

LARIO RETI HOLDING S.P.A.

**VENDROGNO (LC)
LOC. CAMAGGIORE**

**Relazione Geologica
Indagine geognostica
Caratterizzazione e modellazione geotecnica**

REVISIONE N° 00

DATA DI EMISSIONE: 25/08/2021

REDATTA DA: dott. A. Freddo geologo



APPROVATA DA: dott. E. Fornasiero ingegnere
Direttore Tecnico



LARIO RETI HOLDING S.P.A.

**VENDROGNO (LC)
LOC. CAMAGGIORE**

**INDAGINE GEOGNOSTICA PER LA POSA DI UN
IMPIANTO DI POTABILIZZAZIONE**

**RELAZIONE GEOLOGICA
INDAGINE GEOGNOSTICA
CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA**

INDICE

1. INTRODUZIONE
2. ASSETTO GEOLOGICO – GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO E IDROGRAFIA DI SUPERFICIE
3. LIMITAZIONI ALL'EDIFICAZIONE
4. INDAGINE GEOGNOSTICA
 - 4.1 Prove penetrometriche dinamiche continue DPSH
 - 4.2 Posa del piezometro
5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA
 - 5.1 Classificazione sismica e topografica
 - 5.2 Prospezione sismica a rifrazione MASW
 - 5.3 Analisi del rischio sismico – Risposta sismica locale
 - 5.4 Parametri sismici
 - 5.5 Potenziale di liquefazione
6. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA

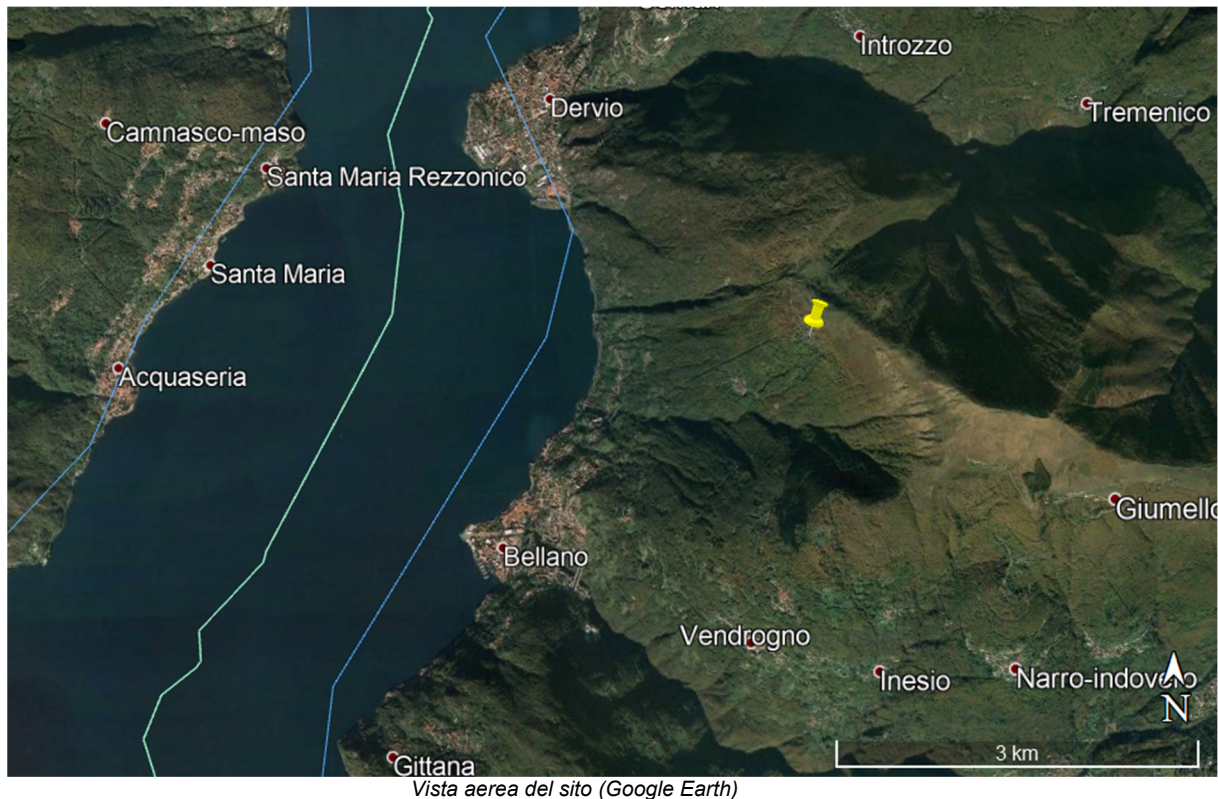
TAVOLE TECNICHE

N° 1 FOGLIO PLANIMETRICO

N° 5 FOGLI INTERPRETATIVI DELLE PROVE DPSH

1. INTRODUZIONE

Su incarico di **Lario Reti Holding S.p.A.**, nella presente relazione si riportano i risultati ottenuti dall'indagine geognostica eseguita in Comune di Vendrogno (LC) in località Camaggiore, in corrispondenza dei terreni sui quali è prevista la posa di un impianto di potabilizzazione per la rete di Bellano.

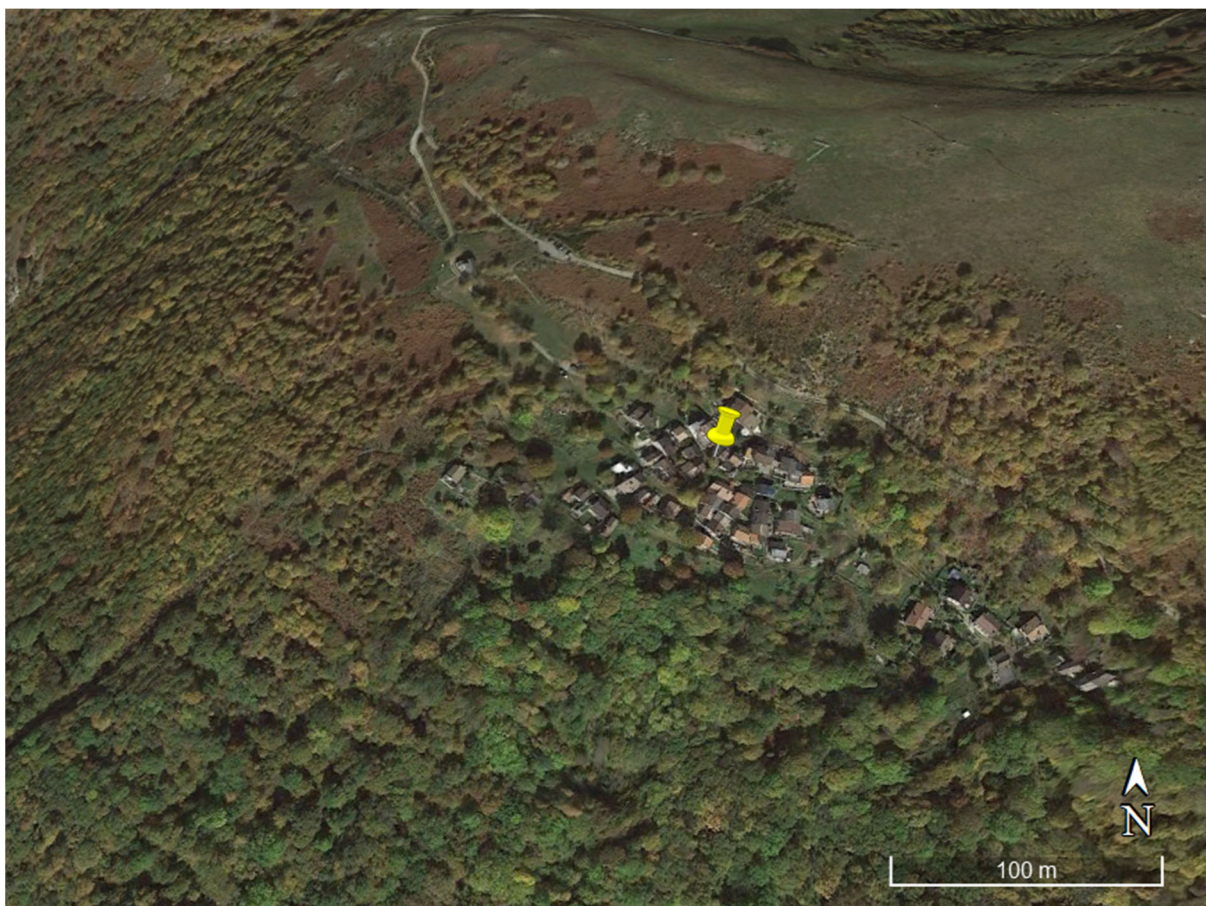


Vista aerea del sito (Google Earth)

Finalità dell'indagine è l'individuazione del modello geotecnico rappresentativo del sottosuolo, a tale scopo sono state eseguite:

- N°5 prove penetrometriche dinamiche continue DPSH con posa di piezometro nel foro della prova;
- N° 2 prospezioni sismiche a rifrazione MASW.

La presente relazione è stata redatta in conformità a quanto previsto dalle "Norme tecniche per le costruzioni" D.M. 17/01/2018, pubblicato nella G.U. del 20/02/2018, n°.42. La normativa di riferimento viene integrata con D.G.R. Lombardia IX 2616/2011 e Circolare n. 1 del 24/02/2017 Regione Lombardia.



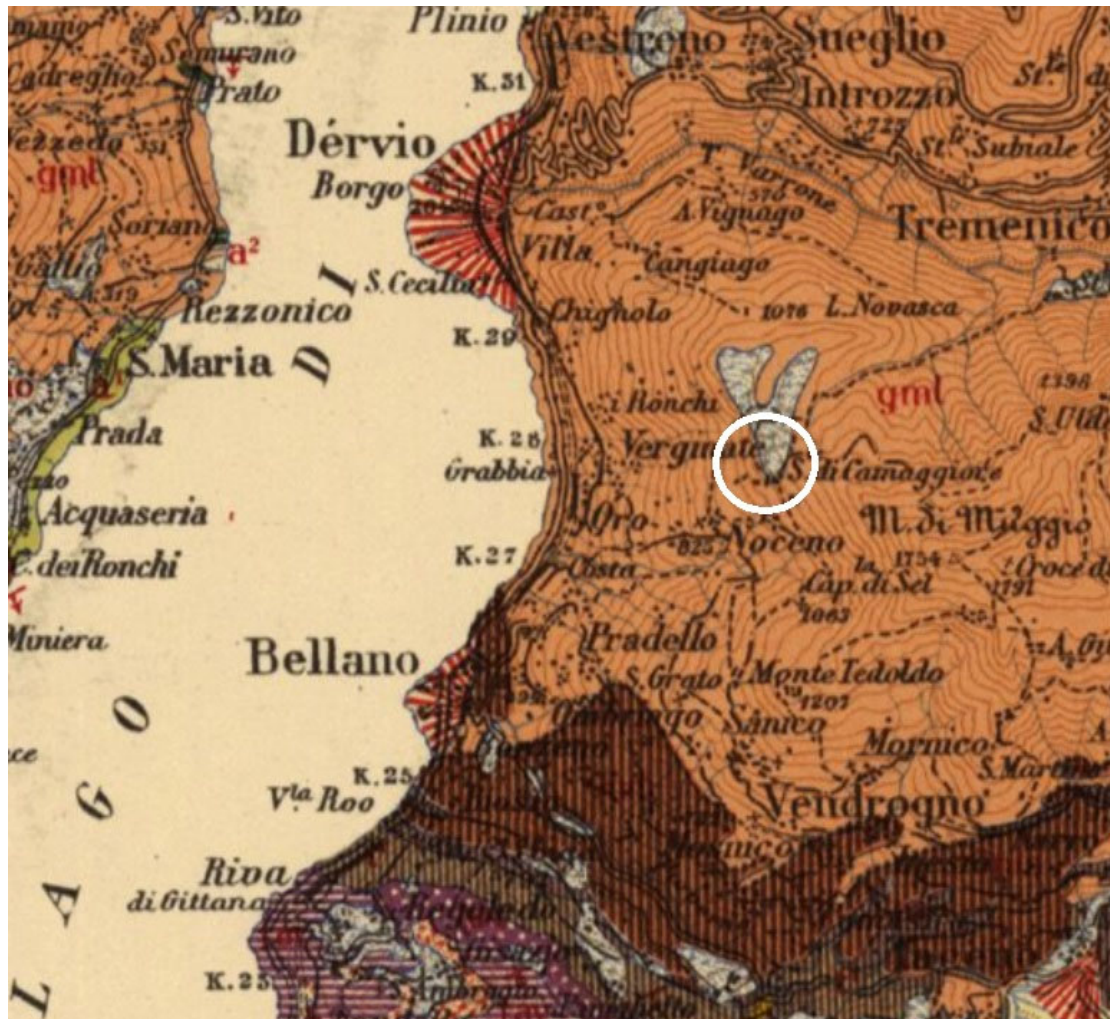
Ortofoto con individuazione dell'area d'indagine (Google Earth)

2. ASSETTO GEOLOGICO – GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO E IDROGRAFIA DI SUPERFICIE

L'area indagata ricade nel foglio 17 “Chiavenna” della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, nel foglio 54 “Menaggio” della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50000 e viene utilizzata anche la Carta Geologica della Provincia di Lecco alla scala 1:50.000. Il sito d'indagine rientra in una zona montana di scarsa urbanizzazione e antropizzazione del paesaggio e dei terreni situata sulle pendici occidentali del Monte Muggio, sulla sponda Est del Lago di Como.

