognostici" del P.R.G.C.) si è spinto fino ad una profondità di 4,3 m di profondità da piano cortile e ha consentito di osservare la seguente stratigrafia:

- \* da 0 a -0.30 m : riporto - massicciata sotto lo strato bitumato con ciottoli
- \* da 0.30 a -1.40 m : sabbia giallastra grossolana
- \* da -1.40 m a -2.10 m : sabbia finissima grigia
- \* da -2.10 m a - 4.30 m: limo grigio compatto
- Falda non trovata.

L'indagine sismica di tipo MASW (MW1 nella "Carta litotecnica e dei dati geognostici" del P.R.G.C.) eseguita ha mostrato un valore di  $V_{s30}$  pari a 281 m/s, per cui è possibile individuare una categoria di sottosuolo di tipo C, ai sensi delle N.T.C. 2018, per il sito in esame.

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>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.</i>
 C	<i>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.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente 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 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Tab. 3.2.II NTC 2018

Si riportano in allegato i dati delle indagini sopra descritte.

## 5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL TERRENO

Le risultanze delle indagini effettuate nelle vicinanze del sito in studio, correlate con le conoscenze pregresse dello scrivente e le informazioni desumibili dai dati bibliografici, consentono di definire in modo sufficientemente accurato l'assetto litostratigrafico locale in corrispondenza dell'area oggetto di intervento.

Le informazioni ottenute dagli studi condotti evidenziano la prevalenza, al di sotto di un primo orizzonte superficiale costituito da terreno vegetale/riporto, di ***depositi limoso-sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi***

Da un punto di vista geotecnico, in base a quanto ricavato dalle indagini svolte, dai dati di letteratura e dalle informazioni pregresse dello scrivente basate su lavori effettuati in aree limitrofe a quella in esame è possibile considerare indicativamente per tali terreni i seguenti parametri geotecnici cautelativi:

### ***Depositi limoso-sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi***

coesione efficace

$$c = 0,00 \text{ kg/cm}^2$$

angolo di attrito efficace

$$\varphi = 30^\circ$$

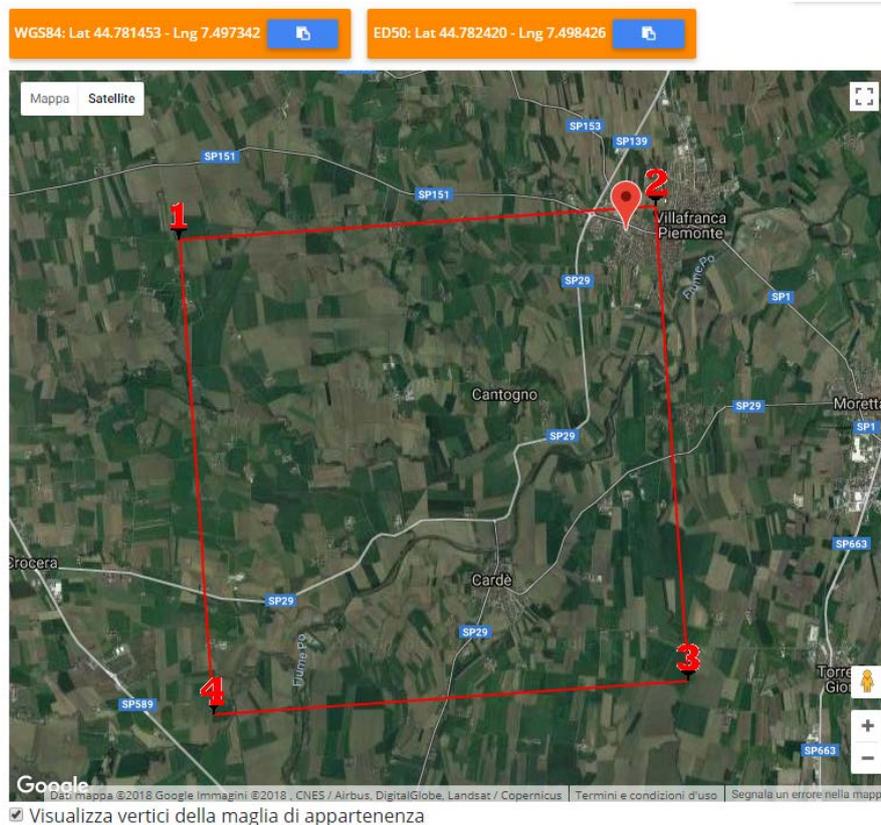
peso di volume terreno in condizioni normali

$$\gamma = 1,90 \text{ t/m}^3$$

## 6. ZONAZIONE SISMICA

Il Comune di Villafranca Piemonte ricade in Zona sismica 3 secondo la classificazione sismica del territorio piemontese prevista dalla D.G.R. 19 gennaio 2010 n.11-13058 entrata in vigore a seguito dell'approvazione della D.G.R. n.4-3084 del 12 dicembre 2011 e s.m.i.. e richiamata dalla D.G.R. n. 65-7656 del 21 Maggio 2014.

