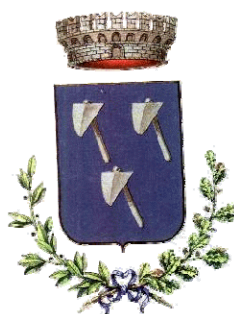


REGIONE PIEMONTE

CITTA' METROPOLITANA DI TORINO



COMUNE DI GASSINO TORINESE

Interventi di miglioramento sismico scuola media "E.Savio".

Det. Resp. Op. Pubbliche Comune di Gassino T.se N. 79/STEU del 6/12/19

RELAZIONE GEOLOGICA CON CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E SISMICA

(D.M. 11/03/1988 e D.M. 17/01/2018)

Committente:

Amministrazione del Comune di Gassino

Piazza A. Chiesa, 3

10090 Gassino Torinese (TO)

C.F. 82500830011 - P.Iva: 01776580019

Dicembre 2019

INDICE

PREMESSA	2
1. LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA	4
2. ASPETTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI	5
3. ASPETTI IDROLOGICI ED IDROGEOLOGICI.....	7
4. ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO	7
5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI	8
6. PARAMETRI SISMICI	11
7. PROSPEZIONE SISMICA DI TIPO "MASW" (MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES) E DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA DI SUOLO	14
8. STAZIONI SISMICHE H.V.S.R.....	18
9. VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE DEI TERRENI DI FONDAZIONE.....	22
CONCLUSIONI.....	24

PREMESSA

Per conto della Committenza è stata condotta un'indagine geologico-tecnica su di un'area sita nel settore nord-est del concentrico di Gassino, presso la Scuola Media "E.Savio"

STUDIO ASSOCIATO GEOLOGICA Dott. Geol. Chiuminatto & Duregon <i>Sede operativa:</i> Via Chiuminatto n°5, 10080 Cintano (TO) <i>Fax 0125/615815 - Cell. +39349/2588017</i> <i>e-mail: info@studiogeologica.it</i> Esecuzione lavoro: Dr. Geol. Daniele Chiuminatto Ordine dei Geologi della Regione Piemonte n° 659	Codice: N168S1	Attività: COS	Versione: V00
	Titolo Elaborato: Relazione Geologica Caratterizzazione geotecnica e sismica		Data: Dicembre 2019
<i>Committente:</i> Comune di Gassino Torinese (TO)	Nome file: N168S1_COS_E01_00.doc Comune: Gassino T.se (TO)		Pag. 2 di 27

sita in Strada del Bussolino 3 ove sono in progetto degli interventi di miglioramento sismico della struttura.

Lo studio ha avuto per obiettivo:

- **l'accertamento di eventuali rischi geologici gravanti sull'area oggetto di intervento;**
- **il rilievo delle caratteristiche litostratigrafiche, idrogeologiche e geotecniche dei terreni costituenti il sottosuolo;**
- **la valutazione della compatibilità degli interventi in progetto con l'assetto idrogeologico e la stabilità della zona.**

L'indagine è stata condotta mediante una campagna di rilevamento geologico di un intorno significativo del settore in esame. Tale rilevamento ha permesso di esaminare le attuali caratteristiche dell'area e di ricostruirne i caratteri geomorfologici, idrogeologici, litostratigrafici e sismici.

La valutazione delle caratteristiche geotecniche dei materiali presenti nel sottosuolo è stata effettuata mediante l'esecuzione di alcune indagini geognostiche e geofisiche, in dettaglio:

- n. 3 prove penetrometriche dinamiche DPSH;
- n. 2 stendimenti sismici di tipo MASW, volti alla determinazione della velocità di propagazione delle onde sismiche trasversali nel sottosuolo ($V_{s,eq}$);
- n.3 prove sismiche con tecnica HVSR.

La presente relazione ottempera alle prescrizioni contenute nelle "Norme tecniche riguardanti le indagini su terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione", fissate dal D.M. 11/03/88. Essa inoltre ottempera alle "Norme tecniche per le costruzioni" fissate dal D.M. 17/01/2018.

STUDIO ASSOCIATO GEOLOGICA Dott. Geol. Chiuminatto & Duregon Sede operativa: Via Chiuminatto n°5, 10080 Cintano (TO) Fax 0125/615815 - Cell. +39349/2588017 e-mail: info@studiogeologica.it Esecuzione lavoro: Dr. Geol. Daniele Chiuminatto Ordine dei Geologi della Regione Piemonte n° 659	Codice: N168S1	Attività: COS	Versione: V00
	Titolo Elaborato: Relazione Geologica Caratterizzazione geotecnica e sismica		Data: Dicembre 2019
Committente: Comune di Gassino Torinese (TO)	Nome file: N168S1_COS_E01_00.doc Comune: Gassino T.se (TO)		Pag. 3 di 27

1. LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA

L'area in esame è situata nel settore nord-orientale del concentrico in Strada del Bussolino, 3 ad una quota media di circa 205 m s.l.m. (vedi Fig. 1.1 Corografia e Fig 1.2).

L'area di studio ha il seguente riscontro cartografico:

- Carta Tecnica della Regione Piemonte – elemento 156060 Settimo Torinese;
- Tavoleta I.G.M. a scala 1 : 25.000 - 56 II N.E. "Casalborgone".

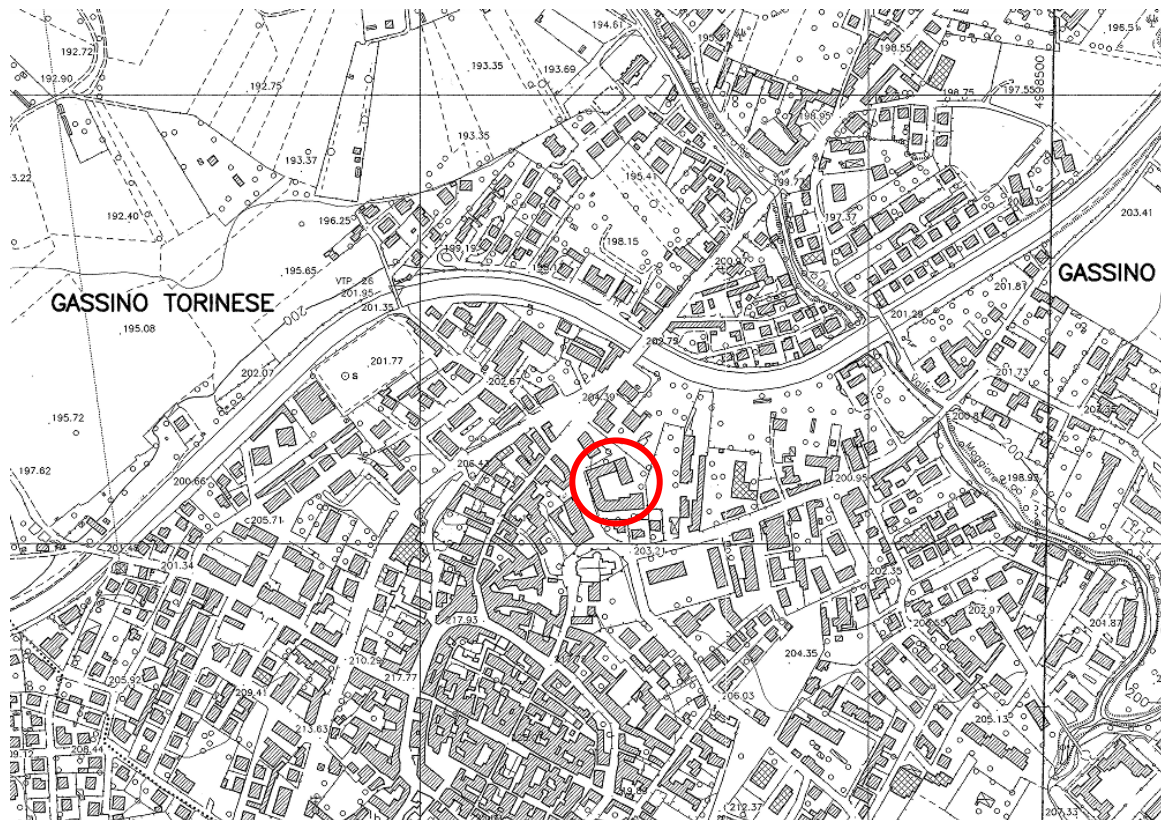


Fig 1.1: COROGRAFIA - Estratto Fuori Scala Carta Tecnica Provincia di Torino

STUDIO ASSOCIATO GEOLOGICA Dott. Geol. Chiuminatto & Duregon Sede operativa: Via Chiuminatto n°5, 10080 Cintano (TO) Fax 0125/615815 - Cell. +39349/2588017 e-mail: info@studiogeologica.it Esecuzione lavoro: Dr. Geol. Daniele Chiuminatto Ordine dei Geologi della Regione Piemonte n° 659	Codice: N168S1	Attività: COS	Versione: V00
	Titolo Elaborato: Relazione Geologica Caratterizzazione geotecnica e sismica		Data: Dicembre 2019
Committente: Comune di Gassino Torinese (TO)	Nome file: N168S1_COS_E01_00.doc Comune: Gassino T.se (TO)		Pag. 4 di 27



Fig. 1.2: Scuola Media "E.Savio" oggetto di indagine

2. ASPETTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI

Dal punto di vista geomorfologico l'area in esame si posiziona in corrispondenza di un settore sub pianeggiante con debole pendenza verso nord in direzione dell'alveo del Fiume Po. Tale settore si è originato in età pleistocenica a seguito dell'evoluzione del corso d'acqua, che lambendo il rilievo collinare lo ha eroso alla base accumulando depositi alluvionali.

Le alluvioni antiche sono state successivamente reincise durante l'Olocene dal fiume, che ha dato origine ad un terrazzo rilevato di alcuni metri rispetto all'alveo attuale.

Dal punto di vista geologico e geomorfologico, l'area in esame si colloca in corrispondenza della fascia di pianura compresa tra la sponda destra del fiume Po, a nord-ovest, e i primi contrafforti del settore nord-orientale della Collina di Torino, struttura geomorfologica di età Terziaria, a sud-est.

STUDIO ASSOCIATO GEOLOGICA Dott. Geol. Chiuminatto & Duregon Sede operativa: Via Chiuminatto n°5, 10080 Cintano (TO) Fax 0125/615815 - Cell. +39349/2588017 e-mail: info@studiogeologica.it Esecuzione lavoro: Dr. Geol. Daniele Chiuminatto Ordine dei Geologi della Regione Piemonte n° 659	Codice: N168S1	Attività: COS	Versione: V00
	Titolo Elaborato: Relazione Geologica Caratterizzazione geotecnica e sismica		Data: Dicembre 2019
Committente: Comune di Gassino Torinese (TO)	Nome file: N168S1_COS_E01_00.doc Comune: Gassino T.se (TO)		Pag. 5 di 27

I depositi presenti nell'area sono stati interpretati nel F° 56 Torino della *Carta Geologica d'Italia* (1:100.000) come depositi di origine fluviale ghiaioso-sabbiosi con paleosuolo rosso-arancio, perlopiù terrazzati, corrispondenti al livello fondamentale dell'alta pianura

Il recente F° 155 Torino Est della *Carta Geologica d'Italia* (1:50.000) ha mantenuto detta interpretazione attribuendo i depositi presenti nell'area al Sub Sintema di Ghiaia Grande appartenente al Sintema di Palazzolo. Si tratta di depositi ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi inalterati o poco alterati con locali intercalazioni sabbiose coperte generalmente da una coltre di spessore decimetrico o metrico di sabbie e sabbie siltose.

L'area si colloca in adiacenza ai primi contrafforti collinari su cui sorge il concentrico di Gassino Torinese, appartenenti alla Formazione di Baldissero costituita da marne e areniti ibride a foraminiferi planctonici e glauconia intensamente bioturbate con abbondante frazione terrigena e con sottili intercalazioni arenacee riferibile cronologicamente al langhiano.



