



REALIZZAZIONE SCUOLA PRIMARIA CON 15 CLASSI

AGOSTO
2020

RESPONSABILE PROCEDIMENTO: Arch. Anna Casalone

PROGETTISTI

SETTANTA7 STUDIO ASSOCIATO

Arch. D. Rangone

Arch. E. Rionda

CURCIO E REMONDA STUDIO ASSOCIATO

Ing. A. Remonda



Arch. Laura Lova



PROGETTO DEFINITIVO

REV_02

REGIONE PIEMONTE

CITTA' METROPOLITANA DI TORINO

COMUNE DI GASSINO TORINESE

COMMITTENTE: AMMINISTRAZIONE COMUNALE

Piazza A. Chiesa, n°3

PROGETTO: NUOVA SCUOLA PRIMARIA
 AREA COMUNALE REGIONE FIORE

RELAZIONE GEOLOGICA

STUDIO DI GEOLOGIA*ed***INDAGINI GEOTECNICHE**

Via Torino, 30 - 10034 Chivasso

Tel. 011 - 9101768

Fax 011 - 9103175

Mobile 338 2085744

E mail: mauro.castelletto@geologipiemonte.it

dott. Geol. Mauro CASTELLETTO



Data	Rev.	Fase	Codice
			0120
15-01-2020	0	Rapporto - Prima emissione	

INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. UBICAZIONE DELL'AREA.....	2
3. OPERE IN PROGETTO.....	3
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	3
5. ANALISI DEGLI STRUMENTI URBANISTICI GEOLOGICI VIGENTI.....	5
6. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO.....	6
6.1. Geomorfologia.....	6
6.2. Assetto litostratigrafico locale.....	7
6.2.1. Sondaggio a carotaggio continuo.....	8
6.2.2. Prove penetrometriche dinamiche (D.P.S.H.).....	8
6.2.3. Pozzetti geognostici.....	9
6.3. Idrogeologia locale.....	11
6.4. Pericolosità geomorfologica.....	11
6.5. Pericolosità sismica.....	13
6.6. Suscettibilità alla liquefazione.....	17
7. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL TERRENO.....	18
7.1. Parametri geotecnici.....	18
7.2. Coefficiente di reazione del terreno k_s	21
8. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	23

ALLEGATI

- **Elaborato delle indagini geognostiche e geotecniche eseguite**

1. PREMESSA

La presente relazione è stata redatta ai sensi del D.M. 17/01/2018: “Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni” e della Circolare C.S.LL.PP. N°7 del 21/01/2019 “Istruzioni per l’applicazione dell’”Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 17 gennaio 2018”, secondo cui le scelte progettuali devono tener conto delle prestazioni attese alle opere, dei caratteri geologici del sito, della caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e delle condizioni ambientali.

Scopo della seguente indagine è quello di redigere uno studio rivolto alla caratterizzazione e alla modellazione geologica col fine di determinare le principali caratteristiche geomorfologiche, geologiche e di pericolosità geologica del sito e di verificare la compatibilità dell'intervento in funzione dell'equilibrio idrogeologico dell'area circostante.

Si è proceduto mediante:

- raccolta ed organizzazione dei dati geologici esistenti;
- indagini in sito mediante n°1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo, n°4 prove penetrometriche dinamiche (DPSH); n°1 indagine geofisica di tipo MASW e n°4 pozzetti geognostici esplorativi al fine di verificare l'assetto litostratigrafico e le principali caratteristiche meccaniche del materiale costituente l'immediato sottosuolo del sito interessato dalle opere in progetto.

2. UBICAZIONE DELL'AREA

L’area interessata dalle opere in progetto è ubicata nel settore settentrionale del concentrico principale dell’abitato di Gassino T.se, presso l’area del vecchio campo sportivo di Regione Fiore situato in vicinanza della sponda destra del Canale Cimena, ad una quota di circa 204 m slm (Figura 1 e Figura 2).



Figura 1: foto aerea con localizzazione dell’area oggetto di indagine

Rel. 0120

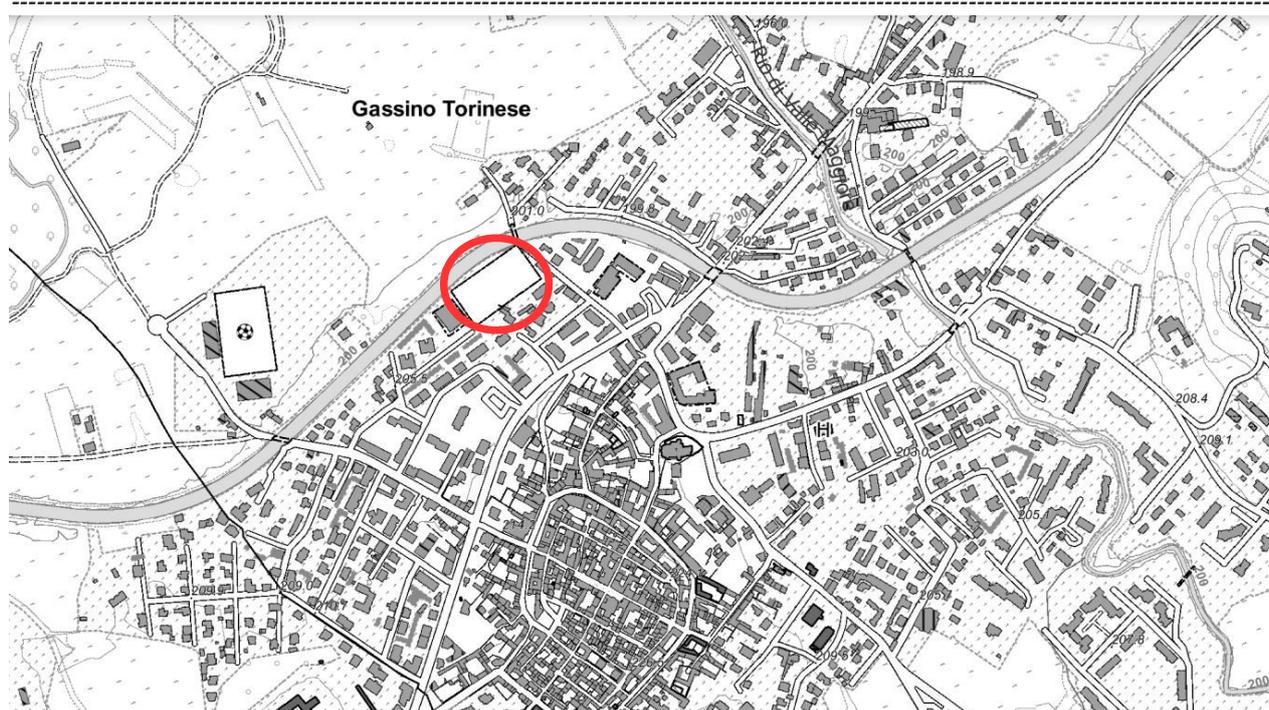


Figura 2: stralcio Carta Tecnica BDTRE della Regione Piemonte con indicazione dell'area oggetto d'indagine

3. OPERE IN PROGETTO

Le opere in progetto consistono, come riportato negli elaborati progettuali, nella nuova realizzazione di una scuola elementare dotata di n°15 sezioni conformi alla normativa (D.M. 18/12/1975), con la conseguente riqualificazione dell'isolato e delle aree limitrofe tramite il prolungamento dell'attuale via Po, attualmente via privata e pertinenziale della scuola MK Gandhi, implementando quindi la viabilità esistente e la fruibilità veicolare dell'intera area.

Il progetto prevede la realizzazione di un polo scolastico caratterizzato dalla forte penetrazione del verde al suo interno. Si tratta infatti di edifici scolastici concepiti in ogni sua parte in maniera contemporanea ed ecosostenibile, con attenzione ai materiali e ad una giusta esposizione solare.

Il sito di progetto è attualmente suddiviso in due aree, di cui una ospita la scuola esistente e l'altra un'area verde a destinazione sportiva. Il progetto prevede l'utilizzo dell'attuale scuola fino alla completa realizzazione del nuovo edificio, evitando in questo modo possibili disagi agli alunni ed alla didattica. Successivamente allo spostamento degli studenti nel nuovo complesso l'area su cui sorge la scuola MK Gandhi sarà destinata alle attività sportive tramite la demolizione del vecchio fabbricato e la realizzazione di campi sportivi scolastici. Il nuovo complesso consentirà la completa fruizione di un'area ad oggi scarsamente utilizzata, nonostante la posizione strategica e la vicinanza con il Canale Cimena diverrà un elemento catalizzatore per il comune di Gassino e le aree limitrofe capace di ospitare fino a 405 alunni oltre al corpo insegnati ed addetti.

Per la realizzazione delle opere sono previsti degli scavi del terreno per la realizzazione delle opere fondazionali della nuova struttura prevista.

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Dal punto di vista geomorfologico, l'area oggetto dell'intervento è ubicata nel settore di pianura del Comune di Gassino posto tra la Strada Provinciale S.P. n°590 a Sud e l'alveo del Fiume Po a Nord, ovvero nel settore di pianura laterale all'alveo del Po in destra orografica.

Rel. 0120

Dal punto di vista geologico-strutturale l'area in esame è posta in corrispondenza dei depositi di età olocenica definiti nella recente Carta Geologica d'Italia, Foglio n°156 -Torino Est alla scala 1:50.000 (Figura 3), come "Subsistema di Ghiaia Grande" (CSN_{3b}) caratterizzato nella zona di pianura da ghiaie grossolane e ghiaie sabbiose inalterate o poco alterate (2,5 Y – 10 YR) con locali intercalazioni sabbiose, coperte in modo generalizzato da una coltre di spessore da decimetrico a metrico di sabbie e sabbie limose inalterate (2,5Y). Nella zona collinare o pedecollinare a ridosso della pianura nel subsistema prevalgono i depositi limosi e sabbioso-limosi poco alterati (2,5 Y) con intercalazioni ghiaiose (depositi fluviali).



SUCCESSIONE QUATERNARIA

UNITA' NON DISTINTE IN BASE AL BACINO DI PERTINENZA

	<p>Unità ubiquitarie in formazione Silt argillosi di spessore metrico legati alla rielaborazione di depositi fluviali sensibilmente alterati e distribuiti lungo i versanti delle attuali incisioni vallive (depositi colluviali) (UID_{b2}). Depositi eterometrici a matrice siltoso-sabbiosa e siltoso-argillosa, talvolta inglobanti elementi di substrato di grandi dimensioni, costituenti accumuli con estensione e spessore variabili (depositi di frana) (UID_{a1}). Accumuli di origine antropica (UID_n). PLEISTOCENE SUP. - ATTUALE</p>
	<p>Unità ubiquitarie completamente formate Silt sabbiosi omogenei privi di stratificazione con spessore di 3-5 m debolmente alterati (10YR) distribuiti sulla sommità delle dorsali collinari (loess eolico); sabbie fini omogenee localmente con un accenno di stratificazione incrociata concava e debolmente alterate (10YR), con spessore di alcuni metri distribuite al margine meridionale del rilievo collinare (sabbie eoliche) (UIN₄). PLEISTOCENE SUP. - OLOCENE</p>
SINTEMA DI PALAZZOLO	
	<p>Subsistema di Ghiaia Grande Ghiaie e ghiaie-sabbiose inalterate o poco alterate (2,5Y - 10YR) con locali intercalazioni sabbiose, coperte in modo generalizzato da una coltre di spessore decimetrico o metrico di sabbie e sabbie siltose inalterate (2,5Y). Nell'area collinare depositi siltosi e sabbioso-siltosi poco alterati (2,5Y) con intercalazioni ghiaiose (depositi fluviali) (CSN_{3b}). OLOCENE - ATTUALE</p>
	<p>Subsistema di Crescentino Ghiaie e ghiaie-sabbiose debolmente alterate (7,5-10YR) con locali intercalazioni sabbiose a laminazione piano-parallela e incrociata, coperti in modo generalizzato da una coltre di spessore decimetrico o metrico di sabbie e sabbie siltose a stratificazione incrociata debolmente o poco alterate (2,5Y - 10YR). Localmente le ghiaie contengono tronchi fluitati e lenti ricche in sostanza organica. Costituiscono ampie superfici terrazzate sospese di alcuni metri sui fondovalle attuali. Nell'area collinare silt e silt sabbiosi privi di stratificazione e debolmente alterati (7,5-10YR) (depositi fluviali) (CSN_{2b}). PLEISTOCENE SUP. - OLOCENE</p>

Figura 3: stralcio e legenda della Carta Geologica d'Italia, alla scala 1:50.000, Foglio n°156 – Torino Est.

Rel. 0120

Questi depositi costituiscono gran parte dell'attuale fascia di divagazione del Fiume Po, con larghezze comprese da alcune centinaia di metri a 3.5 km. La superficie sommitale di questa unità è sospesa di pochi metri sull'alveo attuale del Fiume Po. I depositi sono separati dalle unità più antiche da una scarpata con altezza variabile di 2,5 m in sinistra orografica a di 5-10 m in destra. La superficie di appoggio basale di questa unità non è visibile e non sempre i dati di sottosuolo consentono di ricostruirne con precisione l'andamento. Dai dati di sottosuolo disponibili l'unità risulta poggiare direttamente sul substrato paleogenico-neogenico o sui sedimenti limoso-argillosi in "facies villafranchiana" tramite una netta superficie erosiva. Localmente risulta invece modellata su depositi fluviali più antichi. Lo spessore complessivo di questa unità è di circa 5-20 metri.

Sulla base del modesto grado di alterazione pedogenetica, della posizione stratigrafica e dell'espressione morfologica, i depositi di questa unità sono riferibili a un intervallo cronologico compreso tra l'Olocene e l'Attuale.

5. ANALISI DEGLI STRUMENTI URBANISTICI GEOLOGICI VIGENTI

Negli elaborati predisposti per lo studio geologico del P.R.G.C. ed in particolare nell'Elaborato 07.01 dal titolo "Sovrapposizione della Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica alla tavola Urbanistica U3a" (Marzo 2004), redatta dal dott. Andrea Morelli di Popolo e Ticineto, e nella Tavola 2.1 H "Assetto generale del piano con sovrapposizione della Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'utilizzazione urbanistica" alla scala 1:5.000 (aggiornamento Giugno 2008) della "Variante al PRG 2008 – Progetto definitivo", l'area interessata dalla nuova strada di accesso all'ex-depuratore SMAT ricade prevalentemente all'interno della Classe I (che caratterizza i settori di territorio privi di limitazioni urbanistiche) della classificazione dell'idoneità urbanistica, come riportato nello stralcio di Figura 4.

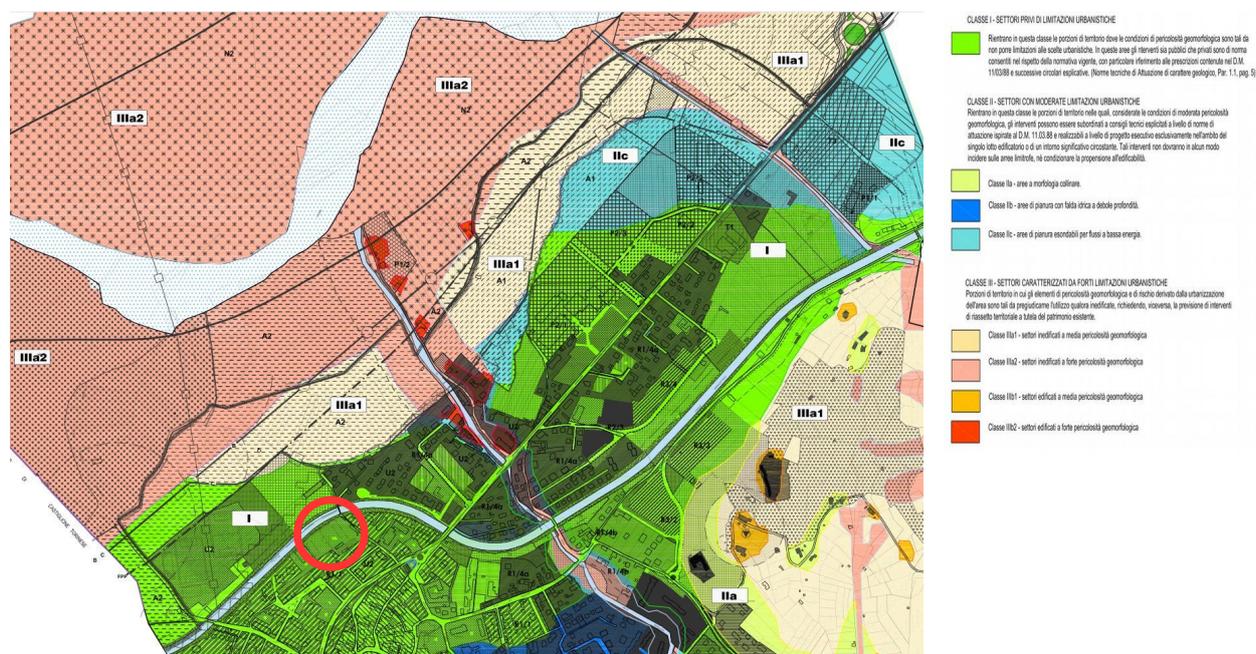


Figura 4: stralcio planimetrico della Tavola 2.1 H "Assetto generale del piano con sovrapposizione della Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'utilizzazione urbanistica" (aggiornamento Giugno 2008) della "Variante al PRG 2008 – Progetto definitivo" del Comune di Gassino Torinese

La "Classe I" comprende: "le aree porzioni di territorio dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni alle scelte urbanistiche. In queste aree gli interventi sia pubblici che

Rel. 0120

privati sono di norma consentiti nel rispetto della normativa vigente, con particolare riferimento alle prescrizioni contenute nel D.M. 11/03/88 e successive circolari esplicative” (vedasi Par. 1.1. Pag. 5 delle Norme Tecniche di Attuazione di carattere geologico, redatte da dott. Geol. Andrea Morelli di Popolo e Ticineto - Aggiornamento marzo 2004).

6. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

Nei paragrafi seguenti saranno brevemente illustrate le principali caratteristiche geomorfologiche, litostratigrafiche, idrogeologiche e di pericolosità del sito interessato dalle opere in progetto.

6.1. Geomorfologia

L’area oggetto d’indagine è ubicata nel settore di pianura del Comune di Gassino compreso tra la S.P. n°590 a Sud ed l’alveo del Fiume Po a Nord, ovvero nel settore di pianura laterale all’alveo del Po in sponda destra.

Si tratta di una fascia sub-pianeggiante costituita dai depositi fluviali del Fiume Po, durante le numerose divagazioni del corso d’acqua nel tempo e attualmente utilizzata in prevalenza come area di tipo agricolo. Tale settore pianeggiante è riferibile al sistema di terrazzi fluviali della pianura del Fiume Po ed è formato dall’incastro di terrazzi morfologici di età decrescente, rispettivamente da ripiani maggiormente elevati a ripiani posti a quote inferiori, tutti geneticamente collegati all’alternanza di periodi di erosione e di deposito da parte del Fiume Po e dei suoi affluenti minori laterali.

In particolare, l’area oggetto di indagine è situato nel tratto di pianura fluviale che fiancheggia la sponda destra del Fiume Po ed in particolare a Sud del Canale Cimena, ovvero a monte dell’evidente orlo di terrazzo (di altezza superiore ai 3 metri) che separa la parte bassa della pianura fluviale, caratterizzata da numero si terrazzamenti minori in corrispondenza dei quali risultano evidenti i segni di esondazione nel tempo del Fiume Po, e la parte alta della pianura su cui insiste buona parte dell’abitato principale di Gassino Torinese ed il sito oggetto di indagine, come evidenziato dalla “Carta Geomorfologica e dei dissesti” (Maggio 2003) predisposta per lo Studio Geologico del territorio comunale allegato al P.R.G.C., di cui uno stralcio è riportato in Figura 5.

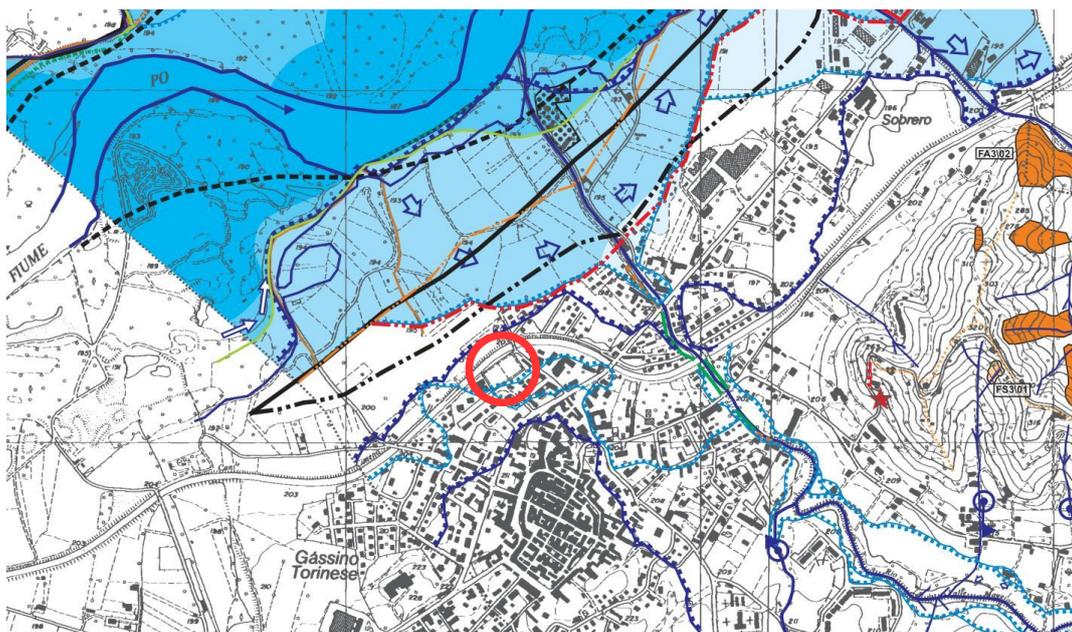


Figura 5: stralcio della “Carta Geomorfologica e dei dissesti” (Maggio 2003) predisposta per lo Studio Geologico del territorio comunale allegato al P.R.G.C. del Comune di Gassino Torinese

La rete idrografia principale dell'area oggetto d'indagine è rappresentata dal Fiume Po, dal Canale Cimena e dal Rio di Valle Maggiore. L'alveo naturale del Fiume Po è situato ad una distanza di circa 650 metri a Nord dal sito in esame mentre il Canale Cimena è situato a pochi metri dal lato settentrionale dell'area. Il Rio di valle Maggiore, ad Est dell'area è situato ad una distanza di circa 400, ma non risulta interferire con le problematiche geomorfologiche ed idrauliche dell'area.

Il settore di pianura, ad esclusione dei salti morfologici precedentemente indicati, presenta una morfologia sub-pianeggiante caratterizzata da bassissime pendenze (circa 1%) verso Nord.

6.2. Assetto litostratigrafico locale

Al fine di caratterizzare l'area interessata dalla costruzione della nuova scuola primaria in progetto sono state effettuate delle indagini di carattere geognostico. In particolare, come indicato nella planimetria di Figura 6, nel mese di novembre 2019 sono state eseguite le seguenti indagini:

- n°1 sondaggio a carotaggio continuo, spinto alla profondità di 10 metri dal piano campagna;
- n°4 prove penetrometriche dinamiche con penetrometro super pesante (D.P.S.H.), spinte fino a rifiuto alla penetrazione o alla profondità massima di 10,20 m dalla quota di piano campagna;
- n°4 pozzetti geognostici superficiali;
- n°1 indagine geofisica del tipo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves).

I risultati delle indagini sono evidenziati nei seguenti capitoli.

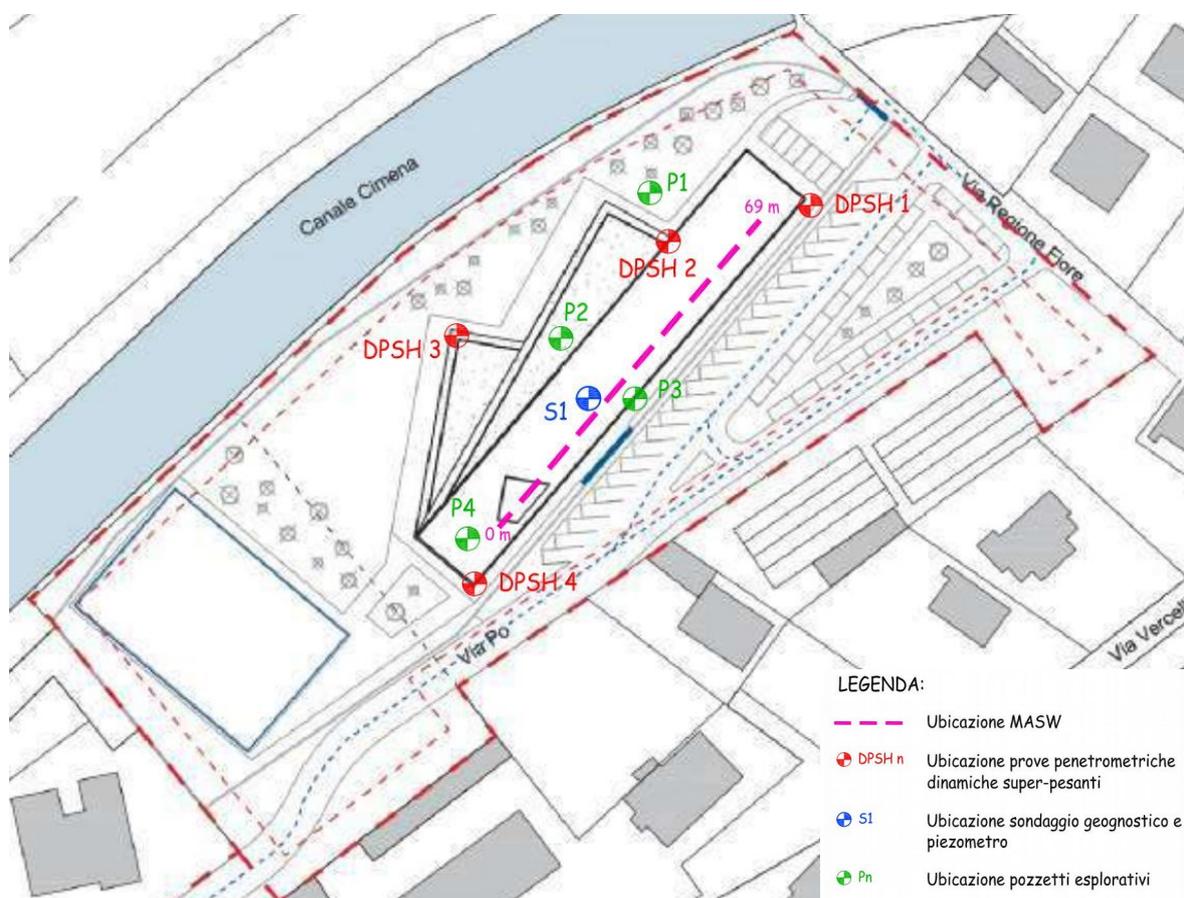


Figura 6: planimetria con ubicazione delle indagini geognostiche eseguite

6.2.1. Sondaggio a carotaggio continuo

E' stato realizzato un sondaggio (S1) a carotaggio continuo e recupero di nucleo spinto alla profondità di 10 metri dal piano campagna. Nella seguente tabella è riportata una breve e sintetica descrizione del materiale riscontrato durante la perforazione. In allegato è invece riportato il rapporto stratigrafico completo della perforazione.