Dal punto di vista geologico il settore alpino di studio corrisponde all'Anticlinale Orobica, il più occidentale di quattro anticlinali disposti en échelon che in tutta la Lombardia si collocano al passaggio tra il Basamento Sudalpino e le coperture sedimentarie. Si tratta di paragneiss e micascisti a quarzo, feldspati, biotite, clorite e muscovite, che includono rari relitti di cianite e possono essere interpretati come i

prodotti di un metamorfismo barroviario, seguito da retrocessione nella facies degli scisti verdi. Il substrato roccioso è ammantato da coltri di depositi di versante e glaciali di spessore generalmente modesto. I versanti sono acclivi ma ben modellati.



Estratto dal Foglio 17 "Chiavenna" della Carta Geologica d'Italia 1:100.000

LEGENDA

	Micascisti e gneiss		Detrito morenico
---	---------------------	---	------------------

L'area di studio risulta ubicata sulla sommità di un versante fortemente acclive che presenta fenomeni franosi quiescenti (Frana di Noceno), l'area interessata dalla frana risulta di grandi dimensioni areali ma non include tutto il settore analizzato. Una porzione di territorio risulta ubicato in un canalone a rischio valanghe.

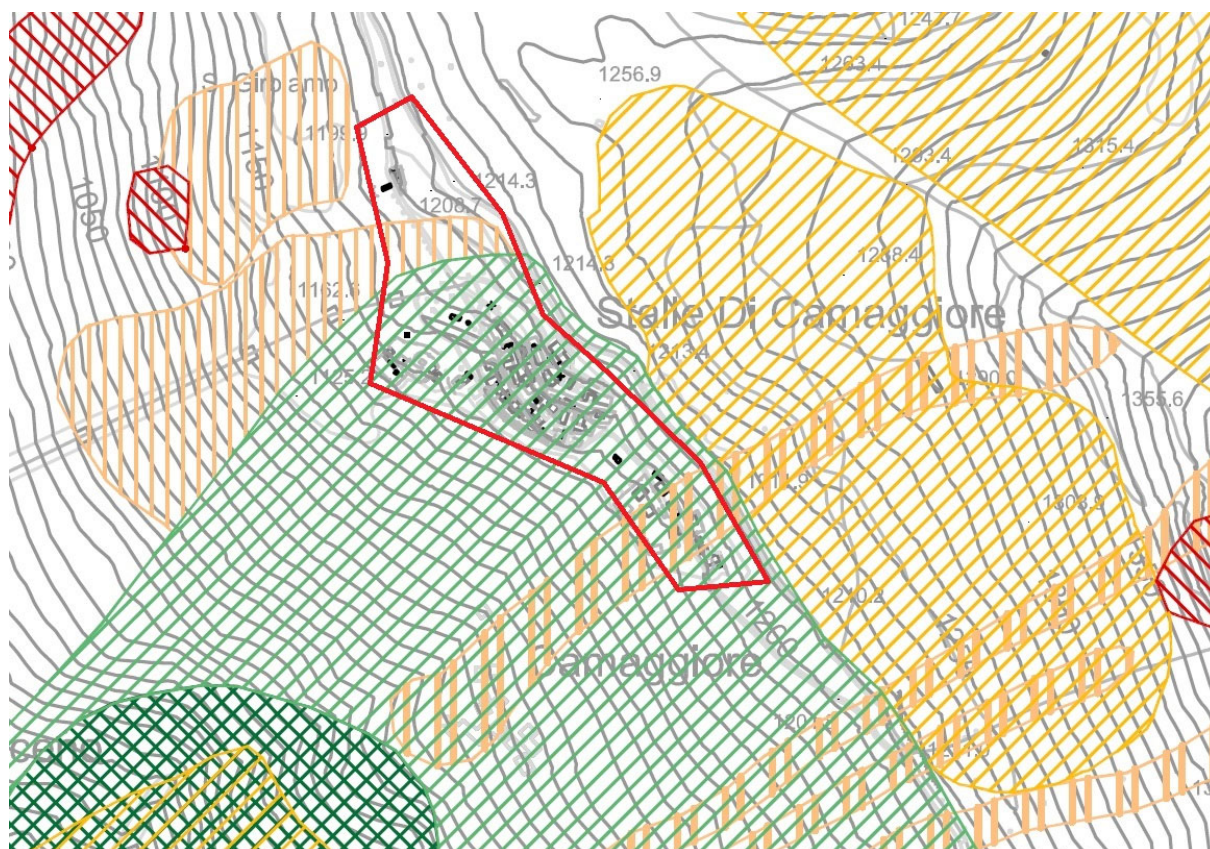
Sono stati analizzati:

- il Piano del Governo del Territorio del Comune di Vendrognio;
- il Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Lecco;
- il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del fiume Po;

- il Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) del distretto del Po;





Dallo studio delle tavole allegate ai Piani soprariportati si deduce che:

- l'area ricade in Classe 3 – Sottoclasse 3B - Fattibilità con consistenti limitazioni - Area vulnerabile dal punto di vista idrogeologico;
- l'area ricade in zona di pericolosità sismica locale “Z1b – Area di frana quiescente”;
- l'area ricade in zona di pericolosità sismica locale “Z4b – Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale”;
- alcuni punti sono inseriti in aree a pericolosità media o moderata per rischio valanghe.



Estratto dalla “Carta del dissesto” del PGT del Comune di Vendrogno.

LEGENDA

	Area di frana quiescente		Area di frana stabilizzata
	Area a rischio idrogeologico Zona2		Area a rischio valanghe

3. LIMITAZIONI ALL'EDIFICAZIONE

Dall'analisi delle tavole e delle norme tecniche di cui al punto 2 risulta che esistono limitazioni relative agli interventi di progetto:

- presenza di zone a rischio frana
- presenza di zone a rischio valanga

Per quanto sopra gli interventi proposti, migliorativi per l'area di intervento, non dovranno comportare incrementi del rischio per le aree adiacenti, si dovranno prevedere edificazioni per quanto possibile in aderenza al profilo del pendio, allo scopo di non alterarne le condizioni statiche, soprattutto attraverso il contenimento degli interventi di scavo e di scalzamento al piede.

Perciò si consiglia di realizzare gli interventi di maggiori dimensioni nell'area più settentrionale, al di fuori della zona in frana quiescente, e quindi nei pressi della prova eseguita DPSH5.

4. INDAGINE GEOGNOSTICA

Sono state eseguite N° 5 prove penetrometriche dinamiche continue DPSH, spinte alla profondità prevista.

L'ubicazione delle prove, come riportato nella planimetria allegata, è stata scelta in accordo con la committente e compatibilmente alle effettive possibilità di accesso ai punti d'indagine.

4.1 Prova penetrometrica dinamica continua DPSH

La prova penetrometrica dinamica continua DPSH "Dynamic Probing Super Heavy" consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi δ) misurando il numero di colpi N necessari.

L'elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La prova penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M
- altezza libera caduta H
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura α)
- avanzamento (penetrazione) δ
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Caratteristiche Tecniche-Strumentali

Sonda:	Geo DeepDrill DPSH73SM
Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Diametro punta conica	50 mm
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6,31 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,30 m
Avanzamento punta	0,30 m
Numero colpi per punta	N(30)
Coeff. Correlazione	1,472
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90°

CORRELAZIONI GEOTECNICHE

Con l'impiego del software GEOSTRU Dynamic Probing e scegliendo il tipo di interpretazione litologica si ottiene la interpretazione stratigrafica per ogni punto di lettura eseguito. Successivamente il sottosuolo viene raffigurato in strati omogenei aventi valori di resistenza alla punta dello stesso ordine di grandezza.

Di seguito vengono riportate le tabelle relative alla prova eseguita con i valori di input ed i parametri geotecnici ricavati.

PROVA DPSH 1

Committente: LARIO RETI HOLDING SPA
 Strumento utilizzato: Geo DeepDrill DPSH73SM
 Prova eseguita in data: 06/08/2021
 Profondità prova: 1,80 mt
 Località: Bellano (LC), loc. Camaggiore

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.30	5	0.853	2.69	3.15	134.40	157.62
0.60	7	0.847	3.74	4.41	186.90	220.66
0.90	6	0.842	3.18	3.78	159.17	189.14
1.20	10	0.836	4.87	5.83	243.59	291.28
1.50	12	0.831	5.81	6.99	290.54	349.54
1.80	50	0.626	18.24	29.13	912.20	1456.42

STIMA SUCCESSIONE STRATIGRAFICA

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1.5	8	4.83	Incoerente	13.16	1.47	11.76	Limo sabbioso con ghiaia
1.8	50	-	-	-	-	-	Rifiuto strumentale

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Limo sabbioso con ghiaia	11.76	0.00-1.50	11.76	Meyerhof 1957	78.8

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Limo sabbioso con ghiaia	11.76	0.00-1.50	11.76	Meyerhof (1965)	28.4

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) Limo sabbioso con ghiaia	11.76	0.00-1.50	11.76	Schmertmann (1978) Limi	10.0

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Limo sabbioso con ghiaia	11.76	0.00-1.50	11.76	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
Strato (1) Limo sabbioso con ghiaia	11.76	0.00-1.50	11.76	Terzaghi-Peck 1948	17.7

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m³)
Strato (1) Limo sabbioso con ghiaia	11.76	0.00-1.50	11.76	Terzaghi-Peck 1948	19.0

PROVA DPSH 2

Committente: LARIO RETI HOLDING SPA

Strumento utilizzato: Geo DeepDrill DPSH73SM

Prova eseguita in data: 06/08/2021

Profondità prova: 3,30 mt

Località: Bellano (LC), loc. Camaggiore

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.30	6	0.853	3.23	3.78	161.28	189.14
0.60	13	0.797	6.53	8.20	326.62	409.80
0.90	13	0.792	6.49	8.20	324.37	409.80
1.20	2	0.836	0.97	1.17	48.72	58.26
1.50	5	0.831	2.42	2.91	121.06	145.64
1.80	4	0.826	1.93	2.33	96.28	116.51
2.10	11	0.822	4.89	5.96	244.68	297.79
2.40	11	0.817	4.87	5.96	243.34	297.79
2.70	14	0.763	5.78	7.58	289.11	379.01
3.00	17	0.759	6.98	9.20	349.16	460.22
3.30	50	0.605	15.29	25.29	764.53	1264.33