Fig. 2.1: Estratto F° 156 Torino Est – Carta Geologica d'Italia Scala 1:50.000

○ Area in esame

STUDIO ASSOCIATO GEOLOGICA Dott. Geol. Chiuminatto & Duregon Sede operativa: Via Chiuminatto n°5, 10080 Cintano (TO) Fax 0125/615815 - Cell. +39349/2588017 e-mail: info@studiogeologica.it Esecuzione lavoro: Dr. Geol. Daniele Chiuminatto Ordine dei Geologi della Regione Piemonte n° 659	Codice: N168S1	Attività: COS	Versione: V00
	Titolo Elaborato: Relazione Geologica Caratterizzazione geotecnica e sismica		Data: Dicembre 2019
Committente: Comune di Gassino Torinese (TO)	Nome file: N168S1_COS_E01_00.doc Comune: Gassino T.se (TO)		Pag. 6 di 27

3. ASPETTI IDROLOGICI ED IDROGEOLOGICI

Per quanto riguarda gli aspetti idrologici il corso d'acqua principale che attraversa l'intero territorio comunale di Gassino è il Fiume Po, il cui alveo si localizza a nord-ovest, ad una distanza di circa 1,5 km e a una quota inferiore di circa 12.0 m rispetto al sito in esame.

Per quanto riguarda il reticolo idrografico secondario il versante collinare è percorso da alcuni rii affluenti di destra del Fiume Po di cui il più prossimo è il Rio Valle Maggiore, che scorre in direzione est a circa 320 m.

In direzione nord inoltre scorre, in rilevato a circa 130 m di distanza, il Canale Enel Cimena. Si tratta di un canale artificiale che deriva le sue acque dal Fiume Po nel comune di Torino e le conferisce alla centrale idroelettrica di San Raffaele Cimena.

Per quanto riguarda gli aspetti idrogeologici nel corso delle prove penetrometriche spinte fino a una profondità massima di 7,40 m non è stata incontrata la falda freatica.

Tuttavia non si esclude la formazione, a seguito di periodi particolarmente piovosi, di falde a carattere temporaneo al passaggio tra orizzonti a diverso grado di permeabilità.

4. ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO

Al fine di accertare le caratteristiche litostratigrafiche, idrogeologiche e geotecniche dei terreni costituenti il sottosuolo sono state eseguite n.3 prove penetrometriche dinamiche con penetrometro superpesante di tipo TG63-100 EML.C a partire dal piano campagna.

In sintesi, alla luce delle indagini svolte, nei primi 7.4 m dal p.c. le prove penetrometriche hanno evidenziato il seguente assetto litostratigrafico:

<i>Da (m)</i>	<i>a (m)</i>	<i>Litotipo</i>
0.00	1.0	<i>Coltre di riporto/copertura sabbiosa/limosa</i>
1.0	3.0/4.0	<i>Limi sabbiosi</i>
3.0/4.0	4.8/6.0	<i>Sabbie limose</i>
>4.8/6.0		<i>Sabbie e ghiaietto/substrato marnoso molto alterato</i>

STUDIO ASSOCIATO GEOLOGICA Dott. Geol. Chiuminatto & Duregon Sede operativa: Via Chiuminatto n°5, 10080 Cintano (TO) Fax 0125/615815 - Cell. +39349/2588017 e-mail: info@studiogeologica.it Esecuzione lavoro: Dr. Geol. Daniele Chiuminatto Ordine dei Geologi della Regione Piemonte n° 659	Codice: N168S1	Attività: COS	Versione: V00
	Titolo Elaborato: Relazione Geologica Caratterizzazione geotecnica e sismica		Data: Dicembre 2019
	Committente: Comune di Gassino Torinese (TO)	Nome file: N168S1_COS_E01_00.doc Comune: Gassino T.se (TO)	Pag. 7 di 27

Per ottenere la resistenza dinamica alla punta (Rpd), in funzione del numero di colpi N rilevati con le prove penetrometriche, è stata utilizzata la *Formula Olandese*:

$$Rpd = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot e \cdot (M + P)} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{A \delta \cdot (M + P)}$$

Dove:

Rpd = resistenza dinamica punta (area A)

e = infissione per colpo = δ/N

M = peso massa battente (altezza caduta H)

P = peso totale aste e sistema di battuta

I risultati delle prove sono riportati in allegato (vedi **Diagrammi prove penetrometriche**).

5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

A supporto dell'attività progettuale condotta dall'Ing. Piretta, è stata effettuata una caratterizzazione geotecnica dei terreni costituenti il sottosuolo dell'area in esame sulla scorta degli esiti delle indagini condotte. I risultati dell'interpretazione delle prove sono riportati in allegato (vedi **Diagrammi prove penetrometriche ed interpretazioni**).

Di ciascun livello, sulla base della tipologia di materiale (*granulare, coesivo o granulari-coesivi*), sono stati dedotti i parametri geotecnici medi di riferimento (*angolo di attrito, densità, coesione, ecc.*) utilizzando formule note di letteratura che li correlano ai valori di N_{spt} (numero colpi prova SPT).

Sulla base dei dati desunti dalle prove penetrometriche, vengono riportate nel seguito le tabelle riassuntive dei parametri geotecnici rilevati, calcolati per livelli a comportamento omogeneo. Tali parametri hanno carattere esclusivamente rappresentativo, non essendo stati ottenuti attraverso trattazione statistica adeguata dei dati geotecnici raccolti in situ attraverso

STUDIO ASSOCIATO GEOLOGICA Dott. Geol. Chiuminatto & Duregon Sede operativa: Via Chiuminatto n°5, 10080 Cintano (TO) Fax 0125/615815 - Cell. +39349/2588017 e-mail: info@studiogeologica.it Esecuzione lavoro: Dr. Geol. Daniele Chiuminatto Ordine dei Geologi della Regione Piemonte n° 659	Codice: N168S1	Attività: COS	Versione: V00
	Titolo Elaborato: Relazione Geologica Caratterizzazione geotecnica e sismica		Data: Dicembre 2019
Committente: Comune di Gassino Torinese (TO)	Nome file: N168S1_COS_E01_00.doc Comune: Gassino T.se (TO)		Pag. 8 di 27

le prove condotte. I valori caratteristici ed i valori di progetto delle variabili geotecniche, così come previsto dalle NTC2018, vengono forniti al termine del presente paragrafo.

Prova 1

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 1

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	1.20	Materiali di riporto eterogenei	3	11.3	21.7	214	1.86	1.38	0.19	1.78	44	1.194
2	1.20	4.00	Limi sabbiosi	3	11.3	21.7	214	1.86	1.38	0.19	1.78	44	1.194
3	4.00	6.00	Sabbie limose	9	31.7	26.6	261	1.92	1.48	0.56	1.89	34	0.918
4	6.00	7.40	Sabbie e ghiaie/substrato alterato	22	53.0	33.2	361	2.00	1.61	1.38	2.04	23	0.628

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

Prova 2

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 2

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	1.00	Materiale di riporto eterogeneo	3	11.3	21.7	214	1.86	1.38	0.19	1.78	44	1.194
2	1.00	3.80	Limi sabbiosi	3	11.3	21.7	214	1.86	1.38	0.19	1.78	44	1.194
3	3.80	5.40	Sabbie Limose	6	21.7	24.5	238	1.89	1.43	0.38	1.85	37	1.000
4	5.40	7.40	Sabbie e ghiaie/substrato alterato	13	39.5	29.0	292	1.95	1.53	0.81	1.93	30	0.818

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

Prova 3

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 3

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	1.00	Riporto con materiali eterogenei	4	15.0	22.7	222	1.87	1.39	0.25	1.80	42	1.125
2	1.00	3.60	Limi sabbiosi	3	11.3	21.7	214	1.86	1.38	0.19	1.78	44	1.194
3	3.60	4.80	Sabbie limose	9	31.7	26.6	261	1.92	1.48	0.56	1.89	34	0.918
4	4.80	7.40	Sabbie e ghiaietto/substrato alterato	16	44.0	30.5	315	1.97	1.55	1.00	1.97	28	0.750

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

STUDIO ASSOCIATO GEOLOGICA Dott. Geol. Chiuminatto & Duregon Sede operativa: Via Chiuminatto n°5, 10080 Cintano (TO) Fax 0125/615815 - Cell. +39349/2588017 e-mail: info@studiogeologica.it Esecuzione lavoro: Dr. Geol. Daniele Chiuminatto Ordine dei Geologi della Regione Piemonte n° 659	Codice: N168S1	Attività: COS	Versione: V00
	Titolo Elaborato: Relazione Geologica Caratterizzazione geotecnica e sismica		Data: Dicembre 2019
Committente: Comune di Gassino Torinese (TO)	Nome file: N168S1_COS_E01_00.doc Comune: Gassino T.se (TO)		Pag. 9 di 27

Dal confronto dei dati relativi alla Rpd emerge la presenza, al di sotto della coltre di riporto, di un livello limoso sabbioso poco consistente costituito seguito da sabbie limose. Oltre i 4-6 m si osserva il passaggio ad un livello maggiormente consistente, presumibilmente collegabile litostratigraficamente ad un orizzonte di alterazione del substrato marnoso-arenaceo, o ancora ad un livello sabbioso-ghiaioso più consistente di natura alluvionale.

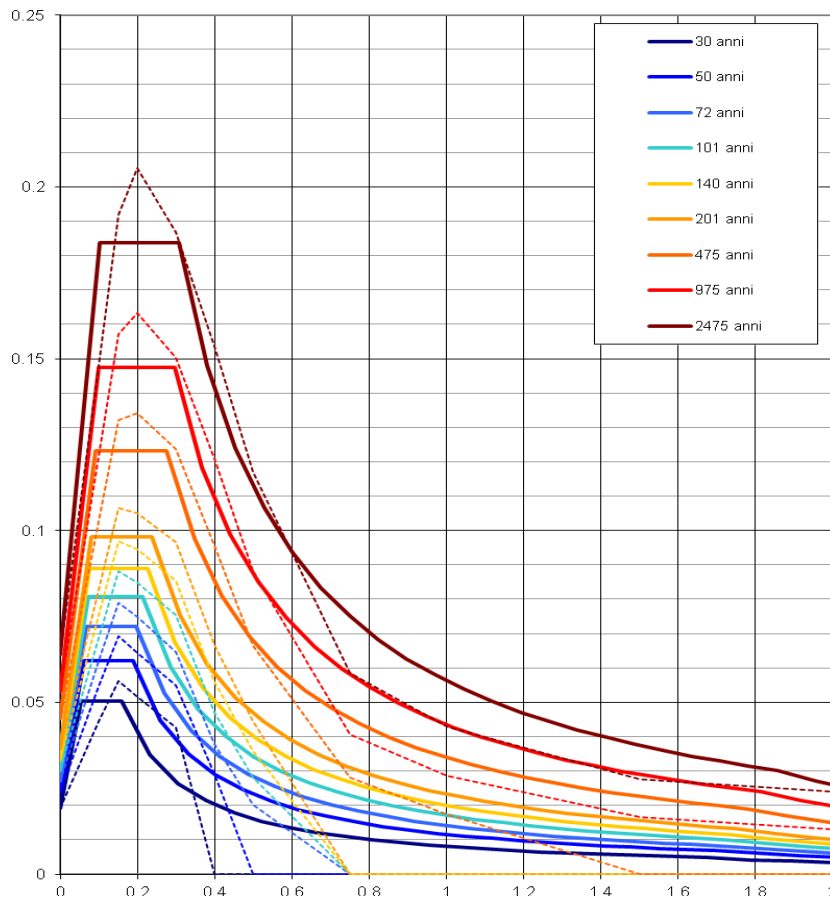
Al fine di fornire, come previsto dalle N.T.C., una stima cautelativa dei parametri geotecnici, è stata effettuata una elaborazione statistica dei dati prendendo a riferimento il valore del 5 percentile della media della popolazione presente al di sotto del piano di fondazione, interessato dal modello di rottura. Ai valori ottenuti, sono stati poi applicati i coefficienti parziali γ_m come riportato alla tabella 6.2.II – par 6.2.4.1.2 del D.M. 17/01/2018 per gli approcci M1 e M2.