Sondaggio geognostico a carotaggio continuo S1

Profondità (m)	Materiale
0.00÷0.50	<u>Terreno coltivo</u> : limi sabbiosi e limi argillosi di colore grigio-bruno, poco consistenti e addensati
0.50÷5.50	<u>Depositi limoso-argillosi ed argilloso-limosi</u> di medio-bassa consistenza (poco compatti), di colore bruno chiaro e nocciola. Presenza di subordinata frazione sabbiosa. Da 2.80 m a 3.45 m il materiale si presenta di colore bruno scuro. ($N_{SPT} = 8 \div 10$)
5.50÷5.85	<u>Depositi sabbioso-limosi</u> con subordinata frazione ghiaiosa, di colore bruno chiaro, mediamente addensati
5.85÷6.80	<u>Depositi ghiaiosi con ciottoli</u> (diam. max 5 cm), in matrice limoso-sabbiosa di colore bruno chiaro, ben addensati. ($N_{SPT} > 70$)
6.80÷10.00	<u>Depositi ghiaiosi con ciottoli</u> (diam. max = 10 cm) in abbondante matrice sabbiosa di colore grigio, ben addensati. Depositi fluviali appartenenti al "Subsistema di Ghiaia Grande", Olocene-Attuale. ($N_{SPT} = 39$)

6.2.2. Prove penetrometriche dinamiche (D.P.S.H.)

In prossimità di alcuni vertici della sagoma del fabbricato scolastico in progetto sono state realizzate n°4 prove penetrometriche dinamiche con penetrometro superpesante Pagani TG 63-100, montato su un carro cingolato.

L'attrezzatura è provvista di un apparato di infissione costituito da un maglio di 73 kg con volata di 75 cm, che la attribuisce alla categoria dei penetrometri superpesanti (DPSH), nella configurazione Meardi-AGI.

Le prove penetrometriche dinamiche eseguite hanno evidenziato quanto segue:

- nelle prove DPSH1 e DPSH2 il terreno molto compatto ($N^\circ \text{colpi}/30\text{cm} > 25$) è presente a partire da profondità di circa 4.50÷5.00 metri dal piano campagna;
- nella prova DPSH3 il terreno molto compatto ($N^\circ \text{colpi}/30\text{cm} > 25$) è presente a partire da profondità di circa 10 metri dal piano campagna;
- nella prova DPSH4 il terreno molto compatto ($N^\circ \text{colpi}/30\text{cm} > 25$) è presente a partire da profondità di circa 6 metri dal piano campagna.

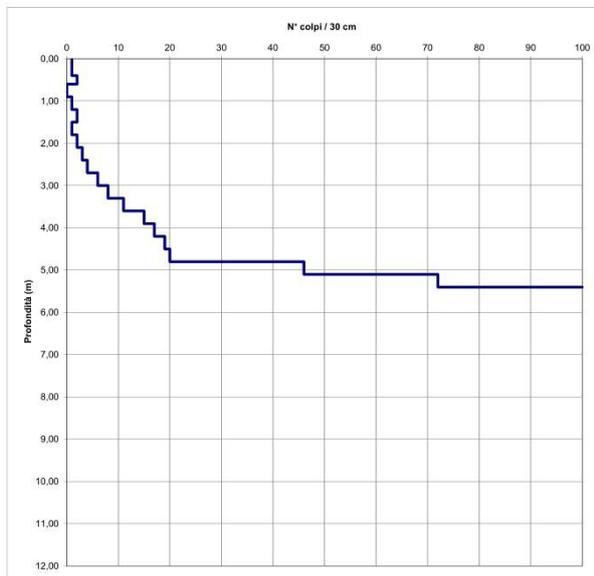
I grafici di prova di seguito riportati evidenziano quanto sopra indicato.

Committente: AMMINISTRAZIONE COMUNALE. Piazza A. Chiesa n°3 – Gassino Torinese (TO).
 Progetto: Nuova Scuola Primaria – Area Comunale Regione Fiore

Rel. 0120

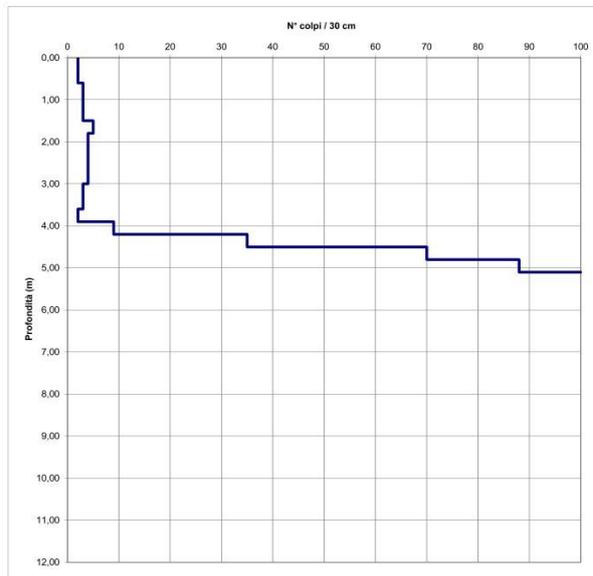
 P.A.N.G.E.A. S.r.l. <small>INDAGINI GEODINAMICHE E GEOTECNICHE, MONITORAGGI, AGROPALE E TERAPIE Via Lungo Beneditto 47 10032 BRANZIZZO (TO) Tel. 011-8178522</small>	RAPPORTO DI INDAGINI, PRELIEVO E/O PROVE IN SITO N° 19/11 DATA EMISS. RAPPORTO DI PROVA: 16/12/2019 COMMESSA: 06/19
	PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.P.S.H. DENOMINAZIONE PROVA: DPSH1 COMMITTENTE: Comune di Gassino Torinese

GRAFICO DELLA PROVA



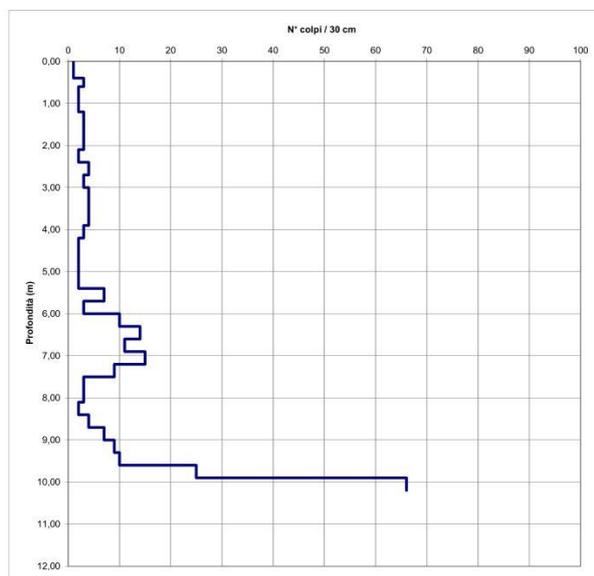
 P.A.N.G.E.A. S.r.l. <small>INDAGINI GEODINAMICHE E GEOTECNICHE, MONITORAGGI, AGROPALE E TERAPIE Via Lungo Beneditto 47 10032 BRANZIZZO (TO) Tel. 011-8178522</small>	RAPPORTO DI INDAGINI, PRELIEVO E/O PROVE IN SITO N° 19/12 DATA EMISS. RAPPORTO DI PROVA: 16/12/2019 COMMESSA: 06/19
	PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.P.S.H. DENOMINAZIONE PROVA: DPSH2 COMMITTENTE: Comune di Gassino Torinese

GRAFICO DELLA PROVA



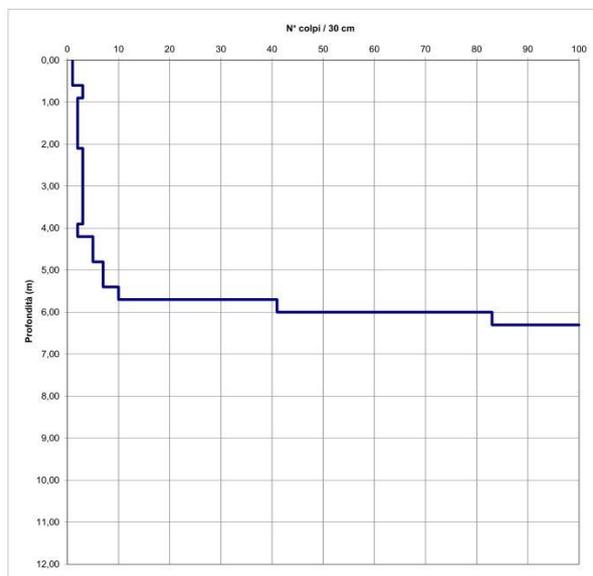
 P.A.N.G.E.A. S.r.l. <small>INDAGINI GEODINAMICHE E GEOTECNICHE, MONITORAGGI, AGROPALE E TERAPIE Via Lungo Beneditto 47 10032 BRANZIZZO (TO) Tel. 011-8178522</small>	RAPPORTO DI INDAGINI, PRELIEVO E/O PROVE IN SITO N° 19/13 DATA EMISS. RAPPORTO DI PROVA: 16/12/2019 COMMESSA: 06/19
	PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.P.S.H. DENOMINAZIONE PROVA: DPSH3 COMMITTENTE: Comune di Gassino Torinese

GRAFICO DELLA PROVA



 P.A.N.G.E.A. S.r.l. <small>INDAGINI GEODINAMICHE E GEOTECNICHE, MONITORAGGI, AGROPALE E TERAPIE Via Lungo Beneditto 47 10032 BRANZIZZO (TO) Tel. 011-8178522</small>	RAPPORTO DI INDAGINI, PRELIEVO E/O PROVE IN SITO N° 19/14 DATA EMISS. RAPPORTO DI PROVA: 16/12/2019 COMMESSA: 06/19
	PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.P.S.H. DENOMINAZIONE PROVA: DPSH4 COMMITTENTE: Comune di Gassino Torinese

GRAFICO DELLA PROVA



6.2.3. Pozzetti geognostici

Sono stati eseguiti anche n° 4 pozzetti geognostici superficiali per l'analisi litostratigrafica dell'immediato sottosuolo e per la raccolta dei campioni di terreno per le analisi chimiche di laboratorio delle "terre e rocce da scavo". I pozzetti geognostici, realizzati mediante escavatore meccanico, sono stati spinti ad una profondità di circa 2.40÷2.70 m dal piano campagna. Nella Figura 7 sono riportate le stratigrafie dei pozzetti realizzati con relativa foto dello scavo eseguito.

Rel. 0120

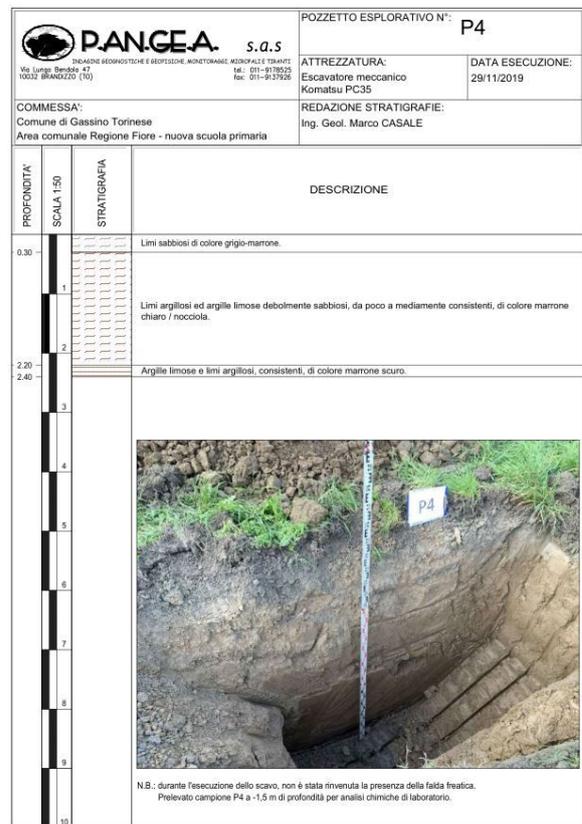
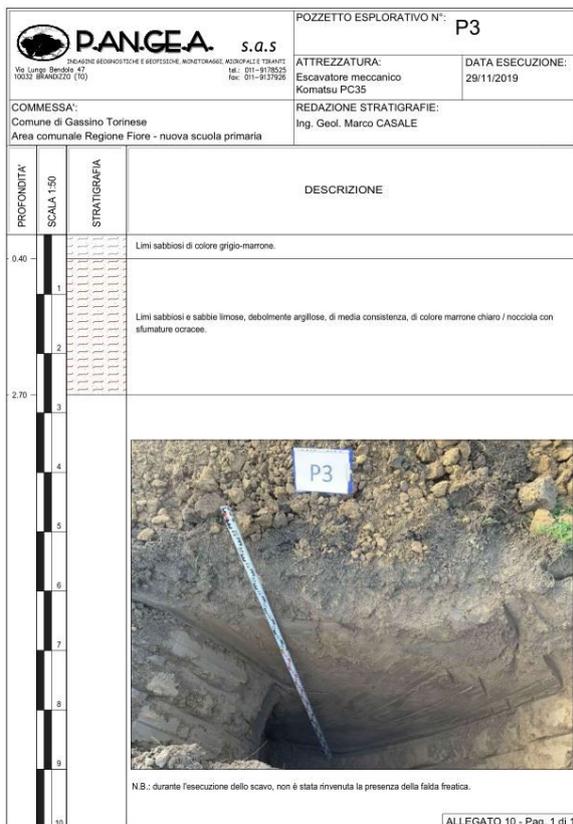
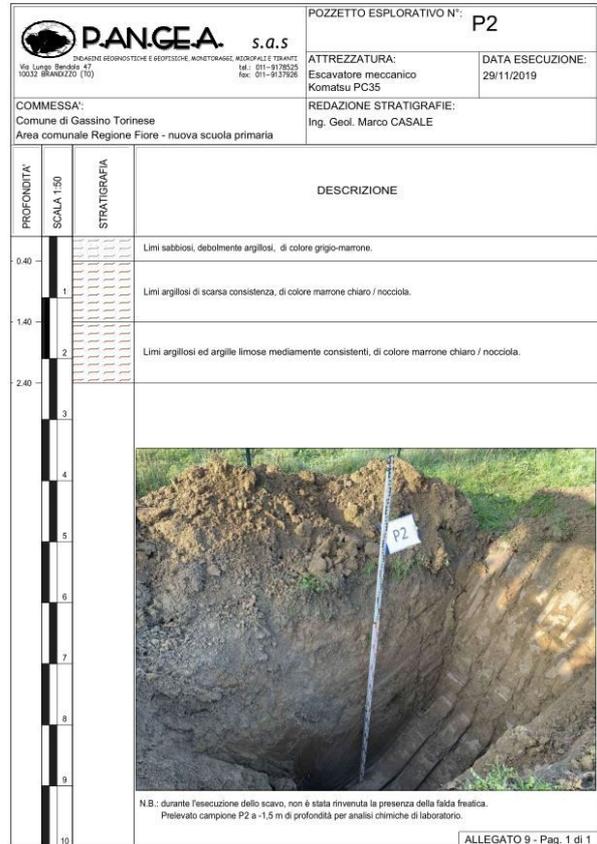
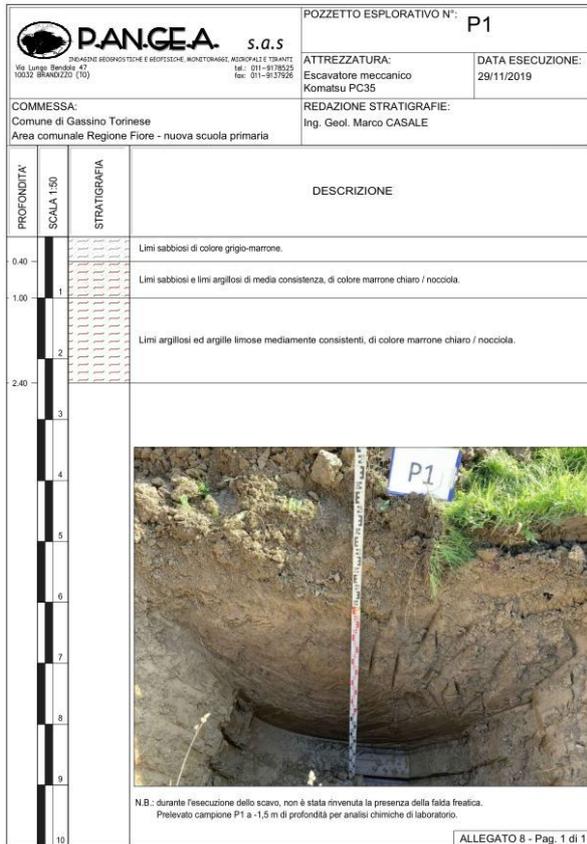


Figura 7: stratigrafia e foto dei n°4 pozzetti geognostici realizzati

Rel. 0120

Le stratigrafie dei pozzetti geognostici evidenziano che fino alla profondità di circa 2.40÷2.70 metri di profondità sono presenti:

- un livello superficiale di terreno coltivato, di spessore pari a circa 30÷40 cm, costituito da limi sabbiosi di colore grigio-bruno;
- al di sotto sono presenti depositi limoso-sabbiosi, limoso-argillosi e argilloso-limosi di colore mediamente bruno chiaro e nocciola, mediamente consistenti.

6.3. Idrogeologia locale

In corrispondenza del sondaggio geognostico S1 realizzato è stata rilevata la presenza della falda acquifera alla profondità di 9.35 m dal piano campagna (misura della falda effettuata in data 29/11/2019).

Questo dato è in accordo a i dati riportati negli elaborati di P.R.G.C., con particolare riferimento all'Elaborato n°4 "Carta piezometrica" alla scala 1:10.000 dello studio geologico del territorio comunale che evidenzia nella zona oggetto di indagine la presenza della falda ad una quota di circa 10 metri di profondità dal piano campagna.

In occasione di intensi eventi meteorici (tipo evento novembre 1994, ottobre 2000 o novembre 2016) o nei periodi di elevata piovosità tale livello può subire escursioni con risalita anche di 1÷2 metri rispetto all'attuale profondità.

Inoltre, è possibile la presenza di ridotti corpi idrici sospesi, che non formano una vera e propria falda ma che possono essere presenti all'interno dei depositi limoso sabbiosi, in corrispondenza di livelli più permeabili e a grana più grossolana.

La falda freatica presenta una direzione di scorrimento generale da Sud verso Nord, ovvero dal settore collinare in direzione dell'asta fluviale del Fiume Po, che costituisce l'elemento drenante principale della pianura presente a Nord dell'abitato di Gassino Torinese.

I depositi più superficiali limoso-sabbiosi e limoso-argillosi che caratterizzano gli orizzonti più superficiali dell'immediato sottosuolo sono caratterizzati da una permeabilità primaria per porosità medio bassa ($K = 10^{-5} \div 10^{-7}$ m/sec) mentre i sottostanti depositi ghiaioso-sabbiosi con ciottoli sono caratterizzati da una permeabilità primaria per porosità mediamente alta ($K = 10^{-2} \div 10^{-4}$ m/sec), che può diminuire o aumentare a seconda che siano presenti maggiori o minori quantità di materiale fine.

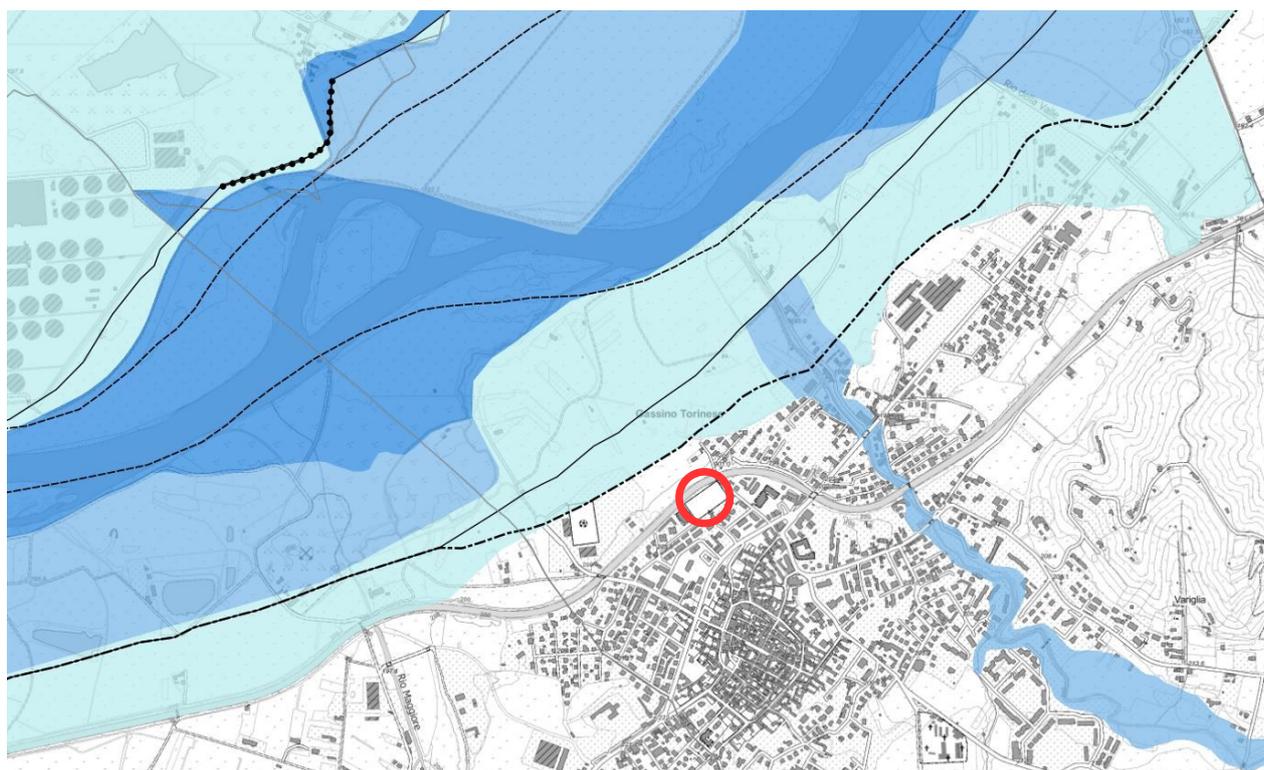
6.4. Pericolosità geomorfologica

In questo capitolo vengono espresse alcune considerazioni sul grado di pericolosità geomorfologica del sito.

Negli elaborati predisposti per lo studio geologico del P.R.G.C. ed in particolare nell'Elaborato 07.01 dal titolo "Sovrapposizione della Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica alla tavola Urbanistica U3a" (Marzo 2004), redatta dal dott. Andrea Morelli di Popolo e Ticineto l'area oggetto d'indagine ricade in prevalenza all'interno della "Classe I" (che caratterizza i settori di territorio privi di limitazioni urbanistiche) in quanto soggetti a bassa pericolosità geomorfologica.

Tale situazione di bassa pericolosità è stata confermata anche dalla più recente cartografia delle aree di pericolosità del PGRA (Piano di Gestione dei rischi di alluvione, 2015) adottato da parte del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po con deliberazione n°2 del 03/03/2016, dove l'area oggetto di indagine ricade all'esterno degli scenari di alluvione, come indicato nello stralcio di Figura 8.

L'area inoltre ricade all'esterno delle Fascia C delle fasce fluviali del P.A.I. dell'Autorità di Bacino del Fiume Po.



