

**Regione Lombardia**  
Direzione Generale Infrastrutture e Mobilità



CODICE COMMESSA	LIVELLO PROGETTAZIONE	D.P.R. 207/10	PROGRESSIVO ELABORATO	CATEGORIA OPERA	NUMERO OPERA	REVISIONE	SCALA
M S 0 6	E	b	0 2 0	O A	0 1	R 0	===

**MS06 - MANUTENZIONE STRAORDINARIA  
SEDE E MANUFATTI DI LINEA**  
*Progetto Esecutivo*

**SOTTOPASSO VEICOLARE DI VIA IV NOVEMBRE - TRADATE (VA)**  
Relazione geologica

Revisioni	Data	Descrizione	Redatto	Controllato
	3		-	
2		-		
1		-		
0	LUG 2019	PRIMA EMISSIONE		RG

NORD\_ING

FERROVIENORD

Progettista



Collaborazione

REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	DATA
CODICE ARCHIVIO COLLABORATORE			AGG.

mod. 7.5 06 rev.00



**COMUNE:** TRADATE  
**LOCALITA':** VIA IV NOVEMBRE  
**PROVINCIA:** VARESE  
**COMMITTENTE:** ETS SPA  
**OGGETTO:** INDAGINE GEOGNOSTICA

***RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA (R1) ai sensi del DM  
17/01/2018 e (R3) ai sensi della DGR 2616/2011***

**DATA:** NOVEMBRE 2018



La presente relazione ha esclusive finalità geologiche . Si scoraggia e ci si dissocia da ogni altro uso od interpretazione impropria, ad esempio ambientale o tecnico economica.  
E' vietata la riproduzione non autorizzata di questo documento ed ogni sua divulgazione incompleta

<b>INDICE</b>	
1.0 Relazione geologica	2
1.1 Premessa	2
1.2 Metodologia dell'indagine	2
1.2.1 Modalità esecutive delle prove penetrometriche dinamiche	2
1.2.2 Modalità esecutive della prospezione sismica MASW	3
1.2.2.1 Analisi multicanali delle onde superficiali	3
1.2.2.2 Risultati	7
1.3 Inquadramento geologico	11
1.4 Inquadramento idrogeologico	14
1.5 Confronto con altra cartografia dello studio geologico comunale	19
1.6 Confronto con altra cartografia del PGT	24
1.7 Confronto e verifica di coerenza con il PGRA	24
1.8 Analisi sismica di secondo livello	26
1.9 Sismicità dell'area	28
1.9.1 Normativa	28
1.9.2 Parametri sismici di calcolo - Spettri di risposta elastici	29
1.10 Modello geologico - litostratigrafia del sottosuolo	34
1.11 Verifica di liquefacibilità	34
1.12 Indicazioni conclusive	35

## **1.0 RELAZIONE GEOLOGICA**

### **1.1 PREMESSA**

L'indagine geognostica è stata eseguita dalla GEODRILL srl: Società Autorizzata dal Ministero della Infrastrutture con Decreto n° 156 del 19-04-2011 relativo ai laboratori per la esecuzione e certificazione di indagini geognostiche, prelievo di campioni e prove in sito ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01.

L'indagine è consistita come da incarico avuto dalla società ETS spa nella esecuzione di:

- n° 2 prove penetrometriche dinamiche con penetrometro dinamico superpesante Pagani SCPT;
- una prospezione geofisica con metodo MASW multicanale per determinare velocità delle onde Vs30, parametri sismici e categoria del sottosuolo, L'ubicazione delle prove è indicata in Tavola n° 2.

L'area in esame, è visualizzata nella Tavola n° 1 (corografia scala 1:10.000).

### **1.2 METODOLOGIA DELL'INDAGINE**

#### **1.2.1 Modalità delle prove penetrometriche dinamiche continue tipo SCPT**

La prova consiste nell'infissione a battitura di aste di  $\varnothing$  34 mm.

L'infissione avviene mediante battitura con un maglio di 73,5 kg di peso che cade automaticamente da un'altezza di 75 cm.

Il numero N di colpi che rappresenta la resistenza alla penetrazione a qualsiasi profondità misurata per ogni affondamento della punta di 30 cm viene riportato in un diagramma continuo di penetrazione.

In ascissa è indicato il numero di colpi necessario per un avanzamento dell'utensile di 30 cm, in ordinata la profondità.

Si riportano i diagrammi penetrometrici in allegato n° 1.

## **1.2.2 Modalità della prospezione geosismica con metodo M.A.S.W.**

### **1.2.2.1 Analisi multicanale delle onde superficiali**

Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, la componente principale delle onde superficiali. Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale ha una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) che, a sua volta, corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda per ciascuna frequenza che si propaga. Questa proprietà si chiama dispersione.

Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di corpo (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali. La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali. Questo tipo di analisi fornisce i parametri fondamentali comunemente utilizzati per valutare la rigidità superficiale, una proprietà critica per molti studi geotecnici.

L'intero processo comprende tre passi successivi: l'acquisizione delle onde superficiali (ground roll), la costruzione di una curva di dispersione (il grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza) e l'inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle  $V_s$ .

Per ottenere un profilo  $V_s$  bisogna produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore. Una molteplicità di tecniche diverse sono state utilizzate nel tempo per ricavare la curva di dispersione, ciascuna con i suoi vantaggi e svantaggi.

L'inversione della curva di dispersione viene realizzata iterativamente, utilizzando la curva di dispersione misurata come riferimento sia per la modellizzazione diretta che per la procedura ai minimi quadrati.

Dei valori approssimati per il rapporto di Poisson e per la densità sono necessari

per ottenere il profilo verticale Vs dalla curva di dispersione e vengono solitamente stimati utilizzando misure prese in loco o valutando le tipologie dei materiali.

Quando si generano le onde piane della modalità fondamentale delle onde di Reyleigh vengono generate anche una molteplicità di tipi diversi di onde. Fra queste le onde di corpo, le onde superficiali non piane, le onde riverberate (back scattered) dalle disomogeneità superficiali, il rumore ambientale e quello imputabile alle attività umane.

Le onde di corpo sono in vario modo riconoscibili in un sismogramma multicanale. Quelle rifratte e riflesse sono il risultato dell'interazione fra le onde e l'impedenza acustica (il contrasto di velocità) e fra le superfici di discontinuità, mentre le onde di corpo dirette viaggiano, come è implicito nel nome, direttamente dalla sorgente ai ricevitori (geofoni).

Le onde che si propagano a breve distanza dalla sorgente sono sempre onde superficiali. Queste onde, in prossimità della sorgente, seguono un complicato comportamento non lineare e non possono essere trattate come onde piane.

Le onde superficiali riverberate (back scattered) possono essere prevalenti in un sismogramma multicanale se in prossimità delle misure sono presenti discontinuità orizzontali quali fondazioni e muri di contenimento. Le ampiezze relative di ciascuna tipologia di rumore generalmente cambiano con la frequenza e la distanza dalla sorgente. Ciascun rumore, inoltre, ha diverse velocità e proprietà di attenuazione che possono essere identificate sulla registrazione multicanale grazie all'utilizzo di modelli di coerenza e in base ai tempi di arrivo e all'ampiezza di ciascuno.

La scomposizione di un campo di onde registrate in un formato a frequenza variabile consente l'identificazione della maggior parte del rumore, analizzando la fase e la frequenza indipendentemente dalla distanza dalla sorgente. La scomposizione può essere quindi utilizzata in associazione con la registrazione multicanale per minimizzare il rumore durante l'acquisizione. La scelta dei parametri di elaborazione così come del miglior intervallo di frequenza per il calcolo della velocità di fase, può essere fatto con maggior accuratezza utilizzando dei sismogrammi multicanale. Una volta scomposto il sismogramma, una opportuna misura di coerenza applicata nel tempo e nel dominio della

frequenza può essere utilizzata per calcolare la velocità di fase rispetto alla frequenza.

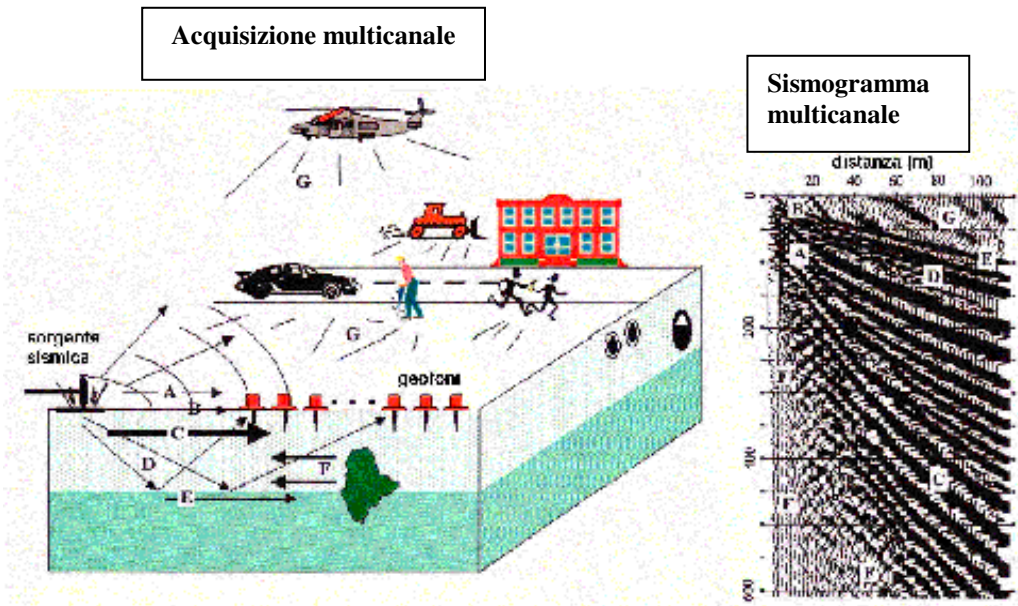
La velocità di fase e la frequenza sono le due variabili ( $x$ ;  $y$ ) il cui legame costituisce la curva di dispersione. E' anche possibile determinare l'accuratezza del calcolo della curva di dispersione analizzando la pendenza lineare di ciascuna componente di frequenza delle onde superficiali in un singolo sismogramma. In questo caso MASW permette la miglior registrazione e separazione ad ampia banda ed elevati rapporti S/N. Un buon rapporto S/N assicura accuratezza nel calcolo della curva di dispersione, mentre l'ampiezza di banda migliora la risoluzione e la possibile profondità di indagine del profilo  $V_s$  di inversione.

Le onde di superficie sono facilmente generate da una sorgente sismica quale, ad esempio, una mazza battente. La configurazione base di campo e la routine di acquisizione per la procedura MASW sono generalmente le stesse utilizzate in una convenzionale indagine a riflessione (CMP). Però alcune regole operative per MASW sono incompatibili con l'ottimizzazione della riflessione. Questa similitudine permette di ottenere, con la procedura MASW, delle sezioni superficiali di velocità che possono essere utilizzate per accurate correzioni statiche dei profili a riflessione. MASW può essere efficace con anche solo dodici canali di registrazione, meglio a ventiquattro canali, collegati a geofoni singoli a bassa frequenza ( $<10\text{Hz}$ ).

Per quanto riguarda le proprietà di dispersione delle onde di superficie: le componenti a bassa frequenza (lunghezze d'onda maggiori) sono caratterizzate da forte energia e grande capacità di penetrazione, mentre le componenti ad alta frequenza (lunghezze d'onda corte), hanno meno energia e una penetrazione superficiale. Grazie a queste proprietà, una metodologia che utilizzi le onde superficiali può fornire informazioni sulle variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità. La velocità delle onde S ( $V_s$ ) è il fattore dominante che governa le caratteristiche della dispersione.

La strumentazione utilizzata per la acquisizione dei dati è costituita da:

- Un sismografo Sara Electronic Instruments a 24 canali;
- 24 geofoni a 4.5 Hz;
- Una mazza da 6 Kg con relativa piastra di battuta



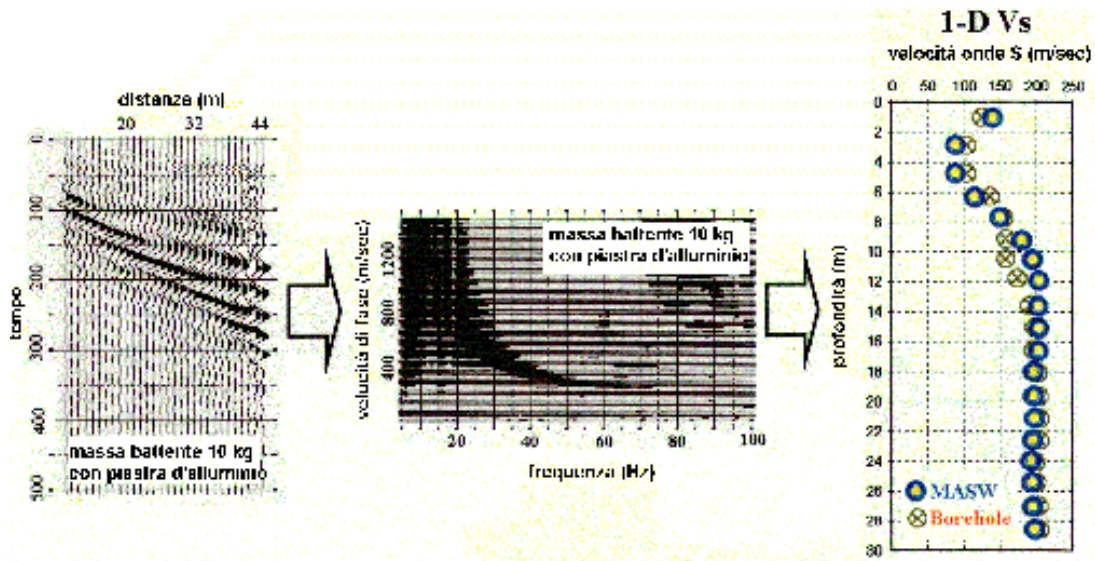
- |                       |                      |
|-----------------------|----------------------|
| A: onde in aria       | E: onde rifratte     |
| B: onde dirette       | F: onde riverberate  |
| C: onde di superficie | G: rumore ambientale |
| D: onde riflesse      |                      |

Il principale vantaggio di un metodo di registrazione multicanale è la capacità di riconoscimento dei diversi comportamenti, che consente di identificare ed estrarre il segnale utile dall'insieme di varie e differenti tipi di onde sismiche. Quando un impatto è applicato sulla superficie del terreno tutte queste onde vengono simultaneamente generate con differenti proprietà di attenuazione, velocità e contenuti spettrali. Queste proprietà sono individualmente identificabili in una registrazione multicanale e lo stadio successivo del processo fornisce grande versatilità nell'estrazione delle informazioni utili.

La procedura MASW può sintetizzarsi in tre stadi distinti:

1. acquisizione dei dati di campo;
2. estrazione della curva di dispersione;
3. inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs (profilo 1-D) che descrive la variazione di Vs con la profondità





### 1.2.2.2 Risultati

La classificazione del sottosuolo 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:

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

con:

$h_i$  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, caratterizzato da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali.

Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

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.

Categoria di sottosuolo	Descrizione
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 fra 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 metri, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi fra 180 e 360 m/s.
D	Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati oppure di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi fra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

Condizioni topografiche

per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

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 $i > 30^\circ$

Le suesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m. Nell'indagine eseguita si sono riscontrati i seguenti valori:

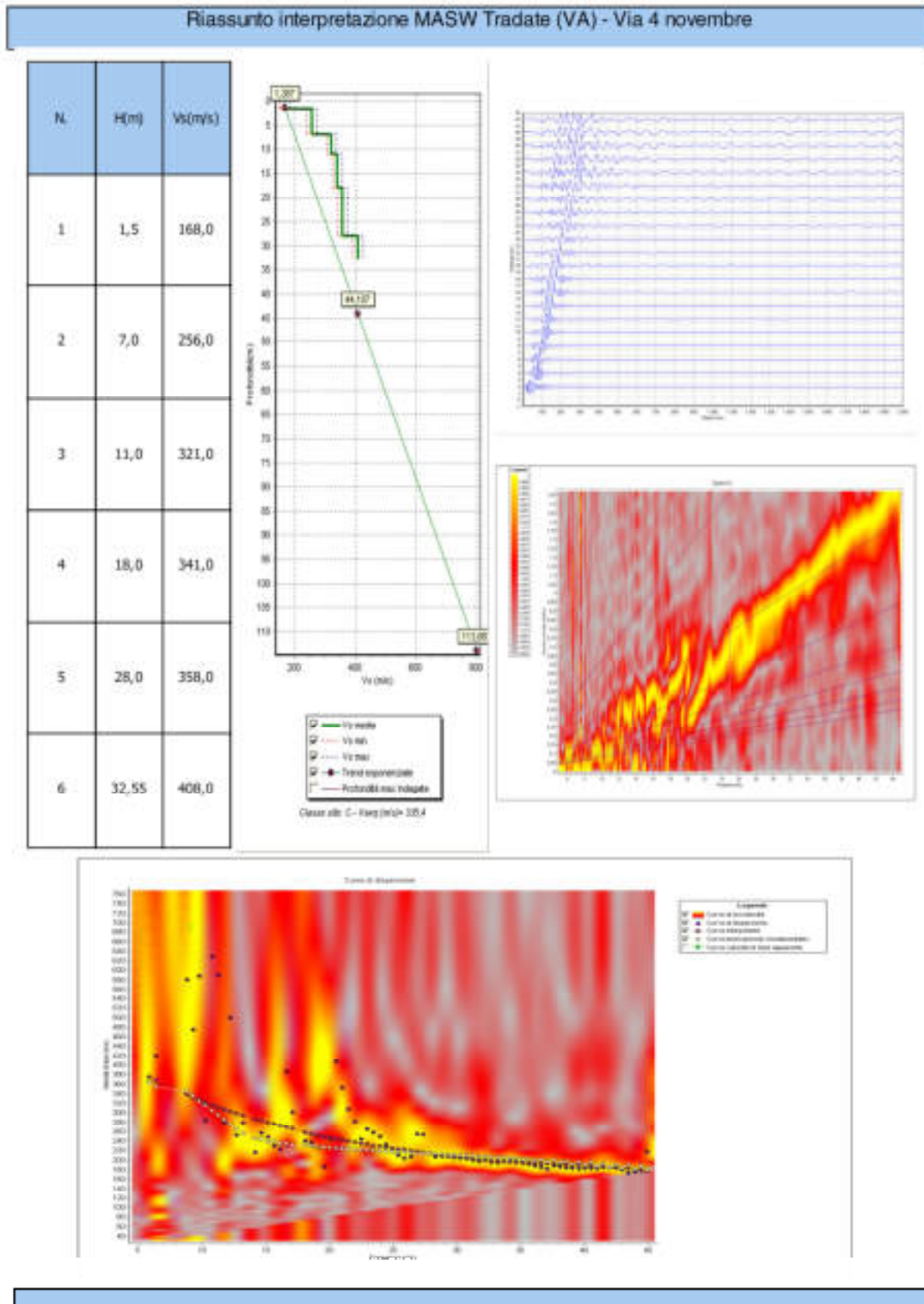
$$V_{Seq=30} = 335,4 \text{ m/s}$$

La tipologia stratigrafica risulta quindi:

**CATEGORIA DI SOTTOSUOLO DI TIPO C**

Da confermarsi nella verifica si secondo livello sismico.

Si veda il successivo tabulato di interpretazione.



### **1.3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO**

#### **GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA**

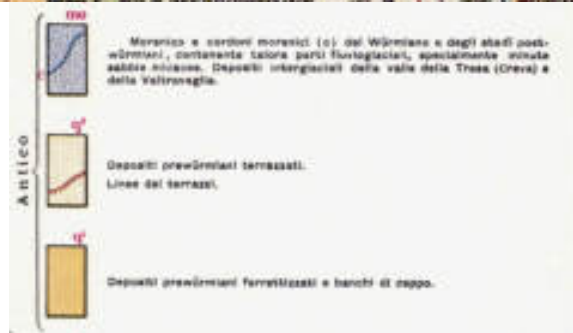
Il sottopasso in esame è situato nel comune di Tradate, in via IV novembre.

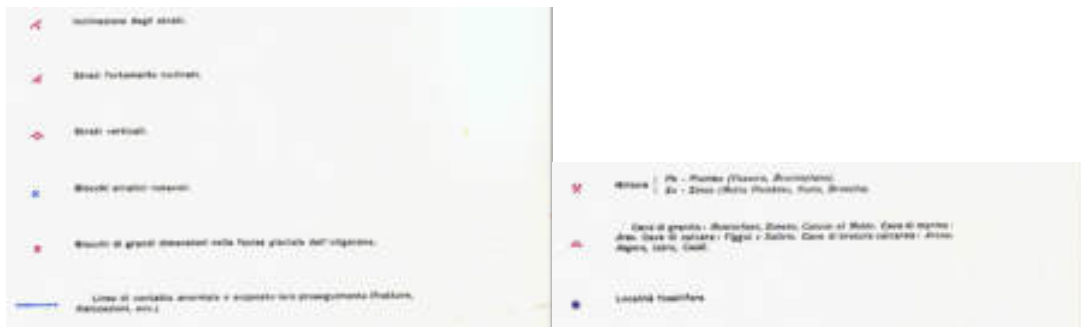
Si trova in ambito urbanizzato alla quota topografiche di 295 m s.l.m. Non si rilevano elementi geomorfologici da segnalare né circolazione idrica in prossimità.

Per un inquadramento geologico e geomorfologico generale si è presa in considerazione la carta geologica d'Italia dell'Istituto geografico militare a scala 1:100000, foglio 31 - Varese.

Dal punto di vista geologico nella parte del comune di Tradate dove si ubicano i sottopassi in esame è segnalato l'affioramento dei depositi prewurmiani terrazzati, del periodo quaternario.

**Figura 1: Carta Geologica D'Italia**



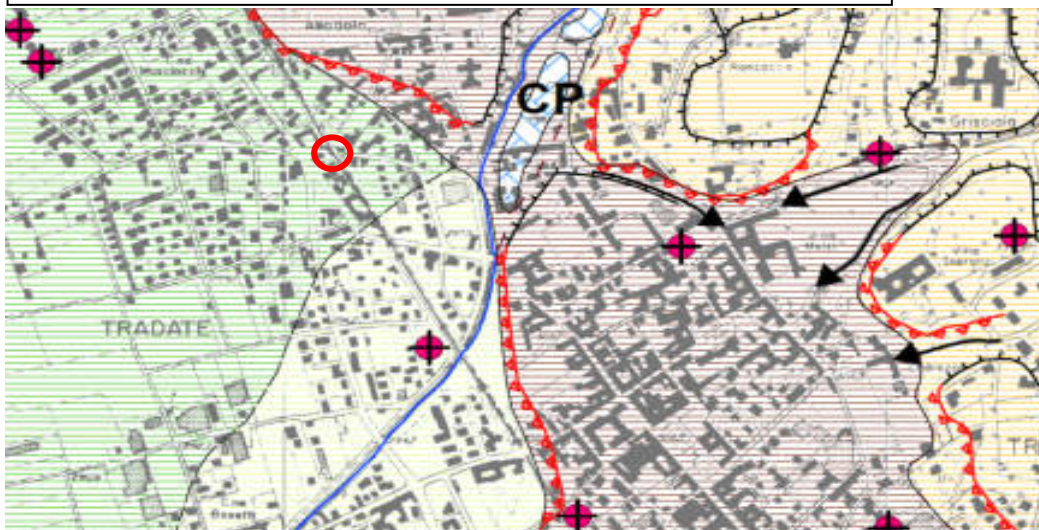


Per un inquadramento di dettaglio si consulta la Componente Geologica del Piano di Governo del Territorio comunale. Lo studio geologico ambientale del comune di Tradate è stato redatto dal Dott. Geol. Marco Parmigiani nel novembre 2010 ed aggiornato dallo stesso nel giugno 2014.

Di seguito si riporta la carta geologica e geomorfologica della componente geologica comunale, la quale indica per l'area in esame l'affioramento dell'Unità Lonate ceppino, assimilata all'allogruppo di Besnate indifferenziato (Fluvioglaciale wurm). Trattasi di depositi fluvioglaciali (ghiaie a supporto clastico, localmente a supporto di matrice sabbiosa). Locale presenza di livelli sabbiosi ben selezionati; grado di alterazione debole ai danni di clasti carbonatici.

Non si evidenziano elementi geomorfologici né aste idriche che interferiscono con i sottopassi nelle immediate vicinanze.

Figura 2: PGT - Carta Geologica e geomorfologica  area in esame



## UNITA' GEOLOGICHE

### DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI



**CP** Ceppo  
(Pliocene Sup. - Pleistocene inf. A.A.)  
Conglomerati fluviali grossolani a supporto clastico e raramente a supporto di matrice sabbiosa; grado di cementazione localmente molto accentuato.



**PT** Unità della pineta di Tradate - Appiano Gentile  
- assimilata all'Allogruppo del Bozzente  
(Glaciale e fluvioglaciale Mindel A.A.)  
Depositi glaciali (diamicton) e fluvioglaciali (ghiaie grossolane in matrice sabbiosa) con sequenze sommitali fini (loess, colluvi, paleosuoli) profondamente alterati e ferrettizzati nella porzione sommitale (2 - 5 m); strutture originali non riconoscibili.



**DL** Depositi loessici oggetto di antiche cave per laterizi



**UT** Unità di Tradate - assimilata all'Alloformazione di Albizzate  
(Fluvioglaciale Riss A.A.)  
Depositi fluvioglaciali prevalentemente grossolani (ghiaie a supporto clastico con matrice limoso argillosa di colore marrone ocraceo); presenza di un livello superiore di limi argillosi massivi (loess); grado di alterazione medio (clasti carbonatici argillificati e metamorfici fortemente alterati).



**LO** Unità di Lonate Ceppino - assimilata all'Allogruppo di Besnate indifferenziato  
(Fluvioglaciale Würm A.A.)  
Depositi fluvioglaciali (ghiaie a supporto clastico, localmente a supporto di matrice sabbiosa). Locale presenza di livelli sabbiosi ben selezionati; grado di alterazione debole ai danni di clasti carbonatici.



**FO** Unità del T. Fontanile - assimilata all'Alloformazione di Bodio  
(Fluvioglaciale Würm A.A.)  
Depositi di piana alluvionale depositi dal Torrente Fontanile (sedimenti prevalentemente sabbioso-limosi con rari ciottoli e alternanza di livelli ghiaiosi).



**AL** Alluvioni recenti e attuali con evidenza morfologica  
(Olocene)

### ELEMENTI GEOMORFOLOGICI



Orlo di terrazzo



Piede della scarpata



Sponda di erosione fluviale

### ALTRI SIMBOLI



Limite certo tra unità geologiche



Limite incerto



Reticolo idrico



Limite comunale



Strade e aree soggette a ruscellamento concentrato delle acque meteoriche in occasione di eventi di intensità eccezionale



Punto di riferimento stratigrafico (scavi di cantiere e affioramenti naturali)

## **1.4 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO**

Dalla carta idrogeologica del PGT comunale, basata su dati di novembre 2010 e giugno 2014, si ricava una piezometria di 261 m s.l.m. il che data la quota di 295 m s.l.m. corrisponde ad una soggiacenza di circa 34 m.

L'andamento delle isopieze evidenzia un sistema di flusso prevalentemente N – S soggetto alla importante azione drenante dei sistemi vallivi dell'Olona ad W e della Lura a E.

Il gradiente idraulico medio della falda varia dal 2% all'1% circa verso S, in accordo con la pendenza media delle superfici del pianalto di poco inferiori all'1,5% (Ersal, 1988).

Sempre dalla carta idrogeologica del PGT comunale si ricava che per l'area di interesse si ha presenza di acquifero di tipo libero in materiali alluvionali. Soggiacenza della falda inferiore a 35 m. Il grado di vulnerabilità è segnalato come elevato, mentre la permeabilità dei terreni superficiali è medio-alta.

**Figura 3: PGT - Carta idrogeologica**  **area in esame**





**LEGENDA**

GRADO DI PERMEABILITA' DEI TERRENI SUPERFICIALI				GRADO DI VULNERABILITA'						CARATTERISTICHE DELL'ACQUIFERO
A	M	B	BB	ee	e	a	m	b	bb	
			X						b2	Acquifero di tipo libero in materiali alluvionali protetto in superficie da depositi prevalentemente fini di spessore superiore a 5 m. Soggiacenza della falda superiore a 35 m.
			X				m1			Acquifero di tipo libero in materiali alluvionali parzialmente protetto in superficie da depositi discontinui prevalentemente fini di spessore superiore a 5 m. Soggiacenza della falda superiore a 35 m.
			X				m2			Acquifero di tipo libero in materiali alluvionali protetto in superficie da depositi prevalentemente fini di spessore inferiore a 5 m. Soggiacenza della falda superiore a 35 m.
			X			a				Acquifero di tipo libero in materiali alluvionali, protetto in superficie da depositi prevalentemente fini di spessore inferiore a 5 m. Soggiacenza della falda inferiore a 35 m.
			X		e					Acquifero di tipo libero in materiali alluvionali. Soggiacenza della falda inferiore a 35 m.
			X		e					Acquifero di tipo libero in materiali alluvionali in corrispondenza d'incisioni con corso d'acqua sospeso che determina alimentazione naturale della falda. Tenere di subalveo a permeabilità media. Soggiacenza della falda superiore a 35 m.
			X	ee						Acquifero di tipo libero in materiali alluvionali in corrispondenza d'incisioni con corso d'acqua sospeso che determina alimentazione naturale della falda. Tenere di subalveo a permeabilità alta. Soggiacenza della falda inferiore a 35 m.
			X	ee						Acquifero di tipo libero in materiali alluvionali con corso d'acqua sospeso che determina alimentazione naturale della falda. Tenere di subalveo a permeabilità media. Soggiacenza della falda inferiore a 35 m.

A alto M medio B basso BB molto basso  
ee estremamente elevato e elevato a alto m medio b basso bb molto basso









**POZZI E SORGENTI (CON RELATIVO NUMERO O SIGLA IDENTIFICATIVA)**

- Pozzo di pubblico acquedotto
- Pozzo privato
- ♣ Sorgente captata da pubblico acquedotto
- ♣ Sorgente non captata
- ▲ Piezometro o pozzo esplorativo pubblico
- ▲ Piezometro privato
- Pozzo chiuso







**GEOMETRIA ED IDRODINAMICA DEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI**

- 310 Linee isopiezometriche della falda principale e relative quote (m s.l.m.)
- Direzioni locali del flusso idrico sotterraneo
- Limite di bacino idrogeologico
- 202.7 Misura del livello piezometrico di taratura (settembre 2009)

**PRODUTTORI REALI E POTENZIALI DI INQUINAMENTO**

-  Area con concentrazione di attività produttive
-  Area interessata (o adibita) in passato a discarica incontrollata di rifiuti solidi misti
-  Punto di recapito di acque reflue urbane e relativo codice (S=sfioratore di piena; B=scarico acque meteoriche)
-  Area urbanizzata (residenziale) attualmente sprovvista di rete fognaria
-  Cimitero
-  Strada di grande traffico
-  Linea ferroviaria
-  Rete fognaria (dorsali principali)

**PREVENTORI E/O RIDUTTORI DELL'INQUINAMENTO**



-  Impianto di fitodepurazione
-  Insediamenti ricettivi significativi dotati di sistemi propri di trattamento reflui
-  Zona di rispetto delle opere di captazione ad uso idropotabile definite con criterio geometrico ( $r = 200$  m dall'asse del pozzo), nella quale è vietato l'insediamento dei centri di pericolo definiti dall'art. 94 del D. Lgs. 152/96 e s.m.i.
-  Zona di rispetto delle opere di captazione di acque destinate al consumo umano definite con criterio temporale ( $t = 60$  gg, D.G.R. 15137/96).
-  Proposta di zona di rispetto in istruttoria, definita con criterio temporale ( $t = 60$  gg, D.G.R. 15137/96).
-  Proposta di zona di protezione, definita con criterio temporale ( $t = 180$  gg, D.G.R. 15137/96).

**Industria zootecnica**

-  1 Allevamento bovini
-  2 Allevamento equini
-  5 Allevamento avicunicoli

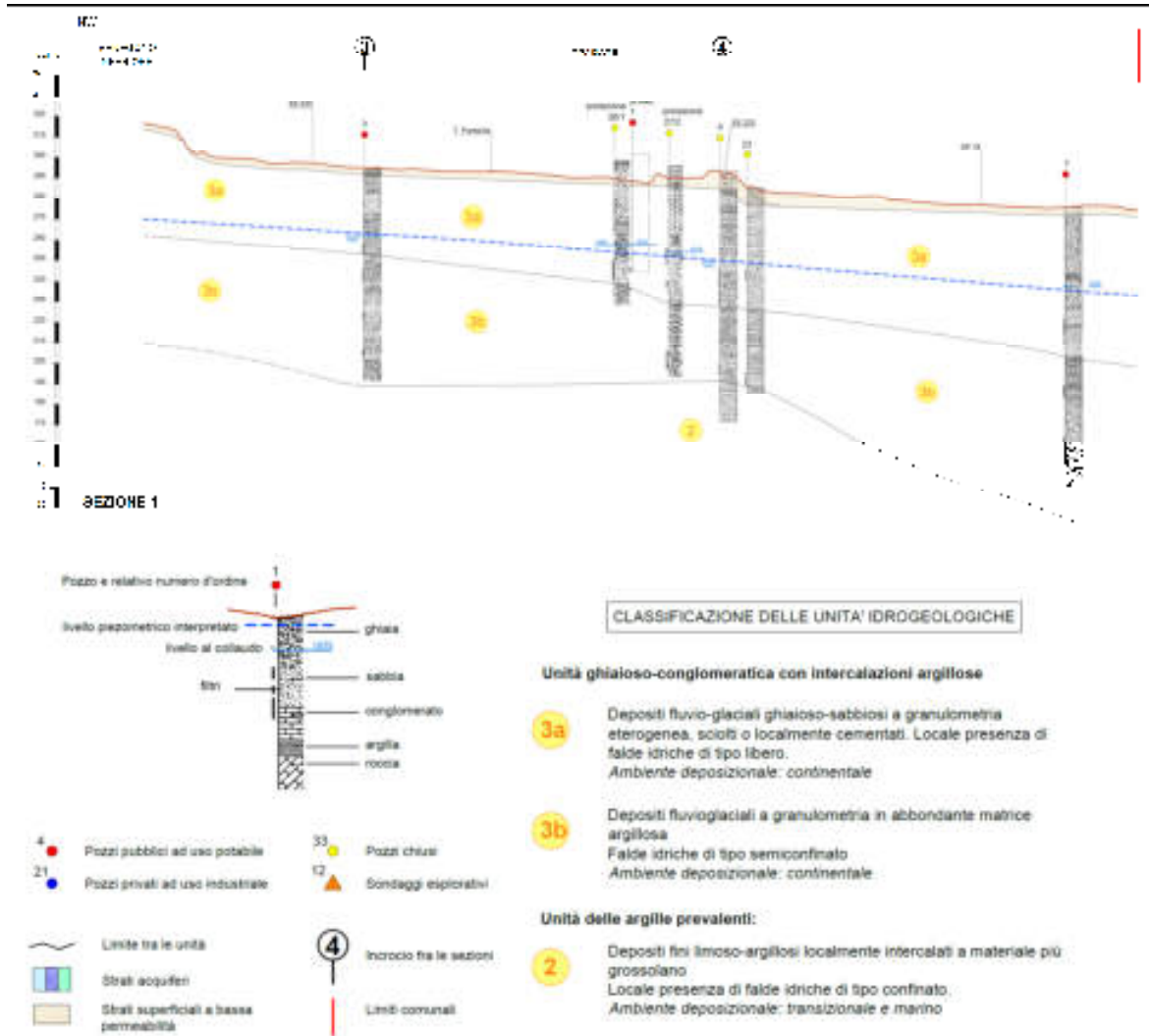
numero aringo con il quale si rinviene agli allegati per l'identificazione dei proprietari/conducitori; numero aringo: I = meno di 50 capi, II = 50 - 200 capi, III = 200 - 500 capi, IV = 500 - 2000 capi, V = 2000 - 5000 capi, VI = oltre 5000 capi

**POTENZIALI INGESTORI E VIACOLI DI INQUINAMENTO**

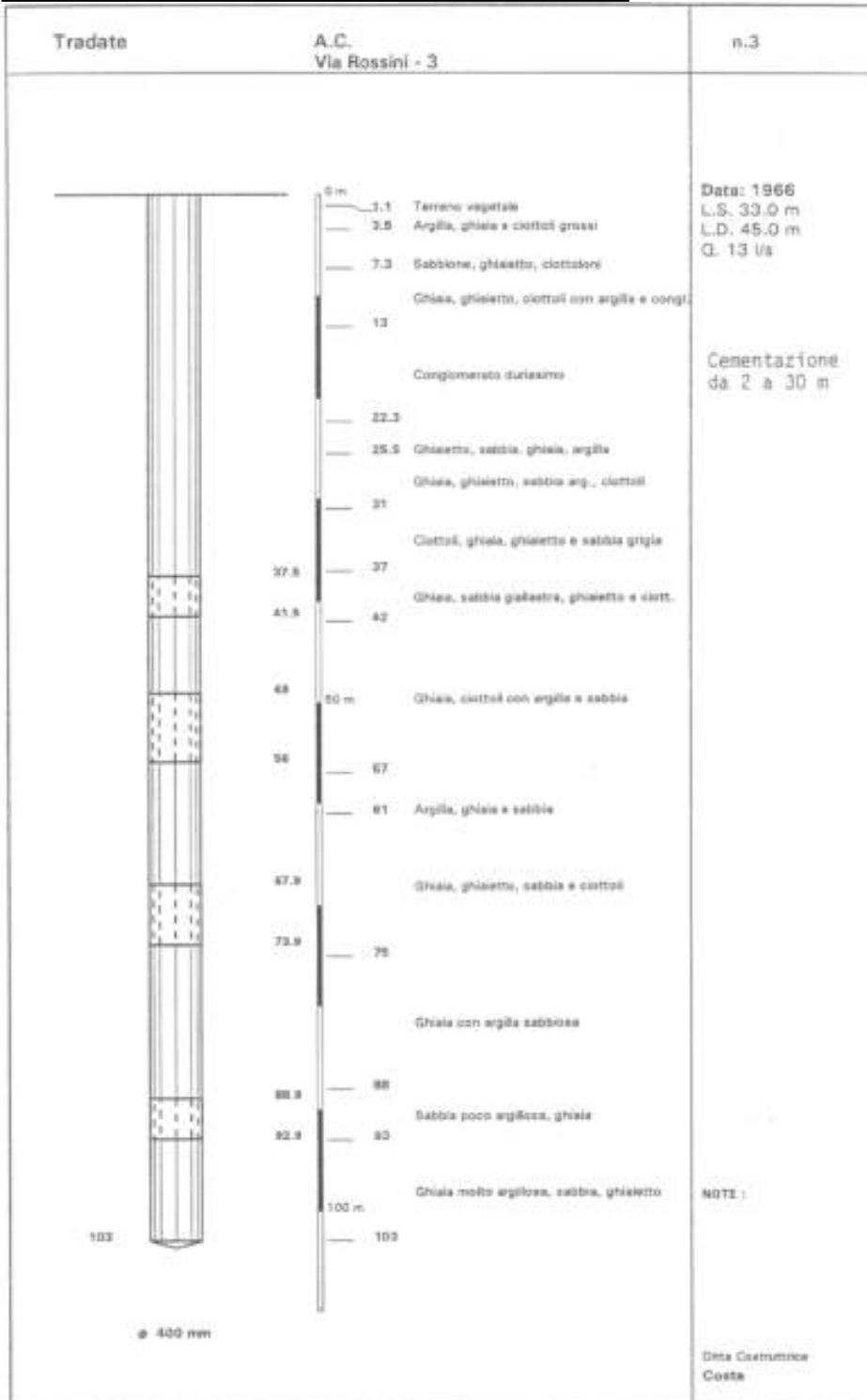
-  Area soggetta in passato ad attività di cava (la locale asportazione delle coperture fini superficiali aumenta di mezzo grado la classe di vulnerabilità)
-  1 ..... Traccia delle sezioni idrogeologiche

Sulla base delle caratteristiche litologiche dedotte dalle stratigrafie di pozzi significativi, si sono classificate nel sottosuolo varie unità idrogeologiche, distinguibili per la loro omogeneità di costituzione e di continuità orizzontale e verticale. Si riporta qui di seguito la sezione n°1 eseguita con le stratigrafie e i dati dei pozzi n°3, 1 e 7 e altri pozzi chiusi segnati sulla carta idrogeologica. Si riporta una stratigrafia completa del pozzo n°3 sito in via Rossini che può essere rappresentativo del terreno dell'area in esame.

Figura 4: PGT – Sezione 1 – NW-SE



**Figura 5: PGT – Stratigrafia Pozzo n°3 di via Rossini**



**Figura 6: PGT – Reticolo idrografico su CTR**



Per quanto riguarda il quadro idrografico il comune di Tradate è interessato dallo sviluppo del Torrente Fontanile che scorre in direzione NNE-SSO, visibile poco più a Sud rispetto al sottopasso di Corso Matteotti.

### **1.5 CONFRONTO CON ALTRA CARTOGRAFIA DELLO STUDIO GEOLOGICO COMUNALE**

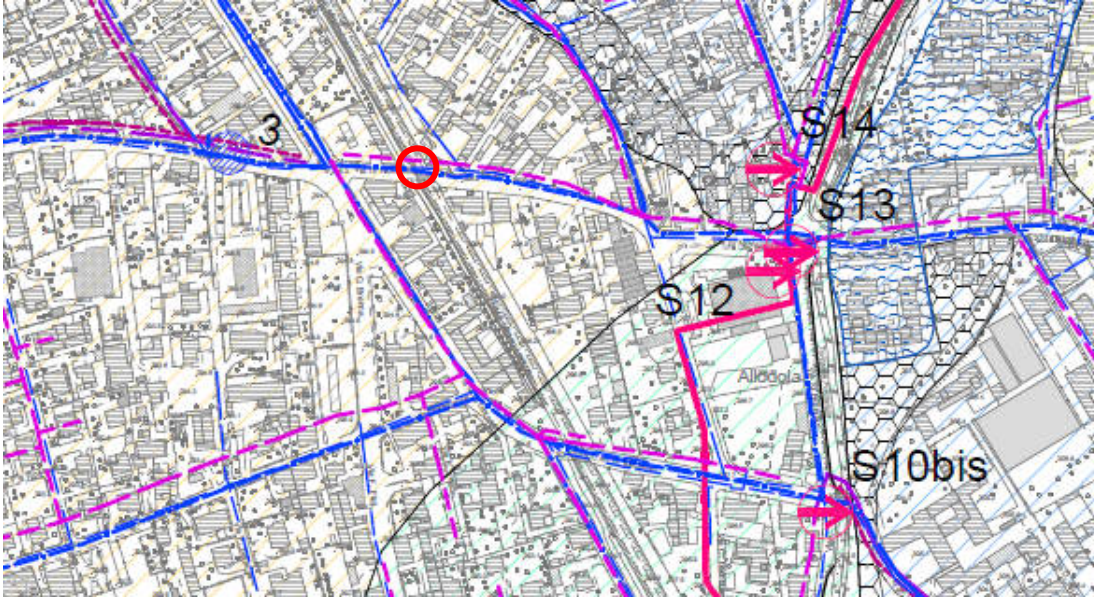
Si esamina di seguito la restante cartografia della Componente Geologica del Piano di Governo del Territorio comunale.

#### **GEOTECNICA**




Dalla carta litotecnica del PGT comunale il sottopasso di via IV Novembre si colloca all'interno della seguente area litotecnica:

**unità geotecnica A:** Terreni granulari sciolti e mediamente addensati con buone caratteristiche meccaniche senza particolari limitazioni.




**Figura 7: PGT - Carta litotecnica** ○ **area in esame**



**ULTERIORI ELEMENTI DI CARATTERE GEOTECNICO E GEOMORFOLOGICO**

-  Area di scarpata di raccordo tra i terrazzi e di erosione fluviale (T. Fontanile)
-  Limite dell'area di cava cessata R112/a/VA - Cava Cortellezzi (Catasto Regionale Cave cessate)
-  Area oggetto di specifiche indagini geonostiche

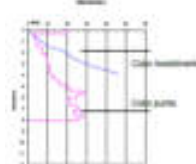
**PUNTI DI RIFERIMENTO STRATIGRAFICO**

-  16 Affioramento naturale
-  10 Scavo edile
-  21/03 Trincea aperta con escavatore o sondaggio esplorativo






**LEGENDA DELLA COLONNINA LITOLOGICA**

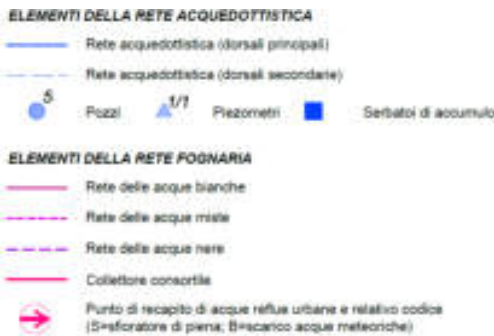
-  Limo argilloso
-  Limo
-  Sabbia
-  Ghiaia e ciottoli

**GRAFICO DELLA PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA SCPT**



**ELEMENTI CONNESSI AL REGIME IDRAULICO**

-  Area interessata da eventi alluvionali, individuata in base a fenomeni osservati, evidenze morfologiche e scenari del Piano di Emergenza provinciale e comunale
-  Area interessata da eventi alluvionali, individuata in base a studio geologico area PIP
-  Argini artificiali in terra
-  Argini artificiali in muratura
-  Briglie



**CARATTERIZZAZIONE GEO-PEDOLOGICA**

ZONE	SOGLA (cm circa sul)	CLASSIFICAZIONE (CUNEA 1978)	DESCRIZIONE
A	50/70	Alluviali	Suoli da sottili a moderatamente profondi, texture moderatamente grossiere in superficie e media in profondità, drenaggio buono.
B	50/70 80/100 100/120 120/140	Alluviali	Suoli da sottili a molto profondi in sezione inferiore sciolti, texture media, drenaggio buono.
C	100/120 120/140 140/160	Alluviali	Suoli da moderatamente profondi a molto profondi in sezione superiore, texture da media a moderatamente fine, drenaggio mediocre.
	160/180 180/200 200/220	Alluviali	Suoli da moderatamente profondi a molto profondi in sezione inferiore alterati, texture da media a moderatamente fine, drenaggio buono.
	10/12 12/14	Inceptivoli	Suoli sottili su substrato calcareo alterato, texture media, drenaggio buono.
	50/70	Alluviali	Suoli da sottili a moderatamente profondi su substrato calcareo alterato, texture da grossolana a fine, drenaggio mediocre.
	100/120	Alluviali	Suoli da moderatamente profondi a profondi in sezione superiore di moderatamente grossolana a fine, drenaggio mediocre.
D	100/120 120/140	Alluviali	Suoli da molto sottili a sottili a texture media, drenaggio mediocre.
D	100/120 120/140	Alluviali	Suoli da sottili a molto profondi in sezione inferiore sciolti, texture media e grossolana, drenaggio buono.

**CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO-TECNICA**

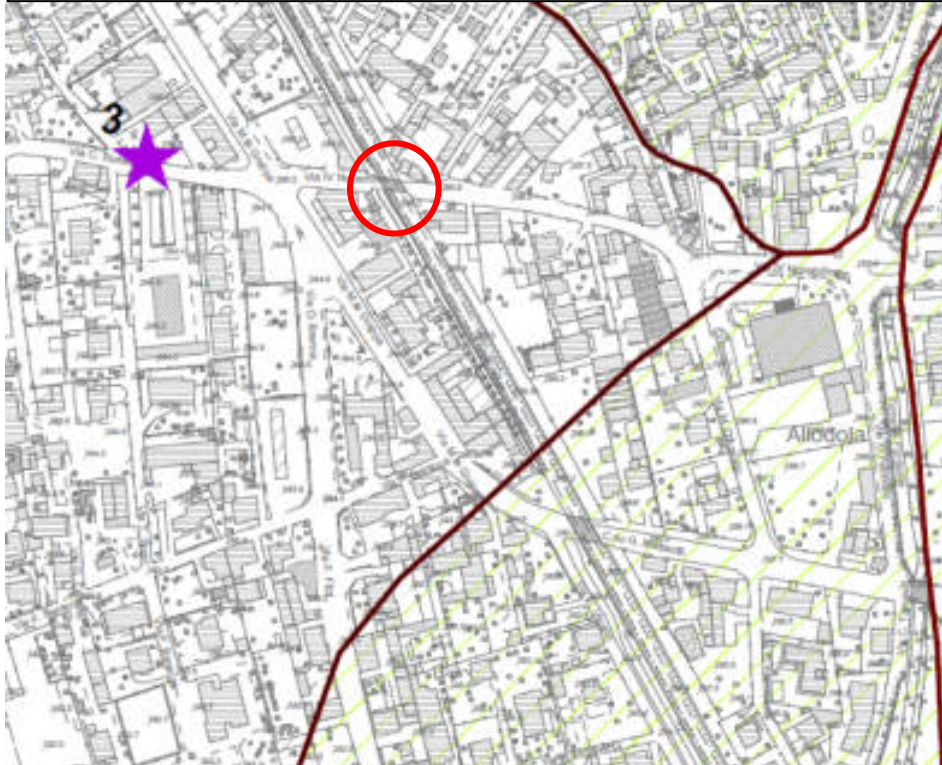
Unità geotecnica	Litologia superficiale prevalente	Caratteri pedologici e spessore suoli	Caratteristiche geotecniche	Drenaggio delle acque
A	Ghiaie poligeniche ed eterometriche in matrice sabbiosa, debolmente limosa. Ciesli poco o non alterati, subarrotondati.	Suoli da sottili a moderatamente profondi (50-100 cm), dell'ordine degli Alluviali	Terroni granulari sciolti e mediamente addensati (altre caratteristiche meccaniche senza particolari limitazioni).	Drenaggio delle acque buono in superficie
B	Ghiaie e sabbie grossolane mediamente alterate in matrice limosa argillosa. Superfiormente limi debolmente argillosi con struttura massiva.	Suoli dell'ordine Lituvoli da profondi a molto profondi (150-300 cm).	Terroni granulari poco alterati con stato di addensamento "medio" e limi superiori con grado di consistenza da "medio" a "compatto"; locale presenza di cavità che si riscontrano nei primi 10 m circa di profondità (occhi polini).	Drenaggio delle acque mediocre in superficie e discreto in profondità; problematiche relative alla circolazione delle acque nel primo sottosuolo (150-200 cm).
C	Originarie ghiaie poligeniche in matrice limosa-argillosa profondamente alterate (ferreto); superficialmente limi argillosi massivi.	Suoli dell'ordine Lituvoli da poco a molto profondi (100-500 cm); suoli dell'ordine Inceptivoli, sottili o poco profondi nelle aree di scarpata.	Il grado di alterazione li assomiglia al comportamento di terreni fini con stato di consistenza "duro", ma soggetti a rammollimento se in condizioni di saturazione idrica. Caratteristiche geotecniche da buone a scadenti. Locale presenza di cavità di diametro anche metrico (occhi polini).	Permeabilità molto bassa, drenaggio lento con ridotta capacità di infiltrazione delle acque meteoriche e conseguente tendenza al ristagno idrico superficiale; problemi relativi alla circolazione delle acque nel primo sottosuolo (150-200 cm).
D	Sabbie e limi con limi sottili alterati a livelli ghiaiosi.	Suoli dell'ordine Alluviali da moderatamente profondi a profondi (150-300 cm).	Terroni fini prevalenti con stato di consistenza da tenero a medio, alterati a terreni granulari sciolti; caratteristiche geotecniche generalmente scadenti.	Drenaggio delle acque mediocre in superficie e discreto in profondità.

**PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE**





Dalla carta della pericolosità sismica del PGT comunale si ricava il seguente scenario per il sottopasso di via IV Novembre:

**Nessuna classificazione.**


Figura 8: PGT - Carta Pericolosità Sismica Locale di 1° livello  area in esame



AREE DI AMPLIFICAZIONE SISMICA LOCALE

CLASS. SISMICA O.P.C.M. 3273/03	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE (PSL) D.G.R. 9/2616/11 Art. 5	EFFETTI	LIVELLO DI APPROFONDIMENTO DELLA PROCEDURA DI VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO (PREVISTO DAI CRITERI REGIONALI)
ZONA 4	 Z3a Zona di sdoganamento, limiti di valle, rettilineo di distacco, area di frangente fluviale o di natura antropica, ecc.	Amplificazione topografica	2° LIVELLO per edifici strategici e rilevanti.  3° LIVELLO nelle aree indagate con il secondo livello quando Fa calcolato risulta maggiore del valore soglia comunale
	 Z3b Zona di valle a valle incassata		
	 Z4a Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvo-glaciali granulari e coesivi con presenza di bedrock sabbiosi a profondità inferiori a 20m.	Amplificazione litologica e geomorfica	
	 Z4c Zona con depositi glaciali e fluvio-glaciali antichi con caratteri litologici e geomorfologici che si rendono esasperate a "zona intermedia" con presenza di depositi granulari in coesivi compatti di sabbie sabbie con presenza di bedrock sabbiosi a profondità inferiori a 20m.		

 Limite dell'area di influenza per le zone Z3

 Limite a monte dell'area di influenza per le zone Z3a (scarpate)



### SINTESI

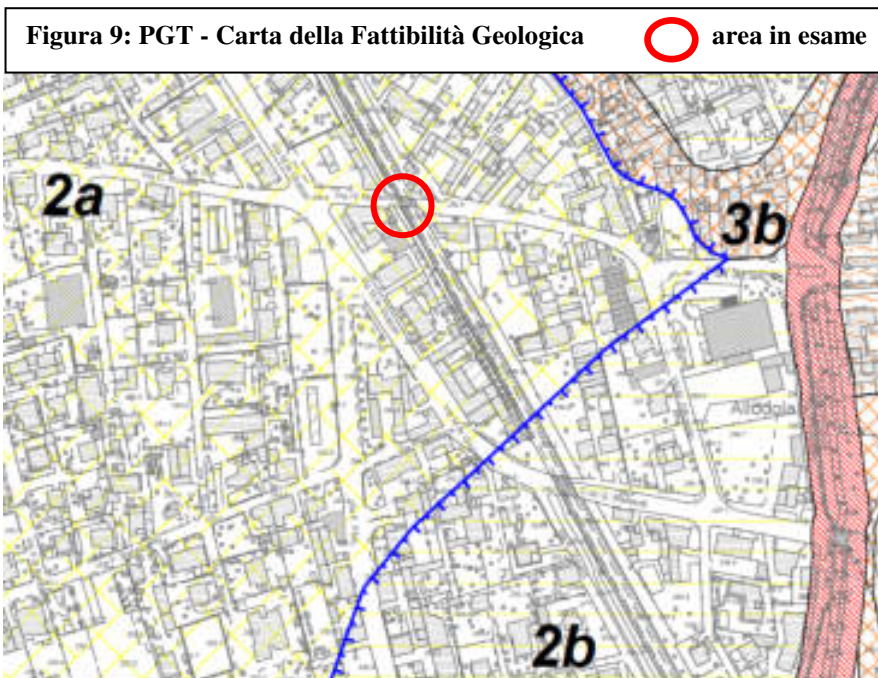
La Carta di sintesi riporta le caratteristiche geologiche e litotecniche prevalenti sopra riportate.

### VINCOLI

La carta dei vincoli non riporta particolari restrizioni per il sottopasso di via IV Novembre.

### FATTIBILITÀ GEOLOGICA




La Carta di Fattibilità inserisce l'area oggetto di studio in **classe 2**, perché aree pianeggianti di interesse idrogeologico e/o con terreni eterogenei. Tale classe è soggetta a modeste limitazioni. La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico - costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa.



**CLASSE DI FATTIBILITA' D.G.R. 9/2616/11**

	Area pianeggianti di interesse idrogeologico
	Area pianeggianti con terreni eterogenei
	Area dal pianalto forestizzato
	Area di versante con pendenze blande
	Area di piana alluvionale con pericolosità media o moderata
	Area adiacenti ai corsi d'acqua
	Area di pertinenza dei corsi d'acqua
	Area potenzialmente franose

**AMBITI SOGGETTI AD AMPLIFICAZIONE SISMICA LOCALE DI G.R. 9/2616/11 AN. 6  
(TRATTI DALLA TAV. 10 "Carta della pericolosità sismica locale")**

	Zona di ciglio (scarpate con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica) e zona di cresta ero crouzzone
	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi con presenza di bedrock sismico a profondità inferiori a 30m
	Zona con depositi glaciali e fluvio-glaciali antichi con caratteri litologici e geomorfologici che la rendono eguagliabile a "zona monarca con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le colti lenseiche) con presenza di bedrock sismico a profondità inferiori a 30m"

## **1.6 CONFRONTO CON LA CARTOGRAFIA DEL PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO PROVINCIALE**

La cartografia del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale non riporta ulteriori vincoli o criticità.

## **1.7 CONFRONTO E VERIFICA DI COERENZA CON LA CARTOGRAFIA DEL PGRA**

Le mappe del Piano di Gestione Rischio Alluvioni del distretto idrografico del Fiume Po rispondono alla Direttiva Alluvioni 2007/60 CE del 2013, cui segue revisione del 2015.

Esse cartografano la pericolosità ed il rischio alluvioni.

Viene dunque mappata la pericolosità delle aree potenzialmente interessate da eventi alluvionali, secondo gli scenari di diversa probabilità da P1 a P3, caratterizzandone l'intensità secondo: estensione dell'inondazione, altezze idriche, velocità e portata. Vengono identificati ambiti territoriali omogenei, in

base alle caratteristiche del reticolo idrografico ed alla tipologia e gravità dei processi di alluvioni prevalenti:

- Reticolo idrografico principale (RP)
- Reticolo idrografico secondario collinare e montano (RSCM)
- Reticolo idrografico secondario di pianura artificiale (RSP)
- Aree costiere lacuali (ACL)

Risulta anche cartografato il rischio di alluvioni, ovvero le potenziali conseguenze negative derivanti dell'evento alluvionale, in termini di elementi interessati: abitanti colpiti, infrastrutture/strutture strategiche, beni ambientali, storici e culturali, distribuzione e natura delle attività economiche, impianti a rischio di incidente rilevante. Vengono inoltre distinte le aree soggette ad alluvioni con elevato volume di trasporto solido e/o colate detritiche. Vengono definite quattro classi di rischio crescente, da R1 a R4.

Nelle mappe aggiornate in base alla revisione del 2015 sono mappate anche le Aree a Rischio Significativo, dove le condizioni di rischio particolarmente significative rendono necessaria una specifica gestione del rischio. L'elevata pericolosità che caratterizza tali aree deriva dall'entità delle portate di piena e dell'estensione delle aree inondabili. Le ARS della Regione Lombardia sono 315, di cui 8 ARS Distrettuali, 27 regionali e le restanti a carattere locale. Le ARS Distrettuali corrispondono a "nodi critici di rilevanza strategica le cui condizioni di rischio elevato o molto elevato coinvolgono insediamenti abitativi e produttivi di grande importanza, numerose infrastrutture di servizio e le principali vie di comunicazione...richiedono complessi interventi di mitigazione del rischio...alla scala di intero bacino idrografico o di ampi settori del reticolo idrografico principale, è pertanto necessario il coordinamento delle politiche di più regioni". Le ARS distrettuali sono definite in base al perimetro delle aree allagabili chiuse a monte ed a valle lungo i confini comunali dei comuni maggiormente esposti al rischio. Misure localizzate del PGRA possono interessare anche aree esterne, generalmente a monte. In adiacenza od in contiguità alle ARS Distrettuali possono esservi ARS regionali o locali. In tal caso le misure sono state coordinate tra queste realtà. In base alla cartografia aggiornata in base alla revisione del 2015 l'area in esame non risulta caratterizzata da alcuno scenario di pericolosità.

## 1.8 ANALISI SISMICA DI II LIVELLO

Sulla base dei risultati ottenuti dalla prospezione sismica M.A.S.W. è stato possibile calcolare il valore del Fattore di Amplificazione (**Fa**) atteso per l'area in esame.

Il valore ottenuto è stato utilizzato per valutare il grado di protezione raggiunto al sito dall'applicazione della normativa sismica vigente. La valutazione del grado di protezione viene effettuata in termini di contenuti energetici, confrontando il valore di Fa ottenuto dalle schede di valutazione con un parametro di analogo significato calcolato per ciascun comune e valido per ciascuna zona sismica (zona 2, 3 e 4) e per le diverse categorie di sottosuolo soggette ad amplificazioni litologiche (B, C, D ed E) e per i due intervalli di periodo 0.1-0.5s (relativo a strutture basse, regolari e piuttosto rigide) e 0.5-1.5s (per strutture alte e più flessibili).

Il parametro calcolato per ciascun Comune della Regione Lombardia è riportato nella banca dati on line della Regione Lombardia e rappresenta il valore di soglia oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione del sito.

La procedura prevede pertanto di valutare il valore di Fa con le schede di valutazione e di confrontarlo con il corrispondente valore di soglia, considerando una variabilità di  $\pm 0.1$  che tiene conto della variabilità del valore di Fa ottenuto dalla procedura semplificata.

Per il comune di Tradate (zona sismica 4) e con un suolo in Classe C (determinato con la prospezione MASW) i valori di Fa soglia risultano:

$$\mathbf{Fa (0.1-0.5 s) = 1.8}$$

$$\mathbf{Fa (0.5-1.5 s) = 2.4}$$

Per procedere con il calcolo del valore di Fa per il sito in esame si è scelto di applicare, tra quelle disponibili, la scheda litologica sabbiosa in quanto unica tra quelle disponibili per la quale l'andamento delle Vs risulta compatibile.

All'interno della suddetta scheda litologica si è scelta, in funzione della profondità e della velocità Vs dello strato superficiale, la curva n° 2 per la valutazione del valore di Fa nell'intervallo 0.1-0.5 s e nell'intervallo 0.5-1.5 s, in base al valore del periodo proprio del sito T.

Il periodo proprio del sito T necessario per l'utilizzo della scheda di valutazione è stato calcolato considerando tutta la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore della velocità Vs uguale o superiore a 800 m/s utilizzando la seguente

equazione: 
$$\mathbf{T} = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left( \frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

Nel caso in esame con l'indagine Masw non è stata raggiunta la velocità di 800 m/s ed è stato quindi estrapolato un opportuno andamento delle Vs con la profondità fino al raggiungimento della stessa che è stata stimata a circa 113.9 m da p.c.

E' stato prolungato l'ultimo strato rilevato dall'indagine fino a quota 55 m da p.c. e sono stati aggiunti tre ulteriori sismostrati corrispondenti ai punti della retta che mostra il trend esponenziale di estrapolazione completando nel modo seguente la tabella profondità-Vs (in carattere rosso i valori corrispondenti al tratto estrapolato):

<b>Profondità (m)</b>	<b>Vs (m/s)</b>
1.5	168
7.0	256
11.0	321
18.0	341
28.0	358
55.0	408
75.0	470
95.0	580
113.9	690

I valori di T e di Fa così determinati vengono approssimati alla prima cifra decimale e per il sito in esame risultano:

**T = 0.93 s**

**Fa (0.1-0.5s) = 1.0**

**Fa (0.5-1.5s) = 1.8**

In entrambi i casi il valore riscontrato risulta inferiore al valore soglia per il comune di Tradate: la normativa è quindi da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche dei possibili effetti di amplificazione litologica del sito.

Viene pertanto confermata la **CATEGORIA DI SOTTOSUOLO "C"**.

## **1.9 SISMICITA' DELL'AREA**

### **1.9.1 Normativa**

Nella recente Normativa Sismica (Ordinanza del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20 marzo 2003) tutto il territorio Nazionale è stato suddiviso in quattro zone. A seguito del: D.g.r. 11 luglio 2014 - n. X/2129 Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d) , il comune di Tradate(VA) risulta in Zona Sismica 4 con accelerazione massima di 0,038966 m/s<sup>2</sup>. Nel settembre 2005 è stato pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale la nuova Normativa Italiana sulle Costruzioni, il cosiddetto Testo Unico (DM 14/09/2005); poi successivamente viene realizzata una nuova versione (DM 14/01/2008) pubblicata in Gazzetta Ufficiale n°29 del 4 febbraio con successiva pubblicazione della Circolare n° 617 del 02/02/2009, Gazzetta ufficiale n°47 del 27 febbraio 2009-Suppl. Ordinario n°27: Istruzioni per l'applicazione delle NTC di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Infine con decorrenza dal 22 marzo 2018 sono diventate cogenti la nuove NTC 2018. Già ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008 la determinazione delle azioni sismiche non doveva più essere fatta sulla base della zona sismica territorialmente definita ma sito per sito secondo l'allegato B del D.M., confermato dalle NTC 2018. Tutte le verifiche vanno fatte con il metodo degli stati limite in condizioni statiche ed in condizioni dinamiche facendo riferimento ai parametri sismici di calcolo di cui alle tabelle allegate alla NTC.

### 1.9.2 parametri sismici di calcolo- spettri di risposta elastici

Al fine della valutazione dell' azione sismica sono stati calcolati gli spettri di risposta elastici della componente sia verticale che orizzontale agli stati limite ultimi (SLV e SLC con probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $V_R$  rispettivamente del 5% e del 10%) e agli stati limite di esercizio (SLO e SLD con probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $V_R$  rispettivamente del 81% e del 63%). Per le verifiche è stato utilizzato il programma di calcolo della PROGRAMGEO "SISCodes". Si riportano di seguito i relativi tabulati di calcolo con indicati i principali parametri ricavati per i diversi stati limite.

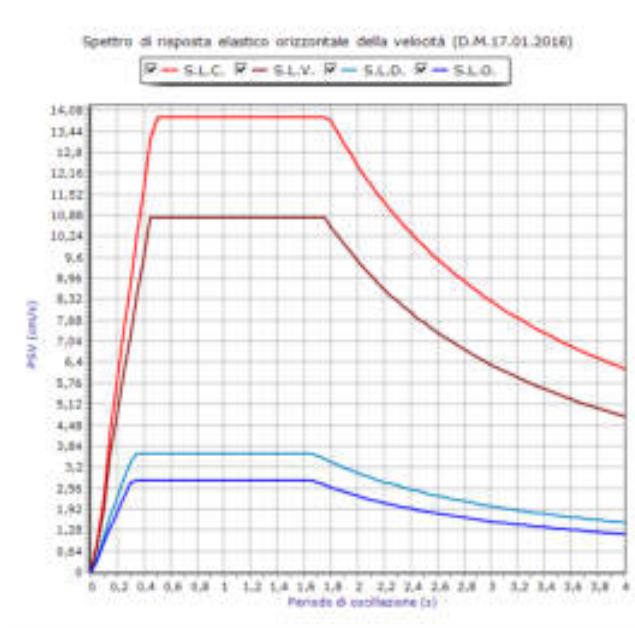
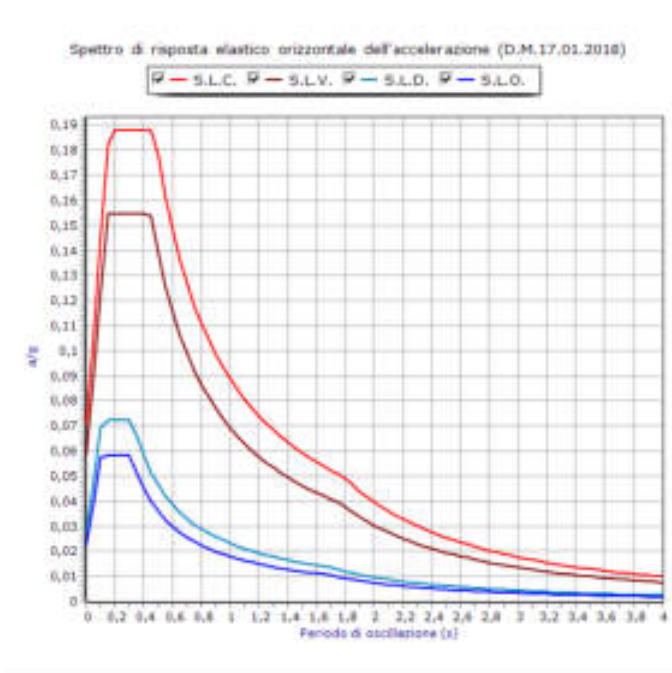
Stato	agh base(g)	F0	Tc*	agv base(g)	Fv	Tr(anni)	Pr(%)	agh max(g)
S.L.C.	0,0472	2,65	0,30	0,0472	0,78	975	0,05	0,0708
S.L.V.	0,0393	2,63	0,28	0,0393	0,7	475	0,1	0,0589
S.L.D.	0,0188	2,55	0,17	0,0188	0,47	50	0,63	0,0282
S.L.O.	0,0151	2,58	0,16	0,0151	0,43	30	0,81	0,0226

agh max(g)	khs	kvs	beta	khi	kvi
0,0472	0,014	0,007	0,20	0,078	0,012
0,0393	0,012	0,006	0,20	0,064	0,009
0,0188	0,006	0,003	0,20	0,072	0,004
0,0151	0,005	0,002	0,20	0,058	0,003

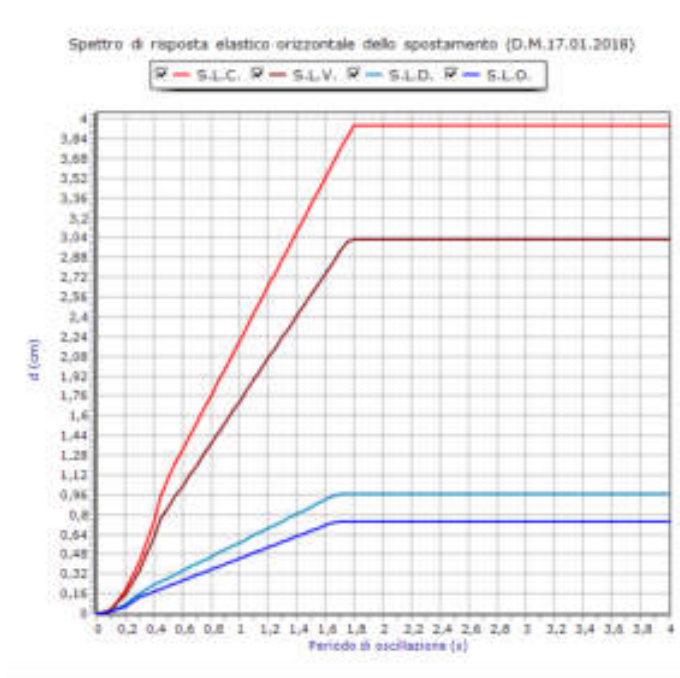
Descrizione	Valore
Sistema:	WGS84
Latitudine°	45,718451
Longitudine°	8,897825
Stato limite	S.L.V.
Vita nominale opera (anni)	50
Classe opera	II
Coef.di smorzamento %	5,0
Fattore di struttura orizz.le q	2,4
Fattore di struttura vert.le qv	1,5
Categoria sottosuolo	C
Categoria topografica	T1
Altezza totale dell'opera (m):	6,7
Tipo opera:	Opera in c.a.
Contesto geotecnico:	Fondazione
ID nodo 1	11147
ID nodo 2	10925
ID nodo 3	11146
ID nodo 4	10924

Legenda:	
agh base:	Accelerazione sismica orizzontale di base;
F0:	Max fattore di amplificazione spettrale orizzontale;
Tc*:	Periodo inizio tratto a velocità costante;
agv base:	Accelerazione sismica verticale di base;
Fv:	Max fattore di amplificazione spettrale verticale;
Tr:	Tempo di ritorno;
Pr:	Probabilità di superamento;
agh max:	Accelerazione sismica orizzontale in superficie;
agv max:	Accelerazione sismica verticale in superficie;
khs:	Coefficiente sismico orizzontale del terreno;
kvs:	Coefficiente sismico verticale del terreno;
beta:	Coefficiente di riduzione di agh max.
khi:	Coefficiente sismico orizzontale dell'opera;
kvi:	Coefficiente sismico verticale dell'opera;
T:	Periodo di risonanza dell'opera;

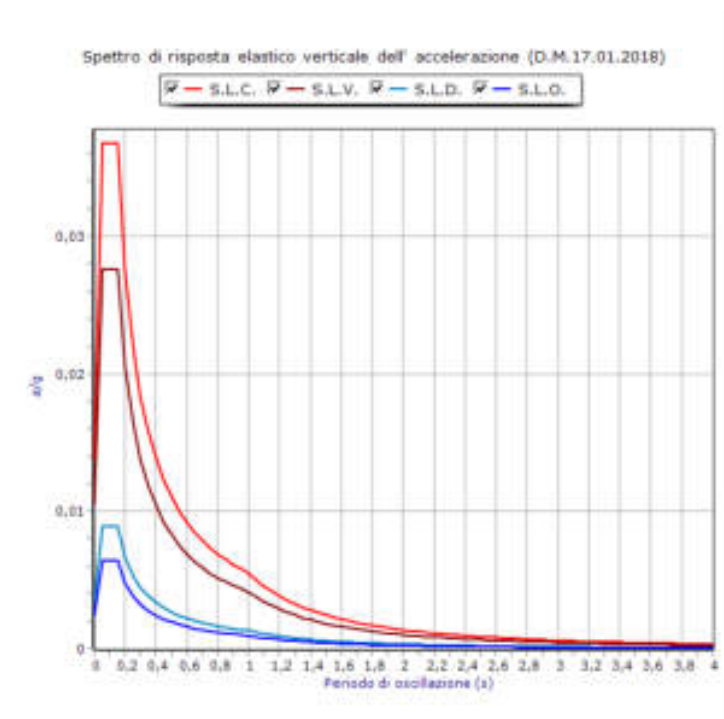
### SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI ORIZZONTALI

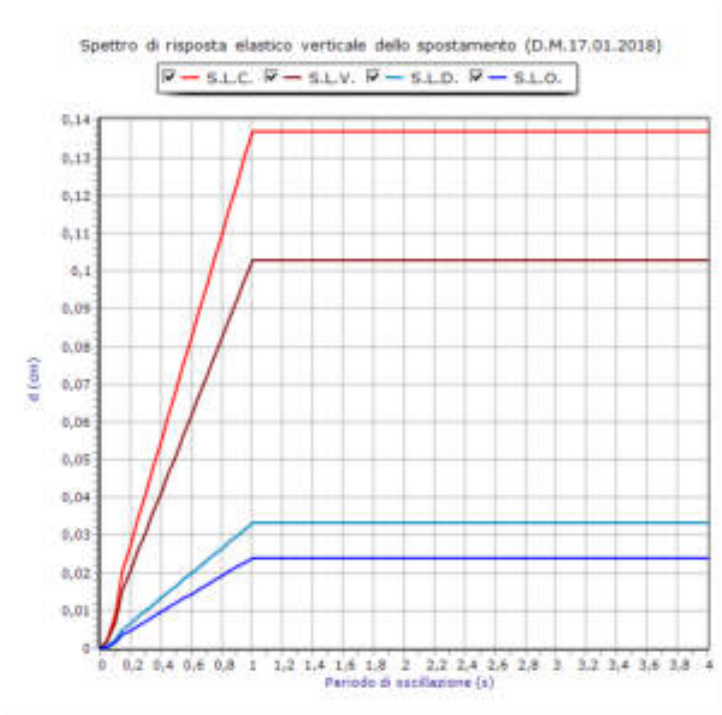
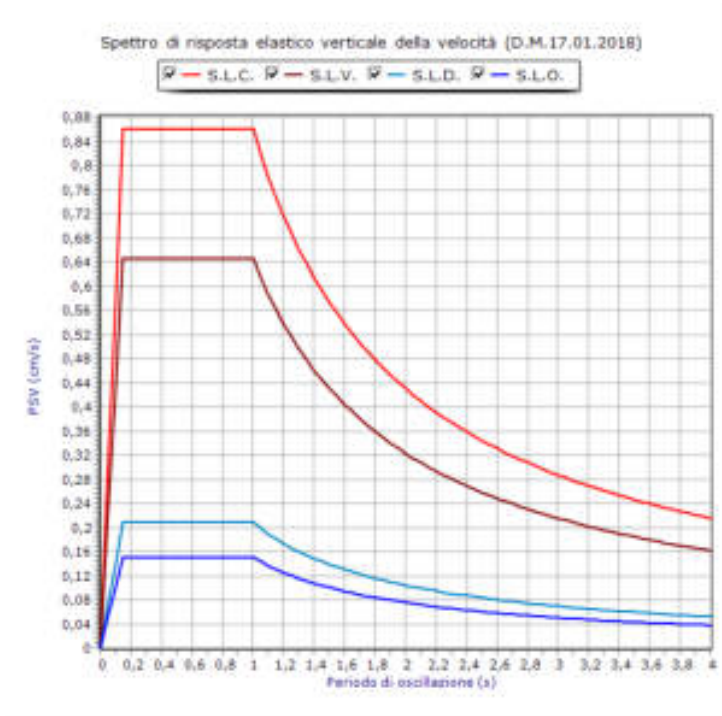




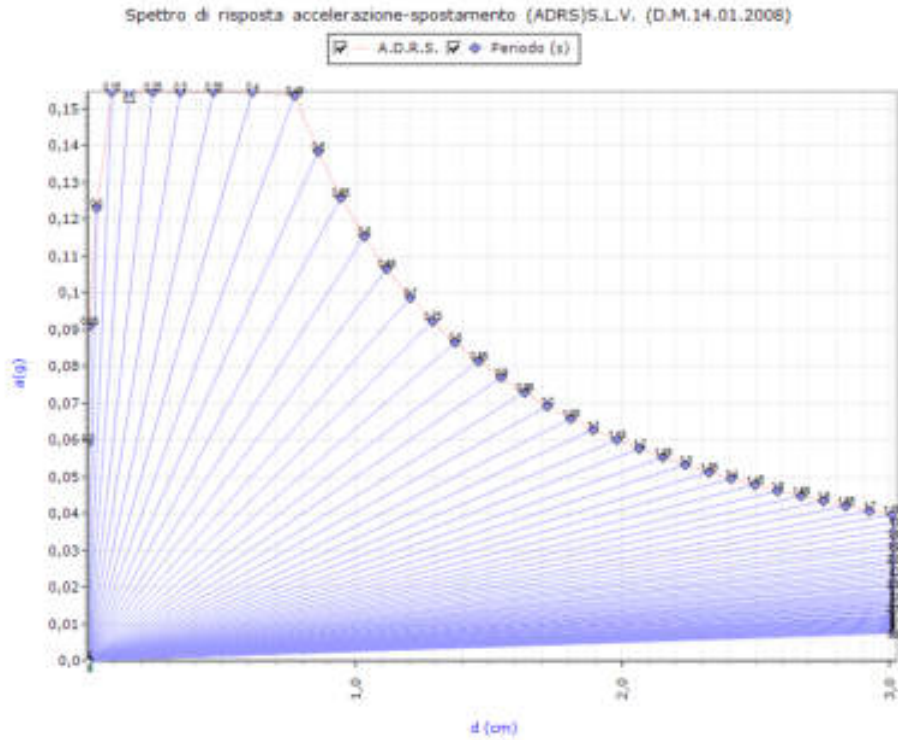


**SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI VERTICALI**

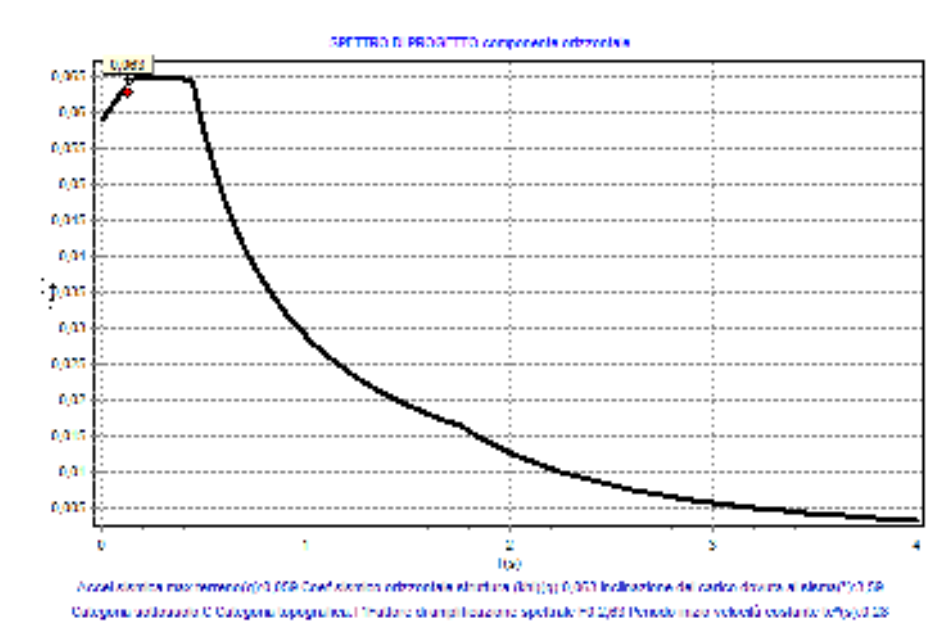




**SPETTRO DI RISPOSTA ACCELERAZIONE SPOSTAMENTO**



**SPETTRO DI RISPOSTA DELLA COMPONENTE ORIZZONTALE**



## **1.10 MODELLO GEOLOGICO - LITOSTRATIGRAFIA DEL SOTTOSUOLO**

Le prove penetrometriche non permettono di determinare in modo diretto la litostratigrafia del sottosuolo, bensì di rilevarne la resistenza e sulla base di strati ad uniforme valore della stessa definire orizzonti a medesimo comportamento meccanico con relative correlazioni ove possibile; l'attribuzione litologica può essere solo ipotizzata su base bibliografica, altre indagini svolte nelle vicinanze, stratigrafie di pozzi e sondaggi.

Localmente, sulla base di quanto precedentemente relazionato e di alcune stratigrafie di scavi e pozzi vicini: in particolare si è presa in esame la stratigrafia del pozzo di via Rossini 3, viene pertanto ipotizzata la seguente litostratigrafia del sottosuolo, sotto un livello di alterazione superficiale o rimaneggiato di spessore non definibile:

- possibile presenza di terreni di natura pseudocoerente :limi argillosi in spessore di 2-3 metri, da poco consistenti a sciolti;
- seguono ghiaie e sabbie limose poco addensate almeno sino a 9-10 metri di profondità poi da moderatamente a mediamente addensate;
- la prova penetrometrica n°1 devia e viene sospesa a 6,6 metri di profondità mentre la prova n°2 va a rifiuto repentinamente a 11 metri di profondità.

Il pozzo citato rileva a partire da 13 metri di profondità un conglomerato durissimo in spessore decimetrico, poi alternanze di ghiaie e sabbie sino a 57 metri ove rileva un orizzonte con argilla.

La prospezione geofisica rileva un graduale ma modesto aumento nelle velocità Vs con la profondità.

## **1.11 VERIFICA DI LIQUEFACIBILITA'**

La verifica alla liquefacibilità viene omessa, trovandosi nelle condizioni previste dalla vigente Normativa di possibile omissione, oltre che per profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, (per piano campagna sub-orizzontale e strutture on fondazioni superficiali), anche per accelerazioni massime attese al piano campagna *in assenza di manufatti* (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g; (*agmax* ).

### **1.12 INDICAZIONI CONCLUSIVE**

La Carta di Fattibilità assegna all'area oggetto di studio la classe di fattibilità 2.

Contrariamente a quanto indicato nella relazione della componente geologica comunale, sulla base della indagine geognostica esperita si segnala la presenza di terreni di scadenti caratteristiche geotecniche.

Per quanto riguarda gli aspetti strettamente geologici risulta la fattibilità dell'opera in progetto senza particolari opere di mitigazione di rischi.




A circular professional stamp for Marco Belloli, a geologist. The stamp contains the text "INGEGNERE DEI GELOGI", "BELLOLI MARCO", and "n° 855". A handwritten signature is written over the stamp.

# COROGRAFIA

**TAVOLA n°1**

Stralcio da:  
Foglio A5e2 della  
Carta Tecnica Regionale

 Area in esame: Tradate (VA) - Via 4 novembre

**SCALA 1 : 10.000**

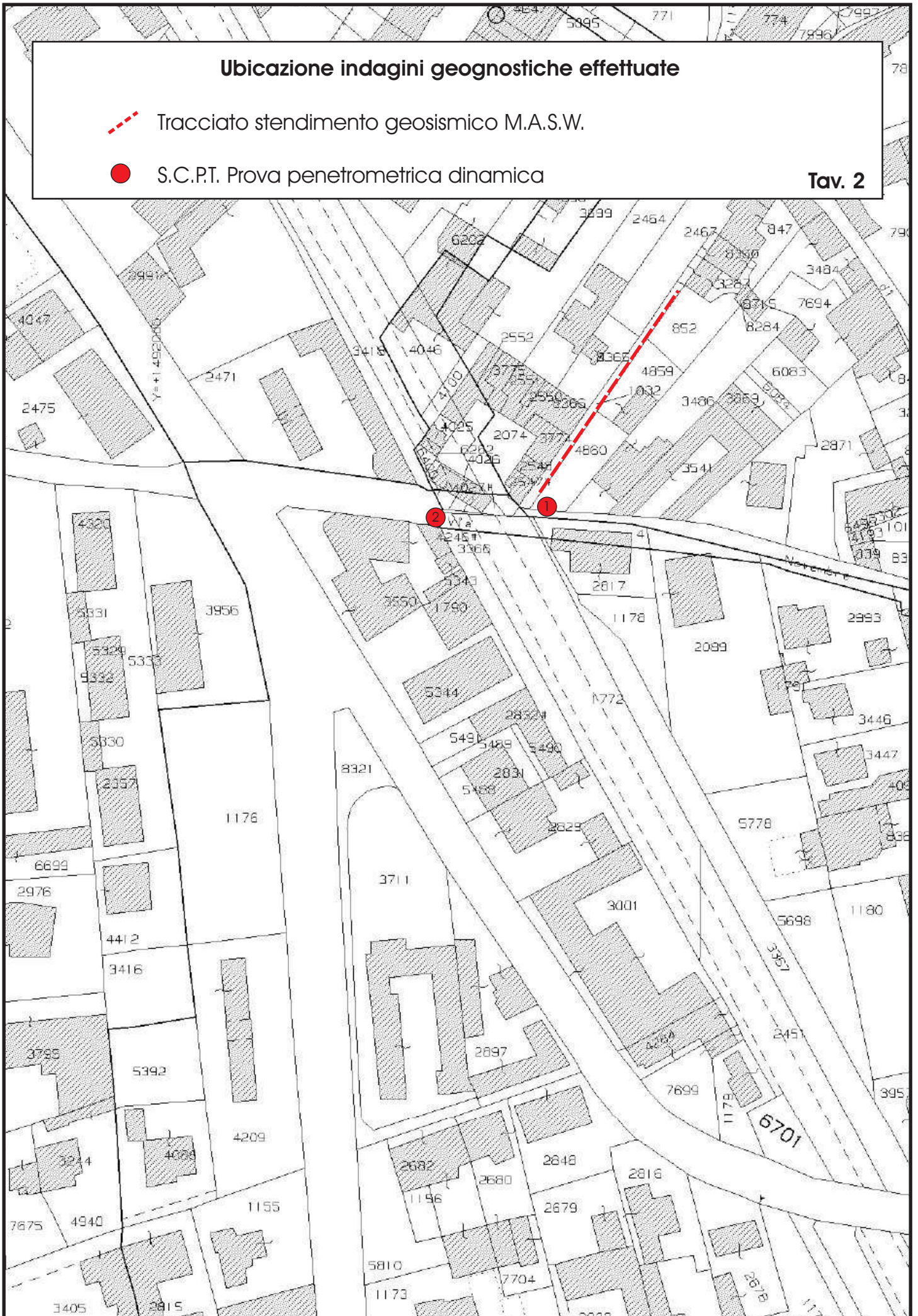


# Ubicazione indagini geognostiche effettuate

 Tracciato stendimento geosismico M.A.S.W.

 S.C.P.T. Prova penetrometrica dinamica




**Tav. 2**



## Allegato n° 1

Rapporti di prova diagrammi penetrometrici



	società con certificazione di qualità 	<b>PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TIPO DPSH</b>		
		<b>Prova n°:</b> 1	<b>Eseguita il:</b> 15/11/2018	
<b>Committente:</b> Studio Geoconsult di dr. Marco Belloi		<b>Località:</b> via IV novembre		
<b>Comune di:</b> Tradate (VA)		<b>Strumentazione impiegata:</b> Penetrometro Pagani TG 63-200		
<b>Caratteristiche strumentazione:</b>		peso mazza: 73.5 kg - volata 75 cm - diam. punta 51 mm		
<b>Operatore:</b> Innocente Ardesi		<b>rapporto di prova n° 2334 del 28/11/18</b>		

Società autorizzata con Decreto n° 158 del 19/04/2011 relativo ai laboratori per esecuzione di indagini geofisiche, prelievo di campioni e prove in sito ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/01  
 Circolare 09 settembre 2010 n° 7619/STC


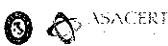

quota inizio prova: p.c.

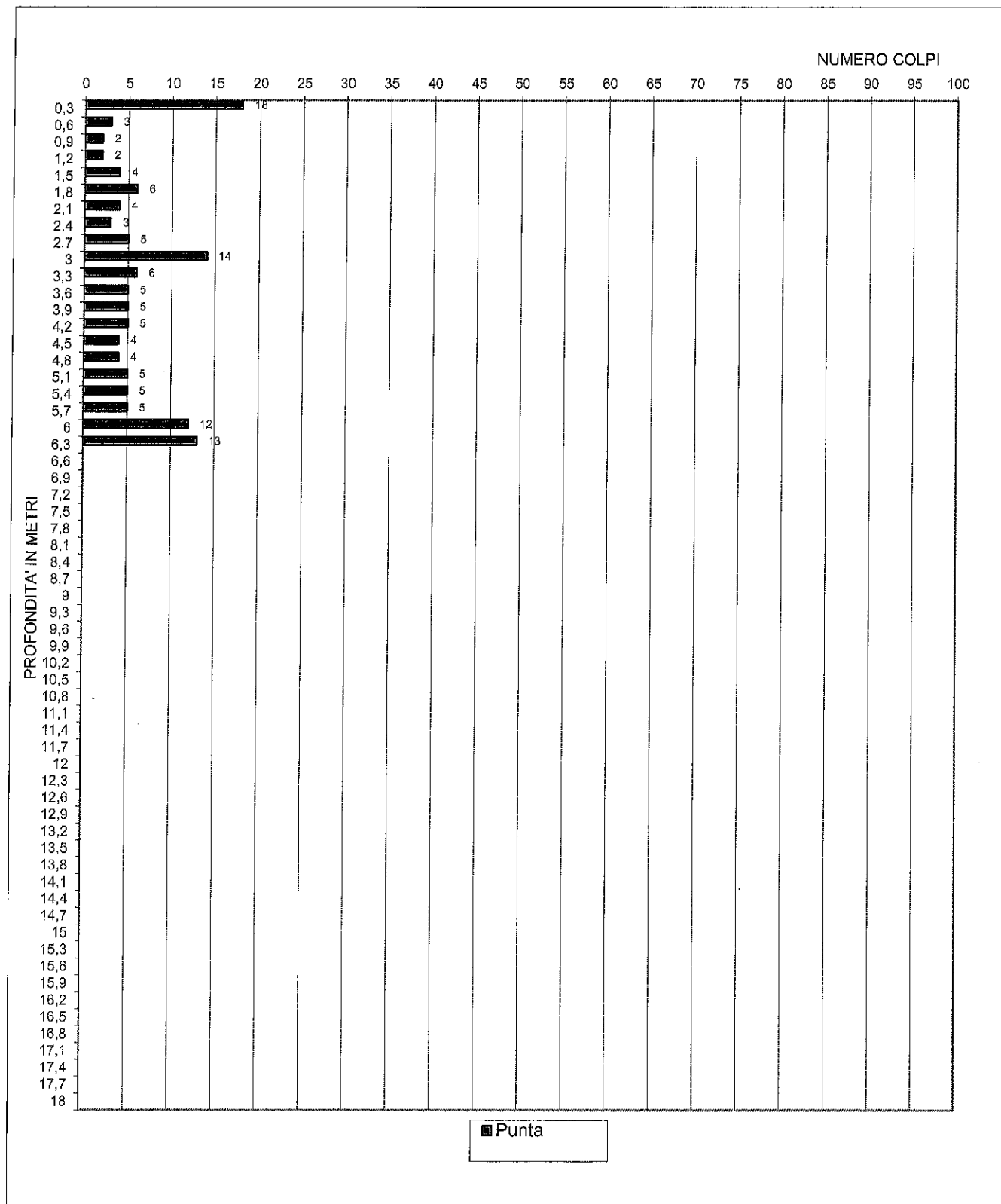
profondità falda m: rilevazione non effettuata

profondità m	n° colpi asta	n° colpi rivestimento
0,3	18	
0,6	3	
0,9	2	
1,2	2	
1,5	4	
1,8	6	
2,1	4	
2,4	3	
2,7	5	
3,0	14	
3,3	6	
3,6	5	
3,9	5	
4,2	5	
4,5	4	
4,8	4	
5,1	5	
5,4	5	
5,7	5	
6,0	12	
6,3	13	
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		

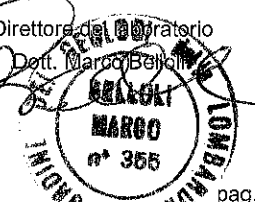
profondità m	n° colpi asta	n° colpi rivestimento
10,8		
11,1		
11,4		
11,7		
12,0		
12,3		
12,6		
12,9		
13,2		
13,5		
13,8		
14,1		
14,4		
14,7		
15,0		
15,3		
15,6		
15,9		
16,2		
16,5		
16,8		
17,1		
17,4		
17,7		
18,0		
18,3		
18,6		
18,9		
19,2		
19,5		
19,5		
20,1		
20,4		
20,7		
21,0		




Note e osservazioni: Sospesa - Devia, ultima asta piegata

	società con certificazione di qualità 	<b>PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TIPO DPSH</b>		
		<b>Prova n°:</b> 1	<b>Eseguita il:</b> 15/11/2018	
<b>Committente:</b> Studio Geoconsult di dr. Marco Belloli		<b>Località:</b> via IV novembre		
<b>Comune di:</b> Tradate (VA)		<b>Strumentazione impiegata:</b> Penetrometro Pagani TG 63-200		
<b>Caratteristiche strumentazione:</b> peso mazza: 73.5 kg - volata 75 cm - diam. punta 51 mm		<b>Operatore:</b> Innocente Ardesi		
<b>Società autorizzata con Decreto n° 158 del 19/04/2011 relativo ai laboratori per esecuzione di indagini geognostiche, prelievo di campioni e prove in sito ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/01</b> Circolare 08 settembre 2010 n° 7919/STC		<b>rapporto di prova n° 2334 del 28/11/18</b>		



Responsabile tecnico di sito  
 Dott. Nicolò Carzaniga  
*Nicolò Carzaniga*

Il Direttore del Laboratorio  
 Dott. Marco Belloli  
*Marco Belloli*  


 	<b>PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TIPO DPSH</b>		
	<b>Prova n°:</b> 2 <b>Committente:</b> Studio Geoconsult di dr. Marco Belloii <b>Comune di:</b> Tradate (VA)	<b>Eseguita il:</b> 15/11/2018 <b>Località:</b> Via IV novembre	
<b>Strumentazione impiegata:</b> Penetrometro Pagani TG 63-200 <b>Caratteristiche strumentazione:</b> peso mazza: 73.5 kg - volata 75 cm - diam. punta 51 mm			
<b>Operatore:</b> Innocente Ardesi		<b>rapporto di prova n° 2335 del 28/11/18</b>	

Società autorizzata con Decreto n° 158 del 19/04/2011 relativo ai laboratori per esecuzione di indagini geognostiche, prelievo di campioni e prove in sito ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/01  
 Circolare 08 settembre 2010 n° 7619/STC

quota inizio prova: p. c.

profondità falda m: rilevazione non effettuata

profondità m	n° colpi asta	n° colpi rivestimento
0,3	5	
0,6	2	
0,9	2	
1,2	1	
1,5	3	
1,8	7	
2,1	4	
2,4	4	
2,7	4	
3,0	3	
3,3	2	
3,6	3	
3,9	4	
4,2	8	
4,5	12	
4,8	12	
5,1	5	
5,4	4	
5,7	5	
6,0	4	
6,3	4	
6,6	5	
6,9	7	
7,2	8	
7,5	9	
7,8	9	
8,1	10	
8,4	8	
8,7	6	
9,0	4	
9,3	3	
9,6	6	
9,9	6	
10,2	9	
10,5	24	

profondità m	n° colpi asta	n° colpi rivestimento
10,8	30	
11,1	100	
11,4		
11,7		
12,0		
12,3		
12,6		
12,9		
13,2		
13,5		
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		
19,5		
20,1		
20,4		
20,7		
21,0		

Note e osservazioni:



società con certificazione di qualità



### PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TIPO DPSH



Associazione Nazionale  
Imprese Specializzate  
in Indagini Geotecniche

Prova n°: **2** Eseguita il: **15/11/2018**

Committente: **Studio Geoconsult di dr. Marco Belloli**

Comune di: **Tradate (VA)** Località: **Via IV novembre**

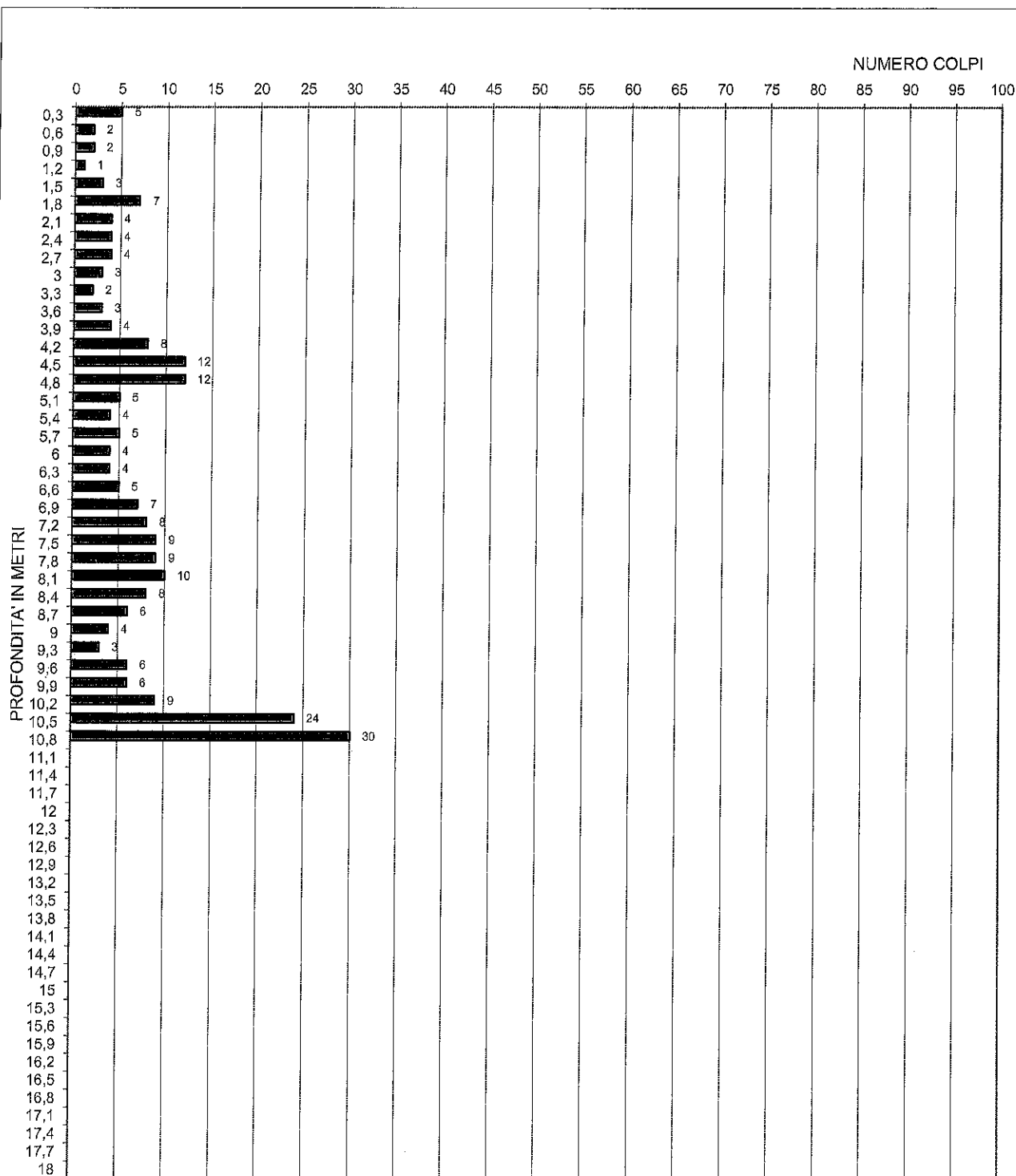
Strumentazione impiegata: **Penetrometro Pagani TG 63-200**

Caratteristiche strumentazione: **peso mazza: 73.5 kg - volata 75 cm - diam. punta 51 mm**

Operatore: **Innocente Ardesi**

**rapporto di prova n° 2335 del 28/11/18**

Società autorizzata con Decreto n° 168 del 10/04/2011 relativo al  
laboratori per esecuzione di indagini geotecniche, prelievo di campioni  
e prove in sito ai sensi dell'art. 69 del D.P.R. n. 380/01  
Circolare 08 settembre 2010 n° 7819/STC



■ Punta

Responsabile tecnico di sito

Dot. Nicolo Carzaniga

Il Direttore del laboratorio

Dot. Marco Belloli

## Allegato n° 2

Documentazione fotografica



Fig. 1 – Postazione SCPT n° 1



Fig. 2 – Postazione SCPT n° 2



Fig. 3 – Tracciato indagine sismica M.A.S.W.