Nel seguito si esplicitano i **valori di progetto** delle variabili geotecniche, così come previsto dalle NTC2018, ottenuti attraverso trattazione statistica adeguata dei dati geotecnici raccolti in situ attraverso le prove condotte:

Prof. (m)	Litologia	Coefficiente parziale M1			Coefficiente parziale M2		
		$\tan \varphi'_d$ (°)	c'_d (kPa)	γ_d (kN/m ³)	$\tan \varphi'_d$ (°)	c'_d (kPa)	γ_d (kN/m ³)
0.0 – 1.0	Riporti e coperture sabbioso/limose	24.6	0.0	15.4	20.1	0.0	15.4
1.0 – 3.0/4.0	Limi sabbiosi	23.6	0.0	15.0	19.3	0.0	15.0
3.0/4.0 – 4.8/6.0	Sabbie limose	27.2	0.0	16.3	22.3	0.0	16.3
>4.8/6.0	Sabbie e ghiaie/Substrato marnoso alterato	29.6	0.0	18.5	24.4	0.0	18.5

STUDIO ASSOCIATO GEOLOGICA Dott. Geol. Chiuminatto & Duregon Sede operativa: Via Chiuminatto n°5, 10080 Cintano (TO) Fax 0125/615815 - Cell. +39349/2588017 e-mail: info@studiogeologica.it Esecuzione lavoro: Dr. Geol. Daniele Chiuminatto Ordine dei Geologi della Regione Piemonte n° 659	Codice: N168S1	Attività: COS	Versione: V00
	Titolo Elaborato: Relazione Geologica Caratterizzazione geotecnica e sismica		Data: Dicembre 2019
Committente: Comune di Gassino Torinese (TO)	Nome file: N168S1_COS_E01_00.doc Comune: Gassino T.se (TO)		Pag. 10 di 27

STUDIO ASSOCIATO GEOLOGICA Dott. Geol. Chiuminatto & Duregon <i>Sede operativa:</i> Via Chiuminatto n°5, 10080 Cintano (TO) <i>Fax 0125/615815 - Cell. +39349/2588017</i> <i>e-mail: info@studiogeologica.it</i> Esecuzione lavoro: Dr. Geol. Daniele Chiuminatto Ordine dei Geologi della Regione Piemonte n° 659	Codice: N168S1	Attività: COS	Versione: V00
	Titolo Elaborato: Relazione Geologica Caratterizzazione geotecnica e sismica		Data: Dicembre 2019
<i>Committente:</i> Comune di Gassino Torinese (TO)	<i>Nome file: N168S1_COS_E01_00.doc</i> <i>Comune: Gassino T.se (TO)</i>		<i>Pag. 11 di 27</i>

Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento per il sito in esame:

Noti quindi i parametri correlati alla tipologia di opera in progetto è stato possibile risalire ai parametri sismici per i periodi di ritorno T_R associati a ciascun stato limite.

Caratteristiche opere in progetto (da verificare a cura del progettista)

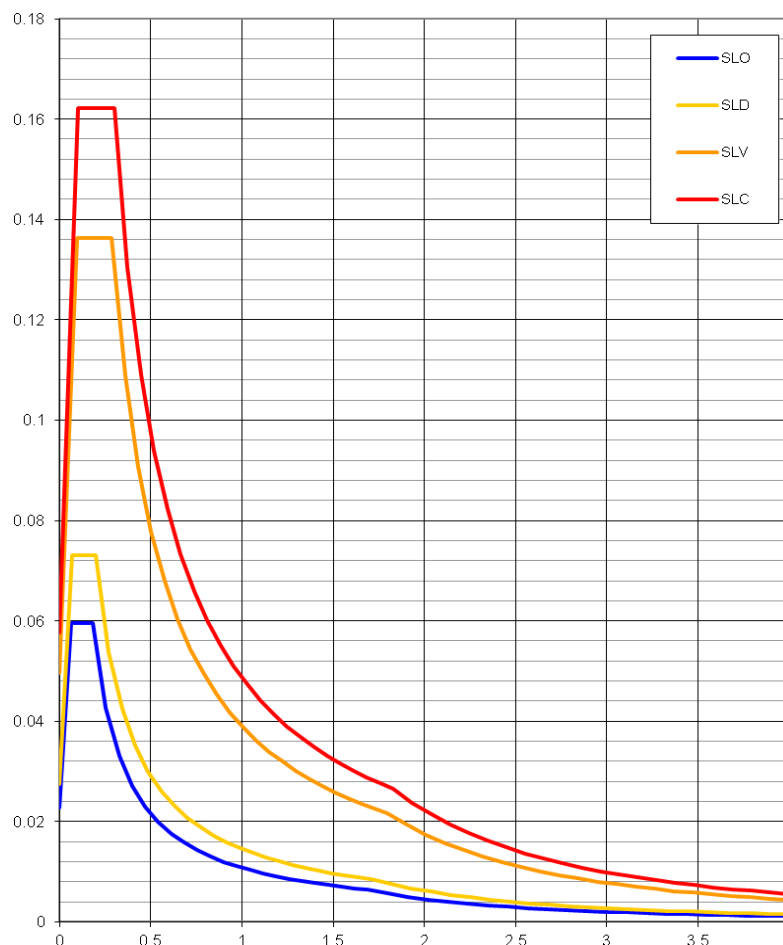
- V_N (opera infrastrutturale di importanza normale) ≥ 50 anni
- Classe d'Uso: III $\Rightarrow$ coeff. $c_u = 1,5$
- $V_R = V_N \times c_u = 75$ anni

STUDIO ASSOCIATO GEOLOGICA Dott. Geol. Chiuminatto & Duregon Sede operativa: Via Chiuminatto n°5, 10080 Cintano (TO) Fax 0125/615815 - Cell. +39349/2588017 e-mail: info@studiogeologica.it Esecuzione lavoro: Dr. Geol. Daniele Chiuminatto Ordine dei Geologi della Regione Piemonte n° 659	Codice: N168S1	Attività: COS	Versione: V00
	Titolo Elaborato: Relazione Geologica Caratterizzazione geotecnica e sismica		Data: Dicembre 2019
Committente: Comune di Gassino Torinese (TO)	Nome file: N168S1_COS_E01_00.doc Comune: Gassino T.se (TO)		Pag. 12 di 27

Valori dei parametri a_g , F_0 , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL in relazione all'opera in progetto:

STATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	45	0.023	2.605	0.181
SLD	75	0.028	2.658	0.199
SLV	712	0.050	2.746	0.286
SLC	1462	0.058	2.813	0.300

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite in relazione all'opera in progetto:



STUDIO ASSOCIATO GEOLOGICA Dott. Geol. Chiuminatto & Duregon Sede operativa: Via Chiuminatto n°5, 10080 Cintano (TO) Fax 0125/615815 - Cell. +39349/2588017 e-mail: info@studiogeologica.it Esecuzione lavoro: Dr. Geol. Daniele Chiuminatto Ordine dei Geologi della Regione Piemonte n° 659	Codice: N168S1	Attività: COS	Versione: V00
	Titolo Elaborato: Relazione Geologica Caratterizzazione geotecnica e sismica		Data: Dicembre 2019
Committente: Comune di Gassino Torinese (TO)	Nome file: N168S1_COS_E01_00.doc Comune: Gassino T.se (TO)		Pag. 13 di 27

7. PROSPEZIONE SISMICA DI TIPO “MASW” (Multichannel Analysis of Surface Waves) E DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA DI SUOLO

Al fine di fornire una caratterizzazione sismica dei depositi costituenti il sottosuolo è stata effettuata una prospezione sismica di tipo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves). Tale tipologia di indagine si propone di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali (onde di Rayleigh), che viaggiano con una velocità correlata alla rigidezza della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde stesse. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980) o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione (da “Caratterizzazione sismica dei suoli con il metodo MASW - Multichannel Analysis of Surface Waves - Ing. Vitantonio Roma).

La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano e quindi interessano e caratterizzano gli strati più profondi del suolo (vedi **Fig. 5**).

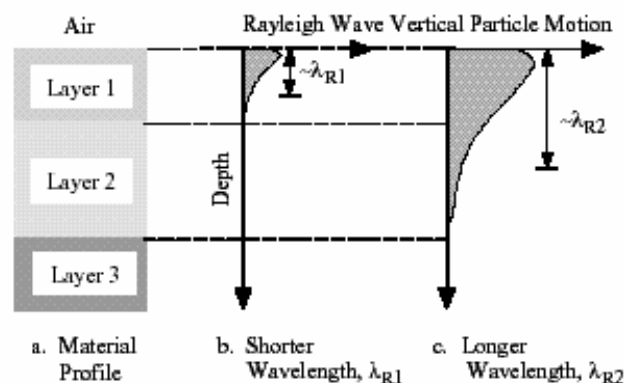


Fig.7.1 La profondità investigata dalle onde di Rayleigh dipende dalla lunghezza d'onda, dalla velocità delle onde di taglio V_s e dalla frequenza. (Stokoe II and Santamarina, 2000).

STUDIO ASSOCIATO GEOLOGICA Dott. Geol. Chiuminatto & Duregon Sede operativa: Via Chiuminatto n°5, 10080 Cintano (TO) Fax 0125/615815 - Cell. +39349/2588017 e-mail: info@studiogeologica.it Esecuzione lavoro: Dr. Geol. Daniele Chiuminatto Ordine dei Geologi della Regione Piemonte n° 659	Codice: N168S1	Attività: COS	Versione: V00
	Titolo Elaborato: Relazione Geologica Caratterizzazione geotecnica e sismica		Data: Dicembre 2019
Committente: Comune di Gassino Torinese (TO)	Nome file: N168S1_COS_E01_00.doc Comune: Gassino T.se (TO)		Pag. 14 di 27

Nel dettaglio nel caso in esame, viste le condizioni morfologiche e di operatività che caratterizzano il sito di indagine, è stata eseguita una campagna di prospezione MASW attiva basata su due stendimenti geofonici.

Ogni stendimento è stato costituito da n. 24 geofoni verticali da 4.5 Hz (interasse tra i geofoni pari a 2.0 m) per una lunghezza complessiva di 46.0 m.

Nella figura seguente è riportato lo schema tipo della procedura di campagna seguito per la realizzazione della prospezione MASW attiva.

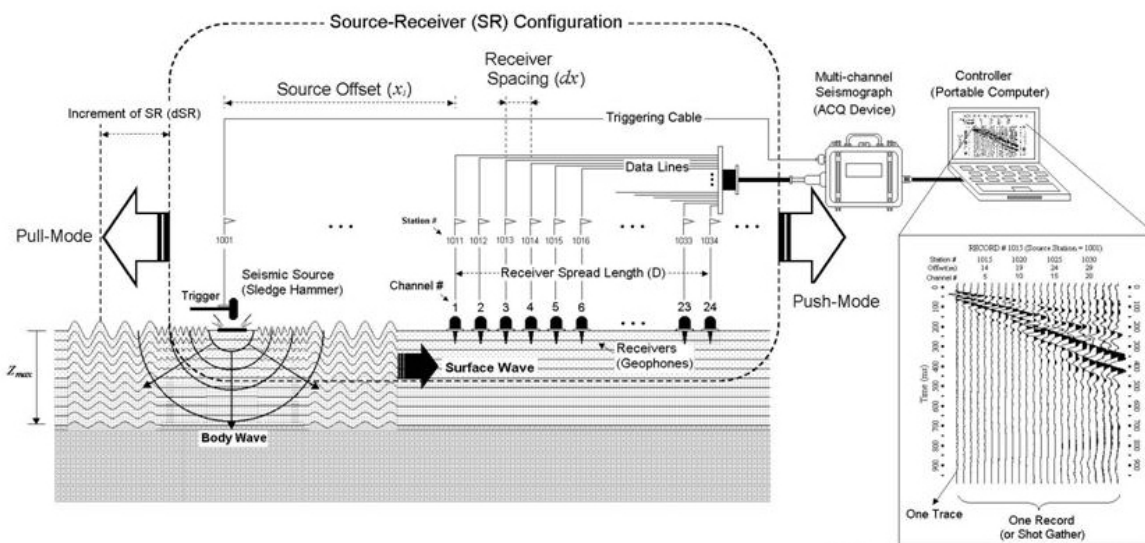


Fig. 7.2: Schema tipo prospezione sismica “MASW” attiva.