Le Norme Tecniche per le Costruzioni prevedono, in aggiunta alla suddetta classificazione, la determinazione dell'accelerazione orizzontale in modo più dettagliato in funzione delle coordinate geografiche e delle caratteristiche geomorfologiche del sito, a partire dai valori forniti dalla Norma stessa riferiti ad un reticolo di riferimento i cui nodi non distano più di 10 Km. La valutazione dei parametri che definiscono le accelerazioni sismiche relativamente alle aree di intervento secondo la più recente normativa in vigore, ottenuti per interpolazione a partire dai valori di riferimento, è stata pertanto effettuata utilizzando l'applicativo *Geostru PS 2018*; i risultati ottenuti, sulla base dei quali è possibile ricavare lo spettro di risposta per le azioni sismiche per la struttura in esame, sono riportati nelle figure che seguono.



### Stati limite

Classe Edificio: III. Affollamento significativo...

Vita Nominale: 50

Interpolazione: Media ponderata

**CU = 1.5**

Stato Limite	Tr [anni]	a <sub>g</sub> [g]	F <sub>o</sub>	Tc* [s]
Operatività (SLO)	45	0.041	2.499	0.213
Danno (SLD)	75	0.052	2.497	0.232
Salvaguardia vita (SLV)	712	0.124	2.506	0.271
Prevenzione collasso (SLC)	1462	0.156	2.519	0.279
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	75			

### Coefficienti sismici

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m): 1      us (m): 0.1

Cat. Sottosuolo: C

Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,50	1,46
CC Coeff. funz categoria	1,75	1,70	1,62	1,60
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]: 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.012	0.016	0.045	0.055
kv	0.006	0.008	0.022	0.027
Amax [m/s²]	0.600	0.761	1.826	2.238
Beta	0.200	0.200	0.240	0.240

I valori di accelerazione sismica orizzontale ( $K_h$ ) e verticale ( $K_v$ ) da utilizzare nei calcoli sono stati determinati considerando:

- ▶ categoria di sottosuolo di tipo "C" (cfr. capitolo 4)
- ▶ categoria topografica "T1"
- ▶ classe d'uso III -  $c_u$  pari a 1,5
- ▶  $V_N \geq 50$

Tab. 3.2.III - *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tab. 3.2.III NTC 2018

Le verifiche hanno consentito di determinare i seguenti parametri, relativi allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV):

$$K_h = 0,045$$

$$K_v = 0,022$$

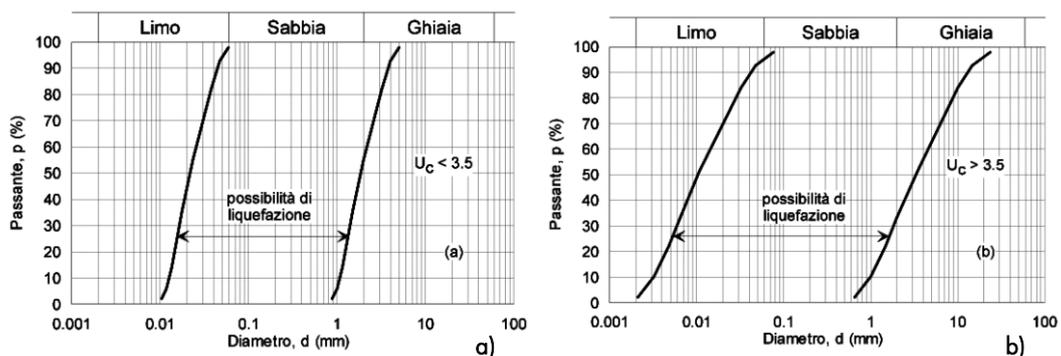
$$a_{\max} = 1,826 \text{ m/s}^2$$

## 7. STABILITÀ NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE

Il sito in esame deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate (cap. 7.11.3.4.1 delle N.T.C. 2018).

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle circostanze elencate al cap. 7.11.3.4.2 delle N.T.C. 2018:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. 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 (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $q_{c1N}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .



In particolare per il caso in esame, si ritiene che la verifica a liquefazione possa essere omessa in considerazione dell'assetto litostratigrafico dell'area in studio, caratterizzato dalla presenza di depositi limoso-sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi, che quindi non rientrano all'interno dei fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione.

## 8. PRESCRIZIONI PRELIMINARI IN ORDINE ALLA CORRETTA ESECUZIONE DEI LAVORI

L'intervento in progetto prevede l'adeguamento sismico della scuola media "G. Gastaldi" di Villafranca Piemonte secondo quanto previsto dall'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

Tenendo conto della tipologia di lavori in progetto e dell'entità dei volumi interessati si ritiene che l'intervento **non altererà le caratteristiche geologiche, idrogeologiche e geomorfologiche dell'area**, in quanto:

- non comporterà alcuna variazione del profilo altimetrico;
- non comporterà un danneggiamento del regime delle acque né superficiali né sotterranee;
- le opere in progetto non prevedono la realizzazione di strutture strategiche/rilevanti o modifiche ai profili naturali del terreno per mezzo di scavi e riporti di terra;
- non sono previste opere interratoe.