STIMA SUCCESSIONE STRATIGRAFICA

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
0.9	10.67	6.73	Incoerente	8.38	1.47	15.68	Sabbia ghiaiosa
1.8	3.67	2.14	Incoerente	23.65	1.47	5.39	Limo sabbioso
3	13.25	7.18	Incoerente	42.19	1.47	19.48	Sabbia ghiaiosa
3.3	50	-	-	-	-	-	Rifiuto strumentale

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Sabbia ghiaiosa	15.68	0.00-0.90	15.68	Meyerhof 1957	93.8
Strato (2) Limo sabbioso	5.39	0.90-1.80	5.39	Meyerhof 1957	50.2
Strato (3) Sabbia ghiaiosa	19.48	1.80-3.00	19.48	Meyerhof 1957	87.2

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Sabbia ghiaiosa	15.68	0.00-0.90	15.68	Meyerhof (1965)	31.2
Strato (2) Limo sabbioso	5.39	0.90-1.80	5.39	Meyerhof (1965)	26.6
Strato (3) Sabbia ghiaiosa	19.48	1.80-3.00	19.48	Meyerhof (1965)	32.5

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) Sabbia ghiaiosa	15.68	0.00-0.90	15.68	Schmertmann (1978) Sabbie	20.4
Strato (2) Limo sabbioso	5.39	0.90-1.80	5.39	Schmertmann (1978) Limi	4.6
Strato (3) Sabbia ghiaiosa	19.48	1.80-3.00	19.48	Schmertmann (1978) Sabbie	22.9

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Sabbia ghiaiosa	15.68	0.00-0.90	15.68	Classificazione A.G.I	MODERATAMENT E ADDENSATO
Strato (2) Limo sabbioso	5.39	0.90-1.80	5.39	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (3) Sabbia ghiaiosa	19.48	1.80-3.00	19.48	Classificazione A.G.I	MODERATAMENT E ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
Strato (1) Sabbia ghiaiosa	15.68	0.00-0.90	15.68	Terzaghi-Peck 1948	17.2
Strato (2) Limo sabbioso	5.39	0.90-1.80	5.39	Terzaghi-Peck 1948	17.9
Strato (3) Sabbia ghiaiosa	19.48	1.80-3.00	19.48	Terzaghi-Peck 1948	17.6

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m³)
Strato (1) Sabbia ghiaiosa	15.68	0.00-0.90	15.68	Terzaghi-Peck 1948	19.2
Strato (2) Limo sabbioso	5.39	0.90-1.80	5.39	Terzaghi-Peck 1948	18.5
Strato (3) Sabbia ghiaiosa	19.48	1.80-3.00	19.48	Terzaghi-Peck 1948	19.5

PROVA DPSH 3

Committente: LARIO RETI HOLDING SPA
 Strumento utilizzato: Geo DeepDrill DPSH73SM
 Prova eseguita in data: 06/08/2021
 Profondità prova: 3,90 mt
 Località: Bellano (LC), loc. Camaggiore

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.30	4	0.853	2.15	2.52	107.52	126.09
0.60	9	0.847	4.81	5.67	240.30	283.71
0.90	9	0.842	4.78	5.67	238.75	283.71
1.20	8	0.836	3.90	4.66	194.87	233.03
1.50	6	0.831	2.91	3.50	145.27	174.77
1.80	5	0.826	2.41	2.91	120.35	145.64
2.10	5	0.822	2.22	2.71	111.22	135.36
2.40	5	0.817	2.21	2.71	110.61	135.36
2.70	7	0.813	3.08	3.79	154.03	189.50
3.00	11	0.809	4.82	5.96	240.82	297.79
3.30	20	0.755	7.63	10.11	381.67	505.73
3.60	20	0.751	7.59	10.11	379.74	505.73
3.90	50	0.597	15.10	25.29	755.07	1264.33

STIMA SUCCESSIONE STRATIGRAFICA

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
2.7	6.44	3.79	Incoerente	22.64	1.47	9.47	Limo sabbioso con ghiaia
3.6	17	8.73	Incoerente	54.46	1.47	24.99	Sabbia ghiaiosa
3.9	50	-	-	-	-	-	Rifiuto strumentale

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Limo sabbioso con ghiaia	9.47	0.00-2.70	9.47	Meyerhof 1957	67.0
Strato (2) Sabbia ghiaiosa	24.99	2.70-3.60	24.99	Meyerhof 1957	94.0

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Limo sabbioso con ghiaia	9.47	0.00-2.70	9.47	Meyerhof (1965)	28.6
Strato (2) Sabbia ghiaiosa	24.99	2.70-3.60	24.99	Meyerhof (1965)	34.2

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) Limo sabbioso con ghiaia	9.47	0.00-2.70	9.47	Schmertmann (1978) Limi	20.4
Strato (2) Sabbia ghiaiosa	24.99	2.70-3.60	24.99	Schmertmann (1978) Sabbie	4.6

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Limo sabbioso con ghiaia	9.47	0.00-2.70	9.47	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Sabbia ghiaiosa	24.99	2.70-3.60	24.99	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
Strato (1) Limo sabbioso con ghiaia	9.47	0.00-2.70	9.47	Terzaghi-Peck 1948	17.4
Strato (2) Sabbia ghiaiosa	24.99	2.70-3.60	24.99	Terzaghi-Peck 1948	18.2

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m³)
Strato (1) Limo sabbioso con ghiaia	9.47	0.00-2.70	9.47	Terzaghi-Peck 1948	18.8
Strato (2) Sabbia ghiaiosa	24.99	2.70-3.60	24.99	Terzaghi-Peck 1948	19.9

PROVA DPSH 4

Committente: LARIO RETI HOLDING SPA
 Strumento utilizzato: Geo DeepDrill DPSH73SM
 Prova eseguita in data: 06/08/2021
 Profondità prova: 6,30 mt
 Località: Bellano (LC), loc. Camaggiore

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.30	5	0.853	2.69	3.15	134.40	157.62
0.60	10	0.847	5.34	6.30	267.00	315.23
0.90	7	0.842	3.71	4.41	185.70	220.66
1.20	8	0.836	3.90	4.66	194.87	233.03
1.50	4	0.831	1.94	2.33	96.85	116.51
1.80	6	0.826	2.89	3.50	144.42	174.77
2.10	3	0.822	1.33	1.62	66.73	81.22
2.40	5	0.817	2.21	2.71	110.61	135.36
2.70	4	0.813	1.76	2.17	88.02	108.29
3.00	3	0.809	1.31	1.62	65.68	81.22
3.30	9	0.805	3.66	4.55	183.13	227.58
3.60	10	0.801	4.05	5.06	202.51	252.86
3.90	3	0.797	1.21	1.52	60.48	75.86
4.20	6	0.794	2.26	2.85	112.97	142.33
4.50	14	0.740	4.92	6.64	245.87	332.11
4.80	14	0.737	4.90	6.64	244.80	332.11
5.10	12	0.784	4.20	5.36	210.18	268.08
5.40	24	0.681	7.30	10.72	365.15	536.16
5.70	37	0.628	10.39	16.53	519.26	826.58
6.00	35	0.625	9.78	15.64	489.06	781.90
6.30	50	0.573	12.09	21.11	604.66	1055.50

STIMA SUCCESSIONE STRATIGRAFICA

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
4.2	5.93	3.32	Incoerente	34.8	1.47	8.72	Limo sabbioso con ghiaia
5.1	13.33	6.21	Incoerente	78.38	1.47	19.6	Sabbia ghiaiosa
6	32	14.3	Incoerente	97.0	1.47	47.04	Ghiaia e sabbia
6.3	50	-	-	-	-	-	Rifiuto strumentale

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Limo sabbioso con ghiaia	8.72	0.00-4.20	8.72	Meyerhof 1957	60.38
Strato (2) Sabbia ghiaiosa	19.60	4.20-5.10	19.60	Meyerhof 1957	75.93
Strato (3) Ghiaia e sabbia	47.04	5.10-6.00	47.04	Meyerhof 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Limo sabbioso con ghiaia	8.72	0.00-4.20	8.72	Meyerhof (1965)	28.2
Strato (2) Sabbia ghiaiosa	19.60	4.20-5.10	19.60	Meyerhof (1965)	31.5
Strato (3) Ghiaia e sabbia	47.04	5.10-6.00	47.04	Meyerhof (1965)	35.2

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) Limo sabbioso con ghiaia	8.72	0.00-4.20	8.72	Schmertmann (1978) Limi	7.4
Strato (2) Sabbia ghiaiosa	19.60	4.20-5.10	19.60	Schmertmann (1978) Sabbie	23.1
Strato (3) Ghiaia e sabbia	47.04	5.10-6.00	47.04	Schmertmann (1978) Sabbie	55.4

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Limo sabbioso con ghiaia	8.72	0.00-4.20	8.72	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Sabbia ghiaiosa	19.60	4.20-5.10	19.60	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (3) Ghiaia e sabbia	47.04	5.10-6.00	47.04	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
Strato (1) Limo sabbioso con ghiaia	8.72	0.00-4.20	8.72	Terzaghi-Peck 1948	17.3
Strato (2) Sabbia ghiaiosa	19.60	4.20-5.10	19.60	Terzaghi-Peck 1948	17.6
Strato (3) Ghiaia e sabbia	47.04	5.10-6.00	47.04	Terzaghi-Peck 1948	18.0

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m³)
Strato (1) Limo sabbioso con ghiaia	8.72	0.00-4.20	8.72	Terzaghi-Peck 1948	18.7
Strato (2) Sabbia ghiaiosa	19.60	4.20-5.10	19.60	Terzaghi-Peck 1948	19.5
Strato (3) Ghiaia e sabbia	47.04	5.10-6.00	47.04	Terzaghi-Peck 1948	21.0

PROVA DPSH 5

Committente: LARIO RETI HOLDING SPA
 Strumento utilizzato: Geo DeepDrill DPSH73SM
 Prova eseguita in data: 06/08/2021
 Profondità prova: 2,40 mt
 Località: Bellano (LC), loc. Camaggiore

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.30	7	0.853	3.76	4.41	188.16	220.66
0.60	12	0.847	6.41	7.57	320.40	378.28
0.90	11	0.842	5.84	6.94	291.81	346.76
1.20	9	0.836	4.38	5.24	219.23	262.16
1.50	15	0.781	6.83	8.74	341.33	436.93
1.80	18	0.776	8.14	10.49	407.04	524.31
2.10	29	0.722	11.33	15.70	566.55	785.08
2.40	50	0.617	16.71	27.07	835.36	1353.59

STIMA SUCCESSIONE STRATIGRAFICA

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1.5	10.8	6.58	Incoerente	13.97	1.47	15.88	Limo sabbioso con ghiaia
2.1	23.5	13.09	Incoerente	34.33	1.47	34.55	Sabbia ghiaiosa
2.4	50	-	-	-	-	-	Rifiuto strumentale

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Limo sabbioso con ghiaia	15.88	0.00-1.50	15.88	Meyerhof 1957	91.17
Strato (2) Sabbia ghiaiosa	34.55	1.50-2.10	34.55	Meyerhof 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Limo sabbioso con ghiaia	15.88	0.00-1.50	15.88	Meyerhof (1965)	29.4
Strato (2) Sabbia ghiaiosa	34.55	1.50-2.10	34.55	Meyerhof (1965)	34.2

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (1) Limo sabbioso con ghiaia	15.88	0.00-1.50	15.88	Schmertmann (1978) Limi	13.6
Strato (2) Sabbia ghiaiosa	34.55	1.50-2.10	34.55	Schmertmann (1978) Sabbie	40.6