L’indagine attiva è consistita nell’acquisizione del segnale prodotto percuotendo con una mazza del peso di circa 6 kg una piastra metallica posta a diretto contatto con il terreno. L’avvio dell’acquisizione è stato realizzato mediante la posa in prossimità della piastra metallica di battuta di un geofono detto “di trigger” o “starter”, collegato a sua volta all’apparecchiatura per la registrazione del segnale.

Poiché l’area oggetto di indagine è ubicata in ambito urbano, al fine di limitare l’effetto del rumore sismico di fondo e di conseguenza aumentare il Rapporto S/N (Segnale/Rumore), è stata attivata la procedura di “vertical stacking” in corrispondenza di

STUDIO ASSOCIATO GEOLOGICA Dott. Geol. Chiuminatto & Duregon Sede operativa: Via Chiuminatto n°5, 10080 Cintano (TO) Fax 0125/615815 - Cell. +39349/2588017 e-mail: info@studiogeologica.it Esecuzione lavoro: Dr. Geol. Daniele Chiuminatto Ordine dei Geologi della Regione Piemonte n° 659	Codice: N168S1	Attività: COS	Versione: V00
	Titolo Elaborato: Relazione Geologica Caratterizzazione geotecnica e sismica		Data: Dicembre 2019
Committente: Comune di Gassino Torinese (TO)	Nome file: N168S1_COS_E01_00.doc Comune: Gassino T.se (TO)		Pag. 15 di 27

ciascun punto sorgente di onde, che consiste nell'eseguire più scoppi reiterando la misura e sommando i valori registrati di volta in volta.

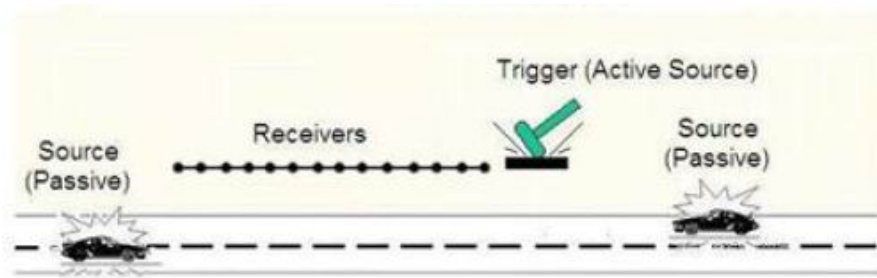


Fig. 7.3: Schema tipo prospezione sismica "passive roadside MASW".

L'elaborazione dei dati acquisiti è stata effettuata per mezzo del programma *SurfSeis 2.0* elaborato dal Kansas Geological Survey dell'Università del Kansas (U.S.A.).

A partire dai dati registrati in sito con l'acquisizione multicanale attiva il programma ricostruisce l'immagine di dispersione, detta anche "Overtone", che indica la distribuzione della velocità di fase (asse delle ordinate) delle onde sismiche rispetto alla frequenza d'onda (asse delle ascisse, vedi **Fig. 8** *Overtone e curva di dispersione*).

In seguito, per mezzo del processo di inversione il programma ricava l'andamento della velocità delle onde di taglio (V_s) dei depositi costituenti il sottosuolo secondo la configurazione correlata alla curva di dispersione teorica che meglio approssima la curva di dispersione ottenuta dai dati misurati in sito. Le velocità delle onde di taglio (V_s) che, per convenzione, vengono attribuite al punto medio dello stendimento (vedi **Fig. 9** *Profilo stratigrafico monodimensionale delle V_s*).

Noti quindi i valori di V_s dei vari orizzonti indagati è stato calcolato il valore di $V_{s,eq}$, ossia la velocità media di propagazione delle onde di taglio, mediante la relazione di seguito riportata (D.M. 17/01/2018):

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

STUDIO ASSOCIATO GEOLOGICA Dott. Geol. Chiuminatto & Duregon Sede operativa: Via Chiuminatto n°5, 10080 Cintano (TO) Fax 0125/615815 - Cell. +39349/2588017 e-mail: info@studiogeologica.it Esecuzione lavoro: Dr. Geol. Daniele Chiuminatto Ordine dei Geologi della Regione Piemonte n° 659	Codice: N168S1	Attività: COS	Versione: V00
	Titolo Elaborato: Relazione Geologica Caratterizzazione geotecnica e sismica		Data: Dicembre 2019
Committente: Comune di Gassino Torinese (TO)	Nome file: N168S1_COS_E01_00.doc Comune: Gassino T.se (TO)		Pag. 16 di 27

dove:

h_i [m]: spessore dello strato i-esimo;

$v_{s,i}$ [m/s]: velocità delle onde di taglio dello strato i-esimo;

N : numero totale 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.

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 e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Per il sito in esame è stato ricavato un valore di **$V_{s,eq}$ pari al $V_{s,22}$ di circa 411 m/s** (vedi **Tabella valori di calcolo**) corrispondente ad una **Categoria di Suolo di tipo B**.

La categoria topografica applicabile è la T1.

MASW

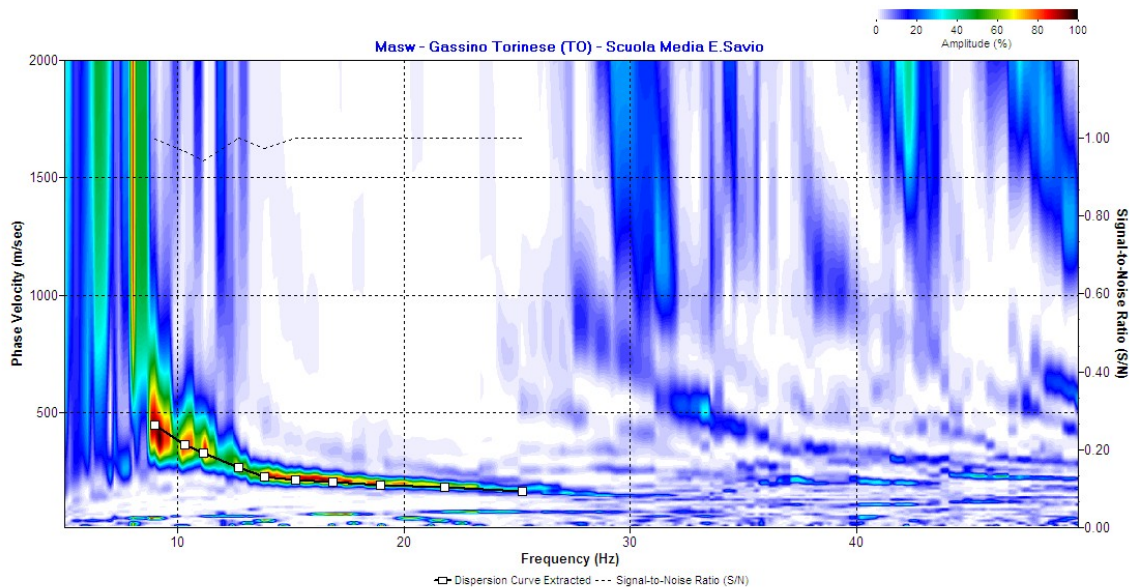


Fig. 7.4: Overtone e curva di dispersione

STUDIO ASSOCIATO GEOLOGICA Dott. Geol. Chiuminatto & Duregon Sede operativa: Via Chiuminatto n°5, 10080 Cintano (TO) Fax 0125/615815 - Cell. +39349/2588017 e-mail: info@studiogeologica.it Esecuzione lavoro: Dr. Geol. Daniele Chiuminatto Ordine dei Geologi della Regione Piemonte n° 659	Codice: N168S1	Attività: COS	Versione: V00
	Titolo Elaborato: Relazione Geologica Caratterizzazione geotecnica e sismica		Data: Dicembre 2019
Committente: Comune di Gassino Torinese (TO)	Nome file: N168S1_COS_E01_00.doc Comune: Gassino T.se (TO)		Pag. 17 di 27

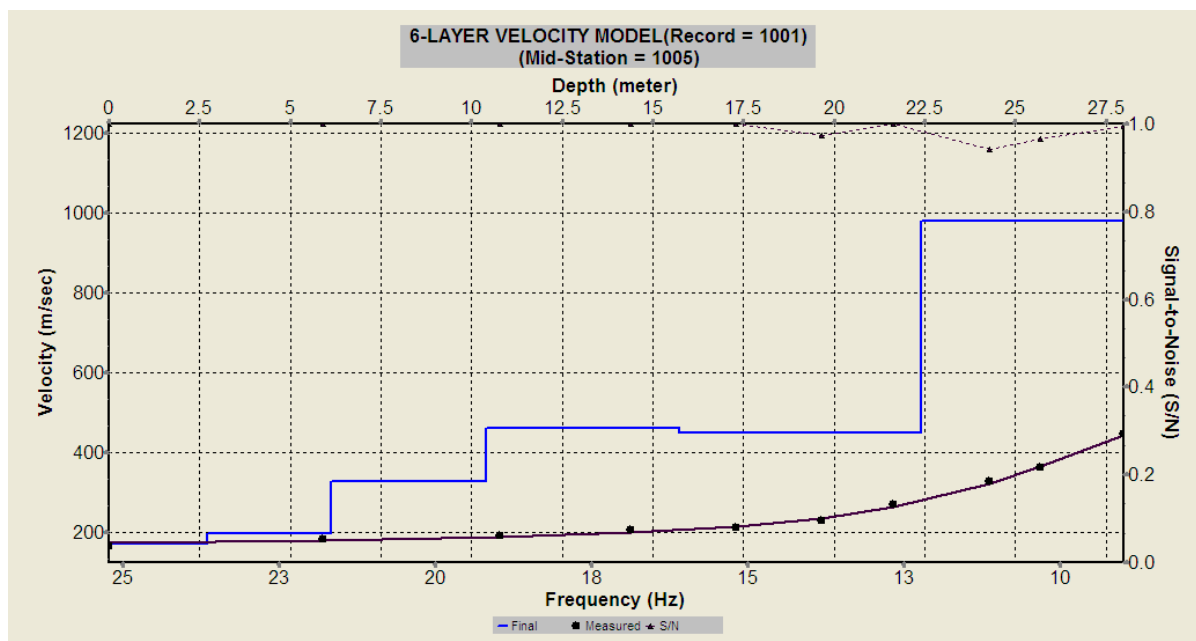


Fig. 7.5: Profilo stratigrafico monodimensionale delle Vs

8. STAZIONI SISMICHE H.V.S.R.

Al fine di valutare la frequenza di amplificazione locale in sito sono state effettuate n.3 stazioni sismiche passive, consistenti nella registrazione dei microtremori ambientali tramite sismografo triassiale (o tromografo) e successiva elaborazione dei segnali acquisiti tramite tecnica H.V.S.R., come di seguito brevemente accennato.

La tecnica H.V.S.R. (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) è applicata e sviluppata da più di 30 anni¹, ma deve la sua diffusione a Nakamura² (1989).

Essa si basa sul rapporto spettrale delle componenti orizzontali e verticali del moto del suolo, dovuto al rumore sismico ambientale (microtremore).

¹ Nogoshi M. - Igarashi T. (1970): "On the propagation characteristics of the microtremors", J. Seism. Soc., Japan, 24-40.

² Nakamura Y. (1989): "A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface", Q. Res. Rail. Transp. Res. Inst., 30(1), 25-33.

