

REGIONE PIEMONTE
CITTA' METROPOLITANA DI TORINO

COMUNE VAL DI CHY

**Intervento TO_CIPE_98-17_75 – Sistemazione idrogeologica e messa in sicurezza Rio
Valassa nell'attraversamento della Strada dei Monti – CUP D22J15000000005**

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

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

Legge regionale N. 45 del 09/08/1989 D.D. n. 368 del 07.02.2018 (Allegato A)

Committente: COMUNE VAL DI CHY



Luglio 2021

1	PREMESSA	3
2	LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA.....	3
3	RELAZIONE GEOLOGICA.....	4
3.1	ASPETTI GEOMORFOLOGICI E GEOLOGICI	4
3.2	IDROLOGIA E IDROGEOLOGIA	6
3.3	DEFINIZIONE MODELLO GEOLOGICO.....	7
3.4	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	7
4	RELAZIONE GEOTECNICA.....	9
4.1	CARATTERISTICHE E RISULTATI DELL'INDAGINE PENETROMETRICA	9
4.2	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI	9
4.3	CALCOLO PRELIMINARE DEL CARICO ULTIMO DEL TERRENO DI FONDAZIONE	11
4.3.1	<i>Metodo di Terzaghi.....</i>	<i>11</i>
4.3.2	<i>Metodo di Meyerhof.....</i>	<i>12</i>
4.3.3	<i>Risultati delle simulazioni</i>	<i>13</i>
4.4	CALCOLO PRELIMINARE DEI CEDIMENTI DI FONDAZIONI DI TIPO SUPERFICIALE	14
5	MODELLO GEOFISICO.....	15
5.1	PROSPEZIONE SISMICA DI TIPO "MASW" (MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES) E CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE.....	15
5.2	PARAMETRI SISMICI E CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE.....	19
6	CONCLUSIONI	22

 <p>STUDIO ASSOCIATO GEOLOGICA Sede operativa : Via Chiuminato n°5, 10080 Cintano (TO) Tel/Fax 0125.615815 - Cell. +393486008399 e-mail : info@studiogeologica.it</p>	<p>Codice: P035S4</p>	<p>Attività: COS</p>	<p>Versione: V00</p>
	<p>Titolo Elaborato: Relazione geologica e geotecnica</p>		<p>Data: Luglio 2021</p>
	<p>Committente: Comune di Val di Chy</p>		
<p>Esecuzione lavoro: Dr. Geol. Corrado Duregon Ordine degli Geologi della Regione Piemonte n° 439 Sez. A</p>	<p>Nome file: P035S4_COS_Ponte_Valassa</p>		<p>Pag. 2 di 27</p>

1 PREMESSA

Su incarico del Comune Val di Chy, è stata condotta un'indagine geologica lungo un tratto di Strada dei Monti in corrispondenza dell'intersezione con il Rio Valassa. L'intervento in progetto si propone di adeguare l'attraversamento esistente, attualmente costituito da un tubo in cls di diametro 100 cm.

Lo studio si pone l'obiettivo di rilevare le caratteristiche litostratigrafiche, idrologiche e geotecniche dei terreni costituenti il suolo e sottosuolo al fine di fornire i dati necessari alla progettazione delle opere di sistemazione.

L'indagine è stata svolta mediante una campagna di rilevamento geologico di un intorno significativo del settore in esame nel corso del quale sono state effettuate due prove penetrometriche dinamiche e sono state analizzate le attuali condizioni di stabilità dell'area, ricostruendo le caratteristiche geomorfologiche e l'assetto litostratigrafico.

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 e "norme tecniche per le costruzioni" D.M. 17/01/2018.

In merito alla presenza del vincolo idrogeologico (R.D.L. 30/12/1923 n.3267), questa relazione viene redatta in base alle norme previste dall'art.1 comma 3 ed art.3 comma 1 della **L.R. 45/89** "Nuove norme per gli interventi da eseguire in terreni sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici" e s.m.i. Da segnalare tuttavia come l'opera rientri tra i casi di esclusione dell'autorizzazione ai sensi dell'art. 11 comma 1b) della L.R. 45/89 come modificato dall'art. 37 della L.R. 4/2009.

2 LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA

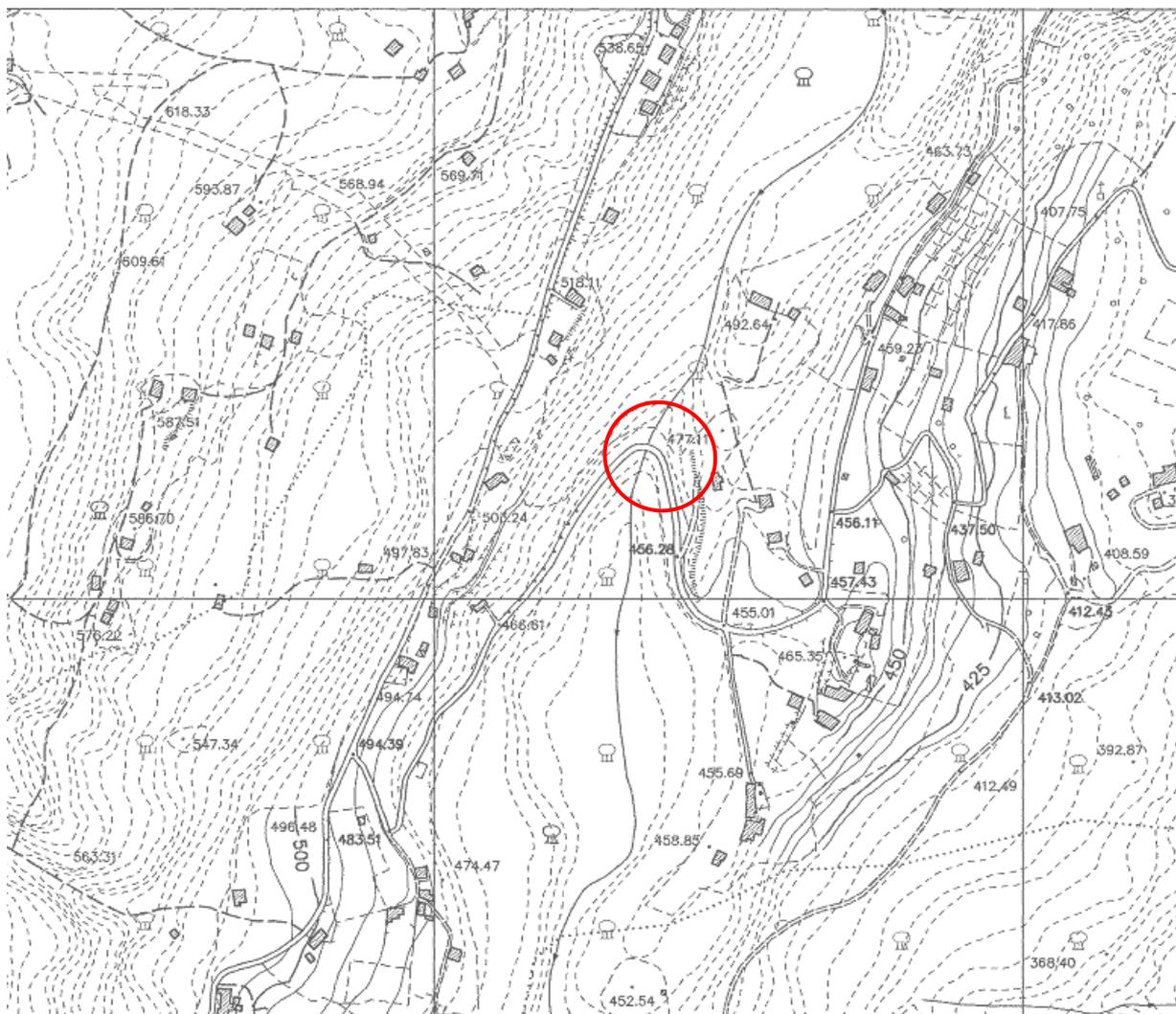
L'intervento riguarda un tratto di Strada dei Monti ad una quota di circa 453 m (*vedi Corografia*).

Il settore in esame ha il seguente riscontro cartografico:

- Tavoletta I.G.M. a scala 1:25.000 - 42 II NO "Vistrorio";
- Carta Tecnica Regionale a scala 1:10.000 - elemento n. 114100;

 STUDIO ASSOCIATO GEOLOGICA Geol. Chiuminatto & Duregon Sede operativa : Via Chiuminatto n°5, 10080 Cintano (TO) Tel/Fax 0125.615815 - Cell. +393486008399 e-mail : info@studiogeologica.it	Codice: P035S4	Attività: COS	Versione: V00
	Titolo Elaborato: Relazione geologica e geotecnica		Data: Luglio 2021
	Committente: Comune di Val di Chy		
Esecuzione lavoro: Dr. Geol. Corrado Duregon Ordine degli Geologi della Regione Piemonte n° 439 Sez. A	Nome file: P035S4_COS_Ponte_Valassa		Pag. 3 di 27

- Carta Tecnica della Provincia di Torino a scala 1:5000 - elemento n. 114102;



Estratto CTP cittametropolitana.torino.it/cartoview/



Area in esame

3 RELAZIONE GEOLOGICA

3.1 Aspetti geomorfologici e geologici

L'area è ubicata lungo una vallecola che separa la morena principale, che costituisce lo spartiacque con la Valchiusella a Ovest, con una linea di cresta debolmente accennata ad est in direzione della piana interna all'Anfiteatro Morenico di Ivrea.

 STUDIO ASSOCIATO GEOLOGICA Geol. Chiuminatto & Duregon Sede operativa : Via Chiuminatto n°5, 10080 Cintano (TO) Tel/Fax 0125.615815 - Cell. +393486008399 e-mail : info@studiogeologica.it	Codice: P035S4	Attività: COS	Versione: V00
	Titolo Elaborato: Relazione geologica e geotecnica		Data: Luglio 2021
	Committente: Comune di Val di Chy		Nome file: P035S4_COS_Ponte_Valassa
Esecuzione lavoro: Dr. Geol. Corrado Duregon Ordine degli Geologi della Regione Piemonte n° 439 Sez. A		Pag. 4 di 27	

Da un punto di vista geologico l'area si colloca lungo il versante interno dell'Anfiteatro Morenico di Ivrea nel suo settore laterale destro, quindi in ambiente collinare caratterizzato da pendii esposti prevalentemente ad Est.

L'Anfiteatro Morenico è un insieme di strutture formatesi nel corso del Pleistocene ad opera del ghiacciaio balteo per l'accumulo di materiali detritici da esso trasportati in corrispondenza della zona frontale e laterale Tale morfostruttura è stata generata da tre successive fasi glaciali, che hanno progressivamente arretrato il fronte di avanzata. Il risultato è la presenza di tre gruppi di cerchie moreniche sub-parallele, intervallate da valli interglaciali.

Nel territorio dell'ex-Lugnacco e nel limitrofo comune di Lorzanzè si riconoscono almeno due fasi glaciali ben distinte (la seconda e la terza):

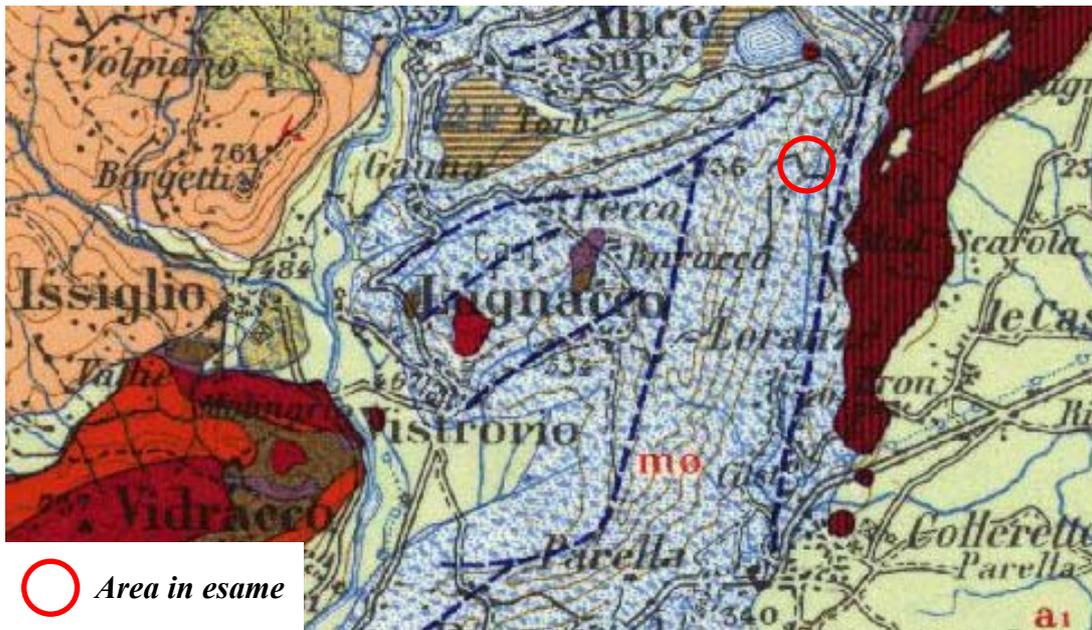
- la fase più antica (prob. del Pleistocene medio), appartenente al "Gruppo della Serra" ha generato il cordone morenico più esterno con sommità posta alla quota media di 650 m. s.l.m. (territorio di Val di Chy), che costituisce lo spartiacque con la Valchiusella;
- la fase più recente (Pleistocene superiore), appartenente al "Gruppo Bollengo Albiano" ha generato un cordone morenico più interno, con una linea di cresta posta tra le quote di 300 e 450 m s.l.m. (territorio di Lorzanzè).

L'area in esame si colloca lungo la vallecchia intermorenica percorsa dal Rio Valassa, emissario del lago di Alice, che nel tratto in esame percorre l'antico scaricatore glaciale, con andamento sub-parallelo alle linee di cresta.

I depositi glaciali sono formati da materiali a varia granulometria: ghiaie e sabbie con ciottoli e trovanti immersi in matrice limosa.

In superficie è generalmente presente una coltre di alterazione di spessore vario, da 0.5 a 1.5 m., costituita da materiali eluvio-colluviali a composizione prevalentemente limo-argillosa.

 <p>STUDIO ASSOCIATO GEOLOGICA Geol. Chiuminatto & Duregon</p> <p>Sede operativa : Via Chiuminatto n°5, 10080 Cintano (TO) Tel/Fax 0125.615815 - Cell. +393486008399 e-mail : info@studiogeologica.it</p>	<p>Codice: P035S4</p>	<p>Attività: COS</p>	<p>Versione: V00</p>
	<p>Titolo Elaborato: Relazione geologica e geotecnica</p>		<p>Data: Luglio 2021</p>
	<p>Committente: Comune di Val di Chy</p>		
<p>Esecuzione lavoro: Dr. Geol. Corrado Duregon Ordine degli Geologi della Regione Piemonte n° 439 Sez. A</p>	<p>Nome file: P035S4_COS_Ponte_Valassa</p>		<p>Pag. 5 di 27</p>



*Estratto (fuori scala) Foglio 42 “Ivrea” della Carta Geologica d’Italia
(scala 1:100.000, a cura di I.S.P.R.A.)*

I depositi glaciali poggiano direttamente sul substrato costituito dalle rocce appartenenti al dominio geologico noto in letteratura come “Zona del Canavese” (vedi Fig.1, rocce di colore rosso e viola in carta). Si tratta di un insieme di litotipi trascorsi lungo il lineamento insubrico sino ad interporsi, durante la fase mesoalpina, tra le rocce della Zona Ivrea-Verbano (dominio Sudalpino) a sud e la Zona Sesia-Lanzo (dominio Austroalpino) a nord. Tra le rocce della Zona del Canavese è possibile distinguere litotipi corrispondenti in origine ad un basamento da litotipi di copertura di origine sedimentaria ed età mesozoica. Alle prime appartengono le rocce intrusive quali i graniti rosa e bianchi e rocce effusive (rioliti, vulcanoclastiti); tra le seconde, oltre ai calcari dolomitici, sono presenti scisti pelitici, arenarie, breccie, radiolariti.

3.2 Idrologia e idrogeologia

Il reticolo idrografico principale è rappresentato dal Rio Valassa, emissario del lago di Alice che attualmente attraversa a mezzo di tubo in cls del diametro di 100 cm la Strada dei Monti.

 STUDIO ASSOCIATO GEOLOGICA Geol. Chiuminatto & Duregon Sede operativa : Via Chiuminatto n°5, 10080 Cintano (TO) Tel/Fax 0125.615815 - Cell. +393486008399 e-mail : info@studiogeologica.it	Codice: P035S4	Attività: COS	Versione: V00
	Titolo Elaborato: Relazione geologica e geotecnica		Data: Luglio 2021
	Committente: Comune di Val di Chy		Nome file: P035S4_COS_Ponte_Valassa
Esecuzione lavoro: Dr. Geol. Corrado Duregon Ordine degli Geologi della Regione Piemonte n° 439 Sez. A		Pag. 6 di 27	

Il rio ha andamento circa NS ed una volta raggiunto l'abitato di Loranze', alla confluenza con il Rio Rovine, devia rapidamente a 90° proseguendo in direzione est, verso la piana interna all'Anfiteatro, immettendosi, una volta raggiunta la piana, nella Roggia del Molino. Dal punto di vista idrogeologico, durante l'esecuzione delle prove penetrometriche dinamiche, non è stata incontrata la falda freatica.

3.3 Definizione modello geologico

L'assetto litostratigrafico della zona è stato dedotto mediante il rilievo geologico di un intorno significativo dell'area in esame e mediante realizzazione di n. 2 prove penetrometriche dinamiche a partire dal piano campagna.

Sulla base dei dati raccolti il settore appare costituito, procedendo dalla superficie in profondità, da:

<i>da (m)</i>	<i>a (m)</i>	<i>Litotipo</i>
0.00	2.40	Coltre superficiale/riporti per al realizzazione della carreggiata stradale
2.40	3.20	Ghiaie sabbie
3.20	3.40	Blocco/Trovante

3.4 Descrizione dell'intervento

L'intervento in progetto prevede l'adeguamento dell'intersezione tra il Rio Valassa e la Strada dei Monti, che nella situazione esistente appare del tutto inadeguato essendo costituito da un tubo in cls del diametro di 1 m.

In particolare si prevede una risagomatura del tratto di canale a monte dell'attraversamento ampliando la sezione di deflusso e regolarizzando il fondo con due salti di fondo, in maniera da favorire la riduzione di trasporto solido a monte dell'attraversamento, che verrà realizzato con un manufatto in cls. Lateralmente alla sede stradale sono previste delle barriere di protezione.

 STUDIO ASSOCIATO GEOLOGICA Geol. Chiuminatto & Duregon Sede operativa : Via Chiuminatto n°5, 10080 Cintano (TO) Tel/Fax 0125.615815 - Cell. +393486008399 e-mail : info@studiogeologica.it	Codice: P035S4	Attività: COS	Versione: V00
	Titolo Elaborato: Relazione geologica e geotecnica		Data: Luglio 2021
	Committente: Comune di Val di Chy		
Esecuzione lavoro: Dr. Geol. Corrado Duregon Ordine degli Geologi della Regione Piemonte n° 439 Sez. A	Nome file: P035S4_COS_Ponte_Valassa		Pag. 7 di 27

4 RELAZIONE GEOTECNICA

4.1 Caratteristiche e risultati dell'indagine penetrometrica

Al fine di accertare le caratteristiche litostratigrafiche e geomeccaniche del sottosuolo, sono state eseguite n.2 prove penetrometriche dinamiche con penetrometro superpesante di tipo TG63-100 EML.C (vedi *Prove penetrometriche - Scheda tecnica*) a partire dal piano campagna (vedi *Planimetria con ubicazione prove penetrometriche*).

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 (di area *A*)

e = infissione per colpo = δ/N

M = peso massa battente (altezza di caduta *H*)

P = peso totale aste e sistema di battuta

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

4.2 Caratterizzazione geotecnica dei terreni

Ai fini del corretto dimensionamento delle fondazioni dell'opera in progetto, è stata effettuata una caratterizzazione geotecnica dei terreni costituenti il sottosuolo dell'area in esame. Per ogni prova sono stati individuati dei livelli con comportamento geomeccanico omogeneo.

Di ciascun livello, sulla base della tipologia di materiale (*granulare, coesivo o granulare-coesivo*), sono stati dedotti i parametri geotecnici (*angolo di attrito, densità, coesione, ecc.*) utilizzando formule note di letteratura che li correlano ai valori di *Nspt* (*numero colpi prova SPT*). Detti valori, inseriti in opportune formule (*es. Terzaghi, Meyerhof, Brinch Hansen...*) per il calcolo delle capacità portanti, permettono la determinazione dei carichi ammissibili ed il dimensionamento delle fondazioni.

 STUDIO ASSOCIATO GEOLOGICA Geol. Chiuminatto & Duregon Sede operativa : Via Chiuminatto n°5, 10080 Cintano (TO) Tel/Fax 0125.615815 - Cell. +393486008399 e-mail : info@studiogeologica.it	Codice: P035S4	Attività: COS	Versione: V00
	Titolo Elaborato: Relazione geologica e geotecnica		Data: Luglio 2021
	Committente: Comune di Val di Chy		
Esecuzione lavoro: Dr. Geol. Corrado Duregon Ordine degli Geologi della Regione Piemonte n° 439 Sez. A	Nome file: P035S4_COS_Ponte_Valassa		Pag. 9 di 27

I risultati dell'interpretazione delle prove sono riportati in allegato. In dettaglio sono forniti i seguenti parametri geotecnici:

Terreni Granulari

Dr = densità relativa [%] (Terzaghi e Peck 1948, 1967)

ϕ' = angolo di attrito efficace [°] (Peck, Hanson e Thorburn, 1953, 1974)

E' = modulo di deformazione drenato [kg/cm^2] (D'Apollonia et al., 1970)

Y_{sat}/Y_d = peso di volume saturo e secco (Y_{sat} e Y_d) [t/m^3] (Terzaghi e Peck 1948, 1967)

Terreni Coesivi

C_u = coesione non drenata [kg/cm^2] (Terzaghi e Peck 1948, 1967)

Y_{sat} = peso di volume saturo (Y_{sat}) [t/m^3] (Terzaghi e Peck 1948, 1967)

W = umidità (%) (Terzaghi e Peck 1948, 1967)

e = indice dei vuoti (e) (Terzaghi e Peck 1948, 1967)

Sulla base dei dati a disposizione vengono riportate le tabelle riassuntive dei parametri geotecnici rilevati.

Prova DIN1

Prof. (m)	Litologia	Nspt	Natura granulare					Natura Coesiva			
			DR	ϕ'	E'	Y_{sat}	Y_d	C_u	Y_{sat}	W	e
0.00-0.80	Coltre superficiale	3	11.3	21.7	214	1.86	1.38	0.19	1.78	44	1.194
0.80- 1.80	Ghiaie e sabbie	19	48.5	31.9	338	1.98	1.58	---	---	---	---
1.80-2.00	Trovante/Blocco	67	91.4	46.7	708	2.19	1.91	---	---	--	----

Prova DIN2

Prof. (m)	Litologia	Nspt	Natura granulare					Natura Coesiva			
			DR	ϕ'	E'	Y_{sat}	Y_d	C_u	Y_{sat}	W	e
0.00-2.40	Coltre superficiale/Riporti	3	11.3	21.7	214	1.86	1.38	0.19	1.78	44	1.194
2.40-3.20	Ghiaie e sabbie in matrice fine	19	48.5	31.9	338	1.98	1.58	---	---	---	---
3.20-3.40	Trovante/Blocco	67	91.4	46.7	708	2.19	1.91	---	---	--	----

Dal confronto dei dati relativi alla Rpd, emerge, al di sotto del piano stradale, la presenza di un livello di limi sabbiosi potente da 0.80 m, prova Din1 sul lato di monte, a 2,40 m sul lato di valle (Din2), in parte legata ai riporti necessari per la realizzazione della carreggiata

 STUDIO ASSOCIATO GEOLOGICA Geol. Chiuminatto & Duregon Sede operativa : Via Chiuminatto n°5, 10080 Cintano (TO) Tel/Fax 0125.615815 - Cell. +393486008399 e-mail : info@studiogeologica.it	Codice: P035S4	Attività: COS	Versione: V00
	Titolo Elaborato: Relazione geologica e geotecnica		Data: Luglio 2021
	Committente: Comune di Val di Chy		
Esecuzione lavoro: Dr. Geol. Corrado Duregon Ordine degli Geologi della Regione Piemonte n° 439 Sez. A	Nome file: P035S4_COS_Ponte_Valassa		Pag. 10 di 27

stradale. Oltre tale quota si osserva il passaggio ad un deposito caratterizzato da maggiore resistenza alla punta con frequenti ciottoli e blocchi (depositi glaciali). Anche morfologicamente, in coerenza con quanto emerso dalle prove, osservando il pendio a valle si nota il cambio di pendenza legato al passaggio tra la coltre superficiale/riporto ed i depositi glaciali.

Ne consegue che le opere in progetto, anche in relazione alle quote previste a progetto, verranno tutte immorsate all'interno dei depositi glaciali.

Al fine di fornire, come previsto dalle N.T.C. una stima cautelativa dei parametri geotecnici, è stata pertanto effettuata un'elaborazione statistica dei dati prendendo a riferimento il valore del 5 percentile della media della popolazione. 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 D.M. 17/01/2018 nei casi M1 e M2.

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)
Sabbie e ghiaie in matrice fine (Dep. Glaciali)	29.6	0	17.4	24.4	0	17.4

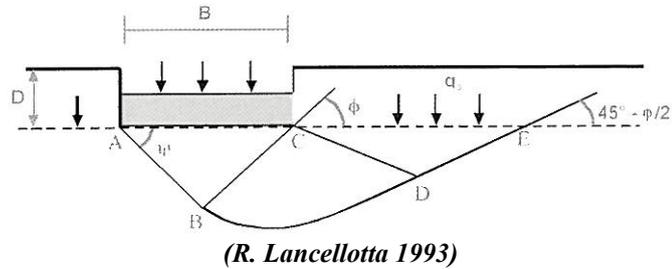
4.3 Calcolo preliminare del carico ultimo del terreno di fondazione

Al fine di valutare in prima approssimazione il carico ammissibile di una fondazione superficiale, sono state utilizzate le equazioni proposte da Terzaghi (1943) e Meyerhoff (1953).

4.3.1 Metodo di Terzaghi

Il metodo di Terzaghi viene utilizzato nel caso di analisi per calcolo delle capacità portanti di una fondazione superficiale nell'ipotesi di base ruvida della fondazione ed attrito che impedisce l'espansione laterale del terreno.

 STUDIO ASSOCIATO GEOLOGICA Geol. Chiuminatto & Duregon Sede operativa : Via Chiuminatto n°5, 10080 Cintano (TO) Tel/Fax 0125.615815 - Cell. +393486008399 e-mail : info@studiogeologica.it	Codice: P035S4	Attività: COS	Versione: V00
	Titolo Elaborato: Relazione geologica e geotecnica		Data: Luglio 2021
	Committente: Comune di Val di Chy		
Esecuzione lavoro: Dr. Geol. Corrado Duregon Ordine degli Geologi della Regione Piemonte n° 439 Sez. A	Nome file: P035S4_COS_Ponte_Valassa		Pag. 11 di 27

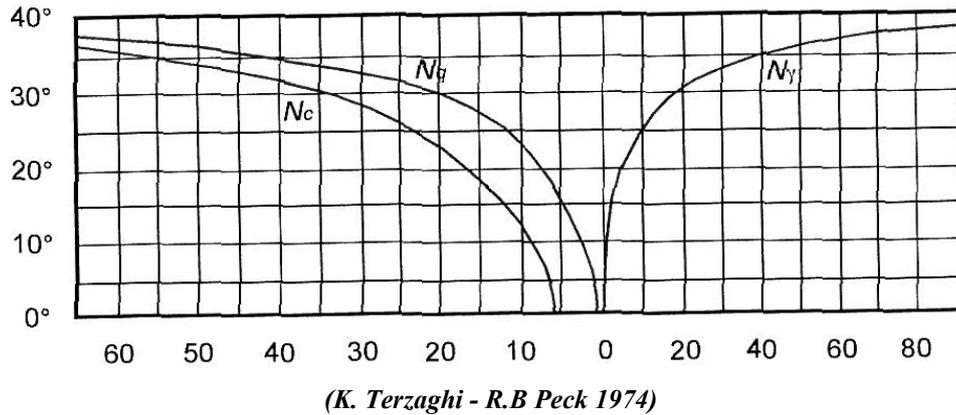


Il metodo considera la resistenza del peso del terreno del sovraccarico e della coesione mediante l'equazione:

$$q = c N_c + q_0 N_q + 0.5 \gamma B N_\gamma$$

in cui:

- B* è la larghezza della fondazione
- ϕ angolo di attrito
- c* coesione
- γ peso di volume
- q_0 sovraccarico = $\gamma * D$
- D* piano di posa della fondazione
- $N_c N_q N_\gamma$ fattori di capacità portante che dipendono dall'angolo di attrito (Vedi tabella sottostante)

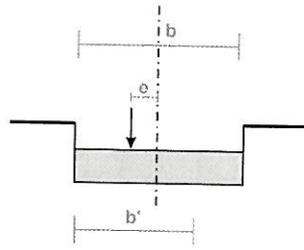


4.3.2 Metodo di Meyerhof

Il metodo di Meyerhof modifica l'originaria equazione di Terzaghi introducendo dei termini che tengono conto dell'eccentricità e dell'inclinazione del carico.

Tale metodo, per carichi non centrati, attribuisce una larghezza fittizia (*b'*) della fondazione centrata sul carico.

<p>STUDIO ASSOCIATO GEOLOGICA Geol. Chiuminatto & Duregon</p> <p>Sede operativa : Via Chiuminatto n°5, 10080 Cintano (TO) Tel/Fax 0125.615815 - Cell. +393486008399 e-mail : info@studiogeologica.it</p>	Codice: P035S4	Attività: COS	Versione: V00
	Titolo Elaborato: Relazione geologica e geotecnica		Data: Luglio 2021
	Committente: Comune di Val di Chy		
Esecuzione lavoro: Dr. Geol. Corrado Duregon Ordine degli Geologi della Regione Piemonte n° 439 Sez. A	Nome file: P035S4_COS_Ponte_Valassa		Pag. 12 di 27



(G.G. Meyerhof, 1953)

$$b' = b - 2e$$

L'equazione di Meyerhof diventa:

$$q = \psi_1(c N_c + q_0 N_q) + \psi_2 0.5 \gamma b' N_\gamma$$

$$\psi_1 (1 - 2\delta/\pi)^2$$

$$\psi_2 (1 - \delta/\pi)^2$$

ϕ angolo di attrito

δ angolo di inclinazione del carico rispetto alla verticale

c coesione

γ peso di volume

q_0 sovraccarico = $\gamma * D$

$N_c N_q N_\gamma$, fattori di capacità portante che dipendono dall'angolo di attrito

4.3.3 Risultati delle simulazioni

Nel caso in esame è stata condotta una simulazione di calcolo del carico ultimo in grado di portare a rottura il terreno di fondazione, sulla base dei risultati derivanti dalla prova penetrometrica, ipotizzando la realizzazione di una fondazione superficiale nastriforme di larghezza pari a 1.0 m impostata sui depositi glaciali a -3.0 m considerando una profondità di incastro utile sul lato di valle pari a 1,6 m.

Le simulazioni al carico ultimo sono state condotte applicando i parametri geotecnici del terreno divisi per il coefficiente di riduzione γ_m riportato alla tabella 6.2.II – par 6.2.3.1.2 D.M. 14/01/2008 nei casi M1 e M2, senza applicare i coefficienti parziali relativi alle azioni e agli effetti delle azioni γ_f né i coefficienti parziali γ_r relativi ai calcoli della capacità portante (tabella 6.2.I e 6.4.I D.M. 14/01/2008). I risultati sono riportati di seguito.

 <p>STUDIO ASSOCIATO GEOLOGICA Geol. Chiuminatto & Duregon Sede operativa : Via Chiuminatto n°5, 10080 Cintano (TO) Tel/Fax 0125.615815 - Cell. +393486008399 e-mail : info@studiogeologica.it</p>	<p>Codice: P035S4</p>	<p>Attività: COS</p>	<p>Versione: V00</p>
	<p>Titolo Elaborato: Relazione geologica e geotecnica</p>		<p>Data: Luglio 2021</p>
	<p>Committente: Comune di Val di Chy</p>		
<p>Esecuzione lavoro: Dr. Geol. Corrado Duregon Ordine degli Geologi della Regione Piemonte n° 439 Sez. A</p>		<p>Nome file: P035S4_COS_Ponte_Valassa</p>	
			<p>Pag. 13 di 27</p>

Prof. Piano fondazione (m da p.c.)	Coefficiente parziale M1		Coefficiente parziale M2	
	Terzaghi	Meyerhoff	Terzaghi	Meyerhoff
	Qult (kg/cm ²)	Qult (kg/cm ²)	Qult (kg/cm ²)	Qult (kg/cm ²)
3.0	7.59	8.10	4.13	4.24

In accordo con quanto previsto dalle N.T.C., sarà cura del progettista, alla luce del tipo di approccio ritenuto più idoneo, utilizzando i valori di progetto delle variabili geotecniche forniti nella presente relazione ed applicando i coefficienti parziali di amplificazione delle azioni e di riduzione della capacità portante, verificare la stabilità dell'opera in progetto.

4.4 Calcolo preliminare dei cedimenti di fondazioni di tipo superficiale

Al fine di valutare in prima approssimazione i cedimenti di una fondazione di tipo continuo a trave rovescia, si è applicato il Metodo Schmertmann (1970), che esprime una valutazione empirica del calcolo, utilizzando i dati derivanti dalle SPT in terreni incoerenti. In particolare è stato ricostruito un modello del terreno che definisce le litologie che si incontrano a partire dal piano di base della fondazione, esprimendo per ciascun livello il numero medio di N_{SPT} .

È stata effettuata l'ipotesi con piano d'appoggio impostato a 1.60 m di profondità.

Pressione (kPa)	Cedimento immediato (mm)	Cedimento a 30 anni (mm)
100	0,226	0,337
150	0,496	0,742
200	0,743	1,111
250	0,979	1,464
300	1,211	1,811

Si sottolinea che i risultati sopra riportati hanno valore indicativo, in quanto considerano una fondazione con le caratteristiche specifiche ipotizzate negli elaborati di calcolo. Sarà cura del progettista, sulla base della tipologia e delle caratteristiche delle opere fondazionali,

 STUDIO ASSOCIATO GEOLOGICA Geol. Chiuminatto & Duregon Sede operativa : Via Chiuminatto n°5, 10080 Cintano (TO) Tel/Fax 0125.615815 - Cell. +393486008399 e-mail : info@studiogeologica.it	Codice: P035S4	Attività: COS	Versione: V00
	Titolo Elaborato: Relazione geologica e geotecnica		Data: Luglio 2021
	Committente: Comune di Val di Chy		
Esecuzione lavoro: Dr. Geol. Corrado Duregon Ordine degli Geologi della Regione Piemonte n° 439 Sez. A	Nome file: P035S4_COS_Ponte_Valassa		Pag. 14 di 27

calcolare i cedimenti effettivi e verificare la compatibilità degli stessi con la struttura in funzione dei carichi reali applicati.

5 MODELLO GEOFISICO

5.1 Prospezione sismica di tipo "MASW" (Multichannel Analysis of Surface Waves) e categoria di suolo di fondazione

Ai fini della caratterizzazione sismica dei litopitipi costituenti il sottosuolo è stata eseguita una prospezione sismica di tipo MASW (Multichannel Analysis of Surfaces Waves). La tipologia d'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. 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. 5.1**).

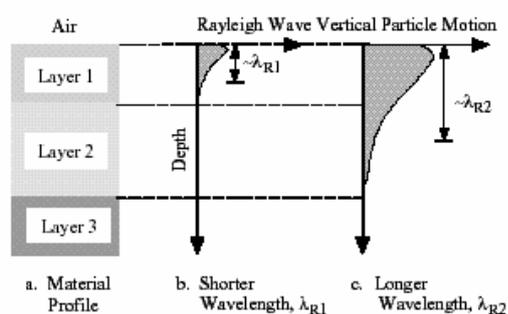


Fig.5.1 – La profondità investigata dalle onde di Rayleigh dipende dalla lunghezza d'onda, dalla velocità delle onde di taglio V_s e dalla frequenza. (Stokoe II and Santamarina, 2000).

 <p>STUDIO ASSOCIATO GEOLOGICA Geol. Chiuminatto & Duregon</p> <p>Sede operativa : Via Chiuminatto n°5, 10080 Cintano (TO) Tel/Fax 0125.615815 - Cell. +393486008399 e-mail : info@studiogeologica.it</p>	Codice: P035S4	Attività: COS	Versione: V00
	Titolo Elaborato: Relazione geologica e geotecnica		Data: Luglio 2021
	Committente: Comune di Val di Chy		
Esecuzione lavoro: Dr. Geol. Corrado Duregon Ordine degli Geologi della Regione Piemonte n° 439 Sez. A	Nome file: P035S4_COS_Ponte_Valassa		Pag. 15 di 27

Nel dettaglio, nel caso in esame, viste le condizioni morfologiche e di operatività del sito di indagine, è stata eseguita una campagna di prospezione MASW attiva (vedi **Fig. 5.2**) sviluppata su di uno stendimento geofonico effettuato in corrispondenza dell'area in esame. Lo stendimento è costituito da n. 12 geofoni verticali da 4.5 Hz ad interasse pari a circa 5 m per una lunghezza complessiva di circa 55 m.

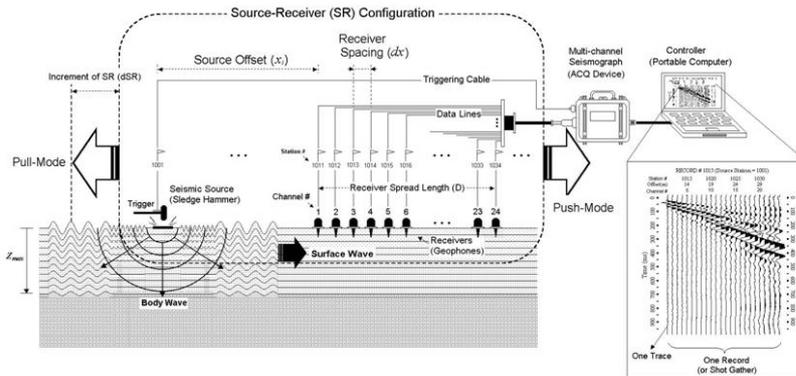


Fig. 5.2 – Schema tipo prospezione sismica “MASW” attiva.

L'indagine è consistita nell'acquisizione del segnale prodotto percuotendo con una mazzetta del peso di circa 6 kg una piastra metallica posta 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.

Per aumentare il Rapporto S/N (Segnale/Rumore) è stata attivata la procedura di “vertical stacking” in corrispondenza di ciascun punto sorgente di onde, che consiste nell'eseguire più scoppi, reiterando la misura e sommando i valori registrati di volta in volta.

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 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. 5.3** – Overtone e curva di dispersione).

 <p>STUDIO ASSOCIATO GEOLOGICA Geol. Chiuminatto & Duregon</p> <p>Sede operativa : Via Chiuminatto n°5, 10080 Cintano (TO) Tel/Fax 0125.615815 - Cell. +393486008399 e-mail : info@studiogeologica.it</p>	<p>Codice: P035S4</p>	<p>Attività: COS</p>	<p>Versione: V00</p>
	<p>Titolo Elaborato: Relazione geologica e geotecnica</p>		<p>Data: Luglio 2021</p>
	<p>Committente: Comune di Val di Chy</p>		<p>Nome file: P035S4_COS_Ponte_Valassa</p>
<p>Esecuzione lavoro: Dr. Geol. Corrado Duregon Ordine degli Geologi della Regione Piemonte n° 439 Sez. A</p>			

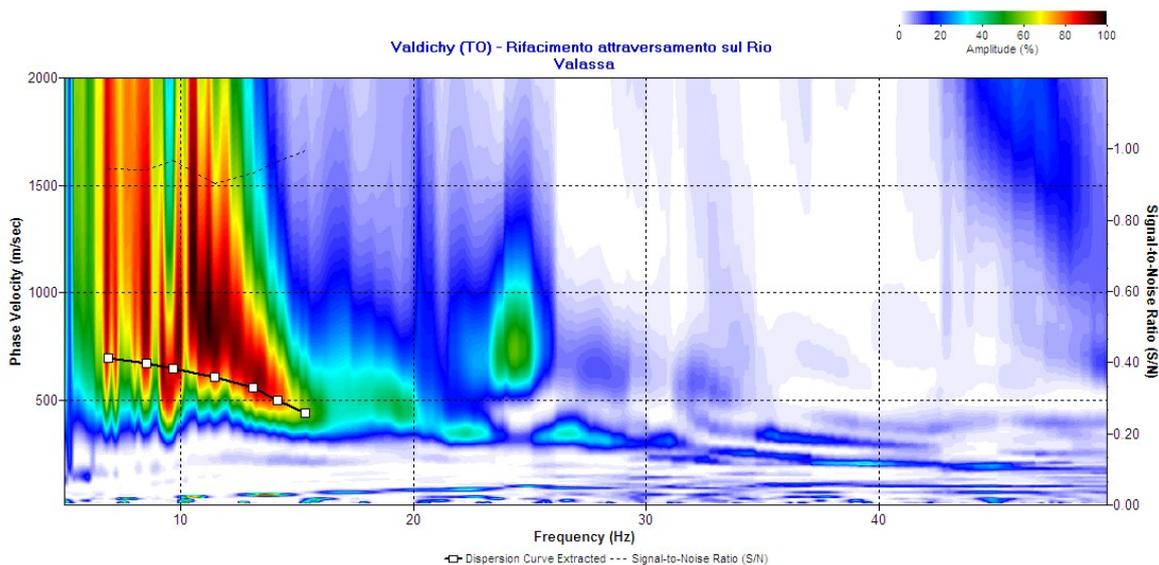


Fig. 5.3 – Overtone e curva di dispersione (in alto è riportato l'andamento del rapporto segnale/rumore).

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. In tal modo è stato possibile risalire all'andamento delle velocità delle onde di taglio (V_s) relative ad ogni registrazione che, per convenzione, vengono attribuite al punto medio dello stendimento (vedi **Fig. 5.4 - Profilo stratigrafico monodimensionale delle V_s**).

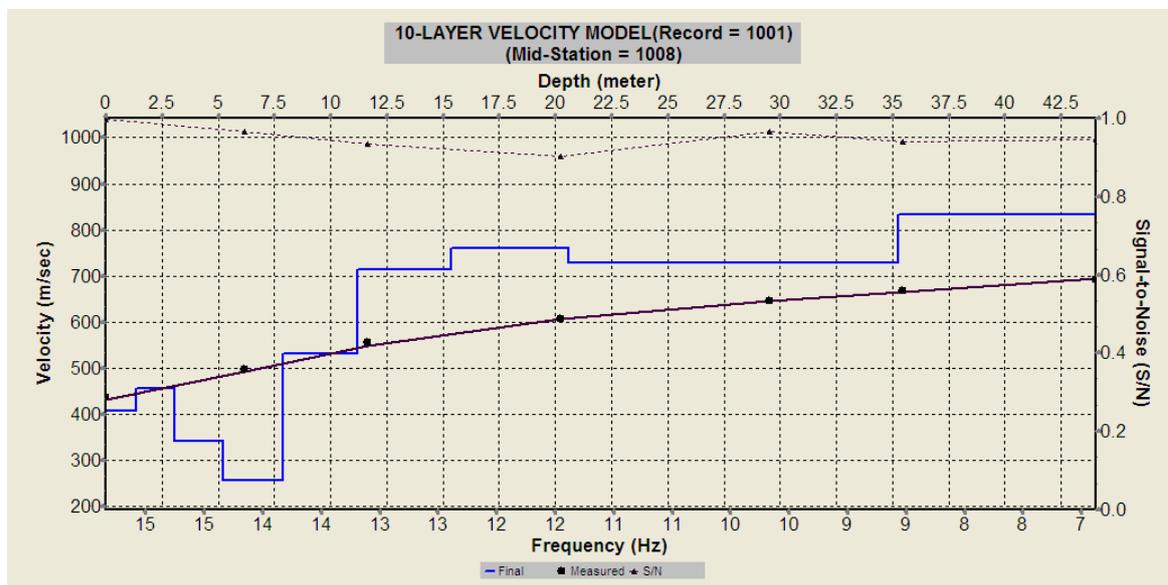


Fig. 5.4 – Profilo stratigrafico monodimensionale delle V_s .

 <p>STUDIO ASSOCIATO GEOLOGICA Geol. Chiuminatto & Duregon Sede operativa : Via Chiuminatto n°5, 10080 Cintano (TO) Tel/Fax 0125.615815 - Cell. +393486008399 e-mail : info@studiogeologica.it</p>	<p>Codice: P035S4</p>	<p>Attività: COS</p>	<p>Versione: V00</p>
	<p>Titolo Elaborato: Relazione geologica e geotecnica</p>		<p>Data: Luglio 2021</p>
	<p>Committente: Comune di Val di Chy</p>		
<p>Esecuzione lavoro: Dr. Geol. Corrado Duregon Ordine degli Geologi della Regione Piemonte n° 439 Sez. A</p>	<p>Nome file: P035S4_COS_Ponte_Valassa</p>		<p>Pag. 17 di 27</p>

Noti quindi i valori di Vs 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):

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

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 Vs 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 si è ricavato un valore di $V_{s,eq}$ di circa **538,97 m/s** (vedi **Tabella valori di calcolo**) corrispondente ad una **Categoria di Suolo di tipo B**.

TABELLA VALORI DI CALCOLO

Sito di indagine: Attraversamento Rio Valassa su Strada Monti

Strato num.	Prof. Max strato	spessore strato h_i [m]	Velocità onde di taglio V_i [m/s]	h_i/V_i [s]
1	1,36	1,36	406,00	0,003
2	3,07	1,71	455,00	0,004
3	5,20	2,13	341,00	0,006
4	7,87	2,67	257,00	0,010
5	11,20	3,33	531,00	0,006
6	15,37	4,17	714,00	0,006
7	20,58	5,21	760,00	0,007
8	27,09	6,51	727,00	0,009
9	30,00	2,91	728,00	0,004
$S(h_i/V_i)$				0,056

$$V_{s,30} \text{ [m/s]} = 538,97$$

$$\text{Categoria} = \mathbf{B}$$

 <p>STUDIO ASSOCIATO GEOLOGICA Geol. Chiuminatto & Duregon Sede operativa : Via Chiuminatto n°5, 10080 Cintano (TO) Tel/Fax 0125.615815 - Cell. +393486008399 e-mail : info@studiogeologica.it</p>	Codice: P035S4	Attività: COS	Versione: V00
	Titolo Elaborato: Relazione geologica e geotecnica		Data: Luglio 2021
	Committente: Comune di Val di Chy		
Esecuzione lavoro: Dr. Geol. Corrado Duregon Ordine degli Geologi della Regione Piemonte n° 439 Sez. A	Nome file: P035S4_COS_Ponte_Valassa		Pag. 18 di 27

5.2 Parametri sismici e categoria di suolo di fondazione

In conformità con il **D.M. 17.01.2018** “Norme tecniche per le costruzioni”, sono stati identificati i parametri sismici del sito sulla base delle coordinate, utilizzando il programma di calcolo Spettri-NTC ver 1.0.3.

I dati del reticolo sismico per la determinazione dell'accelerazione al suolo risultano:

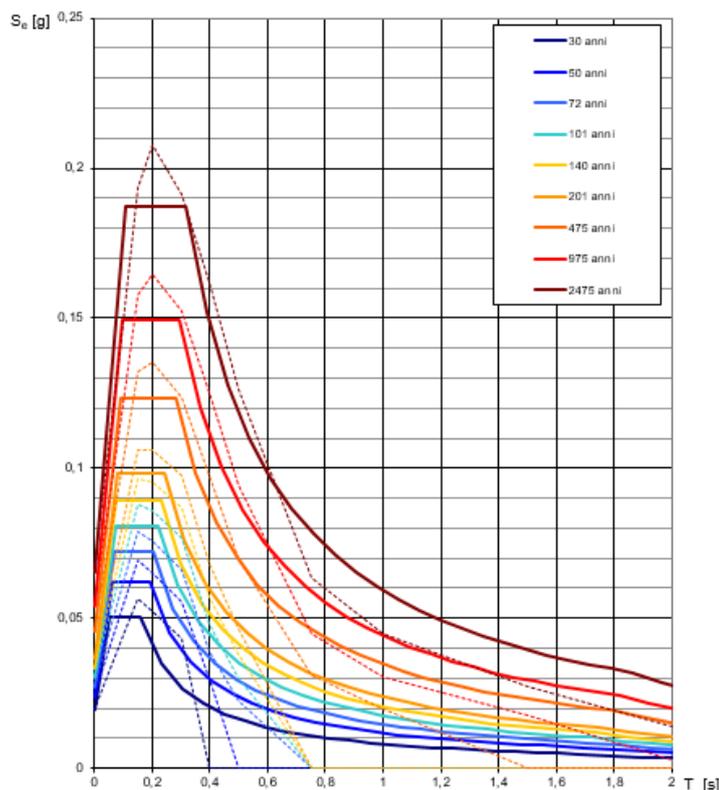
- Coordinate geografiche: Longitudine = 7.800881
Latitudine = 45.455159

Di seguito si riportano i valori dei parametri sismici ed i relativi spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento caratteristici del sito in esame.

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,019	2,600	0,161
50	0,024	2,590	0,190
72	0,027	2,657	0,202
101	0,030	2,665	0,218
140	0,033	2,670	0,230
201	0,037	2,674	0,242
475	0,046	2,692	0,281
975	0,054	2,758	0,296
2475	0,066	2,856	0,317

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento per il sito in esame

 STUDIO ASSOCIATO GEOLOGICA Geol. Chiuminatto & Duregon Sede operativa : Via Chiuminatto n°5, 10080 Cintano (TO) Tel/Fax 0125.615815 - Cell. +393486008399 e-mail : info@studiogeologica.it	Codice: P035S4	Attività: COS	Versione: V00
	Titolo Elaborato: Relazione geologica e geotecnica		Data: Luglio 2021
	Committente: Comune di Val di Chy		
Esecuzione lavoro: Dr. Geol. Corrado Duregon Ordine degli Geologi della Regione Piemonte n° 439 Sez. A	Nome file: P035S4_COS_Ponte_Valassa		Pag. 19 di 27



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.

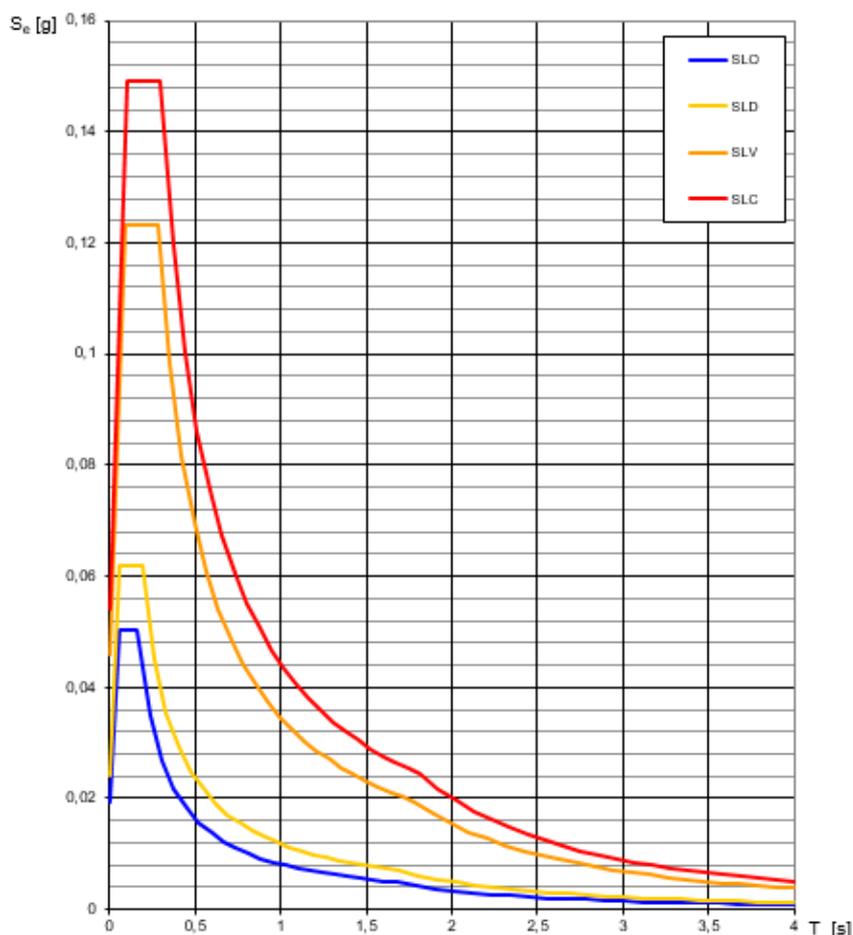
Caratteristiche opere in progetto (da verificare a cura del progettista)

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

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
SLO	30	0,019	2,600	0,162
SLD	50	0,024	2,591	0,191
SLV	475	0,046	2,692	0,280
SLC	975	0,054	2,758	0,296

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

 <p>STUDIO ASSOCIATO GEOLOGICA Geol. Chiuminatto & Duregon Sede operativa : Via Chiuminatto n°5, 10080 Cintano (TO) Tel/Fax 0125.615815 - Cell. +393486008399 e-mail : info@studiogeologica.it</p>	<p>Codice: P035S4</p>	<p>Attività: COS</p>	<p>Versione: V00</p>
	<p>Titolo Elaborato: Relazione geologica e geotecnica</p>		<p>Data: Luglio 2021</p>
	<p>Committente: Comune di Val di Chy</p>		
<p>Esecuzione lavoro: Dr. Geol. Corrado Duregon Ordine degli Geologi della Regione Piemonte n° 439 Sez. A</p>	<p>Nome file: P035S4_COS_Ponte_Valassa</p>		<p>Pag. 20 di 27</p>



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

Al fine di caratterizzare da un punto di vista sismico il profilo stratigrafico del terreno di fondazione, la normativa ha schematizzato diverse categorie standard, omogenee in termini di risposta alla sollecitazione sismica. Dai dati disponibili e dalla prova MASW effettuata, in relazione al D.M. 17.01.2018 delle 5 categorie proposte, il terreno di fondazione dell'area in esame corrisponde a un profilo appartenente alle **categorie B**. Vista la morfologia dell'area, il **coefficiente di amplificazione topografica** applicabile è **T2**.

 <p>STUDIO ASSOCIATO GEOLOGICA Geol. Chiuminatto & Duregon</p> <p>Sede operativa : Via Chiuminatto n°5, 10080 Cintano (TO) Tel/Fax 0125.615815 - Cell. +393486008399 e-mail : info@studiogeologica.it</p>	<p>Codice: P035S4</p>	<p>Attività: COS</p>	<p>Versione: V00</p>
	<p>Titolo Elaborato: Relazione geologica e geotecnica</p>		<p>Data: Luglio 2021</p>
	<p>Committente: Comune di Val di Chy</p>		<p>Nome file: P035S4_COS_Ponte_Valassa</p>
<p>Esecuzione lavoro: Dr. Geol. Corrado Duregon Ordine degli Geologi della Regione Piemonte n° 439 Sez. A</p>			

6 CONCLUSIONI

Sulla base dell'indagine condotta si evidenzia la necessità di procedere all'adeguamento dell'intersezione tra il Rio Valassa e la Strada Monti, attualmente costituito da un tubo in cls del diametro di 100 cm. A seguito delle opere in progetto, come evidenziato dagli elaborati di carattere idraulico, la sezione di deflusso verrà adeguata ed inoltre nella zona a monte dell'attraversamento verrà ampliata una zona di calma per favorire la sedimentazione di eventuale materiale solido, facilmente accessibile ai mezzi, su cui andrà prevista, all'esigenza, la pulizia. Anche a valle dell'attraversamento è prevista per un tratto la stabilizzazione del fondo onde evitare fenomeni di erosione.

L'indagine ha messo in evidenza come l'assetto litostratigrafico sia caratterizzato dalla presenza di depositi geotecnicamente scadenti in superficie, per una potenza variabile da 0.8 m, lato monte, a 2.4 m lato valle (oltre superficiale e depositi di riporto a formare la carreggiata stradale). Le opere in progetto, fondate ad oltre 3.0 m di profondità andranno ad immersarsi nei depositi glaciali, geotecnicamente validi e di cui in relazione vengono forniti i parametri geotecnici.

Gli accorgimenti tecnici da adottare in fase esecutiva dovranno prevedere:

- la verifica dell'immorsamento delle fondazioni delle opere nei depositi glaciali, al fine di non sovraccaricare la coltre di depositi superficiali;
- il corretto raccordo, in particolare sul lato di valle, tra il fondo in massi di nuova realizzazione e l'alveo naturale del Rio Valassa.

In merito al Vincolo Idrogeologico si segnala che le opere in progetto rientrano in quanto previsto all'art. 11 comma 1b) della legge regionale 45/89 come integrato dall'art. 37 della L.R. 4/2009 che contempla tra gli interventi esclusi dall'autorizzazione "i lavori e le opere pubbliche di sistemazione di frane e versanti instabili, di sistemazione idraulica e idraulico-forestale".

In ogni caso durante la fase esecutiva si dovrà verificare a cura dello scrivente o di un geotecnico la corretta quota di imposta delle opere, nonché eventuali migliorie per massimizzare l'efficacia dell'intervento di adeguamento dell'attraversamento in progetto.

 STUDIO ASSOCIATO GEOLOGICA Geol. Chiuminatto & Duregon Sede operativa : Via Chiuminatto n°5, 10080 Cintano (TO) <i>Tel/Fax 0125.615815 - Cell. +393486008399</i> <i>e-mail : info@studiogeologica.it</i>	Codice: P035S4	Attività: COS	Versione: V00
	Titolo Elaborato: Relazione geologica e geotecnica		Data: Luglio 2021
	Committente: Comune di Val di Chy		
Esecuzione lavoro: Dr. Geol. Corrado Duregon Ordine degli Geologi della Regione Piemonte n° 439 Sez. A	Nome file: P035S4_COS_Ponte_Valassa		Pag. 22 di 27



Foto 1: Lato attraversamento monte strada con attrezzatura prova penetrometrica Din1



Foto 2: Lato attraversamento monte strada visto da monte

 <p>STUDIO ASSOCIATO GEOLOGICA Geol. Chiuminatto & Duregon</p> <p>Sede operativa : Via Chiuminatto n°5, 10080 Cintano (TO) Tel/Fax 0125.615815 - Cell. +393486008399 e-mail : info@studiogeologica.it</p>	<p>Codice: P035S4</p>	<p>Attività: COS</p>	<p>Versione: V00</p>
	<p>Titolo Elaborato: Relazione geologica e geotecnica</p>		<p>Data: Luglio 2021</p>
	<p>Committente: Comune di Val di Chy</p>		
<p>Esecuzione lavoro: Dr. Geol. Corrado Duregon Ordine degli Geologi della Regione Piemonte n° 439 Sez. A</p>	<p>Nome file: P035S4_COS_Ponte_Valassa</p>		<p>Pag. 23 di 27</p>



Foto 3: Rio Valassa a valle dell'attraversamento

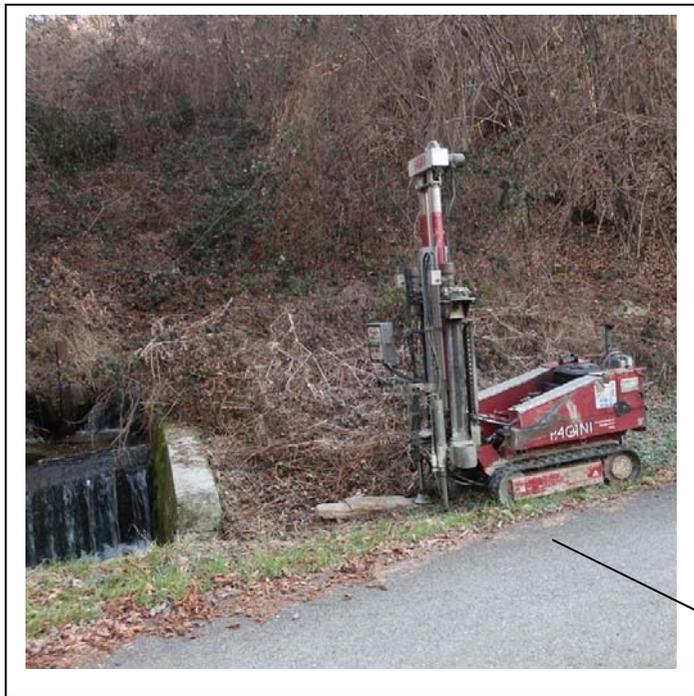


Foto 4: Lato attraversamento valle strada con attrezzatura prova penetrometrica Din2

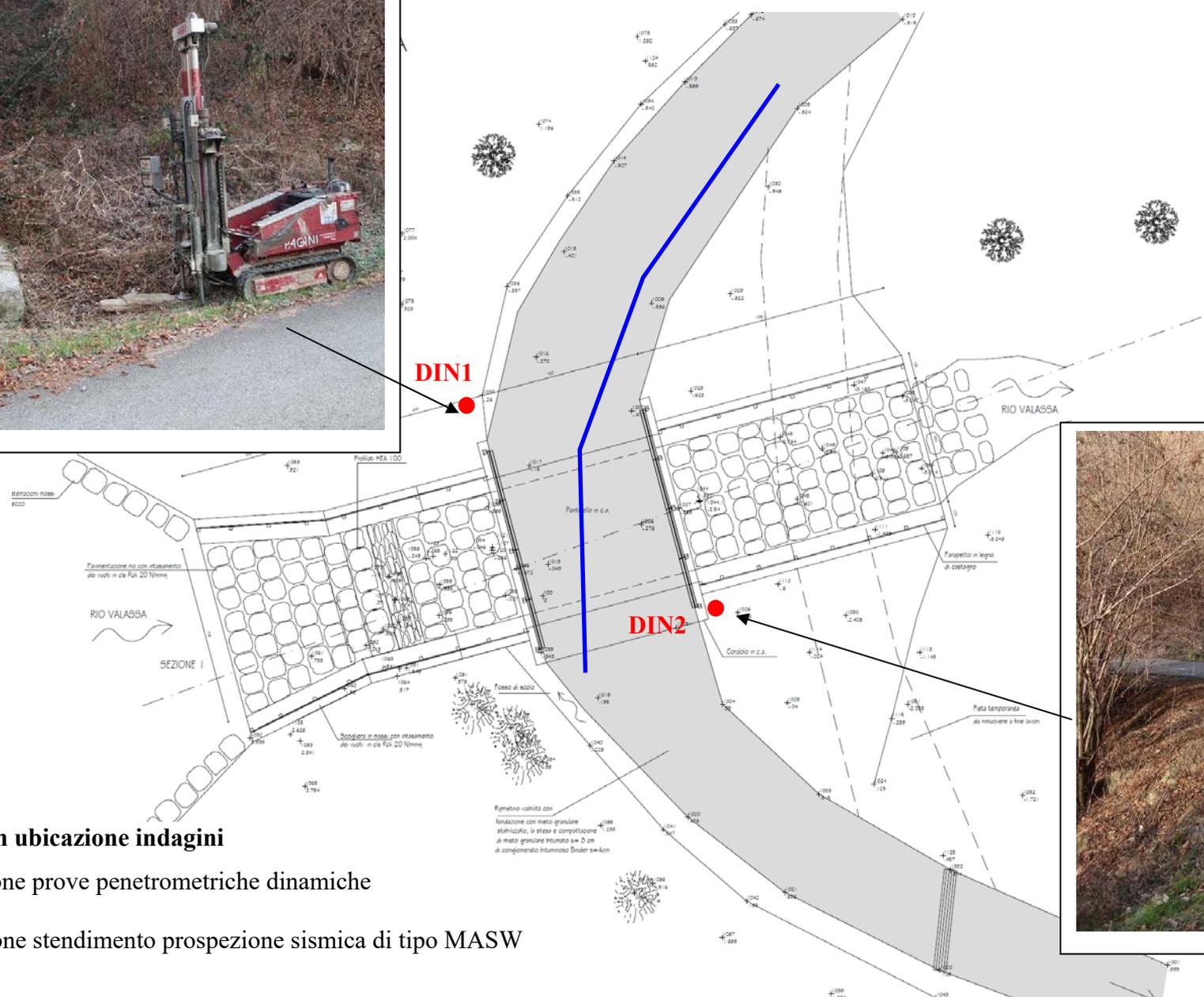
 <p>STUDIO ASSOCIATO GEOLOGICA Geol. Chiuminatto & Duregon</p> <p>Sede operativa : Via Chiuminatto n°5, 10080 Cintano (TO) Tel/Fax 0125.615815 - Cell. +393486008399 e-mail : info@studiogeologica.it</p>	<p>Codice: P035S4</p>	<p>Attività: COS</p>	<p>Versione: V00</p>
	<p>Titolo Elaborato: Relazione geologica e geotecnica</p>		<p>Data: Luglio 2021</p>
	<p>Committente: Comune di Val di Chy</p>		<p>Nome file: <i>P035S4_COS_Ponte_Valassa</i></p>
<p>Esecuzione lavoro: Dr. Geol. Corrado Duregon Ordine degli Geologi della Regione Piemonte n° 439 Sez. A</p>			

ALLEGATI

 <p>STUDIO ASSOCIATO GEOLOGICA Geol. Chiuminatto & Duregon</p> <p>Sede operativa : Via Chiuminatto n°5, 10080 Cintano (TO) Tel/Fax 0125.615815 - Cell. +393486008399 e-mail : info@studiogeologica.it</p>	Codice: P035S4	Attività: COS	Versione: V00
	Titolo Elaborato: Relazione geologica e geotecnica		Data: Luglio 2021
	Committente: Comune di Val di Chy		
Esecuzione lavoro: Dr. Geol. Corrado Duregon Ordine degli Geologi della Regione Piemonte n° 439 Sez. A	Nome file: <i>P035S4_COS_Ponte_Valassa</i>		Pag. 25 di 27



DIN1



DIN2

Planimetria con ubicazione indagini

DIN_n Ubicazione prove penetrometriche dinamiche

— Ubicazione stendimento prospezione sismica di tipo MASW

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	M _s = 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	L _a = 1.00 m
PESO ASTE PER METRO	M _a = 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 : Q _{spt} = 7.83 kg/cm ²)
COEFF.TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 1.489$ (teoricamente : N _{spt} = β_t N)

Valutazione resistenza dinamica alla punta R_{pd} [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

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

R_{pd} = 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 : Rifacimento ponte sul Rio Valassa
- lavoro : Comune di Val di Chi
- località : Val di Chi (TO)

- data prova : 16/02/2021
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 17/02/2021

- 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	1.00 - 1.20	11	106.1	2
0.20 - 0.40	2	21.0	1	1.20 - 1.40	24	231.4	2
0.40 - 0.60	2	19.3	2	1.40 - 1.60	16	142.6	3
0.60 - 0.80	3	28.9	2	1.60 - 1.80	22	196.0	3
0.80 - 1.00	9	86.8	2	1.80 - 2.00	45	401.0	3

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

- M (massa battente)= **63.50** kg - H (altezza caduta)= **0.75** m - A (area punta)= **20.43** cm² - D(diam. punta)= **51.00** mm

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

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

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA**

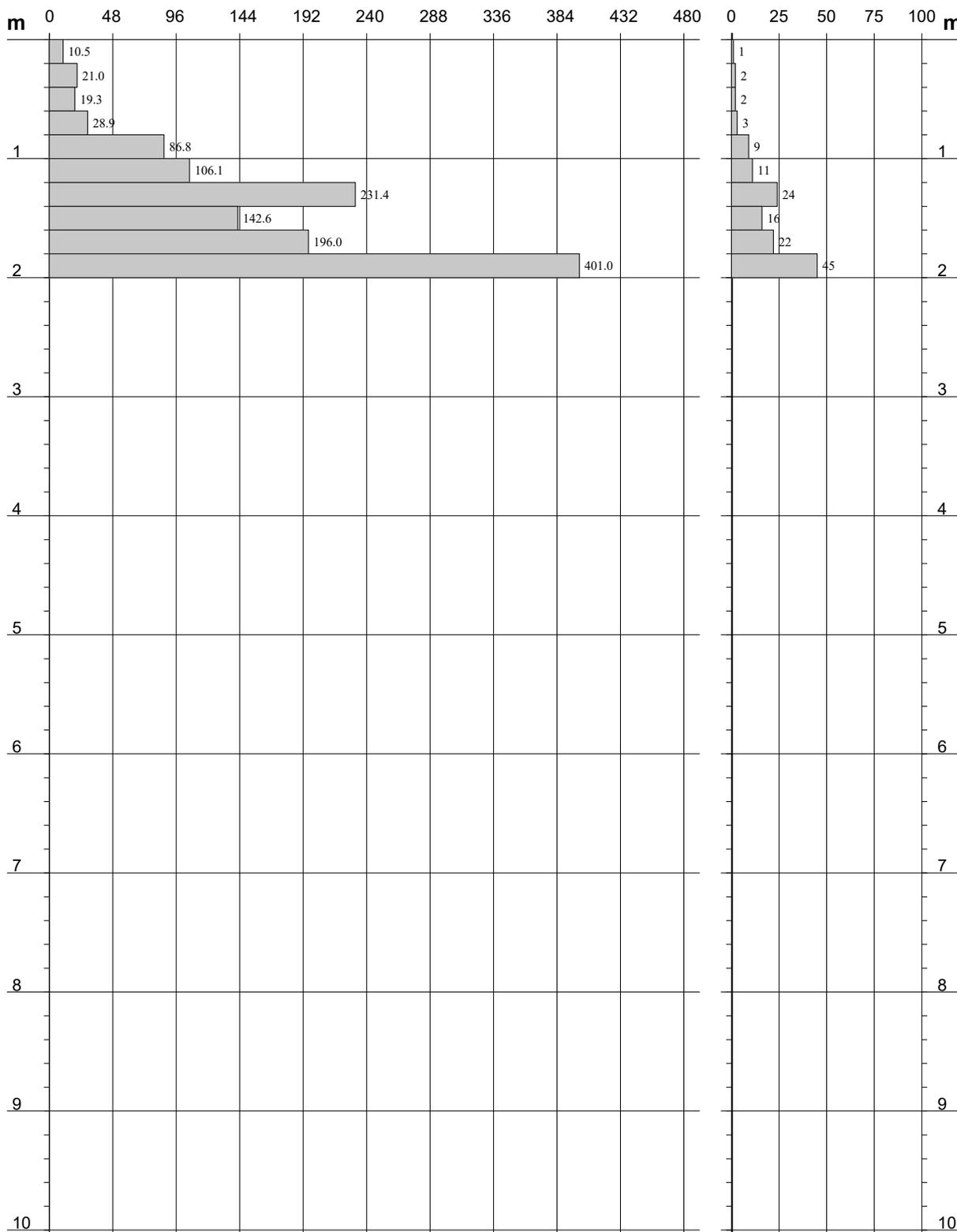
DIN 1
Scala 1: 50

- cantiere : Rifacimento ponte sul Rio Valassa
- lavoro : Comune di Val di Chi
- località : Val di Chi (TO)

- data prova : 16/02/2021
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 17/02/2021

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

N = N(20) n° colpi $\delta = 20$



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA**

DIN 1

- cantiere : Rifacimento ponte sul Rio Valassa
- lavoro : Comune di Val di Chi
- località : Val di Chi (TO)

- data prova : 16/02/2021
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 17/02/2021

- note :

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	β	Nspt	
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s				M+s
1	0.00	0.80	N	2.0	1	3	1.5	---	---	---	2	1.49	3
			Rpd	19.9	11	29	15.2	---	---	---			
2	0.80	1.80	N	16.4	9	24	12.7	---	---	---	13	1.49	19
			Rpd	152.6	87	231	119.7	---	---	---			
3	1.80	2.00	N	45.0	45	45	45.0	---	---	---	45	1.49	67
			Rpd	401.0	401	401	401.0	---	---	---			

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	0.80	Coltre superficiale	3	11.3	21.7	214	1.86	1.38	0.19	1.78	44	1.194
2	0.80	1.80	Ghiaie e sabbie	19	48.5	31.9	338	1.98	1.58	---	---	---	---
3	1.80	2.00	Blocchi	67	91.4	46.7	708	2.19	1.91	---	---	---	---

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 : Rifacimento ponte sul Rio Valassa
- lavoro : Comune di Val di Chi
- località : Val di Chi (TO)

- data prova : 16/02/2021
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 17/02/2021

- 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	3	31.5	1	1.80 - 2.00	8	71.3	3
0.20 - 0.40	5	52.5	1	2.00 - 2.20	5	44.6	3
0.40 - 0.60	2	19.3	2	2.20 - 2.40	6	53.5	3
0.60 - 0.80	3	28.9	2	2.40 - 2.60	10	82.8	4
0.80 - 1.00	2	19.3	2	2.60 - 2.80	14	115.9	4
1.00 - 1.20	5	48.2	2	2.80 - 3.00	14	115.9	4
1.20 - 1.40	3	28.9	2	3.00 - 3.20	22	182.2	4
1.40 - 1.60	1	8.9	3	3.20 - 3.40	45	372.7	4
1.60 - 1.80	3	26.7	3				

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

- M (massa battente)= **63.50** kg - H (altezza caduta)= **0.75** m - A (area punta)= **20.43** cm² - D(diam. punta)= **51.00** mm

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

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

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA**

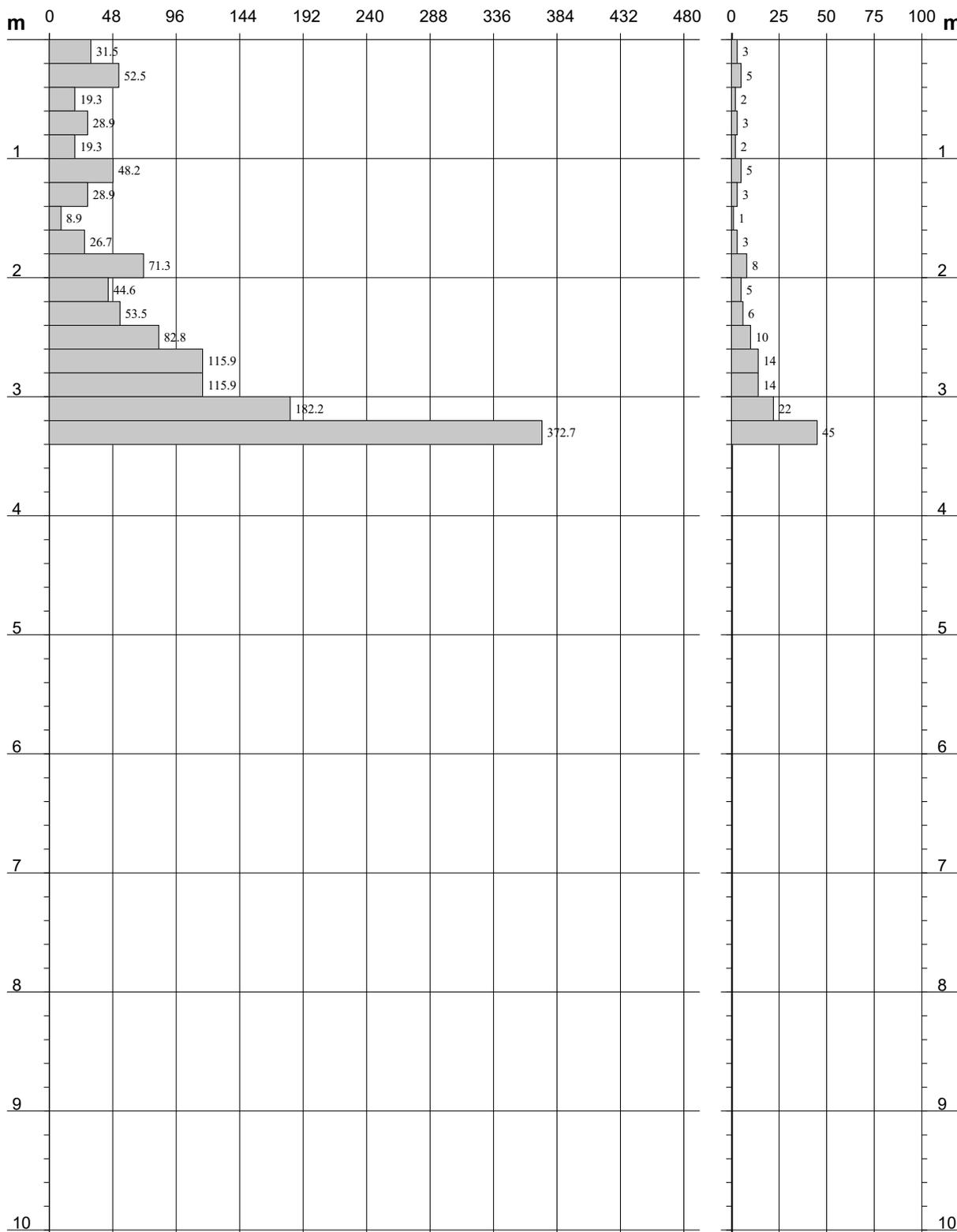
DIN 2
Scala 1: 50

- cantiere : Rifacimento ponte sul Rio Valassa
- lavoro : Comune di Val di Chi
- località : Val di Chi (TO)

- data prova : 16/02/2021
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 17/02/2021

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

N = N(20) n° colpi δ = 20



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA**

DIN 2

- cantiere : Rifacimento ponte sul Rio Valassa
- lavoro : Comune di Val di Chi
- località : Val di Chi (TO)

- data prova : 16/02/2021
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 17/02/2021

- note :

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	β	Nspt	
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s				M+s
1	0.00	2.40	N	3.8	1	8	2.4	2.0	1.8	5.8	2	1.49	3
			Rpd	36.1	9	71	22.5	17.9	18.2	54.1			
2	2.40	3.20	N	15.0	10	22	12.5	----	----	----	13	1.49	19
			Rpd	124.2	83	182	103.5	----	----	----			
3	3.20	3.40	N	45.0	45	45	45.0	----	----	----	45	1.49	67
			Rpd	372.7	373	373	372.7	----	----	----			

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	2.40	Coltre superficiale	3	11.3	21.7	214	1.86	1.38	0.19	1.78	44	1.194
2	2.40	3.20	Ghiaie e sabbie	19	48.5	31.9	338	1.98	1.58	----	----	----	----
3	3.20	3.40	Blocchi	67	91.4	46.7	708	2.19	1.91	----	----	----	----

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

**Calcolo della tensione a rottura di una fondazione superficiale
con applicazione coefficiente parziale M1 ai parametri geotecnici
(Tab. 6.2.II - D.M. 17/01/2018)**

Simulazione condotta escludendo i coefficienti parziali γ_f relativi alle azioni e agli effetti delle azioni
e γ_r (Tab. 6.2.I e 6.4.I - D.M. 17/01/2018)

1 - Caratteristiche e tipologia fondale:

B =	1,00	[m]
L =	10,00	[m]
D =	1,60	[m]
R =	0,00	[m]
e =	0,00	[m]
α =	0,00	[°]

2 - Caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione con applicazione coefficiente parziale M1:

γ =	1740,00	[kg / m ³]	Presenza della falda: NO
ϕ =	29,60	[°]	
δ =	20	[°]	
c =	0,00	[kg / cm ²]	
Kp =	2,952		
ca =	0,00	[kg / cm ²]	
Z =	0	[m]	

3 - Metodo di calcolo proposto da Terzaghi (1943):

Tipo di Fondazione: **Nastriforme**

Fattori di forma:	sc =	1	sq =	1	sy =	1
Nq =	19,981		Q =	758.633,04	[kg]	
Nc =	34,242		Qult =	7,59	[kg / cm ²]	
N γ =	23,26					

4 - Metodo di calcolo proposto da Meyerhof (1963):

Fattori di forma	sc =	1,059	sq =	1,030	sy =	1,030
Fattori di profondità	dc =	1,550	dq =	1,275	d γ =	1,275
Fattori di inclinazione	ic =	1,000	iq =	1,000	i γ =	1,000
Nq =	17,588		Q =	809.901,11	[kg]	
Nc =	29,199		Qult =	8,10	[kg / cm ²]	
N γ =	14,645					

LEGENDA:

B = Larghezza della fondazione
L = Lunghezza della fondazione
D = Profondità piano di posa fondazione
R = Raggio della fondazione
Z = Quota falda dal p.c.
e = Eccentricità in B
 α = Angolo d'inclinazione fondazione

N = Sforzo normale
T = Sforzo di taglio
 γ = Peso di volume del terreno
 ϕ = Angolo di attrito
 δ = Angolo di attrito terreno - fondazione
c = Coesione
Kp = Coeff. Spinta passiva
ca = adesione lungo la base fondale

**Calcolo della tensione a rottura di una fondazione superficiale
con applicazione coefficiente parziale M2 ai parametri geotecnici
(Tab. 6.2.II - D.M. 17/01/2018)**

Simulazione condotta escludendo i coefficienti parziali γ_f relativi alle azioni e agli effetti delle azioni
e γ_r (Tab. 6.2.I e 6.4.I - D.M. 17/01/2018)

1 - Caratteristiche e tipologia fondale:

B =	1,00	[m]
L =	10,00	[m]
D =	1,60	[m]
R =	0,00	[m]
e =	0,00	[m]
α =	0,00	[°]

2 - Caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione con applicazione coefficiente parziale M2:

γ =	1740,00	[kg / m ³]	Presenza della falda: NO
ϕ =	24,40	[°]	
δ =	16	[°]	Z = <input type="text" value="0"/> [m]
c =	0,00	[kg / cm ²]	
Kp =	2,408		
ca =	0,00	[kg / cm ²]	

3 - Metodo di calcolo proposto da Terzaghi (1943):

Tipo di Fondazione: **Nastriforme**

Fattori di forma:	sc = <input type="text" value="1"/>	sq = <input type="text" value="1"/>	sy = <input type="text" value="1"/>
Nq =	<input type="text" value="11,401"/>	Q = <input type="text" value="413.477,94"/> [kg]	
Nc =	<input type="text" value="23,361"/>	Qult = <input type="text" value="4,13"/> [kg / cm ²]	
N γ =	<input type="text" value="11,043"/>		

4 - Metodo di calcolo proposto da Meyerhof (1963):

Fattori di forma	sc = <input type="text" value="1,048"/>	sq = <input type="text" value="1,024"/>	s γ = <input type="text" value="1,024"/>
Fattori di profondità	dc = <input type="text" value="1,497"/>	dq = <input type="text" value="1,248"/>	d γ = <input type="text" value="1,248"/>
Fattori di inclinazione	ic = <input type="text" value="1,000"/>	iq = <input type="text" value="1,000"/>	i γ = <input type="text" value="1,000"/>
Nq =	<input type="text" value="10,012"/>	Q = <input type="text" value="424.325,97"/> [kg]	
Nc =	<input type="text" value="19,867"/>	Qult = <input type="text" value="4,24"/> [kg / cm ²]	
N γ =	<input type="text" value="6,115"/>		

LEGENDA:

B = Larghezza della fondazione
L = Lunghezza della fondazione
D = Profondità piano di posa fondazione
R = Raggio della fondazione
Z = Quota falda dal p.c.
e = Eccentricità in B
 α = Angolo d'inclinazione fondazione

N = Sforzo normale
T = Sforzo di taglio
 γ = Peso di volume del terreno
 ϕ = Angolo di attrito
 δ = Angolo di attrito terreno - fondazione
c = Coesione
Kp = Coeff. Spinta passiva
ca = adesione lungo la base fondale

data:	25/07/2021
località:	Val di Chy
dati catastali:	
committente:	Comune di Val di Chy

**CALCOLO DEI CEDIMENTI CON IL METODO DI SCHMERTMANN (1970)
FONDAZIONE A TRAVE ROVESCIA: (Deformazione assialsimmetrica)**

Procedimento di calcolo empirico valido per terreni incoerenti, utilizzando i parametri ricavati dalle indagini geognostiche in sito (prove CPT, SPT, SCPT).

parametri:

profondità piano fondale (Df):	3	metri
Larghezza della fondazione (B):	1	metri
peso di volume (γ):	1,74	T/mc
tempo di calcolo del cedimento	30	anni

carico (kg/cm ²)
1,00
1,50
2,00
2,50
3,00

Intorno dei valori di carico ammissibile

coefficienti correttivi C1 e C2

C1	0,500	
C1	0,733	
C1	0,823	in funzione del
C1	0,868	carico
C1	0,895	
C2	1,495	in funzione del tempo

STRATIGRAFIA AL DI SOTTO DELLA FONDAZIONE

	spessore (metri):	num medio di colpi nello strato	coeff. deformazione lz:
1 strato	1,00	19,00	0,45
2 strato	1,00	19,00	0,50
3 strato	1,00	19,00	0,30
4 strato	1,00	19,00	0,10

n.b. la deformazione si annulla alla profondità maggiore di 4 B, i coefficienti di deformazione (lz) sono calcolati a metà spessore dello strato compressibile

PARAMETRI DI CALCOLO ELABORATI

carico kg/cm ²	cedimento immediato (cm)	cedimento 30 anni secondario (cm)
1,00	0,226	0,337
1,50	0,496	0,742
2,00	0,743	1,111
2,50	0,979	1,464
3,00	1,211	1,811

coefficiente di sottofondo (o di Winkler)

min. =	2,48
max =	4,43