

COMUNE DI BESOZZO

REGIONE LOMBARDIA

PROVINCIA DI VARESE

COMMITTENTE: Martignoni Srl

Via Lago n° 37

21023 Besozzo (Va)

***RELAZIONE GEOTECNICA-R2-
AI SENSI DEL D.M. 17/01/2018 (N.T.C.)***

Dott. Geol. DE AMBROGI GIOVANNI

**Intervento: "Intervento di nuova costruzione: fabbricato uso ricovero mezzi
agricoli" via Lago – Besozzo**

Laveno M. 18/12/2024

1 PREMESSA

1.1 Normativa di riferimento

La presente relazione viene redatta ai sensi:

- ✓ D.M. 21/01/1981 “norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e le rocce”,
- ✓ D.M. 11/03/1988 “norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e le rocce”,
- ✓ D.M. 16/01/1996 “norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche”
- ✓ O.P.C.M. n° 3274 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per la costruzioni in zona sismica”;
- ✓ N.T.C. D.M. 17/01/2018 “norme tecniche per le costruzioni”;
- ✓ Progettazione geotecnica: Eurocodice 7.1 (1997), Eurocodice 7.2 (2002), Eurocodice 7.3 (2002).
- ✓ Circolare del Consiglio Superiore LL.PP. del 2 febbraio 2009 n° 617

1.2 Classificazione del sito e del tipo d'intervento secondo N.T.C.

Il territorio del Comune di Besozzo risulta in classe 4 per quanto riguarda la nuova classificazione sismica del territorio italiano. Per quanto riguarda le verifiche alle tensioni ammissibili da istruzioni CSLP “Circolare n° 617 del 2 febbraio 2009 – G.U. n° 47 del 26 febbraio 2009 –G.U. n° 47 del 26 febbraio 2009 n° 27.”Il progetto prevede nuovo fabbricato uso ricovero mezzi agricoli , **il tipo di costruzione è classe 2.** Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda *normali affollamenti*, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso *III* o in Classe d'uso *IV*, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti. [Ndr., **Ambienti ad uso residenziale.** *Sono compresi in questa categoria locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi, (ad esclusione delle aree suscettibili di affollamento), gli uffici, i negozi*].

2. VERIFICA STATICA/SISMICA AI SENSI D.M. 17/01/2018

Fondazione Continua B= larghezza l=lunghezza Platea B= larghezza l=lunghezza Pressioni al terreno (stimate) Peso proprio + Carichi permanenti + Carichi variabili	Dimensioni
Quota imposta fondazioni	Circa -1.00 m da p.c.
Litologia	<i>depositi glaciali</i> I depositi glaciali sono costituiti da prevalenti diamicton massivi sia a supporto di matrice limoso sabbiosa che a supporto clastico, con clasti eterometrici di provenienza alpina (graniti, gabbri, metamorfiti) e prealpina (rocce carbonatiche).

Parametri geotecnici	UNITA' A- riporto 0.00-0.30 m	
	Parametri geotecnici Unità A	Valori stimati
	Peso di volume	$\gamma_n = 17.00$ KN/m ³
	Angolo di attrito naturale	$\phi' = 31^\circ - 35^\circ$
	Angolo di attrito caratteristico	
	UNITA' B e B1- 0.30-3.90/4.80 m	
	Parametri geotecnici Unità B	Valori stimati
	Peso di volume	$\gamma_n = 14.00/18.00$ KN/m ³
	Angolo di attrito naturale	$\phi' = 20^\circ - 30^\circ$
	Angolo di attrito caratteristico	$\phi_k = 24^\circ$
	UNITA' C-	
	Parametri geotecnici Unità C	Valori stimati
	Peso di volume	$\gamma_n = 18.00$ KN/m ³
	Angolo di attrito naturale	$\phi' = 30^\circ - 33^\circ$
	Angolo di attrito caratteristico	
	UNITA' D	
	Parametri geotecnici Unità D	Valori stimati
	Peso di volume	$\gamma_n = 21.00$ KN/m ³
	Angolo di attrito naturale	$\phi' = 45^\circ$
	Angolo di attrito caratteristico	
Inclinazione media pendio		

Livello freatico	Non rilevata nel corso dell'indagine

4. PARAMETRI SISMICI

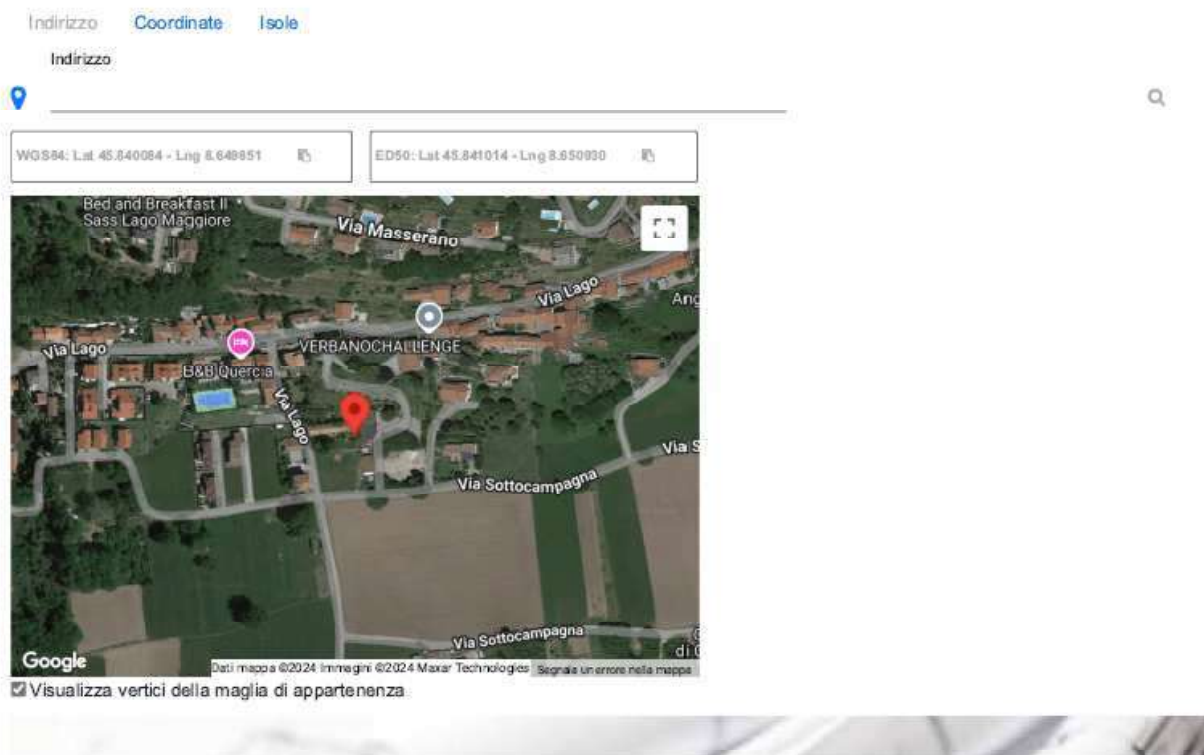
Azione sismica : le azioni di progetto si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base del sito di costruzione che è descritta dalla probabilità che in un fissato lasso di tempo (periodo di riferimento V_r espresso in anni) si verifichi un evento sismico di entità pari ad un valore prefissato”:

accelerazione sismica orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero (categoria A,v. oltre) per suolo rigido con superficie topografica orizzontale (categoria T1 , vedi oltre) :

Comune di Besozzo $a_g=0.038713$ g (valori di pericolosità sismica riportati nel D.g.r. -Regione Lombardia- n. X/2129 del 11 Luglio 2014).

Via Lago 37 Besozzo

WGS84: Lat 45.840084 - Lng 8.649852



Stati limite



Classe Edificio

II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...



Vita Nominale

50



Interpolazione

Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	F_o	T_c^* [s]
Operatività (SLO)	30	0.015	2.577	0.158
Danno (SLD)	50	0.019	2.555	0.167
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.039	2.660	0.279
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.048	2.723	0.305
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

5. VERIFICA CAPACITA' PORTANTE

Formula utilizzata (Brinch-Hasen e Vesic):

$$Q_{lim} = \frac{1}{2} \gamma \cdot B \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot i_{\gamma} \cdot b_{\gamma} \cdot g_{\gamma} + c \cdot N_c \cdot s_c \cdot i_c \cdot d_c \cdot b_c \cdot g_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot i_q \cdot d_q \cdot b_q \cdot g_q$$

Dove:

- ✓ $N_{\gamma} N_c N_q$ fattori di capacità portante dipendenti da ϕ
- ✓ $s_{\gamma} s_c s_q$ fattori di forma della fondazione
- ✓ $i_{\gamma} i_c i_q$ fattori correttivi relativi all'inclinazione del carico
- ✓ $b_{\gamma} b_c b_q$ fattori correttivi relativi all'inclinazione della base della fondazione
- ✓ $g_{\gamma} g_c g_q$ fattori correttivi relativi all'inclinazione del piano campagna
- ✓ $d_{\gamma} d_c d_q$ fattori dipendenti dal piano di posa della fondazione

Condizioni al contorno:

- ✓ Carichi verticali,
- ✓ piano di fondazione orizzontale
- ✓ angolo di attrito caratteristico $\phi_k = 22^\circ$ ($23^\circ, 20^\circ, 27^\circ, 24^\circ$)

CAPACITA' PORTANTE - METODO DI TERZAGHI GENERALIZZATOVersione
1.0**D.M. 17/01/2018: verifica a lungo termine in condizioni drenate**

APPROCCIO 2 (A1 + M1 + R3)

azioni incrementate, parametrici geotecnici invariati, resistenze ridotte

GammaG1 (*)	1,3	gammaM	1
GammaG2 (*)	1,5	gammaR	2,3
GammaQ (*)	1,5	Kh sismico	0,013

VERIFICA ALLO SLU DI TIPO GEOTECNICO**CALCOLO DEL CARICO LIMITE INSIEME FONDAZIONE-TERRENO****Dati terreno**

angolo d'attrito ϕ	gradi	22	ok
peso specifico 1	t/mc	1,60	
peso specifico 2	t/mc	1,70	
coesione c'	t/mq		
inclinazione del pendio	gradi		
profondità della falda d_w	m	1000	
tipo di terreno	C/A	PD	

Geometria fondazione

profondità di posa D	m	1,00
base B	m	1,50
lunghezza L ($L > B$)	m	1,50
eccentricità E_b	m	0,50
eccentricità E_l	m	0,30

inclinazione del carico effettiva gradi 2,50

Dati di calcolo

inclinazione del carico sismica	gradi	0,74
inclinazione del carico totale	gradi	3,244803
B" (= B o B')	m	0,5
L" (= L o L')	m	0,9
c" (= c o c*)	t/mq	0,00
fi" (= fi o fi*)	gradi	22
Nq		7,82
Ng		7,13
Nc		16,88
fq		1,224
fg		0,778
fc		1,257
iq		0,964
ig		0,853
ic		0,964
eq		1,000
eg		1,000
ec		1,000

Risultati

qlim	t/mq	17
gammaR		2,30
qRd	t/mq	7

Il valore del carico limite così ottenuto deve essere sottoposto alla verifica dei cedimenti indotti dallo stesso, per tale analisi è stata utilizzato il metodo di Burland e Burbidge, la formula è la seguente:

$$s = f_s \cdot f_H \cdot f_t \cdot [\sigma'_{vo} \cdot B^{0.7} \cdot I_c / 3 + (q' - \sigma'_{vo}) \cdot B^{0.7} \cdot I_c]$$

nella quale:

- ✓ q' = pressione efficace lorda, espressa in KPa;
- ✓ σ'_{vo} = tensione verticale efficace agente alla quota imposta della fondazione, espressa in KPa;
- ✓ B = larghezza della fondazione, espressa in m;
- ✓ I_c = indice di compressibilità;
- ✓ f_s, f_H, f_t = fattori correttivi che tengono conto rispettivamente della forma, dello spessore dello strato compressibile e della componente viscosa dei cedimenti

METODO D.M. 17/01/2018 VERIFICA CEDIMENTI (PROVA P1)

Dimensioni fondazione (m)	Tipo di fondazione	Piano posa fondazione (m) da P.C.	Carico limite (Kg/cm ²)	Carico ammissibile (Kg/cm ²)	Cedimento stimato (mm)	Carico da utilizzare (Kg/cm ²)	Cedimento massimo atteso (mm)
1.50 m (b) x 1.50 m (l)	Plinto quadrato	-1.00 m da P.C.	1,70	0,70	$s_i = 18,00$ $s_t = 27,20$	0,60	$s_i = 12,00$ $s_t = 22,60$
1.00 m (b) x 20.00 m (l)	Trave rovescia	-1.00 m da P.C.	1,70	0,70	$s_i = 17,60$ $s_t = 26,80$	0,60	$s_i = 15,00$ $s_t = 22,60$

METODO D.M. 17/01/2018 VERIFICA CEDIMENTI (PROVA P2)

Dimensioni fondazione (m)	Tipo di fondazione	Piano posa fondazione (m) da P.C.	Carico limite (Kg/cm ²)	Carico ammissibile (Kg/cm ²)	Cedimento stimato (mm)	Carico da utilizzare (Kg/cm ²)	Cedimento massimo atteso (mm)
1.50 m (b) x 1.50 m (l)	Plinto quadrato	-1.00 m da P.C.	1,70	0,70	$s_i = 16,60$ $s_t = 25,40$	0,60	$s_i = 13,80$ $s_t = 21,20$
1.00 m (b) x 20.00 m (l)	Trave rovescia	-1.00 m da P.C.	1,70	0,70	$s_i = 22,20$ $s_t = 33,20$	0,60	$s_i = 18,60$ $s_t = 27,00$

Q_{lim} = capacità portante limite

Q_{am} = capacità portante ammissibile

$F_s = Q_{lim} / Q_{am} = 2.30$

s_i = cedimento immediato

s_t = cedimento a 30 anni dall'esecuzione dell'opera

6. CRITERI DI ESCLUSIONE PER LA VERIFICA ALLA STABILITA' DEI TERRENI NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE

Con il fenomeno della liquefazione si intende la perdita di resistenza al taglio o l'accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da un'azione sismica ciclica in condizioni non drenate.

La sismicità dell'area è stata determinata con programma domus sismi, in dettaglio si è calcolata un'accelerazione massima al bedrock a_g pari a 0,04g per tempo di ritorno di 475 anni (Stati limite di salvaguardia della vita). Pertanto essendo l'accelerazione massima attesa a_g inferiore a 0,1g la verifica nei confronti della liquefazione non è stata eseguita.

7. CONCLUSIONI

Il progetto prevede fabbricato ricovero mezzi agricoli.

L'indagine ha evidenziato la presenza di uno strato superficiale di terreno di riporto (spessore 0.30 m) alla cui base si rileva un orizzonte con grado di addensamento molto sciolto/sciolto fino a 4.80 m (prova P1)/ 3.90 m (prova P2), più in profondità si riscontra un orizzonte addensato (Prova P1- 4.80-5.10 m) o con grado di addensamento medio (Prova P2 3.90-5.70 m),

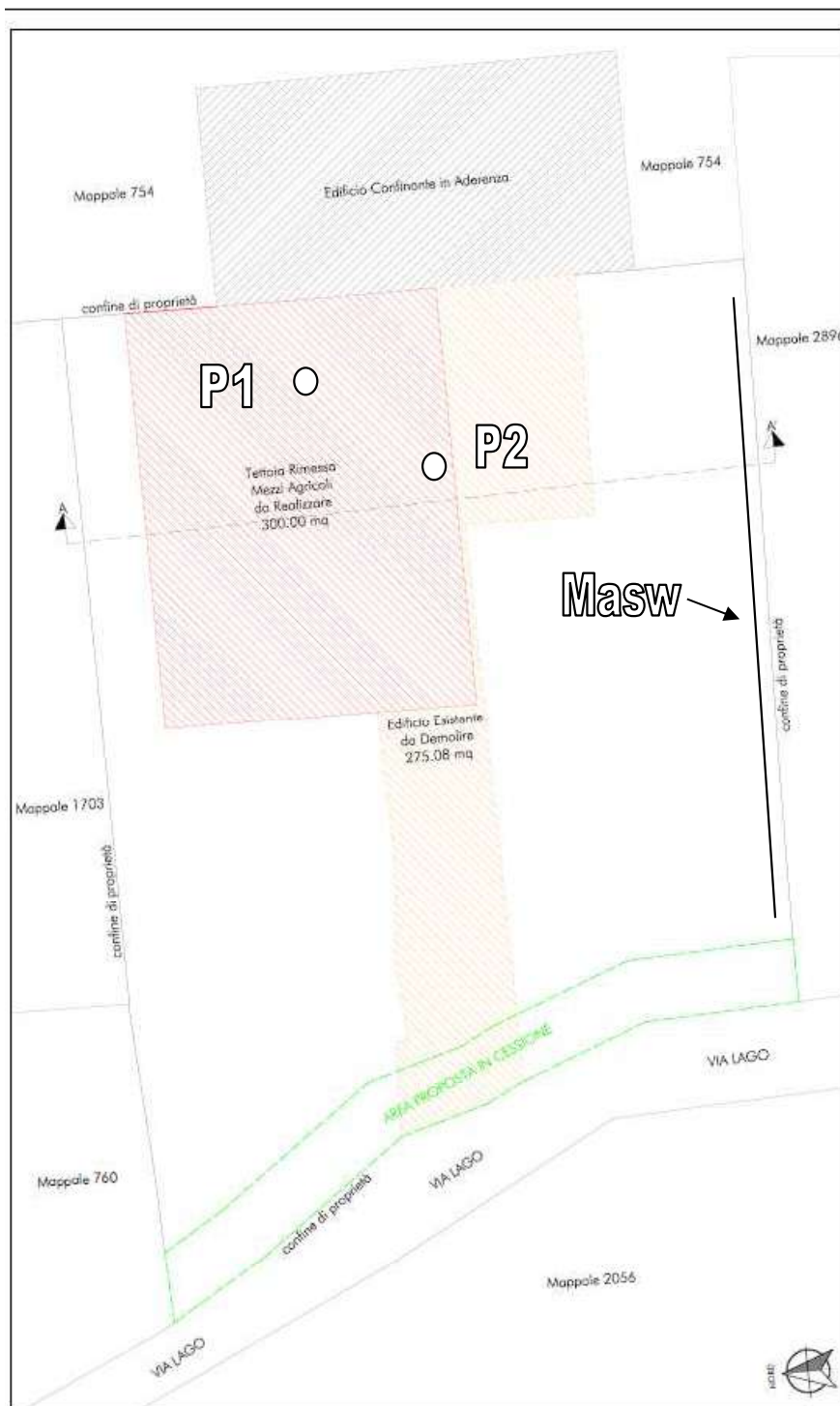
Prescrizioni:

- precedere quota imposta fondazioni dal costipamento tramite mezzi d'opera del fondo scavo e dalla gettata di uno strato di magrone;
- collegare i plinti con travi rovesce per limitare i cedimenti differenziali.

Dott. Geol. De Ambrogio Giovanni



Giovanni De Ambrogio

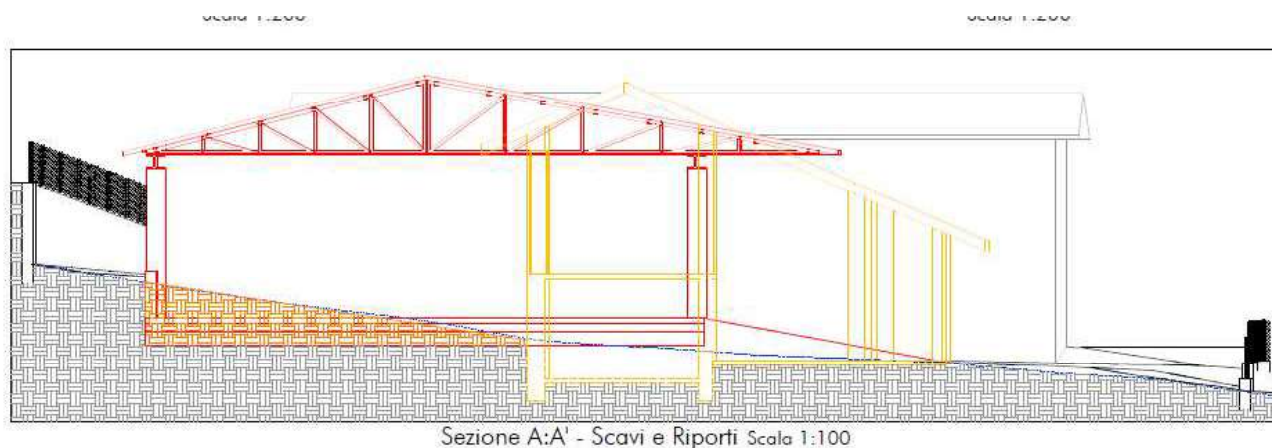


Planimetria Generale - in Confronto
Scala 1:200

P ○ Prova penetrometrica dinamica scpt

—— Masw

Allegato n° 1: Ubicazione punti indagine



Allegato n° 2: Sezione di progetto



Foto n° 1: Documentazione fotografica indagine

PROVA

PENETROMETRICA

DINAMICA

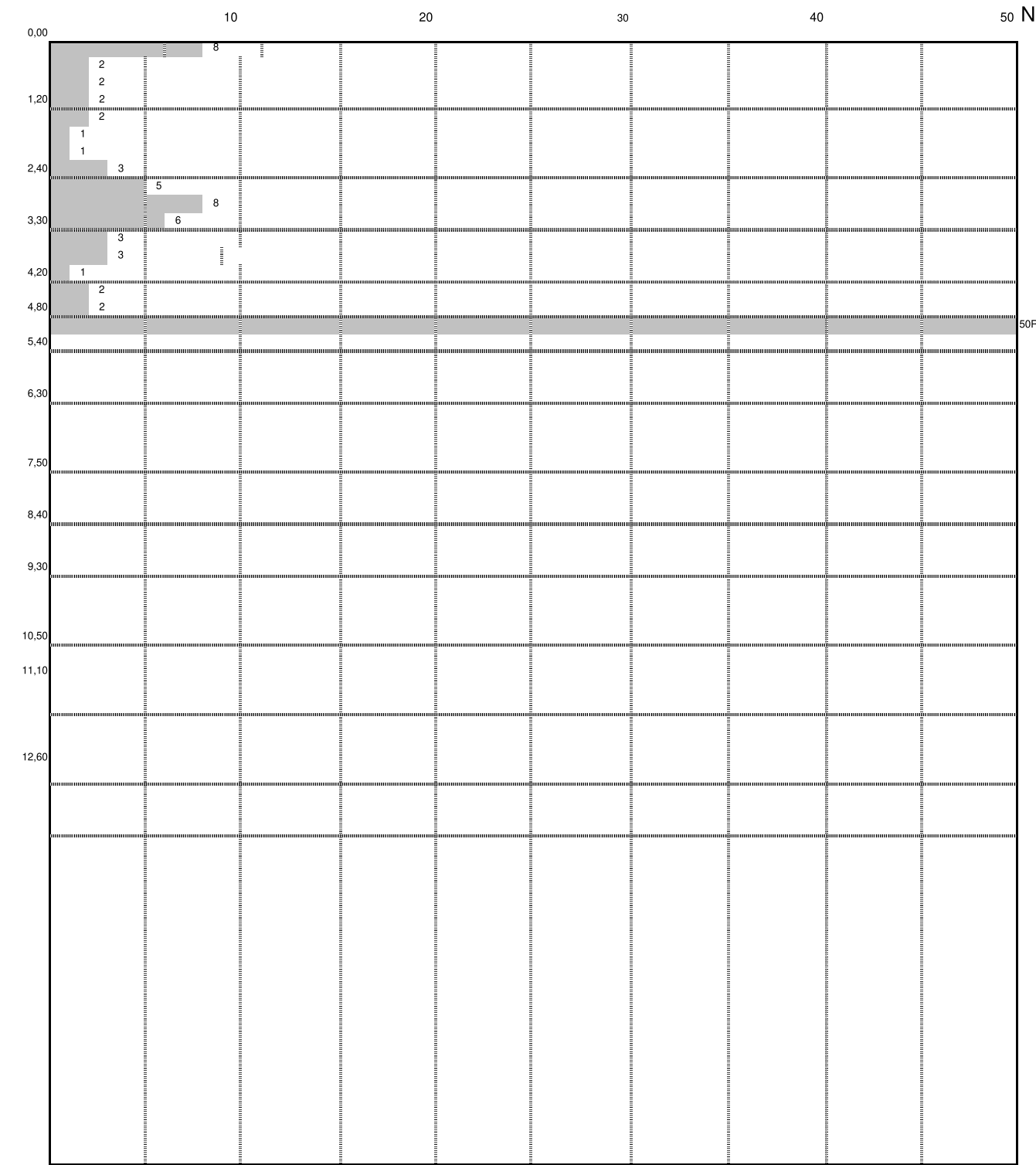
n° 1

Committente Martignoni Srl

Data 18 Dicembre 2024

Località Via Lago n° 37, Besozzo

Quota inizio P.C.



Z= Profondità in m Punta Conica $\Phi=50,5\text{mm}$ Resistenza alla punta R_p ----- Maglio Battente 63,5 Kg
N= Numero di colpi Rivestimento $\Phi=48\text{ mm}$ Resistenza laterale R_l - - - - Altezza Caduta 75 cm

Martignoni Srl

ANALISI PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE [SCPT]

Committente: Martignoni Srl
Località: Via Lago 37 Besozzo
Lavoro: Indagine geologica
Data: 18 Dicembre 2024

Data elaborazione: 12-19-2024

Prova penetrometrica n. 1

Dati del Penetrometro:

Penetrometro tipo DPSH-Emilia

Peso del Maglio = 63,5 Kg
Altezza di caduta = 75 cm

VALORI MISURATI E CALCOLATI DI N

z (m)	N	Nst	Nc	Ns	Nr
0,3	8	8	8	14	0
0,6	2	2	2	4	0
0,9	2	2	2	4	0
1,2	2	2	2	4	0
1,5	2	2	2	4	0
1,8	1	1	1	2	0
2,1	1	1	1	2	0
2,4	3	3	3	5	0
2,7	5	5	5	9	0
3,0	8	8	8	11	0
3,3	6	6	6	11	0
3,6	3	3	3	5	0
3,9	3	3	3	5	0
4,2	1	1	1	2	0
4,5	2	2	2	4	0
4,8	2	2	2	4	0
5,1	50	50	46	60	0

N = numero colpi originale
Nst = numero colpi standardizzato
Nc = N corretto per Bazaraa.
Ns = N smussato statisticamente.
Nr = numero colpi del rivestimento.

E' stata applicata la correzione proposta da Tissoni.

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE (indicative)

z	gamma	phi	Dr	E	G	k
0,3	17,2	31	27,0	26,2	84,8	2,8
0,6	14,7	23	17,8	14,0	36,2	0,8
0,9	14,7	23	19,8	14,0	36,2	0,8
1,2	14,7	23	21,4	14,0	36,2	0,8
1,5	14,7	23	22,7	14,0	36,2	0,8
1,8	14,2	20	17,1	9,9	22,6	0,4
2,1	14,2	20	17,8	9,9	22,6	0,4
2,4	15,1	24	28,5	15,7	42,1	1,0
2,7	16,0	27	38,9	21,0	62,8	1,8
3,0	17,2	30	44,1	23,2	72,0	2,2
3,3	16,4	30	45,2	23,2	72,0	2,2
3,6	15,1	24	31,7	15,7	42,1	1,0
3,9	15,1	24	32,4	15,7	42,1	1,0
4,2	14,2	20	21,3	9,9	22,6	0,4
4,5	14,7	23	30,2	14,0	36,2	0,8
4,8	14,7	23	30,7	14,0	36,2	0,8
5,1	21,0	45	100,0	63,0	279,9	13,1

z = Profondità (m)

gamma = Peso di volume (kN/mc)

phi = Angolo d'Attrito (°)

Dr = Densità Relativa (%)

E = Modulo di Deformabilità (MPa)

G = Modulo di Taglio (MPa)

k = Coefficiente di Winkler (Kg/cmc)

PROVA

PENETROMETRICA

DINAMICA

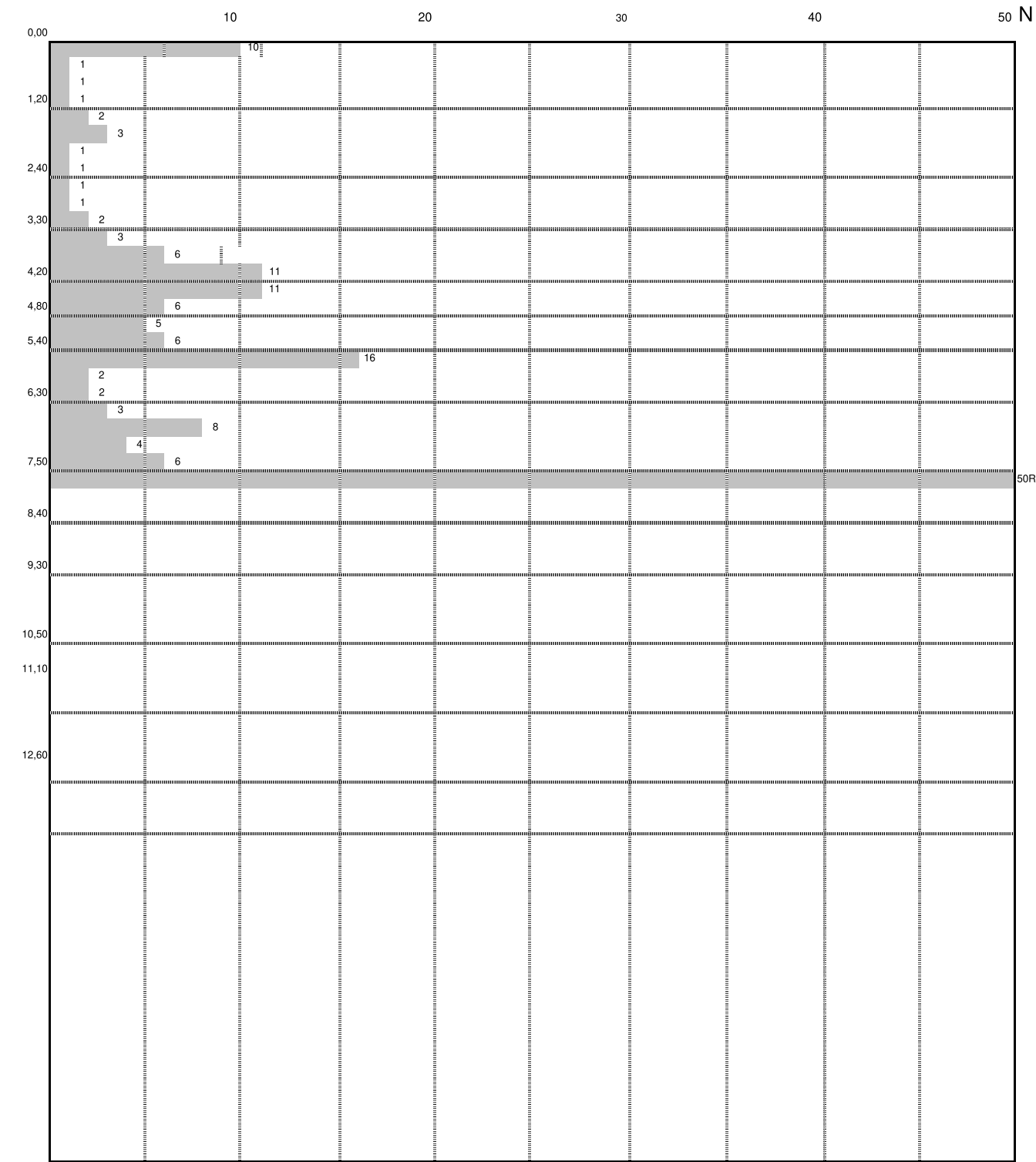
n° 2

Committente Martignoni Srl

Data 18 Dicembre 2024

Località Via Lago n° 37, Besozzo

Quota inizio P.C.



Z

Z= Profondità in m
N= Numero di colpi

Punta Conica $\Phi=50,5\text{mm}$
Rivestimento $\Phi=48\text{ mm}$

Resistenza alla punta Rp ----- Maglio Battente 63,5 Kg
Resistenza laterale Rl ---- Altezza Caduta 75 cm

Martignoni Srl

ANALISI PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE [SCPT]

Committente: Martignoni Srl
Località: Via Lago 37 Besozzo
Lavoro: Indagine geologica
Data: 18 Dicembre 2024

Data elaborazione: 12-19-2024

Prova penetrometrica n. 2

Dati del Penetrometro:

Penetrometro tipo DPSH-Emilia

Peso del Maglio = 63,5 Kg
Altezza di caduta = 75 cm

VALORI MISURATI E CALCOLATI DI N

z (m)	N	Nst	Nc	Ns	Nr
0,3	10	10	10	18	0
0,6	1	1	1	2	0
0,9	1	1	1	2	0
1,2	1	1	1	2	0
1,5	2	2	2	4	0
1,8	3	3	3	4	0
2,1	1	1	1	2	0
2,4	1	1	1	2	0
2,7	1	1	1	2	0
3,0	1	1	1	2	0
3,3	2	2	2	4	0
3,6	3	3	3	5	0
3,9	6	6	6	11	0
4,2	11	11	11	19	0
4,5	11	11	11	19	0
4,8	6	6	6	11	0
5,1	5	5	5	9	0
5,4	6	6	6	11	0
5,7	16	16	15	26	0
6,0	2	2	2	4	0
6,3	2	2	2	4	0
6,6	3	3	3	5	0
6,9	8	8	7	7	0
7,2	4	4	4	7	0
7,5	6	6	5	9	0
7,8	50	50	41	60	0

N = numero colpi originale
Nst = numero colpi standardizzato
Nc = N corretto per Bazaraa.
Ns = N smussato statisticamente.
Nr = numero colpi del rivestimento.

E' stata applicata la correzione proposta da Tissoni.

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE (indicative)

z	gamma	phi	Dr	E	G	k
0,3	17,9	32	30,7	29,7	100,6	3,7
0,6	14,2	20	12,9	9,9	22,6	0,4
0,9	14,2	20	14,3	9,9	22,6	0,4
1,2	14,2	20	15,4	9,9	22,6	0,4
1,5	14,7	23	22,8	14,0	36,2	0,8
1,8	15,1	23	23,9	14,0	36,2	0,8
2,1	14,2	20	17,9	9,9	22,6	0,4
2,4	14,2	20	18,5	9,9	22,6	0,4
2,7	14,2	20	19,1	9,9	22,6	0,4
3,0	14,2	20	19,6	9,9	22,6	0,4
3,3	14,7	23	28,0	14,0	36,2	0,8
3,6	15,1	24	31,9	15,7	42,1	1,0
3,9	16,4	30	47,5	23,2	72,0	2,2
4,2	18,2	33	62,9	30,5	104,4	3,9
4,5	18,2	33	64,0	30,5	104,4	3,9
4,8	16,4	30	50,1	23,2	72,0	2,2
5,1	16,0	27	46,3	21,0	62,8	1,8
5,4	16,4	30	51,7	23,2	72,0	2,2
5,7	19,6	35	79,1	35,7	129,2	5,4
6,0	14,7	23	32,8	14,0	36,2	0,8
6,3	14,7	23	33,2	14,0	36,2	0,8
6,6	15,1	24	36,5	15,7	42,1	1,0
6,9	17,2	25	42,4	18,5	53,0	1,4
7,2	15,6	25	41,9	18,5	53,0	1,4
7,5	16,4	27	46,7	21,0	62,8	1,8
7,8	21,0	45	100,0	59,4	258,3	13,1

z = Profondità (m)

gamma = Peso di volume (kN/mc)

phi = Angolo d'Attrito (°)

Dr = Densità Relativa (%)

E = Modulo di Deformabilità (MPa)

G = Modulo di Taglio (MPa)

k = Coefficiente di Winkler (Kg/cmc)