STUDIO ASSOCIATO GEOLOGICA Dott. Geol. Chiuminatto & Duregon Sede operativa: Via Chiuminatto n°5, 10080 Cintano (TO) Fax 0125/615815 - Cell. +39349/2588017 e-mail: info@studiogeologica.it Esecuzione lavoro: Dr. Geol. Daniele Chiuminatto Ordine dei Geologi della Regione Piemonte n° 659	Codice: N168S1	Attività: COS	Versione: V00
	Titolo Elaborato: Relazione Geologica Caratterizzazione geotecnica e sismica		Data: Dicembre 2019
Committente: Comune di Gassino Torinese (TO)	Nome file: N168S1_COS_E01_00.doc Comune: Gassino T.se (TO)		Pag. 18 di 27

Questa tecnica è universalmente riconosciuta³ come efficace nel fornire stime affidabili delle frequenze fondamentali di risonanza del sottosuolo, che corrispondono ai picchi dei rapporti spettrali tra la componente verticale e la componente orizzontale del microtremore. La natura dei picchi H/V è tuttora molto discussa, ed è opinione diffusa e convergente, da parte della comunità scientifica, che essi siano principalmente dovuti alla propagazione delle onde di Rayleigh, onde di velocità prossima alle onde S.



Fig. 8.1 – Attrezzatura utilizzata per misure HVSR

³ CASTELLARO S. - MULARGIA F. – BIANCONI L. (2005): “Passive seismic stratigraphy: a new efficient, fast and economic technique”, J. Geotech. Environ. Geol. 3, 51–77

STUDIO ASSOCIATO GEOLOGICA Dott. Geol. Chiuminatto & Duregon Sede operativa: Via Chiuminatto n°5, 10080 Cintano (TO) Fax 0125/615815 - Cell. +39349/2588017 e-mail: info@studiogeologica.it Esecuzione lavoro: Dr. Geol. Daniele Chiuminatto Ordine dei Geologi della Regione Piemonte n° 659	Codice: N168S1	Attività: COS	Versione: V00
	Titolo Elaborato: Relazione Geologica Caratterizzazione geotecnica e sismica		Data: Dicembre 2019
Committente: Comune di Gassino Torinese (TO)	Nome file: N168S1_COS_E01_00.doc Comune: Gassino T.se (TO)		Pag. 19 di 27

Gli scopi della presente nota tecnica esulano dalla trattazione esaustiva delle metodologie di acquisizione, elaborazione ed analisi della tecnica *H.V.S.R.*, rimandando per approfondimenti alla numerosa e recente bibliografia disponibile in materia⁴.

Nella fattispecie, le registrazioni del microtremore ambientale, della durata di oltre 30 minuti ciascuna, sono state effettuate mediante tromografo M.A.E. (vedi **Fig. 7.2**), apparecchio costituito da un digitalizzatore del segnale a 24 bit e da 3 velocimetri ad alta sensibilità (frequenza naturale di circa 2 Hz), necessari all'acquisizione delle due componenti di microvibrazione orizzontali, appositamente orientate N-S ed E-W, e di quella verticale.

Le elaborazioni, sviluppate tramite il codice di calcolo HVLAB (cfr. report allegato), permettono di individuare dei picchi di frequenza compresi tra $4.43 \pm 0,2$ Hz e $5.98 \pm 0,16$ Hz, rispettivamente nelle stazioni Hvsr1, e Hvsr3 piuttosto marcati, superiori alla soglia minima di significatività secondo i criteri SESAME. Tali valori appaiono di particolare rilevanza in quanto rientranti all'interno del range di interesse ingegneristico, tipicamente non superiore a 10 Hz.

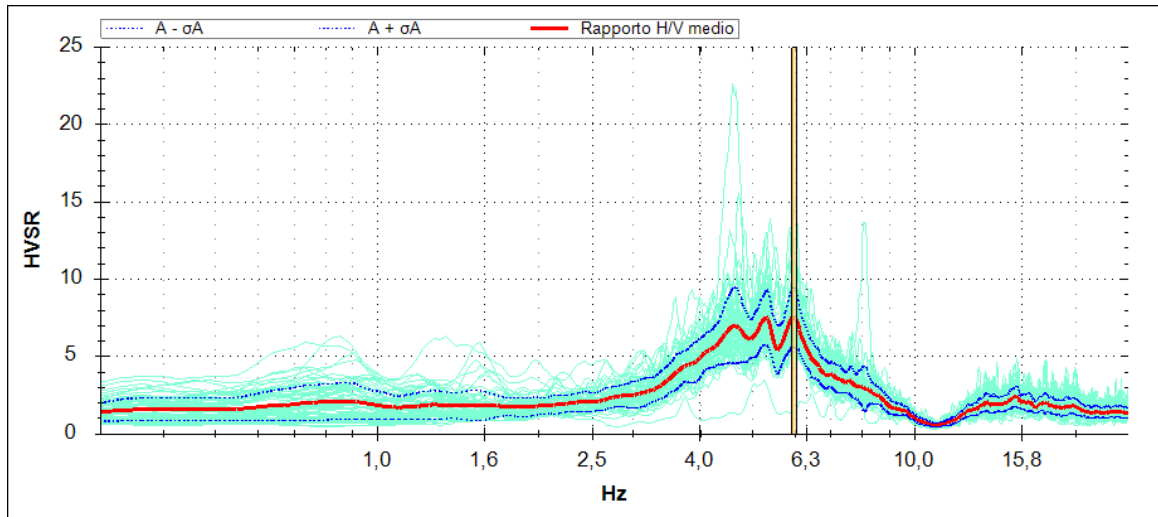
Nei restanti segmenti la curva acquisita rimane entro un rapporto $H/V < 2$ con qualche lieve irregolarità e disturbo soprattutto alle frequenze molto basse ($f < 0,5$ Hz).

La sintesi degli spettri di frequenza è illustrata in **Fig. 8.2a/b/c**, dove si evidenzia l'eccellente accordo tra le misure eseguite.

La frequenza di risonanza del sito riveste un ruolo importante per la progettazione dei manufatti in ottica di prevenzione sismica, perché consente di valutare la possibilità di insorgenza di fenomeni cosiddetti di "doppia risonanza", potenzialmente molto dannosi, qualora sito e struttura esibissero frequenze di risonanza confrontabili.

⁴ SESAME (2004): "Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations: measurements, processing and interpretation" (<http://sesame-fp5.obs.ujf-grenoble.fr/>)

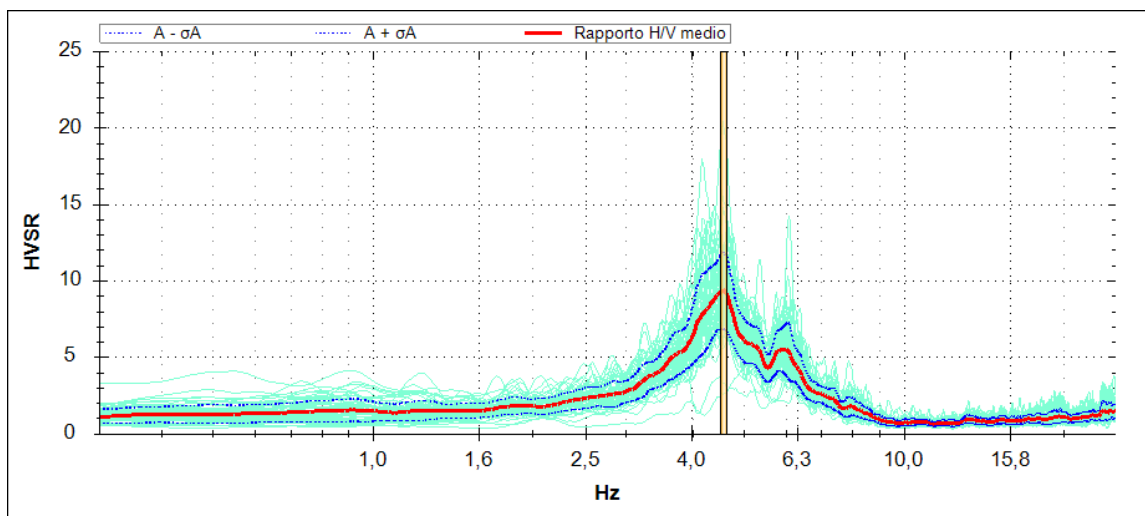
STUDIO ASSOCIATO GEOLOGICA Dott. Geol. Chiuminatto & Duregon Sede operativa: Via Chiuminatto n°5, 10080 Cintano (TO) Fax 0125/615815 - Cell. +39349/2588017 e-mail: info@studiogeologica.it Esecuzione lavoro: Dr. Geol. Daniele Chiuminatto Ordine dei Geologi della Regione Piemonte n° 659	Codice: N168S1	Attività: COS	Versione: V00
	Titolo Elaborato: Relazione Geologica Caratterizzazione geotecnica e sismica		Data: Dicembre 2019
Committente: Comune di Gassino Torinese (TO)	Nome file: N168S1_COS_E01_00.doc Comune: Gassino T.se (TO)		Pag. 20 di 27



frequenza di picco (f_0): $5,98 \pm 0,16$ Hz

classificazione picco: massimo

Fig. 8.2.a: Risultati elaborazioni HVSR1

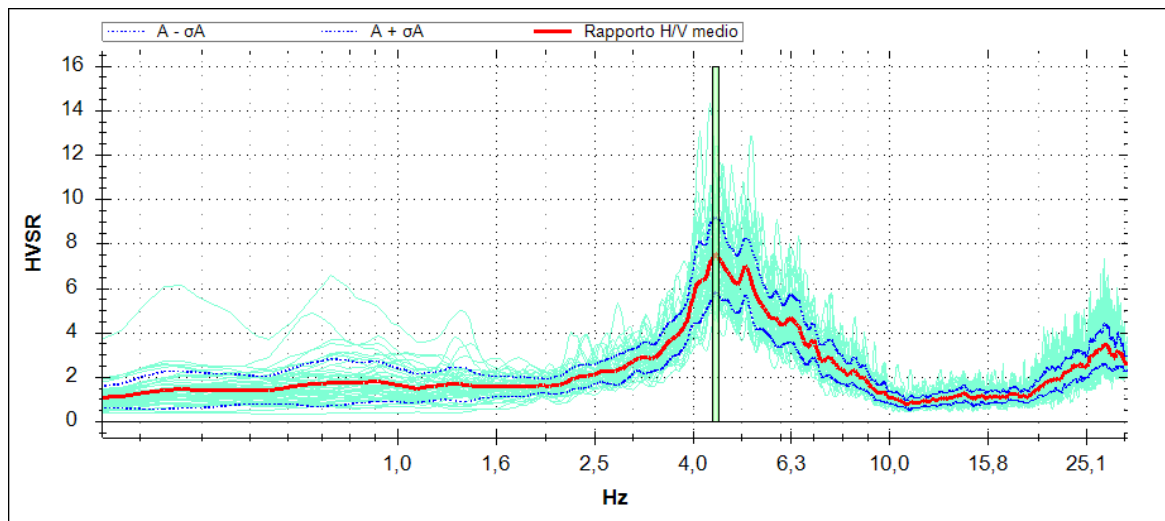


frequenza di picco (f_0): $4,58 \pm 0,23$ Hz

classificazione picco: massimo

Fig. 8.2.b: Risultati elaborazioni HVSR2

STUDIO ASSOCIATO GEOLOGICA Dott. Geol. Chiuminatto & Duregon Sede operativa: Via Chiuminatto n°5, 10080 Cintano (TO) Fax 0125/615815 - Cell. +39349/2588017 e-mail: info@studiogeologica.it Esecuzione lavoro: Dr. Geol. Daniele Chiuminatto Ordine dei Geologi della Regione Piemonte n° 659	Codice: N168S1	Attività: COS	Versione: V00
	Titolo Elaborato: Relazione Geologica Caratterizzazione geotecnica e sismica		Data: Dicembre 2019
Committente: Comune di Gassino Torinese (TO)	Nome file: N168S1_COS_E01_00.doc Comune: Gassino T.se (TO)		Pag. 21 di 27



frequenza di picco (f_0): $4,43 \pm 0,22$ Hz

classificazione picco: affidabile

Fig. 8.2.c: Risultati elaborazioni HVSR3

9. VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE DEI TERRENI DI FONDAZIONE

Le NTC 2018 stabiliscono che in fase di progettazione di nuove opere si debba valutare la stabilità del sito di costruzione nei confronti della **liquefazione**, fenomeno associato alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, in seguito ad un significativo aumento istantaneo della pressione interstiziale dell'acqua presente nei vuoti intergranulari, che determina una fluidificazione del materiale con conseguenti potenziali effetti di instabilità nei confronti delle strutture di fondazione delle costruzioni.