Nonostante l'intervento in esame si possa considerare privo di particolari problematiche relativamente alla stabilità è comunque buona norma durante i lavori seguire le seguenti prescrizioni/accorgimenti tecnici al fine di limitare al massimo eventuali fenomeni di instabilità locale:

- ▶ gli scavi dovranno essere mantenuti aperti il più breve tempo possibile, eseguiti in periodo secco ed asciutto e protetti rispetto all'azione dilavante delle acque meteoriche;
- ▶ i materiali provenienti dagli scavi dovranno essere provvisoriamente stoccati in area stabile;
- ▶ le pareti degli scavi non dovranno presentare una pendenza eccessiva al fine di evitare fenomeni di instabilità che potrebbero complicare le fasi di esecuzione dei lavori;
- ▶ tenuto conto del contesto idrogeologico in cui si inserisce quanto in progetto e delle oscillazioni stagionali del livello della falda superficiale, posta nell'area in esame ad una profondità indicativa di circa 3-5 m dal p.c. (dato ricavato sulla base delle conoscenze pregresse dello scrivente e dalle informazioni desumibili dai dati bibliografici), sarà necessario realizzare adeguati sistemi di impermeabilizzazione e drenaggio a protezione del manufatto e prevedere l'immediato allontanamento delle acque di falda al verificarsi di eventuali interferenze tra gli scavi e possibili venute d'acqua;
- ▶ sarà necessario prevedere idonee opere di impermeabilizzazione e drenaggio anche al fine di impedire potenziali fenomeni di interferenza tra il manufatto e acque di infiltrazione e/o ruscellamento;
- ▶ i lavori dovranno essere eseguiti secondo quanto previsto dal progetto e, comunque, in scrupolosa osservanza di quanto prescritto dalle N.T.C. 2018;
- ▶ in corso d'opera verrà in ogni caso verificata la corrispondenza delle ipotesi fatte con la situazione reale e verranno accertate le condizioni di stabilità dell'intervento nel suo complesso: qualora non si verificassero queste condizioni occorrerà prevedere opportuni accorgimenti supplementari al fine di garantire la stabilità complessiva.

Si ritiene che, se svolta con la dovuta perizia, la movimentazione dei terreni in progetto non dovrebbe presentare particolari rischi di carattere geomorfologico e geologico-tecnico.

Vista l'entità dei lavori in programma, non si ritiene dunque che la realizzazione delle opere in progetto introduca ulteriori fattori di rischio geologico rispetto a quelli già esistenti ed è pertanto compatibile con l'assetto geologico-tecnico ed idrogeologico della zona.

## 9. CONCLUSIONI

In base a quanto emerso dalle elaborazioni descritte nel seguente studio si può affermare che:

- l'area è caratterizzata da una morfologia pianeggiante nell'intorno significativo e si presenta, dal punto di vista geomorfologico, globalmente stabile;
- nell'intorno dell'area indagata non si segnalano fenomeni di dissesto gravitativo;
- da un punto di vista idrogeologico la falda idrica superficiale, in base alle indicazioni bibliografiche ed alle conoscenze dirette dello scrivente si colloca in condizioni normali a circa 3-5 m da p.c.; tenuto conto del contesto idrogeologico in cui si inserisce quanto in progetto e delle oscillazioni stagionali del livello di falda, sarà necessario prevedere idonee opere di impermeabilizzazione e drenaggio a protezione del manufatto al fine di impedire potenziali fenomeni di interferenza con la falda superficiale;
- da un punto di vista geotecnico, l'area oggetto di studio è caratterizzata da depositi limoso-sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi. I parametri geotecnici indicati sono stati stimati sulla base delle indicazioni bibliografiche e delle conoscenze pregresse dello scrivente, assumendo valori cautelativi;
- l'intervento in progetto prevede volumi di scavo e di riporto tali da non produrre situazioni di rischio geomorfologico e comunque di non alterarne la situazione preesistente;
- qualora nel corso dell'esecuzione degli scavi si dovessero riscontrare porzioni di terreno geotecnicamente più scadenti, attualmente imprevedibili, occorrerà procedere a opere di miglioramento dei parametri attraverso opportuni accorgimenti tecnici (iniezioni di miscele cementizie o asportazione e sostituzione con altro materiale idoneo).

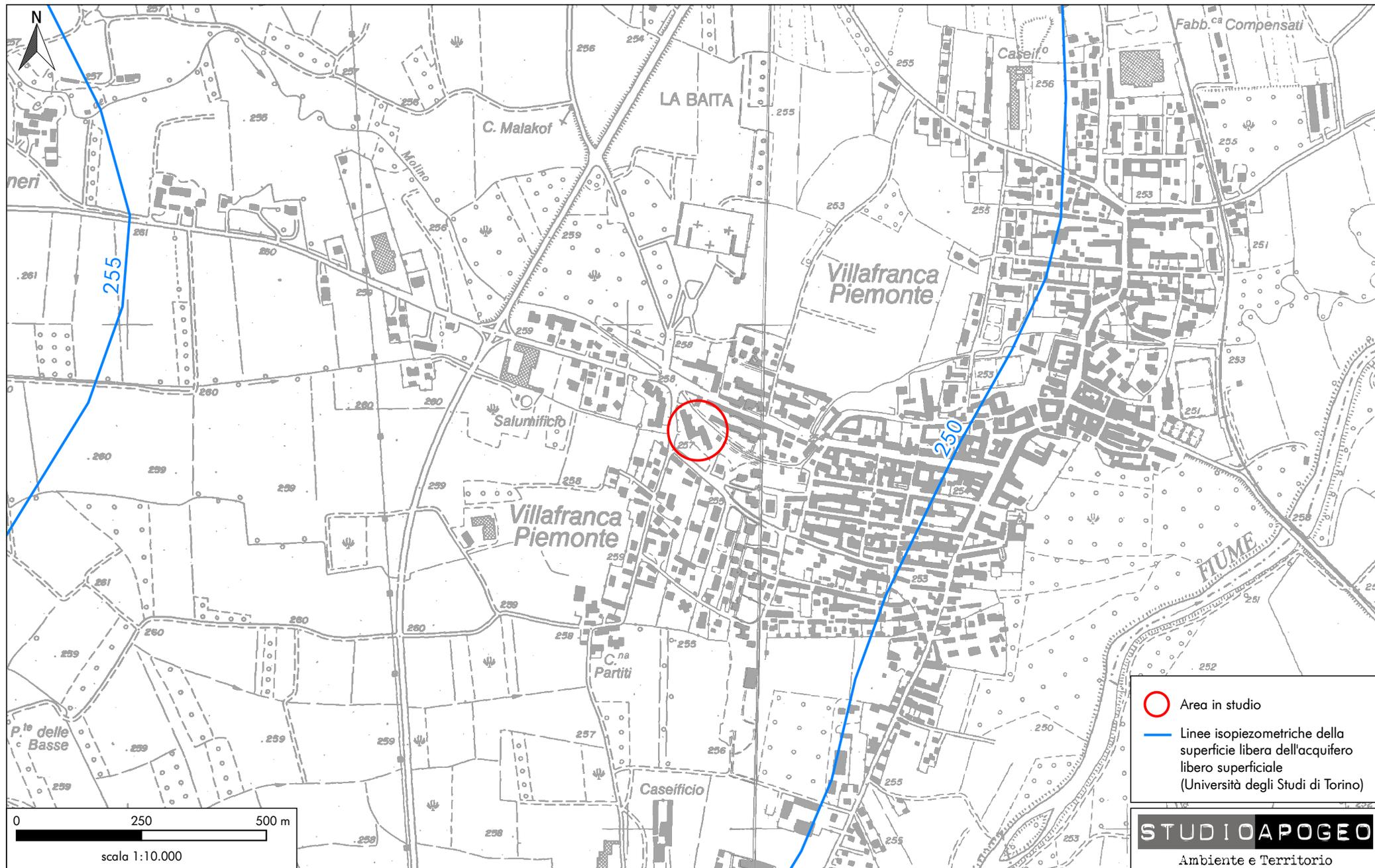
Tenuto conto della tipologia di opere in progetto, dell'entità dei volumi interessati e fatta salva la necessaria perizia nella conduzione dei lavori, si ritiene che l'intervento sia compatibile con la situazione geologica, idrogeologica e geomorfologica dell'area.