SCENARI DI ALLUVIONE

- Probabilità di alluvioni elevata (tr. 20/50) (H-Frequente)
- Probabilità di alluvioni media (tr. 100/200) (M-Poco frequente)
- Probabilità di alluvioni scarsa (tr. 500) (L-Rara)
- Limiti comunali

Figura 8: stralcio “Carta della pericolosità d’alluvione del Piano di Gestione dei rischi d’alluvione” (PGRA, marzo 2016)

Inoltre, dalle indagini eseguite non risulta che il sito oggetto d’indagine sia stato interessato da fenomeni di allagamento o di esondazione da parte del corso d’acqua principale (Fiume Po) e secondari (Rio di Valle Maggiore) durante gli eventi alluvionali del novembre 1994, dell’ottobre 2000 e del novembre 2016, che risultano gli eventi più gravosi che hanno interessato il territorio regionale e comunale in epoca recente, e da eventi alluvionali di elevata intensità pluviometrica a livello locale.

Le testimonianze fornite dall’Amministrazione Comunale, confermate dai dati reperibili nel sito web dell’ARPA Piemonte inerenti gli eventi alluvionali del novembre 1994, che risulterebbe il più gravoso (Figura 9), dell’ottobre 2000 e del novembre 2016 evidenziano che le acque di esondazione del Fiume Po non sono mai arrivate a lambire il Canale Cimena nel territorio di Gassino Torinese, rimanendo sempre all’interno del terrazzamento inferiore posto a valle della scarpata.

Rel. 0120

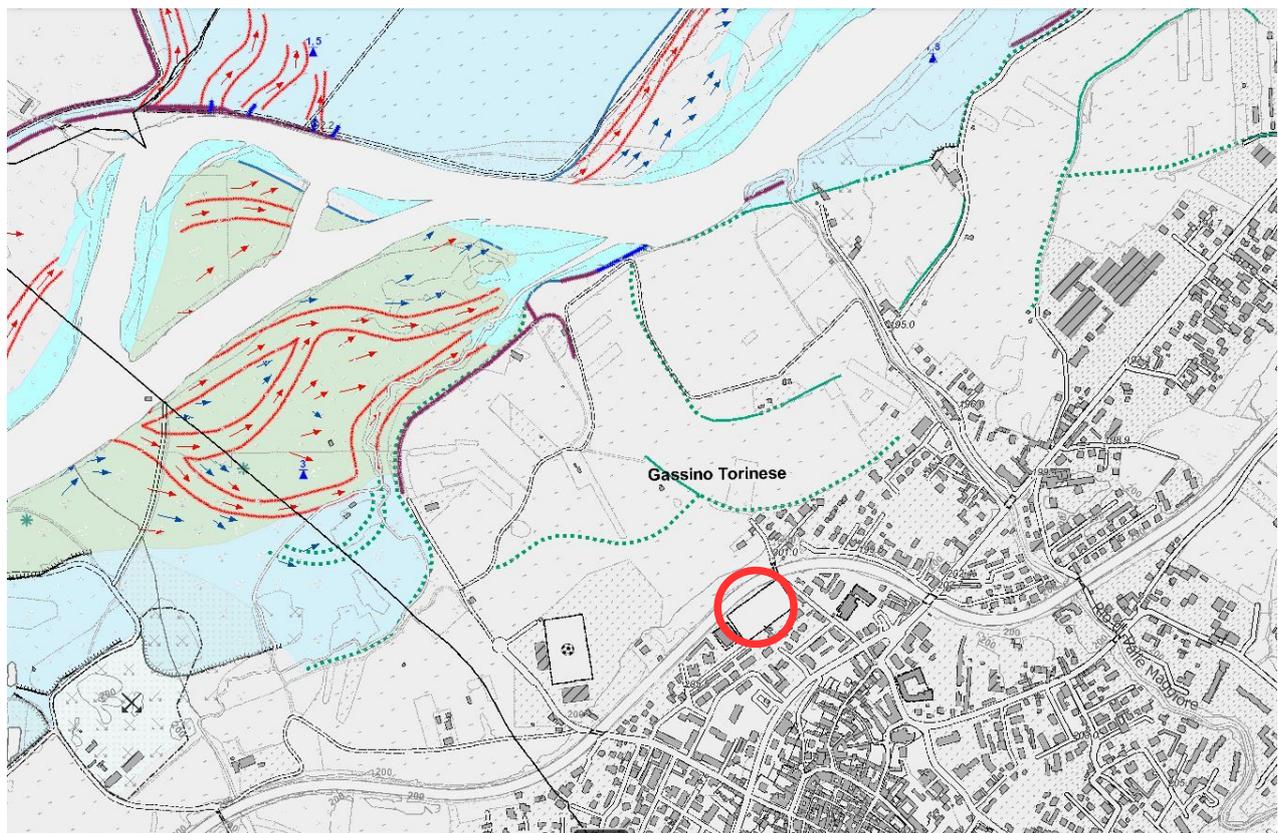


Figura 9: stralcio cartografico dell'evento alluvionale del novembre 1994 (da sito web dell'ARPA Piemonte)

6.5. Pericolosità sismica

Come definito nel testo unico allegato al D.M. del 17/01/2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni" (Capitolo 3.2 Azione Sismica), "le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione e sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa ag".

In relazione all'aggiornamento generale apportato dall'Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri OPCM n°3274 del 20/03/2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" recepita dalla Regione Piemonte con D.G.R. n°61-11017 del 17/11/2003 "Deliberazione della Giunta della Regione Piemonte in merito alla riclassificazione a rischio sismico del territorio regionale", con D.G.R. n°11-13058 del 19/01/2010 "Aggiornamento e adeguamento dell'elenco delle zone sismiche (OPCM n°3274/2003 e OPCM n°3519/2006)" e con D.G.R. n°7-3340 del 03/02/2012 "Modifiche ed integrazioni alle procedure di controllo e gestione delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico approvate con D.G.R. N°4-3084 del 12/12/2011", il **Comune di Gassino Torinese (TO)** ricade all'interno della **Zona 4** nelle tabelle della zonazione sismica, cui corrisponde nell'Allegato 2 "Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici" dell'OPCM n°3274, un valore del parametro a_g = accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A) pari a $0,05g$ (m/s^2), come riportato nella seguente tabella:

Rel. 0120

Zona	Valore di a_g
1	0,35 g
2	0,25 g
3	0,15 g
4	0,05 g

La normativa vigente, riprende i principi della classificazione sismica dei suoli dell'OPCM n°3274 e successive modifiche, ed individua come parametro di riferimento per la classificazione la velocità media di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità dal piano campagna ($V_{s,30}$). Il parametro di riferimento viene calcolato con la seguente formula:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

nella quale:

h_i spessore dell'i-esimo strato;

$V_{s,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N numero di strati;

H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

I valori di V_s sono ottenuti mediante specifiche prove (indagini geofisiche) oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

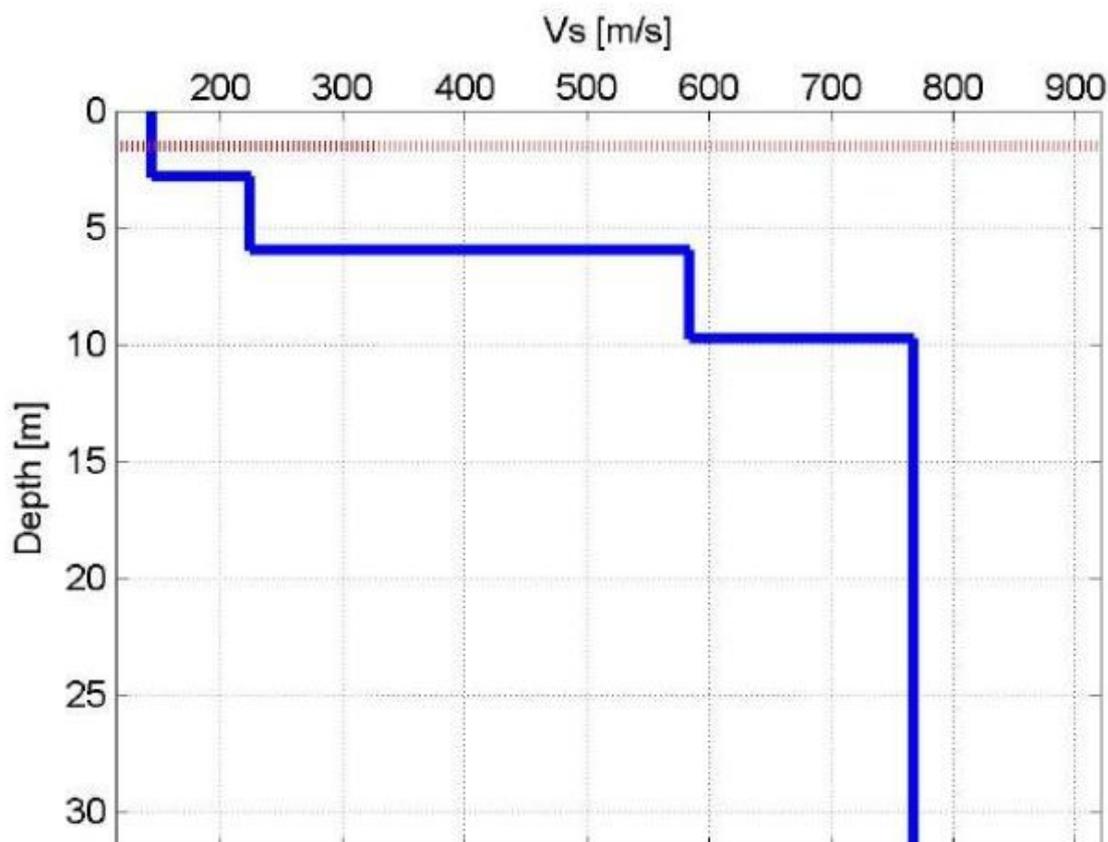
Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite nella seguente tabella (D.M. 17/01/2018, Tabella 3.2.II).

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

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	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.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositati 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.
D	Depositati 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.
E	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.

Rel. 0120

Per la definizione della categoria di sottosuolo sono stati utilizzati i dati provenienti da un'indagine sismica del tipo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves), che è una tecnica di indagine non invasiva che consente la definizione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori posti sulla superficie del suolo, realizzata all'interno del sito oggetto di indagine (vedi Figura 6). I dati provenienti dall'indagine, il cui profilo delle velocità delle "onde S" è riepilogato in Figura 10, evidenziano una velocità V_{S30} di 516 m/s per cui è possibile classificare il sito in esame, in prima approssimazione, come suolo di **categoria B**.



Strato (numero)	Velocità (m/s)	Spessore (m)	Profondità da p.c. (m)
1	144	2.8	0 - 2.8
2	224	3.2	2.8 - 6.0
3	584	3.7	6.0 - 9.7
4	767		da 9.7

Figura 10: profilo delle velocità delle "onde S", in rapporto alla profondità, lungo lo stendimento MASW effettuato nel novembre 2019

Sulla base della classificazione sismica ottenuta e delle coordinate geografiche del sito in esame nonché delle caratteristiche topografiche, ed altri parametri relativi alla nuova costruzione in oggetto, è possibile definire gli spettri di risposta in accelerazione per ogni stato limite (di esercizio e ultimo) considerato. In funzione dello spettro di risposta sarà quindi possibile determinare l'azione sismica, ai sensi del D.M. 17/01/2018.

Rel. 0120

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione che costituisce l’elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. (§ 3.2 NTC-18).

Individuata la categoria del sottosuolo, si procede alla valutazione delle condizioni topografiche al fine di valutare l’amplificazione sismica locale (tabella seguente).

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 $i > 30^\circ$

Il sito in esame appartiene alla categoria T1.

E’ necessario inoltre, al fine di valutare gli spettri di risposta per i diversi stati limite, fare alcune considerazioni di carattere generale sull’opera che si va a realizzare.

In primo luogo deve essere definita la vita nominale della struttura V_N : “La vita nominale di un’opera strutturale V_N è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l’opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali. I valori minimi di V_N da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tab. 2.4.I (§ 2.4.1 NTC-2018)”.

Si riporta di seguito la tabella utilizzata per la definizione di V_N .

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

L’opera in progetto ricade nella seconda categoria, pertanto si considera una vita nominale pari a 100 anni.

Per valutare il periodo di riferimento per l’azione sismica è necessario definire il coefficiente d’uso funzione della classe di uso della struttura in progetto (§ 2.4.3 NTC-18).

CLASSE D’USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

La struttura ricadrebbe in Classe d’uso IV a cui corrisponde un coefficiente d’uso $C_U=2$.

In relazione alle considerazioni fino ad ora esplicitate, è possibile calcolare gli spettri di risposta partendo dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

a_g = accelerazione orizzontale massima al sito;

F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_c = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Tali parametri sono forniti per una serie di punti sul territorio, e possono essere opportunamente interpolati. A tal proposito è stato utilizzato il supporto informatico denominato “Geostru PS” della Geostru Software che permette un calcolo agevole dei parametri a_g , F_0 , T_c e degli stessi spettri di risposta.

Rel. 0120

Si riportano di seguito i parametri di progetto relativi all'azione sismica per i diversi stati limite, inerenti il sito indagato ubicato nel Comune di **Gassino Torinese (TO)**:

Indirizzo
 Comune di Gassino Torinese (TO) - Regione Fiore

WGS84: Lat 45.131033 - Lng 7.822712

ED50: Lat 45.131989 - Lng 7.823796

Stati limite

Classe Edificio: IV. Funzioni pubbliche o strategiche importanti...

Vita Nominale: 100

Interpolazione: Media ponderata

CU = 2

Stato Limite	Tr [anni]	a _g [g]	F _o	T _c [s]
Operatività (SLO)	120	0.031	2.675	0.219
Danno (SLD)	201	0.036	2.688	0.238
Salvaguardia vita (SLV)	1898	0.060	2.837	0.304
Prevenzione collasso (SLC)	2475	0.063	2.867	0.308
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	200			

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: B

Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,20
CC Coeff. funz categoria	1,49	1,47	1,40	1,39
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	0.008	0.009	0.014	0.015
kv	0.004	0.004	0.007	0.008
Amax [m/s ²]	0.369	0.424	0.705	0.742
Beta	0.200	0.200	0.200	0.200

6.6. Suscettibilità alla liquefazione

Per liquefazione si intende un processo di accumulo della pressione del fluido interstiziale che in un terreno saturo non coesivo (sabbia, ghiaia, limo non plastico) causa la diminuzione della resistenza e/o rigidità a taglio a seguito della presenza di carichi superficiali o dello scuotimento del suolo (terremoti), potendo dar luogo a deformazioni permanenti significative. La liquefazione consiste quindi in una diminuzione della resistenza del terreno, a seguito del raggiungimento della condizione di fluidità. La perdita totale della resistenza viene raggiunta quando la pressione dell'acqua che riempie gli interstizi arriva a uguagliare la pressione di confinamento, rendendo nulle le tensioni efficaci trasmesse attraverso le particelle solide. Una volta che si è innescato il processo di liquefazione, la massa del suolo resta in movimento fino a che non raggiunge una nuova condizione di stabilità.

C'è da dire, inoltre, che tale fenomeno può manifestarsi in vari modi, principalmente:

- diffusione;
- scorrimento fluido;
- perdita di portanza.

La diffusione la si ha quando uno strato superficiale comincia a muoversi su quello sottostante a causa della liquefazione di quest'ultimo.

Lo scorrimento fluido lo si ha quando porzioni di terreno vengono letteralmente trasportati dalla massa liquefatta in movimento. E' un fenomeno che può verificarsi sovente in terreni costituiti da sabbie sciolte e, ovviamente, in siti sottofalda e sottomarini. Per quanto pericoloso, lo scorrimento fluido è un

Rel. 0120

fenomeno meno devastante del precedente, dato che le forze impresse dal flusso sono minori di quelle che competono al terreno soggetto a diffusione.

La perdita di capacità portante è dovuta alla perdita di resistenza a taglio del terreno, la quale conduce a grandi deformazioni superficiali.

Sono suscettibili alla liquefazione:

- i suoli non coesivi e saturi (sabbie e limi, occasionalmente ghiaie) con contenuto di fini plastici relativamente basso (meno del 15%);
- i suoli costituiti da particelle relativamente uniformi (predomina una dimensione delle particelle);
- i depositi sabbiosi recenti (età Olocenica).

Il sito oggetto d'indagine per le caratteristiche litologiche, idrogeologiche e geotecniche non è soggetto a fenomeni di liquefazione e pertanto è possibile omettere il calcolo per la valutazione del potenziale di liquefazione.

7. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL TERRENO

La caratterizzazione geomeccanica dei terreni è stata eseguita al fine di fornire dei parametri dei terreni per i calcoli geotecnici e per le verifiche strutturali delle opere oggetto di indagine.

7.1. Parametri geotecnici

I principali parametri utilizzati per caratterizzare i materiali presenti nell'immediato sottosuolo dell'area oggetto d'indagine ed interessati dalle opere fondazionali delle opere in oggetto, sono stati stimati (stima cautelativa del valore del parametro appropriato) sulla base dei dati provenienti dalle prove SPT (Standard Penetration Test) eseguite all'interno del sondaggio S1 realizzato nel mese di novembre 2019, all'interno dell'area oggetto di indagine.

Nella seguente tabella sono stati schematizzati i livelli litostratigrafici riscontrati durante la perforazione del sondaggio S1 e i relativi valori (numero di colpi) inerenti le prove SPT eseguite all'interno del foro.

Campagna di indagini del 2019

Sondaggio S1

Profondità (m)	Materiale	PROVA SPT		
		quota (m)	N	N _{SPT}
0.00÷0.50	Terreno coltivo			
0.50÷5.50	Depositati limoso-argillosi ed argilloso-limosi	2.00	2-4-6	10
		4.00	2-3-5	8
5.50÷5.85	Depositati sabbioso-limosi			
5.85÷6.80	Depositati ghiaiosi con ciottoli (diam. max 5 cm)	6.00	23-40-RIF	>90
6.80÷10.00	Depositati ghiaiosi con ciottoli (diam. max = 10 cm)	8.00	16-19-20	39

L'analisi dei dati indicati nella precedente tabella evidenziano che i depositi superficiali (fino alla profondità di circa 5.85 metri) di tipo limoso-argillosi, argilloso limosi e sabbioso limosi sono caratterizzati mediamente da scadenti parametri geotecnici (con valori di N_{SPT} = 8÷10) mentre i depositi ghiaioso sabbiosi presenti a profondità superiori (a partire da circa 6 metri dal piano campagna) sono caratterizzati da un buono ad ottimo grado di addensamento e compattazione come testimoniato dai valori di N_{SPT}

Rel. 0120

riscontati (variabili da $N_{SPT} > 90$ a circa 6 metri di profondità a $N_{SPT} = 39$ a circa 8 metri di profondità).

Al fine di caratterizzare dal punto di vista geotecnico i terreni sulla base delle prove penetrometriche dinamiche DPSH con penetrometro pesante Meardi-AGI occorre risalire da N_{30DPSH} a N_{SPT} ed utilizzare poi le correlazioni messe a punto per questo tipo di prova. Per la corrispondenza tra N_{30DPSH} (colpi per 30 cm di penetrazione) e N_{SPT} è stata utilizzata la correlazione fornita da A. Tisconi (1987) a seguito di indagini eseguite nei depositi fluvioglaciali dell'area Torinese (Beinasco). La relazione risulterebbe:

$$N_{30DPSH} \approx 0.6 N_{SPT}$$

I dati provenienti dalle prove penetrometriche dinamiche evidenziano quanto segue:

Prova penetrometrica dinamica DPSH1

Profondità (m)	Materiale	$N_{30DPSH} \approx 0.6 N_{SPT}$	
		Range N_{30}	Media N_{SPT}
0.00÷3.30	Depositi limoso-argillosi, argilloso-limosi e sabbioso limosi	0÷8	4,5
3.30÷4.80	Depositi ghiaioso-sabbiosi	11÷20	27,3
4.80÷5.70	Depositi ghiaiosi con ciottoli (diam. max = 10 cm)	46÷RIF	>100

Prova penetrometrica dinamica DPSH2

Profondità (m)	Materiale	$N_{30} = N_{SPT}$	
		Range N_{30}	Media N_{SPT}
0.00÷4.20	Depositi limoso-argillosi, argilloso-limosi e sabbioso limosi	2÷9	6,1
4.20÷5.40	Depositi ghiaiosi con ciottoli (diam. max = 10 cm)	35÷RIF	>100

Prova penetrometrica dinamica DPSH3

Profondità (m)	Materiale	$N_{30} = N_{SPT}$	
		Range N_{30}	Media N_{SPT}
0.00÷6.00	Depositi limoso-argillosi, argilloso-limosi e sabbioso limosi	1÷7	4,9
6.00÷7.20	Depositi ghiaioso-sabbiosi	10÷15	20,8
7.20÷9.60	Depositi sabbiosi	2÷10	9,8
9.60÷10.20	Depositi ghiaiosi con ciottoli (diam. max = 10 cm)	25÷66	75,8

Prova penetrometrica dinamica DPSH4

Profondità (m)	Materiale	$N_{30} = N_{SPT}$	
		Range N_{30}	Media N_{SPT}
0.00÷5.70	Depositi limoso-argillosi, argilloso-limosi e sabbioso limosi	1÷10	5,9
5.70÷6.60	Depositi ghiaiosi con ciottoli (diam. max = 10 cm)	41÷RIF	>100

I dati relativi alle prove SPT eseguite all'interno del sondaggio S1 permettono di stimare, mediante formule empiriche di letteratura, il valore dell'angolo di resistenza al taglio (ϕ') dal valore di N_{SPT} .

Per la valutazione di tale parametro geotecnico (ϕ') è stata utilizzata la relazione del Road Bridge Specification (Shioi & Fukuni, 1982), che risulta tra le disponibili in letteratura quella che fornisce valori più cautelativi e pertanto a favore della sicurezza:

$$\phi' = \sqrt{15 N_{SPT}} + 15$$

dove N_{SPT} è il numero di colpi medio misurato nello strato.

Rel. 0120

Sulla base di tale relazione sono stati stimati i valori dell'angolo di resistenza al taglio (ϕ'), utilizzando i valori di N_{SPT} ottenuti in occasione della perforazione del Sondaggio S1, che sono riassunti nella seguente tabella dove sono stati anche indicati gli altri parametri geotecnici principali caratteristici stimati relativi ai terreni presenti nell'immediato sottosuolo e negli immediati dintorni dell'area interessata dalle opere oggetto di indagine.

Tali parametri caratteristici principali sono riassunti nella seguente tabella:

Sondaggio S1

Profondità (m)	Materiali	N_{SPT}	γ' (kN/m ³)	ϕ' (°)	ϕ_{cv} (°)	c' (kPa)	c_u (kPa)
0.00÷0.50	Terreno coltivo		18.5	24	22	0	-
0.50÷5.50	Depositi limoso-argillosi ed argilloso-limosi	8÷10	19	26	23	0	-
5.50÷5.85	Depositi sabbioso-limosi		19	27	24	0	-
5.85÷6.80	Depositi ghiaiosi con ciottoli (diam. max 5 cm)	>90	19.5	42	36	0	-
6.80÷10.00	Depositi ghiaiosi con ciottoli (diam. max = 10 cm)	39	19.5	39	34	0	-

dove:

γ' : Peso di Volume

ϕ' : Angolo di resistenza al taglio

ϕ_{cv} : Angolo di resistenza al taglio a volume costante (Lambe & Whitman, 1969)

c' : Coesione drenata

c_u : Coesione non drenata

Il valore dell'angolo di resistenza al taglio ϕ' stimato rappresenta un valore di picco che risulta non compatibile con i valori di Q_{limite} ottenibili. Infatti, secondo *Yamaguchi et al. (1977)*, il raggiungimento della Q_{limite} si ha in corrispondenza di elevate deformazioni, ovvero quando il comportamento del materiale incoerente risulta caratterizzato dall'assenza di variazioni di volume e la resistenza disponibile è quella corrispondente allo stato critico, individuato dall'angolo a volume costante (ϕ_{cv}). I valori dell'angolo a volume costante sono stati stimati sulla base di quanto indicato da *Lambe & Whitman (1969)*.

Per quanto concerne le prove penetrometriche DPSH realizzate i parametri geotecnici degli orizzonti riscontrati durante le prove sono riassunti nelle seguenti tabelle.

Prova penetrometrica dinamica DPSH1

Profondità (m)	Materiali	N_{SPT}	γ' (kN/m ³)	ϕ' (°)	ϕ_{cv} (°)	c' (kPa)	c_u (kPa)
0.00÷3.30	Depositi limoso-argillosi, argilloso-limosi	4,5	19	23	21	0	-
3.30÷4.80	Depositi ghiaioso-sabbiosi	27,3	19.5	35	30	0	-
4.80÷5.70	Depositi ghiaiosi con ciottoli	>100	19.5	42	36	0	-

Rel. 0120

Prova penetrometrica dinamica DPSH2

Profondità (m)	Materiali	N _{SPT}	γ' (kN/m ³)	φ' (°)	φ _{CV} (°)	c' (kPa)	c _u (kPa)
0.00÷4.20	Depositi limoso-argillosi, argilloso-limosi	6,1	19	24	22	0	-
4.20÷5.40	Depositi ghiaiosi con ciottoli	>100	19.5	42	36	0	-

Prova penetrometrica dinamica DPSH3

Profondità (m)	Materiali	N _{SPT}	γ' (kN/m ³)	φ' (°)	φ _{CV} (°)	c' (kPa)	c _u (kPa)
0.00÷6.00	Depositi limoso-argillosi, argilloso-limosi	4,9	19	24	22	0	-
6.00÷7.20	Depositi ghiaioso-sabbiosi	20,8	19.5	33	29	0	-
7.20÷9.60	Depositi sabbiosi	9,8	19	27	24	0	-
9.60÷10.20	Depositi ghiaiosi con ciottoli	75,8	19.5	42	36	0	-

Prova penetrometrica dinamica DPSH4

Profondità (m)	Materiali	N _{SPT}	γ' (kN/m ³)	φ' (°)	φ _{CV} (°)	c' (kPa)	c _u (kPa)
0.00÷5.70	Depositi limoso-argillosi, argilloso-limosi	5,9	19	24	22	0	-
5.70÷6.60	Depositi ghiaiosi con ciottoli	>100	19.5	42	36	0	-

L'analisi dei parametri geotecnici sopra indicati evidenzia che gli orizzonti più superficiali caratterizzati da terreno coltivo e depositi limoso-argillosi, argilloso-limosi e sabbioso-limosi tutti sono caratterizzati da scadenti parametri geotecnici. I depositi ghiaiosi con ciottoli in matrice sabbiosa presenti più in profondità sono invece caratterizzati da buoni ad ottimi parametri geotecnici. Eventuali livelli di depositi sabbioso-ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi interposti tra i due orizzonti precedenti sono invece caratterizzati da mediocri parametri geotecnici.

7.2. Coefficiente di reazione del terreno k_s

Il coefficiente di reazione del terreno, detto anche costante di sottofondo o coefficiente di Winkler, è normalmente indicato come k_s [kgf/cm³].

La costante di sottofondo rappresenta una forza esercitata sul suolo elastico alla Winkler, su un'area di 1 cm² che provoca l'abbassamento di 1 cm.

Per suolo alla Winkler si intende un suolo puramente ideale, paragonabile ad un letto di molle, un terreno perfettamente elastico, che ha la comodità di essere usato con facilità nei calcoli e presenta sufficienti attinenze alla maggioranza dei casi reali. Tale metodologia consente un primo approccio al problema o una soluzione rapida e sbrigativa a casi che con altri approcci si rivelerebbero molto complessi ed onerosi.

Da precedenti considerazioni emerge come questa grandezza k_s sia molto spesso tutt'altro che costante per una fondazione ampia, che coinvolge una volumetria di terreno poco omogenea.

Occorrono particolare indagini geotecniche per appurare con esattezza il valore più idoneo, come ad esempio prove di carico su piastra oppure prove geofisiche di tipo sismico.

Nel nostro caso avendo effettuato un'indagine geofisica del tipo MASW ed avendo ottenuto dei valori a prova MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves), che è una tecnica di indagine non invasiva che consente la definizione del profilo di velocità delle onde sismiche di taglio verticali Vs basandosi sulla

Rel. 0120

misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori posti sulla superficie del suolo, effettuata in prossimità all'interno dell'area interessata dalla nuova struttura in progetto, sono stati ottenuti dei valori di V_{s30} di circa 516 m/s.

Sulla base delle formule di Keceli (2012) e di Imai e Yoshimura (1976) sono stati stimati, pertanto, i valori della costante di sottofondo a partire dal valore della velocità registrata delle onde sismiche V_s (Figura 11).

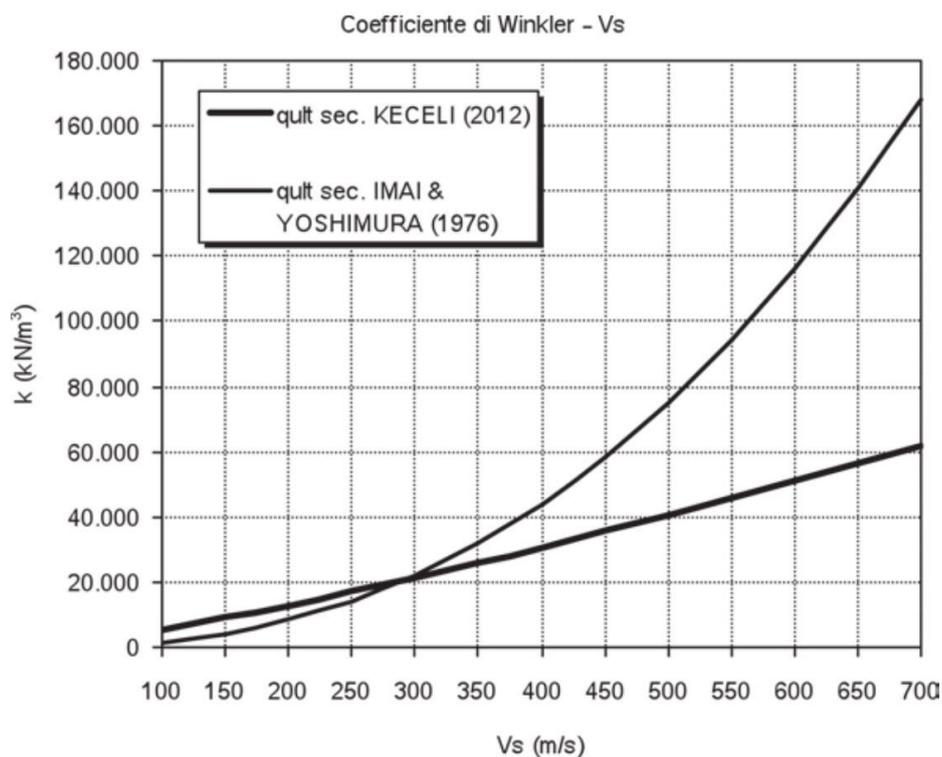


Figura 11: andamento del coefficiente di Winkler in funzione di V_s

Le formule utilizzate sono:

- Keceli (2012): $k_s = 17,2 * V_s^{1,25}$
- Imai e Yoshimura (1976): $k_s = 0,025 * V_s^{2,4}$

Nella seguente tabella sono indicati i valori della costante di sottofondo a partire dal valore della velocità registrata delle onde sismiche V_s utilizzando le formule sopra indicate.

Strato (n°)	Profondità da pc (m)	Spessore (m)	V_s Velocità (m/s)	Ks Keceli (2012)		Ks Imai e Yoshimura (1976)	
				kN/m ³	kg/cm ³	kN/m ³	kg/cm ³
1	0.0-2.8	2.8	144	8580	0,86	3785	0,38
2	2.8-6.0	3.2	224	14905	1,49	10928	1,1
3	6.0-9.7	3.7	584	49379	4,94	108976	10,9
4	9.7-30	20.3	767	69426	6,94	209628	20,96

Rel. 0120

Si rammenta che il modulo k_s non è una proprietà intrinseca del terreno, cioè determinabili a prescindere dalla geometria delle fondazioni, dalla distribuzione dei carichi, dalle caratteristiche stratigrafiche del sottosuolo. In qualunque caso le stime con le precedenti relazioni, ancorché non molto accurate, forniscono una soddisfacente indicazione del comportamento effettivo del terreno.

Generalmente, in assenza di prove dirette, ci si accontenta spesso di valori cautelativi, utilizzando dei coefficienti di sicurezza appropriati per il calcolo progettuale e le verifiche strutturali delle fondazioni e della sovrastruttura, come quelli indicati nella seguente tabella (vedi Bowles, Fondazioni, 1991).

VALORI INDICATIVI PER IL COEFFICIENTE DI SOTTOFONDO k_s

Materiale	k_s	
Terreno argilloso compatto	1.8 ÷ 3.6 [kgf/cm ³]	18000 ÷ 36000 (kN/m ³)
Terreno argilloso molto compatto	3.6 ÷ 7.2 [kgf/cm ³]	36000 ÷ 72000 (kN/m ³)
Terreno argilloso duro	> 7.2 [kgf/cm ³]	> 72000 (kN/m ³)
Terreno con sabbia sciolta	0.7 ÷ 2.1 [kgf/cm ³]	7000 ÷ 21000 (kN/m ³)
Terreno con sabbia media	2.1 ÷ 10.8 [kgf/cm ³]	21000 ÷ 108000 (kN/m ³)
Terreno con sabbia densa	10.8 ÷ 36.0 [kgf/cm ³]	108000 ÷ 360000 (kN/m ³)
Terreno con ghiaia mediamente addensata	10 ÷ 30 [kgf/cm ³]	100000 ÷ 300000 (kN/m ³)

8. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Sulla base delle indagini e dei rilievi effettuati è possibile compiere alcune considerazioni.

Le opere in progetto consistono, come riportato negli elaborati progettuali, nella nuova realizzazione di una scuola elementare dotata di n°15 sezioni conformi alla normativa (D.M. 18/12/1975), con la conseguente riqualificazione dell'isolato e delle aree limitrofe tramite il prolungamento dell'attuale via Po, attualmente via privata e pertinenziale della scuola MK Gandhi, implementando quindi la viabilità esistente e la fruibilità veicolare dell'intera area.

Il progetto prevede la realizzazione di un polo scolastico caratterizzato dalla forte penetrazione del verde al suo interno. Si tratta infatti di edifici scolastici concepiti in ogni sua parte in maniera contemporanea ed ecosostenibile, con attenzione ai materiali e ad una giusta esposizione solare.

Il sito di progetto è attualmente suddiviso in due aree, di cui una ospita la scuola esistente e l'altra un'area verde a destinazione sportiva. Il progetto prevede l'utilizzo dell'attuale scuola fino alla completa realizzazione del nuovo edificio, evitando in questo modo possibili disagi agli alunni ed alla didattica. Successivamente allo spostamento degli studenti nel nuovo complesso l'area su cui sorge la scuola MK Gandhi sarà destinata alle attività sportive tramite la demolizione del vecchio fabbricato e la realizzazione di campi sportivi scolastici. Il nuovo complesso consentirà la completa fruizione di un'area ad oggi scarsamente utilizzata, nonostante la posizione strategica e la vicinanza con il Canale Cimena diverrà un elemento catalizzatore per il comune di Gassino e le aree limitrofe capace di ospitare fino a 405 alunni oltre al corpo insegnati ed addetti.

Per la realizzazione delle opere sono previsti degli scavi del terreno per la realizzazione delle opere fondazionali della nuova struttura prevista.

Dal punto di vista litostratigrafico il sito è stato caratterizzato mediante esecuzione di un sondaggio (S1) a carotaggio continuo e recupero di nucleo spinto alla profondità di 10 metri dal piano campagna. Nella seguente tabella è riportata una breve e sintetica descrizione del materiale riscontrato durante la perforazione.

Sondaggio geognostico a carotaggio continuo S1

	Profondità (m)	Materiale
	0.00÷0.50	<u>Terreno coltivato</u> : limi sabbiosi e limi argillosi di colore grigio-bruno, poco consistenti e addensati
	0.50÷5.50	<u>Depositi limoso-argillosi ed argilloso-limosi</u> di medio-bassa consistenza (poco compatti), di colore bruno chiaro e nocciola. Presenza di subordinata frazione sabbiosa. Da 2.80 m a 3.45 m il materiale si presenta di colore bruno scuro. ($N_{SPT} = 8 \div 10$)
	5.50÷5.85	<u>Depositi sabbioso-limosi</u> con subordinata frazione ghiaiosa, di colore bruno chiaro, mediamente addensati
	5.85÷6.80	<u>Depositi ghiaiosi con ciottoli</u> (diam. max 5 cm), in matrice limoso-sabbiosa di colore bruno chiaro, ben addensati. ($N_{SPT} > 70$)
	6.80÷10.00	<u>Depositi ghiaiosi con ciottoli</u> (diam. max = 10 cm) in abbondante matrice sabbiosa di colore grigio, ben addensati. Depositi fluviali appartenenti al "Subsistema di Ghiaia Grande", Olocene-Attuale. ($N_{SPT} = 39$)

In prossimità di alcuni vertici della sagoma del fabbricato scolastico in progetto sono state realizzate n°4 prove penetrometriche dinamiche con penetrometro superpesante Pagani TG 63-100, montato su un carro cingolato.

L'attrezzatura è provvista di un apparato di infissione costituito da un maglio di 73 kg con volata di 75 cm, che la attribuisce alla categoria dei penetrometri superpesanti (DPSH), nella configurazione Meardi-AGI.

Le prove penetrometriche dinamiche eseguite hanno evidenziato quanto segue:

- nelle prove DPSH1 e DPSH2 il terreno molto compatto ($N^\circ \text{colpi}/30\text{cm} > 25$) è presente a partire da profondità di circa 4.50÷5.00 metri dal piano campagna;
- nella prova DPSH3 il terreno molto compatto ($N^\circ \text{colpi}/30\text{cm} > 25$) è presente a partire da profondità di circa 10 metri dal piano campagna;
- nella prova DPSH4 il terreno molto compatto ($N^\circ \text{colpi}/30\text{cm} > 25$) è presente a partire da profondità di circa 6 metri dal piano campagna.

Dal punto di vista geotecnico si evidenzia che gli orizzonti più superficiali caratterizzati da terreno coltivato e depositi limoso-argillosi, argilloso-limosi e sabbioso-limosi tutti sono caratterizzati da scadenti parametri geotecnici. I depositi ghiaiosi con ciottoli in matrice sabbiosa presenti più in profondità sono invece caratterizzati da buoni ad ottimi parametri geotecnici. Eventuali livelli di depositi sabbioso-ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi interposti tra i due orizzonti precedenti sono invece caratterizzati da mediocri parametri geotecnici.

In corrispondenza del sondaggio geognostico S1 realizzato è stata rilevata la presenza della falda acquifera alla profondità di 9.35 m dal piano campagna (misura della falda effettuata in data 29/11/2019). In occasione di intensi eventi meteorici (tipo evento novembre 1994, ottobre 2000 o novembre 2016) o nei periodi di elevata piovosità tale livello può subire escursioni con risalita anche di 1÷2 metri rispetto all'attuale profondità.

Inoltre, è possibile la presenza di ridotti corpi idrici sospesi, che non formano una vera e propria falda ma che possono essere presenti all'interno dei depositi limoso sabbiosi, in corrispondenza di livelli più permeabili e a grana più grossolana.

Rel. 0120

Negli elaborati predisposti per lo studio geologico del P.R.G.C. ed in particolare nell'Elaborato 07.01 dal titolo *“Sovrapposizione della Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica alla tavola Urbanistica U3a”* (Marzo 2004), redatta dal dott. Andrea Morelli di Popolo e Ticineto l'area oggetto d'indagine ricade in prevalenza all'interno della “Classe I” (che caratterizza i settori di territorio privi di limitazioni urbanistiche) in quanto soggetti a bassa pericolosità geomorfologica.

Tale situazione di bassa pericolosità è stata confermata anche dalla più recente cartografia delle aree di pericolosità del PGRA (Piano di Gestione dei rischi di alluvione, 2015) adottato da parte del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po con deliberazione n°2 del 03/03/2016, dove l'area oggetto di indagine ricade all'esterno degli scenari di alluvione, come indicato nello stralcio di Figura 8.

L'area inoltre ricade all'esterno delle Fascia C delle fasce fluviali del P.A.I. dell'Autorità di Bacino del Fiume Po.

ALLEGATI

- **Elaborato delle indagini geognostiche e geotecniche eseguite**



P.A.N.G.E.A. sas

Indagini geognostiche e geofisiche, monitoraggi, micropali e tiranti



Comune di Gassino Torinese

Area comunale Regione Fiore
Nuova scuola primaria



Report finale sulle indagini eseguite

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDAZIONE		VER.	APP.
0	17/12/2019	Prima emissione	Ing. Geol. M. CASALE		CAS	BEC
1						
2						

Via Lungo Bendola 47 – 10032 BRANDIZZO (TO) tel.: 011-9178525 fax: 011-9137926
C.F. - P.IVA 07868160016 - Iscriz. Reg. Imprese Trib. di Torino 168164/1999 - C.C.I.A.A. TO 926969

INDICE

INDICE	2
1.0 PREMESSA	3
2.0 PROVE PENETROMETRICHE EFFETTUATE CON PENETROMETRO SUPER- PESANTE	3
3.0 MODALITA' DI CAROTAGGIO	6
4.0 STRATIGRAFIA E FOTOGRAFIE DELLE CASSETTE CATALOGATRICI	7
5.0 PROVE STANDARD PENETRATION TEST	8
6.0 PIEZOMETRO	10
7.0 POZZETTI ESPLORATIVI E PRELIEVO DI CAMPIONI	12
8.0 INDAGINE GEOFISICA	13
8.1 Strumentazione	16
8.2 Elaborazione dati	17
8.3 Prova per onde superficiali	17
9.0 PARAMETRO VS EQUIVALENTE	24
9.1 Stima del Parametro VSeq	25
10.0 PROVE PER ONDE SUPERFICIALI - Nota tecnica	25
10.1 Introduzione teorica	25
10.2 Modalità di acquisizione	27
10.3 Elaborazione dati di onde superficiali	28
11.0 BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE	29

1.0 PREMESSA

Nel periodo intercorrente dal giorno 26/11/2019 al giorno 29/11/2019 è stata eseguita una campagna di indagini geognostiche e geofisiche, presso l'area comunale di Regione Fiore a Gassino Torinese, propedeutica alla progettazione di una nuova scuola primaria.

L'indagine è consistita in:

- n° 4 prove penetrometriche dinamiche superpesanti spinte a rifiuto o alla profondità massima di 10,20 m dalla quota di piano campagna;
- n° 1 sondaggio a carotaggio continuo, spinto alla profondità di 10 m, attrezzato con piezometro a tubo aperto; nell'ambito del sondaggio sono state effettuate n° 4 prove Standard Penetration Test;
- n° 4 pozzetti esplorativi realizzati con escavatore meccanico, nell'ambito dei quali sono stati prelevati 3 campioni di terreno da sottoporre ad analisi chimiche per la caratterizzazione ambientale del sito;
- n° 1 prova sismica MASW per la caratterizzazione sismica di sito.

L'ubicazione di tutte le indagini eseguite è riportata in allegato 1.

Nelle pagine che seguono vengono illustrati i risultati ottenuti dalle indagini, le modalità operative adottate in situ per l'esecuzione delle prove ed investigazioni e le procedure di elaborazione dei dati per l'interpretazione dell'indagine geofisica.

2.0 PROVE PENETROMETRICHE EFFETTUATE CON PENETROMETRO SUPER-PESANTE

L'attrezzatura utilizzata per le prove è stata un penetrometro Pagani TG 63-100, montato su un carro cingolato, equipaggiato per l'esecuzione di prove dinamiche.

L'attrezzatura è provvista di un apparato di infissione costituito da un maglio di 73 kg con volata di 75 cm, che la attribuisce alla categoria dei penetrometri superpesanti (DPSH), nella configurazione Meardi-AGI.

Il parametro caratteristico del penetrometro dinamico è il numero di colpi N30 necessario per far penetrare la punta nel terreno per tratti successivi di 30 cm.

Si riportano in allegato i tabulati ed i grafici desunti dalle prove penetrometriche, nonché lo stralcio planimetrico con l'ubicazione delle stesse.

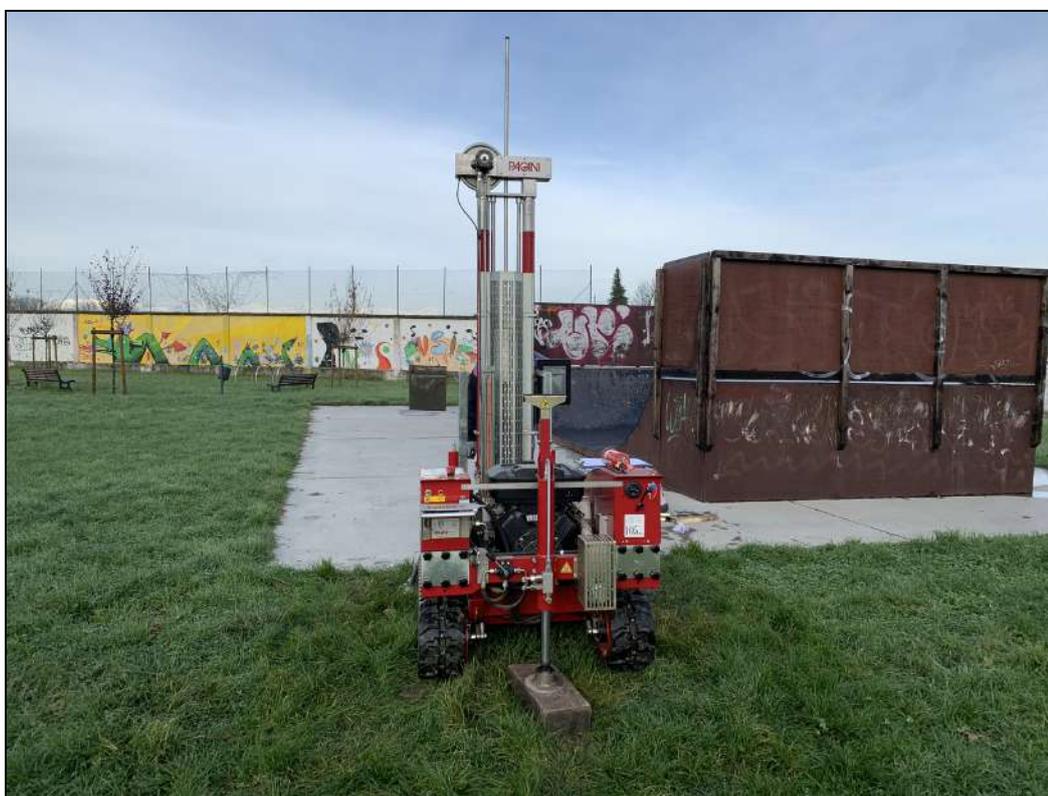


FOTO 1:

la postazione della
prova penetrometrica
dinamica DPSH1.



FOTO 2:

la postazione della
prova penetrometrica
dinamica DPSH2.



FOTO 3:

la postazione della
prova penetrometrica
dinamica DPSH3.



FOTO 4:

la postazione della
prova penetrometrica
dinamica DPSH4.

3.0 MODALITA' DI CAROTAGGIO

Il sondaggio a carotaggio continuo è stato eseguito con la sonda perforatrice idraulica CMV MK 600 dotata delle seguenti caratteristiche tecniche:

- coppia max: 600 kgm;
- cambio: 5 rapporti;
- velocità min/max: 0-500 rpm;
- forza di spinta: 26 kN;
- forza di estrazione: 38,5 kN.

La perforazione a rotazione, a carotaggio continuo, è stata effettuata utilizzando carotieri semplici di diametro \varnothing 101 mm, con corone a prismetti in widia effettuando un avanzamento "a secco", nei terreni di copertura, in modo da garantire una percentuale di materiale estratto uguale al corrispondente volume di materiale in posto.

Tale sistema di avanzamento ha permesso di recuperare sia le frazioni fini, che quelle grossolane, con una buona percentuale di recupero.

Le pareti del foro sono state sostenute con tubi di rivestimento provvisori (diametro Ø 127 mm), onde evitare fenomeni di franamento.

Alla fine delle operazioni è stata redatta la stratigrafia (allegata di seguito alla presente relazione), nella quale è stata riportata una descrizione dettagliata del terreno estratto e la potenza dei vari orizzonti riscontrati.

Si riporta di seguito una ripresa fotografica del piazzamento effettuato.



4.0 STRATIGRAFIA E FOTOGRAFIE DELLE CASSETTE CATALOGATRICI

Si riportano in allegato le riprese fotografiche delle cassette catalogatrici e la stratigrafia ricavata dal sondaggio effettuato.

Ogni cassetta catalogatrice contiene 5 metri di sondaggio, suddivisi in 5 scomparti da 1 metro.

5.0 PROVE STANDARD PENETRATION TEST

La prova S.P.T. consiste nell'infissione, a percussione, di uno speciale campionatore a parete grossa che, penetrando nel terreno, consente di valutarne la resistenza meccanica alla penetrazione (come numero N di colpi di un apposito maglio per un dato avanzamento) e subordinatamente di prelevare piccoli campioni del terreno stesso.

La prova viene effettuata con un maglio di acciaio da 63,5 kg, con dispositivo di guida e di sganciamento automatico del maglio stesso, che assicura una corsa a caduta libera di 0,76 m.

La prova consiste nel far penetrare il campionatore, posato in fondo al foro, per due tratti successivi, registrando il numero di colpi necessari.

Il primo tratto, detto di avviamento, corrisponde ad un avanzamento di 15 cm ed il relativo numero di colpi è designato come N_1 . Se con $N_1 = 50$ l'avanzamento è minore di 15 cm, l'infissione deve essere sospesa, la prova è considerata conclusa e si annota la relativa penetrazione.

Se il tratto di avviamento è superato con $N_1 < 50$, la prova prosegue ed il campionatore viene infisso per un secondo tratto di 30 cm, contando separatamente il numero di colpi necessario per la penetrazione dei primi e dei secondi 15 cm (N_2 e N_3) fino al limite di 100 colpi ($N_2 + N_3 < 100$).

Se con $N_2 + N_3 = 100$ non si raggiunge l'avanzamento di 30 cm, l'infissione viene sospesa e la prova viene considerata conclusa, annotando la relativa penetrazione.

I risultati delle varie prove condotte sono riportati di seguito e sulle stratigrafie.



FOTO 6:
l'esecuzione delle
prove SPT.



FOTO 7:
dettaglio
dell'apertura del
campionatore
Raymond.

Tabella 1. Riassuntivo delle prove SPT

SONDAGGIO S1			
PROFONDITA' (m)	N° COLPI	N_{SPT}	Tipo di punta
2,00-2,45	2 / 4 / 6	10	aperta
4,00-4,45	2 / 3 / 5	8	aperta
6,00-6,35	23 / 40 / R dopo 5 cm	Rifiuto	aperta
8,00-8,45	16 / 19 / 20	39	aperta

6.0 PIEZOMETRO

Il foro di sondaggio S1, al termine della perforazione, è stato strumentato a piezometro a tubo aperto di diametro pari a 2".