La normativa esclude il pericolo di liquefazione quando si manifesti **almeno una delle seguenti circostanze**:

STUDIO ASSOCIATO GEOLOGICA Dott. Geol. Chiuminatto & Duregon Sede operativa: Via Chiuminatto n°5, 10080 Cintano (TO) Fax 0125/615815 - Cell. +39349/2588017 e-mail: info@studiogeologica.it Esecuzione lavoro: Dr. Geol. Daniele Chiuminatto Ordine dei Geologi della Regione Piemonte n° 659	Codice: N168S1	Attività: COS	Versione: V00
	Titolo Elaborato: Relazione Geologica Caratterizzazione geotecnica e sismica		Data: Dicembre 2019
Committente: Comune di Gassino Torinese (TO)	Nome file: N168S1_COS_E01_00.doc Comune: Gassino T.se (TO)		Pag. 22 di 27

- Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0.1 g;
- Profondità media stagionale della falda maggiore di 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- Depositi costituite da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $N_{1,60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$, dove $N_{1,60}$ è il valore della resistenza determinata da prove SPT normalizzata ad una tensione verticale efficace di 100 kPa e dove q_{c1N} è il valore della resistenza determinata da prove CPT normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa.
- Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate in Figura 1a nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 1b nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

Quando nessuna delle condizioni precedenti risulti soddisfatta, come la normativa europea, quella italiana ritiene che la suscettibilità a liquefazione deve essere verificata come minimo mediante i metodi generalmente accettati dall'ingegneria geotecnica, basati su correlazioni di campagna tra misure in situ e valori critici dello sforzo ciclico di taglio che hanno causato liquefazione durante terremoti passati.

Nel caso in oggetto, **le accelerazioni massime attese al piano campagna sono minori di 0.1g (vedi Cap. 6)**

STUDIO ASSOCIATO GEOLOGICA Dott. Geol. Chiuminatto & Duregon <i>Sede operativa:</i> Via Chiuminatto n°5, 10080 Cintano (TO) Fax 0125/615815 - Cell. +39349/2588017 e-mail: info@studiogeologica.it Esecuzione lavoro: Dr. Geol. Daniele Chiuminatto Ordine dei Geologi della Regione Piemonte n° 659	Codice: N168S1	Attività: COS	Versione: V00
	Titolo Elaborato: Relazione Geologica Caratterizzazione geotecnica e sismica		Data: Dicembre 2019
<i>Committente:</i> Comune di Gassino Torinese (TO)	Nome file: N168S1_COS_E01_00.doc Comune: Gassino T.se (TO)		Pag. 23 di 27

CONCLUSIONI

Nel corso dello studio non sono state eseguite una serie di indagini geognostiche tese a caratterizzare i depositi che costituiscono il sottosuolo della scuola media "E. Savio" da un punto di vista geotecnico e sismico. In dettaglio si è ricostruito il seguente assetto litostratigrafico:

Prof. (m)	Litologia	Coefficiente parziale M1			Coefficiente parziale M2		
		$\tan \phi'_d$ (°)	c'_d (kPa)	γ_d (kN/m ³)	$\tan \phi'_d$ (°)	c'_d (kPa)	γ_d (kN/m ³)
0.0 – 1.0	Riporti e coperture sabbioso/limose	24.6	0.0	15.4	20.1	0.0	15.4
1.0 – 3.0/4.0	Limi sabbiosi	23.6	0.0	15.0	19.3	0.0	15.0
3.0/4.0 – 4.8/6.0	Sabbie limose	27.2	0.0	16.3	22.3	0.0	16.3
>4.8/6.0	Sabbie e ghiaie/Substrato marnoso alterato	29.6	0.0	18.5	24.4	0.0	18.5

La classificazione dell'area nell'ambito degli strumenti urbanistici vigenti inserisce il sito in esame in **Classe I** (Settori in cui non sussistono condizioni di pericolosità geologica). Per il sito in esame è stato ricavato un valore di **Vs.eq pari al Vs₂₂** di circa **411 m/s** (vedi **Tabella valori di calcolo**) corrispondente ad una **Categoria di Suolo di tipo B**.

La categoria topografica applicabile è la T1.

Le elaborazioni delle prove HVSR hanno permesso di evidenziare dei picchi di frequenza compresi tra 4.43 ±0,2 Hz e 5.98±0,16 Hz, rispettivamente nelle stazioni Hvsr1, e Hvsr3 piuttosto marcati, superiori alla soglia minima di significatività secondo i criteri SESAME. Tali valori appaiono di particolare rilevanza in quanto rientranti all'interno del range di interesse ingegneristico, tipicamente non superiore a 10 Hz.

STUDIO ASSOCIATO GEOLOGICA Dott. Geol. Chiuminatto & Duregon Sede operativa: Via Chiuminatto n°5, 10080 Cintano (TO) Fax 0125/615815 - Cell. +39349/2588017 e-mail: info@studiogeologica.it Esecuzione lavoro: Dr. Geol. Daniele Chiuminatto Ordine dei Geologi della Regione Piemonte n° 659	Codice: N168S1	Attività: COS	Versione: V00
	Titolo Elaborato: Relazione Geologica Caratterizzazione geotecnica e sismica		Data: Dicembre 2019
Committente: Comune di Gassino Torinese (TO)	Nome file: N168S1_COS_E01_00.doc Comune: Gassino T.se (TO)		Pag. 24 di 27

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Foto 1 e 3: Esecuzione prove penetrometriche Din1 e Din3.



STUDIO ASSOCIATO GEOLOGICA Dott. Geol. Chiuminatto & Duregon Sede operativa: Via Chiuminatto n°5, 10080 Cintano (TO) Fax 0125/615815 - Cell. +39349/2588017 e-mail: info@studiogeologica.it Esecuzione lavoro: Dr. Geol. Daniele Chiuminatto Ordine dei Geologi della Regione Piemonte n° 659	Codice: N168S1	Attività: COS	Versione: V00
	Titolo Elaborato: Relazione Geologica Caratterizzazione geotecnica e sismica		Data: Dicembre 2019
Committente: Comune di Gassino Torinese (TO)	Nome file: N168S1_COS_E01_00.doc Comune: Gassino T.se (TO)		Pag. 25 di 27

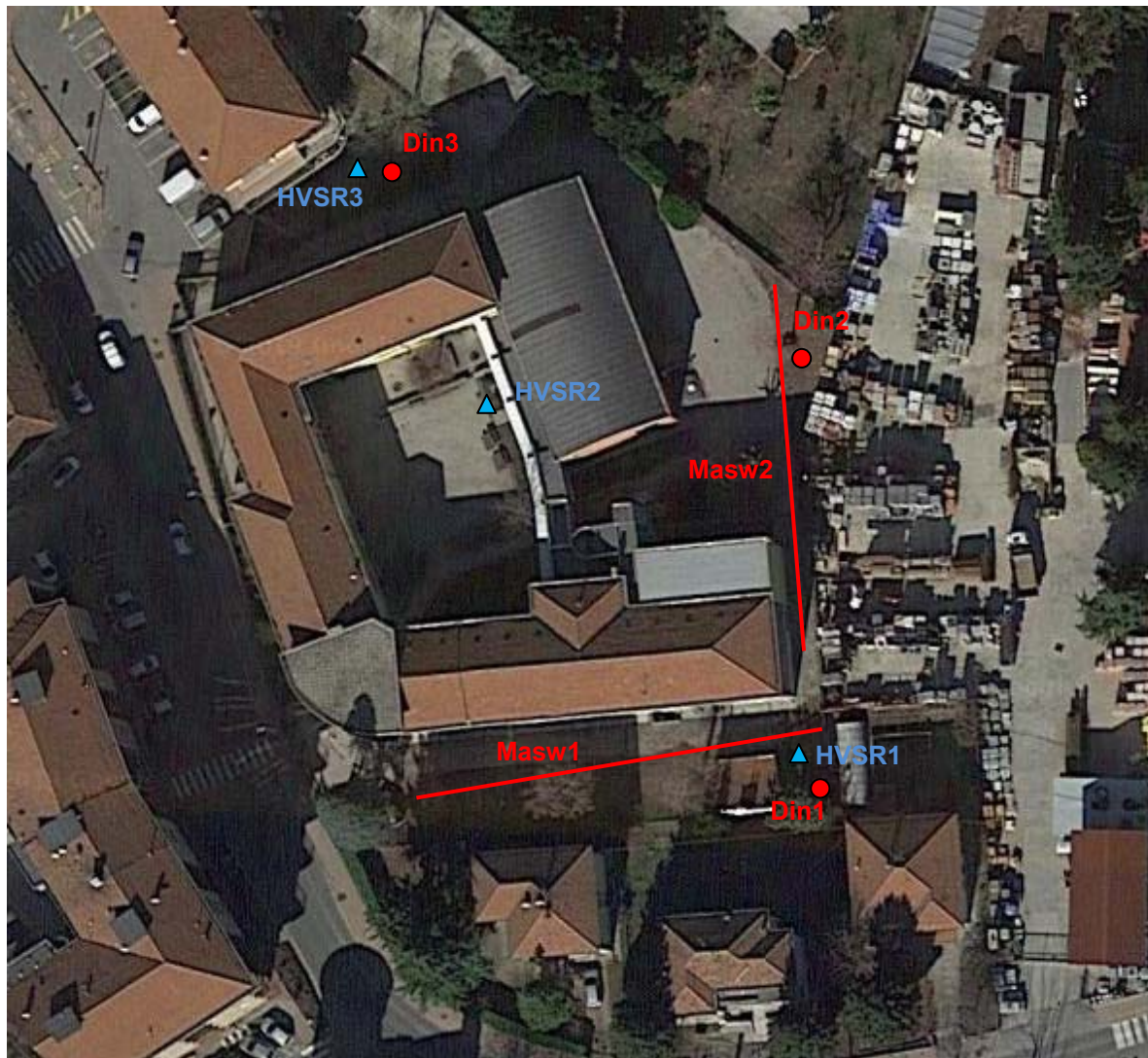


Foto 3: Esecuzione stendimento MASW

STUDIO ASSOCIATO GEOLOGICA Dott. Geol. Chiuminatto & Duregon Sede operativa: Via Chiuminatto n°5, 10080 Cintano (TO) Fax 0125/615815 - Cell. +39349/2588017 e-mail: info@studiogeologica.it Esecuzione lavoro: Dr. Geol. Daniele Chiuminatto Ordine dei Geologi della Regione Piemonte n° 659	Codice: N168S1	Attività: COS	Versione: V00
	Titolo Elaborato: Relazione Geologica Caratterizzazione geotecnica e sismica		Data: Dicembre 2019
Committente: Comune di Gassino Torinese (TO)	Nome file: N168S1_COS_E01_00.doc Comune: Gassino T.se (TO)		Pag. 26 di 27

PLANIMETRIA CON UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE

Fuori Scala

**Din n**

Prove penetrometriche DPSH

Masw

Stendimenti sismici di tipo MASW

HVSr n

Stazioni HVSr

STUDIO ASSOCIATO GEOLOGICA Dott. Geol. Chiuminatto & Duregon Sede operativa: Via Chiuminatto n°5, 10080 Cintano (TO) Fax 0125/615815 - Cell. +39349/2588017 e-mail: info@studiogeologica.it Esecuzione lavoro: Dr. Geol. Daniele Chiuminatto Ordine dei Geologi della Regione Piemonte n° 659	Codice: N168S1	Attività: COS	Versione: V00
	Titolo Elaborato: Relazione Geologica Caratterizzazione geotecnica e sismica		Data: Dicembre 2019
Committente: Comune di Gassino Torinese (TO)	Nome file: N168S1_COS_E01_00.doc Comune: Gassino T.se (TO)		Pag. 27 di 27