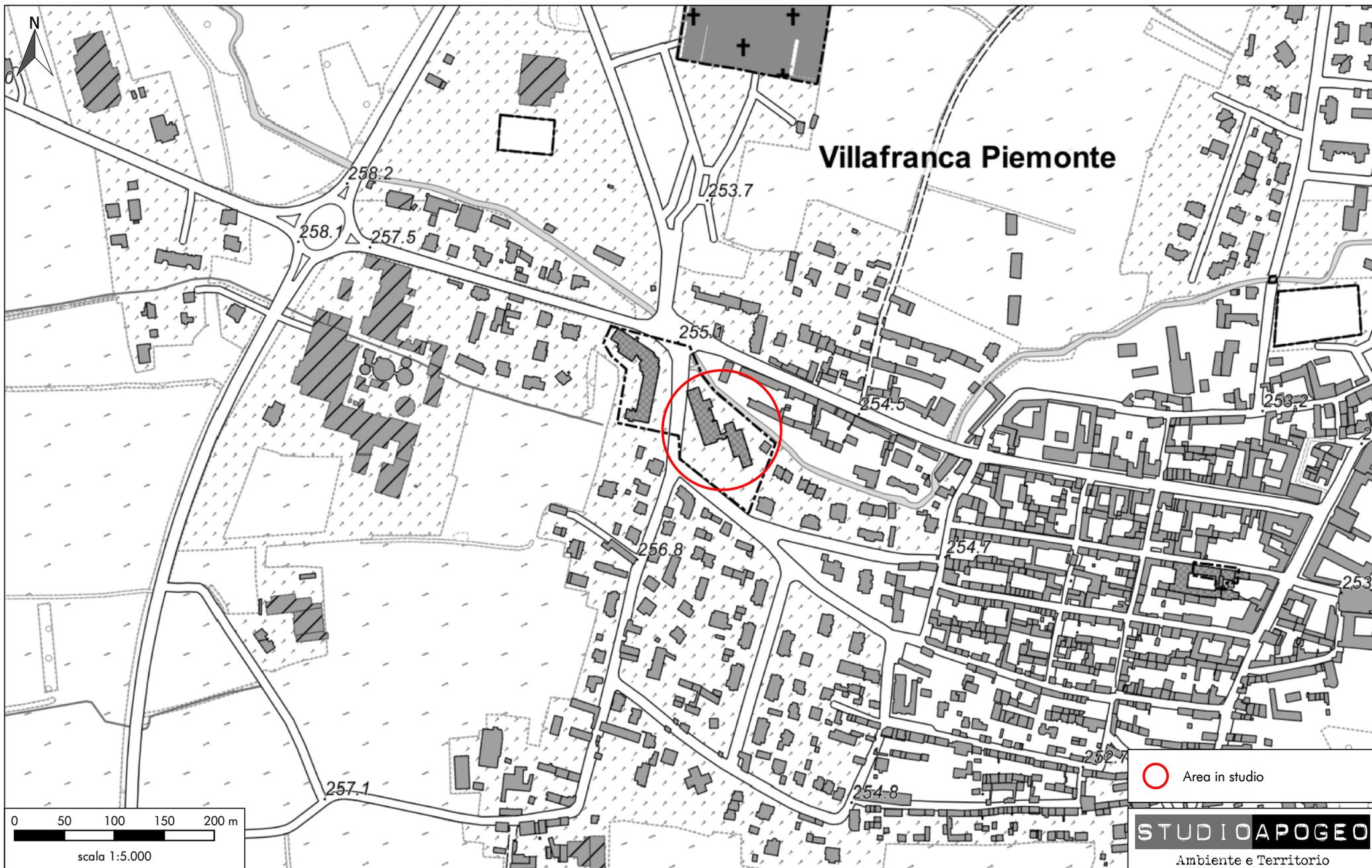
Dott. Geol. Luca FILIERI

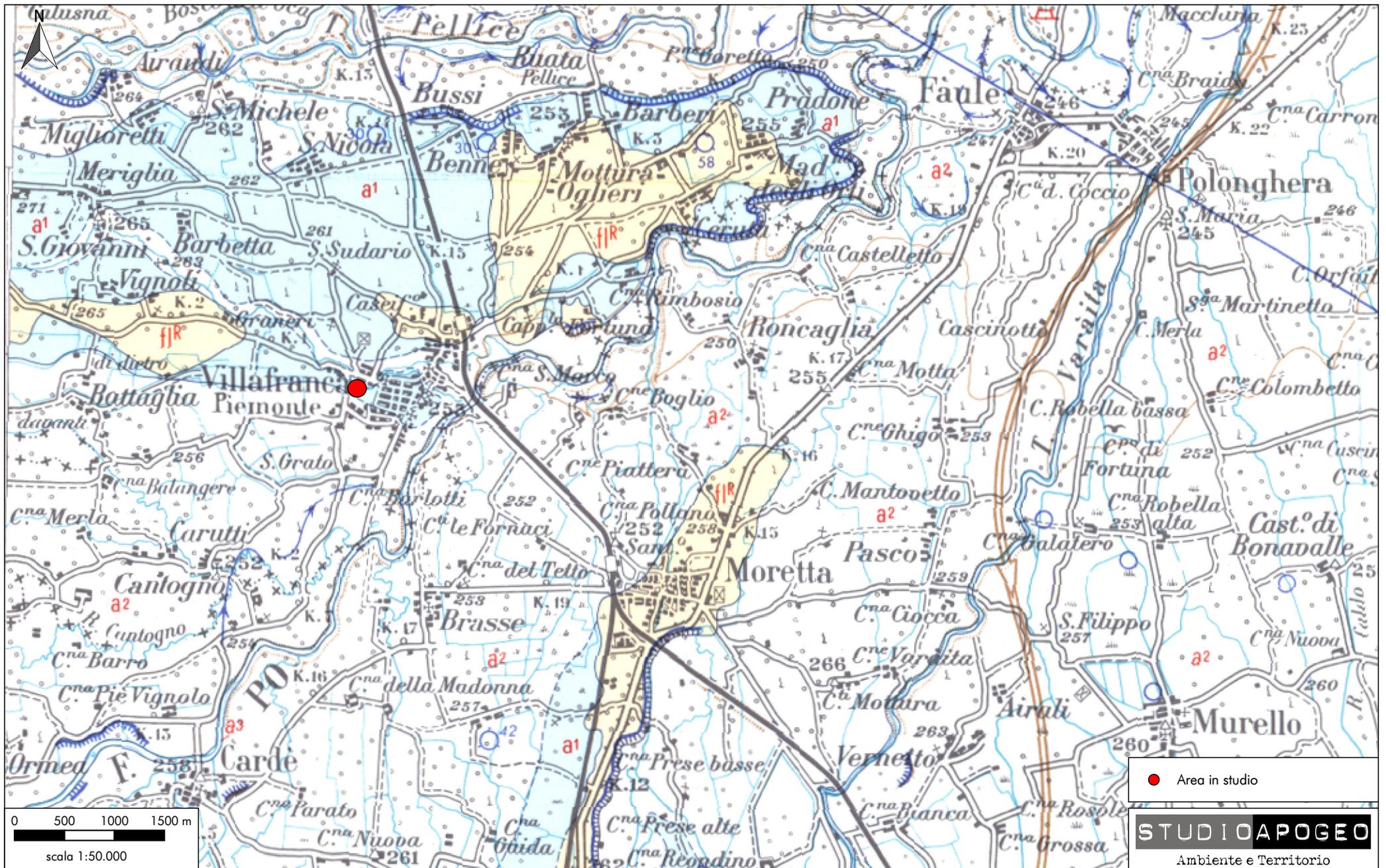


A handwritten signature in black ink that reads "Luca Filieri".

# ALLEGATI



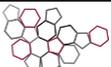




● Area in studio

**STUDIO APOGEO**  
Ambiente e Territorio

PERFORAZIONE 1

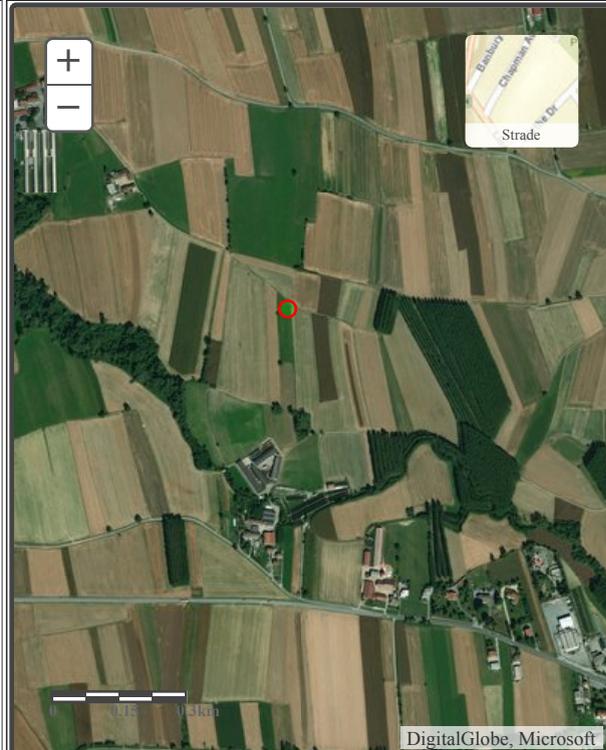
 <b>ISPRA</b> <small>Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale</small>	 <b>Sistema Nazionale</b> <small>per la Protezione dell'Ambiente</small>	<b>Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale</b>
---	--	---

**Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)**

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
---------------	--

**Codice:** 13835  
**Regione:** PIEMONTE  
**Provincia:** TORINO  
**Comune:** VILAFRANCA PIEMONTE  
**Tipologia:** PERFORAZIONE  
**Opera:** POZZO PER ACQUA  
**Profondità (m):** 35,00  
**Quota pc slm (m):** 258,00  
**Anno realizzazione:** 1997  
**Numero diametri:** 1  
**Presenza acqua:** SI  
**Portata massima (l/s):** 120,000  
**Portata esercizio (l/s):** 80,000  
**Numero falde:** 1  
**Numero filtri:** 1  
**Numero piezometrie:** 1  
**Stratigrafia:** SI  
**Certificazione(\*):** NO  
**Numero strati:** 5  
**Longitudine WGS84 (dd):** 7,481311  
**Latitudine WGS84 (dd):** 44,791181  
**Longitudine WGS84 (dms):** 7° 28' 52.52" E  
**Latitudine WGS84 (dms):** 44° 47' 28.28" N

(\*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia



**DIAMETRI PERFORAZIONE**

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	35,00	35,00	600

**FALDE ACQUIFERE**

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	12,00	35,00	23,00

**POSIZIONE FILTRI**

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	12,00	35,00	23,00	200

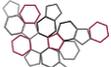
**MISURE PIEZOMETRICHE**

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
set/1997	3,50	8,00	4,50	115,000

**STRATIGRAFIA**

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	0,50	0,50		TERRENO AGRARIO
2	0,50	3,50	3,00		SABBIA E TERRA FINE
3	3,50	8,80	5,30		GHIAIETTO E SABBIA
4	8,80	9,30	0,50		ARGILLA
5	9,30	35,00	25,70		GHIAIA MISTA SABBIA

PERFORAZIONE 2

 <b>ISPRA</b> <small>Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale</small>	 <b>Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente</b>	<b>Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale</b>
---	--	---

**Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)**

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
---------------	--

**Codice:** 13812  
**Regione:** PIEMONTE  
**Provincia:** TORINO  
**Comune:** VILLAFRANCA PIEMONTE  
**Tipologia:** PERFORAZIONE  
**Opera:** POZZO PER ACQUA  
**Profondità (m):** 46,00  
**Quota pc slm (m):** 254,00  
**Anno realizzazione:** 2002  
**Numero diametri:** 2  
**Presenza acqua:** SI  
**Portata massima (l/s):** 60,000  
**Portata esercizio (l/s):** 40,000  
**Numero falde:** 1  
**Numero filtri:** 1  
**Numero piezometriche:** 1  
**Stratigrafia:** SI  
**Certificazione(\*):** NO  
**Numero strati:** 4  
**Longitudine WGS84 (dd):** 7,514581  
**Latitudine WGS84 (dd):** 44,789542  
**Longitudine WGS84 (dms):** 7° 30' 52.52" E  
**Latitudine WGS84 (dms):** 44° 47' 22.22" N

(\*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia



**DIAMETRI PERFORAZIONE**

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	18,00	18,00	600
2	18,00	46,00	28,00	500

**FALDE ACQUIFERE**

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	4,50	46,00	41,50

**POSIZIONE FILTRI**

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	26,50	46,00	19,50	350

**MISURE PIEZOMETRICHE**

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
mag/2002	4,50	14,50	10,00	40,000

**STRATIGRAFIA**

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	2,00	2,00		TERRENO AGRARIO
2	2,00	26,00	24,00		LIMI SABBIOSI DI COLORE BLUASTRO ALTERNATI A LIVELLI PIU' FRANCAMENTE SABBIOSI
3	26,00	40,00	14,00		GHIAIA E SABBIA
4	40,00	46,00	6,00		GHIAIA E CIOTTOLI IN MATRICE SABBIOSA

## 5. Stratigrafia

Per conoscere la stratigrafia del terreno nel pomeriggio di mercoledì 7 marzo 2012 è stato effettuato uno scavo a scopo di sondaggio con escavatore gommato TEREX TW 110 spinto a circa 4.3 m di profondità dal piano cortile, allineato ed a poca distanza dalla sommità del muro da ricostruire.

Lo scavo a scopo di sondaggio è stato effettuato alle coordinate Gauss Boaga: Est = 1381173, Nord = 4959785. La profondità è misurata dal lato muro lungo il canale, dove il terreno è più basso perché ha subito un cedimento valutato in 65 cm rispetto al piano cortile asfaltato.

La stratigrafia trovata e documentata nelle fotografie in Appendice è la seguente:

### Scavo 1

- \* da 0 a -0.30 m : riporto - massiciata sotto lo strato bitumato con ciottoli
  - \* da 0.30 a -1.40 m : sabbia giallastra grossolana
  - \* da -1.40 m a -2.10 m : sabbia finissima grigia
  - \* da -2.10 m a - 4.30 m: limo grigio compatto
- Falda non trovata.

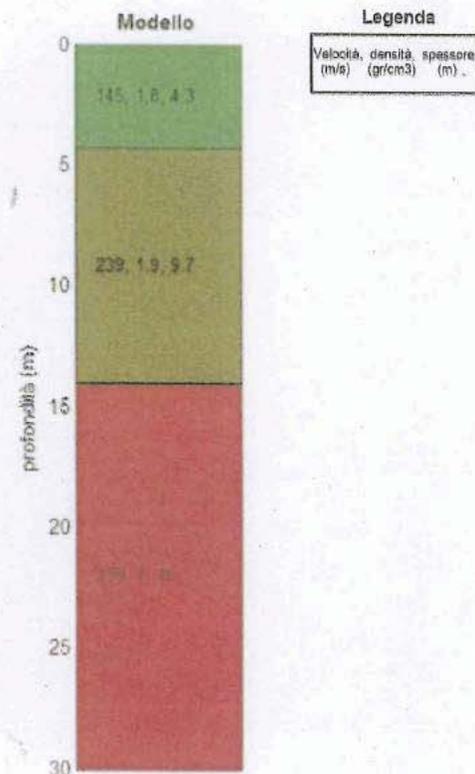
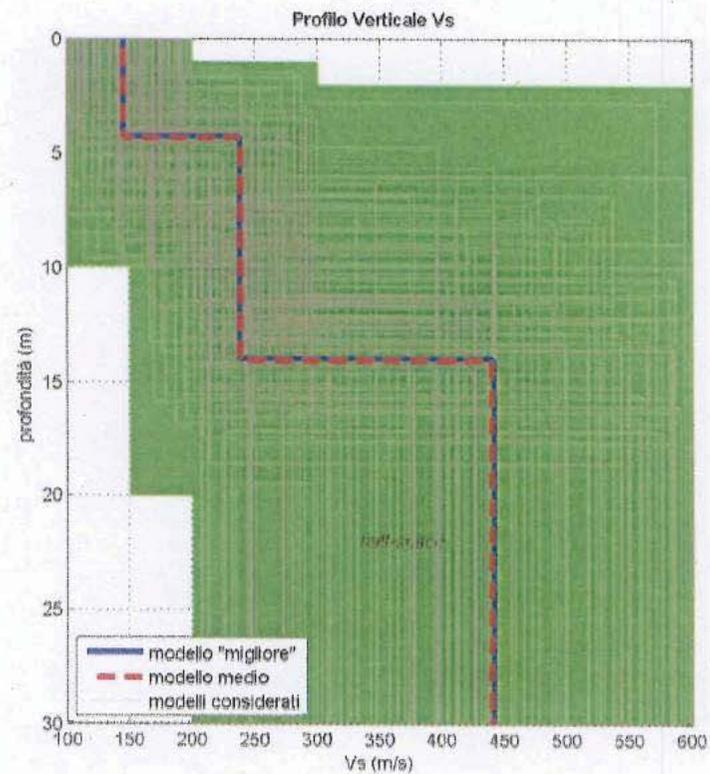
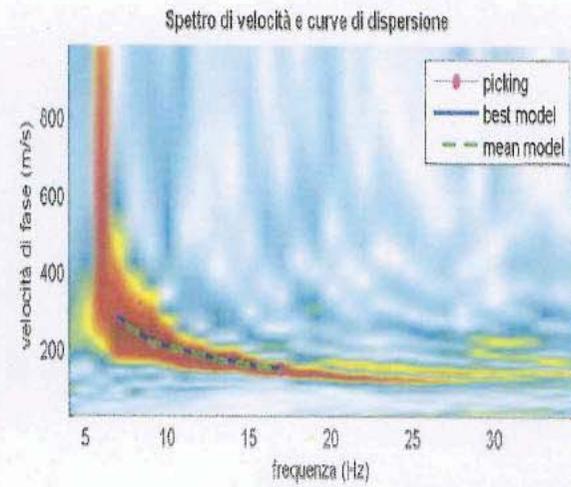
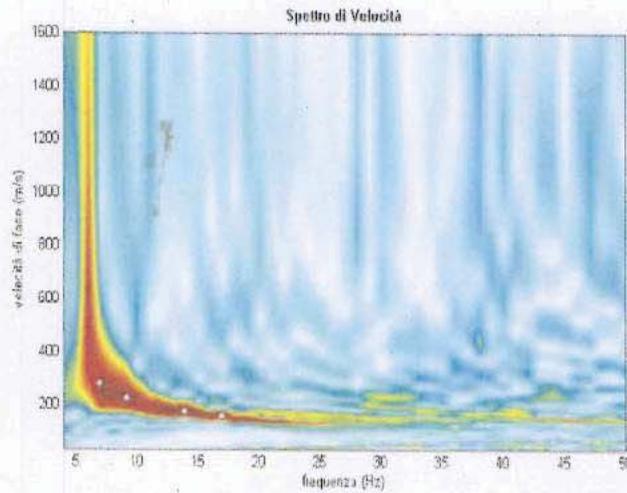
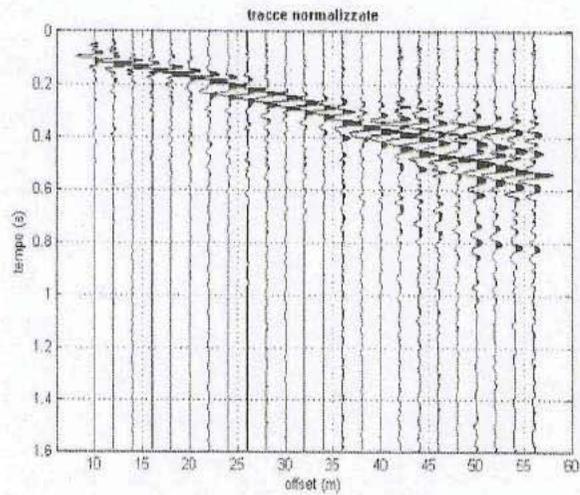


TABELLA DI CALCOLO

Da Prof.	a Prof.	Vs
0	4.3	145
4.3	14.0	239
14.0	30.0	439

VS30 = 281 m/s

PROVA SISMICA VS30

Comune di Villafranca P.

Ingegneria Mineraria e Geotecnica

Metodologia MASW

VELOCITA' DELLE ONDE S  
PROVA MASW

All. 01

Marzo 2012

aterrimic

MASW1