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Limo sabbioso con ghiaia	15.88	0.00-1.50	15.88	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (2) Sabbia ghiaiosa	34.55	1.50-2.10	34.55	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m ³)
Strato (1) Limo sabbioso con ghiaia	15.88	0.00-1.50	15.88	Terzaghi-Peck 1948	17.2
Strato (2) Sabbia ghiaiosa	34.55	1.50-2.10	34.55	Terzaghi-Peck 1948	17.0

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m ³)
Strato (1) Limo sabbioso con ghiaia	15.88	0.00-1.50	15.88	Terzaghi-Peck 1948	19.3
Strato (2) Sabbia ghiaiosa	34.55	1.50-2.10	34.55	Terzaghi-Peck 1948	20.4

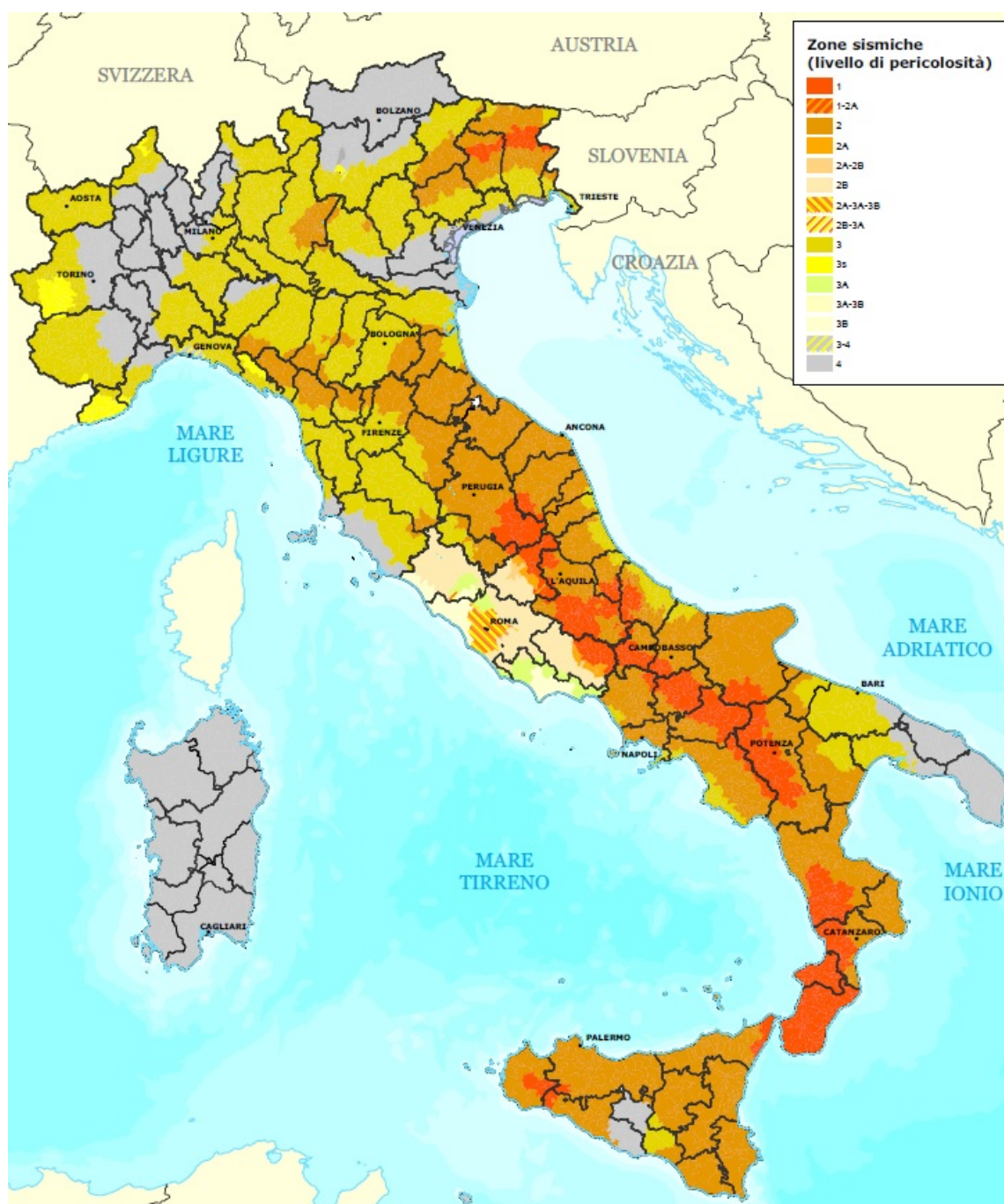
4.2 Posa del piezometro

Il foro della prova penetrometrica DPSH5 è stato attrezzato a piezometro costituito da un tubo in PVC del diametro di 0,5”.

La lettura della falda all'interno del piezometro è stata misurata nei giorni 06/08/2021, 07/08/2021 e 09/08/2021 e in tutte le occasioni il foro è risultato asciutto.

5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA**5.1 Classificazione sismica e topografica**

Nel 2003 sono stati emanati i criteri di nuova classificazione sismica del territorio nazionale, basati sugli studi e le elaborazioni più recenti relative alla pericolosità sismica del territorio, ossia sull'analisi della probabilità che il territorio venga interessato in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni) da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo.



Classificazione sismica al 2015

Attraverso l'OPCM 3274/03 vengono dettati i principi generali sulla base dei quali le Regioni, a cui lo Stato ha delegato l'adozione della classificazione sismica del territorio (Decreto Legislativo n. 112 del 1998 e Decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 2001 - "Testo Unico delle Norme per l'Edilizia"), hanno compilato l'elenco dei comuni con la relativa attribuzione ad una delle quattro zone, a pericolosità decrescente, nelle quali è stato riclassificato il territorio nazionale:

Zona 1 – È la zona più pericolosa. Possono verificarsi fortissimi terremoti.
Zona 2 – In questa zona possono verificarsi forti terremoti.
Zona 3 - In questa zona possono verificarsi forti terremoti ma rari.
Zona 4 – È la zona meno pericolosa. I terremoti sono rari.

Con riferimento alla classificazione sismica più aggiornata, il territorio comunale di Bellano (LC) viene classificato in **Zona 4**.

In funzione delle condizioni topografiche del sito oggetto di intervento, le sollecitazioni sismiche possono subire delle amplificazioni dovute proprio alla topografia dell'area. Secondo le NTC18 vengono individuate le seguenti categorie:

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 $i > 30^\circ$

Categoria topografica dell'area in oggetto: **T3**

5.2 Prospezione sismica a rifrazione MASW

La prova MASW, messa a punto nel 1999 da ricercatori del Kansas Geological Survey (Park C.B. et al. 1999) permette di determinare in modo dettagliato l'andamento della velocità delle onde sismiche di taglio (o onde S) in funzione della profondità attraverso lo studio della propagazione delle onde superficiali di Rayleigh.

Il metodo di indagine MASW si distingue in “attivo” e “passivo”:

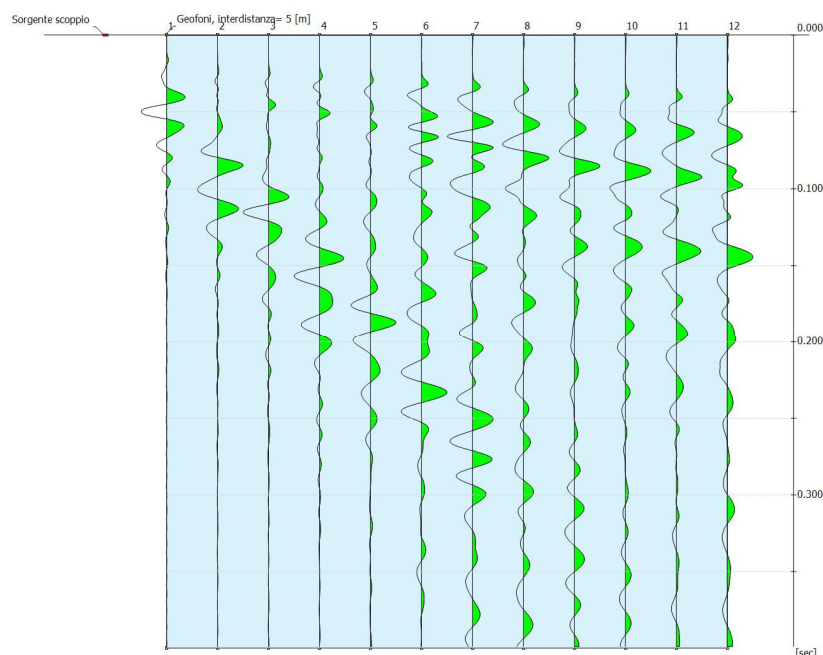
- 1) Nel “metodo attivo” le onde superficiali sono prodotte da una sorgente impulsiva disposta a piano campagna e vengono registrate da uno stendimento lineare composto da numerosi ricevitori posti a breve distanza (distanza intergeofonica).
- 2) Nel “metodo passivo” lo stendimento presenta le stesse caratteristiche geometriche del metodo attivo ma i ricevitori non registrano le onde superficiali prodotte da una sorgente impulsiva, bensì il rumore di fondo (detto anche “microtremori”) prodotto da sorgenti naturali (vento) e antropiche (traffico, attività industriali).

Le due tecniche indagano bande spettrali differenti: mentre il metodo attivo consente di ottenere una curva di dispersione nel range di frequenza compreso tra 10 e 40 Hz e fornisce informazioni sulla parte più superficiale di sottosuolo (fino a circa 20-30 m di profondità in funzione della rigidità del suolo), il metodo passivo consente di determinare una curva di dispersione nella banda di frequenza tra 4 e 20 Hz e fornisce informazioni sugli strati più profondi (generalmente al di sotto dei 30 m).

Per ottenere una buona risoluzione in termini di frequenza, oltre ad utilizzare geofoni da 4,5 Hz, è stato utilizzato un sismografo a 24 bit.

I dati sperimentali, acquisiti in formato SEG-2, sono stati trasferiti su PC e convertiti in un formato compatibile per l'interpretazione attraverso l'utilizzo di uno specifico programma di elaborazione (Geostru Easy-MASW). Tale programma permette di elaborare i dati da noi acquisiti con il metodo "attivo". L'analisi consiste nella trasformazione dei segnali registrati in uno spettro bidimensionale "phase velocity-frequency (c-f)" che analizza l'energia di propagazione delle onde superficiali lungo la linea sismica. Su tale spettro bidimensionale si effettua il "picking" relativo al modo fondamentale delle onde di Rayleigh attraverso cui, tramite un processo di inversione matematica, si ottiene il modello Vs-profondità che meglio approssima i dati sperimentali.

MASW 1



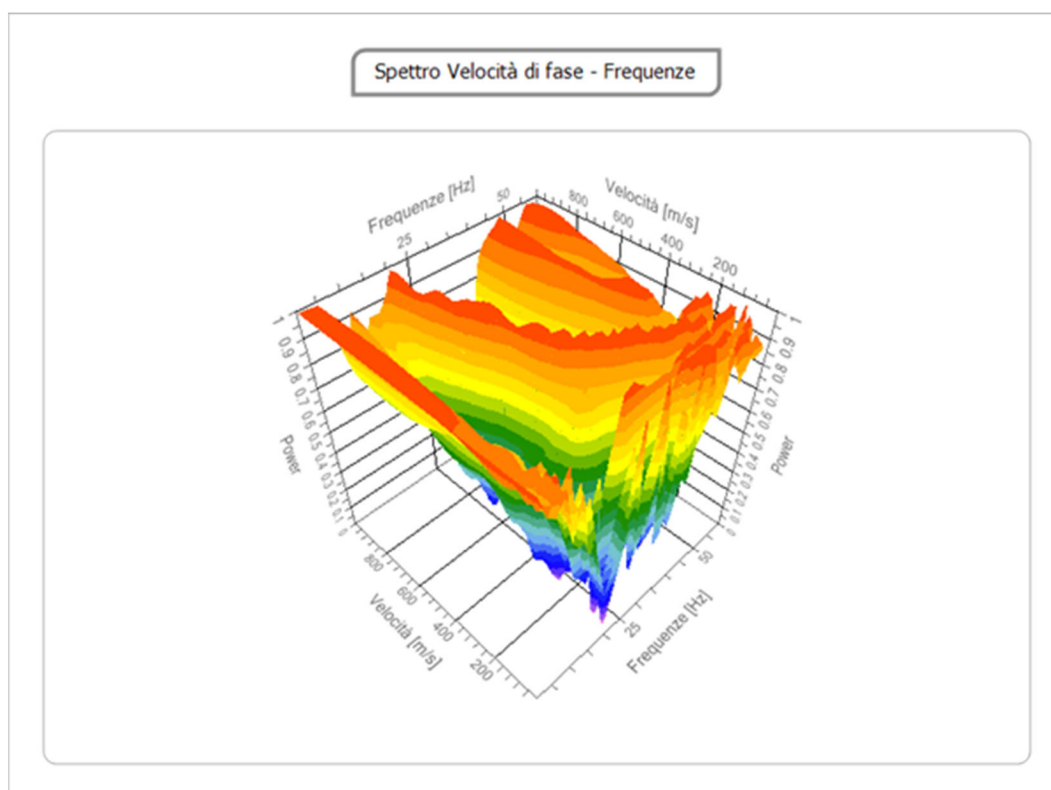
Schema dello stendimento MASW

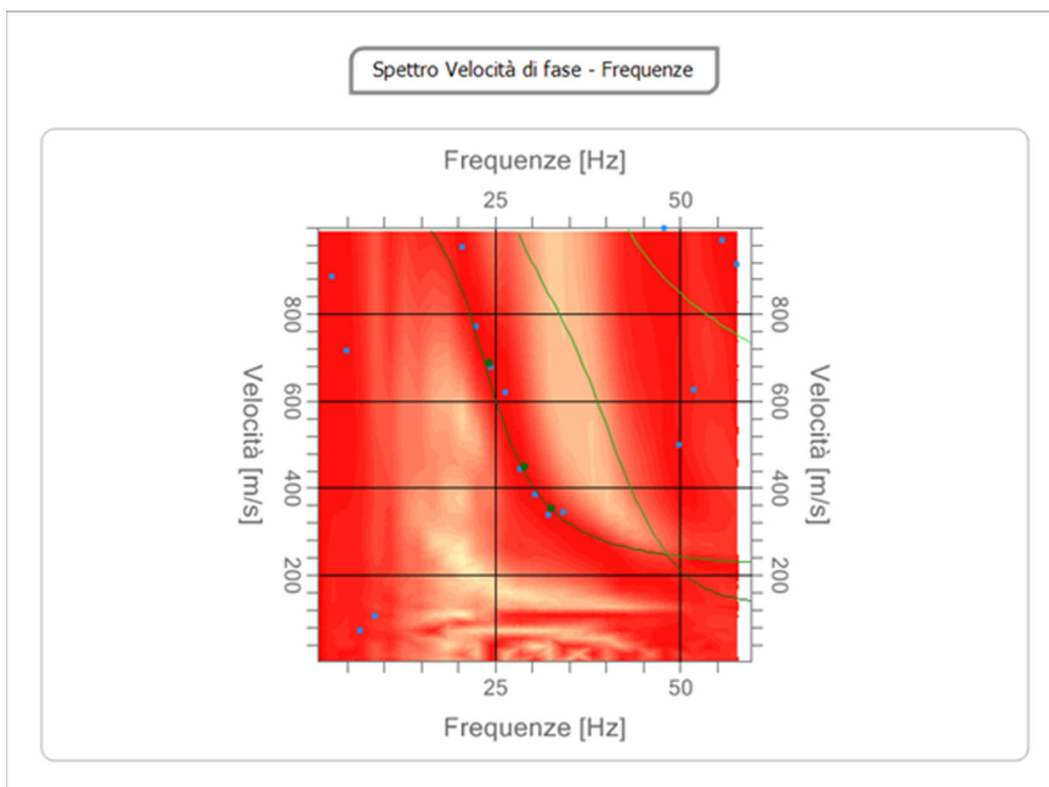
TRACCE Dati di base

N° tracce	12
Durata di acquisizione	400 msec
Interdistanza geofoni	5,0 m
Periodo di campionamento	1,00 msec

Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione	1 Hz
Frequenza massima di elaborazione	60 Hz
Velocità minima di elaborazione	1 m/sec
Velocità massima di elaborazione	1000 m/sec
Intervallo velocità	1 m/sec





Curva di dispersione

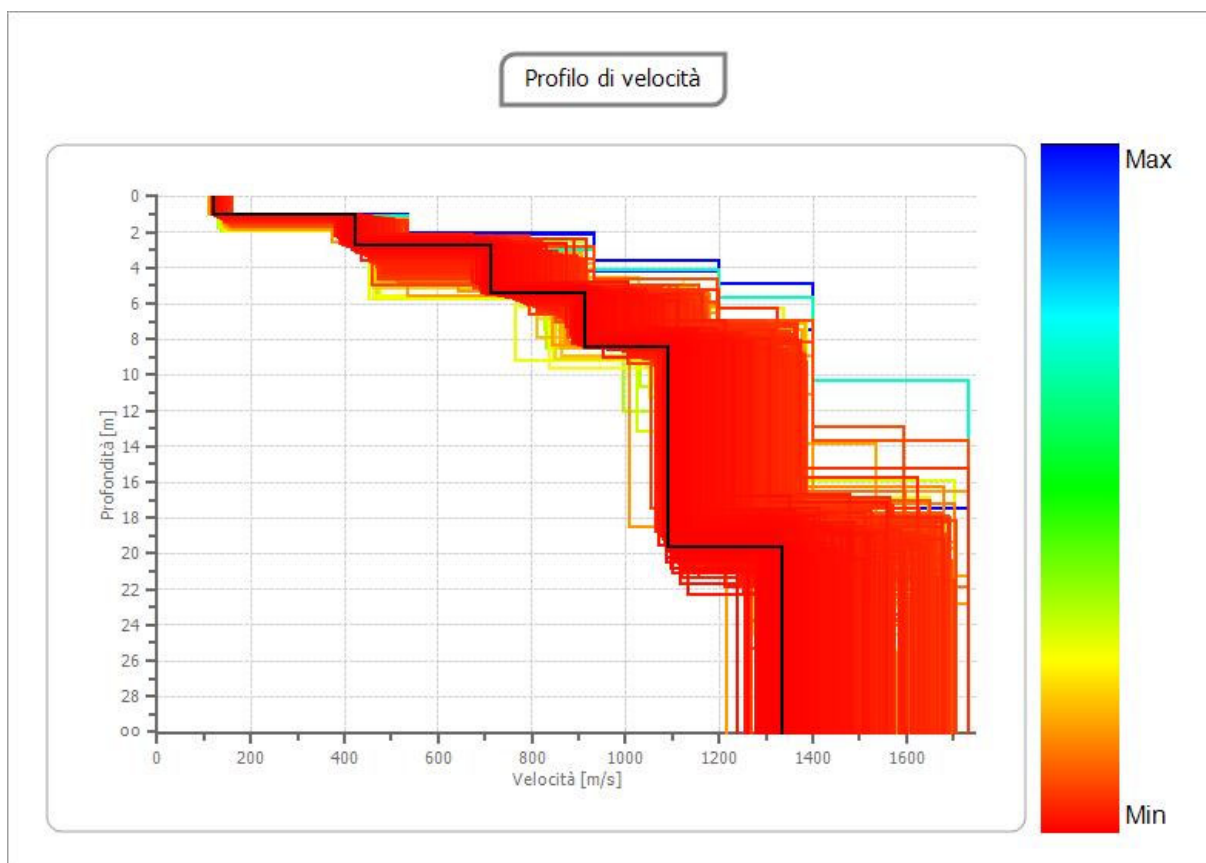
n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	24.2	686.8	0
2	28.8	449.4	0
3	32.5	353.8	0

Inversione e interpretazione

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	1.00	1.00	222.3	118.8
2	2.76	1.76	790.7	422.6
3	5.41	2.64	1332.1	712.0
4	8.48	3.08	1707.0	912.4
5	19.69	11.21	2038.7	1089.7
6	∞	∞	2496.7	1334.5

Percentuale di errore 0.000 %

Fattore di disadattamento della soluzione 0.000



Profilo delle velocità

STIMA $V_{s,eq}$

Dal profilo sismo stratigrafico A è possibile calcolare il parametro $V_{s,eq}$ attraverso la seguente espressione, quindi stimare la categoria del suolo di fondazione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{v_s(strato)}}$$

Dove N è il numero di strati individuabili nei primi metri di suolo, ciascuno caratterizzato dallo spessore $h(strato)$ e dalla velocità delle onde S $V_s(strato)$.

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

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. In base alle determinazioni svolte si evince che la velocità media delle onde di taglio fino alla profondità di 30 m dal piano di fondazione o piano campagna risulta:

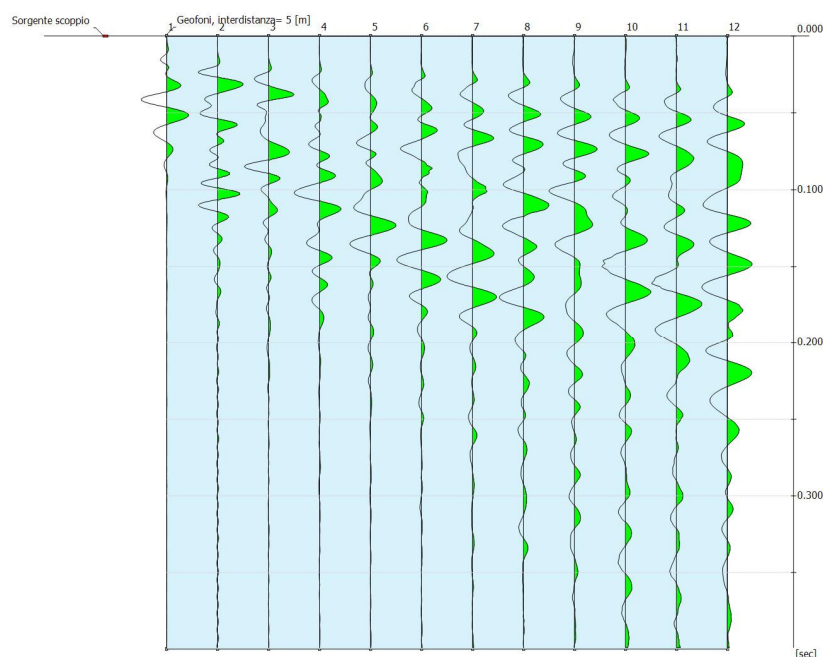
$$V_{s,eq} (H=5,41m) : \quad \mathbf{331,73 \text{ m/sec}}$$

pertanto la categoria del sottosuolo può essere classificata come segue:

Categoria E

Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

MASW 2



Schema dello stendimento MASW

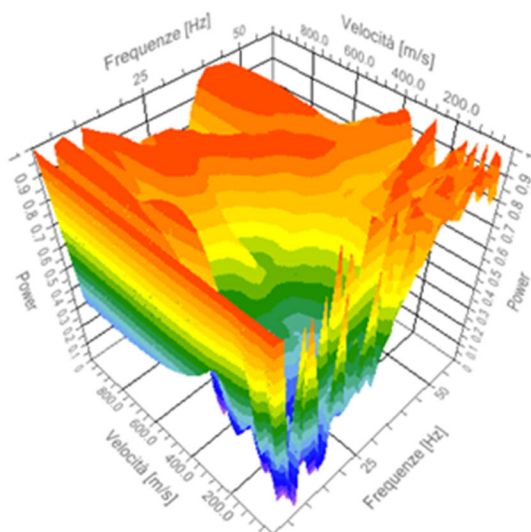
TRACCE Dati di base

N° tracce	12
Durata di acquisizione	400 msec
Interdistanza geofoni	5,0 m
Periodo di campionamento	1,00 msec

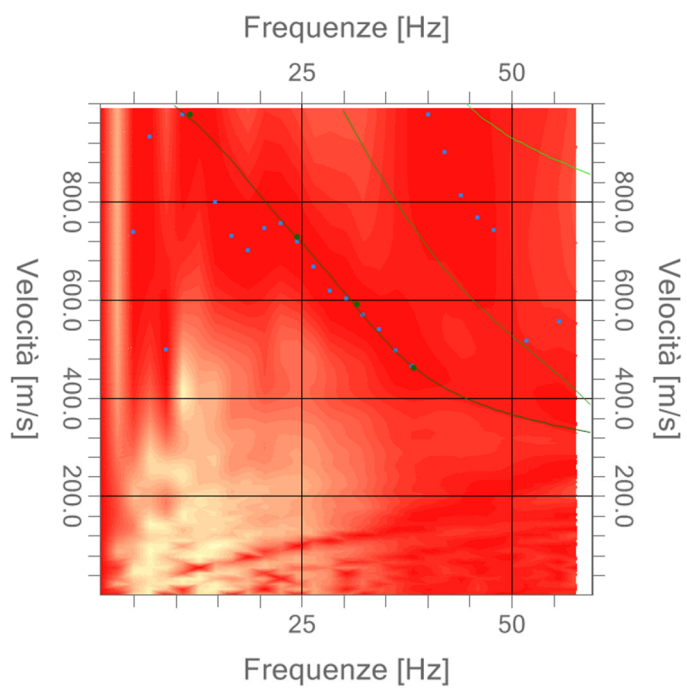
Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione	1 Hz
Frequenza massima di elaborazione	60 Hz
Velocità minima di elaborazione	1 m/sec
Velocità massima di elaborazione	1000 m/sec
Intervallo velocità	1 m/sec

Spettro Velocità di fase - Frequenze



Spettro Velocità di fase - Frequenze



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	11.6	976.9	0
2	24.4	729.6	0
3	31.6	591.2	0
4	38.3	462.6	0

Inversione e interpretazione

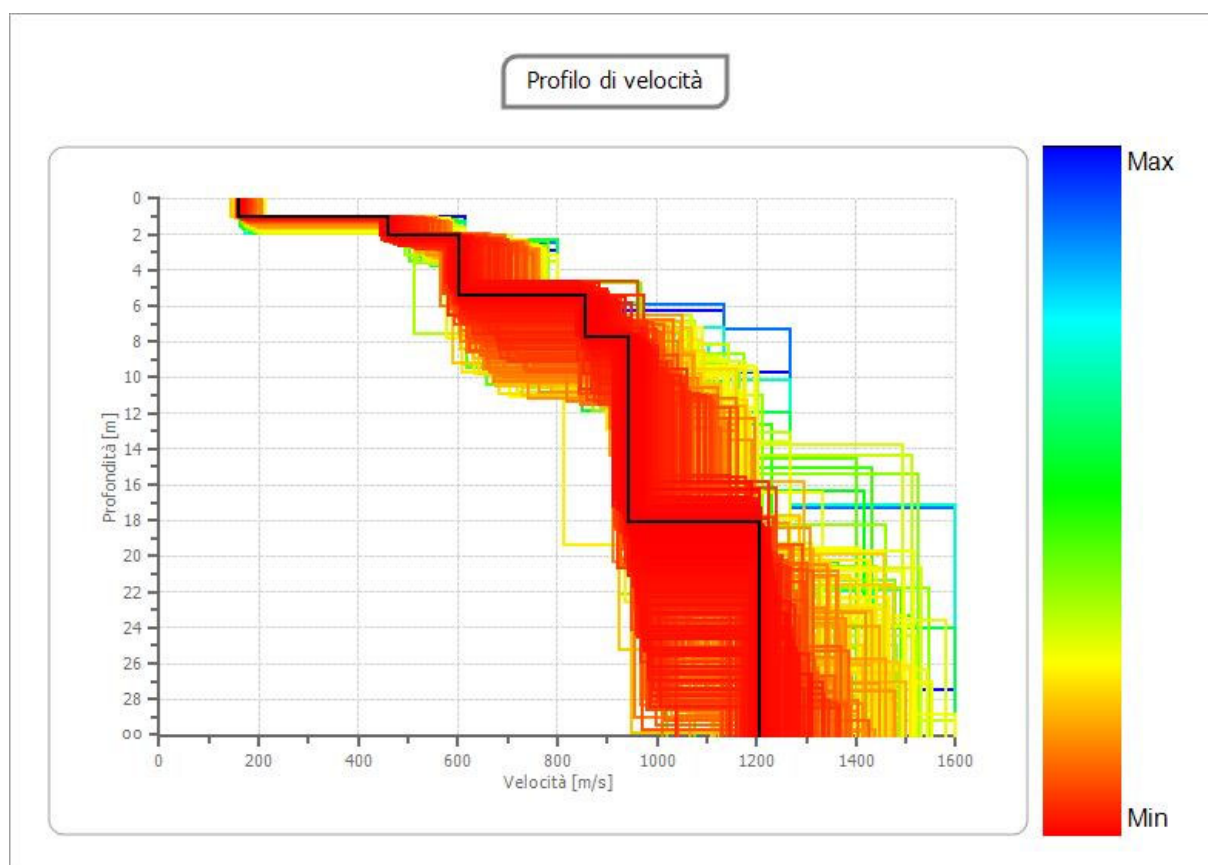
n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	1.03	1.03	300.2	160.5
2	2.10	1.07	860.9	460.2
3	5.45	3.36	1128.2	603.0
4	7.75	2.30	1598.0	854.2
5	18.14	10.38	1764.9	943.4
6	∞	∞	2257.4	1206.6

Percentuale di errore

0.000 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.000



STIMA $V_{s,eq}$

Dal profilo sismo stratigrafico A è possibile calcolare il parametro $V_{s,eq}$ attraverso la seguente espressione, quindi stimare la categoria del suolo di fondazione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{v_s(strato)}}$$

Dove N è il numero di strati individuabili nei primi metri di suolo, ciascuno caratterizzato dallo spessore $h(strato)$ e dalla velocità delle onde S $V_s(strato)$.

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

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. In base alle determinazioni svolte si evince che la velocità media delle onde di taglio fino alla profondità di 30 m dal piano di fondazione o piano campagna risulta:

$$V_{s,30} : 381,31 \text{ m/sec}$$

pertanto la categoria del sottosuolo può essere classificata come segue:

Categoria B

Suolo di tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

5.3 Analisi del rischio sismico – Risposta sismica locale

Le condizioni locali possono influenzare, in occasione di eventi sismici, la pericolosità sismica di base producendo effetti di cui si deve tener conto nella valutazione della pericolosità sismica di un'area. Gli effetti indotti da particolari condizioni geologico-morfologiche sono infatti in grado di produrre danni diversificati su fabbricati con caratteristiche analoghe, entro zone anche ravvicinate (fino a poche decine di m). In tali situazioni si possono verificare fenomeni di focalizzazione dell'energia sismica incidente, con esaltazione delle ampiezze delle onde, fenomeni di riflessione multipla con variazione delle ampiezze delle vibrazioni e delle frequenze del moto.

Il primo elemento indispensabile per qualsiasi studio finalizzato al riconoscimento delle aree potenzialmente pericolose dal punto di vista sismico è l'individuazione della categoria del terreno. Nel caso in esame la definizione di questo parametro è stata ottenuta mediante l'esecuzione delle indagini sismiche e geognostiche (vedi paragrafi precedenti).

Il sito in esame, secondo il PGT comunale, presenta scenario di pericolosità sismica locale Z4b "zona pedemontana di falda di detrito".

Gli effetti di amplificazione sismica locale o di sito sono rappresentati dall'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che il terremoto di riferimento, relativo al bedrock, può subire durante l'attraversamento degli strati di terreno sovrastanti il bedrock, a causa dell'interazione delle onde sismiche con le particolari condizioni locali. Si distinguono quindi gli effetti di amplificazione topografica e quelli di amplificazione litologica. Gli effetti di amplificazione topografica si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie superficiali articolate e da irregolarità topografiche in generale.

Per l'analisi del rischio sismico si è adottata la procedura consigliata dal DGR 8/1566-2005 e pertanto, sulla scorta delle indagini eseguite, elaborato un modello geofisico che prevede:

- un'unità superficiale costituita da litologie medio-fini dello spessore di circa 1,0 metri caratterizzata da valori di V_s pari a circa 140 m/s;
- un'unità intermedia dello spessore di circa 1,5 metri caratterizzata da valori di V_s pari a circa 450 m/s;
- un'unità profonda caratterizzata da valori di V_s pari a circa 680 m/s;
- bedrock sismico individuato a circa 5,6 m da p.c.

Questo modello ha consentito il calcolo del periodo proprio del sito (T), pari a 0,04 sec. utilizzando la seguente equazione proposta dalla normativa di riferimento:

$$T = \frac{4 \sum h_i}{\frac{\sum V_{s_i} * h_i}{\sum h_i}}$$

In cui:

h_i = spessore del singolo strato V_{s_i} = velocità del singolo strato

Ritenendo la componente sabbioso-ghiaiosa predominante e a seguito dell'andamento delle Vs con la profondità, è stata selezionata la scheda di riferimento: "litologia ghiaiosa"; scheda fornita dalla Regione Lombardia – Territorio e Urbanistica. Il valore di Fa viene quindi calcolato sulla base degli abachi disponibili nelle due ipotesi di verifica. La valutazione del grado di protezione viene effettuata in termini di contenuti energetici, confrontando il valore di Fa ottenuto per il sito di riferimento con un parametro di analogo significato calcolato per ciascun comune e per le diverse categorie di suolo soggette ad amplificazioni litologiche (classi B, C, D ed E delle Norme Tecniche per le Costruzioni) e per i due intervalli di periodo 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 secondi.

La scelta della curva di correlazione T/Fa all'interno della scheda di valutazione è avvenuta tramite individuazione dello spessore e della velocità Vs dello strato superficiale, che ha portato a selezionare la curva 3.

Il fattore di amplificazione è stato quindi stimato mediante le formule:

$$Fa_{0,5-1,5} = -0,58T^2 + 0,84T + 0,94$$

$$Fa_{0,1-0,5} = -4,7T^2 + 3,0T + 0,92$$

Il valore di Fa così ottenuto è $Fa_{0,5-1,5} = 1,270$

$Fa_{0,1-0,5} = 2,11$

5.4 Parametri Sismici

Tipo di elaborazione: Fondazioni
 Classe d'uso: II. (Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti)
 Vita nominale: 50 [anni]
 Categoria sottosuolo: B
 Categoria topografica: T1

	Prob. Superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
(SLO)	81	30	0.017	2.627	0.159
(SLD)	63	50	0.021	2.617	0.167
(SLV)	10	475	0.043	2.689	0.279
(SLC)	5	975	0.052	2.736	0.299

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1.200	1.590	1.200	0.005	0.002	0.244	0.200
SLD	1.200	1.570	1.200	0.006	0.003	0.300	0.200
SLV	1.200	1.420	1.200	0.012	0.006	0.605	0.200
SLC	1.200	1.400	1.200	0.015	0.007	0.730	0.200

5.5 Potenziale di liquefazione

La liquefazione denota una diminuzione di resistenza al taglio e/o di rigidità causata dall'aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo durante lo scuotimento sismico, tale da generare deformazioni permanenti significative o persino l'annullamento degli sforzi efficaci nel terreno.

La verifica a liquefazione, secondo NTC2018, può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- 1) Eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
- 2) Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g;
- 3) Profondità media stagionale della falda superiore a 15 metri dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- 4) Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(NI) > 30$ oppure $q_{ciN} > 180$ dove (NI) è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (SPT) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{ciN} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- 5) Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1 (a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$ ed in Figura 7.11.1 (b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3.5$.

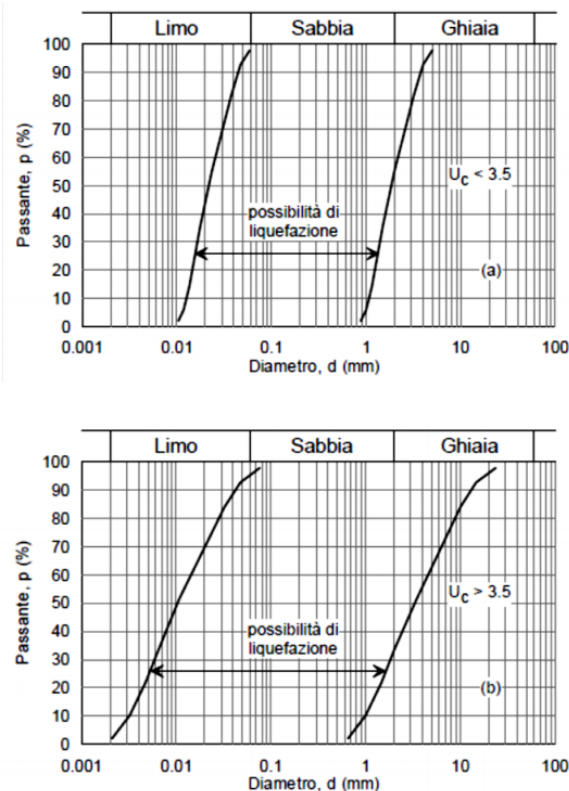


Figura 7.11.1 – Fusi granulometrici suscettibili di liquefazione

Nella seguente tabella viene inoltre indicata la probabilità che si verifichi liquefazione in funzione delle condizioni stratigrafiche e morfologiche riscontrabili sul territorio:

Categoria	Morfologia	Liquefazione
A	Letti di fiume, antichi e recenti, paludi, terreni di bonifica, zone interdunali	Probabile
B	Conoidi, argini naturali, dune, pianure di esondazione, spiagge	Possibile
C	Terrazzi, colline, montagne	Impossibile

In conformità a quanto previsto nelle NTC2018 cap. 7.11.3.4.2 per il verificarsi dei punti “2”, “3” e “5” si omette la verifica alla liquefazione.

6. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA

A seguito delle prove eseguite si possono ricavare indicazioni in merito ai parametri geotecnici da impiegare per il terreno indagato.

Nelle tabelle che seguono sono quindi riportati i principali parametri geotecnici rilevati.

MODELLO GEOTECNICO

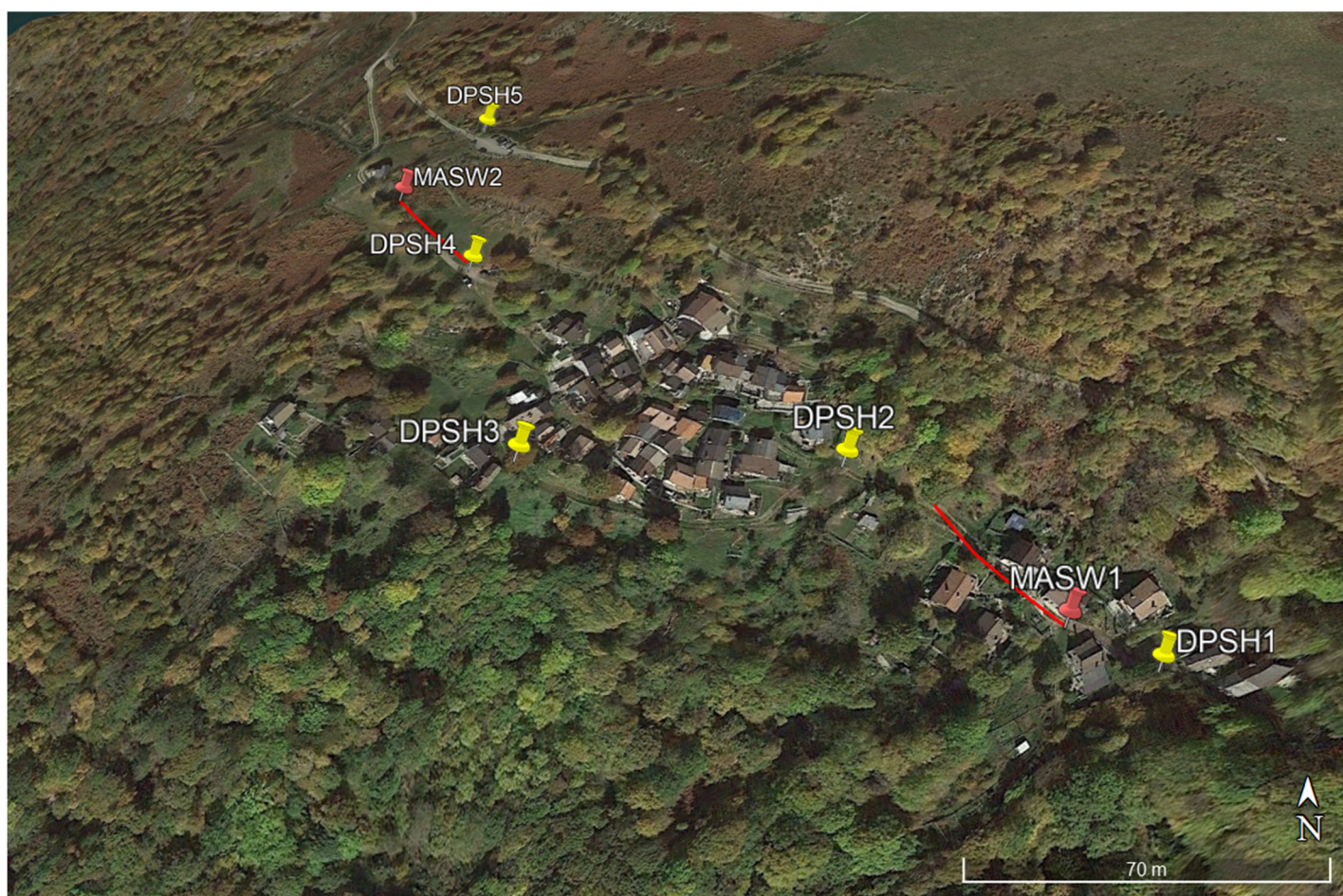
Profondità [m]	Tipologia	Cu [kPa]	E _{edom} [MPa]	ϕ [°]	E [MPa]	γ [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	V _{s,30} [m/s]	Categoria sottosuolo	Categoria topografica
0.00 – 2.90	Limo sabbioso con ghiaia	-	-	28	13	17.5	18.5	380	B	T3
2.90 – 6.00	Sabbia e ghiaia	-	-	33	21.0	18.0	21.0			

Verifiche geotecniche

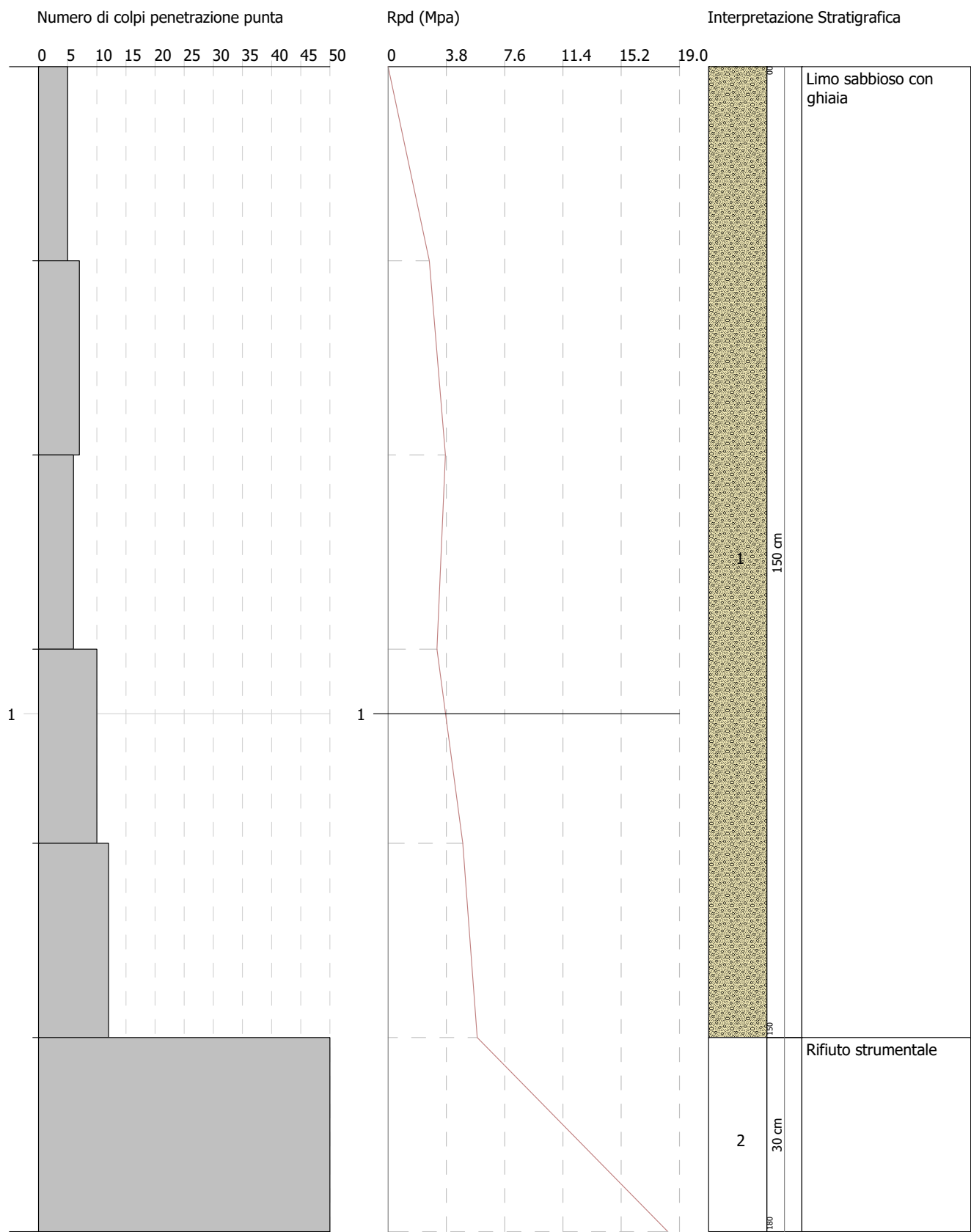
La relazione geotecnica è a tutti gli effetti un elaborato progettuale; essa fornisce valutazioni precise sull'opera o meglio sul sistema struttura-terreno; pertanto, come definito dal punto 6.2.2, non può più prescindere dall'opera vera e propria e non può fornire calcoli ed indicazioni esemplificativi.

Per quanto sopra la redazione di tale elaborato prevede una stretta interazione tra geotecnico e strutturista.

TAVOLE TECNICHE



Ubicazione planimetrica delle indagini

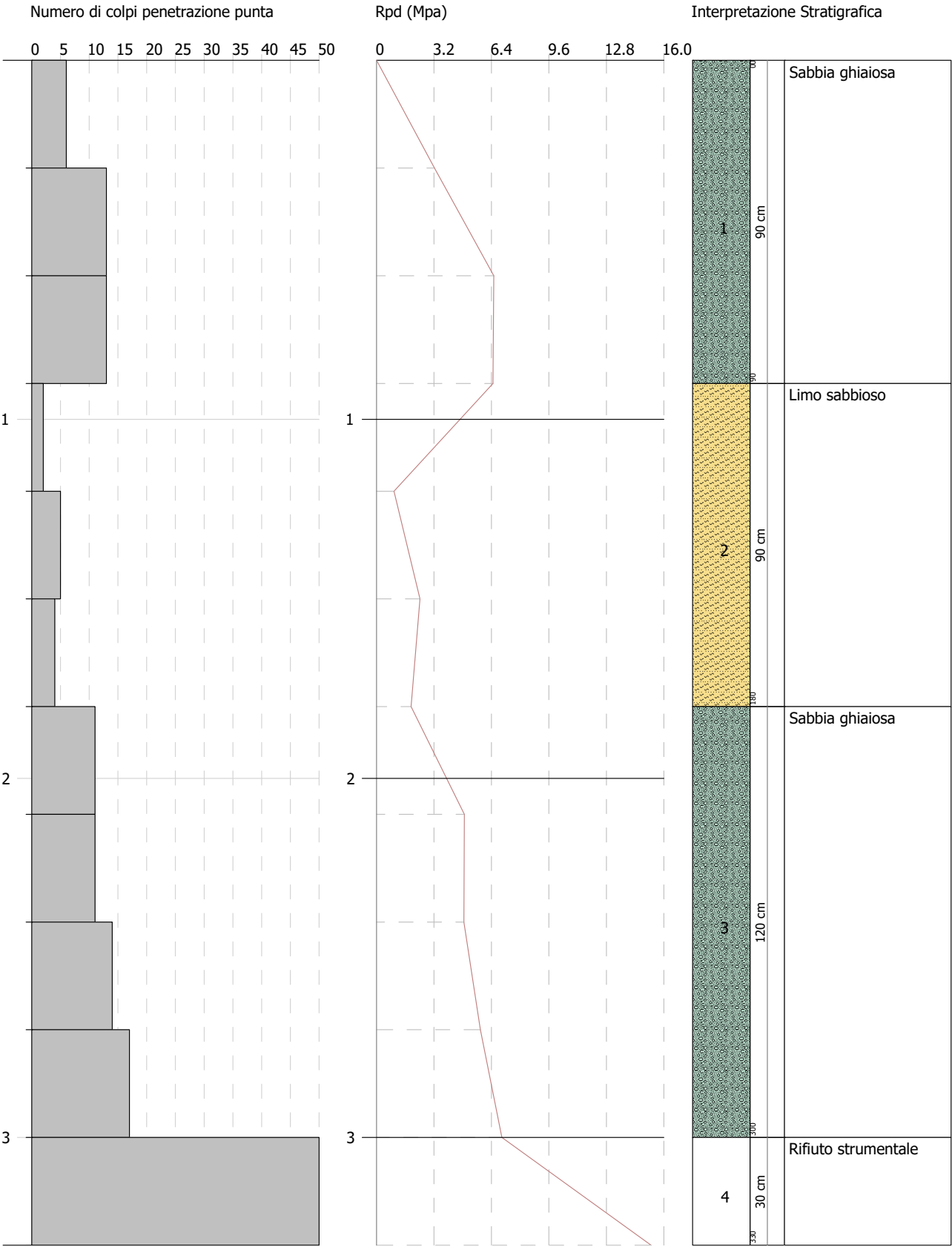


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH2
Strumento utilizzato... GeoDeepDrill DPSH

Committente: LARIO RETI HOLDING S.P.A.
Descrizione:
Località: BELLANO (LC) CAMAGGIORE

06-08-2021

Scala 1:16

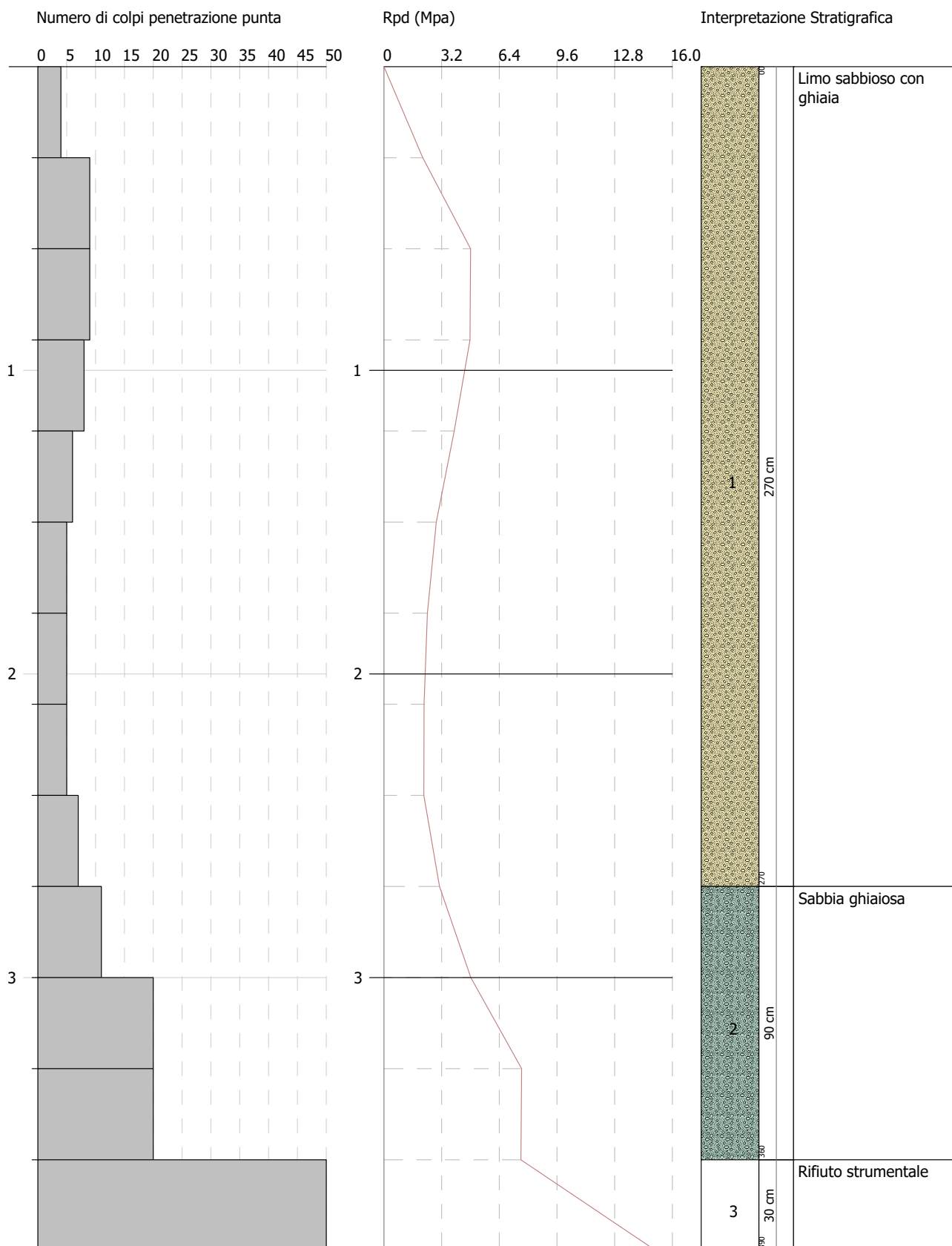


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH3
Strumento utilizzato... GeoDeepDrill DPSH

Committente: LARIO RETI HOLDING S.P.A.
Descrizione:
Località: BELLANO (LC) CAMAGGIORE

06-08-2021

Scala 1:19

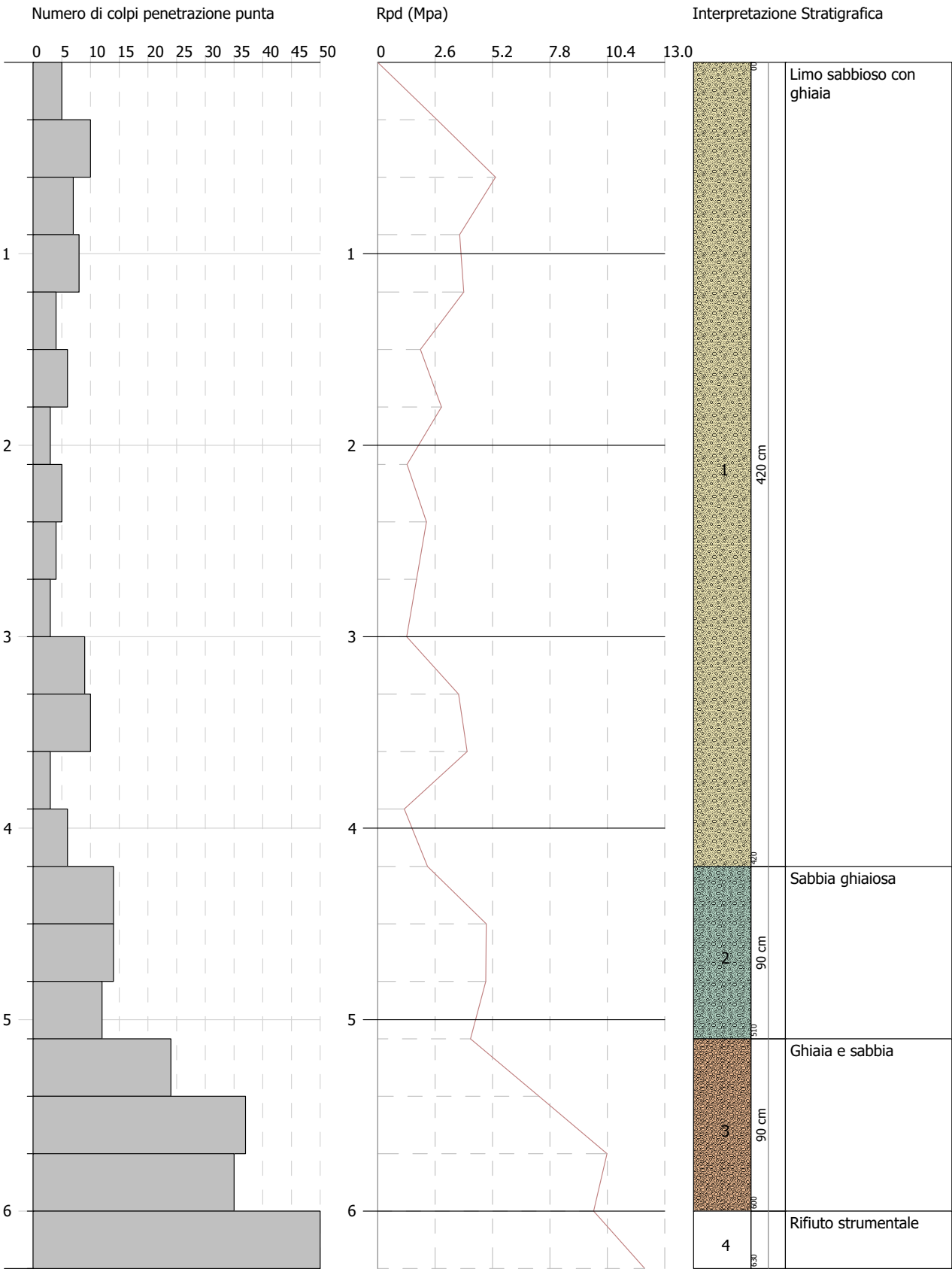


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH4
Strumento utilizzato... GeoDeepDrill DPSH

Committente: LARIO RETI HOLDING S.P.A.
Descrizione:
Localita': BELLANO (LC) CAMAGGIORE

06-08-2021

Scala 1:30



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH5
Strumento utilizzato... GeoDeepDrill DPSH

Committente: LARIO RETI HOLDING S.P.A.
Descrizione:
Localita': BELLANO (LC) CAMAGGIORE

06-08-2021

Scala 1:12