PENETROMETRO DINAMICO IN USO : TG 63-100 EML.C

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla Certificato	Peso Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

CARATTERISTICHE TECNICHE : TG 63-100 EML.C

PESO MASSA BATTENTE	M = 63.50 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0.75 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms = 0.63 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 51.00 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 20.43 cm ²
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 60^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1.00 m
PESO ASTE PER METRO	Ma = 6.31 kg
PROF. GIUNZIONE 1 ^a ASTA	P1 = 0.40 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0.20$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(20) $\Rightarrow$ Relativo ad un avanzamento di 20 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q = (MH)/(A δ) = 11.66 kg/cm ² (prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm ²)
COEFF. TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 1.489$ (teoricamente : Nspt = β_t N)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$R_{pd} = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]
e = infissione per colpo = δ / N

M = peso massa battente (altezza caduta H)
P = peso totale aste e sistema battuta

UNITA' di MISURA (conversioni)

1 kg/cm² = 0.098067 MPa $\approx$ 0,1 MPa
1 MPa = 1 MN/m² = 10.197 kg/cm²
1 bar = 1.0197 kg/cm² = 0.1 MPa
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 1

- cantiere : Scuola Media Savio
- lavoro : Indagine geognostica e sismica
- località : Comune di Gassino Torinese

- data prova : 11/12/2019
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 27/12/2019

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0.00 - 0.20	1	10.5	1	3.80 - 4.00	4	30.9	5
0.20 - 0.40	2	21.0	1	4.00 - 4.20	5	38.7	5
0.40 - 0.60	2	19.3	2	4.20 - 4.40	6	46.4	5
0.60 - 0.80	4	38.6	2	4.40 - 4.60	5	36.3	6
0.80 - 1.00	4	38.6	2	4.60 - 4.80	7	50.8	6
1.00 - 1.20	4	38.6	2	4.80 - 5.00	7	50.8	6
1.20 - 1.40	2	19.3	2	5.00 - 5.20	8	58.1	6
1.40 - 1.60	1	8.9	3	5.20 - 5.40	9	65.3	6
1.60 - 1.80	2	17.8	3	5.40 - 5.60	10	68.3	7
1.80 - 2.00	2	17.8	3	5.60 - 5.80	9	61.5	7
2.00 - 2.20	3	26.7	3	5.80 - 6.00	10	68.3	7
2.20 - 2.40	3	26.7	3	6.00 - 6.20	13	88.8	7
2.40 - 2.60	3	24.8	4	6.20 - 6.40	14	95.7	7
2.60 - 2.80	4	33.1	4	6.40 - 6.60	15	96.9	8
2.80 - 3.00	3	24.8	4	6.60 - 6.80	18	116.2	8
3.00 - 3.20	4	33.1	4	6.80 - 7.00	18	116.2	8
3.20 - 3.40	3	24.8	4	7.00 - 7.20	18	116.2	8
3.40 - 3.60	4	30.9	5	7.20 - 7.40	18	116.2	8
3.60 - 3.80	3	23.2	5				

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**

- M (massa battente)= **63.50** kg - H (altezza caduta)= **0.75** m

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm]

- A (area punta)= **20.43** cm² - D(diam. punta)= **51.00** mm

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

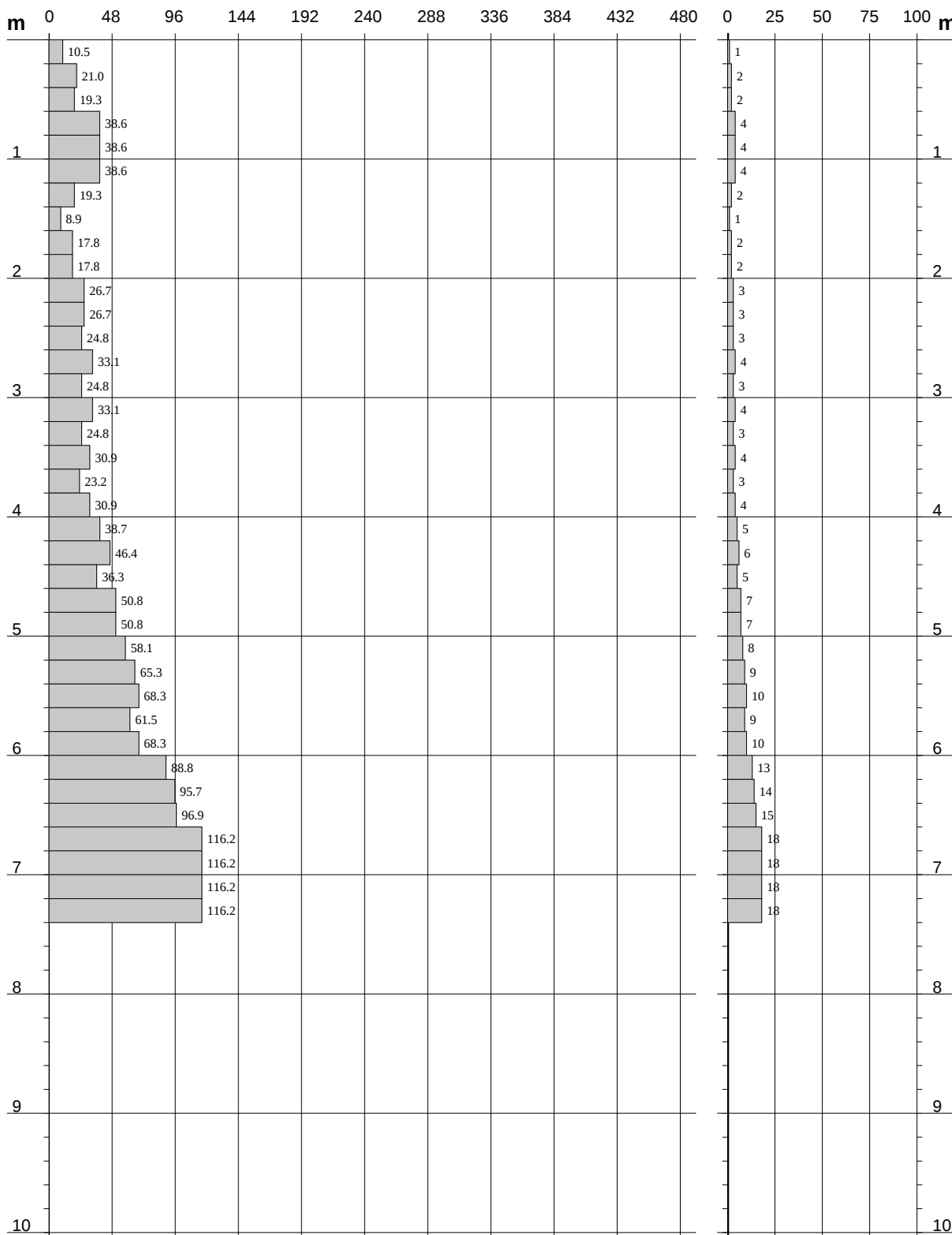
DIN 1
Scala 1: 50

- cantiere : Scuola Media Savio
- lavoro : Indagine geognostica e sismica
- località : Comune di Gassino Torinese

- data prova : 11/12/2019
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 27/12/2019

Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"

N = N(20) n° colpi $\delta = 20$



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 1

- cantiere : Scuola Media Savio
- lavoro : Indagine geognostica e sismica
- località : Comune di Gassino Torinese

- data prova : 11/12/2019
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 27/12/2019

- note :

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
				M	min	Max	½(M+min)	s	M-s	M+s			
1	0.00	1.20	N	2.8	1	4	1.9	1.3	1.5	4.2	2	1.49	3
			Rpd	27.8	11	39	19.1	12.4	15.4	40.1			
2	1.20	4.00	N	2.9	1	4	2.0	0.9	2.0	3.8	2	1.49	3
			Rpd	24.5	9	33	16.7	6.8	17.7	31.3			
3	4.00	6.00	N	7.6	5	10	6.3	1.9	5.7	9.5	6	1.49	9
			Rpd	54.5	36	68	45.4	11.7	42.7	66.2			
4	6.00	7.40	N	16.3	13	18	14.6	2.2	14.1	18.5	15	1.49	22
			Rpd	106.6	89	116	97.7	12.3	94.4	118.9			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 20$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 1.49$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 1

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	1.20	Materiali di riporto eterogenei	3	11.3	21.7	214	1.86	1.38	0.19	1.78	44	1.194
2	1.20	4.00	Limi sabbiosi	3	11.3	21.7	214	1.86	1.38	0.19	1.78	44	1.194
3	4.00	6.00	Sabbie limose	9	31.7	26.6	261	1.92	1.48	0.56	1.89	34	0.918
4	6.00	7.40	Sabbie e ghiaie/substrato alterato	22	53.0	33.2	361	2.00	1.61	1.38	2.04	23	0.628

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 2

- cantiere : Scuola Media Savio
- lavoro : Indagine geognostica e sismica
- località : Comune di Gassino Torinese

- data prova : 11/12/2019
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 27/12/2019

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0.00 - 0.20	2	21.0	1	3.80 - 4.00	3	23.2	5
0.20 - 0.40	2	21.0	1	4.00 - 4.20	3	23.2	5
0.40 - 0.60	2	19.3	2	4.20 - 4.40	3	23.2	5
0.60 - 0.80	4	38.6	2	4.40 - 4.60	3	21.8	6
0.80 - 1.00	3	28.9	2	4.60 - 4.80	4	29.0	6
1.00 - 1.20	1	9.6	2	4.80 - 5.00	5	36.3	6
1.20 - 1.40	2	19.3	2	5.00 - 5.20	6	43.5	6
1.40 - 1.60	1	8.9	3	5.20 - 5.40	6	43.5	6
1.60 - 1.80	1	8.9	3	5.40 - 5.60	8	54.7	7
1.80 - 2.00	2	17.8	3	5.60 - 5.80	10	68.3	7
2.00 - 2.20	3	26.7	3	5.80 - 6.00	10	68.3	7
2.20 - 2.40	2	17.8	3	6.00 - 6.20	10	68.3	7
2.40 - 2.60	2	16.6	4	6.20 - 6.40	9	61.5	7
2.60 - 2.80	2	16.6	4	6.40 - 6.60	10	64.6	8
2.80 - 3.00	3	24.8	4	6.60 - 6.80	11	71.0	8
3.00 - 3.20	3	24.8	4	6.80 - 7.00	12	77.5	8
3.20 - 3.40	2	16.6	4	7.00 - 7.20	13	84.0	8
3.40 - 3.60	2	15.5	5	7.20 - 7.40	13	84.0	8
3.60 - 3.80	2	15.5	5				

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**

- M (massa battente)= **63.50** kg - H (altezza caduta)= **0.75** m

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm]