Il piezometro è stato realizzato con una colonna di tubi in PVC rigido, fessurati per la parte potenzialmente in falda e ciechi per il rimanente tratto. I tubi sono stati posti in opera entro un foro rivestito con una tubazione metallica provvisoria. Una volta eseguita la pulizia del foro, è stata inserita la colonna fino a fondo foro; quindi si è proceduto all'immissione, nell'intercapedine colonna-tubazione, di ghiaietto siliceo lavato e calibrato, in modo da realizzare un filtro poroso, intorno al tratto di colonna finestrato.

Terminata la formazione del filtro, si è realizzato un tappo impermeabile di circa 50 cm, formato da palline di bentonite opportunamente pestellate, onde separare la zona filtrante, dal tratto di foro superficiale; il resto del foro è stato riempito con materiale di risulta della perforazione e superficialmente cementato all'atto di posa del pozzetto di protezione della testa del piezometro.

Lo schema generale del piezometro, realizzato secondo le specifiche ANISIG, è riportato nella figura seguente.

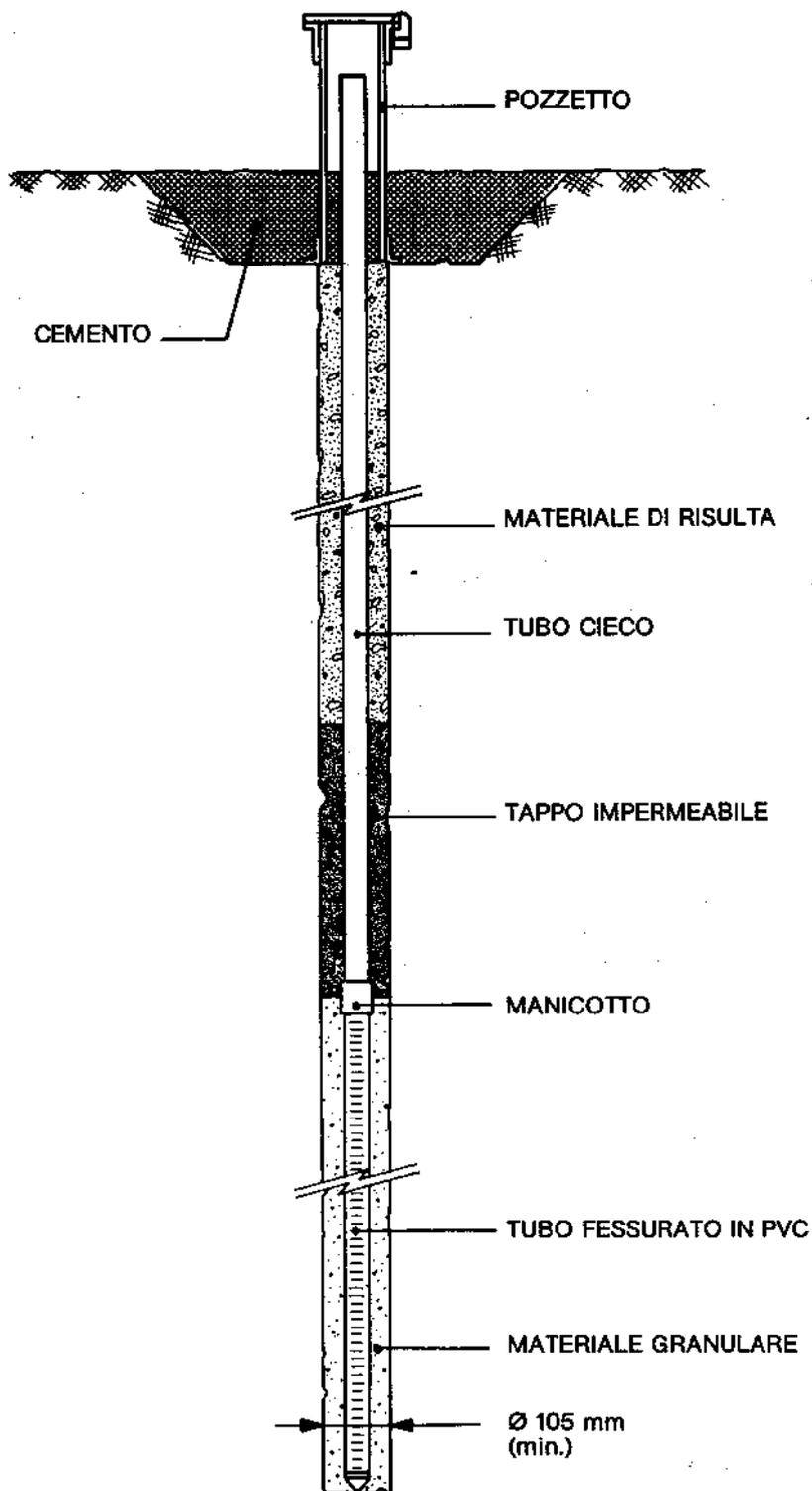


Fig. 1: schema tipo del piezometro a tubo aperto.

Le caratteristiche esecutive del piezometro realizzato sono riassunte nella tabella seguente:

Tabella 2. Schema piezometro

Denominazione piezometro	Lunghezza totale e diametro tubo piezometrico	Tratto finestrato	Tratto cieco	Tappo impermeabile di bentonite
S1	10 m - 2"	da 2 a 10 m	da 0 a 2 m	da 1,5 a 2,0 m

7.0 POZZETTI ESPLORATIVI E PRELIEVO DI CAMPIONI

Lo scavo dei pozzetti esplorativi è stato effettuato tramite un escavatore meccanico cingolato a benna rovescia Komatsu PC35.

Gli scavi sono stati realizzati mantenendo le pareti il più verticale possibile ed accantonando man mano il materiale estratto, a lato del pozzetto, nel modo più ordinato possibile e rispettando la sequenza stratigrafica riscontrata.

Per ognuno di essi è stata prodotta una descrizione stratigrafica, riportata in allegato, ed alcune riprese fotografiche, utilizzando una stadia di riferimento per l'identificazione delle potenze dei vari orizzonti rinvenuti.

Nell'ambito dei pozzetti P1, P2 e P4, alla profondità di -1,5 m dalla quota di piano campagna, sono stati prelevati dei campioni di terreno (uno per ogni pozzetto) da sottoporre ad analisi chimiche di laboratorio per la caratterizzazione ambientale del sito.

Successivamente al prelievo dei campioni di terreno ed alla redazione dei logs stratigrafici, i pozzetti sono stati via via richiusi, rispettando il più possibile la sequenza stratigrafica originaria ed avendo cura di riutilizzare in superficie il terreno vegetale, che era stato preventivamente accantonato.

I pozzetti sono stati denominati P con numerazione progressiva da 1 a 4. I campioni di terreno riportano la stessa denominazione del pozzetto da cui sono stati prelevati.

In allegato vengono riportate le stratigrafie di tutti i pozzetti realizzati, le riprese fotografiche degli stessi ed i risultati delle analisi chimiche sui campioni prelevati.



8.0 INDAGINE GEOFISICA

L'indagine geofisica è stata finalizzata alla valutazione dell'effetto della risposta sismica locale tramite il calcolo del parametro V_{seq} , ai sensi del D.M. 17/01/2018. A tale scopo è stata acquisita una prova per onde superficiali (SWM o MASW).

Tale indagine fornisce informazioni indirette sulla velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio, secondo un profilo verticale, relativo ai primi 30 m di profondità, misurati dal piano di imposta delle fondazioni.

L'elaborazione con metodo probabilistico della curva di dispersione ottenuta con la prova per onde superficiali ha fornito un fuso di possibili soluzioni da cui è stata calcolata la distribuzione del parametro V_{seq} .

L'interpretazione del set di possibili soluzioni, congiuntamente all'analisi di informazioni a priori disponibili, ha permesso l'estrazione di un singolo profilo di velocità delle onde di taglio (S), ritenuto il più rappresentativo, da cui è stato calcolato il parametro V_{seq} .

Il valore del parametro V_{seq} riferito al piano di imposta delle fondazioni (-1.5 m dal piano campagna) è **516 m/s**.

La tabella seguente riporta sinteticamente i parametri di acquisizione dell'indagine eseguita.

Si rimanda al capitolo 10 per gli approfondimenti sulla metodologia utilizzata.

Tabella 3. Schema riassuntivo dell'indagine geofisica

Identificativo linea	SW
Lunghezza stendimento (m)	69
Direzione stendimento	S-N
Canali (numero)	24
Spaziatura geofoni (m)	3
Tempo di campionamento (μ s)	250
Finestra di acquisizione (s)	2

L'ubicazione della linea di acquisizione è riportata in allegato. Le figure seguenti mostrano lo stendimento di acquisizione.

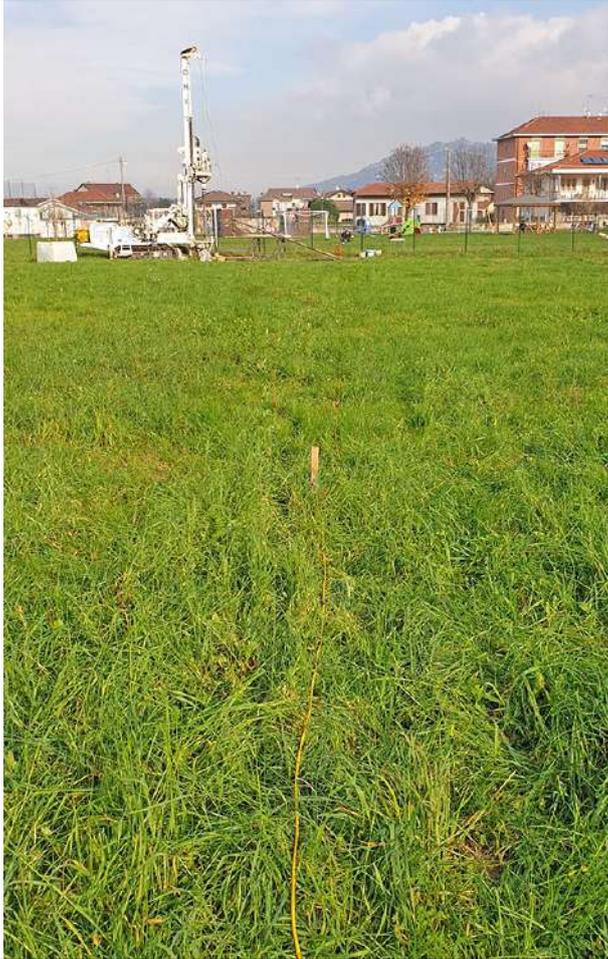


FOTO 9:

ripresa fotografica dello
stendimento, da inizio linea.



FOTO 10:

ripresa fotografica dello
stendimento, da fine linea.

8.1 Strumentazione

La strumentazione utilizzata per l'acquisizione dei dati è la seguente (Fot. 11 e 12):

- sismografo Geometrics GEODE costituito da un modulo a 24 canali controllati tramite laptop; l'intervallo di campionamento è selezionabile tra 20 μ s e 16 ms; la durata dell'acquisizione è funzione della frequenza di campionamento con il limite di 64000 campioni per canale; la dinamica del convertitore analogico/digitale è di 24 bit;
- geofoni verticali SENSOR SM-6/U-B con frequenza propria di 4.5 Hz;
- sorgente impulsiva: mazza a mano con trigger elettrico.



FOTO 11:

Sismografo Geometrics
Geode.



FOTO 12:

Geofono verticale SENSOR
SM-6/U-B.

8.2 Elaborazione dati

Nel seguito vengono descritte le modalità di elaborazione e di interpretazione dei dati acquisiti, corredate da alcune valutazioni critiche sulla qualità dei dati e sull'affidabilità dei risultati ottenibili.

8.3 Prova per onde superficiali

Il dataset acquisito è composto da 20 sismogrammi. Ciascuna registrazione contiene 24 tracce con spaziatura di 3 m.

La Figura 2 riporta lo stacking dei sismogrammi acquisiti da inizio linea.

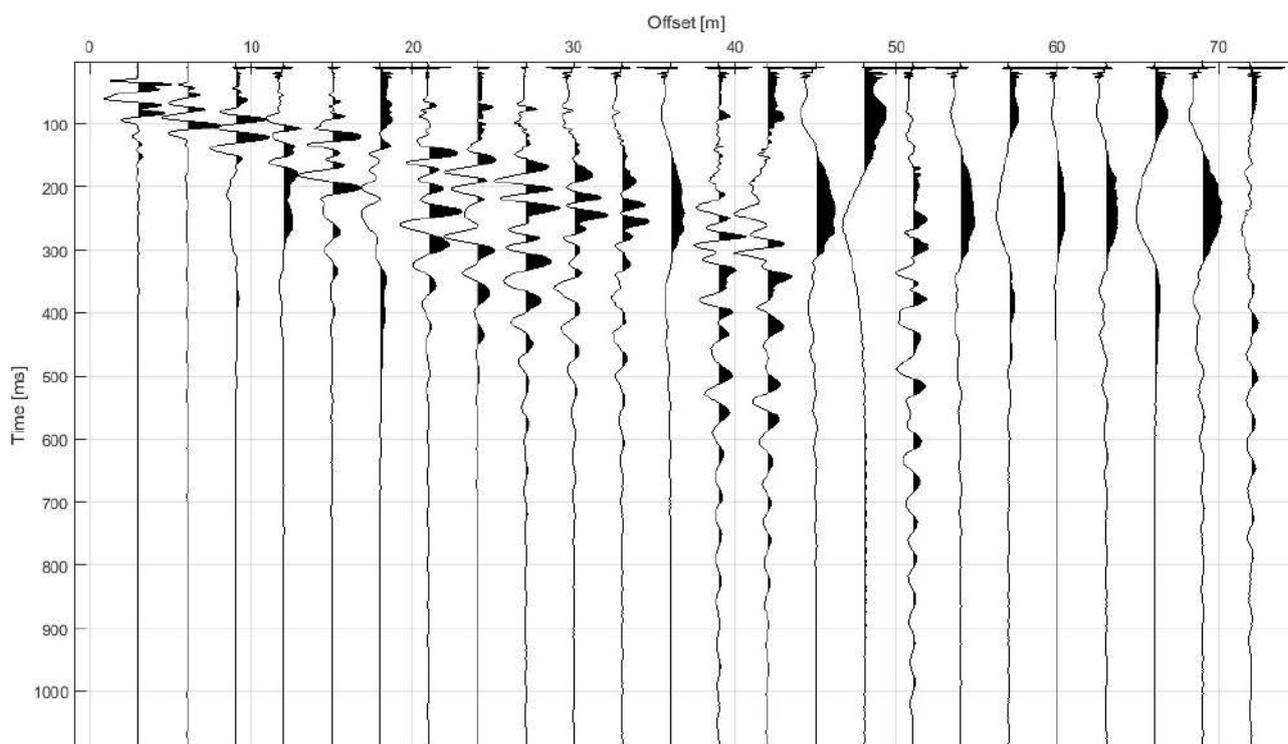


Fig. 2: sismogramma della prova SWM da inizio linea.

Il dato è trasformato in dominio f-k (Figura 3) e sono estratte e pulite le curve di dispersione (Figura 4).

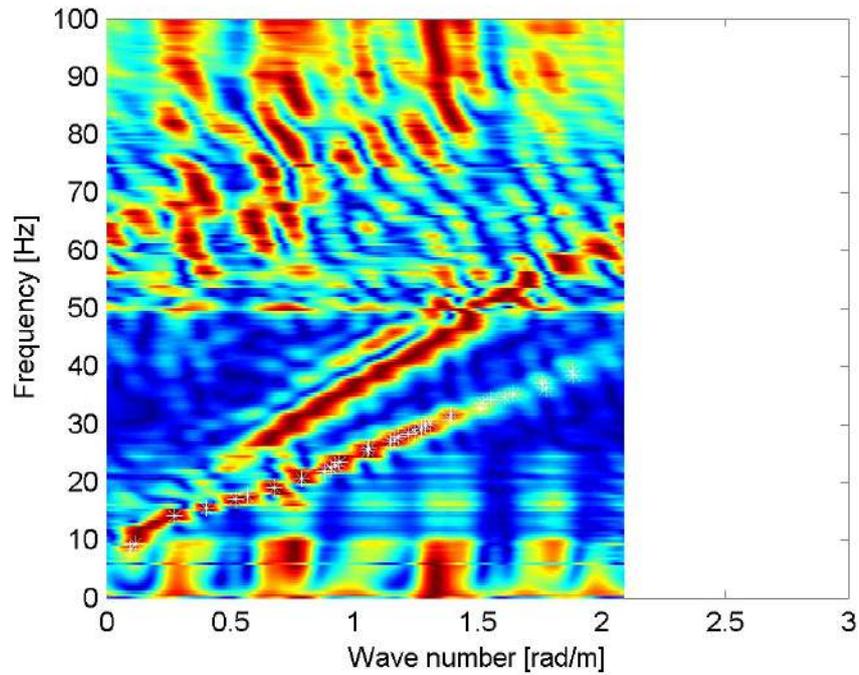


Fig. 3: Spettro f-k del sismogramma di figura 2.

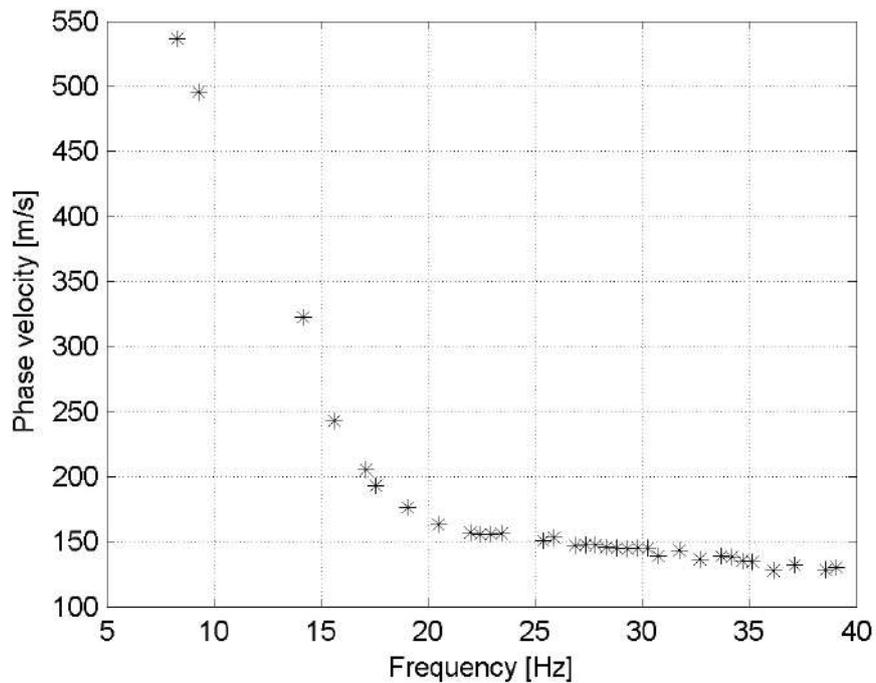


Fig. 4: Curva di dispersione estratta dallo spettro di Figura 3.

Il modo fondamentale delle curve di dispersione può essere mostrato in funzione della lunghezza d'onda λ diviso 2.5 (Figura 5) che dà un'idea qualitativa della profondità indagata e permette una valutazione preliminare sull'affidabilità dei risultati in funzione della profondità. La scala colori rappresenta la velocità di propagazione delle onde S per ogni lunghezza d'onda.

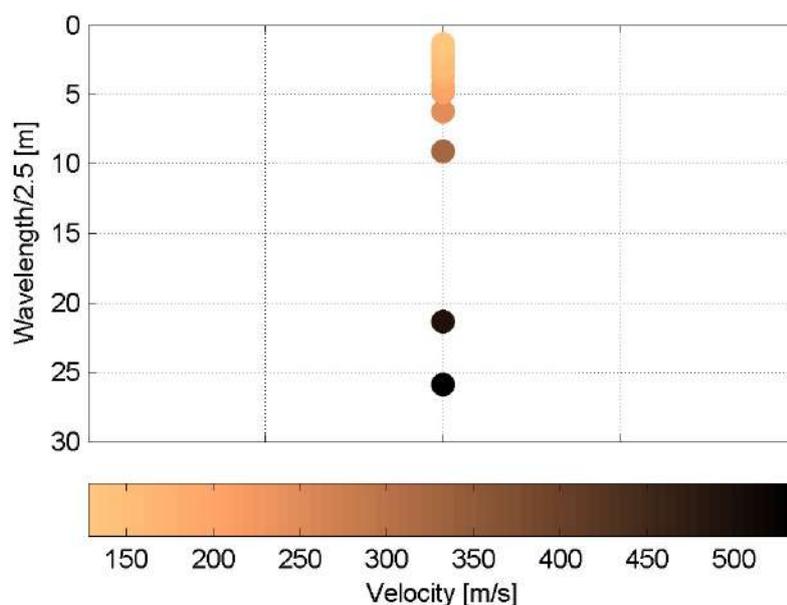


Fig. 5: Modo fondamentale delle curve di dispersione espresso in funzione di $\lambda/2.5$.

Si definisce un intervallo di variabilità dei parametri di modello (spessore degli strati, velocità delle onde di taglio, densità, coefficiente di Poisson), compatibile con la geologia del sito e si producono alcune migliaia di modelli di Vs compatibili con l'intervallo di variabilità dei parametri (Tabella 4).

Tabella 4. Intervallo di variabilità dei parametri di modello

Numero di profili generati	10000
Numero di strati	4
Densità associata ad ogni strato (kg/dm ³)	1.7 - 1.8 - 1.9 - 2.0
Coefficiente di Poisson	0.3 - 0.3 - 0.3 - 0.4
Vs minima (m/s)	120 - 180 - 350 - 600
Vs massima (m/s)	140 - 250 - 500 - 700
Spessore minimo (m)	2 - 2 - 3
Spessore massimo (m)	3 - 3.5 - 7

Il problema diretto viene risolto per tutti i modelli estratti. Tramite un test statistico, si individuano i soli modelli in cui si minimizza la differenza fra il set di dati sperimentali e il set di dati calcolati (Figura 6 e Figura 7).

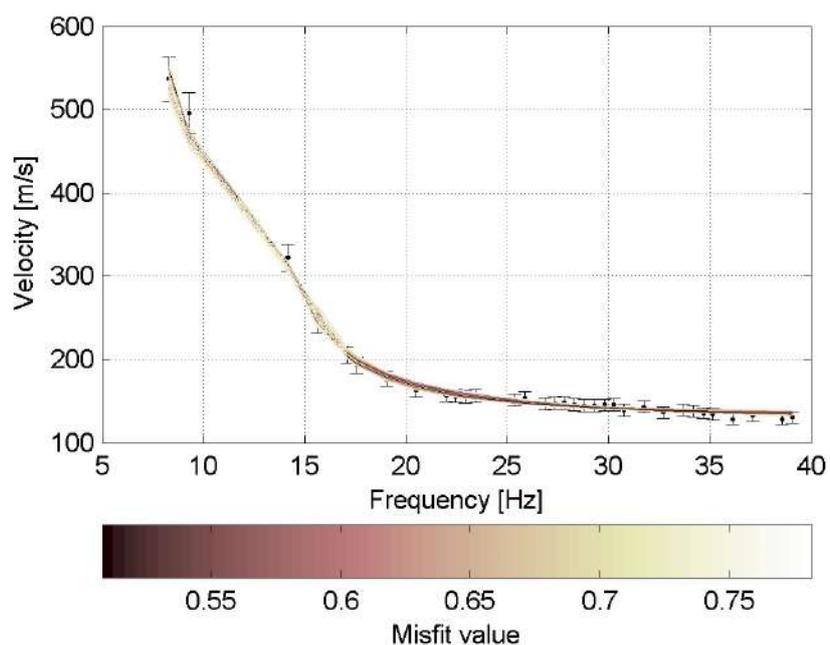


Fig. 6: Curve di dispersione delle possibili soluzioni che descrivono il dato sperimentale in modo statisticamente equivalente.

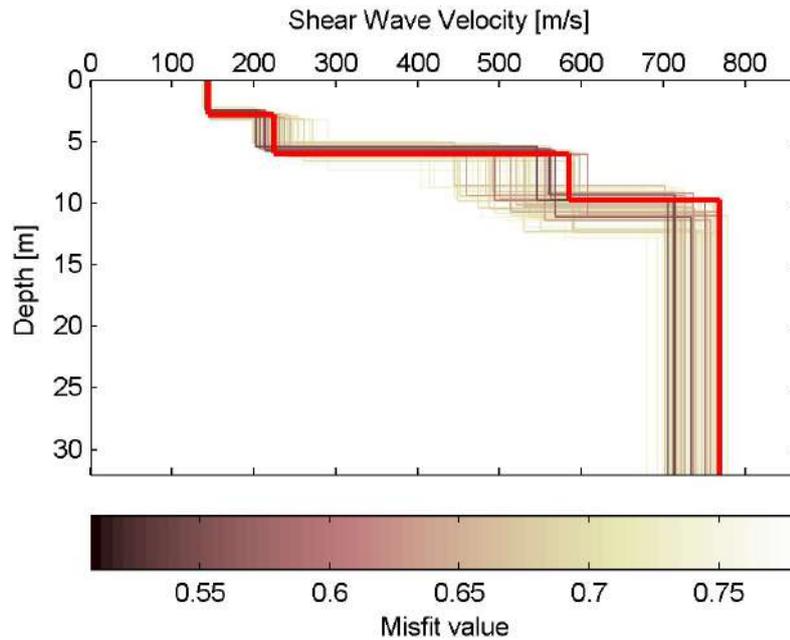


Fig. 7: Set di modelli delle possibili soluzioni che descrivono il dato sperimentale in modo statisticamente equivalente. In evidenza il profilo definitivo.

Per ognuno di questi modelli si calcola il valore di V_{seq} dal piano di imposta delle fondazioni, secondo la formulazione proposta nel D.M. 17/01/2018. Dalla distribuzione di tutti i valori di V_{seq} stimati (Figura 8) è possibile ricavare valore medio (501 m/s) e relativa deviazione standard (6 m/s).

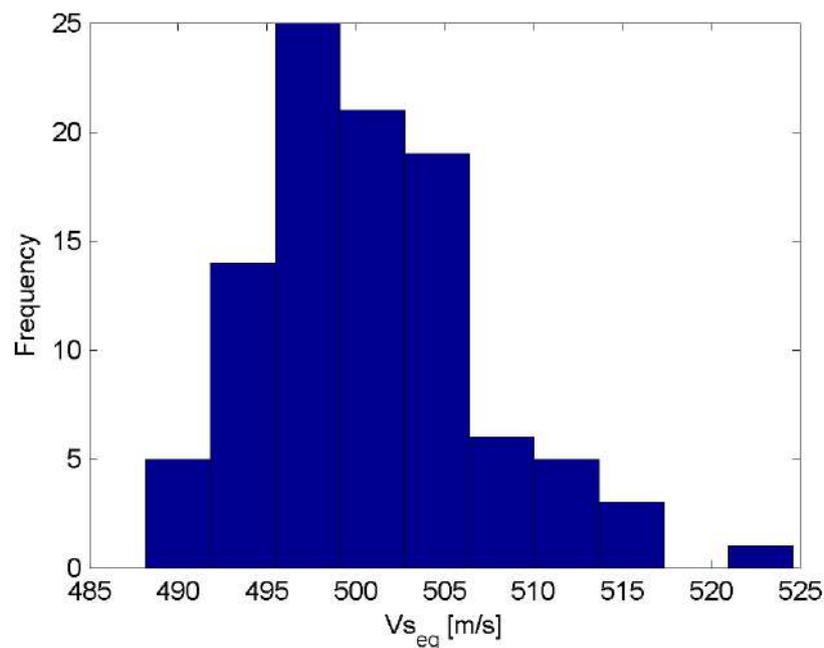


Fig. 8: Curva di distribuzione dei valori di V_{seq} stimati dal piano di imposta delle fondazioni.

Il profilo che meglio si adatta alla curva di dispersione sperimentale è illustrato in Figura 9.

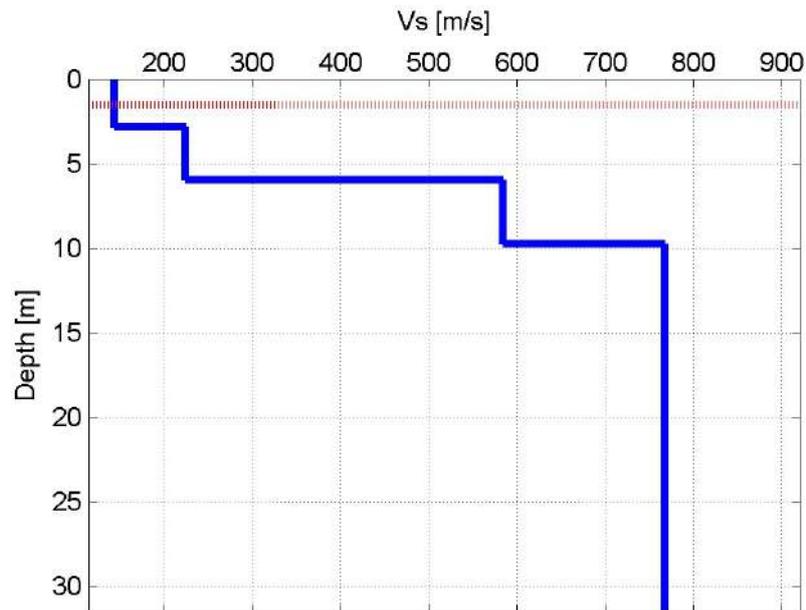


Fig. 9: Profilo stratigrafico di V_s , con evidenziato il piano di imposta delle fondazioni.

In Figura 10 le curve di dispersione relative al profilo scelto di Figura 9 sono sovrapposte agli spettri f-k, mentre in Figura 11 sono sovrapposte alle curve di dispersione sperimentali.

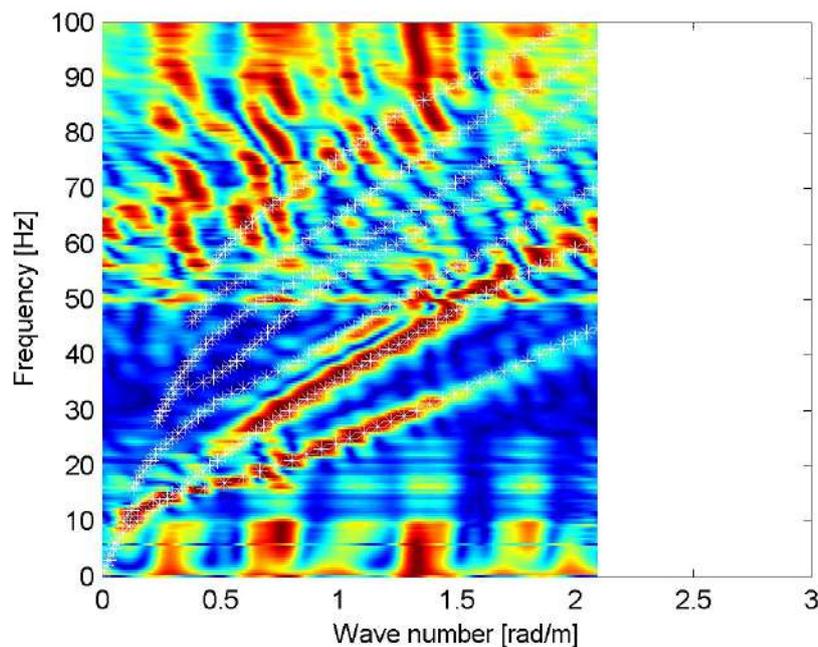


Fig. 10: Spettro f-k normalizzato e fitting delle curve di dispersione.

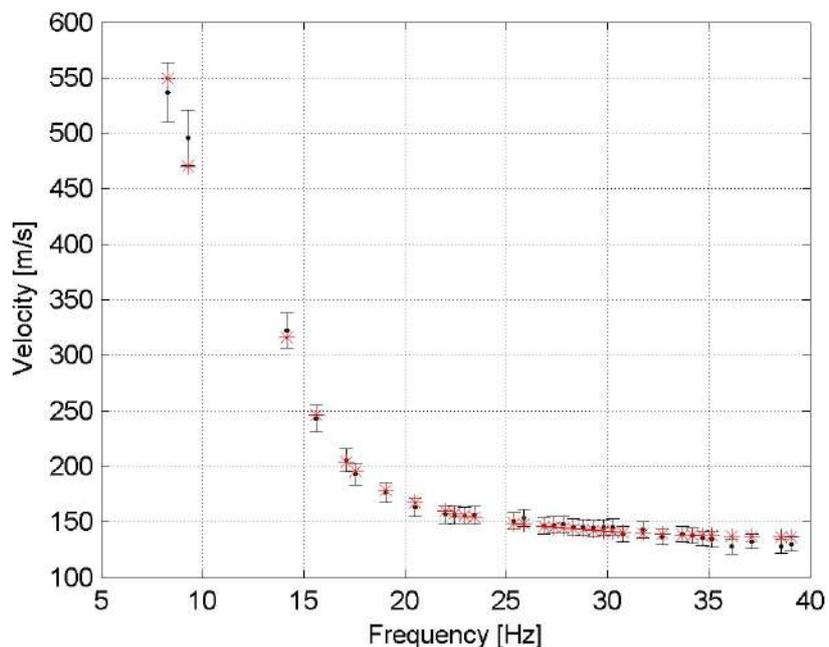


Fig. 11: Curve di dispersione da modello (punti rossi) e curve di dispersione sperimentali con relativa incertezza (barre nere).

I parametri del modello di Figura 9 sono riportati in Tabella 5.

Tabella 5. Profilo Vs - Parametri del modello di Figura 9

Strato (numero)	Velocità (m/s)	Spessore (m)	Profondità da p.c. (m)
1	144	2.8	0 - 2.8
2	224	3.2	2.8 - 6.0
3	584	3.7	6.0 - 9.7
4	767		da 9.7

Il valore di V_{seq} del modello finale, calcolato dal piano di imposta delle fondazioni (-1,5 m dal piano campagna), è **516 m/s**.

9.0 PARAMETRO VS EQUIVALENTE

Il D.M. 17/01/2018 (Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni) disciplina i principi per il progetto, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni, nei riguardi delle prestazioni loro richieste, in termini di requisiti essenziali di resistenza meccanica e stabilità.

Per quanto riguarda la definizione dell'azione sismica a cui le strutture sono soggette, questa è legata alla determinazione di alcuni fattori, tra i quali la classificazione del suolo di fondazione (capitolo 3.2.2 NTC), che si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

dove:

H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzato da V_s non inferiore a 800 m/s;

h_i = spessore dell'*i*-esimo strato(in m);

$V_{S,i}$ = velocità delle onde di taglio dello strato *i*-esimo, per un totale di N strati presenti;

N = numero di strati.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$, ottenuto ponendo H=30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

9.1 Stima del Parametro V_{Seq}

E' stato dimostrato (Comina et al., 2010) che, data un'adeguata profondità di investigazione, la non unicità della soluzione non costituisce un problema per la stima della V_{S30} e che il metodo delle onde superficiali fornisce risultati comparabili a quelli ottenuti con metodi invasivi quali down-hole test (DH) o seismic dilatometer test (SDMT).

Per questo motivo, la metodologia proposta non fornisce un unico profilo di V_s , ma un set di possibili soluzioni che descrivono il dato sperimentale in modo statisticamente equivalente.

Per ogni modello si calcola il valore di V_{Seq} secondo la formulazione proposta nel D.M. 17/01/2018 e dalla distribuzione dei valori di V_{Seq} stimati è possibile ricavare un valore modale che rappresenta il parametro V_{Seq} del sito.

10.0 PROVE PER ONDE SUPERFICIALI - Nota tecnica

10.1 Introduzione teorica

Il metodo delle onde superficiali attive (anche detto S.W.M. - Surface Wave Method) è un metodo di caratterizzazione sismica basato sull'analisi della dispersione geometrica delle onde superficiali. La procedura consiste nella valutazione delle caratteristiche dispersive del sito, a partire dall'acquisizione e trattamento dei dati sismici e nella loro successiva analisi, per determinare le proprietà meccaniche del sottosuolo. La velocità di propagazione delle onde di Rayleigh in un semispazio elastico, omogeneo e isotropo, è indipendente dalla frequenza e il moto indotto dalla propagazione si smorza rapidamente con la profondità, sino ad estinguersi a una profondità circa pari a una lunghezza d'onda. La profondità raggiunta dalla perturbazione dipende, quindi, dalla lunghezza d'onda e, in mezzi omogenei, a diverse

lunghezze d'onda corrisponde un'unica velocità di fase (V_R). In un mezzo verticalmente eterogeneo, costituito, cioè, da strati aventi proprietà meccaniche differenti, il comportamento delle onde superficiali diventa dispersivo: a frequenze diverse corrispondono differenti velocità di fase. Lunghezze d'onda diverse interessano, infatti, strati diversi ai quali sono associate proprietà meccaniche specifiche: ogni lunghezza d'onda (e quindi ogni frequenza) si propaga a una velocità di fase che dipende dalle caratteristiche degli strati interessati dalla propagazione.

Nel caso di un mezzo eterogeneo, quindi, le onde superficiali non hanno una singola velocità, ma diverse velocità di fase in corrispondenza delle diverse frequenze: tale fenomeno, dipendente dalla distribuzione spaziale delle proprietà sismiche del sottosuolo, è noto come dispersione geometrica e la relazione che lega la frequenza alla velocità di fase prende il nome di curva di dispersione.

La propagazione delle onde di Rayleigh in un mezzo verticalmente eterogeneo, è un fenomeno multi-modale: data una determinata stratigrafia, in corrispondenza di una certa frequenza, possono esistere diverse velocità di propagazione, a ognuna delle quali corrisponde un modo di vibrazione del sito. Differenti modi di vibrazione possono manifestarsi simultaneamente.

Da un punto di vista teorico, per quanto riguarda il modo fondamentale, alle alte frequenze, la velocità di fase coincide con la velocità delle onde di Rayleigh dello strato più superficiale, mentre, alle basse frequenze, l'effetto degli strati più profondi diventa importante e la velocità di fase tende asintoticamente alla velocità di propagazione delle onde di taglio dello strato più profondo, come se questo fosse esteso infinitamente in profondità. La curva di dispersione gioca un ruolo centrale nell'utilizzo delle onde di Rayleigh ai fini della caratterizzazione dei terreni; infatti, è funzione delle caratteristiche di rigidità del mezzo e può essere utilizzata per un processo inverso avente come obiettivo la stima delle caratteristiche di rigidità stesse.

10.2 Modalità di acquisizione

La fase di acquisizione prevede l'utilizzo di una sorgente, impulsiva o controllata, tramite la quale viene creata una perturbazione che si propaga lungo la superficie libera e viene rilevata da uno o più ricevitori, posti lungo dispositivi lineari sul piano campagna. La sorgente è posta a un estremo dello stendimento di misura e di norma si effettuano energizzazioni ai due lati opposti dello stendimento, per avere ridondanza di informazione e gestire eventuali disomogeneità del sottosuolo. L'obiettivo è indagare la propagazione delle onde superficiali in una banda di frequenza più ampia possibile, poiché ciò consente di ottenere informazioni sulle proprietà degli strati profondi, che influenzano le componenti a bassa frequenza, e di risolvere con adeguata risoluzione gli strati più superficiali, che influenzano in maniera significativa soprattutto le componenti ad alta frequenza. Questo implica la scelta di corretti parametri di acquisizione (nello spazio e nel tempo) atti a permettere un'adeguata risoluzione spettrale nella fase di elaborazione.

Il campionamento temporale deve garantire che tutto il treno d'onda relativo alla propagazione delle onde superficiali sia registrato, quindi la durata dell'acquisizione (T) deve essere maggiore o uguale al tempo necessario per l'armonica più lenta a raggiungere il sensore più lontano. L'intervallo di campionamento (dt) deve garantire la stima delle armoniche di interesse in base alle regole del campionamento (frequenza di campionamento almeno doppia, meglio pari a cinque volte, della frequenza più alta da registrare).

Il campionamento spaziale deve consentire di stimare in modo affidabile le lunghezze d'onda di interesse. In particolare la lunghezza dello stendimento di misura (L) non deve essere inferiore alla metà della massima lunghezza d'onda e la distanza intergeofonica (dI) deve essere metà della minima lunghezza d'onda.

Inoltre, poiché dal punto di vista fisico le onde di superficie sono sensibili alle proprietà del mezzo in cui si propagano, fino ad una profondità pari a circa 0.4 volte la lunghezza d'onda massima, la lunghezza L deve essere definita anche in funzione della profondità d'indagine desiderata.

10.3 Elaborazione dati di onde superficiali

Obiettivo dell'elaborazione è la stima della curva di dispersione caratteristica del sito, che esprime la velocità di fase delle onde di Rayleigh in funzione della frequenza.

La procedura può essere sintetizzata nei seguenti punti:

- I dati di campagna vengono trasformati tramite una doppia trasformata di Fourier in dominio f - k (frequenza-numero d'onda). I massimi di energia sono associabili alle onde di Rayleigh (Tselentis and Delis, 1998) e vengono riconosciuti gli eventi coerenti in ampi intervalli di frequenza, discriminando gli eventi associabili ai diversi modi di propagazione.
- Le curve di dispersione sperimentali sono ricavate con un algoritmo di ricerca dei massimi spettrali. Per ogni frequenza f , il picco spettrale è associato a un determinato valore del numero d'onda k , da cui è possibile ricavare la velocità di fase delle onde di Rayleigh attraverso la relazione:

$$V_R(f) = \frac{2 \cdot \pi \cdot f}{k}$$

- Il modello di sottosuolo viene schematizzato come un mezzo elastico a strati piano-paralleli, omogenei ed isotropi, nel quale l'eterogeneità è rappresentata dalla differenziazione delle caratteristiche meccaniche degli strati.
- Si definisce uno spazio dei parametri di modello (spessore degli strati, velocità delle onde di taglio, densità, coefficiente di Poisson), compatibile con la geologia del sito.
- Tramite un algoritmo di inversione probabilistica, si producono alcune migliaia di profili di V_s (modelli) compatibili con il range di variabilità dei parametri.
- Il problema diretto viene risolto per tutti i modelli estratti e si individuano i soli modelli in cui si minimizza la differenza fra il set di dati sperimentali (curva di dispersione misurata) e il set di dati calcolati (curva di dispersione simulata). La

procedura è condotta con tecniche di ricerca globale della soluzione (Wathelet et al, 2004; Socco and Boiero, 2008).

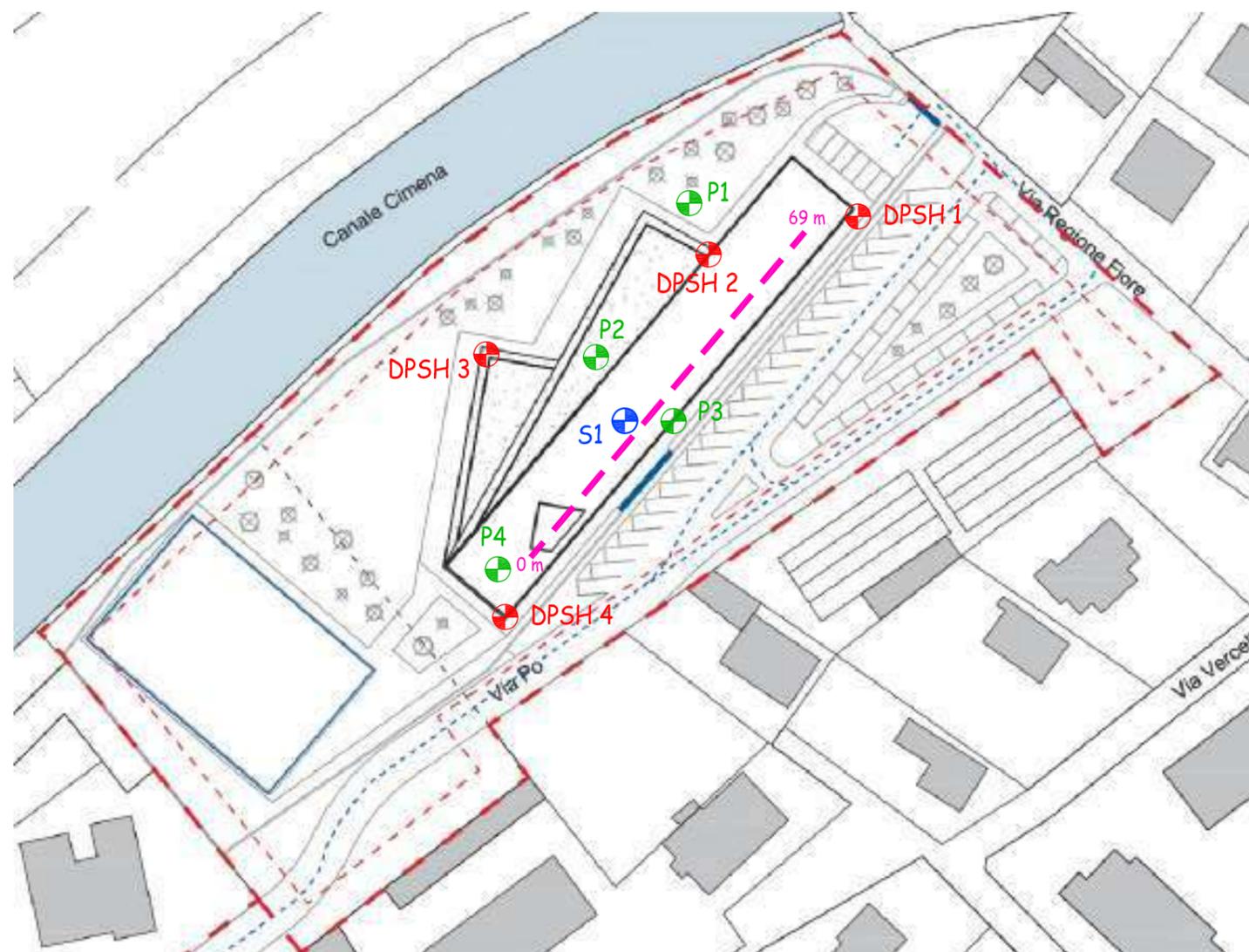
11.0 BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

- Socco, L.V., and D. Boiero, 2008, Improved Monte Carlo inversion of surface wave data: *Geophysical Prospecting*, 56, 357-371.
- Tselentis, G.A., and G. Delis, 1998, Rapid assessment of S-wave profiles from the inversion of multichannel surface wave dispersion data: *Annali di Geofisica*, 41, 1-15.
- Wathelet, M., D. Jongmans, and M. Ohrnberger, 2004, Surface-wave inversion using a direct search algorithm and its application to ambient vibration measurements: *Near Surface Geophysics*, 2, 211-221.

ALLEGATI

- ALLEGATO 1 - UBICAZIONE DELLE INDAGINI ESEGUITE
- ALLEGATO 2 - RAPPORTO N° 19/11 - prova DPSH1
- ALLEGATO 3 - RAPPORTO N° 19/12 - prova DPSH2
- ALLEGATO 4 - RAPPORTO N° 19/13 - prova DPSH3
- ALLEGATO 5 - RAPPORTO N° 19/14 - prova DPSH4
- ALLEGATO 6 - RAPPORTO N° 19/18 - STRATIGRAFIA SONDAGGIO S1
- ALLEGATO 7 - RIPRESE FOTOGRAFICHE DELLE CASSETTE
CATALOGATRICI
- ALLEGATO 8 - STRATIGRAFIA POZZETTO P1
- ALLEGATO 9 - STRATIGRAFIA POZZETTO P2
- ALLEGATO 10 - STRATIGRAFIA POZZETTO P3
- ALLEGATO 11 - STRATIGRAFIA POZZETTO P4
- ALLEGATO 12 - RAPPPORTO DI PROVA LABORATORIO CR213 - P1
- ALLEGATO 13 - RAPPPORTO DI PROVA LABORATORIO CR214 - P2
- ALLEGATO 14 - RAPPPORTO DI PROVA LABORATORIO CR215 - P4

Planimetria generale di progetto



LEGENDA:

- - - Ubicazione MASW
- ⊕ DPSH n Ubicazione prove penetrometriche dinamiche super-pesanti
- ⊕ S1 Ubicazione sondaggio geognostico e piezometro
- ⊕ Pn Ubicazione pozzetti esplorativi

	P.A.N.G.E.A. s.a.s <small>INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE, MONITORAGGI, MICROPALI E TIRANTI</small>
Via Lungo Bendola 47 10032 BRANDIZZO (TO)	tel.: 011-9178525 fax: 011-9137926
COMMITTENTE: Comune di Gassino Torinese Area comunale Regione Fiore - nuova scuola primaria	
OGGETTO: Ubicazione dell'indagine eseguita Scala 1:1000	
COMMESSA: 06/19	ALLEGATO 1 - Pag. 1 di 1



P.A.N.G.E.A. S.p.A.

INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE, MONITORAGGI, MICROPALE E TIRANTI
Via Lungo Bendola 47 tel.: 011-9178825
10032 BRANDIZZO (TO) fax: 011-9137926

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.P.S.H.

DENOMINAZIONE PROVA:	DPSH1
DATA ESECUZIONE PROVA:	26/11/2019
QUOTA INIZIO PROVA:	P.C.
PROFONDITA' FALDA:	non rilevata*
PENETROMETRO UTILIZZATO:	PAGANI TG 63/100
MASSA BATTENTE:	73 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA:	75 cm
DIAMETRO PUNTA:	51 mm
AVANZAMENTO PUNTA:	30 cm
UTILIZZO RIVESTIMENTO:	no
NOTE:	*foro franato a -5,38 m

COMMITTENTE: Comune di Gassino Torinese
CANTIERE: Area comunale Regione Fiore - nuova scuola primaria
RESPONSABILE DI SITO: Ing. Geol. Marco CASALE
DIRETTORE: Ing. Geol. Marco CASALE

Prof. (m)	N° colpi punta	N° colpi rivest.
0,3	1	
0,6	2	
0,9	0	
1,2	1	
1,5	2	
1,8	1	
2,1	2	
2,4	3	
2,7	4	
3,0	6	
3,3	8	
3,6	11	
3,9	15	
4,2	17	
4,5	19	
4,8	20	
5,1	46	
5,4	72	
5,7	Rifiuto	
6,0		
6,3		
6,6		
6,9		
7,2		
7,5		
7,8		
8,1		
8,4		
8,7		
9,0		
9,3		
9,6		
9,9		
10,2		
10,5		
10,8		
11,1		
11,4		
11,7		
12,0		
12,3		
12,6		
12,9		
13,2		
13,5		

Prof. (m)	N° colpi punta	N° colpi rivest.
13,8		
14,1		
14,4		
14,7		
15,0		
15,3		
15,6		
15,9		
16,2		
16,5		
16,8		
17,1		
17,4		
17,7		
18,0		
18,3		
18,6		
18,9		
19,2		
19,5		
19,8		
20,1		
20,4		
20,7		
21,0		
21,3		
21,6		
21,9		
22,2		
22,5		
22,8		
23,1		
23,4		
23,7		
24,0		
24,3		
24,6		
24,9		
25,2		
25,5		
25,8		
26,1		
26,4		
26,7		
27,0		



P.A.N.G.E.A.

s.a.s

INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE, MONITORAGGI, MICROPALI E TIRANTI
Via Lungo Bendola 47 tel.: 011-9178525
10032 BRANDIZZO (TO) fax: 011-9137926

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.P.S.H.

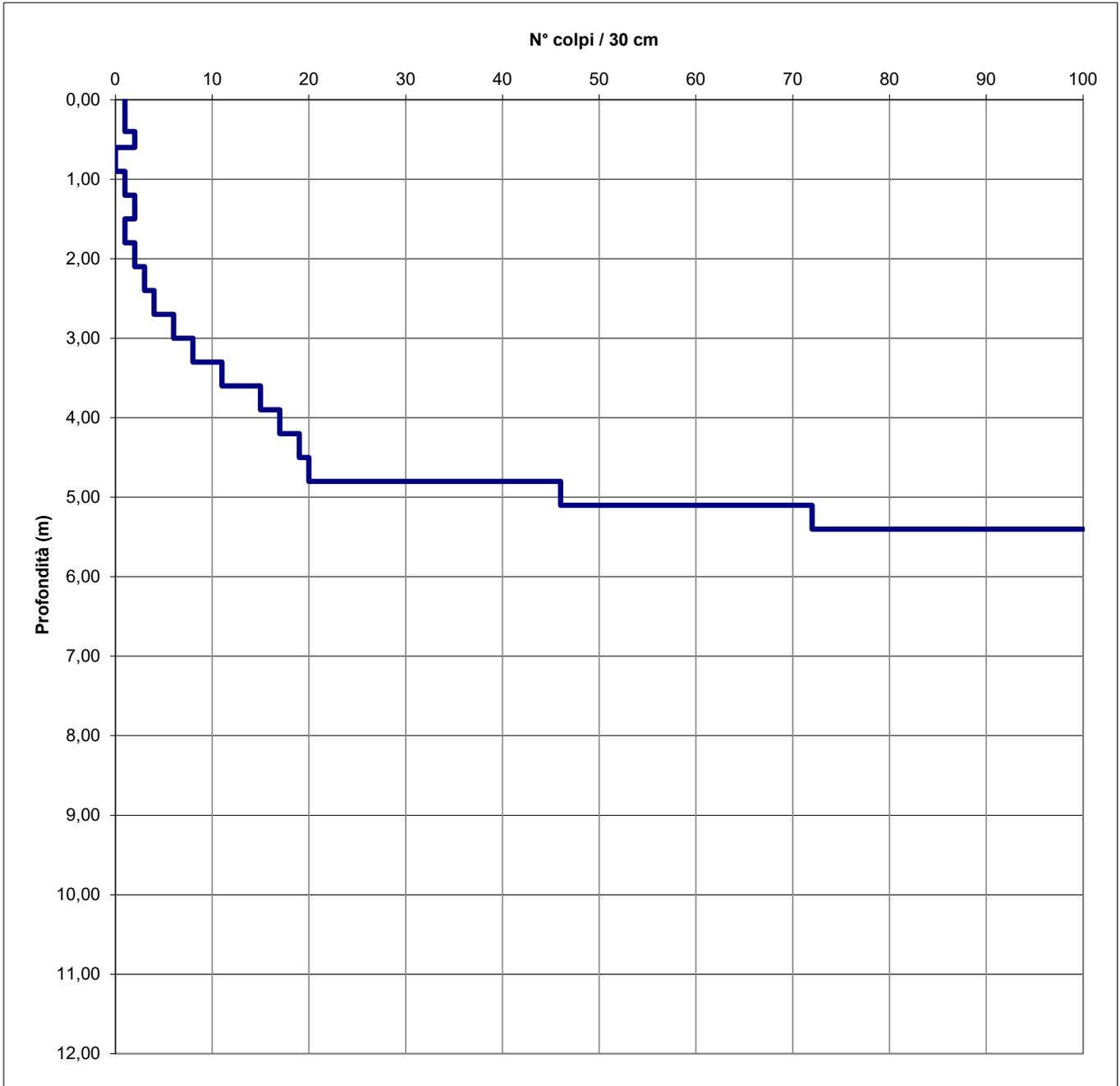
DENOMINAZIONE PROVA:

DPSH1

COMMITTENTE:

Comune di Gassino Torinese

GRAFICO DELLA PROVA





P.A.N.G.E.A. S.p.A.

INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE, MONITORAGGI, MICROPALE E TIRANTI
Via Lungo Bendola 47 tel.: 011-9178825
10032 BRANDIZZO (TO) fax: 011-9137926

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.P.S.H.

DENOMINAZIONE PROVA:	DPSH2
DATA ESECUZIONE PROVA:	26/11/2019
QUOTA INIZIO PROVA:	P.C.
PROFONDITA' FALDA:	non rilevata*
PENETROMETRO UTILIZZATO:	PAGANI TG 63/100
MASSA BATTENTE:	73 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA:	75 cm
DIAMETRO PUNTA:	51 mm
AVANZAMENTO PUNTA:	30 cm
UTILIZZO RIVESTIMENTO:	no
NOTE:	*foro franato a -5,33 m

COMMITTENTE: Comune di Gassino Torinese
CANTIERE: Area comunale Regione Fiore - nuova scuola primaria
RESPONSABILE DI SITO: Ing. Geol. Marco CASALE
DIRETTORE: Ing. Geol. Marco CASALE

Prof. (m)	N° colpi punta	N° colpi rivest.
0,3	2	
0,6	2	
0,9	3	
1,2	3	
1,5	3	
1,8	5	
2,1	4	
2,4	4	
2,7	4	
3,0	4	
3,3	3	
3,6	3	
3,9	2	
4,2	9	
4,5	35	
4,8	70	
5,1	88	
5,4	Rifiuto	
5,7		
6,0		
6,3		
6,6		
6,9		
7,2		
7,5		
7,8		
8,1		
8,4		
8,7		
9,0		
9,3		
9,6		
9,9		
10,2		
10,5		
10,8		
11,1		
11,4		
11,7		
12,0		
12,3		
12,6		
12,9		
13,2		
13,5		

Prof. (m)	N° colpi punta	N° colpi rivest.
13,8		
14,1		
14,4		
14,7		
15,0		
15,3		
15,6		
15,9		
16,2		
16,5		
16,8		
17,1		
17,4		
17,7		
18,0		
18,3		
18,6		
18,9		
19,2		
19,5		
19,8		
20,1		
20,4		
20,7		
21,0		
21,3		
21,6		
21,9		
22,2		
22,5		
22,8		
23,1		
23,4		
23,7		
24,0		
24,3		
24,6		
24,9		
25,2		
25,5		
25,8		
26,1		
26,4		
26,7		
27,0		



P.A.N.G.E.A.

s.a.s

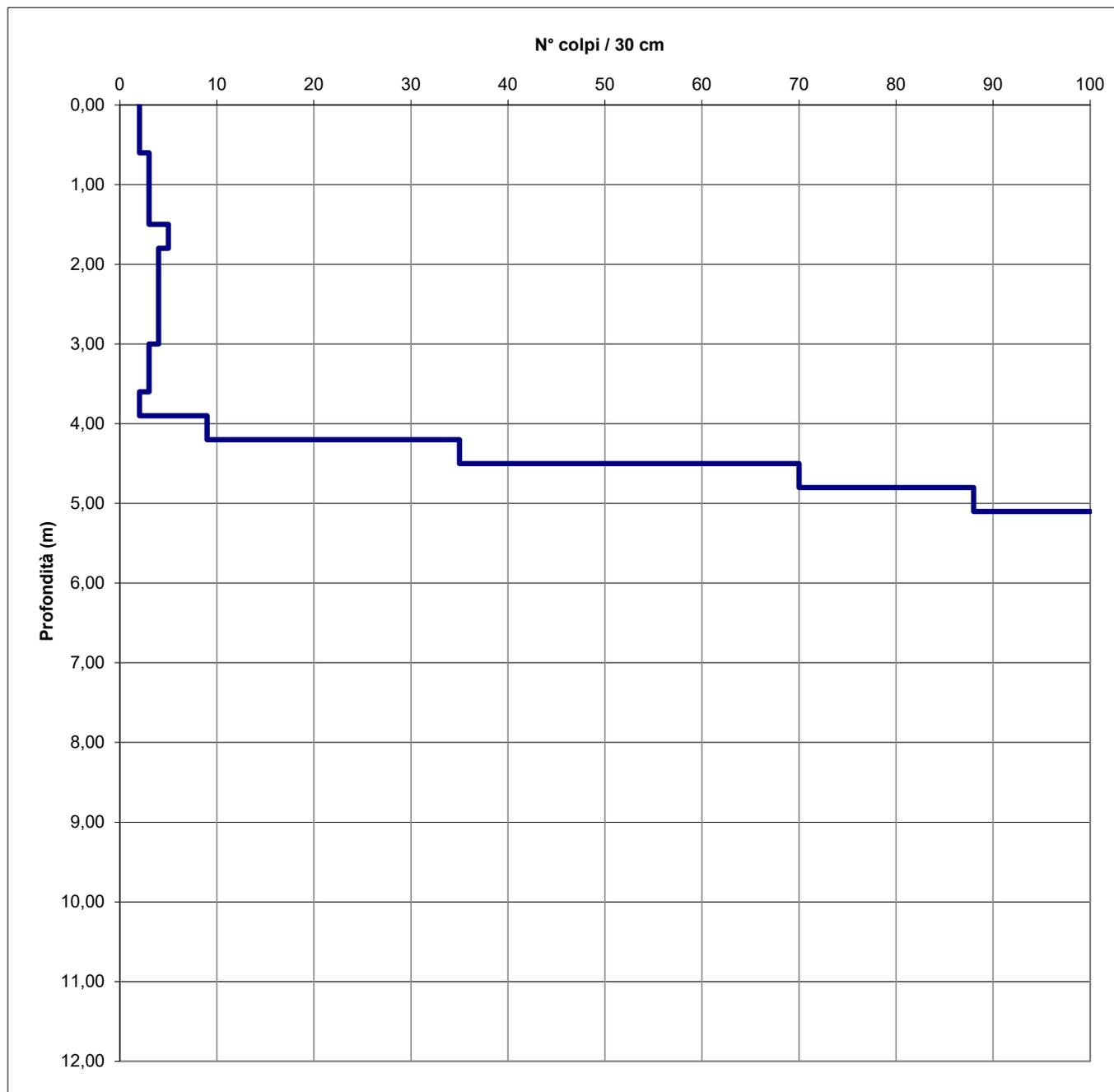
INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE, MONITORAGGI, MICROPALI E TIRANTI
Via Lungo Bendola 47 tel.: 011-9178525
10032 BRANDIZZO (TO) fax: 011-9137926

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.P.S.H.

DENOMINAZIONE PROVA: **DPSH2**

COMMITTENTE:
Comune di Gassino Torinese

GRAFICO DELLA PROVA





P.A.N.G.E.A. S.a.S

INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE, MONITORAGGI, MICROPALI E TIRANTI
Via Lungo Bendola 47 tel.: 011-9178825
10032 BRANDIZZO (TO) fax: 011-9137926

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.P.S.H.

DENOMINAZIONE PROVA:	DPSH3
DATA ESECUZIONE PROVA:	26/11/2019
QUOTA INIZIO PROVA:	P.C.
PROFONDITA' FALDA:	non rilevata*
PENETROMETRO UTILIZZATO:	PAGANI TG 63/100
MASSA BATTENTE:	73 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA:	75 cm
DIAMETRO PUNTA:	51 mm
AVANZAMENTO PUNTA:	30 cm
UTILIZZO RIVESTIMENTO:	no
NOTE:	*foro franato a -4,35 m

COMMITTENTE: Comune di Gassino Torinese
CANTIERE: Area comunale Regione Fiore - nuova scuola primaria
RESPONSABILE DI SITO: Ing. Geol. Marco CASALE
DIRETTORE: Ing. Geol. Marco CASALE

Prof. (m)	N° colpi punta	N° colpi rivest.
0,3	1	
0,6	3	
0,9	2	
1,2	2	
1,5	3	
1,8	3	
2,1	3	
2,4	2	
2,7	4	
3,0	3	
3,3	4	
3,6	4	
3,9	4	
4,2	3	
4,5	2	
4,8	2	
5,1	2	
5,4	2	
5,7	7	
6,0	3	
6,3	10	
6,6	14	
6,9	11	
7,2	15	
7,5	9	
7,8	3	
8,1	3	
8,4	2	
8,7	4	
9,0	7	
9,3	9	
9,6	10	
9,9	25	
10,2	66	
10,5		
10,8		
11,1		
11,4		
11,7		
12,0		
12,3		
12,6		
12,9		
13,2		
13,5		

Prof. (m)	N° colpi punta	N° colpi rivest.
13,8		
14,1		
14,4		
14,7		
15,0		
15,3		
15,6		
15,9		
16,2		
16,5		
16,8		
17,1		
17,4		
17,7		
18,0		
18,3		
18,6		
18,9		
19,2		
19,5		
19,8		
20,1		
20,4		
20,7		
21,0		
21,3		
21,6		
21,9		
22,2		
22,5		
22,8		
23,1		
23,4		
23,7		
24,0		
24,3		
24,6		
24,9		
25,2		
25,5		
25,8		
26,1		
26,4		
26,7		
27,0		



P.A.N.G.E.A.

s.a.s

INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE, MONITORAGGI, MICROPALI E TIRANTI
Via Lungo Bendola 47 tel.: 011-9178525
10032 BRANDIZZO (TO) fax: 011-9137926

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.P.S.H.

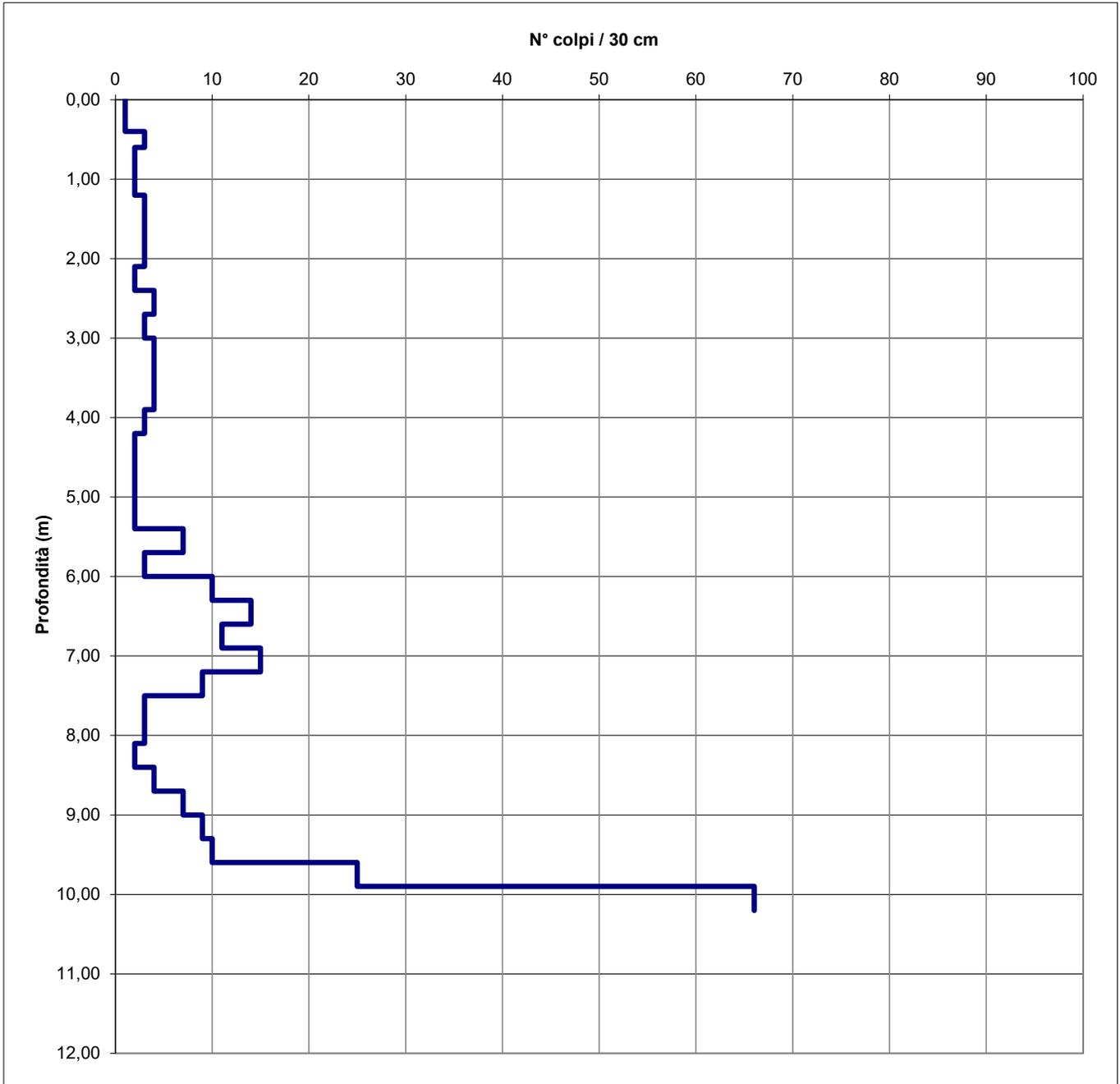
DENOMINAZIONE PROVA:

DPSH3

COMMITTENTE:

Comune di Gassino Torinese

GRAFICO DELLA PROVA





P.A.N.G.E.A. S.a.S

INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE, MONITORAGGI, MICROPALE E TIRANTI
Via Lungo Bendola 47 tel.: 011-9178825
10032 BRANDIZZO (TO) fax: 011-9137926

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.P.S.H.

DENOMINAZIONE PROVA: **DPSH4**

DATA ESECUZIONE PROVA: 26/11/2019

QUOTA INIZIO PROVA: P.C.

PROFONDITA' FALDA: non rilevata*

PENETROMETRO UTILIZZATO: PAGANI TG 63/100

MASSA BATTENTE: 73 kg

ALTEZZA CADUTA LIBERA: 75 cm

DIAMETRO PUNTA: 51 mm

AVANZAMENTO PUNTA: 30 cm

UTILIZZO RIVESTIMENTO: no

NOTE: *foro franato a -6,35 m

COMMITTENTE:

Comune di Gassino Torinese

CANTIERE:

Area comunale Regione Fiore - nuova scuola primaria

RESPONSABILE DI SITO:

Ing. Geol. Marco CASALE

DIRETTORE:

Ing. Geol. Marco CASALE

Prof. (m)	N° colpi punta	N° colpi rivest.
0,3	1	
0,6	1	
0,9	3	
1,2	2	
1,5	2	
1,8	2	
2,1	2	
2,4	3	
2,7	3	
3,0	3	
3,3	3	
3,6	3	
3,9	3	
4,2	2	
4,5	5	
4,8	5	
5,1	7	
5,4	7	
5,7	10	
6,0	41	
6,3	83	
6,6	Rifiuto	
6,9		
7,2		
7,5		
7,8		
8,1		
8,4		
8,7		
9,0		
9,3		
9,6		
9,9		
10,2		
10,5		
10,8		
11,1		
11,4		
11,7		
12,0		
12,3		
12,6		
12,9		
13,2		
13,5		

Prof. (m)	N° colpi punta	N° colpi rivest.
13,8		
14,1		
14,4		
14,7		
15,0		
15,3		
15,6		
15,9		
16,2		
16,5		
16,8		
17,1		
17,4		
17,7		
18,0		
18,3		
18,6		
18,9		
19,2		
19,5		
19,8		
20,1		
20,4		
20,7		
21,0		
21,3		
21,6		
21,9		
22,2		
22,5		
22,8		
23,1		
23,4		
23,7		
24,0		
24,3		
24,6		
24,9		
25,2		
25,5		
25,8		
26,1		
26,4		
26,7		
27,0		



P.A.N.G.E.A.

s.a.s

INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE, MONITORAGGI, MICROPALI E TIRANTI
Via Lungo Bendola 47
10032 BRANDIZZO (TO)

tel.: 011-9178525
fax: 011-9137926

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.P.S.H.

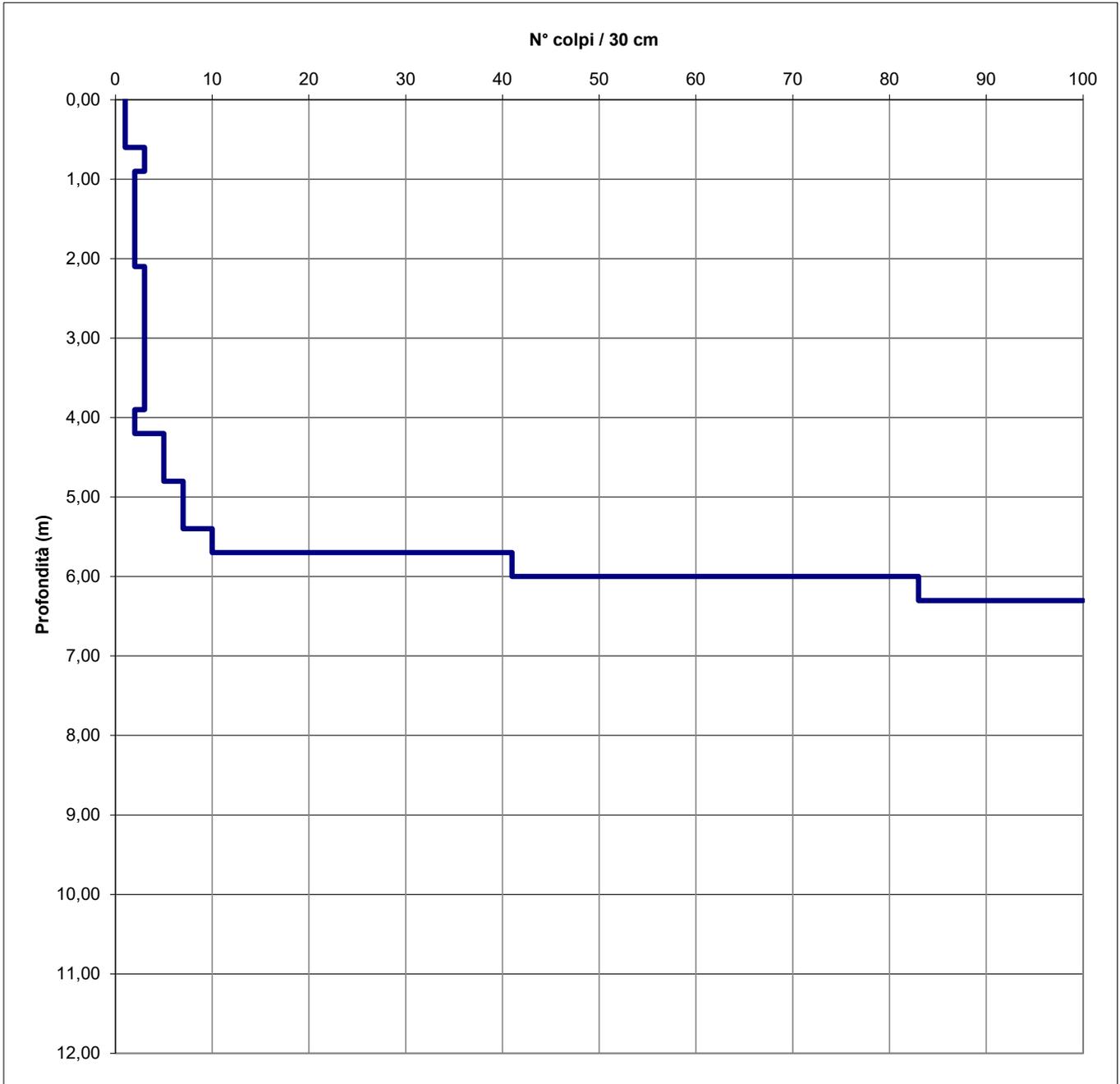
DENOMINAZIONE PROVA:

DPSH4

COMMITTENTE:

Comune di Gassino Torinese

GRAFICO DELLA PROVA



RIPRESE FOTOGRAFICHE DELLE CASSETTE CATALOGATRICI

SONDAGGIO S1

da 0,00 a 5,00 m



da 5,00 a 10,00 m





P.A.N.G.E.A. s.a.s

INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE, MONITORAGGI, MICROPALI E TIRANTI
Via Lungo Bendola 47 tel.: 011-9178525
10032 BRANDIZZO (TO) fax: 011-9137926

POZZETTO ESPLORATIVO N°: **P1**

ATTREZZATURA:
Escavatore meccanico
Komatsu PC35

DATA ESECUZIONE:
29/11/2019

COMMESSA:
Comune di Gassino Torinese
Area comunale Regione Fiore - nuova scuola primaria

REDAZIONE STRATIGRAFIE:
Ing. Geol. Marco CASALE

PROFONDITA'	SCALA 1:50	STRATIGRAFIA	DESCRIZIONE
0.40			Limi sabbiosi di colore grigio-marrone.
1.00	1		Limi sabbiosi e limi argillosi di media consistenza, di colore marrone chiaro / nocciola.
2.40	2		Limi argillosi ed argille limose mediamente consistenti, di colore marrone chiaro / nocciola.
	3		
	4		
	5		
	6		
	7		
	8		
	9		
	10		

N.B.: durante l'esecuzione dello scavo, non è stata rinvenuta la presenza della falda freatica.
Prelevato campione P1 a -1,5 m di profondità per analisi chimiche di laboratorio.



P.A.N.G.E.A. s.a.s

INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE, MONITORAGGI, MICROPALI E TIRANTI
Via Lungo Bendola 47 tel.: 011-9178525
10032 BRANDIZZO (TO) fax: 011-9137926

POZZETTO ESPLORATIVO N°: **P2**

ATTREZZATURA:
Escavatore meccanico
Komatsu PC35

DATA ESECUZIONE:
29/11/2019

COMMESSA':
Comune di Gassino Torinese
Area comunale Regione Fiore - nuova scuola primaria

REDAZIONE STRATIGRAFIE:
Ing. Geol. Marco CASALE

PROFONDITA'	SCALA 1:50	STRATIGRAFIA	DESCRIZIONE
0.40			Limi sabbiosi, debolmente argillosi, di colore grigio-marrone.
1.40	1		Limi argillosi di scarsa consistenza, di colore marrone chiaro / nocciola.
2.40	2		Limi argillosi ed argille limose mediamente consistenti, di colore marrone chiaro / nocciola.
	3		
	4		
	5		
	6		
	7		
	8		
	9		
	10		

N.B.: durante l'esecuzione dello scavo, non è stata rinvenuta la presenza della falda freatica.
Prelevato campione P2 a -1,5 m di profondità per analisi chimiche di laboratorio.



P.A.N.G.E.A. s.a.s

INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE, MONITORAGGI, MICROPALI E TIRANTI
Via Lungo Bendola 47 tel.: 011-9178525
10032 BRANDIZZO (TO) fax: 011-9137926

POZZETTO ESPLORATIVO N°: **P3**

ATTREZZATURA:
Escavatore meccanico
Komatsu PC35

DATA ESECUZIONE:
29/11/2019

COMMESSA':
Comune di Gassino Torinese
Area comunale Regione Fiore - nuova scuola primaria

REDAZIONE STRATIGRAFIE:
Ing. Geol. Marco CASALE

PROFONDITA'	SCALA 1:50	STRATIGRAFIA	DESCRIZIONE
0.40	1		Limi sabbiosi di colore grigio-marrone.
2.70	2		Limi sabbiosi e sabbie limose, debolmente argillose, di media consistenza, di colore marrone chiaro / nocciola con sfumature ocracee.
	3		
	4		
	5		
	6		
	7		
	8		
	9		
	10		

N.B.: durante l'esecuzione dello scavo, non è stata rinvenuta la presenza della falda freatica.



P.A.N.G.E.A. s.a.s

INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE, MONITORAGGI, MICROPALI E TIRANTI
Via Lungo Bendola 47 tel.: 011-9178525
10032 BRANDIZZO (TO) fax: 011-9137926

POZZETTO ESPLORATIVO N°: **P4**

ATTREZZATURA:
Escavatore meccanico
Komatsu PC35

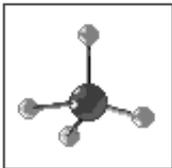
DATA ESECUZIONE:
29/11/2019

COMMESSA':
Comune di Gassino Torinese
Area comunale Regione Fiore - nuova scuola primaria

REDAZIONE STRATIGRAFIE:
Ing. Geol. Marco CASALE

PROFONDITA'	SCALA 1:50	STRATIGRAFIA	DESCRIZIONE
0.30			Limi sabbiosi di colore grigio-marrone.
	1		Limi argillosi ed argille limose debolmente sabbiosi, da poco a mediamente consistenti, di colore marrone chiaro / nocciola.
2.20	2		
2.40			Argille limose e limi argillosi, consistenti, di colore marrone scuro.
	3		
	4		
	5		
	6		
	7		
	8		
	9		
	10		

N.B.: durante l'esecuzione dello scavo, non è stata rinvenuta la presenza della falda freatica.
Prelevato campione P4 a -1,5 m di profondità per analisi chimiche di laboratorio.



ALCHIM s.a.s.
 di Masante & C.
 Lab: Via Roma, 26 - 10023 CHIERI (TO)
 Tel. 0119423571
 Partita IVA 05820880010

CLIENTE : P.AN.GE.A.SAS
Via Lungo Bendola 47 BRANDIZZO TO

DATA 12/12/2019 PAG. 1 di 2

RAPPORTO DI PROVA n° CR213

DESCRIZIONE CAMPIONE

Campione di : Terreno

da Voi prelevato, a noi pervenuto in data

04/12/2019

Vostro riferimento : Committente: Comune di Gassino T.se - Via Regione Fiore - Gassino Torinese - Progettazione scuola primaria - Campione di terreno denominato P1 prelevato a 1,50 m di profondità

Data e ora di prelievo:
 (se diversa dall'accettazione)

Imballaggio: barattolo in vetro

Temp.di trasporto - °C **Temp.all'arrivo** - °C **Nome prelevatore** sacchetti sigillati **Verbale di prelievo** CR213

PROVE	VALORE/ i.m.	UN. di MISURA	Data inizio Analis Data fine Analisi	NOTE/LIMITI	
D Lgs152 del 03/04/06-G.U. 88 del 14/04/06					
Tab A Tab B					
Arsenico (Metodo: EPA3050B:1996+EPA6010C:2007)	(As) 5,44	mg/kg ss	04/12/2019 06/12/2019	20	50
Cadmio (Metodo: EPA3050B:1996+EPA6010C:2007)	(Cd) 2,0	mg/kg ss	04/12/2019 06/12/2019	2	15
Cobalto (Metodo: EPA3050B:1996+EPA6010C:2007)	(Co) 27,0	mg/kg ss	04/12/2019 06/12/2019	20	250
Cromo (Metodo: EPA3050B:1996+EPA6010C:2007)	(Cr) 221	mg/kg ss	04/12/2019 06/12/2019	150	800
Cromo esavalente (Metodo: I.L. n° 114 Rev 0 2006*)	(Cr) < 0,2	mg/kg ss	04/12/2019 04/12/2019	2	15
Mercurio (Metodo: EPA3050B:1996+EPA6010C:2007)	(Hg) <0,1	mg/kg ss	04/12/2019 06/12/2019	1	5
Nichel (Metodo: EPA3050B:1996+EPA6010C:2007)	(Ni) 207	mg/kg ss	04/12/2019 06/12/2019	120	500
Piombo (Metodo: EPA3050B:1996+EPA6010C:2007)	(Pb) 20,8	mg/kg ss	04/12/2019 06/12/2019	100	1000
Rame (Metodo: EPA3050B:1996+EPA6010C:2007)	(Cu) 37,1	mg/kg ss	04/12/2019 06/12/2019	120	600
Zinco (Metodo: EPA3050B:1996+EPA6010C:2007)	(Zn) 102	mg/kg ss	04/12/2019 06/12/2019	150	1500
Amianto in fibre libere (Metodo : I.L. n° 138 Rev 1 2019-FTIR*)	<100	mg/kg	11/12/2019 11/12/2019	1000	1000
Idrocarburi pesanti C>12 (Metodo : I.L. n° 107 Rev 0 2006*)	5,30	mg/kg ss	04/12/2019 10/12/2019	50	750
Scheletro (DM 13/09/99 Met. II.1*)	<0,5	g/kg	04/12/2019 04/12/2019		

LEGENDA

U.G.= Unità Genomiche; n.e. = non eseguito
 u.f.c.= unità formanti colonia; s.s. = solido secco; i.m.= incertezza di misura; V.d.P.= Verbale di Prelievo

Laboratorio Accreditato ACCREDIA Lab n° 1484-N iscr. elenco Reg. 031

secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2005

* Prova non accreditata da ACCREDIA

Il presente rapporto di prova NON può essere riprodotto parzialmente

I risultati riportati sul presente rapporto sono rappresentativi del solo campione sottoposto a prova

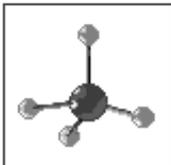
L'incertezza di misura, ove indicata, è l'incertezza estesa calcolata con fattore di copertura K =2 con il 95% di confidenza

Il Recupero % (R%) del laboratorio per i metodi:

EPA 3550C:2007+EPA 8270E:2017 è compreso tra 70-130%;

EPA 5030C:2003+EPA 8260D:2017 è compreso tra 70-130%; il Recupero non è utilizzato per il calcolo dei risultati

Mod 12.1 rev. 7



ALCHIM s.a.s.
di Masante & C.
 Lab: Via Roma, 26 - 10023 CHIERI (TO)
 Tel. 0119423571
 Partita IVA 05820880010

CLIENTE : P.AN.GE.A.SAS
Via Lungo Bendola 47 BRANDIZZO TO

DATA 12/12/2019 **PAG. 2 di 2**

RAPPORTO DI PROVA n° CR213

DESCRIZIONE CAMPIONE

Campione di : Terreno

da Voi prelevato, a noi pervenuto in data

04/12/2019

Vostro riferimento : Committente: Comune di Gassino T.se - Via Regione Fiore - Gassino Torinese - Progettazione scuola primaria - Campione di terreno denominato P1 prelevato a 1,50 m di profondità

Data e ora di prelievo:
 (se diversa dall'accettazione)

Imballaggio: barattolo in vetro

Temp.di trasporto - °C **Temp.all'arrivo** - °C **Nome prelevatore** sacchetti sigillati **Verbale di prelievo** CR213

PROVE	VALORE/ i.m.	UN. di MISURA	Data inizio Analisi Data fine Analisi	NOTE/LIMITI
-------	--------------	---------------	--	-------------

D Lgs152 del 03/04/06-G.U. 88 del
14/04/06

Tab A Tab B

Residuo 105° C	81,3	%	04/12/2019	
(Metodo : UNI EN 14346 2007*)			04/12/2019	

GIUDIZIO DI CONFORMITA' RAPPORTO DI PROVA n° CR213

I valori di Cobalto, Cromo e di Nichel **NON RISPETTANO** i limiti imposti dalla tab 1 dell'all. 5 al titolo V D.Lgs 152 del 03/04/06 per le concentrazioni soglia nel suolo per i siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale - Tab. A

Limitatamente ai parametri analizzati vengono rispettati i limiti per i siti ad uso commerciale ed industriale - Tab. B

Responsabile di Laboratorio

P.I. Chim. Roberto Masante



LEGENDA

U.G.= Unità Genomiche; n.e. = non eseguito
u.f.c.= unità formanti colonia; s.s. = solido secco; i.m.= incertezza di misura; V.d.P.= Verbale di Prelievo

Laboratorio Accreditato ACCREDIA Lab n° 1484-N iscr. elenco Reg. 031

secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2005

* Prova non accreditata da ACCREDIA

Il presente rapporto di prova NON può essere riprodotto parzialmente

I risultati riportati sul presente rapporto sono rappresentativi del solo campione sottoposto a prova

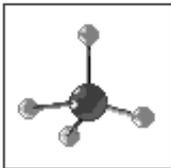
L'incertezza di misura, ove indicata, è l'incertezza estesa calcolata con fattore di copertura K =2 con il 95% di confidenza

Il Recupero % (R%) del laboratorio per i metodi:

EPA 3550C:2007+EPA 8270E:2017 è compreso tra 70-130%;

EPA 5030C:2003+EPA 8260D:2017 è compreso tra 70-130%; il Recupero non è utilizzato per il calcolo dei risultati

Mod 12.1 rev. 7



ALCHIM s.a.s.
di Masante & C.
 Lab: Via Roma, 26 - 10023 CHIERI (TO)
 Tel. 0119423571
 Partita IVA 05820880010

CLIENTE : P.AN.GE.A.SAS
Via Lungo Bendola 47 BRANDIZZO TO

DATA 12/12/2019 **PAG. 1 di 2**

RAPPORTO DI PROVA n° CR214

DESCRIZIONE CAMPIONE

Campione di : Terreno

da Voi prelevato, a noi pervenuto in data

04/12/2019

Vostro riferimento : Committente: Comune di Gassino T.se - Via Regione Fiore - Gassino Torinese - Progettazione scuola primaria - Campione di terreno denominato P2 prelevato a 1,50 m di profondità

Data e ora di prelievo:
 (se diversa dall'accettazione)

Imballaggio: barattolo in vetro

Temp.di trasporto - °C **Temp.all'arrivo** - °C **Nome prelevatore** sacchetti sigillati **Verbale di prelievo** CR214

PROVE	VALORE/ i.m.	UN. di MISURA	Data inizio Analis Data fine Analisi	NOTE/LIMITI
D Lgs152 del 03/04/06-G.U. 88 del 14/04/06				
Tab A Tab B				
Arsenico (Metodo: EPA3050B:1996+EPA6010C:2007)	(As) 7,05	mg/kg ss	04/12/2019 06/12/2019	20 50
Cadmio (Metodo: EPA3050B:1996+EPA6010C:2007)	(Cd) 1,94	mg/kg ss	04/12/2019 06/12/2019	2 15
Cobalto (Metodo: EPA3050B:1996+EPA6010C:2007)	(Co) 23,6	mg/kg ss	04/12/2019 06/12/2019	20 250
Cromo (Metodo: EPA3050B:1996+EPA6010C:2007)	(Cr) 215	mg/kg ss	04/12/2019 06/12/2019	150 800
Cromo esavalente (Metodo: I.L. n° 114 Rev 0 2006*)	(Cr) < 0,2	mg/kg ss	04/12/2019 04/12/2019	2 15
Mercurio (Metodo: EPA3050B:1996+EPA6010C:2007)	(Hg) <0,1	mg/kg ss	04/12/2019 06/12/2019	1 5
Nichel (Metodo: EPA3050B:1996+EPA6010C:2007)	(Ni) 186	mg/kg ss	04/12/2019 06/12/2019	120 500
Piombo (Metodo: EPA3050B:1996+EPA6010C:2007)	(Pb) 14,2	mg/kg ss	04/12/2019 06/12/2019	100 1000
Rame (Metodo: EPA3050B:1996+EPA6010C:2007)	(Cu) 34,1	mg/kg ss	04/12/2019 06/12/2019	120 600
Zinco (Metodo: EPA3050B:1996+EPA6010C:2007)	(Zn) 92,3	mg/kg ss	04/12/2019 06/12/2019	150 1500
Amianto in fibre libere (Metodo : I.L. n° 138 Rev 1 2019-FTIR*)	<100	mg/kg	11/12/2019 11/12/2019	1000 1000
Idrocarburi pesanti C>12 (Metodo : I.L. n° 107 Rev 0 2006*)	37,0	mg/kg ss	04/12/2019 10/12/2019	50 750
Scheletro (DM 13/09/99 Met. II.1*)	<0,5	g/kg	04/12/2019 04/12/2019	

LEGENDA

U.G.= *Unità Genomiche*; n.e. = *non eseguito*
 u.f.c.= *unità formanti colonia*; s.s. = *solido secco*; i.m.= *incertezza di misura*; V.d.P.= *Verbale di Prelievo*

Laboratorio Accreditato ACCREDIA Lab n° 1484-N iscr. elenco Reg. 031

secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2005

* Prova non accreditata da ACCREDIA

Il presente rapporto di prova NON può essere riprodotto parzialmente

I risultati riportati sul presente rapporto sono rappresentativi del solo campione sottoposto a prova

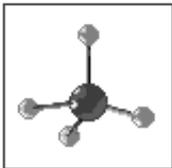
L'incertezza di misura, ove indicata, è l'incertezza estesa calcolata con fattore di copertura K =2 con il 95% di confidenza

Il Recupero % (R%) del laboratorio per i metodi:

EPA 3550C:2007+EPA 8270E:2017 è compreso tra 70-130%;

EPA 5030C:2003+EPA 8260D:2017 è compreso tra 70-130%; il Recupero non è utilizzato per il calcolo dei risultati

Mod 12.1 rev. 7



ALCHIM s.a.s.
 di Masante & C.
 Lab: Via Roma, 26 - 10023 CHIERI (TO)
 Tel. 0119423571
 Partita IVA 05820880010

CLIENTE : P.AN.GE.A.SAS
Via Lungo Bendola 47 BRANDIZZO TO

DATA 12/12/2019 PAG. 2 di 2

RAPPORTO DI PROVA n° CR214

DESCRIZIONE CAMPIONE

Campione di : Terreno

da Voi prelevato, a noi pervenuto in data

04/12/2019

Vostro riferimento : Committente: Comune di Gassino T.se - Via Regione Fiore - Gassino Torinese - Progettazione scuola primaria - Campione di terreno denominato P2 prelevato a 1,50 m di profondità

Data e ora di prelievo:
 (se diversa dall'accettazione)

Imballaggio: barattolo in vetro

Temp.di trasporto - °C **Temp.all'arrivo** - °C **Nome prelevatore** sacchetti sigillati **Verbale di prelievo** CR214

PROVE	VALORE/ i.m.	UN. di MISURA	Data inizio Analisi Data fine Analisi	NOTE/LIMITI
-------	--------------	---------------	--	-------------

D Lgs152 del 03/04/06-G.U. 88 del 14/04/06

Tab A Tab B

Residuo 105° C	81,9	%	04/12/2019 04/12/2019
----------------	------	---	--------------------------

(Metodo : UNI EN 14346 2007*)

GIUDIZIO DI CONFORMITA' RAPPORTO DI PROVA n° CR214

I valori di Cobalto, Cromo e di Nichel **NON RISPETTANO** i limiti imposti dalla tab 1 dell'all. 5 al titolo V D.Lgs 152 del 03/04/06 per le concentrazioni soglia nel suolo per i siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale - Tab. A

Limitatamente ai parametri analizzati vengono rispettati i limiti per i siti ad uso commerciale ed industriale - Tab. B

Responsabile di Laboratorio

P.I. Chim. Roberto Masante



LEGENDA

U.G.= Unità Genomiche; n.e. = non eseguito

u.f.c.= unità formanti colonia; s.s. = solido secco; i.m.= incertezza di misura; V.d.P.= Verbale di Prelievo

Laboratorio Accreditato ACCREDIA Lab n° 1484-N iscr. elenco Reg. 031

secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2005

* Prova non accreditata da ACCREDIA

Il presente rapporto di prova NON può essere riprodotto parzialmente

I risultati riportati sul presente rapporto sono rappresentativi del solo campione sottoposto a prova

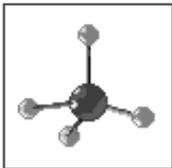
L'incertezza di misura, ove indicata, è l'incertezza estesa calcolata con fattore di copertura K =2 con il 95% di confidenza

Il Recupero % (R%) del laboratorio per i metodi:

EPA 3550C:2007+EPA 8270E:2017 è compreso tra 70-130%;

EPA 5030C:2003+EPA 8260D:2017 è compreso tra 70-130%; il Recupero non è utilizzato per il calcolo dei risultati

Mod 12.1 rev. 7



ALCHIM s.a.s.
di Masante & C.
 Lab: Via Roma, 26 - 10023 CHIERI (TO)
 Tel. 0119423571
 Partita IVA 05820880010

CLIENTE : P.AN.GE.A.SAS
Via Lungo Bendola 47 BRANDIZZO TO

DATA 12/12/2019 **PAG. 1 di 2**

RAPPORTO DI PROVA n° CR215

DESCRIZIONE CAMPIONE

Campione di : Terreno

da Voi prelevato, a noi pervenuto in data

04/12/2019

Vostro riferimento : Committente: Comune di Gassino T.se - Via Regione Fiore - Gassino Torinese - Progettazione scuola primaria - Campione di terreno denominato P4 prelevato a 1,50 m di profondità

Data e ora di prelievo:
 (se diversa dall'accettazione)

Imballaggio: barattolo in vetro

Temp.di trasporto - °C **Temp.all'arrivo** - °C **Nome prelevatore** sacchetti sigillati **Verbale di prelievo** CR215

PROVE	VALORE/ i.m.	UN. di MISURA	Data inizio Analis		NOTE/LIMITI	
			Data fine Analisi		Tab A	Tab B
D Lgs152 del 03/04/06-G.U. 88 del 14/04/06						
Arsenico (Metodo: EPA3050B:1996+EPA6010C:2007)	(As) <2	mg/kg ss	04/12/2019 06/12/2019	20		50
Cadmio (Metodo: EPA3050B:1996+EPA6010C:2007)	(Cd) 1,90	mg/kg ss	04/12/2019 06/12/2019	2		15
Cobalto (Metodo: EPA3050B:1996+EPA6010C:2007)	(Co) 29,0	mg/kg ss	04/12/2019 06/12/2019	20		250
Cromo (Metodo: EPA3050B:1996+EPA6010C:2007)	(Cr) 212	mg/kg ss	04/12/2019 06/12/2019	150		800
Cromo esavalente (Metodo: I.L. n° 114 Rev 0 2006*)	(Cr) < 0,2	mg/kg ss	04/12/2019 04/12/2019	2		15
Mercurio (Metodo: EPA3050B:1996+EPA6010C:2007)	(Hg) <0,1	mg/kg ss	04/12/2019 06/12/2019	1		5
Nichel (Metodo: EPA3050B:1996+EPA6010C:2007)	(Ni) 204	mg/kg ss	04/12/2019 06/12/2019	120		500
Piombo (Metodo: EPA3050B:1996+EPA6010C:2007)	(Pb) 16,7	mg/kg ss	04/12/2019 06/12/2019	100		1000
Rame (Metodo: EPA3050B:1996+EPA6010C:2007)	(Cu) 37,3	mg/kg ss	04/12/2019 06/12/2019	120		600
Zinco (Metodo: EPA3050B:1996+EPA6010C:2007)	(Zn) 96,4	mg/kg ss	04/12/2019 06/12/2019	150		1500
Amianto in fibre libere (Metodo : I.L. n° 138 Rev 1 2019-FTIR*)	<100	mg/kg	11/12/2019 11/12/2019	1000		1000
Idrocarburi pesanti C>12 (Metodo : I.L. n° 107 Rev 0 2006*)	25,0	mg/kg ss	04/12/2019 10/12/2019	50		750
Scheletro (DM 13/09/99 Met. II.1*)	<0,5	g/kg	04/12/2019 04/12/2019			

LEGENDA

U.G.= Unità Genomiche; n.e. = non eseguito
u.f.c.= unità formanti colonia; s.s. = solido secco; i.m.= incertezza di misura; V.d.P.= Verbale di Prelievo

Laboratorio Accreditato ACCREDIA Lab n° 1484-N iscr. elenco Reg. 031

secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2005

* Prova non accreditata da ACCREDIA

Il presente rapporto di prova NON può essere riprodotto parzialmente

I risultati riportati sul presente rapporto sono rappresentativi del solo campione sottoposto a prova

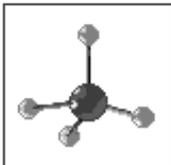
L'incertezza di misura, ove indicata, è l'incertezza estesa calcolata con fattore di copertura K =2 con il 95% di confidenza

Il Recupero % (R%) del laboratorio per i metodi:

EPA 3550C:2007+EPA 8270E:2017 è compreso tra 70-130%;

EPA 5030C:2003+EPA 8260D:2017 è compreso tra 70-130%; il Recupero non è utilizzato per il calcolo dei risultati

Mod 12.1 rev. 7



ALCHIM s.a.s.
 di Masante & C.
 Lab: Via Roma, 26 - 10023 CHERI (TO)
 Tel. 0119423571
 Partita IVA 05820880010

CLIENTE : P.AN.GE.A.SAS
Via Lungo Bendola 47 BRANDIZZO TO

DATA 12/12/2019 PAG. 2 di 2

RAPPORTO DI PROVA n° CR215

DESCRIZIONE CAMPIONE

Campione di : Terreno

da Voi prelevato, a noi pervenuto in data

04/12/2019

Vostro riferimento : Committente: Comune di Gassino T.se - Via Regione Fiore - Gassino Torinese - Progettazione scuola primaria - Campione di terreno denominato P4 prelevato a 1,50 m di profondità

Data e ora di prelievo:
 (se diversa dall'accettazione)

Imballaggio: barattolo in vetro

Temp.di trasporto

- °C

Temp.all'arrivo

- °C

Nome prelevatore sacchetti sigillati

Verbale di prelievo CR215

PROVE	VALORE/ i.m.	UN. di MISURA	Data inizio Analisi Data fine Analisi	NOTE/LIMITI
-------	--------------	---------------	--	-------------

D Lgs152 del 03/04/06-G.U. 88 del
 14/04/06

Tab A Tab B

Residuo 105° C

81,2

%

04/12/2019

(Metodo : UNI EN 14346 2007*)

04/12/2019

GIUDIZIO DI CONFORMITA' RAPPORTO DI PROVA n° CR215

I valori di Cobalto, Cromo e di Nichel NON RISPETTANO i limiti imposti dalla tab 1 dell'all. 5 al titolo V D.Lgs 152 del 03/04/06 per le concentrazioni soglia nel suolo per i siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale - Tab. A

Limitatamente ai parametri analizzati vengono rispettati i limiti per i siti ad uso commerciale ed industriale - Tab. B

Responsabile di Laboratorio

P.I. Chim. Roberto Masante



LEGENDA

U.G.= Unità Genomiche; n.e. = non eseguito

u.f.c.= unità formanti colonia; s.s. = solido secco; i.m.= incertezza di misura; V.d.P.= Verbale di Prelievo

Laboratorio Accreditato ACCREDIA Lab n° 1484-N iscr. elenco Reg. 031

secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2005

* Prova non accreditata da ACCREDIA

Il presente rapporto di prova NON può essere riprodotto parzialmente

I risultati riportati sul presente rapporto sono rappresentativi del solo campione sottoposto a prova

L'incertezza di misura, ove indicata, è l'incertezza estesa calcolata con fattore di copertura K =2 con il 95% di confidenza

Il Recupero % (R%) del laboratorio per i metodi:

EPA 3550C:2007+EPA 8270E:2017 è compreso tra 70-130%;

EPA 5030C:2003+EPA 8260D:2017 è compreso tra 70-130%; il Recupero non è utilizzato per il calcolo dei risultati

Mod 12.1 rev. 7