- A (area punta)= **20.43** cm² - D(diam. punta)= **51.00** mm

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

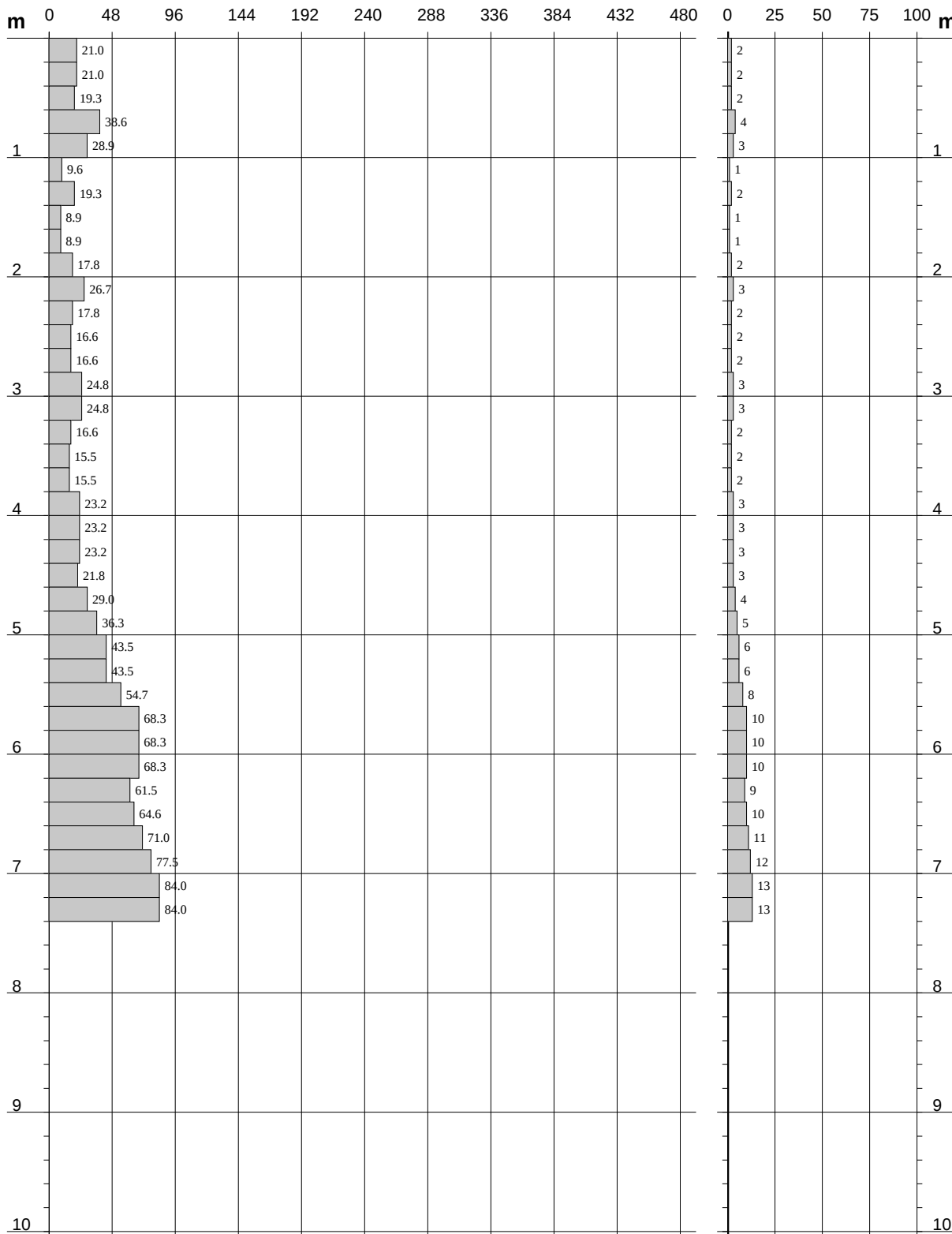
DIN 2
Scala 1: 50

- cantiere : Scuola Media Savio
- lavoro : Indagine geognostica e sismica
- località : Comune di Gassino Torinese

- data prova : 11/12/2019
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 27/12/2019

Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"

N = N(20) n° colpi $\delta = 20$



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 2

- cantiere : Scuola Media Savio
- lavoro : Indagine geognostica e sismica
- località : Comune di Gassino Torinese

- data prova : 11/12/2019
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 27/12/2019

- note :

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
				M	min	Max	½(M+min)	s	M-s	M+s			
1	0.00	1.00	N	2.6	2	4	2.3	----	----	----	2	1.49	3
			Rpd	25.8	19	39	22.5	----	----	----	20		
2	1.00	3.80	N	2.0	1	3	1.5	0.7	1.3	2.7	2	1.49	3
			Rpd	17.1	9	27	13.0	5.6	11.5	22.8	17		
3	3.80	5.40	N	4.1	3	6	3.6	1.4	2.8	5.5	4	1.49	6
			Rpd	30.5	22	44	26.1	9.3	21.1	39.8	30		
4	5.40	7.40	N	10.6	8	13	9.3	1.6	9.0	12.2	9	1.49	13
			Rpd	70.2	55	84	62.4	9.4	60.8	79.6	60		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 20$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 1.49$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 2

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	1.00	Materiale di riporto eterogeneo	3	11.3	21.7	214	1.86	1.38	0.19	1.78	44	1.194
2	1.00	3.80	Limi sabbiosi	3	11.3	21.7	214	1.86	1.38	0.19	1.78	44	1.194
3	3.80	5.40	Sabbie Limose	6	21.7	24.5	238	1.89	1.43	0.38	1.85	37	1.000
4	5.40	7.40	Sabbie e ghiaie/substrato alterato	13	39.5	29.0	292	1.95	1.53	0.81	1.93	30	0.818

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 3

- cantiere : Scuola Media Savio
- lavoro : Indagine geognostica e sismica
- località : Comune di Gassino Torinese

- data prova : 11/12/2019
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 27/12/2019

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0.00 - 0.20	2	21.0	1	3.80 - 4.00	6	46.4	5
0.20 - 0.40	3	31.5	1	4.00 - 4.20	8	61.9	5
0.40 - 0.60	6	57.9	2	4.20 - 4.40	10	77.4	5
0.60 - 0.80	6	57.9	2	4.40 - 4.60	8	58.1	6
0.80 - 1.00	3	28.9	2	4.60 - 4.80	10	72.6	6
1.00 - 1.20	1	9.6	2	4.80 - 5.00	11	79.8	6
1.20 - 1.40	1	9.6	2	5.00 - 5.20	11	79.8	6
1.40 - 1.60	2	17.8	3	5.20 - 5.40	11	79.8	6
1.60 - 1.80	1	8.9	3	5.40 - 5.60	10	68.3	7
1.80 - 2.00	3	26.7	3	5.60 - 5.80	12	82.0	7
2.00 - 2.20	2	17.8	3	5.80 - 6.00	11	75.2	7
2.20 - 2.40	3	26.7	3	6.00 - 6.20	12	82.0	7
2.40 - 2.60	2	16.6	4	6.20 - 6.40	12	82.0	7
2.60 - 2.80	3	24.8	4	6.40 - 6.60	13	84.0	8
2.80 - 3.00	3	24.8	4	6.60 - 6.80	12	77.5	8
3.00 - 3.20	3	24.8	4	6.80 - 7.00	14	90.4	8
3.20 - 3.40	4	33.1	4	7.00 - 7.20	15	96.9	8
3.40 - 3.60	4	30.9	5	7.20 - 7.40	15	96.9	8
3.60 - 3.80	5	38.7	5				

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**

- M (massa battente)= **63.50** kg - H (altezza caduta)= **0.75** m

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm]

- A (area punta)= **20.43** cm² - D(diam. punta)= **51.00** mm

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

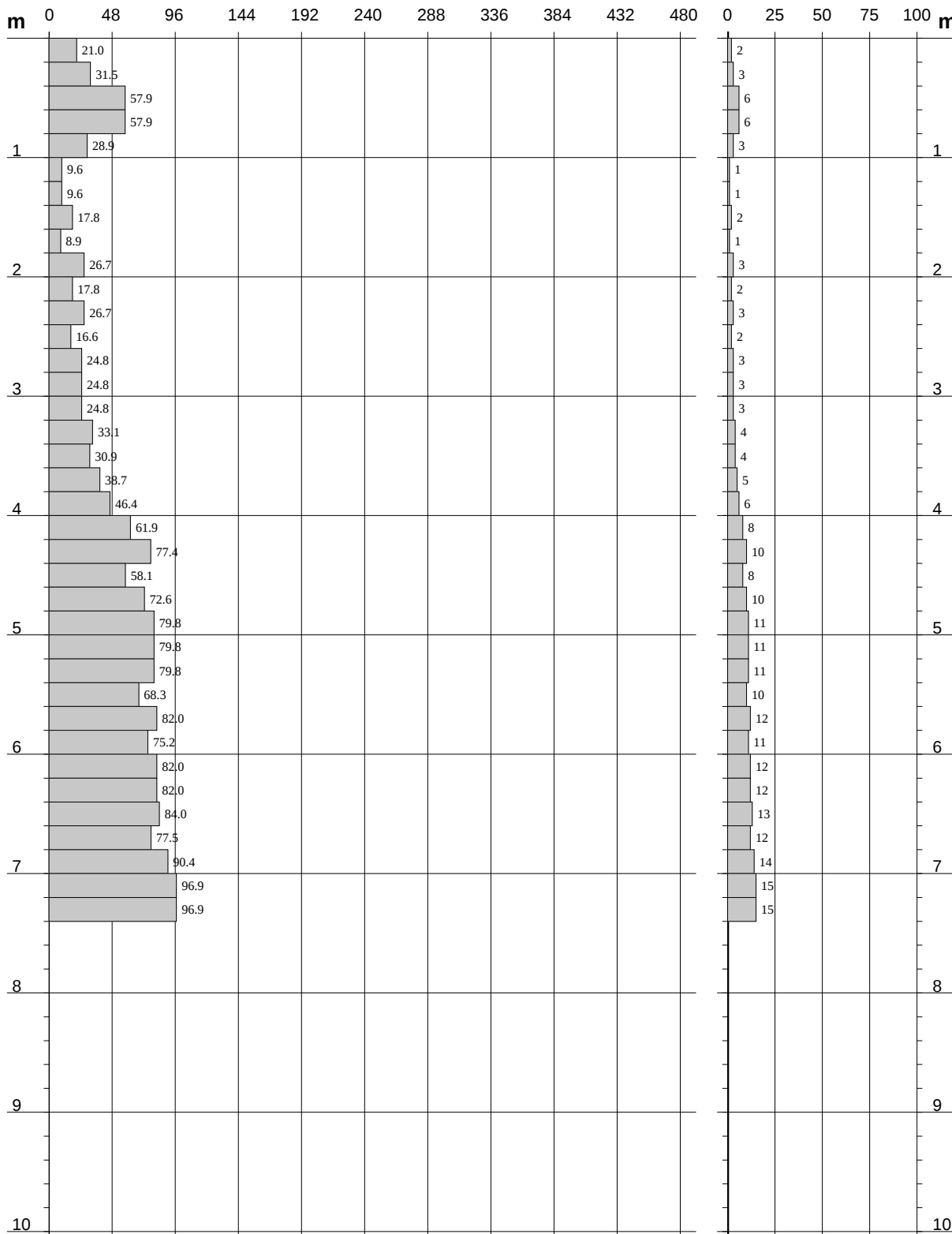
DIN 3
Scala 1: 50

- cantiere : Scuola Media Savio
- lavoro : Indagine geognostica e sismica
- località : Comune di Gassino Torinese

- data prova : 11/12/2019
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 27/12/2019

Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"

N = N(20) n° colpi $\delta = 20$



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 3

- cantiere : Scuola Media Savio
- lavoro : Indagine geognostica e sismica
- località : Comune di Gassino Torinese

- data prova : 11/12/2019
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 27/12/2019

- note :

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
				M	min	Max	½(M+min)	s	M-s	M+s			
1	0.00	1.00	N	4.0	2	6	3.0	----	----	----	3	1.49	4
			Rpd	39.4	21	58	30.2	----	----	----	30		
2	1.00	3.60	N	2.5	1	4	1.7	1.1	1.4	3.5	2	1.49	3
			Rpd	21.0	9	33	14.9	8.2	12.8	29.1	17		
3	3.60	4.80	N	7.8	5	10	6.4	2.0	5.8	9.9	6	1.49	9
			Rpd	59.2	39	77	48.9	14.8	44.3	74.0	46		
4	4.80	7.40	N	12.2	10	15	11.1	1.6	10.6	13.8	11	1.49	16
			Rpd	82.7	68	97	75.5	8.1	74.6	90.7	75		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 20$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 1.49$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 3

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	1.00	Riporto con materiali eterogenei	4	15.0	22.7	222	1.87	1.39	0.25	1.80	42	1.125
2	1.00	3.60	Limi sabbiosi	3	11.3	21.7	214	1.86	1.38	0.19	1.78	44	1.194
3	3.60	4.80	Sabbie limose	9	31.7	26.6	261	1.92	1.48	0.56	1.89	34	0.918
4	4.80	7.40	Sabbie e ghiaietto/substrato alterato	16	44.0	30.5	315	1.97	1.55	1.00	1.97	28	0.750

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno