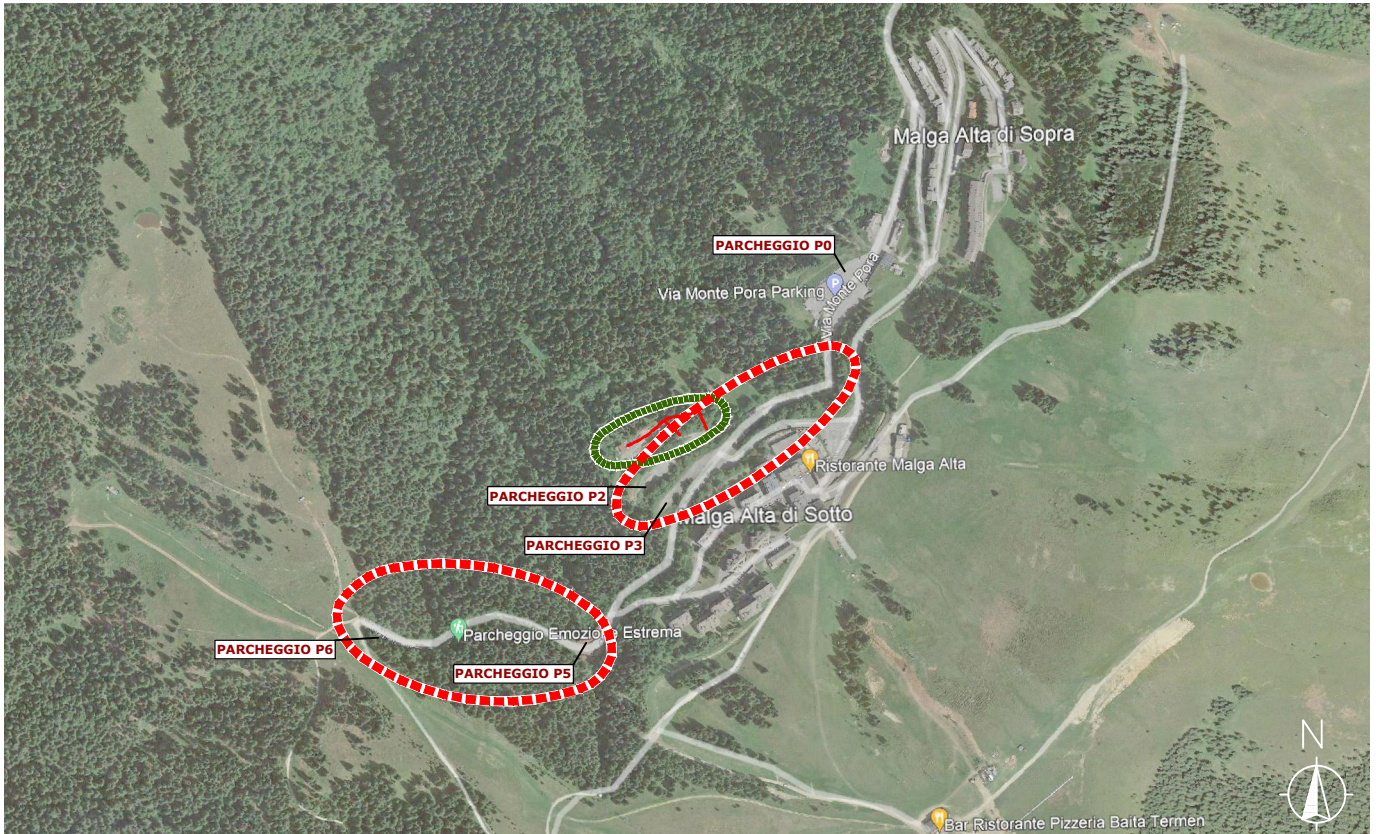




COMUNE DI CASTIONE
DELLA PRESOLANA



ALLEGATO 8

| | |
|--|--|
| Provincia di Bergamo | data 08-08-2022 |
| Comune di CASTIONE DELLA PRESOLANA | aggiornamenti |
| MESSA IN SICUREZZA AREE DI SOSTA E STRADE IN LOC. PORA - CUP C59J20000500002 - Cig assegnato all'affido: 8789487221 | archivio n° 1376A/22 |
| | scala |
| PROGETTO ESECUTIVO | tavola |
| RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA COMPENSIVA DI INDAGINI GEOGNOSTICHE (redatto da Dott. Geol. Paolo Locatelli) | firma  Dr. Geol. Paolo Locatelli Studio Geologia Applicata Via Partigiani n. 08 - 24121 BERGAMO Tel/fax 035/224120 - e-mail: pa.locatelli@tiscali.it |
| | firma  Studio Tecnico Dr. Ingg. Gherardo, Antonio e Umberto NORIS Via Damiano Chiesa, 20 - 24128 Bergamo - Tel. e fax : 035 25.70.58 - E-mail: studionoris@libero.it |

INDICE

| | | | |
|-------|---|------|----|
| 1.0 | PREMESSA | pag. | 3 |
| 2.0 | GEOMORFOLOGIA | pag. | 6 |
| 3.0 | GEOLOGIA | pag. | 9 |
| 3.1 | <u>Inquadramento geologico - tettonico</u> | pag. | 9 |
| 3.2 | <u>Geologia area di progetto</u> | pag. | 13 |
| 4.0 | INDAGINI GEOGNOSTICHE | pag. | 18 |
| 4.1 | <u>Caratterizzazione geotecnica</u> | pag. | 18 |
| 4.2 | <u>Analisi di laboratorio</u> | pag. | 20 |
| 4.3 | <u>Caratterizzazione sismica</u> | pag. | 25 |
| 4.3.1 | Risultati indagini sismiche | pag. | 27 |
| 4.4 | <u>Prove di permeabilità</u> | pag. | 31 |
| 4.4.1 | Prove in pozzetto superficiale | pag. | 31 |
| 4.4.2 | Prove in foro | pag. | 33 |
| 5.0 | ANALISI SISMICA DI II LIVELLO | pag. | 36 |
| 6.0 | INDICAZIONI REALIZZAZIONE INTERVENTO | pag. | 41 |
| 7.0 | CONCLUSIONI | pag. | 58 |
| | ALLEGATI | pag. | 62 |
| - | SONDAGGI S1 S2 S3 | | |
| • | Fotografie | | |
| • | Stratigrafie | | |
| • | Analisi di laboratorio campioni | | |
| - | PROVE PENETROMETRICHE SCPT | | |
| • | Fotografie | | |
| • | Grafici | | |
| - | INDAGINI SISMICHE MASW | | |
| • | Fotografie | | |
| • | Grafici riassuntivi | | |
| - | SEZIONE GEOLOGICA scala 1:250 | | |
| - | UBICAZIONI INDAGINI DI CAMPAGNA | | |
| - | STRALCIO CARTA IFF (Regione Lombardia) Scala 1:10.000 | | |

1.0 PREMESSA

Su incarico dell'Amministrazione del comune di Castione della Presolana con sede in P.zza Roma, 3 - 24020 Castione della Presolana (BG), ho ricevuto l'incarico di eseguire la presente relazione geologica atta a verificare la compatibilità geomorfologia dell'area interessata all'intervento di "Messa in sicurezza strada e infrastrutture poste a servizio località Pora" (via Monte Pora e Valzelli, Aree di sosta).

Per il dettaglio sull'intervento si rimanda al progetto redatto dallo studio tecnico Ingg. Noris.

I risultati dell'indagine geomorfologica sono dettagliati di seguito.

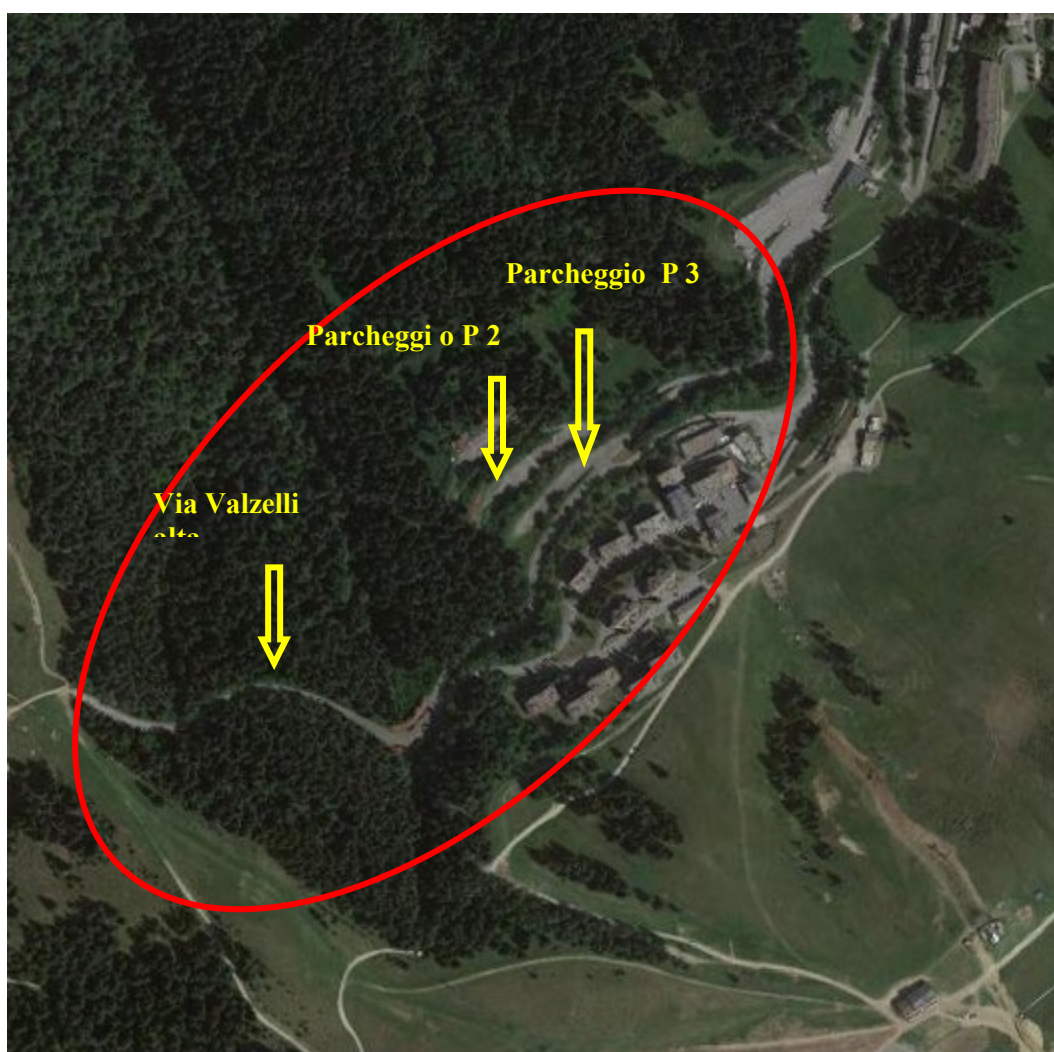
Per la stesura della presente nota sono stati realizzati alcuni sopralluoghi con il Dr. Ing. Noris e con il responsabile tecnico del comune, Bertoli Geom. Pietro, finalizzati sia alla verifica dello stato di fatto sia alla programmazione di un piano di indagini geognostiche.

Con il Progettista Ing. Noris si è concordato di eseguire le seguenti indagini:

- n. 11 prove penetrometriche dinamiche SCPT;
- n. 3 stendimenti sismici MASW;
- n. 3 sondaggi a carotaggio continuo;
- n. 2 prove di permeabilità in foro;
- n. 5 prove di permeabilità superficiali;

Per l'esatta ubicazione delle indagini geognostiche si rimanda alla allegata planimetria.

Per la realizzazione della corrente nota, oltre a numerosi sopralluoghi atti al rilievo geomorfologico dell'area, si è fatto riferimento a dati bibliografici ed a specifiche conoscenze della zona, acquisite dallo scrivente durante l'esecuzione di precedenti lavori eseguiti nello stesso sito.



Inquadramento principali aree di intervento

Studio

GEOLOGIA APPLICATA

dr. Paolo Locatelli

Si tiene a precisare che, rispetto alle valutazioni preliminari fatte dall'ufficio tecnico comunale, la situazione oggettiva, a seguito delle copiose precipitazioni della primavera estate 2021, ha richiesto un aggravio di indagini finalizzate a verifiche mirate ad individuare i numerosi ruscellamenti su pendio rilevati e alle eventuali potenziali instabilizzazioni di versante che ne possano derivare, ed ulteriori indagini (anche queste non previste) relative ai sistemi di scolo delle acque meteoriche provenienti dai bacini imbriferi a monte, per i quali si rinvia alla specifica planimetria redatta dal progettista generale Ingegnere Umberto Noris.

2.0 GEOMORFOLOGIA

Dal punto di vista topografico l'area in esame è ubicata nella zona ad Ovest del comune di Castione della Presolana, e interessa il versante NNW del Monte Pora.

L'area coinvolta dall'intervento è compresa fra quota 1530 m. del parcheggio su via Valzelli e quota 1420 m. s.l.m. della strada che porta al depuratore.

La zona in esame è diffusamente vegetata da essenze ad alto fusto e da sottobosco caratteristici del luogo.

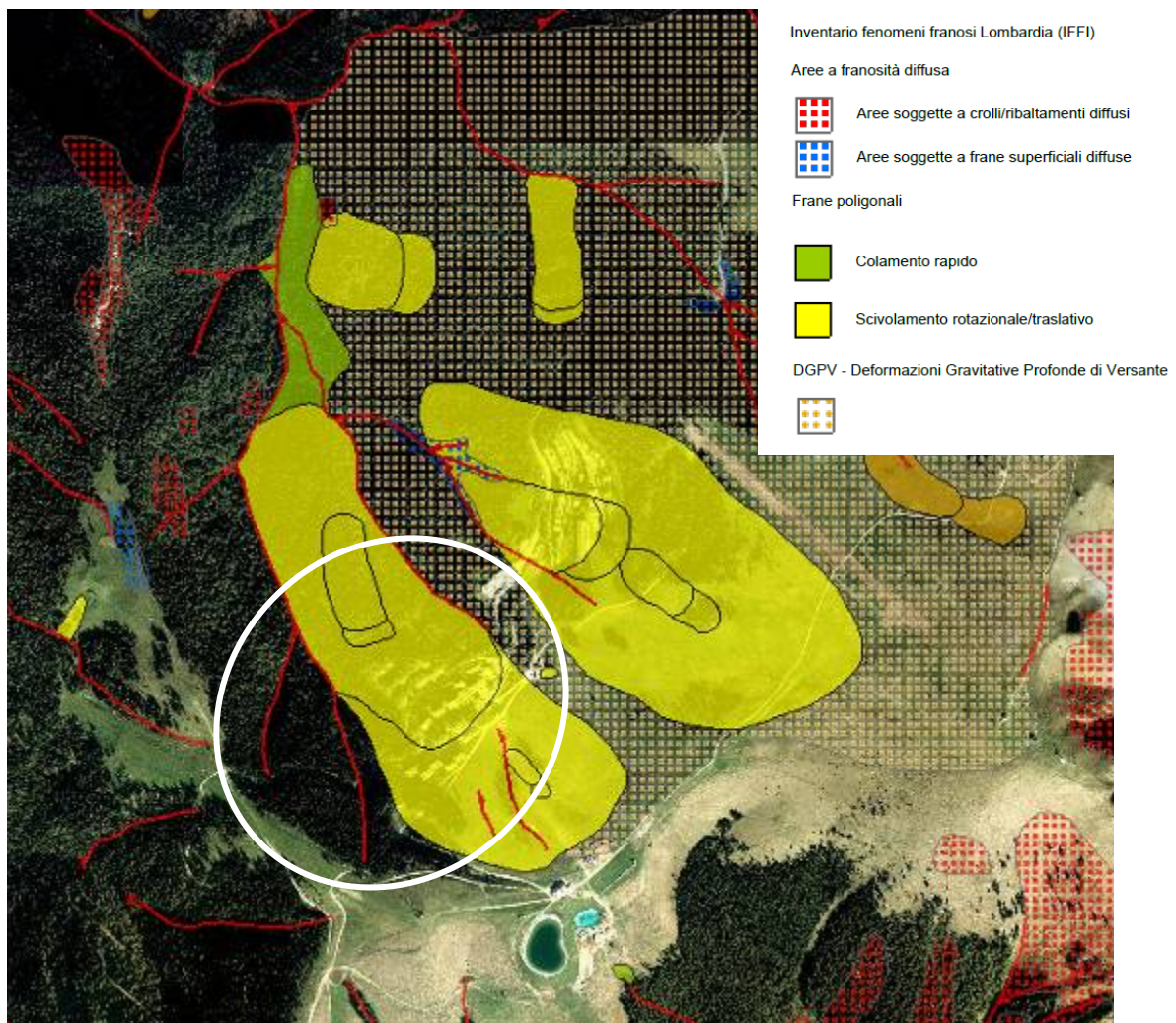
Nell'immediato intorno si riscontrano zone a prato/pascolo e, al disotto di quota 1550 m, aree a bosco di conifere che permettono di contenere fenomeni di tipo erosivo.

Morfologicamente il territorio circostante l'area denota la compresenza di più processi morfogenetici complessi reciprocamente influenzati: controllo stratigrafico, fenomeni morfodinamici e gravitativi, dinamica di versante ed erosivi. Significativa l'impronta antropica, dovuta sia alla realizzazione delle vie di comunicazione sia all'attività di tipo impiantistico ed agricolo.

L'area in esame, ad eccezione della parte terminale di via Valzelli, è interessata da una morfologia prevalentemente gravitativa. Si tratta di depositi di "paleofrana", stabilizzati e pedogenizzati, derivati da mobilizzazione di versante in corrispondenza di deformazioni gravitative,

disarticolati e ribassati per gravità e ulteriormente rimobilizzati da deformazioni e scivolamenti minori.

Questi depositi sono costituiti da rocce clastiche a elementi di dimensioni molto varie con clasti angolosi eterometrici, da centimetrici sino a blocchi metrici annegati in matrice fine limoso sabbiosa. I clasti e i blocchi sono costituiti essenzialmente da rocce appartenenti alla formazione di Gorno e da quella di San Giovanni Bianco.



Questi terreni sono stabili su pendii con moderata inclinazione (generalmente minore di 30°), mentre, man mano aumenta la pendenza e/o il contenuto di granulometrie fini nel sedimento, si possono manifestare decorticamenti superficiali, soliflusso, piccole erosioni e smottamenti. Si allega alla presente stralcio della carta Inventario dei Fenomeni Franosi dove viene evidenziata l'intrinseca pericolosità dell'area del Monte Pora interessato da DGPV (Deformazione Gravitativa Profonda di Versante).

Durante il rilievo geomorfologico si sono evidenziati diffusi fenomeni di ruscellamento e decorticamento superficiale.

La rete idrografica, a monte dell'area in esame, considerata la prossimità alla zona di cresta e di spartiacque, non è particolarmente sviluppata e gerarchizzata; si segnala qualche incisione ed alcuni impluvi, mentre diviene significativa e tende a gerarchizzarsi nella zona a valle.

Dal rilievo eseguito e dall'analisi della documentazione bibliografica, per l'area in esame, non sono comunque emersi fenomeni morfologici di tipo significativo, ad eccezione di quelli già citati, e non si sono inoltre evidenziati smottamenti, frane, e/o altri dissesti.

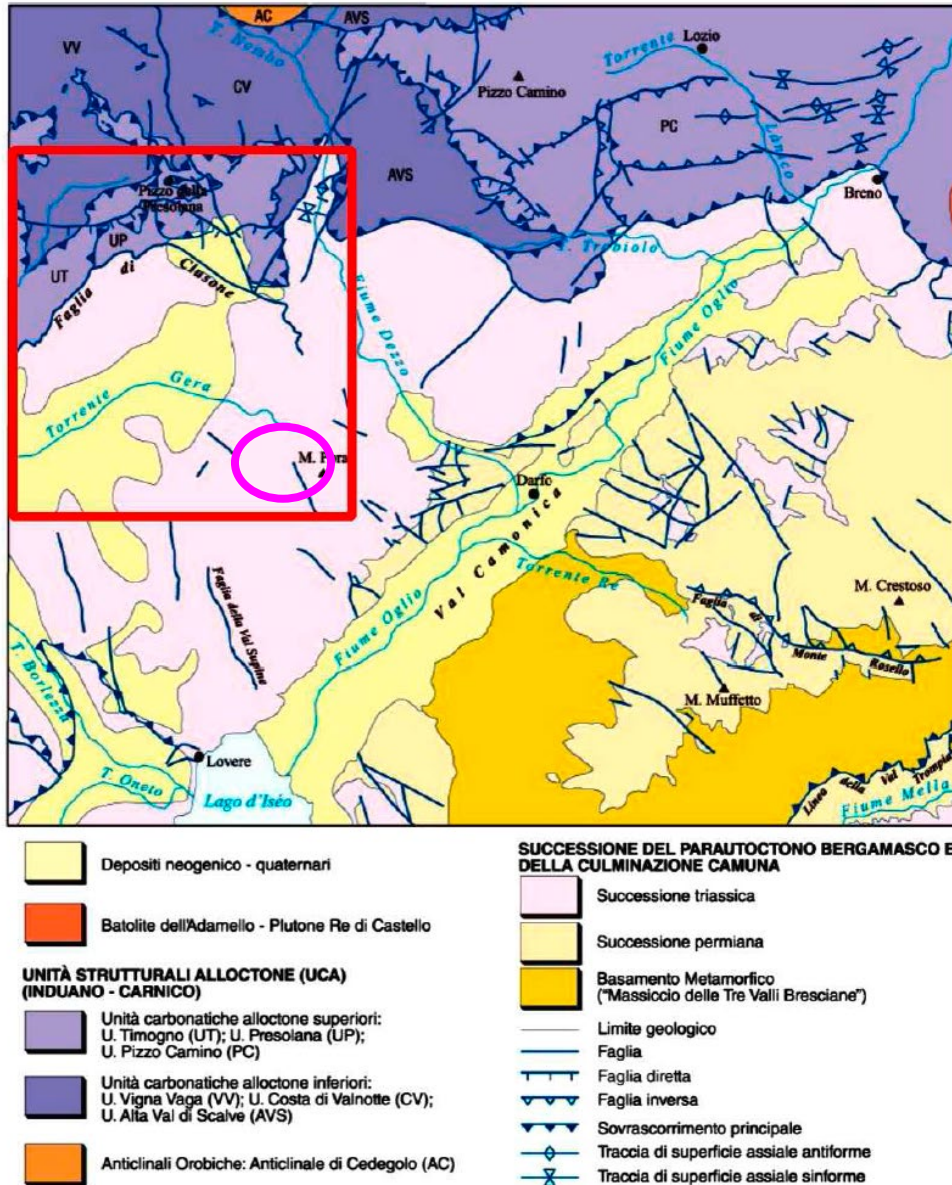
Dal punto di vista litologico le unità che affiorano nell'area in esame e nelle zone circostanti sono descritte nel capitolo successivo.

3.0 GEOLOGIA

3.1 Inquadramento geologico-tettonico

Il territorio di Castione ricade tra 2 unità strutturali: le "Unità carbonatiche alloctone" che costituiscono una cintura di thrust variamente accavallati ed ebriciati fra loro, estesa per pochi chilometri in senso N-S e formata da successioni carbonatiche e terrigene di età triassica, provenienti da aree ubicate in origine ad alcuni chilometri a settentrione; il "Parautoctono bergamasco", una zona caratterizzata da una complicazione strutturale minore rispetto alla precedente, espressa dal diradarsi delle superfici maggiori di scorrimento e da una minor frammentazione stratigrafica.

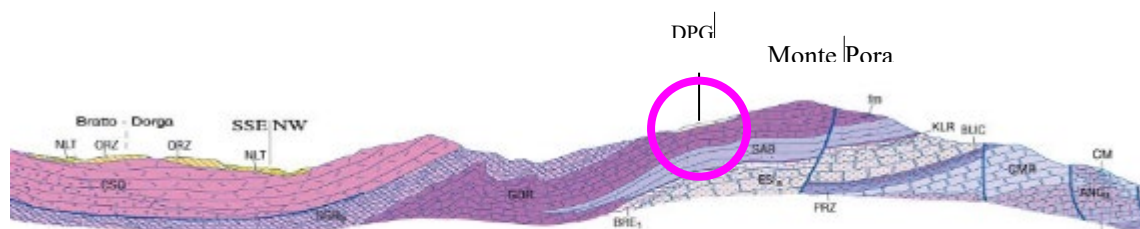
Queste due Unità strutturali sono separate tra loro da un importante lineamento tettonico: la faglia di Clusone. Tale struttura decorre sul versante meridionale della Presolana, tra i monti Cornetto e Pizzo di Corzene. Nei lavori più recenti è interpretata come faglia di incuneamento delle unità alloctone sotto il parautoctono, sviluppatasi lungo i livelli incompetenti della parte sommitale della formazione di San Giovanni Bianco.



Stralcio schema tettonico del Foglio 078 "Breno" della Carta Geologica d'Italia. Evidenziata in rosso l'area del Comune di Castione della Presolana in rosa l'area in esame.

Per quanto riguarda il "Parautoctono bergamasco", la giacitura delle formazioni che sovrastano la Formazione di San Giovanni Bianco, si immerge verso Sud a causa del basculamento causato dall'incuneamento dei Trust settentrionali. Facendo riferimento alle suddivisioni operate più a ad Ovest, le litofacies presenti nell'area rappresentano la prosecuzione di quelle riferite ad

un'unità tettonica intermedia, denominata M. Alben - Pizzo Formico - San Pellegrino.



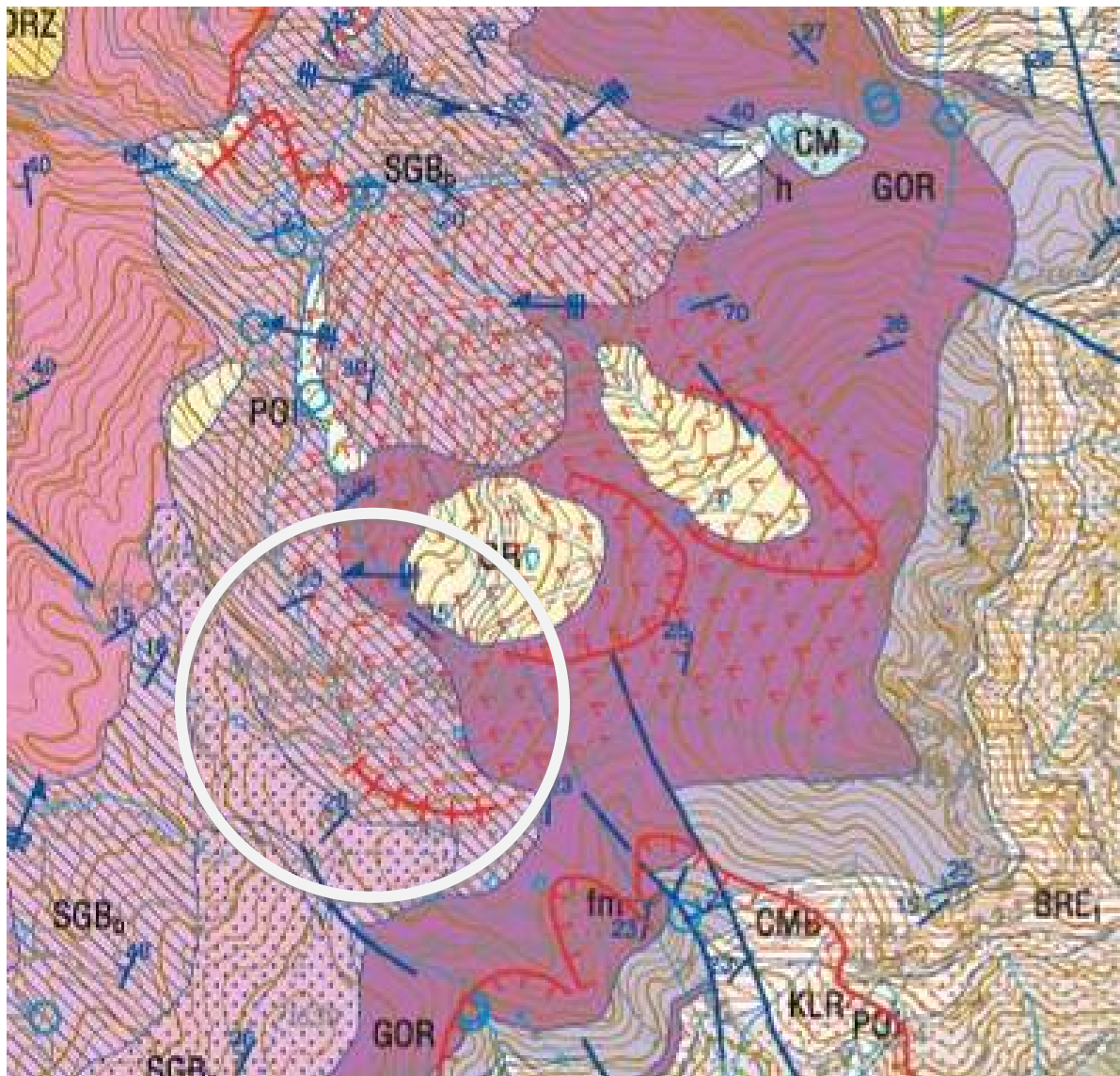
Stralcio sezione carta Foglio 078 "Breno" Progetto CARG

L'area specifica su cui si imposta il presente lavoro non è interessata da linee di faglia e/o dislocazioni e ha un assetto geostrutturale ormai sostanzialmente stabilizzato.

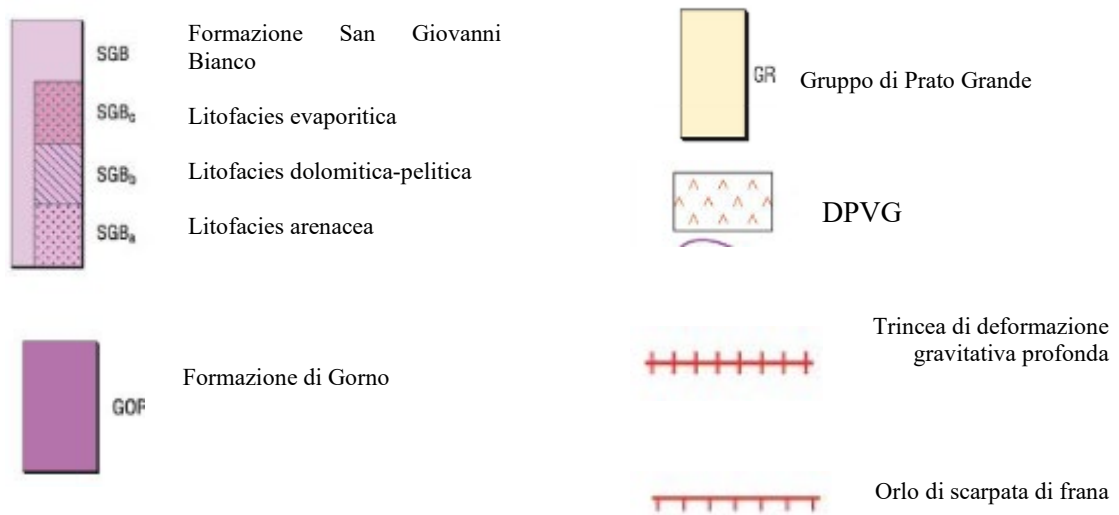
Il substrato è costituito:

- nell'area del compluvio tra il parcheggio della seggiovia e i parcheggi P3 e P2 dalla Formazione di Gorno;
- nell'area più a monte dalla formazione di San Giovanni Bianco facies dolomitico-pelitica, nella parte terminale di via Valzelli prevale la facies evaporitica.

Il substrato è ricoperto da depositi di versante eluvio-colluviali nella zona a monte del parcheggio P 5, e da diamicton massivi a supporto di matrice fine appartenenti al Gruppo di Prato Grande nella zona a valle del parcheggio P 5.



Estratto carta geologica Foglio 078 "Breno" Progetto CARG



3.2 Geologia dell'area interessata al progetto

I lavori in programma si impostano sul versante NNW del monte Pora; l'area è interessata in parte da depositi di versante eluvio-colluviali e in parte da scivolamenti gravitativi che costituiscono accumuli di paleofrana, che poggiano sul substrato sedimentario triassico, costituito dalla formazione di San Giovanni Bianco e dalla Formazione di Gorno.

Le caratteristiche geosedimentologiche degli affioramenti si possono così riassumere:

Depositi di versante

Depositi eluvio-colluviali

Sono terreni prodotti dalla alterazione fisico-chimica in sito del substrato roccioso; soggetti, inoltre, ad un parziale rimaneggiamento ed a un limitato trasporto lungo i pendii da parte della forza di gravità e delle acque di scorrimento superficiale.

Nell'area sono costituiti da clasti e ghiaia in abbondante matrice fine, sabbioso limoso argillosa.

Depositi classificati come "Gruppo di Pratogrande"

Si tratta di diamicton (depositi clastici) massivi pedogenizzati a supporto clastico o di matrice con clasti

angolosi eterometrici, da centimetrici sino a blocchi metrici.

Lo spessore di questi depositi superficiali è assai variabile da punto a punto.

In sintesi, questo deposito superficiale è composto da: ciottoli e ghiaie in abbondante matrice fine costituita da sabbia, limo e argilla con presenza diffusa di frammenti e blocchi di roccia.

I rapporti fra le varie granulometrie sono molto eterogenei, sia in senso verticale sia in senso orizzontale.

Formazione di San Giovanni Bianco

La formazione di San Giovanni Bianco si contraddistingue per l'estrema eterogeneità dei litotipi presenti. Sono generalmente riconoscibili due membri: quello inferiore, potente sino ad 80 m, è prevalentemente terrigeno; quello superiore, potente sino a 50-150 m, è carbonatico-pelitico-evaporitico.

Nella zona in esame si riscontrano marne dolomitiche e calcari dolomitici sottilmente stratificati. Il colore varia da grigio a giallastro, con una marcata patina ocracea sulle superfici alterate. Negli orizzonti superiori sono presenti livelli e spalmature di evaporiti. Al letto della formazione si trova la formazione di Gorno mentre al contatto di tetto compare la formazione di Castro o la Dolomia Principale.

La roccia, come già affermato, è scarsamente affiorante in tutta l'area.

Nei pochi affioramenti rilevati la giacitura misurata è: immersione 320/280° - pendenza 10/25°



Affioramento roccioso nei pressi parcheggio P 5

Formazione di Gorno

La formazione costituisce parte del substrato del versante Ovest del Monte Pora con una potenza che nella zona raggiunge i 200 m circa.

La formazione è costituita da calcari grigio-nerastri alternati a calcari marnosi nerastri fossiliferi. Nella parte medio-inferiore si ritrovano intercalazioni di arenarie verdi.

I calcari e i calcari marnosi sono mediamente compatti, localmente nodulari e spesso molto fossiliferi, con strati ben distinti di spessore variabile da 2 a 40 cm, talora marcati da veli argilloso-marnosi.

Le marne, particolarmente diffuse nella parte superiore dell'unità, sono generalmente compatte, sovente laminate e presentano una caratteristica patina di alterazione giallastra.

Il limite inferiore è costituito dalla Arenaria della Val Sabbia, mentre al tetto si ritrova la Formazione di San Giovanni Bianco.

In questo caso il passaggio è molto netto ed è caratterizzato dalla brusca comparsa di argilliti e argilliti marnose verdi.

Nella zona in esame gli affioramenti sono molto limitati a causa della consistente presenza di depositi superficiali. La formazione affiora limitatamente nella zona di partenza della seggiovia Pian del Termen, e in quella dell'impluvio sottostante.

La stratigrafia prevalente presenta immersione a $310/300^\circ$ e pendenza di $10/25^\circ$.

Per quanto concerne la stabilità dell'area in esame, durante il sopralluogo e nel corso del rilevamento, non si sono rilevati importanti fenomeni morfologici di tipo attivo.

Si segnalano diffuse forme di ruscellamento e ristagno idrico in alcune aree del parcheggio inferiore P 2.

I principali fattori di rischio evidenziati nella zona sono:

- Fattori di rischio connessi a lieve instabilità del pendio: soliflusso, ruscellamento, decorticamenti superficiali, erosioni.
- Fattori di rischio connessi a scadenti caratteristiche geotecniche dei terreni con significativa composizione limosa-argillosa e/o scarso drenaggio.

4.0 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Al fine di pervenire alla caratterizzazione e parametrizzazione del terreno ed alla sua classificazione, secondo quanto previsto dalle Nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni D.M. 17 gennaio 2018, sono state eseguite le seguenti indagini:

Caratterizzazione geotecnica (4.1).

- N. 3 sondaggi meccanici a carotaggio continuo;
- N. 8 prove S.P.T. in foro
- N. 11 prove penetrometriche dinamiche SCPT;

Analisi di laboratorio (4.2).

- N. 8 analisi granulometriche;
- N. 8 Limiti di Atterberg.

Caratterizzazione sismica (4.3).

- N. 3 stendimenti sismici tipo MASW con analisi di II livello.

Prove di permeabilità (4.4).

- N. 2 prove di permeabilità in foro;
- N. 5 prove di permeabilità superficiali in pozzetto.

4.1 Caratterizzazione geotecnica

Sondaggio meccanico con esecuzione di prove SPT in foro.

Si tratta di una perforazione dal diametro di 101 mm eseguita mediante un campionatore semplice che permette il taglio e l'estrazione di una carota di terreno

Le prove penetrometriche dinamiche S.C.P.T., consistono nell'infissione a mezzo battitura di una batteria di aste del D. 34 mm terminanti con una punta conica per un intervallo pari a 30 cm

Lo strumento battente consiste in un peso di 63,5 kg che cade automaticamente da un'altezza di 75 cm.

Il numero di colpi (N) rappresenta la resistenza alla penetrazione misurata per ogni affondamento della punta di 30 cm. I relativi valori di "N" sono stati riportati in un'apposita tabella e relativo diagramma (allegati alla presente relazione), dove in ascissa è indicato il numero dei colpi necessario all'avanzamento dell'utensile di 30 cm, e in ordinata la profondità.

4.2 Analisi di laboratorio: granulometrie - aerometrie

Sono state eseguite un totale di n. 8 analisi granulometriche su campioni prelevati rispettivamente dai sondaggi S1, S2 e S3 come da tabella sotto riportata:

| N. Sondaggio | N. Campione | Profondità di prelievo (m) |
|--------------|-------------|----------------------------|
| Sondaggio S1 | S1 C1 | da -2.20 a -2.60 |
| | S1 C2 | da -7.00 a -7.30 |
| | S1 C3 | da -8.00 a -8.40 |
| Sondaggio S2 | S2 C1 | da -3.00 a -3.40 |
| | S2 C2 | da -8.00 a -8.40 |
| | S2 C3 | da -11.00 a -11.40 |
| | S2 C4 | da -16.60 a -17.00 |
| Sondaggio S3 | S3 C1 | |

Le analisi effettuate sono state eseguite per:

- per setacciatura
- per sedimentazione o aerometria

Questo tipo di analisi consente di classificare ciascun campione in base alle percentuali in peso dei suoi componenti in base alle dimensioni (Coefficiente di Uniformità U_c).

Setacciatura

I campioni, che devono essere analizzati, sono preventivamente fatti essiccare in forno per 24 ore alla temperatura di 105° C in modo da far evaporare tutta l'acqua grafica presente nel campione. Una volta essiccato il campione viene posizionato per un periodo di tempo, variabile da campione a campione, in un frantoio in modo da frantumare gli eventuali aggregati.

Successivamente il campione frantumato è posto in una serie di setacci a maglia decrescente dall'alto verso il basso, e fatto vibrare mediante uno strumento dotato di motore elettrico in modo da facilitare il passaggio del materiale; dopo un periodo di tempo di vibrazione, variabile in funzione del tipo di campione (tanto maggiore quanto più il campione è fine), si procede progressivamente alla pesatura delle quantità di materiale trattenuto da ogni setaccio. Si possono così determinare le dimensioni delle particelle che compongono il campione

di terreno e stabilire le percentuali in peso delle varie frazioni che rientrano entro limiti prefissati.

La setacciatura è eseguita sulla frazione grossolana del campione, cioè quella avente diametro delle particelle superiore a 0.075 mm.

Aerometria

L'analisi per sedimentazione viene eseguita sul materiale passante al setaccio di 0.075 millimetri nel caso in cui tale percentuale sia maggiore del 10% del peso totale del campione analizzato.

Vengono miscelati 50 grammi di materiale con un litro di acqua distillata e con una percentuale pari al 5% di liquido anticoagulante; la soluzione viene agitata energicamente con un "frullatore" in modo da rendere il composto omogeneo e successivamente versata in un cilindro in vetro graduato. Una volta verificato che tutto il composto sia stato versato nel cilindro di sedimentazione, si immerge nella soluzione un densimetro che permette di misurare la quantità di materiale che rimane in sospensione; vengono eseguite letture successive ad intervalli di tempo regolari. Utilizzando la legge di Stokes, basata sulla velocità di sedimentazione delle particelle in un liquido, le letture effettuate con il densimetro vengono elaborate con apposito programma che permette di risalire indirettamente alle dimensioni delle

particelle precipitate e quindi alle percentuali di limo e argilla contenute nel campione.

Limiti di Atterberg

I limiti di Atterberg definiscono il contenuto di acqua corrispondente ai passaggi di stato di una terra a grana fine, ovvero dei limi e delle argille, poiché il contenuto d'acqua influenza il loro comportamento meccanico.

I limiti sono indispensabili per la classificazione delle terre a grana fine e nella determinazione degli indici, come l'indice di plasticità e consistenza. La determinazione dei limiti di Atterberg consente quindi di ottenere informazioni generali sulla resistenza, sulla compressibilità e permeabilità delle terre a grana fine.

In laboratorio generalmente si determinano il limite plastico e il limite liquido, seguendo le procedure standard indicate dalle norme (UNI, ASTM, ecc...).

I limiti di Atterberg definiscono i passaggi di stato di una terra in base al suo contenuto d'acqua (w). Gli stati che la terra può assumere al crescere del suo contenuto d'acqua sono quattro, *stato solido*, *stato semisolido*, *stato plastico* e *stato liquido* e sono separati tra loro da tre limiti: il limite di ritiro, il limite plastico e il limite liquido.

La determinazione dei limiti di Atterberg, in particolare del limite liquido e del limite plastico, consente di determinare altri parametri, tra cui *l'indice di plasticità (IP)* che consente di stimare il grado di plasticità di un limo e/o di una argilla, e *l'indice di consistenza (IC)* che dà indicazioni sullo stato del campione a partire dal suo contenuto d'acqua naturale W_n .

In generale più basso è l'indice di plasticità, maggiore è la stabilità di un pendio e viceversa; più alto è l'indice di consistenza, maggiore è la stabilità di un pendio e viceversa.

I risultati di laboratorio dei Limiti di Atterberg sono annessi alla presente relazione.

4.3 Caratterizzazione sismica.

Indagine geofisica MASW

Le prove MASW sono utili per ricavare il parametro $V_{s_{eq}}$, richiesto dalla nuova normativa sismica, in modo semplice ma affidabile. Tramite questa prova vengono misurate le velocità sismiche delle onde superficiali a diverse frequenze. La variazione di velocità a diverse frequenze (dispersione) è imputabile prevalentemente alla stratificazione delle velocità delle onde S i cui valori sono ricavabili da una procedura di inversione numerica. Poiché il parametro $V_{s_{eq}}$ è una sorta di media pesata delle velocità V_s nei primi metri, l'utilizzo della tecnica MASW da considerarsi ottimale.

La strumentazione utilizzata per l'acquisizione dei dati è

costituita da:



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

VANTAGGI DELLA REGISTRAZIONE MULTICANALE

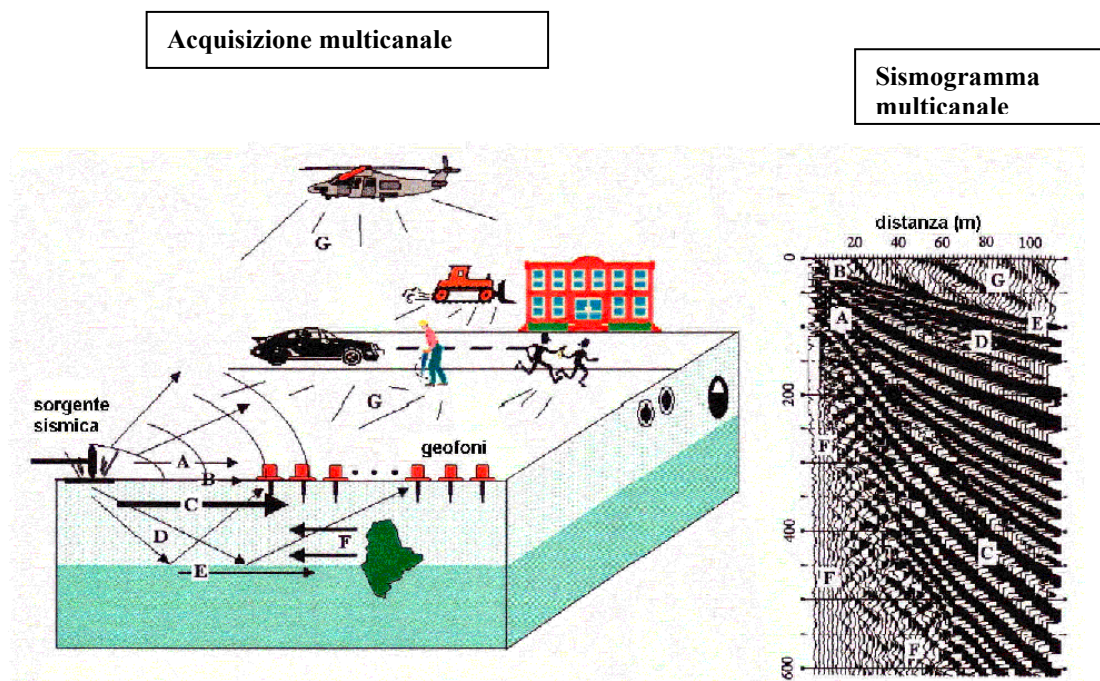


Fig. 1

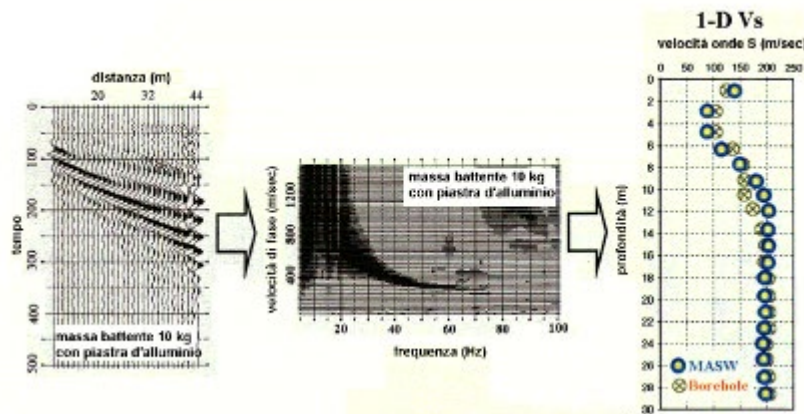
- | | |
|-----------------------|----------------------|
| A: onde in aria | E: onde rifratte |
| B: onde dirette | F: onde riverberate |
| C: onde di superficie | G: rumore ambientale |
| D: onde riflesse | |

Il principale vantaggio di un metodo di registrazione multicanale è la capacità di riconoscimento dei diversi comportamenti, che consente di identificare ed estrarre il segnale utile dall'insieme di vari e differenti tipi di onde sismiche (fig. 1). Quando un impatto è applicato sulla superficie del terreno, tutte queste onde vengono simultaneamente generate con differenti proprietà di attenuazione, velocità e contenuti spettrali. Queste proprietà sono individualmente identificabili in una registrazione multicanale e lo stadio successivo del processo fornisce grande versatilità nell'estrazione delle informazioni utili.

La procedura MASW può sintetizzarsi in quattro stadi distinti (fig. 2):

1. energizzazione del terreno;
2. acquisizione delle onde superficiali (ground roll);
3. estrazione della curva di dispersione (il grafico delle velocità di fase rispetto alla frequenza);

4. inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs (profilo 1-D) che descrive la variazione di Vs con la profondità



Per ottenere il profilo Vs bisogna produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore. L'inversione della curva di dispersione viene realizzata interattivamente, utilizzando la curva di dispersione misurata come riferimento sia per la modellazione diretta sia per la procedura ai minimi quadrati.

Per ottenere il profilo verticale Vs bisogna conoscere i valori di densità ed il rapporto di Poisson che vengono generalmente desunti da altre prove realizzate in sito.

4.3.1 Risultati indagini di campagna

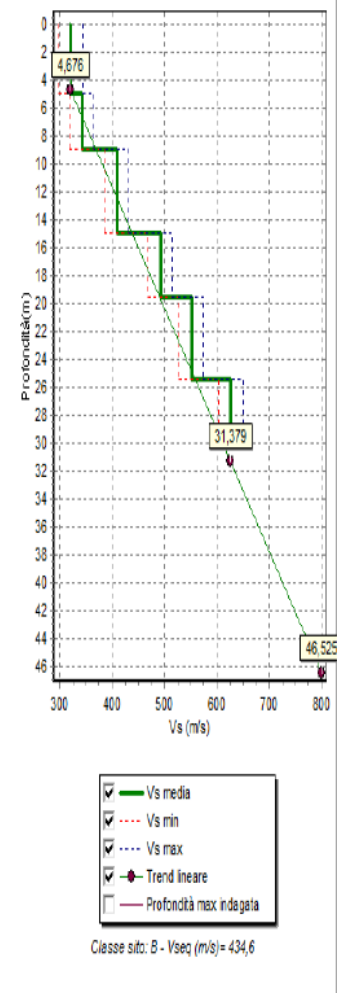
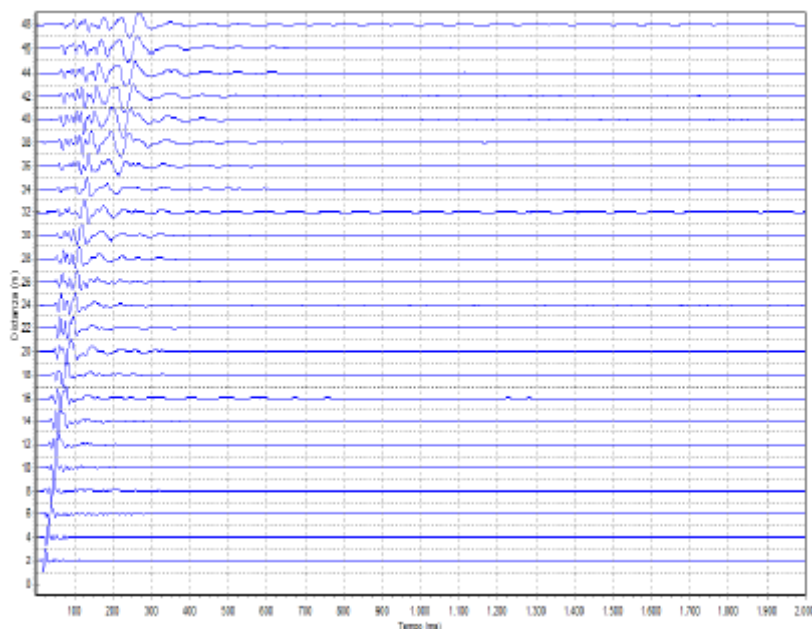
Di seguito si riportano i risultati delle n. 3 indagini sismiche MASW. Per ogni indagine si può osservare il sismogramma ed il profilo delle velocità delle onde V_{seq} il cui valore è stato calcolato utilizzando la formula:

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

dove h_i e $V_{s,i}$ indicano lo spessore (in metri) e la velocità delle onde di taglio (m/s) dello strato i - esimo, H profondità del substrato sismico in m.

Per il dettaglio dei risultati emersi dalle prove di campagna si rimanda agli elaborati grafici allegati.

Masw n. 1 Parcheggio Superiore P 3

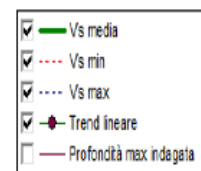
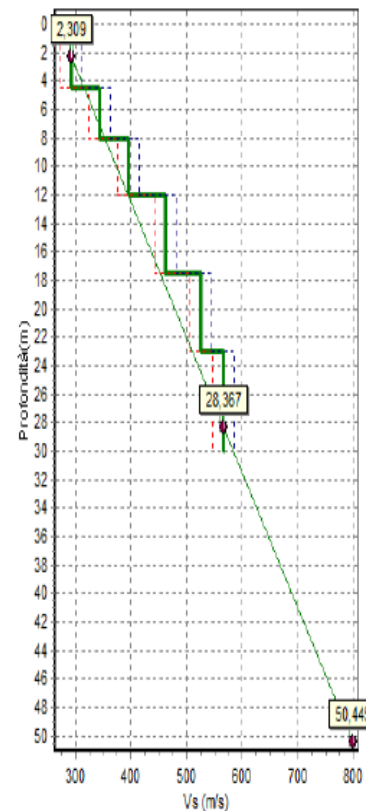
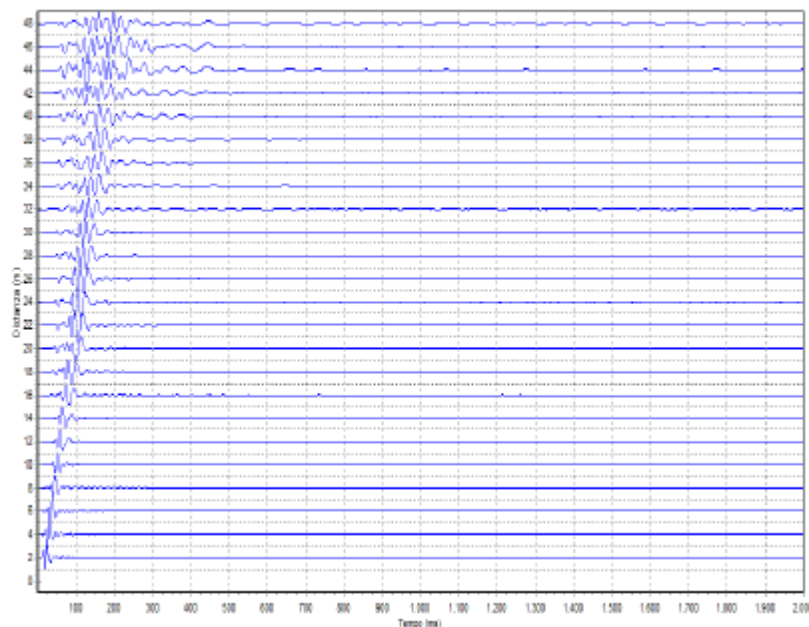


Dall'indagine eseguita si sono riscontrati i seguenti valori (intervallo 3.00-32.00 m dal p.c.)

$$V_{seq} = 434,6 \text{ m/s}$$

In allegato sono riportati i grafici riassuntivi della prova MASW. Nel report riassuntivo vengono mostrate, partendo dall'alto ed in senso orario, il tabulato delle velocità Vs, il profilo delle velocità delle onde V_{seq} , il sismogramma, lo spettro f-k, e la curva di dispersione.

Masw n. 1 Parcheggio inferiore P2



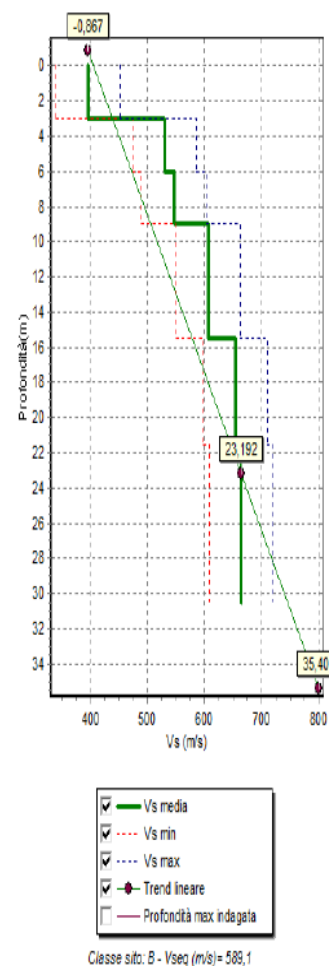
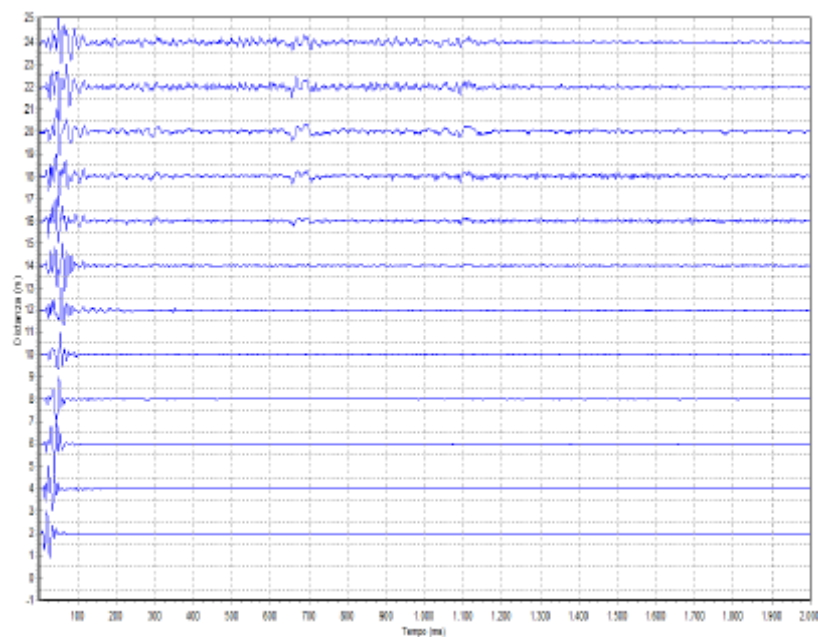
Classe sito: B - $V_{seq} (m/s) = 425,7$

Dall'indagine eseguita si sono riscontrati i seguenti valori (intervallo 2.00-30.00 m dal p.c.)

$$V_{seq} = 425,7 \text{ m/s}$$

In allegato sono riportati i grafici riassuntivi della prova MASW. Nel report riassuntivo vengono mostrate, partendo dall'alto ed in senso orario, il tabulato delle velocità V_s , il profilo delle velocità delle onde V_{seq} , il sismogramma, lo spettro f-k, e la curva di dispersione.

Masw n. 3 Via Valzelli



Dall'indagine eseguita si sono riscontrati i seguenti valori (intervallo 3.00-30.00 m dal p.c.)

$$V_{seq} = 586,1 \text{ m/s}$$

In allegato sono riportati i grafici riassuntivi della prova MASW. Nel report riassuntivo vengono mostrate, partendo dall'alto ed in senso orario, il tabulato delle velocità Vs, il profilo delle velocità delle onde V_{seq} , il sismogramma, lo spettro f-k, e la curva di dispersione.

4.4 PROVE DI PERMEABILITA'

Per determinare la permeabilità del riporto che costituisce i parcheggi P3 e P2 si è stabilito di eseguire alcune prove di permeabilità sia nel foro di sondaggio sia tramite pozzetti superficiali.

4.4.1 Prove tramite pozzetti

Le prove in pozzetto consentono di determinare, in modo semplice, la permeabilità di un terreno superficiale al di sopra del livello della falda idrica.

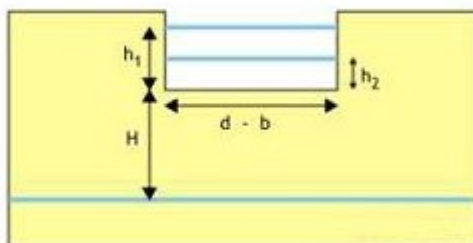
Operativamente si realizza uno scavo, lo si riempie di acqua e si valuta la portata necessaria per mantenere un livello costante (prove a carico costante) o si valuta l'abbassamento dell'acqua all'interno dello scavo (prove a carico variabile).

Nel caso in esame si è deciso di applicare il metodo a carico variabile.

Sono stati scavati dei pozzetti di forma pseudo quadrata le cui dimensioni sono state stabilite in relazione alle granulometrie presenti nel deposito. Per la profondità si è stabilito di raggiungere la quota di circa -1.00 m dal p.c.

Le prove sono state realizzate ed eseguite secondo gli schemi contenuti nelle raccomandazioni AGI. (*raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche – 1977*).

La relazione per risalire al coefficiente di permeabilità K per le prove a carico variabile è la seguente:



Prova a carico variabile

$$K = \frac{h_1 - h_2}{t_2 - t_1} \times \frac{1 + \left(\frac{2 \times h_m}{b} \right)}{\left(\frac{27 \times h_m}{b} \right) + 3}$$

Dove:

K: coefficiente di permeabilità

h_m : altezza media dell'acqua nel pozzetto durante la prova a carico variabile

b: lato del pozzetto

h_1 e h_2 : altezze dell'acqua nel pozzetto, misurate dalla base del pozzetto, all'inizio e alla fine della prova

t_2 e t_1 : durata della prova a carico variabile

Le prove di permeabilità, eseguite in data 20 settembre, sono state realizzate in scavi appositamente predisposti a mezzo pala meccanica nei rilevati dei parcheggi e denominate rispettivamente:

Parcheggio superiore P3 prove Pm1, Pm2 e Pm3; e nel parcheggio inferiore P2 le prove Pm4 e Pm5.

Le prove sono state effettuate a carico variabile, ovvero misurando gli abbassamenti del livello idrico nel pozzetto in funzione del tempo.

Nella tabella sotto riportata sono sintetizzati gli esiti delle determinazioni effettuate.

| SCAVO (n.) | DIMENSIONI SCAVO (cm) | ALTEZZA (cm) | FALDA | PERMEABILITA' cm/sec |
|------------|-----------------------|--------------|---------|----------------------|
| Pm1 | 80 x 75 | 100 | Assente | $1,1 \times 10^{-3}$ |
| Pm2 | 90 x 115 | 100 | Assente | $2,8 \times 10^{-3}$ |
| Pm3 | 80 x 100 | 100 | Assente | $4,4 \times 10^{-3}$ |
| Pm4 | 90 x 100 | 90 | Assente | $2,6 \times 10^{-3}$ |
| Pm5 | 75 x 95 | 75 | Assente | $6,3 \times 10^{-4}$ |

Schema riassuntivo prove di permeabilità in pozzetto superficiale

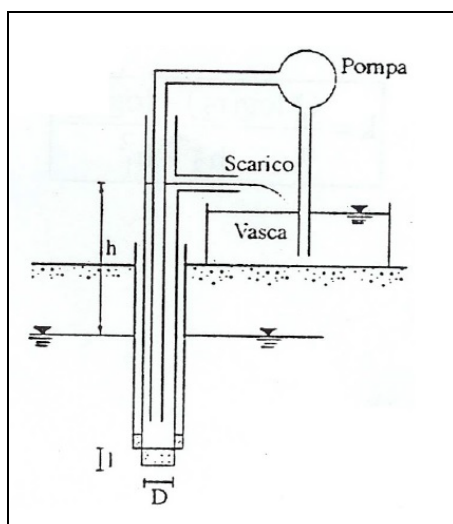
In generale, i valori di permeabilità registrati si possono considerare uniformi e con valori mediamente bassi, compatibili con terreni ghiaioso sabbioso limosi con argilla, come effettivamente riscontrato sia negli scavi sia nei sondaggi geognostici.

4.4.2 Prove di permeabilità in foro Lefranc

Le prove di permeabilità in foro sono state eseguite nel sondaggio S2 tra quota -3.00 e -3.70 m e tra quota - 4.50 e -5.30 m dal p.c.

La prova Lefranc consiste nel preparare un tratto di foro scoperto durante la perforazione del sondaggio e creare un gradiente idraulico mediante immissione di acqua nella colonna di rivestimento, tale per mantenere il livello

costante (prova a carico costante), o la tendenza al ristabilire l'equilibrio idraulico (prova a carico variabile).



Schema Lefranc a carico costante

Nel caso specifico il metodo utilizzato è stato a carico costante, in quanto la disponibilità di immissione dell'acqua pari a 100 l/minuto non è stata sufficiente a mantenere costante il livello oltre i 10 cm da fondo foro. Per la valutazione di K si fa riferimento alla metodologia consigliata dalla Associazione Geotecnica Italiana (AGI) secondo la seguente relazione di calcolo:

$$K = \frac{q}{C_f D h}$$

K = coefficiente di permeabilità

D = diametro tratto di prova

h = altezza del livello d'acqua nel foro rispetto al fondo foro

q = portata immessa per mantenere h costante

C_f = coefficiente di forma (C_f=2.85)

Si determina un unico valore di K, senza grafici.

Prova L1

Diametro rivestimento 127 cm

Studio

GEOLOGIA APPLICATA

dr. Paolo Locatelli

Diametro carotiere 101 cm
Profondità rivestimento 3.00 m
Profondità sondaggio 3.70 m
Intervallo di prova da m 3.00 a m 3.70
Falda assente
K > 10 cm/sec

Prova L2

Diametro rivestimento 127 cm
Diametro carotiere 101 cm
Profondità rivestimento 4.50 m
Profondità sondaggio 5.30 m
Intervallo di prova da m 4.50 a m 5.30
Falda assente
K > 10 cm/sec

I valori di permeabilità misurati sono elevati, superiori a quelli che la composizione granulometrica evidenziata dalla stratigrafia consentirebbero.

Si ritiene pertanto che, nel rilevato, si siano realizzate zone localizzate con condizioni di elevato drenaggio.

5.0 ANALISI SISMICA DI II LIVELLO

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

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

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

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

Per il comune di Castione della Presolana (zona sismica 3) risultano i seguenti valori di Fa soglia a seconda delle diverse categorie di sottosuolo:

| Categoria di sottosuolo | Periodo 0.1-0.5 s | Periodo 0.5-1.5 |
|--------------------------------|--------------------------|------------------------|
| C | 1.8 | 2.4 |
| B | 1.4 | 1.7 |

Per procedere con il calcolo del valore di Fa per il sito in esame si è scelto di applicare, tra quelle disponibili, la scheda litologica sabbiosa, in quanto unica tra quelle disponibili, per la quale l'andamento delle Vs risulta compatibile (nel caso dei Masw 1 e 2) e la migliore tra le disponibili nel caso del Masw 3.

All'interno della suddetta scheda litologica si è scelta, in funzione della profondità e della velocità Vs dello strato superficiale, la curva n° 2 (nel caso dei Masw 1 e 2) e la curva n° 3 nel caso del Masw 3, per la valutazione del valore di Fa nell'intervallo 0.1-0.5 s e nell'intervallo 0.5-1.5 s, in base al valore del periodo proprio del sito T.

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

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

In tutte e tre le indagini effettuate non è stata raggiunta la velocità di 800 m/s, ed è stato quindi estrapolato un opportuno andamento delle Vs con la profondità fino al raggiungimento della stessa che è stata stimata alle seguenti profondità:

| Masw | Profondità raggiungimento 800 m/s (bedrock sismico, da p.c.) |
|-------------|---|
| 1 | 46.6 m |
| 2 | 50.4 m |
| 3 | 35.4 m |

Sono stati aggiunti quindi uno o più sismostrati corrispondenti ai punti della retta che mostra il trend lineare di estrapolazione, completando nel modo seguente la tabella profondità-Vs (in carattere rosso i valori corrispondenti al tratto estrapolato):

Masw 1 (profondità inizio calcolo: p.c.)

| Profondità in metri (Limite inferiore strato) | Vs (m/s) |
|--|---------------------|
| 5.0 | 322 |
| 9.0 | 343 |
| 15.0 | 409 |
| 19.5 | 493 |
| 25.5 | 552 |
| 34.0 | 627 |
| 38.0 | 657 |
| 42.0 | 703 |
| 46.6 | 748 |
| ➤ 46.6 | 800 m/s |

Masw 2 (profondità inizio calcolo: p.c.)

| Profondità in metri (Limite inferiore strato) | Vs (m/s) |
|--|---------------------|
| 4.5 | 292 |
| 8.0 | 343 |
| 12.0 | 395 |
| 17.5 | 461 |
| 23.0 | 526 |
| 32.0 | 567 |
| 38.0 | 605 |
| 44.0 | 668 |
| 50.4 | 732 |
| ➤ 50.4 | 800 m/s |

Masw 3 (profondità inizio calcolo: -0.5 m da p.c.)

| Profondità in metri (Limite inferiore strato) | Vs (m/s) |
|--|---------------------|
| 3.0 | 396 |
| 6.0 | 530 |
| 9.0 | 546 |
| 15.5 | 606 |
| 21.5 | 654 |
| 30.5 | 664 |
| 35.4 | 745 |
| ➤ 35.4 | 800 m/s |

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

| N° Masw | T (secondi) | Fa (0.1-0.5s) | Fa (0.5-1.5s) |
|----------------|--------------------|----------------------|----------------------|
| 1 | 0.35 | 1.7 | 1.5 |
| 2 | 0.38 | 1.7 | 1.6 |
| 3 | 0.22 | 1.4 | 1.3 |

In tutte le indagini effettuate, il valore riscontrato risulta compatibile con il valore soglia per il comune di Castione della Presolana (nel caso del Masw 3 - Fa 0.1/0.5, anche considerando la variabilità di ± 0.1 che tiene conto della variabilità del valore di Fa ottenuto dalla procedura semplificata): la normativa è quindi da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche dei possibili effetti di amplificazione litologica del sito.

Viene pertanto confermata la **CATEGORIA DI SOTTOSUOLO "C"** per i Masw 1 e 2, e la **CATEGORIA DI SOTTOSUOLO "B"** per il Masw 3.

6.0 INDICAZIONI REALIZZAZIONE INTERVENTO

Durante l'esecuzione dei rilievi e da quanto emerso dalle indagini di campagna si evince che il problema principale riscontrato è causato dall'azione dell'acqua meteorica che, ad oggi, in molti casi defluisce liberamente e crea diffusi dissesti con numerosi fenomeni di ruscellamento. La stessa andrà pertanto correttamente regimata ed addotta ad idoneo recapito, secondo quanto di seguito dettagliato. Per la realizzazione dell'intervento si formulano le seguenti considerazioni:

Strada Valzelli:

Si sono riscontrati numerosi avvallamenti sulla sede stradale; l'ubicazione, le dimensioni e la profondità sono state rilevate durante il rilievo topografico eseguito dal Dr. Ing. Noris e le stesse dettagliatamente cartografate sulla planimetria, alla quale si rimanda. Le prove penetrometriche eseguite in corrispondenza degli avvallamenti più significativi hanno riscontrato avanzamenti alla punta di entità modesta che denotano una non perfetta compattazione del rilevato, probabilmente dovuti a più fattori: realizzazione del rilevato non eseguita a regola d'arte, infiltrazione e/o percolazione di acqua che ha contribuito al deterioramento delle

caratteristiche litotecniche del deposito ed a fenomeni di consolidazione nel tempo del rilevato/sottofondo.

Nelle aree interessate dagli avvallamenti si dovrà bonificare il cassonetto con apporto di idoneo materiale e successiva rullatura e compattazione.

Per quanto concerne la scarpata a monte della strada, ad oggi, non si ravvisano particolari problemi di stabilità; sarà comunque necessario prevedere una "pulizia" delle scarpate da materiale vegetale morto e/o infestante che impedisce di rilevare accuratamente il substrato, quindi procedere ad un leggero disgaggio di quelle frazioni di scarpata che presentano massi e/o blocchi in equilibrio precario.



Particolare scarpata con massi da asportare

Si sono inoltre rilevati un bosco ceduo e alcune conifere posti sulla scarpata e sul ciglio della stessa. Dato il loro radicamento superficiale in parte scoperto, eventi meteorologici intensi, accompagnati da venti forti, possono causare lo sradicamento delle stesse con intuibili conseguenze. Si dovrà pertanto prevedere il taglio delle piante ritenute, da esperto del settore, in equilibrio precario.

In considerazione al fatto che il rilevato stradale è stato realizzato su un pendio mediamente acclive e che le scarpate dello stesso hanno, di conseguenza, aumentato tale pendenza, si sconsiglia di drenare l'acqua meteorica sullo stesso pendio. Sarebbe auspicabile, pertanto, il raccoglimento dell'acqua a monte della strada, con adduzione della stessa in corpo idrico superficiale. Ne è stato individuato uno più a valle, in corrispondenza di una valletta naturale, già tombinata (al disotto del parcheggio P 5) mediante tubo diametro 1000 mm intestato in una vasca di raccolta e sedimentazione. Tale sistema drenante raccoglie l'acqua di una valletta a monte che sottende un bacino idrografico di circa 0.80 kmq. Alla luce dei recenti temporali estivi si è osservato che lungo la valletta si realizza un notevole trasporto solido.

L'attuale vasca dovrà essere rivista alla luce di un calcolo idrologico di dettaglio e dovrà essere tenuto in debito conto anche un significativo trasporto solido. Pertanto, sarà da valutare un apposito sgrigliatore.

Il tubo, come da una recente video-ispezione, risulta danneggiato e dovrà essere sostituito.



Particolare vasca di sedimentazione parcheggio P 5

Considerate le portate derivanti dalla valletta, dalla strada e dal bacino da essa sotteso, si dovrà prevedere, allo sbocco del tubo, idonea opera di rallentamento e di spagliamento dell'acqua per evitare fenomeni di erosione allo sbocco del tubo stesso.



Particolare ostruzione tubo al disotto del parcheggio P 5

Parcheggi P2 e P3

In relazione alle risultanze emerse dal rilievo geomorfologico, dai sondaggi geognostici e dalle indagini sismiche si sconsiglia di realizzare, per lo smaltimento dell'acqua meteorica derivante dai parcheggi stessi, pozzi perdenti per non variare l'equilibrio idrogeologico presente. In considerazione della pendenza attuale dei piazzali, che si realizza essenzialmente verso valle, per la regimazione delle acque meteoriche si consiglia quanto segue:

parcheggio superiore P 3:

L'acqua piovana che graverà sul parcheggio dovrà essere raccolta da una linea di drenaggio posta a valle del parcheggio stesso.

In accordo con il progettista, Dr. Ing. Noris, si è convenuto di convogliare l'acqua in corpo idrico superficiale individuato poco a valle dello stesso. La valle identificata è già recettrice di acque provenienti da monte e dalla strada captate da un tombotto dotato di griglia. Da una recente video ispezione il tombotto e il tubo di scarico risultano danneggiati e quest'ultimo quasi completamente intasato.



Valletta di scarico

In relazione al fatto che il drenaggio in esame accetta anche le acque provenienti da parte di via Valzelli e dall'area del bacino sotteso, alla luce delle nuove

portate, l'area di sbocco del nuovo tubo di drenaggio dovrà essere rivista e migliorata mediante opere volte al rallentamento dell'acqua (tipo soglia a stramazzo o annegamento di massi atti a rallentare l'immissione dell'acqua nella valletta).

Sarà utile prevedere idonea piantumazione arbustiva atta a prevenire e/o contenere fenomeni di dilavamento e ruscellamento sulla scarpata fra i parcheggi P3 e P2.

A valle della scarpata (a monte del parcheggio P2) dovrà essere realizzata una linea di drenaggio volta alla raccolta dell'acqua spiovente dalla scarpata stessa. L'acqua dovrà essere addotta in corpo idrico superficiale come individuato e descritto di seguito (denominato scarico 1).

Il drenaggio da realizzare alla base della scarpata del parcheggio P 3, è previsto che raccolga, oltre all'acqua spiovente della medesima scarpata, le contenute ma persistenti venute d'acqua che scaturiscono alla base del pendio, cartografate nella planimetria redatta dal Dr. Ing. Noris. Tale emergenza idrica è probabilmente imputabile alla rottura del tubo della fognatura che, da una recente video ispezione, corre sotto il parcheggio P 3 (vedi disegni Ing. Noris).

Sarebbe opportuno intervenire per evitare che tale perdita, nel tempo, possa causare dissesti al rilevato.

Parcheggio inferiore P2

Per quanto concerne il parcheggio inferiore si è convenuto di realizzare, come già descritto al punto precedente, un drenaggio a monte (con lo scopo di raccogliere le acque provenienti dalla scarpata del parcheggio superiore e di drenare le contenute, ma persistenti venute d'acqua, alla base della scarpata come rilevato nel dettaglio da il Dr. Ing Noris) e di posizionare verso valle dello stesso una linea di drenaggio interrata con caditoie per la raccolta delle acque spioventi.

Per lo smaltimento delle stesse si è convenuto di utilizzare una linea di deflusso idrico, individuata come scarico 1, già formatasi per via naturale, che opportunamente strutturata, come descritto di seguito, potrà essere utilizzata allo scopo.

Strada di accesso al parcheggio inferiore P2

Nel tratto iniziale della strada si è rilevato uno smottamento del rilevato che interessa circa metà della sede stradale per una lunghezza complessiva di circa 20 m. Lungo questo tratto si sono eseguite n. 3 prove penetrometriche, tutte e tre andate a rifiuto dopo pochi

centimetri. Questo risultato testimonia che nel rilevato stradale sono stati depositi massi grossolani che non hanno consentito l'esecuzione della prova. In questo tratto di strada risulta che, come già accaduto anche in passato, si siano verificati piccoli franamenti in seguito sommariamente ripristinati con scarico di materiale inerte di vario tipo e granulometria. Tali ripristini sommari non hanno mai fornito sistemazione definitiva, pertanto, si consiglia: lo sbancamento totale del rilevato esistente, verifica dello strato di fondazione, ricostruzione del rilevato con utilizzo di idoneo materiale e adeguato costipamento dello stesso. Si dovrà inoltre verificare che nelle immediate circostanze non vi siano perdite di acqua che possano aver contribuito a questi smottamenti.

Per quanto concerne la regimazione dell'acqua, considerata l'attuale pendenza della strada, in parte verso il pendio di valle e in parte verso il parcheggio P 3 si è concordato di: spagliare una parte dell'acqua meteorica sul versante erboso sottostante e raccogliere l'altra parte tramite canaletta trasversale con chiusura a griglia da posizionarsi al termine della strada. L'acqua raccolta sarà addotta al recapito individuato come scarico 2 e descritto al punto successivo.

Sistemazione dei punti di recapito e convogliamento dell'acqua meteorica.

Scarico 1 e Scarico 2

In accordo con il dr. ing. Noris si è convenuto di utilizzare "le aree di compluvio" già interessate, per via naturale, alla raccolta e al convogliamento delle acque meteoriche, in corso d'acqua superficiale, previa loro sistemazione e messa in sicurezza delle stesse.



Stralcio planimetria studio Ing. Noris Scala 1:2.000

Scarico 1

Individuato nell'area all' inizio della strada che porta al deposito posizionato sotto il parcheggio inferiore. Si tratta di un'incisione che le acque di ruscellamento selvaggio non regimate hanno scavato nel tempo lungo il pendio, creando un solco di scorrimento.



Imbocco scarico 1

Alla base dello stesso si ritrova un pianoro naturale con diffusi massi. Il percorso prosegue, prima in un avvallamento naturale attraverso una zona boscosa, poi in una scarpata di alcuni metri e termina in un pianoro che si apre a monte della stradina che porta al depuratore. Dopo l'attraversamento della strada inizia una valletta naturale.

Nel caso specifico, partendo dal punto di scarico, si dovrà sistemare, come specificato in seguito, la zona del pendio lunga circa 33 m, e il pianoro alla base della stessa; quindi, bisognerà intervenire sul solco di ruscellamento per convogliare l'acqua al secondo pianoro e creare un guado per l'attraversamento della stradina di accesso al depuratore.



Zona di scorrimento scarico 1

Dai calcoli eseguiti in collaborazione con il Dr. Ing. Noris, tenuto conto dell'attuale bassa permeabilità superficiale dei parcheggi, nel sistema di drenaggio in progetto (considerata anche l'asfaltatura del parcheggio)

non è previsto alcun incremento della portata di acqua rispetto alla situazione attuale.

Scarico 2

Individuato al termine della strada di accesso al parcheggio inferiore. Si tratta di un'incisione scavata nel tempo dalle acque di ruscellamento selvaggio, provenienti in gran parte anche da via Valzelli, che, non regimate, hanno creato solchi di scorrimento anche sulla scarpata a monte della strada stessa.



Imbocco scarico 2

Alla base di questa incisione si ritrova un pianoro naturale con diffusi massi. Il tracciato prosegue in un avvallamento naturale attraverso una zona boscosa. Al termine il percorso dell'acqua tende a spagliarsi in un'area a bassa acclività. Allo stato di fatto si individuano due percorsi preferenziali di ruscellamento verso la valletta sottostante.



Zona di scorrimento scarico 2

Nel caso specifico, per la regimazione dell'acqua si potrà realizzare una vasca di sedimentazione e rallentamento con soglia a stramazzo, per poi optare per uno spagliamento diffuso, oppure "convogliare" l'acqua in un deflusso controllato con direzione specifica. Dopo

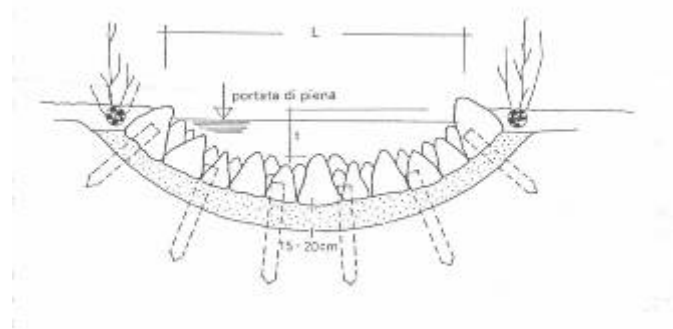
l'attraversamento della strada di accesso al depuratore si apre una valletta naturale.

Partendo dal punto di scarico, si dovrà strutturare la zona del pendio lunga circa 30 m. (come specificato in seguito), alla base della stessa, in corrispondenza del primo e del secondo pianoro naturale, realizzare una vasca di rallentamento e creare una zona di guado per l'attraversamento della strada di accesso al depuratore.

Con il sistema di drenaggio in progetto non si prevede alcun incremento del carico idraulico rispetto a quello che già grava sui medesimi punti di scarico.

Per la sistemazione dei punti di scarico superficiali si propone la realizzazione di una canaletta a fondo scabroso tipo Lorenz.

Di seguito si dà una breve descrizione per la realizzazione dell'opera per un deflusso di circa 250 l/sec.



Dopo l'escavazione di un fosso largo circa 250 cm (in parte già presente) e profondo 50 cm, vi si battono ad una distanza di 2 m, trasversalmente alla direzione di scorrimento, una serie di 4-6 pali di quercia della lunghezza di 100 cm e del diametro di 10 cm. Si riporta poi uno strato, dello spessore di circa 20 cm, formato da sabbia e pietrisco 0/30 mm. Su di questo vengono deposte - lavorando dal centro ai bordi - delle pietre dure e spigolose in modo da formare uno strato compatto.

Gli intertizi dovranno essere riempiti e incuneati con pietrisco del diametro 3/50 mm.

Nel raccordo laterale, in corrispondenza del terreno non consolidato, dovrà essere inserita una fascinata viva lungo il bordo del canale, onde evitare dilavamenti laterali.

L'effetto che si produce è che l'acqua scorre sia nello strato di pietrisco come pure nello strato compatto. Sono

*Studio***GEOLOGIA APPLICATA***dr. Paolo Locatelli*

possibili dei leggeri spostamenti, ma questo tipo di manufatto agisce in modo elastico e mediante lo sprofondamento dei sassi queste variazioni tendono a sistemarsi da sé.

7.0 CONCLUSIONI

L'analisi dei dati di bibliografia, il rilievo geologico e geomorfologico eseguiti nell'area in esame e nelle zone adiacenti e le indagini di campagna realizzate hanno evidenziato che l'area è stata interessata dalla compresenza di più processi morfogenetici complessi reciprocamente influenzati: fenomeni morfodinamici e gravitativi, dinamica di versante e fenomeni erosivi. Significativa è l'impronta antropica, dovuta alla realizzazione delle vie di comunicazione, all'attività di tipo edilizio residenziale e a quella di tipo impiantistico.

L'area in esame è interessata, nella parte terminale di via Valzelli (dal parcheggio P5 al termine della strada), dalla formazione di San Giovanni Bianco: si tratta di arenarie e siltiti, dolomie con interstrati pelitico-marnosi e livelli evaporitici con estrema variabilità laterale e verticale. Questa formazione è ricoperta da depositi di versante eluvio colluviali di spessore variabile da pochi decimetri ad alcuni metri.

La zona a valle del parcheggio P5 è invece interessata da depositi di versante e da accumuli dovuti a deformazioni

gravitative costituite da diamicton massivi a supporto di matrice fine pedogenizzati con clasti eterometrici angolosi e ammassi rocciosi disarticolati con cementazione assente. Superficie limite superiore erosionale.

Al disotto di questo strato di depositi si ritrova il substrato roccioso costituito in parte dalla formazione di San Giovanni Bianco ed in parte dalla Formazione di Gorno: si tratta di calcari e calcari marnosi e marne di colore grigio-nerastro alla frattura e grigio-giallastro in alterazione.

Per il dettaglio delle caratteristiche geosedimentologiche delle formazioni si rimanda al capitolo 3.0 geologia.

Dall'indagine eseguita non è emerso, per l'area in esame, alcun importante processo geomorfologico in atto. Non si sono evidenziate frane, scivolamenti e/o dissesti attivi di tipo significativo, ad eccezione di rilevanti e diffusi fenomeni di ruscellamento, in alcuni casi anche con trasporto solido, e fenomeni di soliflusso (come dettagliato nella presente relazione e come anche cartografato nel progetto dell'Ing. Noris).

In conclusione, per tutto quanto precedentemente esposto, per la realizzazione del progetto "Messa in sicurezza strada e infrastrutture poste a servizio località Pora"

(via Monte Pora e Valzelli, Aree di sosta) si riassume brevemente quanto segue:

Via Valzelli

Disgaggio leggero del versante di monte, taglio di alcune piante prospicienti il versante, raccolta e canalizzazione delle acque con adduzione delle stesse in corpo idrico superficiale.

Parcheggio superiore P 3

L'acqua piovana che graverà sul parcheggio dovrà essere raccolta da una linea di drenaggio posizionata al limite inferiore del medesimo, verso valle.

L'acqua meteorica raccolta sarà addotta in corpo idrico superficiale. È preferibile escludere la realizzazione di pozzi perdenti nel substrato per evitare, nel tempo, deterioramenti del rilevato stesso.

Parcheggio inferiore P 2

Regimazione e raccolta delle acque meteoriche tramite due linee di drenaggio, una posizionata a monte ed una al bordo verso valle del parcheggio.

L'acqua raccolta sarà recapitata in corpo idrico superficiale identificato come scarico 1.

Strada di accesso al parcheggio inferiore P 2

Sbancamento di parte del rilevato esistente, verifica dello strato di fondazione, ricostruzione del rilevato con utilizzo di idoneo materiale e adeguato costipamento dello stesso. Si dovrà inoltre verificare che, nelle immediate adiacenze, non vi siano perdite di acqua che possano aver contribuito ai dissesti sopra menzionati. Sarà inoltre necessario il taglio di alcune piante (bosco ceduo) prospicienti il versante.

Per quanto concerne la regimazione dell'acqua, in parte sarà spagliata sul versante erboso sottostante e in parte sarà raccolta tramite canaletta trasversale con chiusura a griglia, da posizionarsi al termine della strada. L'acqua raccolta sarà convogliata nello scarico indicato come scarico 2.

Si rimane a disposizione per qualsiasi ulteriore integrazione chiarimento e/o necessità.



ALLEGATI

- **SONDAGGI S1 S2 S3**
 - **Fotografie**
 - **Stratigrafie**
 - **Analisi di laboratorio campioni**

- **PROVE PENETROMETRICHE SCPT**
 - **Fotografie**
 - **Grafici**

- **INDAGINI SIMICHE MASW**
 - **Fotografie**
 - **Grafici riassuntivi**

- **SEZIONE GEOLOGICA scala 1:250**

- **UBICAZIONI INDAGINI DI CAMPAGNA**

- **STRALCIO CARTA IFF (Regione Lombardia) Scala 1:10.000**

SONDAGGI S1 S2 S3

Fotografie

Stratigrafie

Analisi di laboratorio campioni

FOTOGRAFIE SONDAGGIO S 1



Ubicazione sondaggio S 1



S 1 Carotaggio da 0.00 a -5.00 m dal p.c.

FOTOGRAFIE



S 1 Carotaggio da -5.00 a -10.00 m dal p.c.



S 1 Carotaggio da -10.00 a -15.00 m dal p.c.

Committente: Comune di Castione della Presolana

Dott. Paolo Locatelli

Via Partigiani, 08
24121 BERGAMO

tel. 035-224120

e-mail: pa.locatelli@tiscali.it

Località: Monte Pora Parcheggio superiore P3

Data inizio/fine: 05/08/2021

Attrezzatura: Beretta T 44

Lunghezza perforazione (m): 15.0

Scala 1:100

Quota del p.c. s.l.m.(m): -15.00

Sigla: S1

| Loggia di spiccioli | | Stratigrafia | Cam pi oni | DESCRIZIONE | S.P.T. | Vane test (kg/cmq) | Pocket (kg/cmq) | Falda |
|---------------------|----------------|--------------|------------|---|--------|--------------------|-----------------|-------|
| Spessore (m) | Profondità (m) | | | Cassonetto | | | | |
| 0.30 | 0.30 | | | Riporto granulare costituito da ghiaia, sabbia limosa con ciottoli | | | | |
| 1.20 | 1.50 | | 2.20 | | 1.5 | 1-2-4 | 0.5 | |
| 2.00 | 3.50 | | | Livello con maggiore percentuale di frazione fine: ghiaia con limo e sabbia argillosa | 3.0 | 4-16-8 | 1 | |
| 3.50 | 5.00 | | | Strato granulare costituito da ghiaia, in matrice fine sabbioso limosa diffusi clasti. | | | | |
| 4.50 | 8.00 | | 7.00 | | 6.0 | 3-4-2 | | |
| 5.00 | | | | Livello limoso con sabbia e ghiaia argilloso | 7.5 | 7-10-8 | | |
| 6.00 | | | 8.00 | | | | | |
| 7.00 | | | | Strato a prevalente componente ghiaiosa con ciottoli in matrice sabbiosa-limosa-argillosa | | | | |
| 8.00 | | | | | | | | |
| 9.00 | | | | | | | | |
| 10.00 | | | | | | | | |
| 11.00 | | | | | | | | |
| 12.00 | | | | | | | | |
| 13.00 | | | | | | | | |
| 14.00 | | | | | | | | |
| 15.00 | | | | | | | | |

Committente: **Dr. Locatelli**

Località: **Castione della Presolana (BG)**

Data emissione: **22/09/2021**

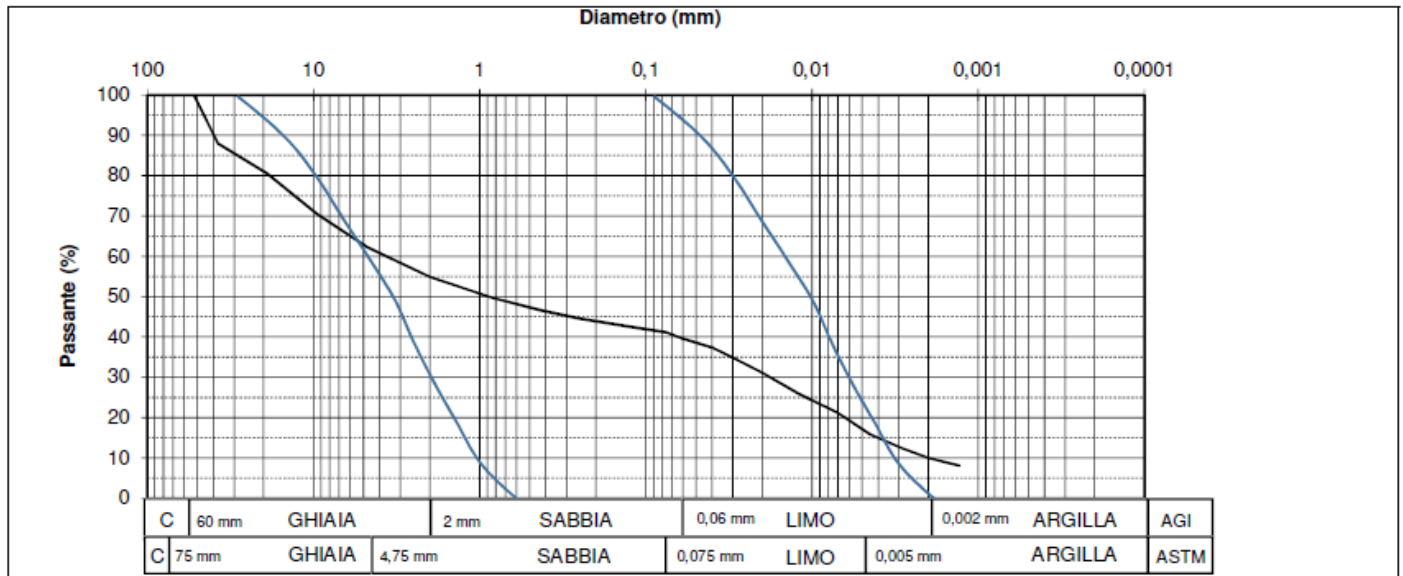
Provenienza: **sondaggio S1**

Campione n°: **C1 (rimaneggiato)**

Profondità: **n.p.**

Rapporto di Prova n°: **283/21GD**

Sperimentatore: **Dr.M. Bertasa**



| SETACCIATURA | | | AEROMETRIA | | |
|--------------|-------------------------|-----------------------|--------------|----------------------|-----------------------|
| diametro mm | % cumulativa trattenuto | % cumulativa passante | % trattenuto | diametro equivalente | % cumulativa passante |
| 100 | 0,00 | 100,00 | 0,00 | 0,06 | 39,59 |
| 37,5 | 12,05 | 87,95 | 12,05 | 0,04 | 37,41 |
| 19 | 19,47 | 80,53 | 7,43 | 0,03 | 34,91 |
| 9,52 | 29,53 | 70,47 | 10,06 | 0,02 | 31,17 |
| 4,75 | 37,74 | 62,26 | 8,21 | 0,012 | 25,87 |
| 2 | 45,07 | 54,93 | 7,33 | 0,007 | 21,20 |
| 0,85 | 50,18 | 49,82 | 5,12 | 0,0045 | 15,90 |
| 0,425 | 53,44 | 46,56 | 3,25 | 0,0029 | 12,47 |
| 0,25 | 55,44 | 44,56 | 2,00 | 0,002 | 10,00 |
| 0,125 | 57,42 | 42,58 | 1,98 | 0,0013 | 8,11 |
| 0,075 | 58,85 | 41,15 | 1,44 | | |
| < 0,075 | 100,00 | 0,00 | 41,15 | | |

| DIAMETRO mm | |
|--|---------|
| Diametro massimo D max | 52,4 |
| Diametro passante 60% D ₆₀ | 3,6 |
| Diametro passante 50% D ₅₀ | 0,88 |
| Diametro passante 30% D ₃₀ | 0,017 |
| Diametro passante 10% D ₁₀ | 0,002 |
| COEFFICIENTI | |
| UNIFORMITA' D ₆₀ / D ₁₀ U = | 1,8E+03 |
| CURVATURA D ₃₀ ² / D ₆₀ * D ₁₀ C = | 4,0E-02 |
| PERMEAB. (cm/sec) D ₁₀ ² K = | 4,0E-06 |
| PARAMETRI DETERMINATI | |
| PESO DI VOL. γ naturale (g/cm ³) | |
| PESO DI VOL. γ secco (g/cm ³) | |
| PESO DI VOL. γ saturo (g/cm ³) | |
| SATURAZIONE % S _r | |
| INDICE DEI VUOTI ε ₀ | |
| POROSITA' n | |
| PESO SPECIFICO (valore assunto) G _s | |
| UMIDITA' CAMPIONE % W _n | 16,73 |
| CLASSIFICAZIONI | |
| CNR UNI 11531-1: | |

| A.G.I. | |
|---|-------|
| CLASSE GRANULOMETRICA % | |
| CIOTTOLI: | |
| GHIAIA : | 45,07 |
| SABBIA : | 15,34 |
| LIMO : | 29,59 |
| ARGILLA : | 10,00 |
| DENOMINAZIONE A.G.I.: | |
| ghiaia con limo sabbiosa argillosa | |

| ASTM | |
|---|-------|
| CLASSE GRANULOMETRICA % | |
| CIOTTOLI: | |
| GHIAIA : | 37,74 |
| SABBIA : | 21,11 |
| LIMO : | 24,19 |
| ARGILLA : | 16,96 |
| DENOMINAZIONE ASTM.: | |
| ghiaia con limo e sabbia argillosa | |

**LABORATORIO ANALISI
L'ANALISTA**

M. Bertasa

Laboratorio con sistema di gestione per la qualità
certificato da ente accreditato



| NOTE - OSSERVAZIONI |
|---|
| Campione rimaneggiato, in sacchetto. Il valore dell'umidità del campione calcolato in Laboratorio potrebbe non corrispondere a quello naturale in sito |
| fuso liquefacibilità |

Committente: **Dr. Locatelli**

Località: **Castione della Presolana (BG)**

Data emissione: **22/09/2021**

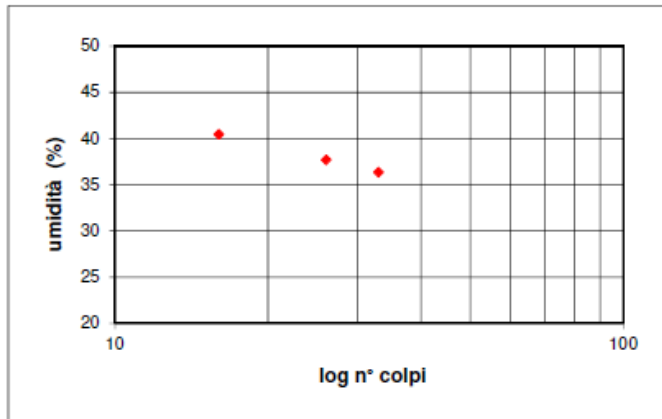
Provenienza: **sondaggio S1**

Campione n°: **C1 (rimaneggiato)**

Profondità: **n.p.**

Rapporto di Prova n°: **284/21GD**

Sperimentatore: **Dr.M. Bertasa**

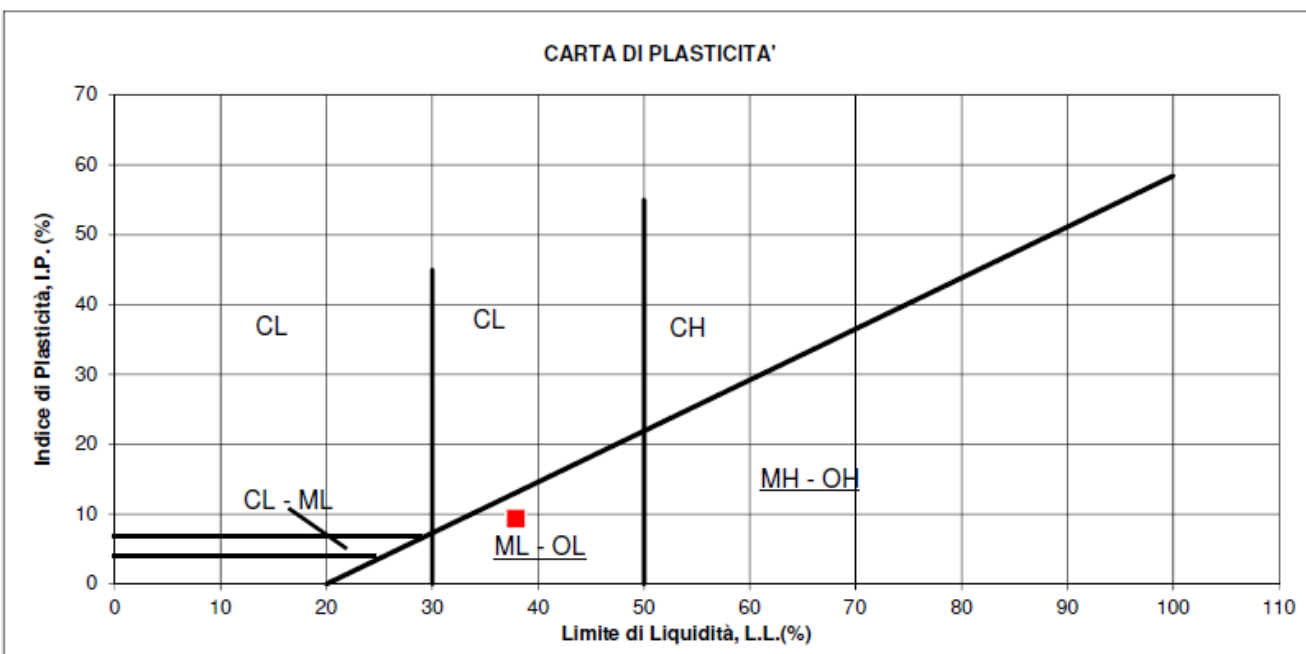


| Limite Liquido | | | |
|----------------|-----------|-----------|-----------|
| | provino 1 | provino 2 | provino 3 |
| tara | 1,02 | 0,96 | 1,01 |
| in umido | 35,01 | 35,11 | 35,06 |
| fin secco | 25,22 | 25,76 | 25,98 |
| W% | 40,45 | 37,70 | 36,36 |
| N° colpi | 16 | 26 | 33 |

| Limite Plastico | | |
|-----------------|-----------|-----------|
| | provino 1 | provino 2 |
| tara | 1,02 | 0,97 |
| in umido | 20,89 | 19,33 |
| fin secco | 16,47 | 15,26 |
| W% | 28,61 | 28,48 |

| LIMITI DI ATTERBERG | | |
|----------------------|--------|-------|
| Limite Liquido | L.L. % | 37,90 |
| Limite Plastico | L.P. % | 28,54 |
| Indice di Plasticità | I.P. % | 9,36 |
| umidità campione | Wn % | 16,73 |

| LEGENDA CARTA DI PLASTICITA' | |
|------------------------------|---|
| ■ | CAMPIONE ANALIZZATO = ML - OL |
| ML | Limi inorganici, limi argillosi, sabbie molto fini limose |
| OL | Limi organici e argille-limi organici di bassa plasticità |
| CL | Argille inorganiche di media bassa plasticità; argille limosa sabbiose o ghiaiose |
| MH | Limi inorganici, limi argillosi, |
| CH | Argille inorganiche di alta plasticità |
| OH | Argille organiche e argille limose di media-alta plasticità |



NOTE - OSSERVAZIONI
 Campione rimaneggiato, in sacchetto.
 Il valore dell'umidità del campione calcolata in Laboratorio potrebbe non corrispondere a quella naturale in sito

**LABORATORIO ANALISI
L'ANALISTA**

M. Bertasa

Laboratorio con sistema di gestione per la qualità
certificato da ente accreditato



Committente: **Dr. Locatelli**

Località: **Castione della Presolana (BG)**

Data emissione: **22/09/2021**

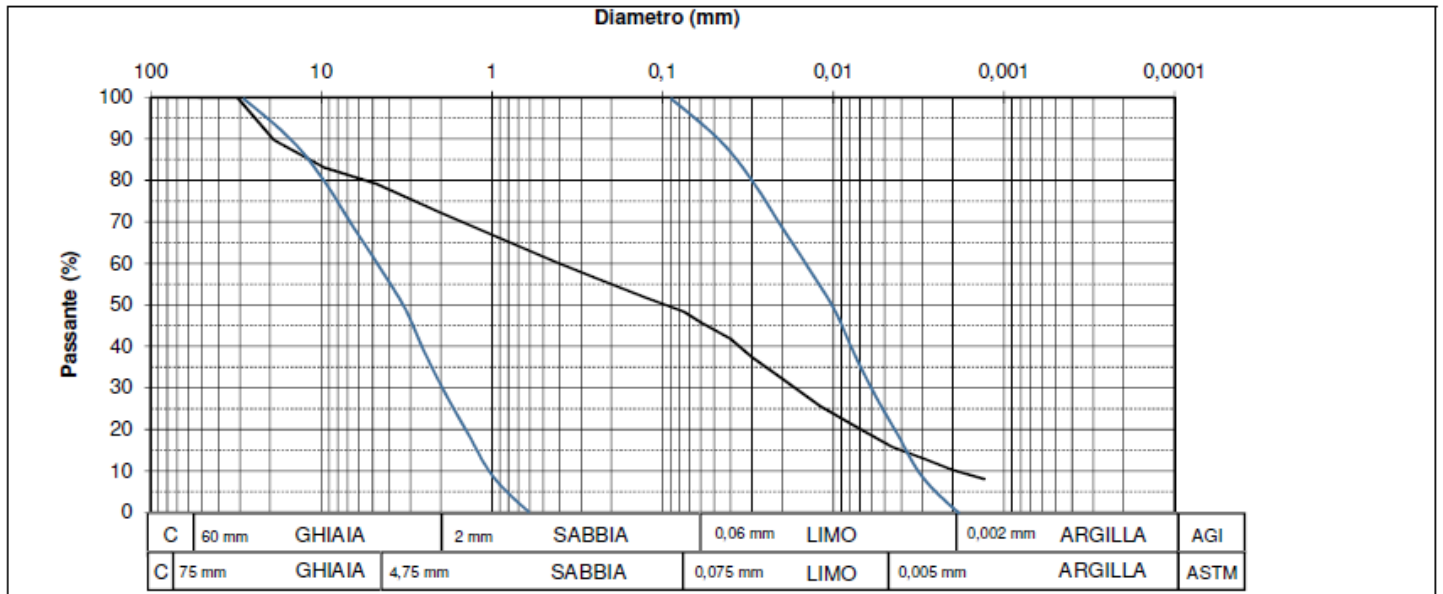
Provenienza: **sondaggio S1**

Campione n°: **C2 (rimaneggiato)**

Profondità: **n.p.**

Rapporto di Prova n°: **285/21GD**

Sperimentatore: **Dr.M. Bertasa**



| SETACCIATURA | | | | AEROMETRIA | |
|--------------|-------------------------|-----------------------|--------------|----------------------|-----------------------|
| diametro mm | % cumulativa trattenuto | % cumulativa passante | % trattenuto | diametro equivalente | % cumulativa passante |
| 100 | 0,00 | 100,00 | 0,00 | 0,06 | 45,82 |
| 37,5 | 0,00 | 100,00 | 0,00 | 0,04 | 41,78 |
| 19 | 10,21 | 89,79 | 10,21 | 0,03 | 37,39 |
| 9,52 | 17,03 | 82,97 | 6,83 | 0,02 | 32,25 |
| 4,75 | 20,90 | 79,10 | 3,86 | 0,012 | 25,66 |
| 2 | 27,83 | 72,17 | 6,94 | 0,007 | 20,16 |
| 0,85 | 34,34 | 65,66 | 6,51 | 0,0045 | 15,76 |
| 0,425 | 39,64 | 60,36 | 5,30 | 0,0029 | 12,83 |
| 0,25 | 43,46 | 56,54 | 3,82 | 0,002 | 10,26 |
| 0,125 | 48,26 | 51,74 | 4,80 | 0,0013 | 8,06 |
| 0,075 | 51,62 | 48,38 | 3,36 | | |
| < 0,075 | 100,00 | 0,00 | 48,38 | | |

| DIAMETRO mm | | |
|--|----------------|---------|
| Diametro massimo D max | | 31,1 |
| Diametro passante 60% D ₆₀ | | 0,4 |
| Diametro passante 50% D ₅₀ | | 0,094 |
| Diametro passante 30% D ₃₀ | | 0,017 |
| Diametro passante 10% D ₁₀ | | 0,0018 |
| COEFFICIENTI | | |
| UNIFORMITA' D ₆₀ / D ₁₀ | U = | 2,2E+02 |
| CURVATURA D ₃₀ ² / D ₆₀ * D ₁₀ | C = | 4,0E-01 |
| PERMEAB. (cm/sec) D ₁₀ ² | K = | 3,2E-06 |
| PARAMETRI DETERMINATI | | |
| PESO DI VOL. γ naturale (g/cm ³) | | |
| PESO DI VOL. γ secco (g/cm ³) | | |
| PESO DI VOL. γ saturo (g/cm ³) | | |
| SATURAZIONE % | S _r | |
| INDICE DEI VUOTI | ε ₀ | |
| POROSITA' | n | |
| PESO SPECIFICO (valore assunto) Gs | | |
| UMIDITA' CAMPIONE % | W _n | 27,34 |
| CLASSIFICAZIONI | | |
| CNR UNI 11531-1: | | |

| A.G.I. CLASSE GRANULOMETRICA % | |
|---|-------|
| CIOTTOLI: | |
| GHIAIA : | 27,83 |
| SABBIA : | 26,35 |
| LIMO : | 35,55 |
| ARGILLA : | 10,26 |
| DENOMINAZIONE A.G.I.: | |
| limo con ghiaia e sabbia argilloso | |

| ASTM CLASSE GRANULOMETRICA % | |
|---|-------|
| CIOTTOLI: | |
| GHIAIA : | 20,90 |
| SABBIA : | 30,72 |
| LIMO : | 31,74 |
| ARGILLA : | 16,64 |
| DENOMINAZIONE ASTM.: | |
| limo con sabbia e ghiaia argilloso | |

| NOTE - OSSERVAZIONI |
|---|
| Campione rimaneggiato, in sacchetto. |
| Il valore dell'umidità del campione calcolato in Laboratorio potrebbe non corrispondere a quello naturale in sito |
| fuso liquefacibilità |

**LABORATORIO ANALISI
L'ANALISTA**

M. Bertasa

Laboratorio con sistema di gestione per la qualità
certificato da ente accreditato



Committente: **Dr. Locatelli**

Località: **Castione della Presolana (BG)**

Data emissione: **22/09/2021**

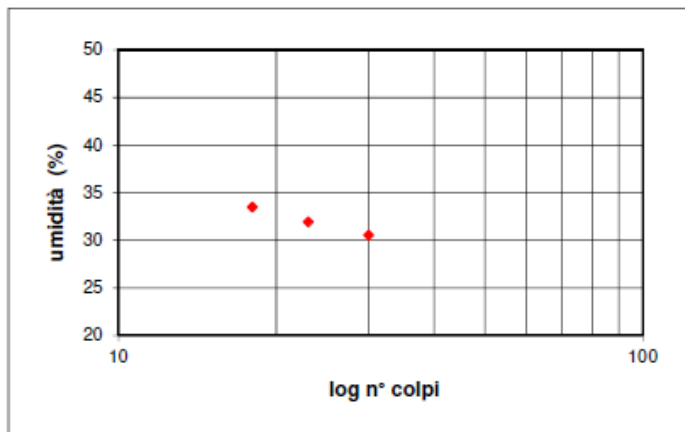
Provenienza **sondaggio S1**

Campione n°: **C2 (rimaneggiato)**

Profondità: **n.p.**

Rapporto di Prova n°: **286/21GD**

Sperimentatore: **Dr.M. Bertasa**

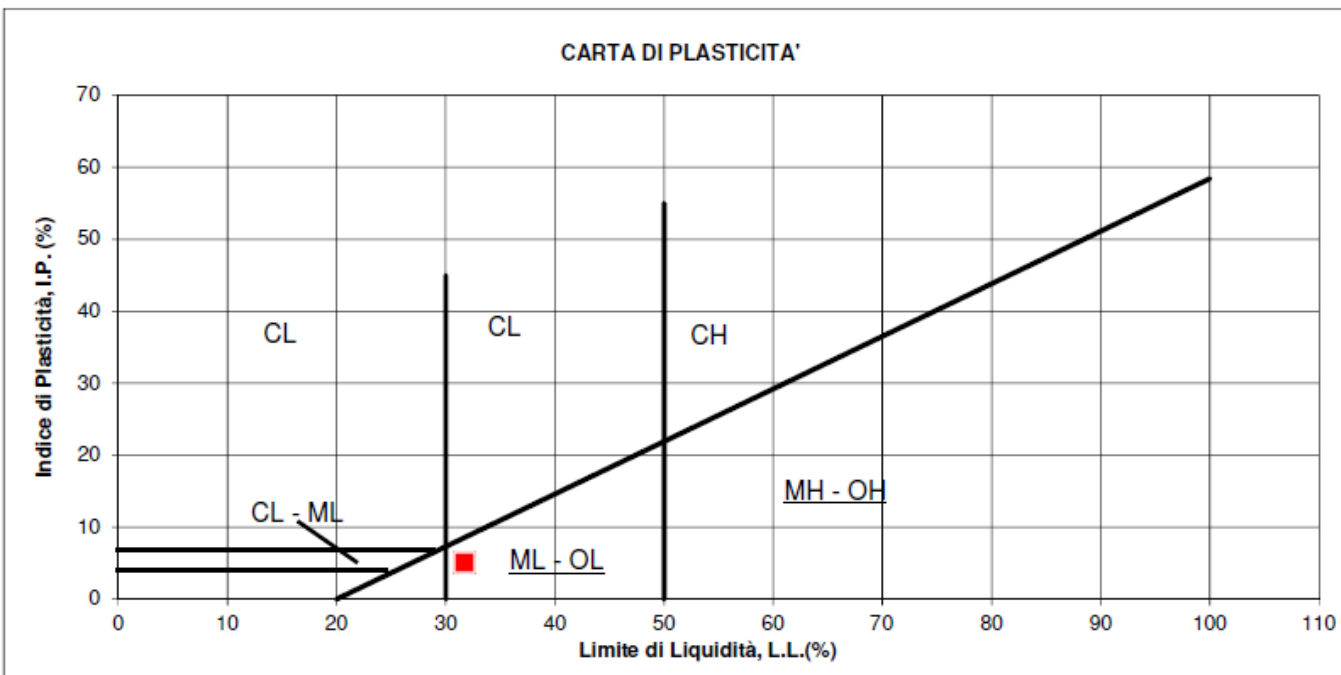


| Limite Liquido | | | |
|----------------|-----------|-----------|-----------|
| | provino 1 | provino 2 | provino 3 |
| tara | 1,04 | 1,00 | 1,02 |
| in umido | 35,11 | 35,2 | 35,15 |
| fin secco | 26,56 | 26,92 | 27,17 |
| W% | 33,50 | 31,94 | 30,52 |
| N° colpi | 18 | 23 | 30 |

| Limite Plastico | | |
|-----------------|-----------|-----------|
| | provino 1 | provino 2 |
| tara | 1,02 | 0,99 |
| in umido | 20,8 | 20,33 |
| fin secco | 16,67 | 16,24 |
| W% | 26,39 | 26,82 |

| LEGENDA CARTA DI PLASTICITA' | |
|------------------------------|---|
| ■ | CAMPIONE ANALIZZATO = ML - OL |
| ML | Limi inorganici, limi argillosi, sabbie molto fini limose |
| OL | Limi organici e argille-limi organici di bassa plasticità |
| CL | Argille inorganiche di media bassa plasticità; argille limosa sabbiose o ghiaiose |
| MH | Limi inorganici, limi argillosi, |
| CH | Argille inorganiche di alta plasticità |
| OH | Argille organiche e argille limose di media-alta plasticità |

| LIMITI DI ATTERBERG | | |
|----------------------|--------|-------|
| Limite Liquido | L.L. % | 31,70 |
| Limite Plastico | L.P. % | 26,60 |
| Indice di Plasticità | I.P. % | 5,10 |
| umidità campione | Wn % | 27,34 |



NOTE - OSSERVAZIONI

Campione rimaneggiato, in sacchetto.
Il valore dell'umidità del campione calcolata in Laboratorio potrebbe non corrispondere a quella naturale in sito

**LABORATORIO ANALISI
L'ANALISTA**

M. Bertasa

Laboratorio con sistema di gestione per la qualità
certificato da ente accreditato



Committente: **Dr. Locatelli**

Località: **Castione della Presolana (BG)**

Data emissione: **22/09/2021**

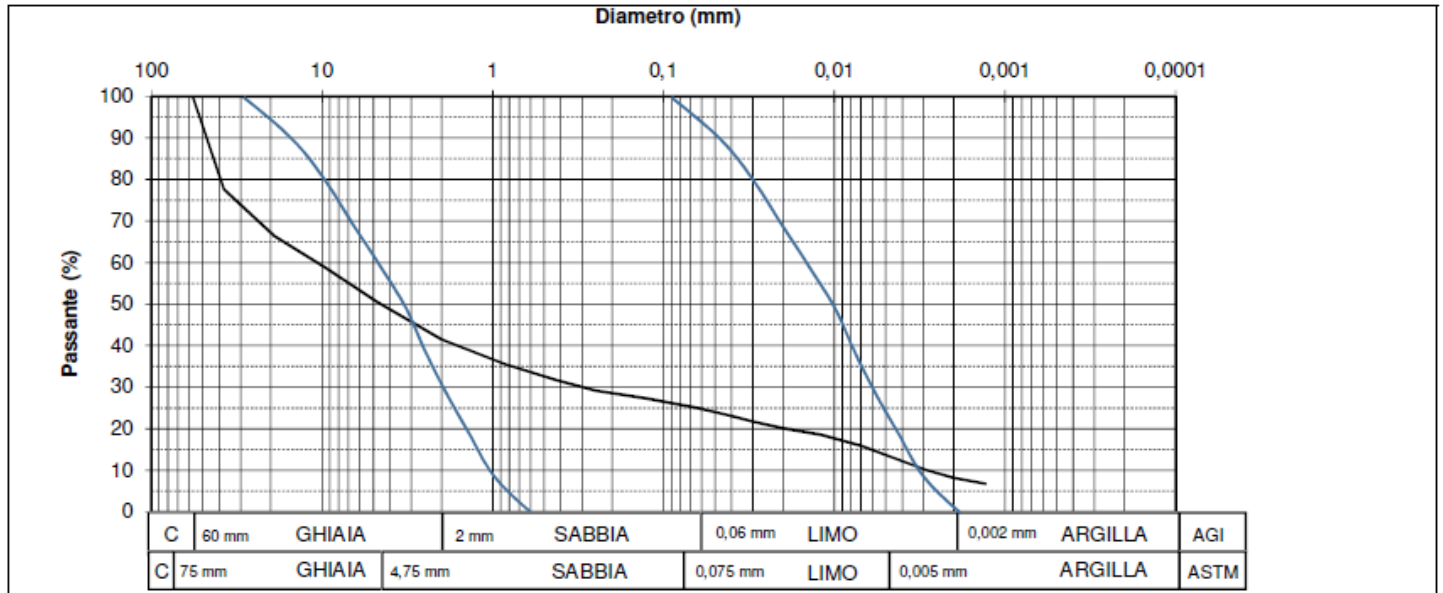
Provenienza: **sondaggio S1**

Campione n°: **C3 (rimaneggiato)**

Profondità: **n.p.**

Rapporto di Prova n°: **287/21GD**

Sperimentatore: **Dr.M. Bertasa**



| SETACCIATURA | | | AEROMETRIA | | |
|--------------|-------------------------|-----------------------|--------------|----------------------|-----------------------|
| diametro mm | % cumulativa trattenuto | % cumulativa passante | % trattenuto | diametro equivalente | % cumulativa passante |
| 100 | 0,00 | 100,00 | 0,00 | 0,06 | 24,81 |
| 37,5 | 22,39 | 77,61 | 22,39 | 0,04 | 23,07 |
| 19 | 33,58 | 66,42 | 11,19 | 0,03 | 21,71 |
| 9,52 | 41,28 | 58,72 | 7,70 | 0,02 | 20,16 |
| 4,75 | 49,49 | 50,51 | 8,21 | 0,012 | 18,61 |
| 2 | 58,51 | 41,49 | 9,02 | 0,007 | 15,89 |
| 0,85 | 64,43 | 35,57 | 5,92 | 0,0045 | 12,99 |
| 0,425 | 68,31 | 31,69 | 3,88 | 0,0029 | 10,08 |
| 0,25 | 70,88 | 29,12 | 2,57 | 0,002 | 8,14 |
| 0,125 | 72,69 | 27,31 | 1,81 | 0,0013 | 6,78 |
| 0,075 | 74,41 | 25,59 | 1,72 | | |
| < 0,075 | 100,00 | 0,00 | 25,59 | | |

| DIAMETRO mm | |
|--|-------------|
| Diametro massimo D max | 57,2 |
| Diametro passante 60% D ₆₀ | 10,1 |
| Diametro passante 50% D ₅₀ | 4,4 |
| Diametro passante 30% D ₃₀ | 0,3 |
| Diametro passante 10% D ₁₀ | 0,0027 |
| COEFFICIENTI | |
| UNIFORMITA' D ₆₀ /D ₁₀ | U = 3,7E+03 |
| CURVATURA D ₃₀ ² /D ₆₀ *D ₁₀ | C = 3,3E+00 |
| PERMEAB. (cm/sec) D ₁₀ ² | K = 7,3E-06 |
| PARAMETRI DETERMINATI | |
| PESO DI VOL. γ naturale (g/cm ³) | |
| PESO DI VOL. γ secco (g/cm ³) | |
| PESO DI VOL. γ saturo (g/cm ³) | |
| SATURAZIONE % S _r | |
| INDICE DEI VUOTI ε ₀ | |
| POROSITA' n | |
| PESO SPECIFICO (valore assunto) G _s | |
| UMIDITA' CAMPIONE % W _n | 11,74 |
| CLASSIFICAZIONI | |
| CNR UNI 11531-1: | |

| A.G.I. CLASSE GRANULOMETRICA % | |
|--|-------|
| CIOTTOLI: | |
| GHIAIA : | 58,51 |
| SABBIA : | 16,68 |
| LIMO : | 16,67 |
| ARGILLA : | 8,14 |
| DENOMINAZIONE A.G.I.: | |
| ghiaia sabbiosa limosa debolmente argillosa | |

| ASTM CLASSE GRANULOMETRICA % | |
|---|-------|
| CIOTTOLI: | |
| GHIAIA : | 49,49 |
| SABBIA : | 24,92 |
| LIMO : | 12,02 |
| ARGILLA : | 13,57 |
| DENOMINAZIONE ASTM.: | |
| ghiaia con sabbia argillosa limosa | |

| NOTE - OSSERVAZIONI |
|---|
| Campione rimaneggiato, in sacchetto. |
| Il valore dell'umidità del campione calcolato in Laboratorio potrebbe non corrispondere a quello naturale in sito |
| fuso liquefacibilità |

LABORATORIO ANALISI
L'ANALISTA

M. Bertasa

Laboratorio con sistema di gestione per la qualità
certificato da ente accreditato



Committente: **Dr. Locatelli**

Località: **Castione della Presolana (BG)**

Data emissione: **22/09/2021**

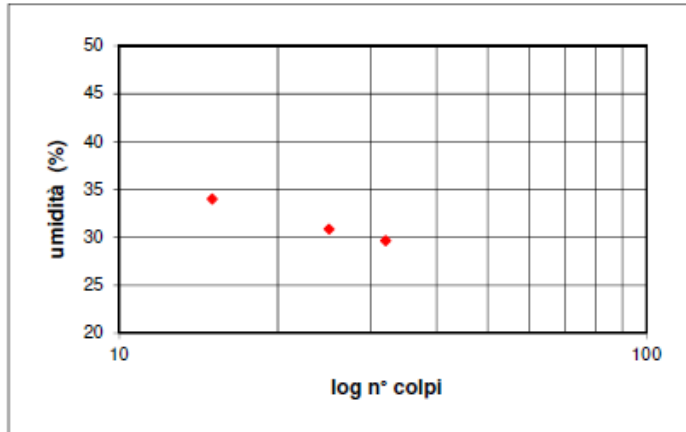
Provenienza **sondaggio S1**

Campione n°: **C3 (rimaneggiato)**

Profondità: **n.p.**

Rapporto di Prova n°: **288/21GD**

Sperimentatore: **Dr.M. Bertasa**

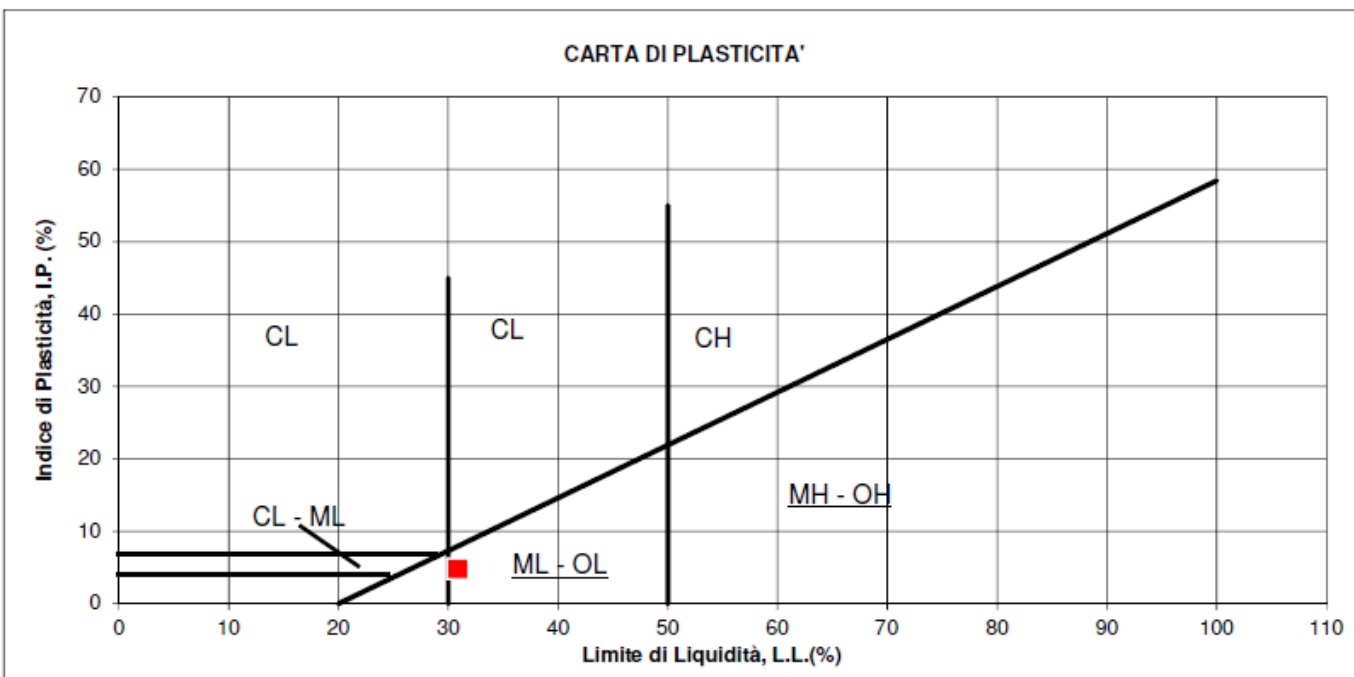


| Limite Liquido | | | |
|----------------|-----------|-----------|-----------|
| | provino 1 | provino 2 | provino 3 |
| tara | 1,00 | 1,01 | 0,98 |
| in umido | 35,15 | 35,16 | 35,09 |
| fin secco | 26,48 | 27,11 | 27,29 |
| W% | 34,03 | 30,84 | 29,65 |
| N° colpi | 15 | 25 | 32 |

| Limite Plastico | | |
|-----------------|-----------|-----------|
| | provino 1 | provino 2 |
| tara | 0,98 | 1,05 |
| in umido | 20,43 | 19,88 |
| fin secco | 16,42 | 15,98 |
| W% | 25,97 | 26,12 |

| LEGENDA CARTA DI PLASTICITA' | |
|------------------------------|---|
| ■ | CAMPIONE ANALIZZATO = ML - OL |
| ML | Limi inorganici, limi argillosi, sabbie molto fini limose |
| OL | Limi organici e argille-limi organici di bassa plasticità |
| CL | Argille inorganiche di media bassa plasticità; argille limosa sabbiose o ghiaiose |
| MH | Limi inorganici, limi argillosi, |
| CH | Argille inorganiche di alta plasticità |
| OH | Argille organiche e argille limose di media-alta plasticità |

| LIMITI DI ATTERBERG | | |
|----------------------|--------|-------|
| Limite Liquido | L.L. % | 30,84 |
| Limite Plastico | L.P. % | 26,05 |
| Indice di Plasticità | I.P. % | 4,79 |
| umidità campione | Wn % | 11,74 |



NOTE - OSSERVAZIONI

Campione rimaneggiato, in sacchetto.
Il valore dell'umidità del campione calcolata in Laboratorio potrebbe non corrispondere a quella naturale in sito

**LABORATORIO ANALISI
L'ANALISTA**

M. Bertasa

Laboratorio con sistema di gestione per la qualità
certificato da ente accreditato



FOTOGRAFIE SONDAGGIO S 2



Ubicazione sondaggio S 2



S 2 Carotaggio da 0.00 a -5.00 m dal p.c.

FOTOGRAFIE



S 2 Carotaggio da -5.00 a -10.00 m dal p.c.



S 2 Carotaggio da -10.00 a -15.00 m dal p.c.

FOTOGRAFIE



S 2 Carotaggio da -15.00 a -17.00 m dal p.c.

Dott. Paolo Locatelli

Via Partigiani, 08
24121 BERGAMO
tel. 035-224120

e-mail: pa.locatelli@tiscali.it

Committente: Comune di Castione della Presolana

Località: Monte Pora Parcheggio inferiore P2

Data inizio/fine: 06/08/2021

Attrezzatura: Beretta T 44

Lunghezza perforazione (m): 17.0

Scala 1:100

Quota del p.c. s.l.m.(m): -17.00

Sigla: S 2

| Spessore (m) | | Profondità (m) | | Stratigrafia | Cam pi oni | DESCRIZIONE | S.P.T. | Vane test (kg/cmq) | Pocket (kg/cmq) | Falda |
|--------------|---------------|----------------|-------|--------------|------------|---|----------------|--------------------|-----------------|-------|
| 0-10 | 10-20 | 20-30 | 30-40 | | | | | | | |
| | | | | | | Cassonetto | | | | |
| 0.10 | | | | | | | | | | |
| 1 | 2.20 | | | | | Ghiaia con ciottoli in matrice sabbioso limosa | 1.5 6-6-6 | | | |
| 2 | 2.30 | | | | | | | | | |
| 3 | 1.70 | | | | 3.00 | Ghiaia con sabbia limosa argillosa | 3.0 7-8-12 | | 2 2 | |
| 4 | 4.00 | | | | | | | | | |
| 5 | 1.80 | | | | | Orizzonte ghiaioso con clasti in matrice fine | 4.5 6-12-33 | | | |
| 6 | 5.80 | | | | | | | | | |
| 7 | 3.20 | | | | 8.00 | Livello ghiaioso limoso con sabbia e argilla. | | | 1 | |
| 8 | | | | | | | | | 1 | |
| 9 | 9.00 | | | | | | | | 2 | |
| 10 | | | | | | | | | | |
| 11 | 4.00 | | | | 11.00 | Orizzonte ghiaioso con sabbia argillosa limosa e ciottoli | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | |
| 13 | 13.00 | | | | | Livello ghiaioso sabbioso con limo argilloso e ciottoli | | | | |
| 14 | 0.80 13.80 | | | | | | | | | |
| 15 | 3.20 | | | | | Ghiaia sabbioso limosa debolmente argillosa con ciottoli | | | | |
| 16 | | | | | 16.60 | | | | | |
| 17 | 17.00 | | | | | | | | | |
| 17 | 0.00 | | | | | | | | | |

Committente: **Dr. Locatelli**

Località: **Castione della Presolana (BG)**

Data emissione: **22/09/2021**

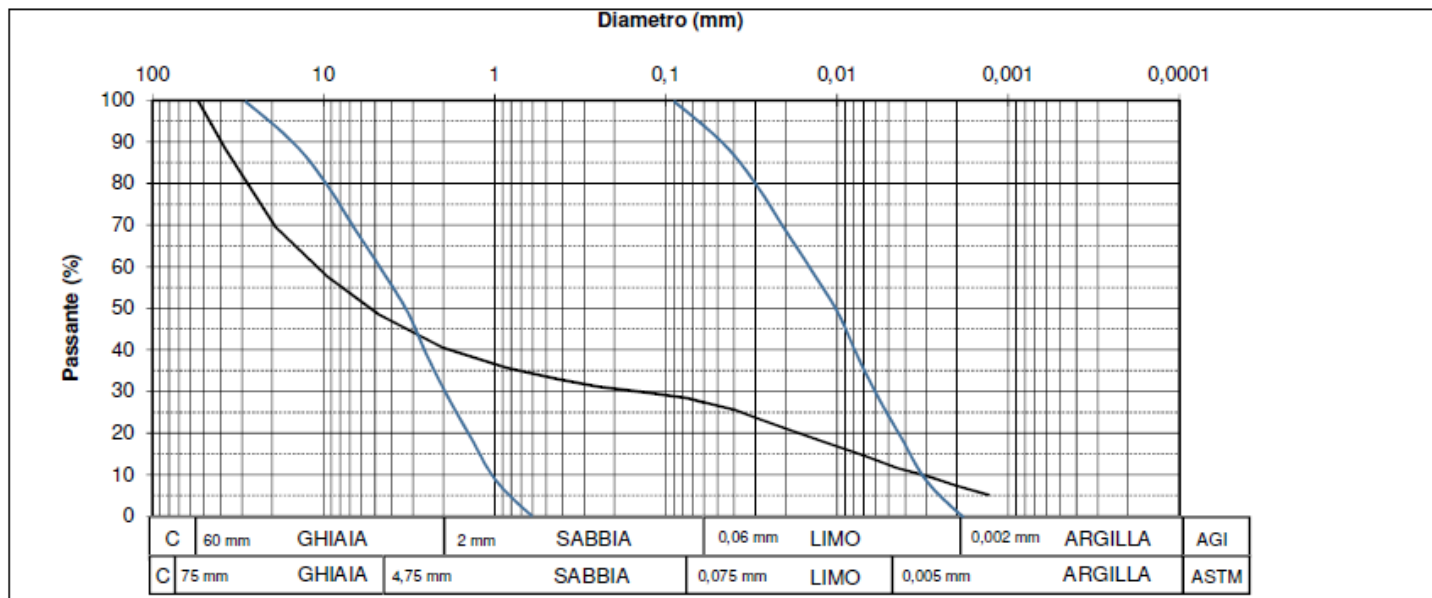
Provenienza: **sondaggio S2**

Campione n°: **C1 (rimaneggiato)**

Profondità: **n.p.**

Rapporto di Prova n°: **289/21GD**

Sperimentatore: **Dr.M. Bertasa**



| SETACCIATURA | | | AEROMETRIA | | |
|--------------|-------------------------|-----------------------|--------------|----------------------|-----------------------|
| diametro mm | % cumulativa trattenuto | % cumulativa passante | % trattenuto | diametro equivalente | % cumulativa passante |
| 100 | 0,00 | 100,00 | 0,00 | 0,06 | 27,37 |
| 37,5 | 11,64 | 88,36 | 11,64 | 0,04 | 25,64 |
| 19 | 30,58 | 69,42 | 18,93 | 0,03 | 23,70 |
| 9,52 | 42,43 | 57,57 | 11,85 | 0,02 | 21,12 |
| 4,75 | 51,49 | 48,51 | 9,06 | 0,012 | 17,89 |
| 2 | 59,56 | 40,44 | 8,07 | 0,007 | 14,65 |
| 0,85 | 64,34 | 35,66 | 4,78 | 0,0045 | 11,64 |
| 0,425 | 67,08 | 32,92 | 2,74 | 0,0029 | 9,48 |
| 0,25 | 68,85 | 31,15 | 1,77 | 0,002 | 7,33 |
| 0,125 | 70,29 | 29,71 | 1,44 | 0,0013 | 5,17 |
| 0,075 | 71,55 | 28,45 | 1,26 | | |
| < 0,075 | 100,00 | 0,00 | 28,45 | | |

| DIAMETRO mm | | |
|--|-----|---------|
| Diametro massimo D max | | 54,3 |
| Diametro passante 60% D ₆₀ | | 11 |
| Diametro passante 50% D ₅₀ | | 5,2 |
| Diametro passante 30% D ₃₀ | | 0,15 |
| Diametro passante 10% D ₁₀ | | 0,0031 |
| COEFFICIENTI | | |
| UNIFORMITA' D ₆₀ /D ₁₀ | U = | 3,5E+03 |
| CURVATURA D ₃₀ ² /D ₆₀ *D ₁₀ | C = | 6,6E-01 |
| PERMEAB. (cm/sec) D ₁₀ ² | K = | 9,6E-06 |
| PARAMETRI DETERMINATI | | |
| PESO DI VOL. γ naturale (g/cm ³) | | |
| PESO DI VOL. γ secco (g/cm ³) | | |
| PESO DI VOL. γ saturo (g/cm ³) | | |
| SATURAZIONE % S _r | | |
| INDICE DEI VUOTI ε ₀ | | |
| POROSITA' n | | |
| PESO SPECIFICO (valore assunto) G _s | | |
| UMIDITA' CAMPIONE % W _n | | 16,65 |
| CLASSIFICAZIONI | | |
| CNR UNI 11531-1: | | |

| A.G.I. | |
|--|-------|
| CLASSE GRANULOMETRICA % | |
| CIOTTOLI: | |
| GHIAIA : | 59,56 |
| SABBIA : | 13,08 |
| LIMO : | 20,04 |
| ARGILLA : | 7,33 |
| DENOMINAZIONE A.G.I.: | |
| ghiaia limosa sabbiosa debolmente argillosa | |

| ASTM | |
|---|-------|
| CLASSE GRANULOMETRICA % | |
| CIOTTOLI: | |
| GHIAIA : | 51,49 |
| SABBIA : | 20,07 |
| LIMO : | 16,21 |
| ARGILLA : | 12,24 |
| DENOMINAZIONE ASTM.: | |
| ghiaia con sabbia limosa argillosa | |

| NOTE - OSSERVAZIONI | |
|---|----------------------|
| Campione rimaneggiato, in sacchetto. | |
| Il valore dell'umidità del campione calcolato in Laboratorio potrebbe non corrispondere a quello naturale in sito | |
| | fuso liquefacibilità |

LABORATORIO ANALISI
L'ANALISTA

M. Bertasa

Laboratorio con sistema di gestione per la qualità certificato da ente accreditato



Committente: **Dr. Locatelli**

Località: **Castione della Presolana (BG)**

Data emissione: **22/09/2021**

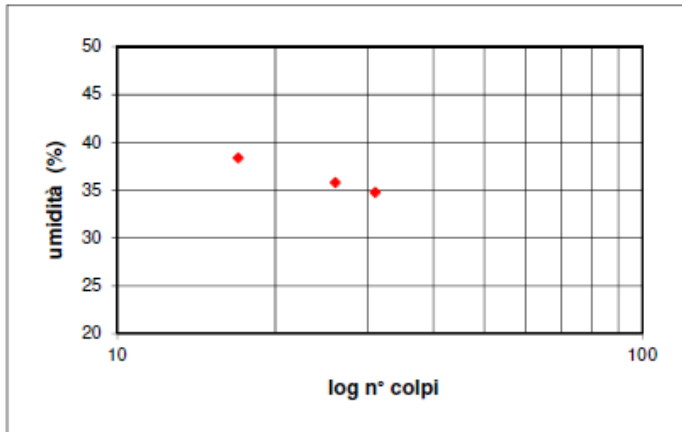
Provenienza **sondaggio S2**

Campione n°: **C1 (rimaneggiato)**

Profondità: **n.p.**

Rapporto di Prova n°: **290/21GD**

Sperimentatore: **Dr.M. Bertasa**

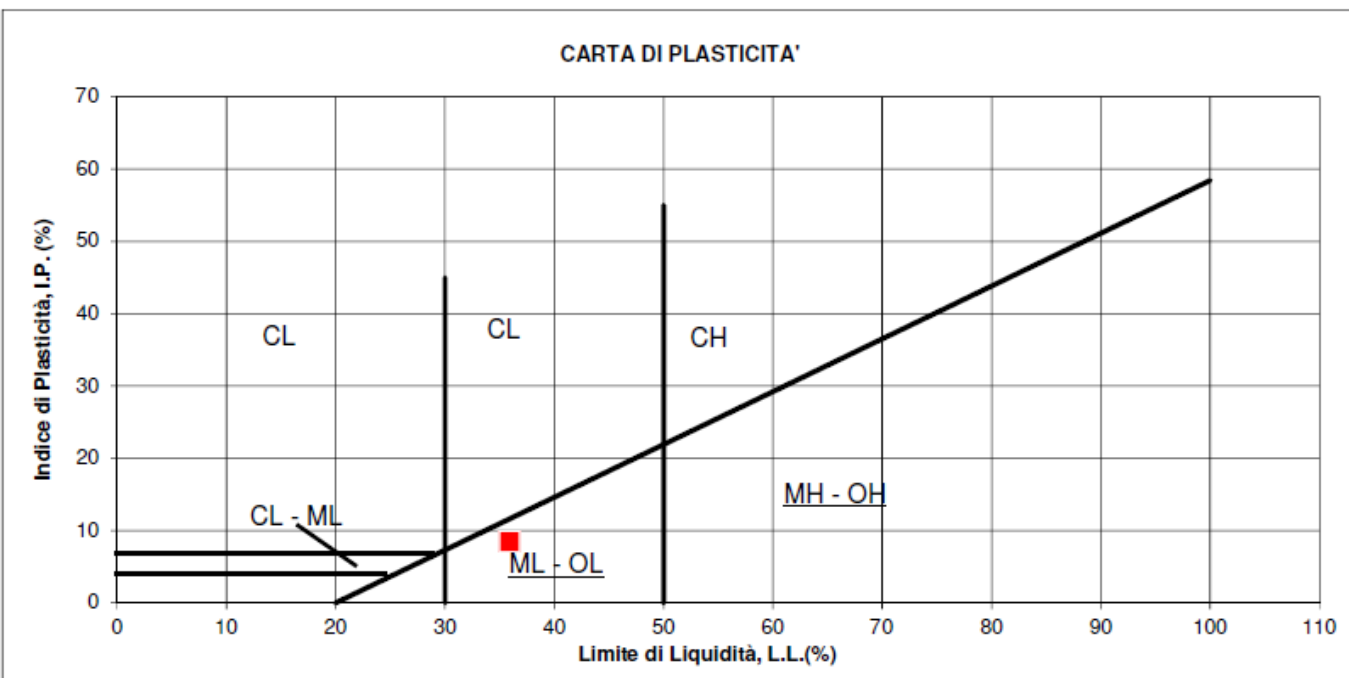


| Limite Liquido | | | |
|----------------|-----------|-----------|-----------|
| | provino 1 | provino 2 | provino 3 |
| tara | 1,06 | 1,1 | 1,03 |
| in umido | 19,63 | 35,17 | 35,03 |
| fin secco | 14,48 | 26,19 | 26,26 |
| W% | 38,38 | 35,79 | 34,76 |
| N° colpi | 17 | 26 | 31 |

| Limite Plastico | | |
|-----------------|-----------|-----------|
| | provino 1 | provino 2 |
| tara | 0,95 | 1,04 |
| in umido | 20,27 | 20,11 |
| fin secco | 16,1 | 16,01 |
| W% | 27,52 | 27,39 |

| LEGENDA CARTA DI PLASTICITA' | |
|------------------------------|---|
| ■ | CAMPIONE ANALIZZATO = ML - OL |
| ML | Limi inorganici, limi argillosi, sabbie molto fini limose |
| OL | Limi organici e argille-limi organici di bassa plasticità |
| CL | Argille inorganiche di media bassa plasticità; argille limosa sabbiose o ghialose |
| MH | Limi inorganici, limi argillosi, |
| CH | Argille inorganiche di alta plasticità |
| OH | Argille organiche e argille limose di media-alta plasticità |

| LIMITI DI ATTERBERG | | |
|----------------------|--------|-------|
| Limite Liquido | L.L. % | 35,90 |
| Limite Plastico | L.P. % | 27,46 |
| Indice di Plasticità | I.P. % | 8,44 |
| umidità campione | Wn % | 16,65 |



LABORATORIO ANALISI
L'ANALISTA

M. Bertasa

Laboratorio con sistema di gestione per la qualità
certificato da ente accreditato



NOTE - OSSERVAZIONI
Campione rimaneggiato, in sacchetto.
Il valore dell'umidità del campione calcolata in Laboratorio potrebbe non corrispondere a quella naturale in sito

Committente: **Dr. Locatelli**

Località: **Castione della Presolana (BG)**

Data emissione: **22/09/2021**

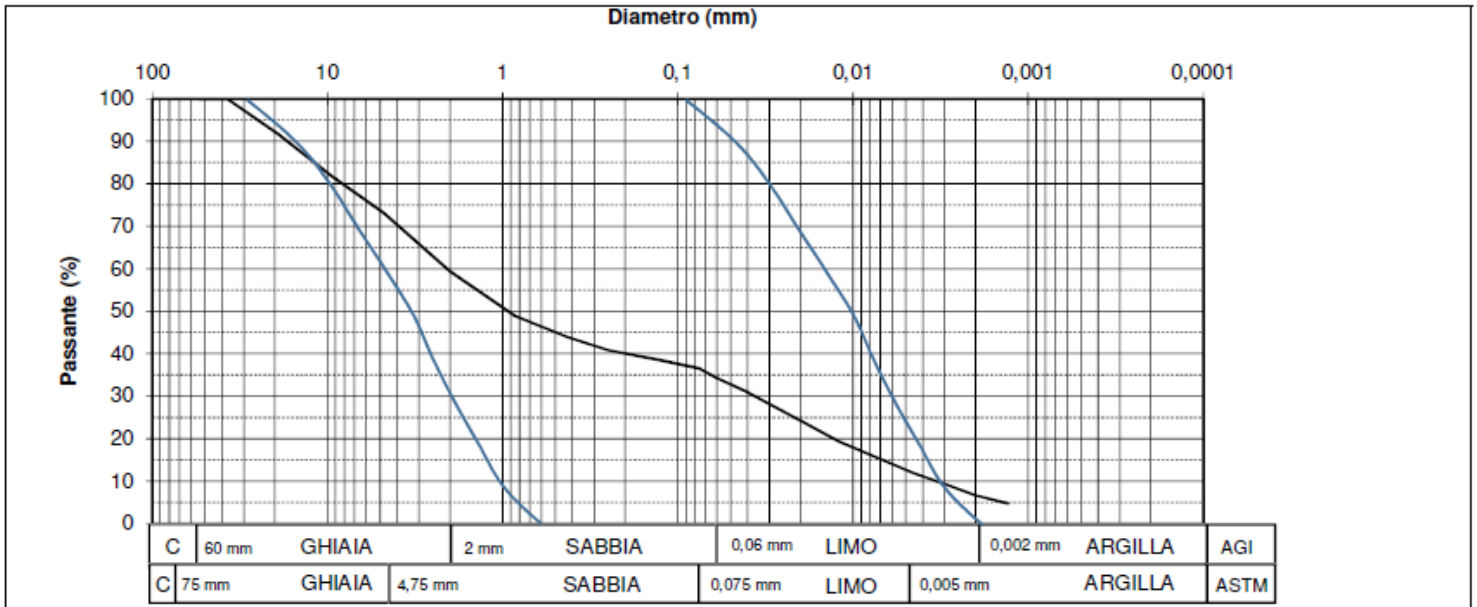
Provenienza: **sondaggio S2**

Campione n°: **C2 (rimaneggiato)**

Profondità: **n.p.**

Rapporto di Prova n°: **291/21GD**

Sperimentatore: **Dr.M. Bertasa**



| SETACCIATURA | | | AEROMETRIA | | |
|--------------|-------------------------|-----------------------|--------------|----------------------|-----------------------|
| diametro mm | % cumulativa trattenuto | % cumulativa passante | % trattenuto | diametro equivalente | % cumulativa passante |
| 100 | 0,00 | 100,00 | 0,00 | 0,06 | 34,29 |
| 37,5 | 0,00 | 100,00 | 0,00 | 0,04 | 30,97 |
| 19 | 8,34 | 91,66 | 8,34 | 0,03 | 28,21 |
| 9,52 | 18,12 | 81,88 | 9,79 | 0,02 | 24,33 |
| 4,75 | 26,89 | 73,11 | 8,77 | 0,012 | 19,36 |
| 2 | 40,62 | 59,38 | 13,72 | 0,007 | 15,21 |
| 0,85 | 51,12 | 48,88 | 10,51 | 0,0045 | 11,89 |
| 0,425 | 56,13 | 43,87 | 5,00 | 0,0029 | 9,13 |
| 0,25 | 59,13 | 40,87 | 3,01 | 0,002 | 6,64 |
| 0,125 | 61,56 | 38,44 | 2,43 | 0,0013 | 4,78 |
| 0,075 | 63,50 | 36,50 | 1,94 | | |
| < 0,075 | 100,00 | 0,00 | 36,50 | | |

| DIAMETRO mm | |
|---|---------|
| Diametro massimo D max | 37,4 |
| Diametro passante 60% D ₆₀ | 2,1 |
| Diametro passante 50% D ₅₀ | 0,910 |
| Diametro passante 30% D ₃₀ | 0,036 |
| Diametro passante 10% D ₁₀ | 0,0033 |
| COEFFICIENTI | |
| UNIFORMITA' D ₆₀ / D ₁₀ U = | 6,4E+02 |
| CURVATURA D ₃₀ ² / D ₆₀ *D ₁₀ C = | 1,9E-01 |
| PERMEAB. (cm/sec) D ₁₀ ² K = | 1,1E-05 |
| PARAMETRI DETERMINATI | |
| PESO DI VOL. γ naturale (g/cm ³) | |
| PESO DI VOL. γ secco (g/cm ³) | |
| PESO DI VOL. γ saturo (g/cm ³) | |
| SATURAZIONE % S _r | |
| INDICE DEI VUOTI ε ₀ | |
| POROSITA' n | |
| PESO SPECIFICO (valore assunto) G _s | |
| UMIDITA' CAMPIONE % W _n | 21,09 |
| CLASSIFICAZIONI | |
| CNR UNI 11531-1: | |

| A.G.I. CLASSE GRANULOMETRICA % | |
|--|-------|
| CIOTTOLI: | |
| GHIAIA : | 40,62 |
| SABBIA : | 25,09 |
| LIMO : | 27,65 |
| ARGILLA : | 6,64 |
| DENOMINAZIONE A.G.I.: | |
| ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa | |

| ASTM CLASSE GRANULOMETRICA % | |
|---|-------|
| CIOTTOLI: | |
| GHIAIA : | 26,89 |
| SABBIA : | 36,60 |
| LIMO : | 23,95 |
| ARGILLA : | 12,55 |
| DENOMINAZIONE ASTM.: | |
| sabbia con ghiaia e limo argillosa | |

**LABORATORIO ANALISI
L'ANALISTA**

M. Bertasa

Laboratorio con sistema di gestione per la qualità
certificato da ente accreditato



| NOTE - OSSERVAZIONI |
|---|
| Campione rimaneggiato, in sacchetto. Il valore dell'umidità del campione calcolato in Laboratorio potrebbe non corrispondere a quello naturale in sito |
| fuso liquefacibilità |

Committente: **Dr. Locatelli**

Località: **Castione della Presolana (BG)**

Data emissione: **22/09/2021**

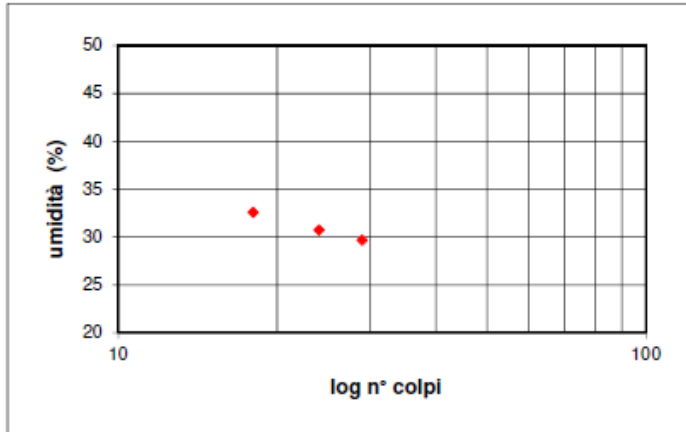
Provenienza: **sondaggio S2**

Campione n°: **C2 (rimaneggiato)**

Profondità: **n.p.**

Rapporto di Prova n°: **292/21GD**

Sperimentatore: **Dr.M. Bertasa**

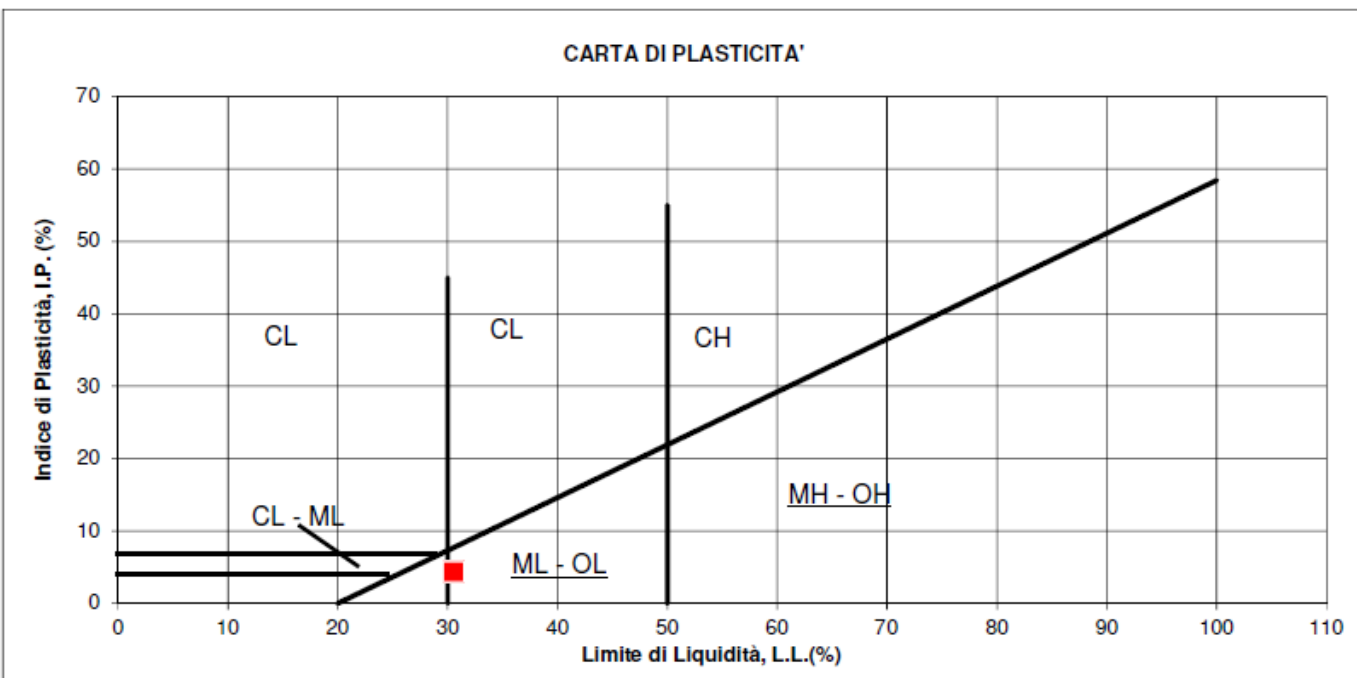


| Limite Liquido | | | |
|----------------|-----------|-----------|-----------|
| | provino 1 | provino 2 | provino 3 |
| tara | 0,95 | 0,99 | 0,97 |
| in umido | 35,14 | 35,08 | 35,21 |
| fin secco | 26,74 | 27,07 | 27,37 |
| W% | 32,57 | 30,71 | 29,70 |
| N° colpi | 18 | 24 | 29 |

| Limite Plastico | | |
|-----------------|-----------|-----------|
| | provino 1 | provino 2 |
| tara | 1,10 | 1,06 |
| in umido | 20,56 | 20,03 |
| fin secco | 16,52 | 16,11 |
| W% | 26,20 | 26,05 |

| LEGENDA CARTA DI PLASTICITA' | |
|------------------------------|---|
| ■ | CAMPIONE ANALIZZATO = ML - OL |
| ML | Limi inorganici, limi argillosi, sabbie molto fini limose |
| OL | Limi organici e argille-limi organici di bassa plasticità |
| CL | Argille inorganiche di media bassa plasticità; argille limosa sabbiose o ghialose |
| MH | Limi inorganici, limi argillosi, |
| CH | Argille inorganiche di alta plasticità |
| OH | Argille organiche e argille limose di media-alta plasticità |

| LIMITI DI ATTERBERG | | |
|----------------------|--------|-------|
| Limite Liquido | L.L. % | 30,50 |
| Limite Plastico | L.P. % | 26,12 |
| Indice di Plasticità | I.P. % | 4,38 |
| umidità campione | Wn % | 21,09 |



NOTE - OSSERVAZIONI

Campione rimaneggiato, in sacchetto.
Il valore dell'umidità del campione calcolata in Laboratorio potrebbe non corrispondere a quella naturale in sito

**LABORATORIO ANALISI
L'ANALISTA**

M. Bertasa

Laboratorio con sistema di gestione per la qualità
certificato da ente accreditato



Committente: **Dr. Locatelli**

Località: **Castione della Presolana (BG)**

Data emissione: **22/09/2021**

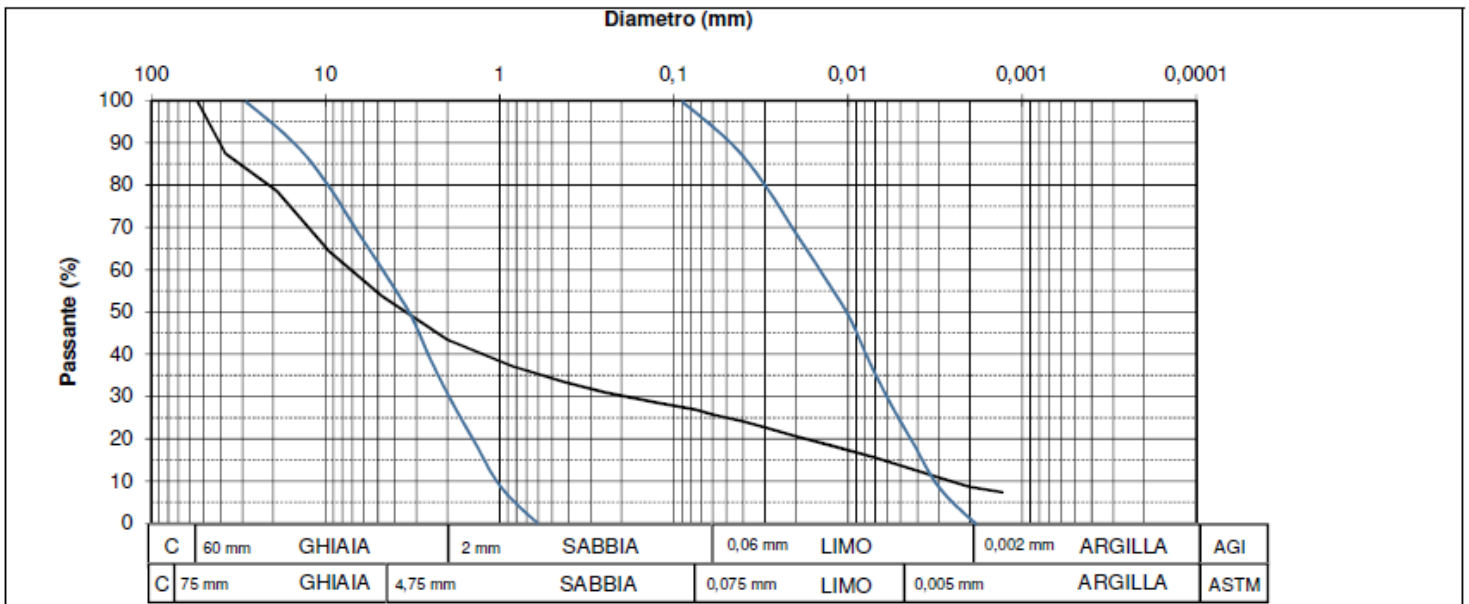
Provenienza: **sondaggio S2**

Campione n°: **C3 (rimaneggiato)**

Profondità: **n.p.**

Rapporto di Prova n°: **293/21GD**

Sperimentatore: **Dr.M. Bertasa**



| SETACCIATURA | | | | AEROMETRIA | |
|--------------|-------------------------|-----------------------|--------------|----------------------|-----------------------|
| diametro mm | % cumulativa trattenuto | % cumulativa passante | % trattenuto | diametro equivalente | % cumulativa passante |
| 100 | 0,00 | 100,00 | 0,00 | 0,06 | 25,73 |
| 37,5 | 12,52 | 87,48 | 12,52 | 0,04 | 24,10 |
| 19 | 21,43 | 78,57 | 8,91 | 0,03 | 22,67 |
| 9,52 | 35,70 | 64,30 | 14,28 | 0,02 | 20,63 |
| 4,75 | 46,20 | 53,80 | 10,50 | 0,012 | 18,17 |
| 2 | 56,56 | 43,44 | 10,36 | 0,007 | 15,52 |
| 0,85 | 62,83 | 37,17 | 6,26 | 0,0045 | 13,07 |
| 0,425 | 66,59 | 33,41 | 3,76 | 0,0029 | 10,62 |
| 0,25 | 68,98 | 31,02 | 2,39 | 0,002 | 8,58 |
| 0,125 | 71,43 | 28,57 | 2,45 | 0,0013 | 7,35 |
| 0,075 | 73,04 | 26,96 | 1,62 | | |
| < 0,075 | 100,00 | 0,00 | 26,96 | | |

| DIAMETRO mm | |
|---|---------|
| Diametro massimo D max | 54,6 |
| Diametro passante 60% D ₆₀ | 7 |
| Diametro passante 50% D ₅₀ | 3,400 |
| Diametro passante 30% D ₃₀ | 0,180 |
| Diametro passante 10% D ₁₀ | 0,0025 |
| COEFFICIENTI | |
| UNIFORMITA' D ₆₀ / D ₁₀ U = | 2,8E+03 |
| CURVATURA D ₃₀ ² / D ₆₀ *D ₁₀ C = | 1,9E+00 |
| PERMEAB. (cm/sec) D ₁₀ ² K = | 6,3E-06 |
| PARAMETRI DETERMINATI | |
| PESO DI VOL. γ naturale (g/cm ³) | |
| PESO DI VOL. γ secco (g/cm ³) | |
| PESO DI VOL. γ saturo (g/cm ³) | |
| SATURAZIONE % S _r | |
| INDICE DEI VUOTI ε ₀ | |
| POROSITA' n | |
| PESO SPECIFICO (valore assunto) G _s | |
| UMIDITA' CAMPIONE % W _n | 17,50 |
| CLASSIFICAZIONI | |
| CNR UNI 11531-1: | |

| A.G.I. | |
|--|-------|
| CLASSE GRANULOMETRICA % | |
| CIOTTOLI: | |
| GHIAIA : | 56,56 |
| SABBIA : | 17,71 |
| LIMO : | 17,15 |
| ARGILLA : | 8,58 |
| DENOMINAZIONE A.G.I.: | |
| ghiaia sabbiosa limosa debolmente argillosa | |

| ASTM | |
|---|-------|
| CLASSE GRANULOMETRICA % | |
| CIOTTOLI: | |
| GHIAIA : | 46,20 |
| SABBIA : | 26,84 |
| LIMO : | 13,40 |
| ARGILLA : | 13,56 |
| DENOMINAZIONE ASTM.: | |
| ghiaia con sabbia argillosa limosa | |

| NOTE - OSSERVAZIONI |
|---|
| Campione rimaneggiato, in sacchetto. |
| Il valore dell'umidità del campione calcolato in Laboratorio potrebbe non corrispondere a quello naturale in sito |
| fuso liquefacibilità |

LABORATORIO ANALISI

L'ANALISTA

M. Bertasa

Laboratorio con sistema di gestione per la qualità certificato da ente accreditato



Committente: **Dr. Locatelli**

Località: **Castione della Presolana (BG)**

Data emissione: **22/09/2021**

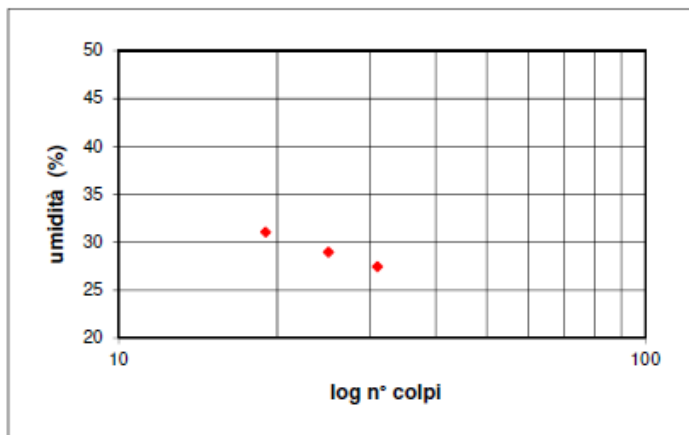
Provenienza **sondaggio S2**

Campione n°: **C3 (rimaneggiato)**

Profondità: **n.p.**

Rapporto di Prova n°: **294/21GD**

Sperimentatore: **Dr.M. Bertasa**

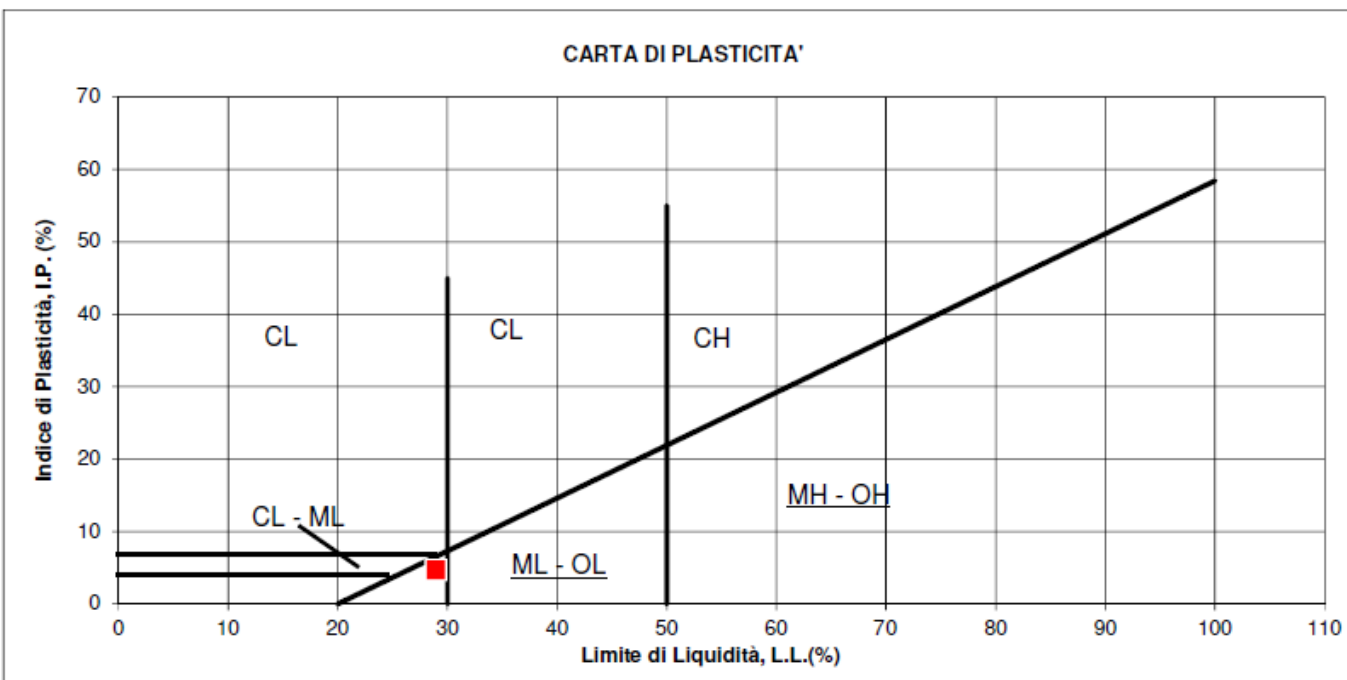


| Limite Liquido | | | |
|----------------|-----------|-----------|-----------|
| | provino 1 | provino 2 | provino 3 |
| tara | 1,07 | 1,06 | 1,13 |
| in umido | 35,14 | 35,08 | 35,13 |
| fin secco | 27,07 | 27,44 | 27,81 |
| W% | 31,04 | 28,96 | 27,44 |
| N° colpi | 19 | 25 | 31 |

| Limite Plastico | | |
|-----------------|-----------|-----------|
| | provino 1 | provino 2 |
| tara | 1,13 | 1,02 |
| in umido | 21,12 | 19,35 |
| fin secco | 17,21 | 15,78 |
| W% | 24,32 | 24,19 |

| LEGENDA CARTA DI PLASTICITA' | |
|------------------------------|---|
| ■ | CAMPIONE ANALIZZATO = ML - OL |
| ML | Limi inorganici, limi argillosi, sabbie molto fini limose |
| OL | Limi organici e argille-limi organici di bassa plasticità |
| CL | Argille inorganiche di media bassa plasticità; argille limosa sabbiose o ghiaiose |
| MH | Limi inorganici, limi argillosi, |
| CH | Argille inorganiche di alta plasticità |
| OH | Argille organiche e argille limose di media-alta plasticità |

| LIMITI DI ATTERBERG | | |
|----------------------|--------|-------|
| Limite Liquido | L.L. % | 28,96 |
| Limite Plastico | L.P. % | 24,25 |
| Indice di Plasticità | I.P. % | 4,71 |
| umidità campione | Wn % | 17,50 |



NOTE - OSSERVAZIONI

Campione rimaneggiato, in sacchetto.
Il valore dell'umidità del campione calcolata in Laboratorio potrebbe non corrispondere a quella naturale in sito

**LABORATORIO ANALISI
L'ANALISTA**

M. Bertasa

Laboratorio con sistema di gestione per la qualità
certificato da ente accreditato



Committente: **Dr. Locatelli**

Località: **Castione della Presolana (BG)**

Data emissione: **22/09/2021**

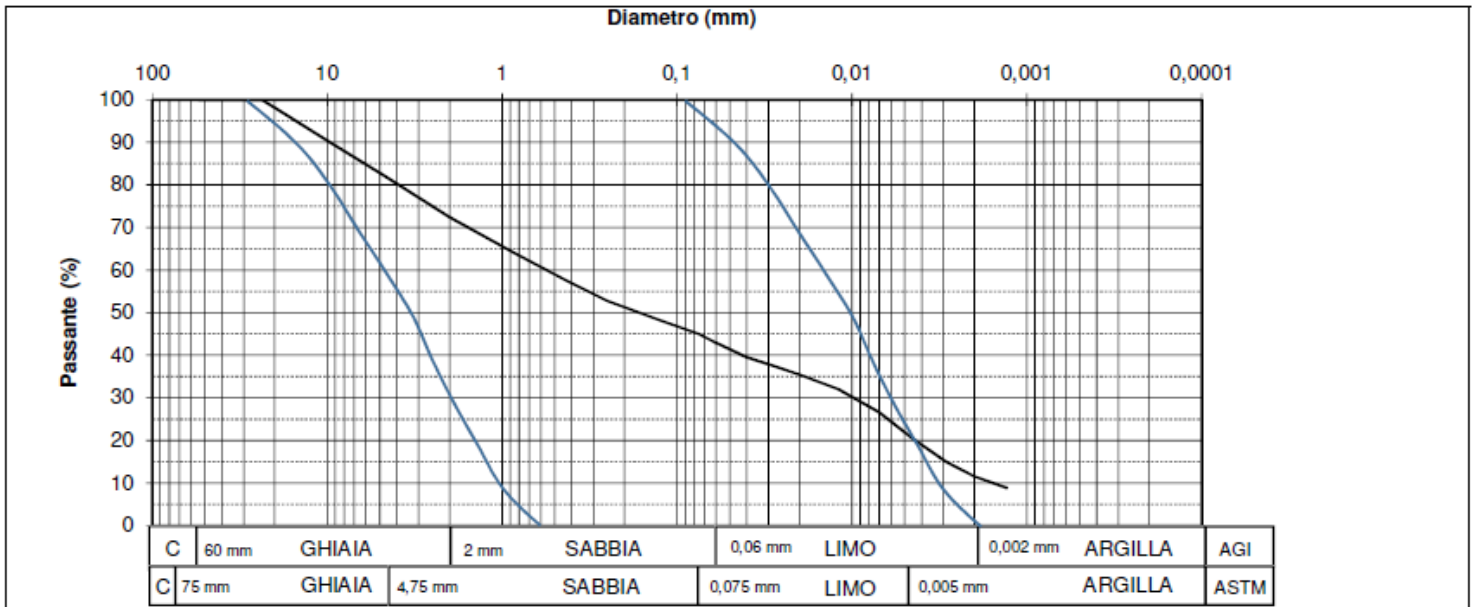
Provenienza: **sondaggio S2**

Campione n°: **C4 (rimaneggiato)**

Profondità: **n.p.**

Rapporto di Prova n°: **295/21GD**

Sperimentatore: **Dr.M. Bertasa**



| SETACCIATURA | | | | AEROMETRIA | |
|--------------|-------------------------|-----------------------|--------------|----------------------|-----------------------|
| diametro mm | % cumulativa trattenuto | % cumulativa passante | % trattenuto | diametro equivalente | % cumulativa passante |
| 100 | 0,00 | 100,00 | 0,00 | 0,06 | 42,94 |
| 37,5 | 0,00 | 100,00 | 0,00 | 0,04 | 39,54 |
| 19 | 2,44 | 97,56 | 2,44 | 0,03 | 37,83 |
| 9,52 | 10,17 | 89,83 | 7,73 | 0,02 | 35,45 |
| 4,75 | 17,74 | 82,26 | 7,57 | 0,012 | 32,04 |
| 2 | 27,60 | 72,40 | 9,86 | 0,007 | 26,58 |
| 0,85 | 35,97 | 64,03 | 8,37 | 0,0045 | 20,45 |
| 0,425 | 42,53 | 57,47 | 6,56 | 0,0029 | 15,00 |
| 0,25 | 47,21 | 52,79 | 4,67 | 0,002 | 11,59 |
| 0,125 | 51,76 | 48,24 | 4,56 | 0,0013 | 8,86 |
| 0,075 | 55,01 | 44,99 | 3,25 | | |
| < 0,075 | 100,00 | 0,00 | 44,99 | | |

| DIAMETRO mm | | |
|--|----------------|---------|
| Diametro massimo D max | | 23,6 |
| Diametro passante 60% D ₆₀ | | 0,55 |
| Diametro passante 50% D ₅₀ | | 0,170 |
| Diametro passante 30% D ₃₀ | | 0,010 |
| Diametro passante 10% D ₁₀ | | 0,0016 |
| COEFFICIENTI | | |
| UNIFORMITA' D ₆₀ /D ₁₀ | U = | 3,4E+02 |
| CURVATURA D ₃₀ ² /D ₆₀ *D ₁₀ | C = | 1,1E-01 |
| PERMEAB. (cm/sec) D ₁₀ ² | K = | 2,6E-06 |
| PARAMETRI DETERMINATI | | |
| PESO DI VOL. γ naturale (g/cm ³) | | |
| PESO DI VOL. γ secco (g/cm ³) | | |
| PESO DI VOL. γ saturo (g/cm ³) | | |
| SATURAZIONE % | S _r | |
| INDICE DEI VUOTI | ε ₀ | |
| POROSITA' | n | |
| PESO SPECIFICO (valore assunto) G _s | | |
| UMIDITA' CAMPIONE % | W _n | 5,78 |
| CLASSIFICAZIONI | | |
| CNR UNI 11531-1: | | |

| A.G.I. CLASSE GRANULOMETRICA % | |
|---|-------|
| CIOTTOLI: | |
| GHIAIA : | 27,60 |
| SABBIA : | 29,46 |
| LIMO : | 31,36 |
| ARGILLA : | 11,59 |
| DENOMINAZIONE A.G.I.: | |
| limo con sabbia e ghiaia argilloso | |

| ASTM CLASSE GRANULOMETRICA % | |
|---|-------|
| CIOTTOLI: | |
| GHIAIA : | 17,74 |
| SABBIA : | 37,27 |
| LIMO : | 23,31 |
| ARGILLA : | 21,68 |
| DENOMINAZIONE ASTM.: | |
| sabbia con limo e argilla ghiaiosa | |

**LABORATORIO ANALISI
L'ANALISTA**

M. Bertasa

Laboratorio con sistema di gestione per la qualità
certificato da ente accreditato



| NOTE - OSSERVAZIONI |
|---|
| Campione rimaneggiato, in sacchetto. |
| Il valore dell'umidità del campione calcolato in Laboratorio potrebbe non corrispondere a quello naturale in sito |
| fuso liquefacibilità |

Committente: **Dr. Locatelli**

Località: **Castione della Presolana (BG)**

Data emissione: **22/09/2021**

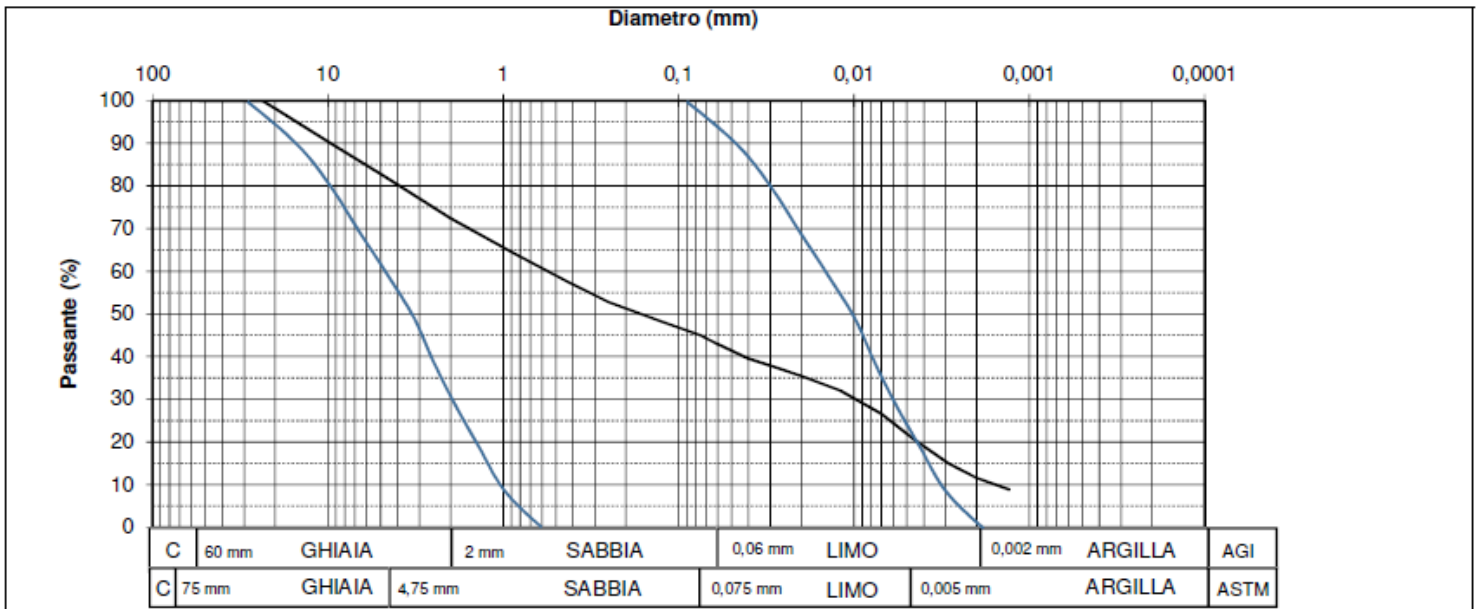
Provenienza: **sondaggio S2**

Campione n°: **C4 (rimaneggiato)**

Profondità: **n.p.**

Rapporto di Prova n°: **295/21GD**

Sperimentatore: **Dr.M. Bertasa**



| SETACCIATURA | | | | AEROMETRIA | |
|--------------|-------------------------|-----------------------|--------------|----------------------|-----------------------|
| diametro mm | % cumulativa trattenuto | % cumulativa passante | % trattenuto | diametro equivalente | % cumulativa passante |
| 100 | 0,00 | 100,00 | 0,00 | 0,06 | 42,94 |
| 37,5 | 0,00 | 100,00 | 0,00 | 0,04 | 39,54 |
| 19 | 2,44 | 97,56 | 2,44 | 0,03 | 37,83 |
| 9,52 | 10,17 | 89,83 | 7,73 | 0,02 | 35,45 |
| 4,75 | 17,74 | 82,26 | 7,57 | 0,012 | 32,04 |
| 2 | 27,60 | 72,40 | 9,86 | 0,007 | 26,58 |
| 0,85 | 35,97 | 64,03 | 8,37 | 0,0045 | 20,45 |
| 0,425 | 42,53 | 57,47 | 6,56 | 0,0029 | 15,00 |
| 0,25 | 47,21 | 52,79 | 4,67 | 0,002 | 11,59 |
| 0,125 | 51,76 | 48,24 | 4,56 | 0,0013 | 8,86 |
| 0,075 | 55,01 | 44,99 | 3,25 | | |
| < 0,075 | 100,00 | 0,00 | 44,99 | | |

| DIAMETRO mm | | |
|--|----------------|---------|
| Diametro massimo D max | | 23,6 |
| Diametro passante 60% D ₆₀ | | 0,55 |
| Diametro passante 50% D ₅₀ | | 0,170 |
| Diametro passante 30% D ₃₀ | | 0,010 |
| Diametro passante 10% D ₁₀ | | 0,0016 |
| COEFFICIENTI | | |
| UNIFORMITA' D ₆₀ /D ₁₀ | U = | 3,4E+02 |
| CURVATURA D ₃₀ ² /D ₆₀ *D ₁₀ | C = | 1,1E-01 |
| PERMEAB. (cm ² /sec) D ₁₀ ² | K = | 2,6E-06 |
| PARAMETRI DETERMINATI | | |
| PESO DI VOL. γ naturale (g/cm ³) | | |
| PESO DI VOL. γ secco (g/cm ³) | | |
| PESO DI VOL. γ saturo (g/cm ³) | | |
| SATURAZIONE % | S _r | |
| INDICE DEI VUOTI | ε ₀ | |
| POROSITA' | n | |
| PESO SPECIFICO (valore assunto) G _s | | |
| UMIDITA' CAMPIONE % | W _n | 5,78 |
| CLASSIFICAZIONI | | |
| CNR UNI 11531-1: | | |

| A.G.I. | |
|---|-------|
| CLASSE GRANULOMETRICA % | |
| CIOTTOLI: | |
| GHIAIA : | 27,60 |
| SABBIA : | 29,46 |
| LIMO : | 31,36 |
| ARGILLA : | 11,59 |
| DENOMINAZIONE A.G.I.: | |
| limo con sabbia e ghiaia argilloso | |

| ASTM | |
|---|-------|
| CLASSE GRANULOMETRICA % | |
| CIOTTOLI: | |
| GHIAIA : | 17,74 |
| SABBIA : | 37,27 |
| LIMO : | 23,31 |
| ARGILLA : | 21,68 |
| DENOMINAZIONE ASTM.: | |
| sabbia con limo e argilla ghiaiosa | |

| NOTE - OSSERVAZIONI |
|---|
| Campione rimaneggiato, in sacchetto. |
| Il valore dell'umidità del campione calcolato in Laboratorio potrebbe non corrispondere a quello naturale in sito |
| fuso liquefacibilità |

LABORATORIO ANALISI
L'ANALISTA

M. Bertasa

Laboratorio con sistema di gestione per la qualità
certificato da ente accreditato



FOTOGRAFIE SONDAGGIO S 3



Ubicazione sondaggio S 3

FOTOGRAFIE



S 3 Carotaggio da -0.00 a -5.00 m dal p.c.



S 3 Carotaggio da -5.00 a -7.00 m dal p.c

Dott. Paolo Locatelli

Via Partigiani, 08
24121 BERGAMO
tel. 035-224120

e-mail: pa.locatelli@tiscali.it

Committente: Comune di Castione della Presolana

Località: Monte Pora Via Valzelli

Data inizio/fine: 05/08/2021

Attrezzatura: Beretta T 44

Lunghezza perforazione (m): 6.5

Scala 1:50

Quota del p.c. s.l.m.(m): -6.50

Sigla: S3

| Spessore (m) | | Profondità (m) | | Stratigrafia | | Cam pi oni | | DESCRIZIONE | | S.P.T. | Vane test (kg/cmq) | Pocket (kg/cmq) | Falda |
|--------------|------|----------------|------|--------------|--|------------|--|--|--------------|-------------|--------------------|-----------------|-------|
| 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | | | | | Cassonetto | | | | | |
| 0.40 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | | | | | Ghiaia e ciottoli in matrice fine | | | | | |
| 1.20 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | | | | | Ghiaia in matrice fine con ciottoli | 1.5 4-3-4 | | | | |
| 0.80 | 2.80 | 2.80 | 2.30 | | | | | Argilla limosa con ghiaia | | 3 2 1 | 1 1 0.5 | | |
| 0.70 | 3.50 | 3.50 | | | | | | Roccia fratturata, appartenente alla Formazione di Gorno RQD=0 | | | | | |
| 3.00 | 6.50 | 6.50 | | | | | | Roccia molto fratturata, appartenente alla Formazione di Gorno Le fratture presentano riempimento di materiale fine. RQD=0 | | | | | |

Committente: **Dr. Locatelli**

Località: **Castione della Presolana (BG)**

Data emissione: **22/09/2021**

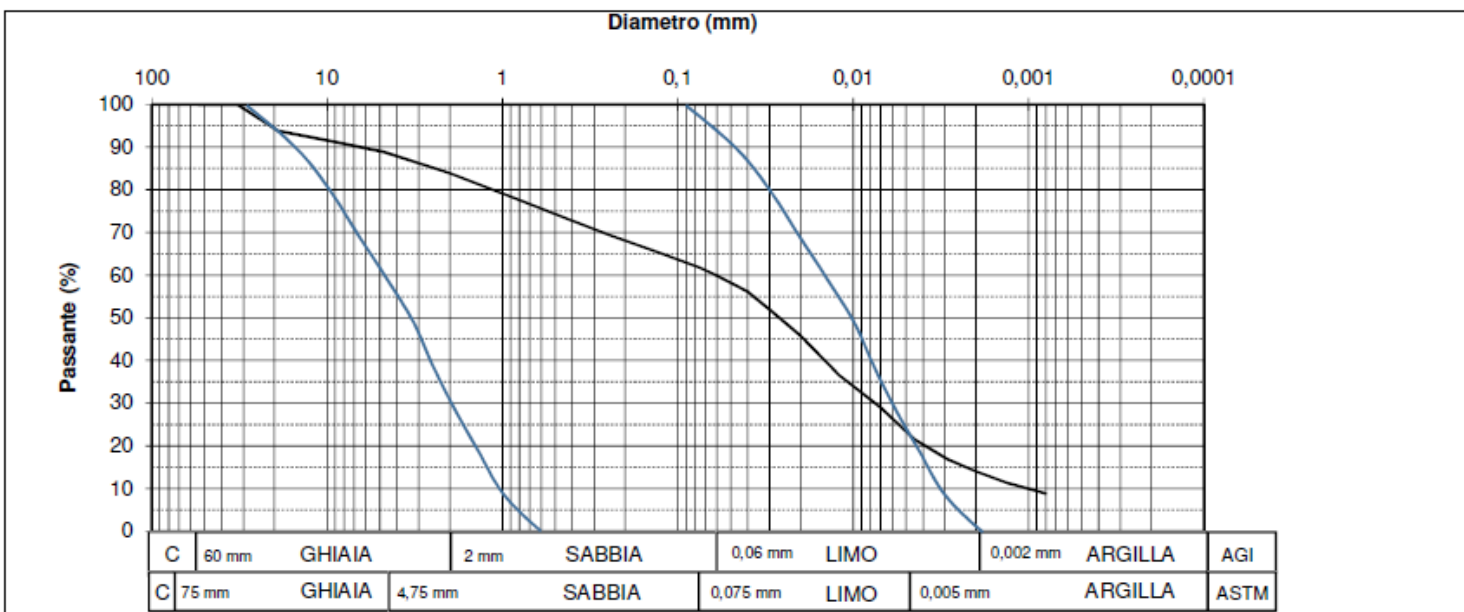
Provenienza: **sondaggio S3**

Campione n°: **C1 (rimaneggiato)**

Profondità: **n.p.**

Rapporto di Prova n°: **297/21GD**

Sperimentatore: **Dr.M. Bertasa**



| SETACCIATURA | | | | AEROMETRIA | |
|--------------|-------------------------|-----------------------|--------------|----------------------|-----------------------|
| diametro mm | % cumulativa trattenuto | % cumulativa passante | % trattenuto | diametro equivalente | % cumulativa passante |
| 100 | 0,00 | 100,00 | 0,00 | 0,06 | 59,89 |
| 37,5 | 0,00 | 100,00 | 0,00 | 0,04 | 56,15 |
| 19 | 6,18 | 93,82 | 6,18 | 0,03 | 51,93 |
| 9,52 | 8,59 | 91,41 | 2,42 | 0,02 | 45,85 |
| 4,75 | 11,13 | 88,87 | 2,54 | 0,012 | 36,49 |
| 2 | 16,14 | 83,86 | 5,01 | 0,007 | 29,01 |
| 0,85 | 21,97 | 78,03 | 5,82 | 0,0045 | 21,52 |
| 0,425 | 26,87 | 73,13 | 4,90 | 0,0029 | 16,84 |
| 0,25 | 30,49 | 69,51 | 3,61 | 0,002 | 14,04 |
| 0,125 | 34,86 | 65,14 | 4,38 | 0,0013 | 11,23 |
| 0,075 | 38,24 | 61,76 | 3,38 | 0,0008 | 8,89 |
| < 0,075 | 100,00 | 0,00 | 61,76 | | |

| DIAMETRO mm | | |
|--|----------------|---------|
| Diametro massimo D max | | 32,4 |
| Diametro passante 60% D ₆₀ | | 0,061 |
| Diametro passante 50% D ₅₀ | | 0,026 |
| Diametro passante 30% D ₃₀ | | 0,007 |
| Diametro passante 10% D ₁₀ | | 0,00097 |
| COEFFICIENTI | | |
| UNIFORMITA' D ₆₀ / D ₁₀ | U = | 6,3E+01 |
| CURVATURA D ₃₀ ² / D ₆₀ * D ₁₀ | C = | 9,3E-01 |
| PERMEAB. (cm/sec) D ₁₀ ² | K = | 9,4E-07 |
| PARAMETRI DETERMINATI | | |
| PESO DI VOL. γ naturale (g/cm ³) | | |
| PESO DI VOL. γ secco (g/cm ³) | | |
| PESO DI VOL. γ saturo (g/cm ³) | | |
| SATURAZIONE % | S _r | |
| INDICE DEI VUOTI | ε ₀ | |
| POROSITA' | n | |
| PESO SPECIFICO (valore assunto) G _s | | |
| UMIDITA' CAMPIONE % | W _n | 33,19 |
| CLASSIFICAZIONI | | |
| CNR UNI 11531-1: | | |

| A.G.I. | |
|---|-------|
| CLASSE GRANULOMETRICA % | |
| CIOTTOLI: | |
| GHIAIA : | 16,14 |
| SABBIA : | 23,97 |
| LIMO : | 45,85 |
| ARGILLA : | 14,04 |
| DENOMINAZIONE A.G.I.: | |
| limo sabbioso ghiaioso argilloso | |

| ASTM | |
|---|-------|
| CLASSE GRANULOMETRICA % | |
| CIOTTOLI: | |
| GHIAIA : | 11,13 |
| SABBIA : | 27,11 |
| LIMO : | 38,74 |
| ARGILLA : | 23,02 |
| DENOMINAZIONE ASTM.: | |
| limo con sabbia e argilla ghiaioso | |

**LABORATORIO ANALISI
L'ANALISTA**

M. Bertasa

Laboratorio con sistema di gestione per la qualità
certificato da ente accreditato



| NOTE - OSSERVAZIONI |
|---|
| Campione rimaneggiato, in sacchetto. |
| Il valore dell'umidità del campione calcolato in Laboratorio potrebbe non corrispondere a quello naturale in sito |
| fuso liquefacibilità |

Committente: **Dr. Locatelli**

Località: **Castione della Presolana (BG)**

Data emissione: **22/09/2021**

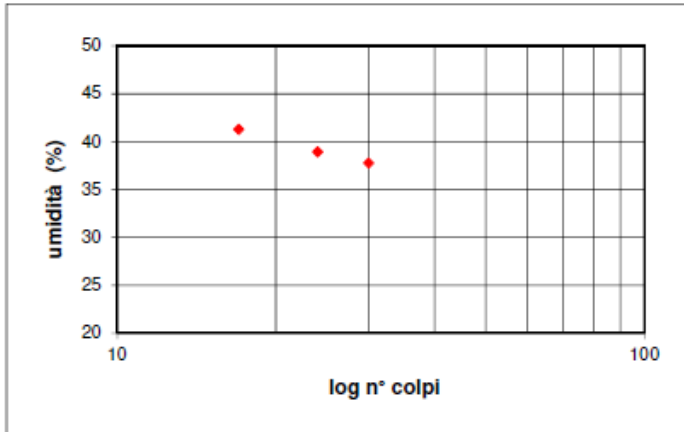
Provenienza **sondaggio S3**

Campione n°: **C1 (rimaneggiato)**

Profondità: **n.p.**

Rapporto di Prova n°: **298/21GD**

Sperimentatore: **Dr.M. Bertasa**

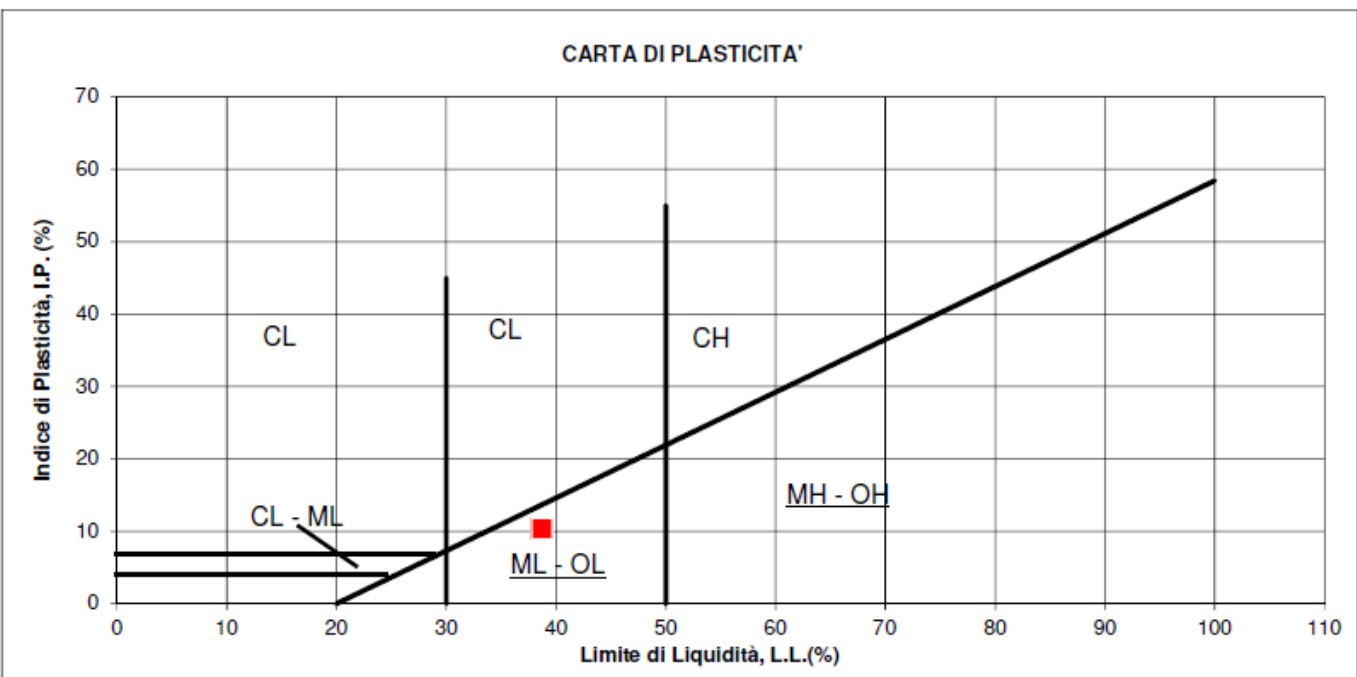


| Limite Liquido | | | |
|----------------|-----------|-----------|-----------|
| | provino 1 | provino 2 | provino 3 |
| tara | 0,97 | 1,01 | 0,99 |
| in umido | 35,02 | 35,02 | 35,13 |
| fin secco | 25,07 | 25,49 | 25,77 |
| W% | 41,29 | 38,93 | 37,77 |
| N° colpi | 17 | 24 | 30 |

| Limite Plastico | | |
|-----------------|-----------|-----------|
| | provino 1 | provino 2 |
| tara | 0,96 | 0,97 |
| in umido | 19,55 | 19,03 |
| fin secco | 15,46 | 15,03 |
| W% | 28,21 | 28,45 |

| LEGENDA CARTA DI PLASTICITA' | |
|------------------------------|---|
| ■ | CAMPIONE ANALIZZATO = ML - OL |
| ML | Limi inorganici, limi argillosi, sabbie molto fini limose |
| OL | Limi organici e argille-limi organici di bassa plasticità |
| CL | Argille inorganiche di media bassa plasticità; argille limosa sabbiose o ghiaiose |
| MH | Limi inorganici, limi argillosi, |
| CH | Argille inorganiche di alta plasticità |
| OH | Argille organiche e argille limose di media-alta plasticità |

| LIMITI DI ATTERBERG | | |
|----------------------|--------|-------|
| Limite Liquido | L.L. % | 38,70 |
| Limite Plastico | L.P. % | 28,33 |
| Indice di Plasticità | I.P. % | 10,37 |
| umidità campione | Wn % | 33,19 |



NOTE - OSSERVAZIONI

Campione rimaneggiato, in sacchetto.
Il valore dell'umidità del campione calcolata in Laboratorio potrebbe non corrispondere a quella naturale in sito

**LABORATORIO ANALISI
L'ANALISTA**

M. Bertasa

Laboratorio con sistema di gestione per la qualità
certificato da ente accreditato



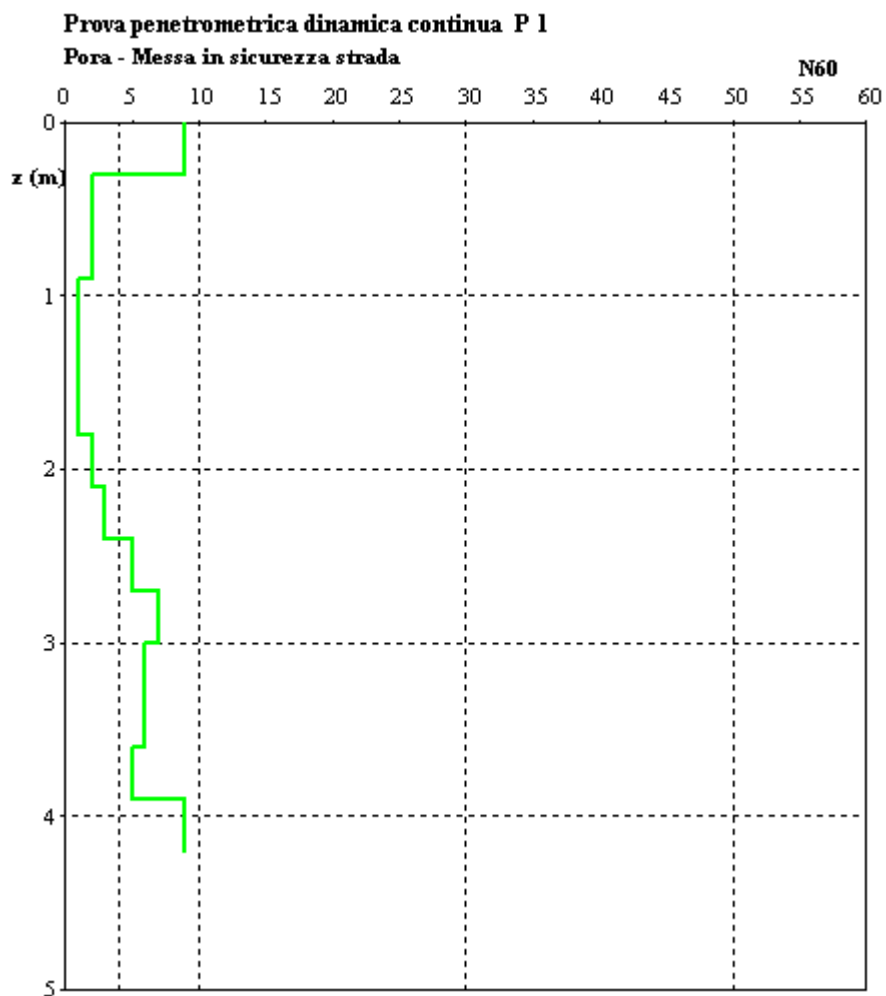
PROVE PENETROMETRICHE

SCPT

SCPT 1 VIA VALZELLI ALTA



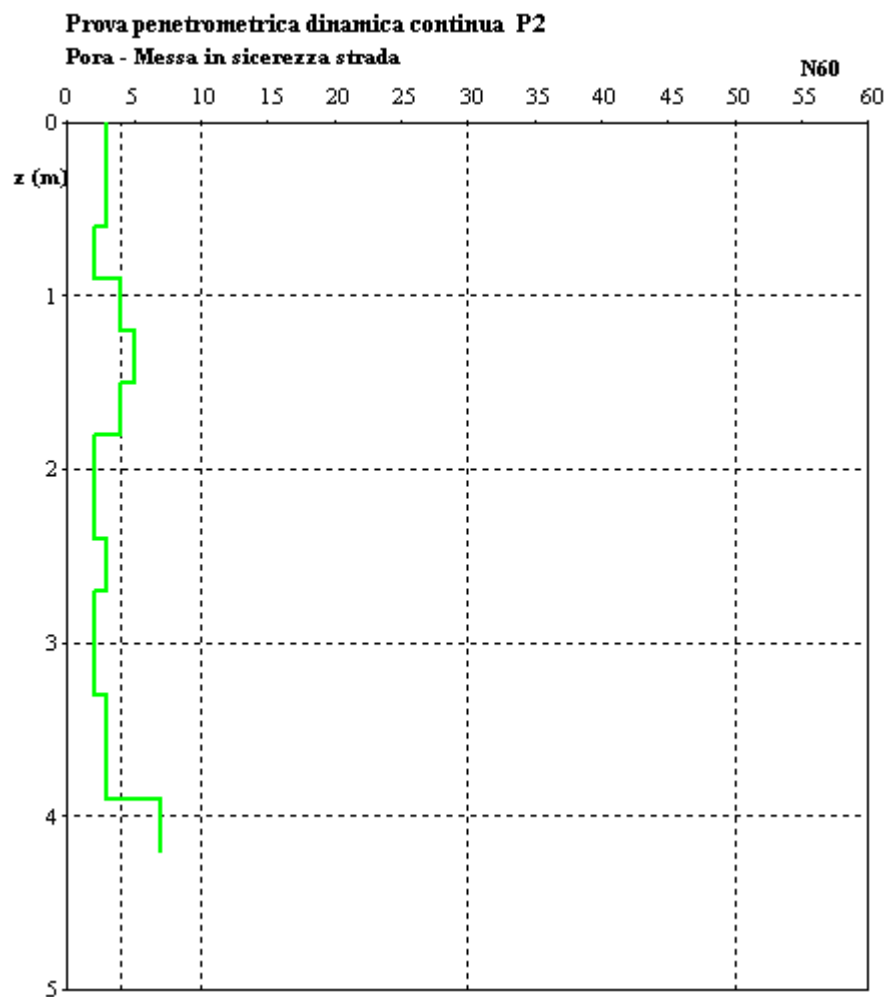
SCPT N. 1



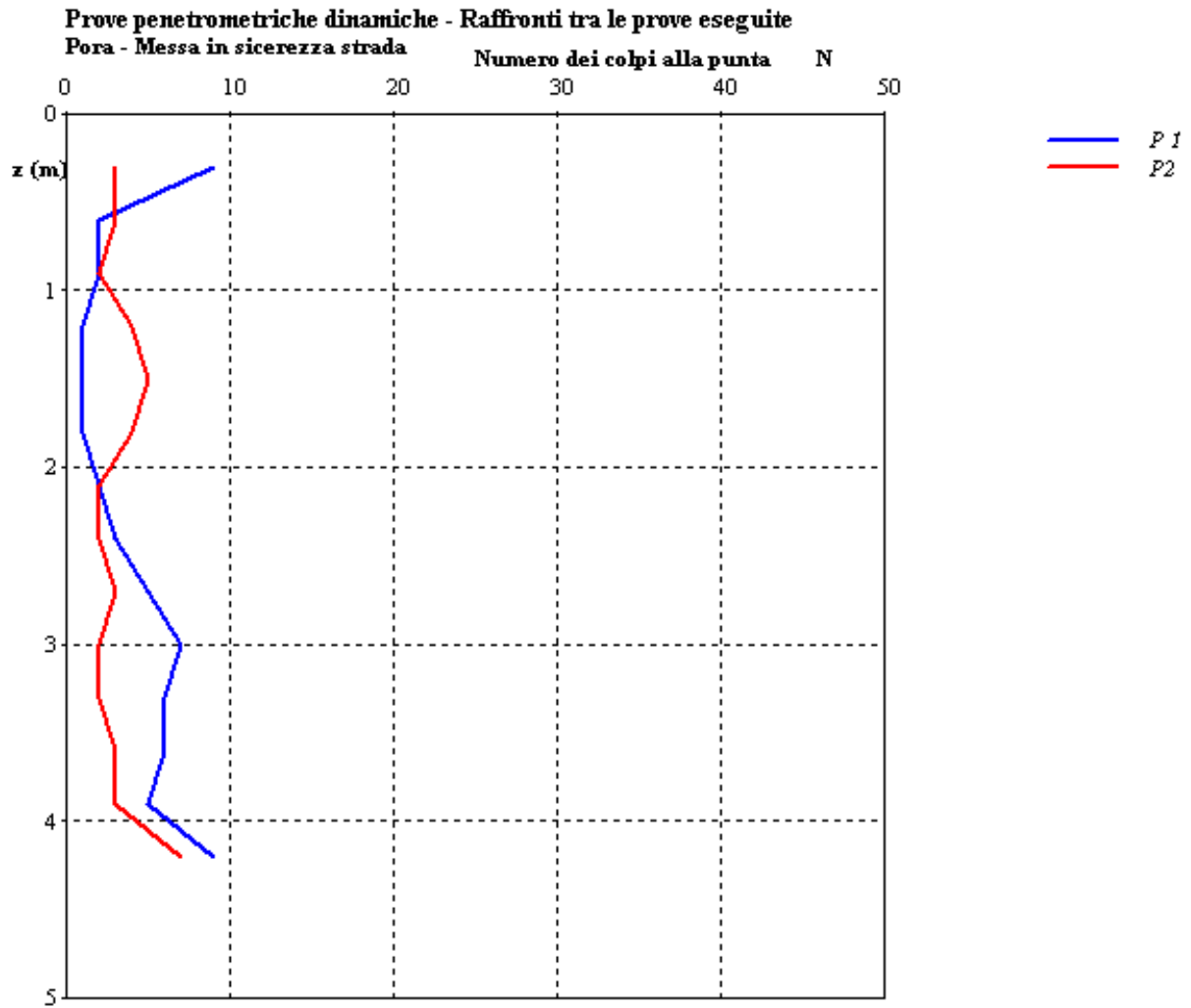
SCPT 2 VIA VALZELLI ALTA



SCPT 2



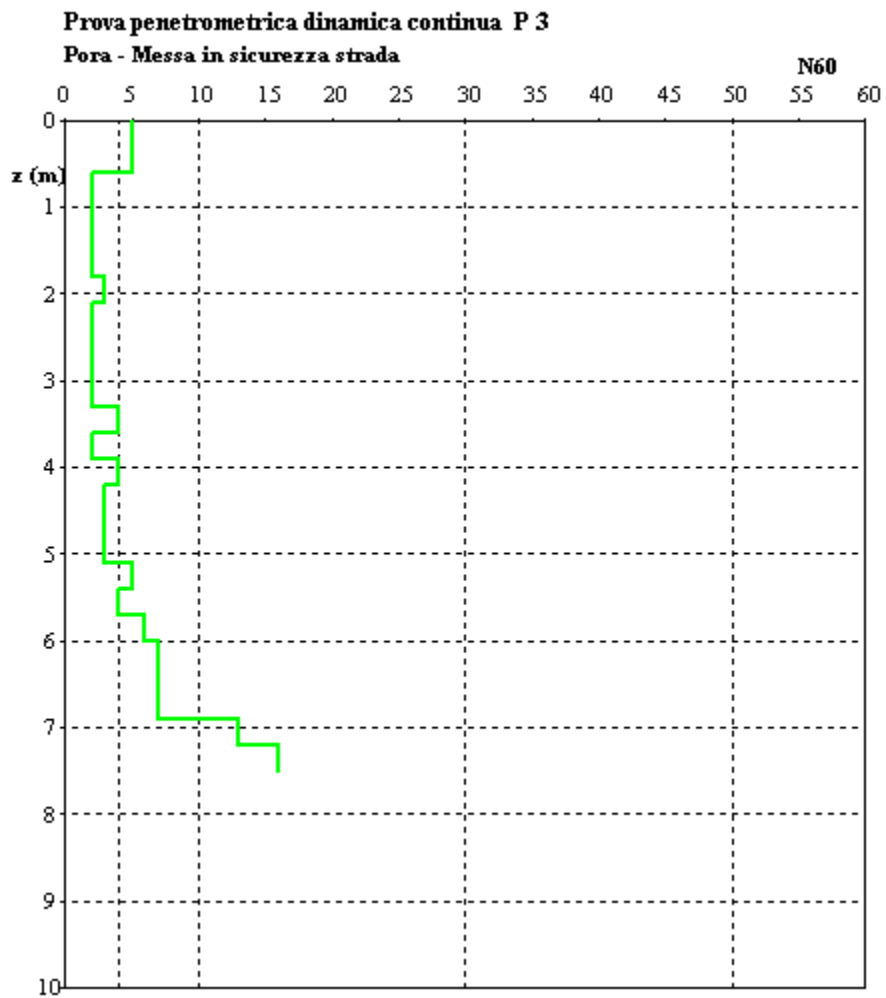
RAFFRONTO FRA LE PROVE SCPT N. 1 E 2



SCPT 3 Parcheggio P5



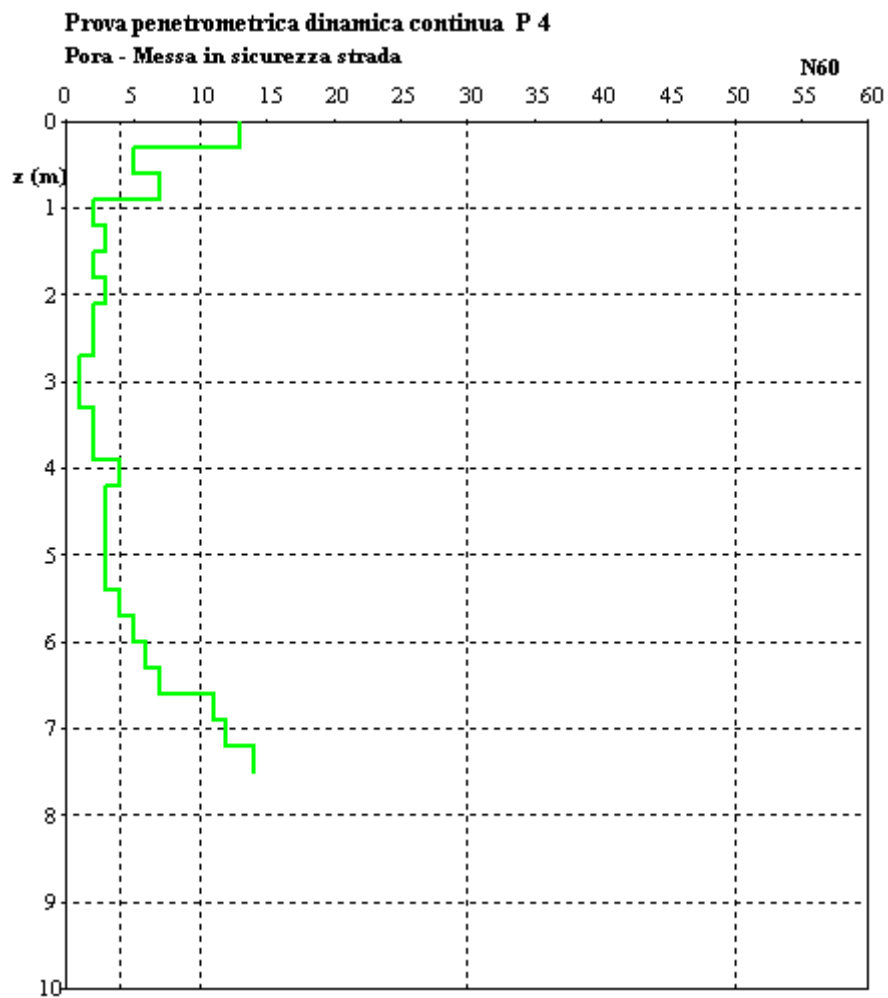
SCPT 3



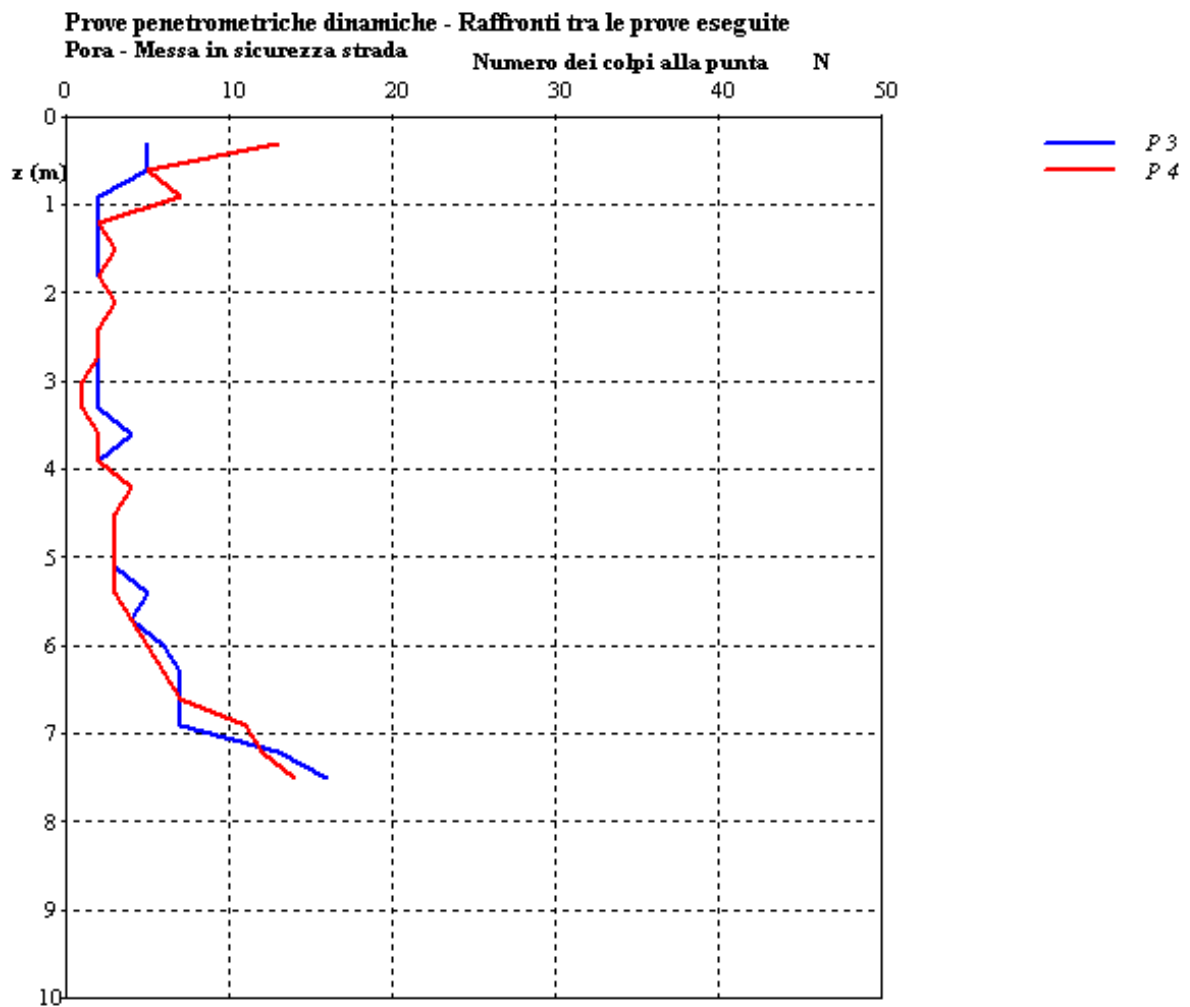
SCPT 4 Parcheggio P5



SCPT 4



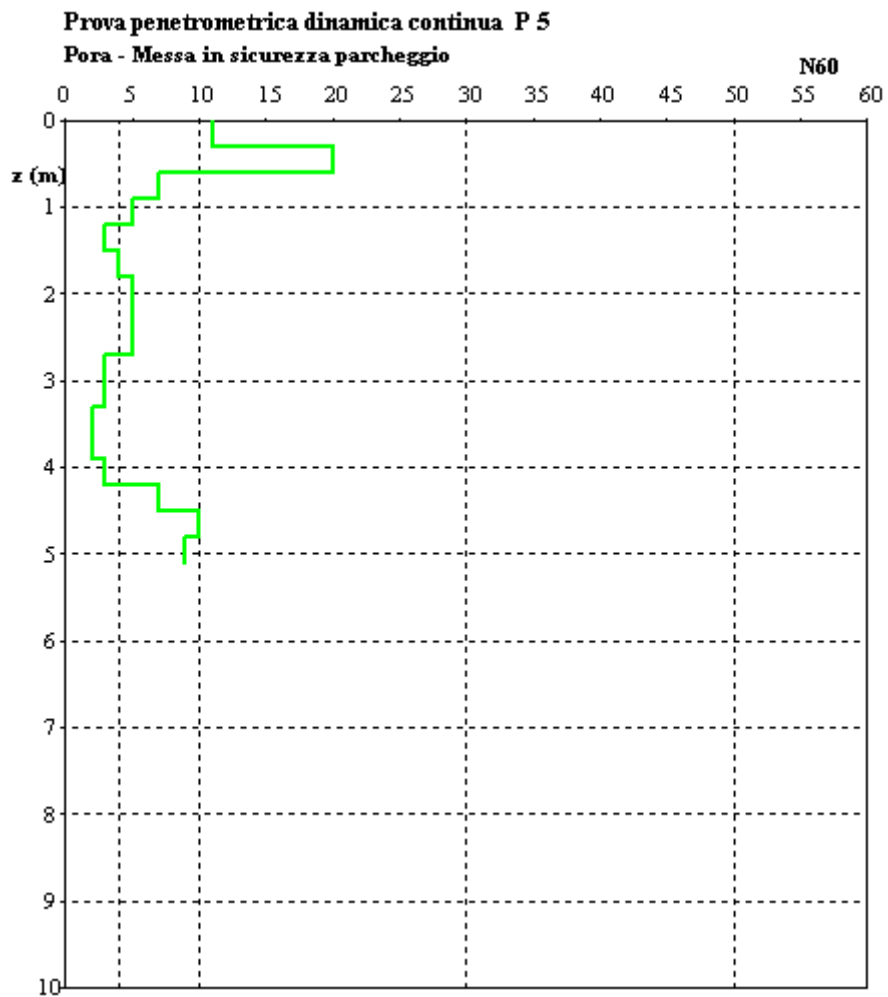
RAFFRONTO FRA LE PROVE SCPT N. 3 E 4



SCPT 5 Parcheggio superiore P3



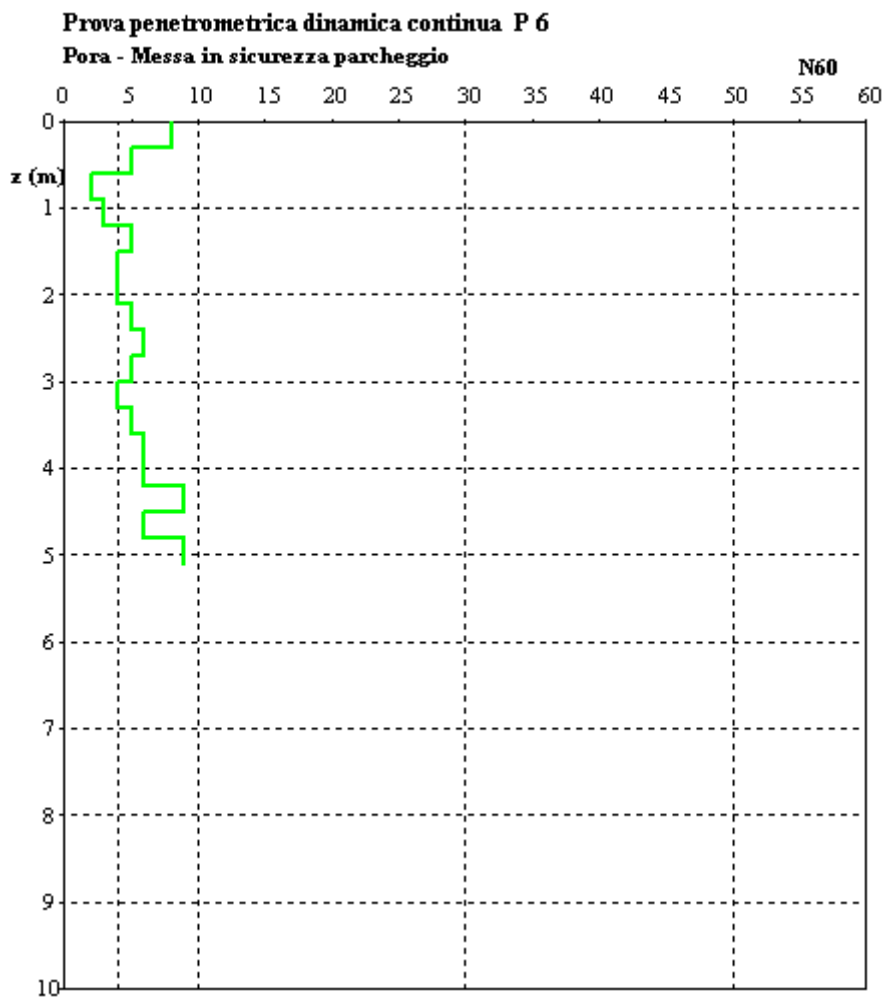
SCPT 5



SCPT 6 Parcheggio superiore P3



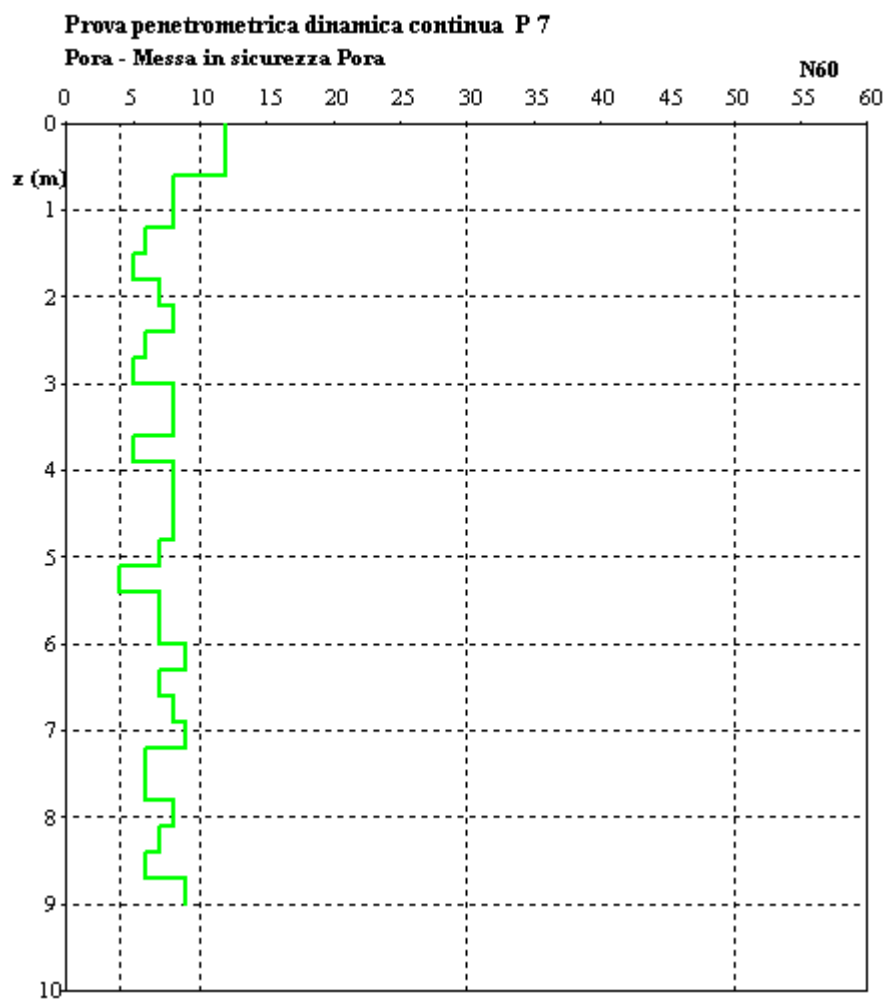
SCPT 6



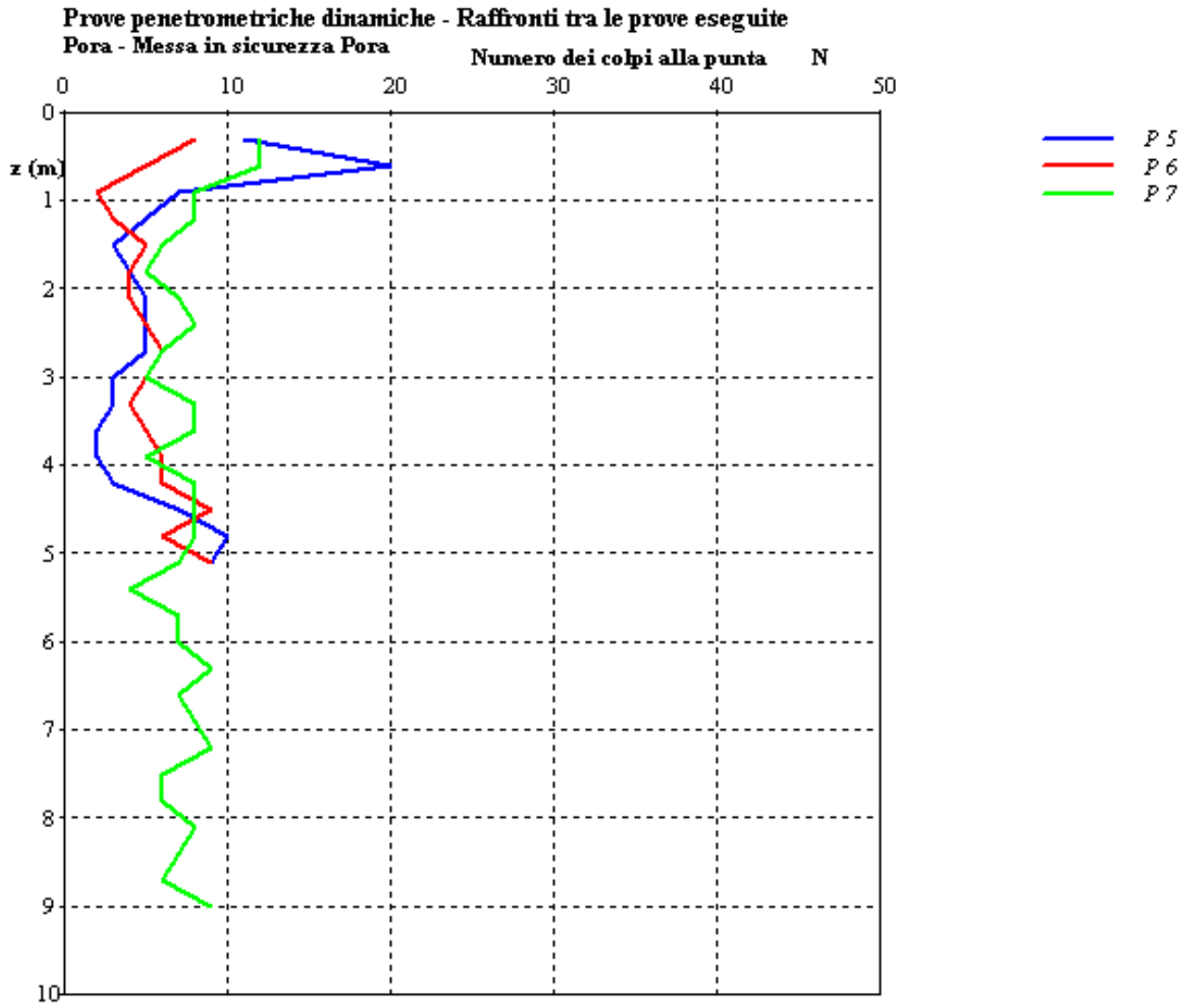
SCPT 7 Parcheggio superiore P3



SCPT 7



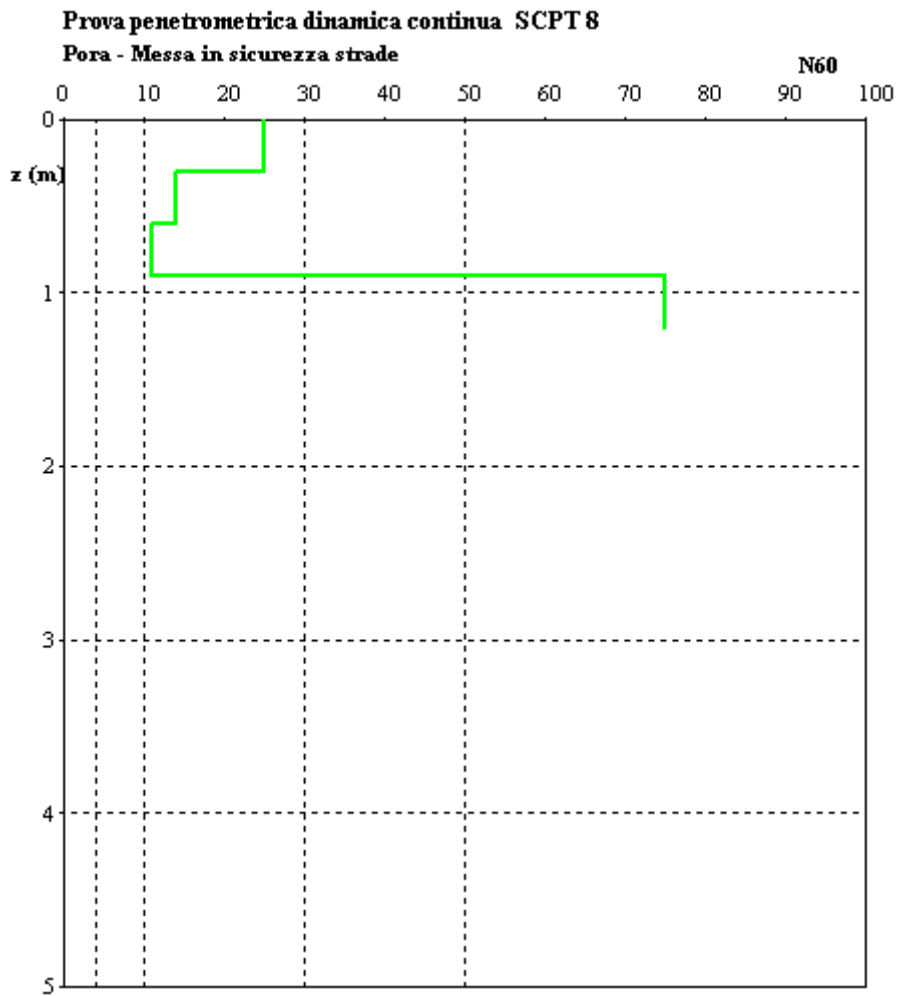
RAFFRONTO FRA LE PROVE SCPT N. 5-6-7



SCPT 8 Via Valzelli



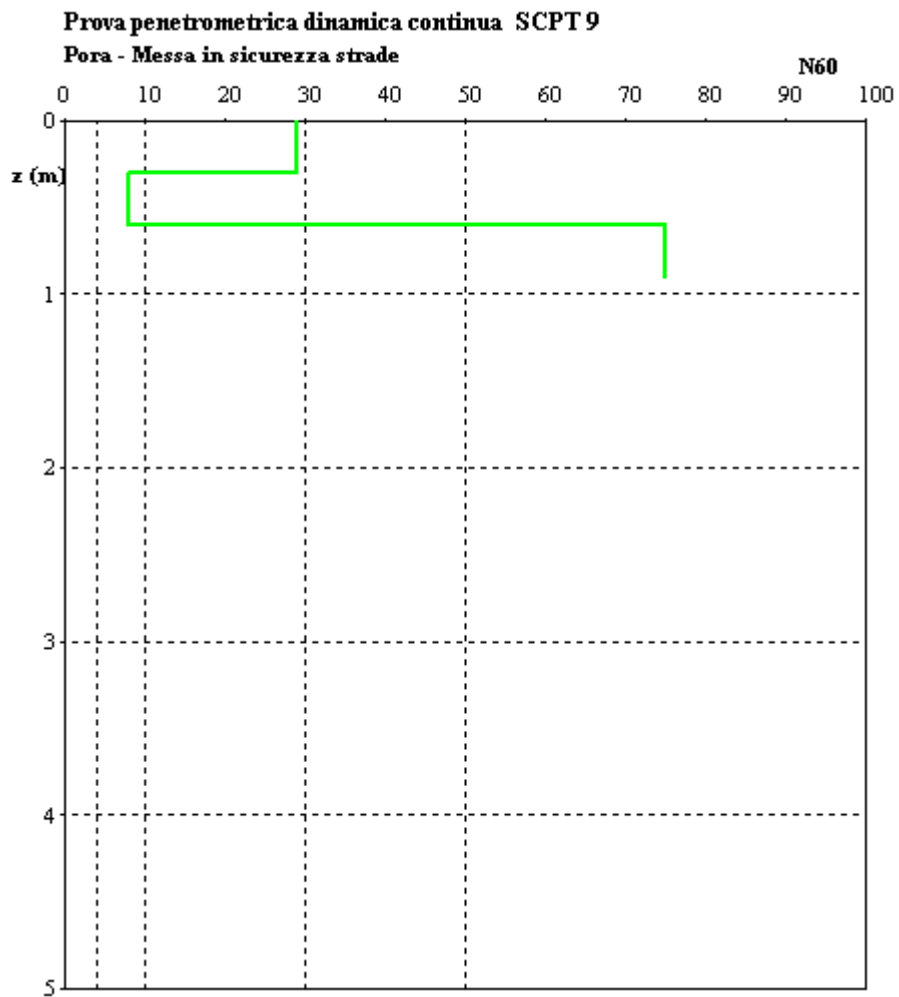
SCPT 8



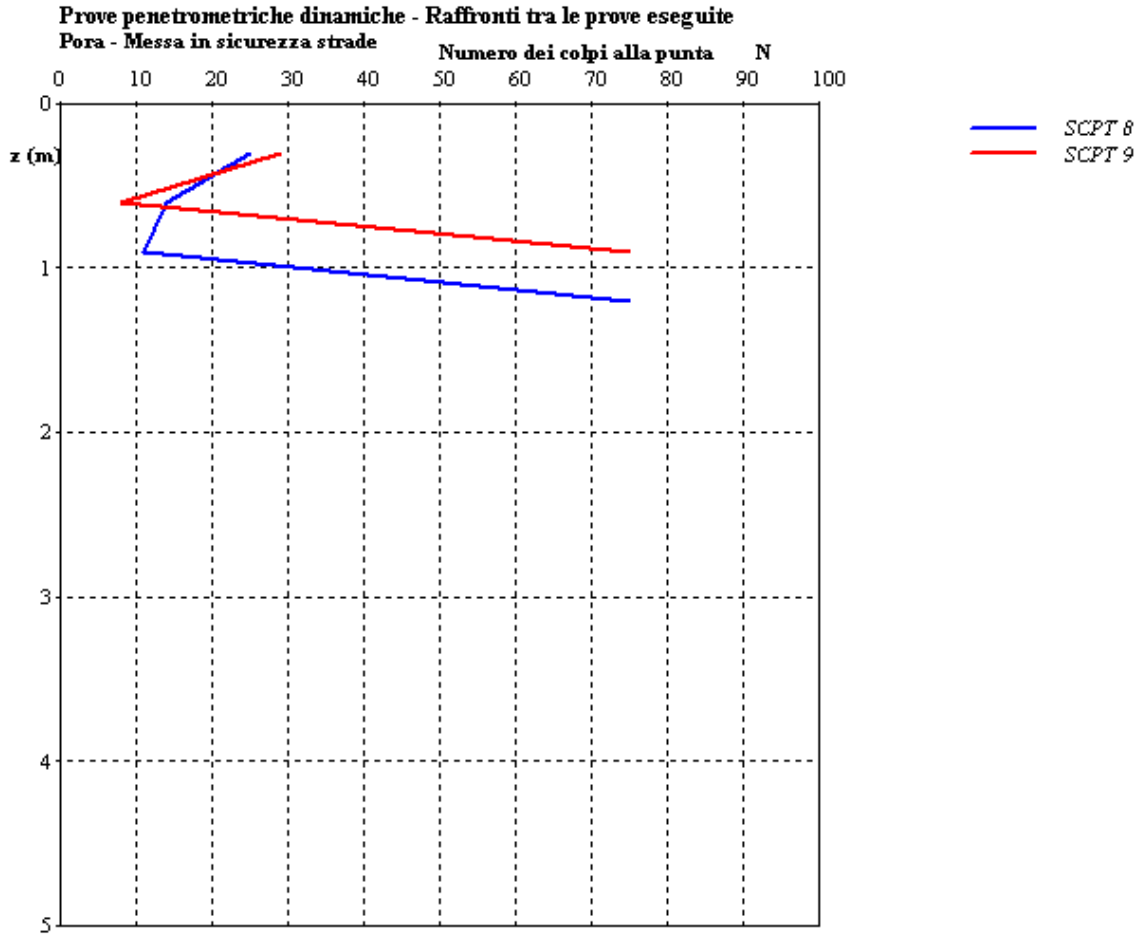
SCPT 9 Via Valzelli



SCPT 9



RAFFRONTO FRA LE PROVE SCPT N. 8 e 9



SCPT 10 strada accesso parcheggio P 2



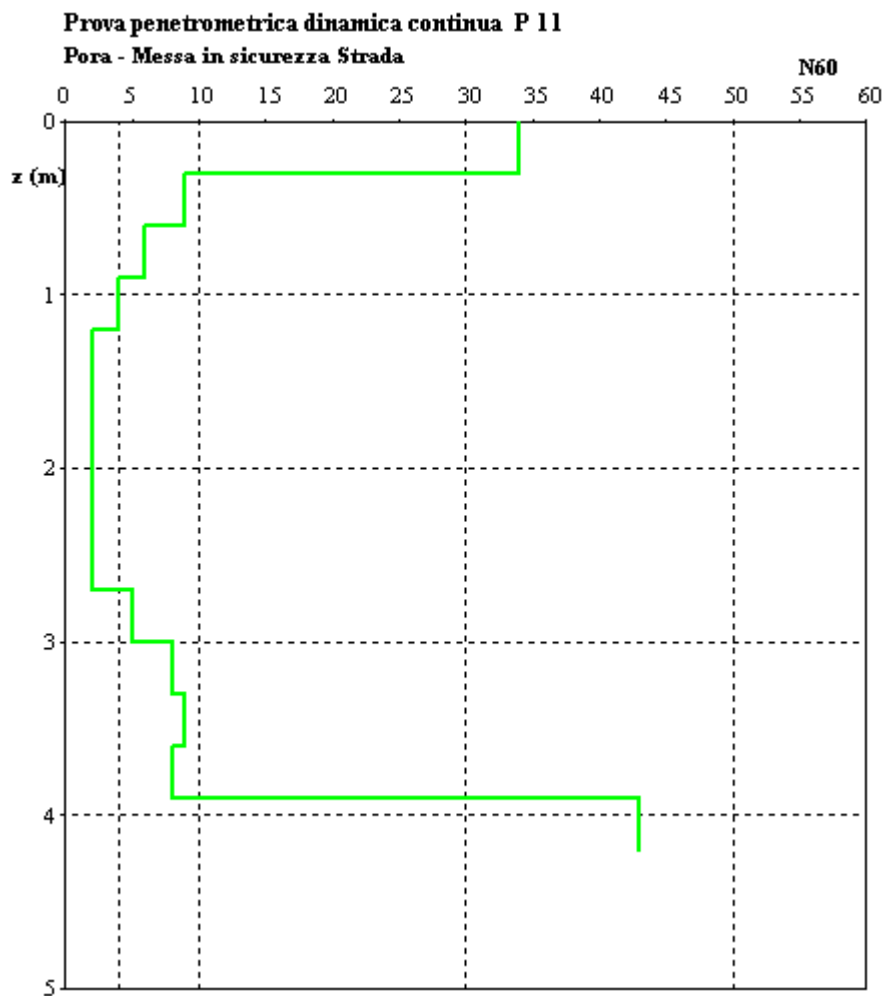
SCPT 10

**Sono state eseguite n. 3 prove SCPT distanziate fra loro da alcuni decimetri
ma tutte sono andate a rifiuto nei primi 30 cm**

SCPT 11 Via Valzelli bassa



SCPT 11



INDAGINI SISMICHE

MASW

MASW 1

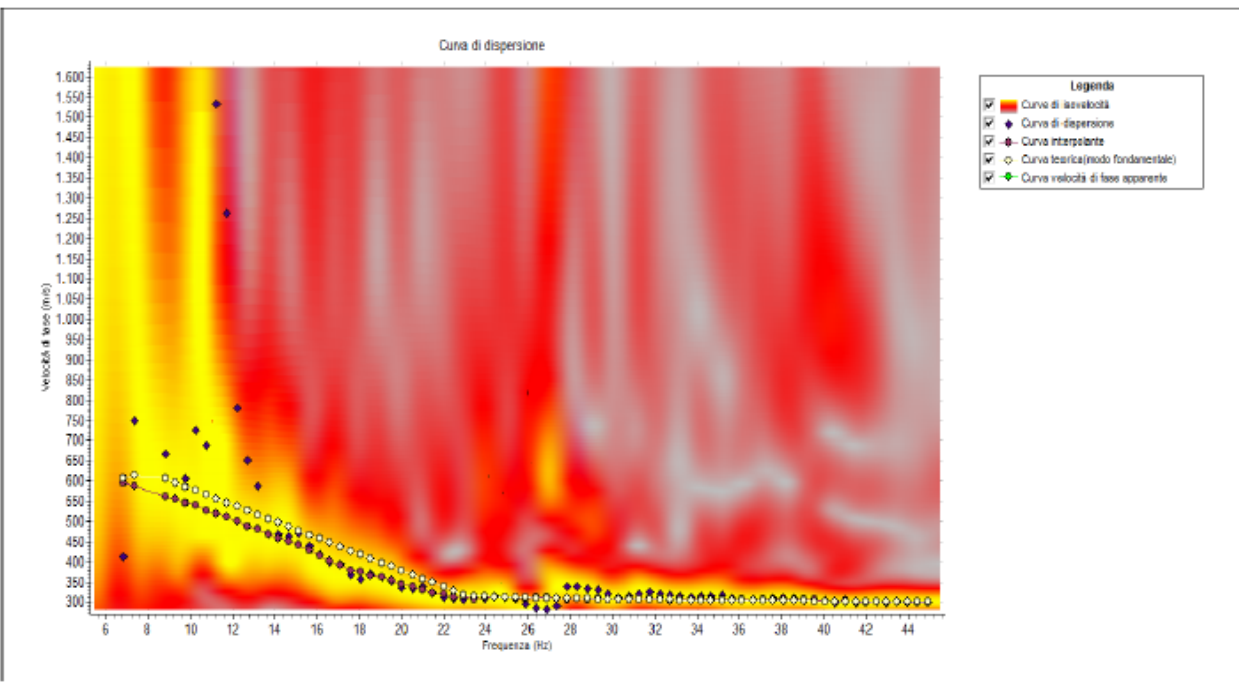
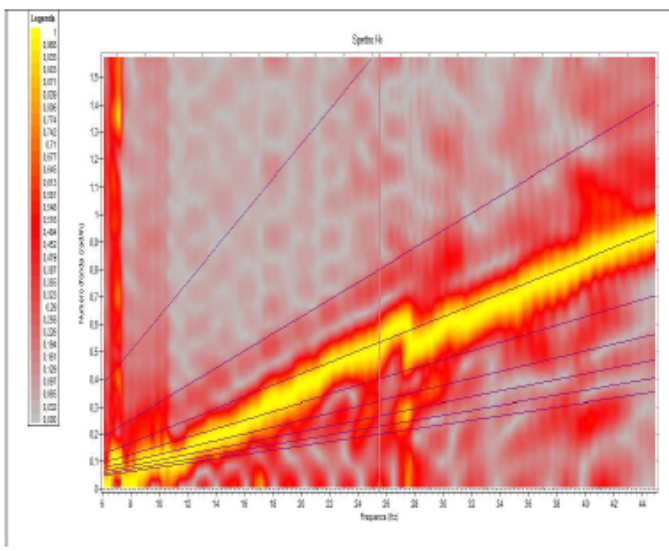
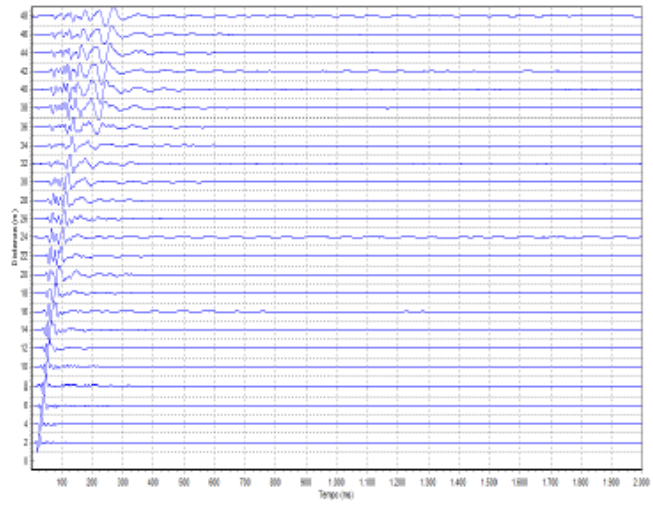
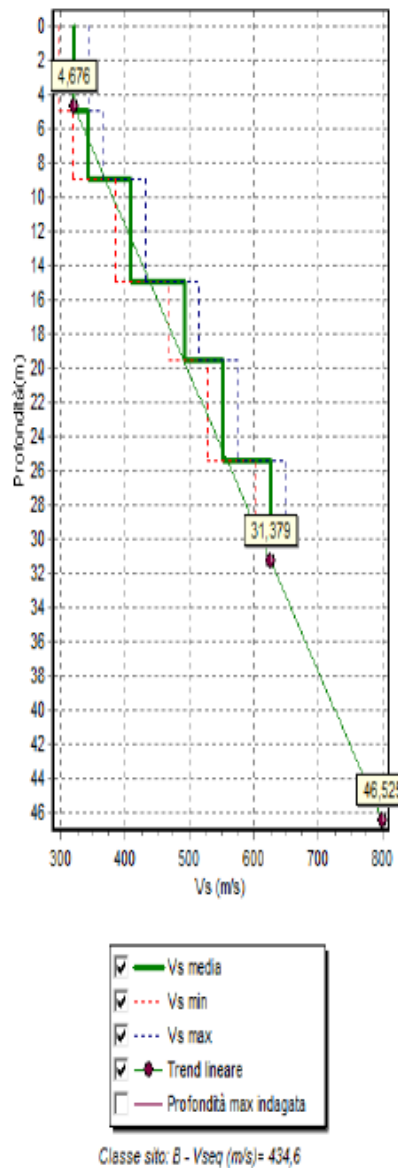
PARCHEGGIO SUPERIORE P3



Stendimento di 24 geofoni sul parcheggio P3

RIASSUNTO interpretazione MASW Castione della Presolana - Masw 1

| N. | H(m) | Vs(m/s) |
|----|------|---------|
| 1 | 5,0 | 322,0 |
| 2 | 9,0 | 343,0 |
| 3 | 15,0 | 409,0 |
| 4 | 19,5 | 493,0 |
| 5 | 25,5 | 552,0 |
| 6 | 30,0 | 627,0 |



MASW 2

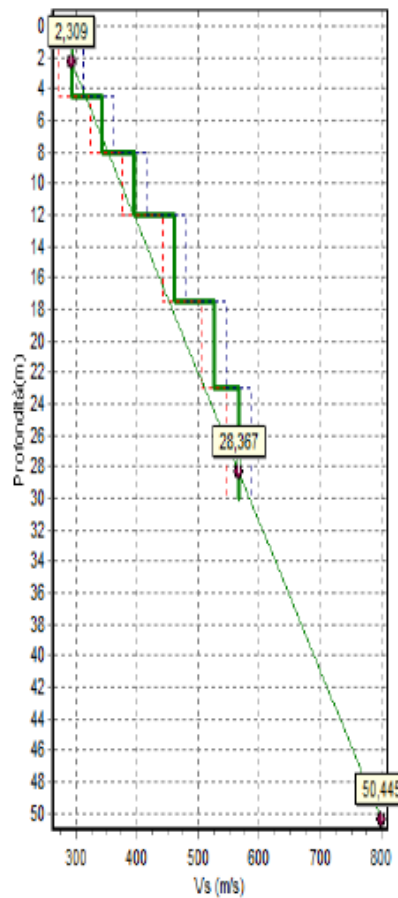
PARCHEGGIO INFERIORE P2



Stendimento di 24 geofoni sul parcheggio P2

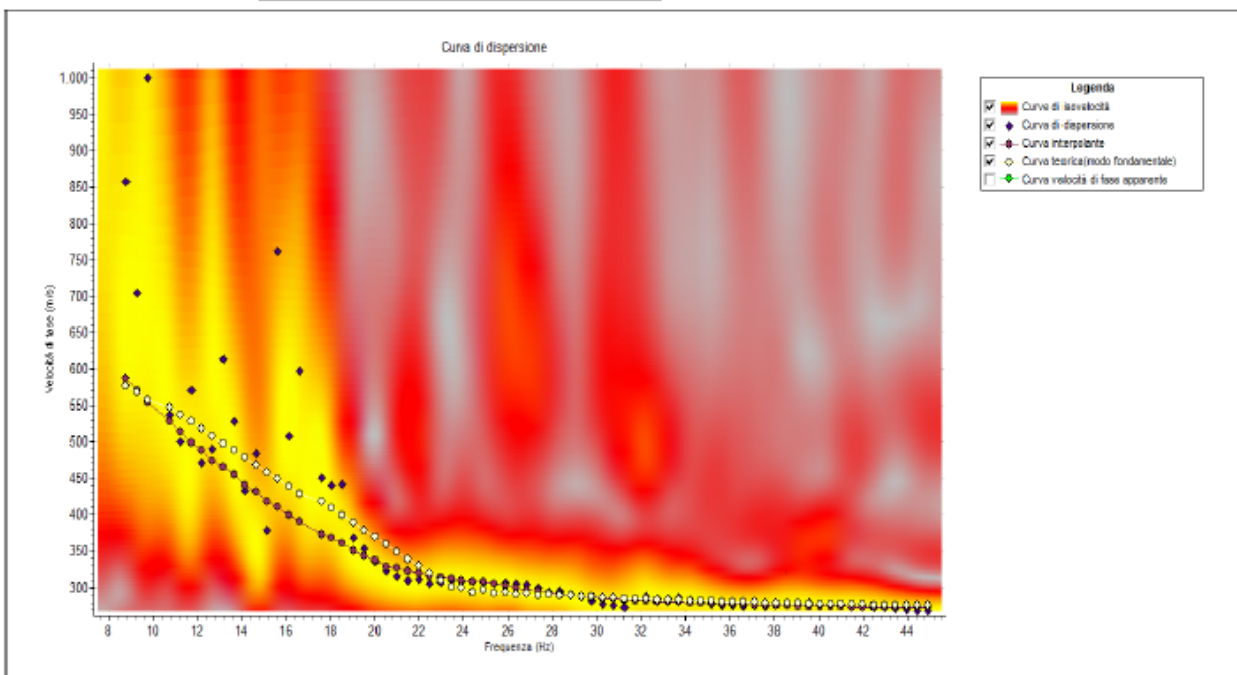
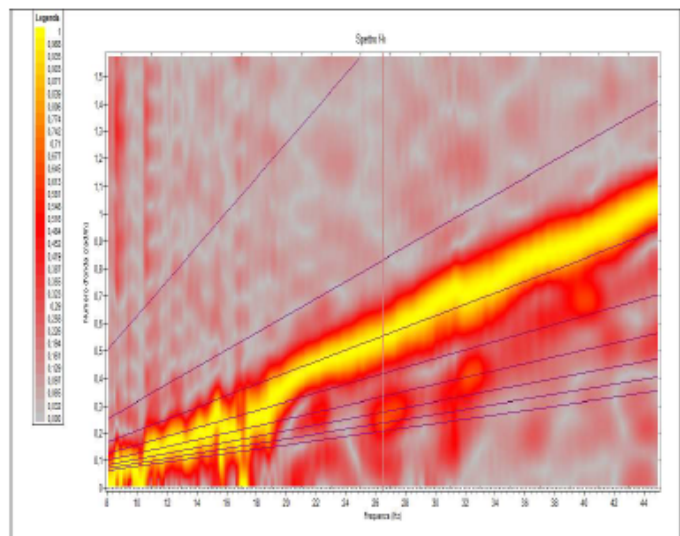
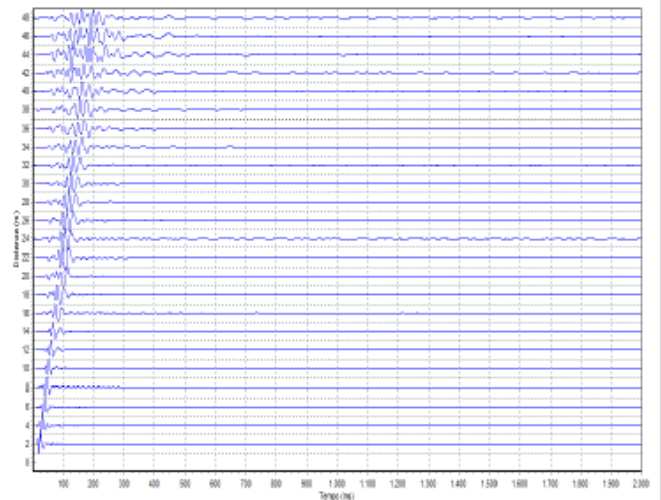
Riassunto interpretazione MASW Castione della Presolana (BG) - Masw 2

| N. | H(m) | Vs(m/s) |
|----|------|---------|
| 1 | 4,5 | 292,0 |
| 2 | 8,0 | 343,0 |
| 3 | 12,0 | 395,0 |
| 4 | 17,5 | 461,0 |
| 5 | 23,0 | 526,0 |
| 6 | 30,0 | 567,0 |



- Vs media
- Vs min
- Vs max
- Trend lineare
- Profondità max indagata

Classe sito: B - Vseq (m/s) = 425,7



MASW 3

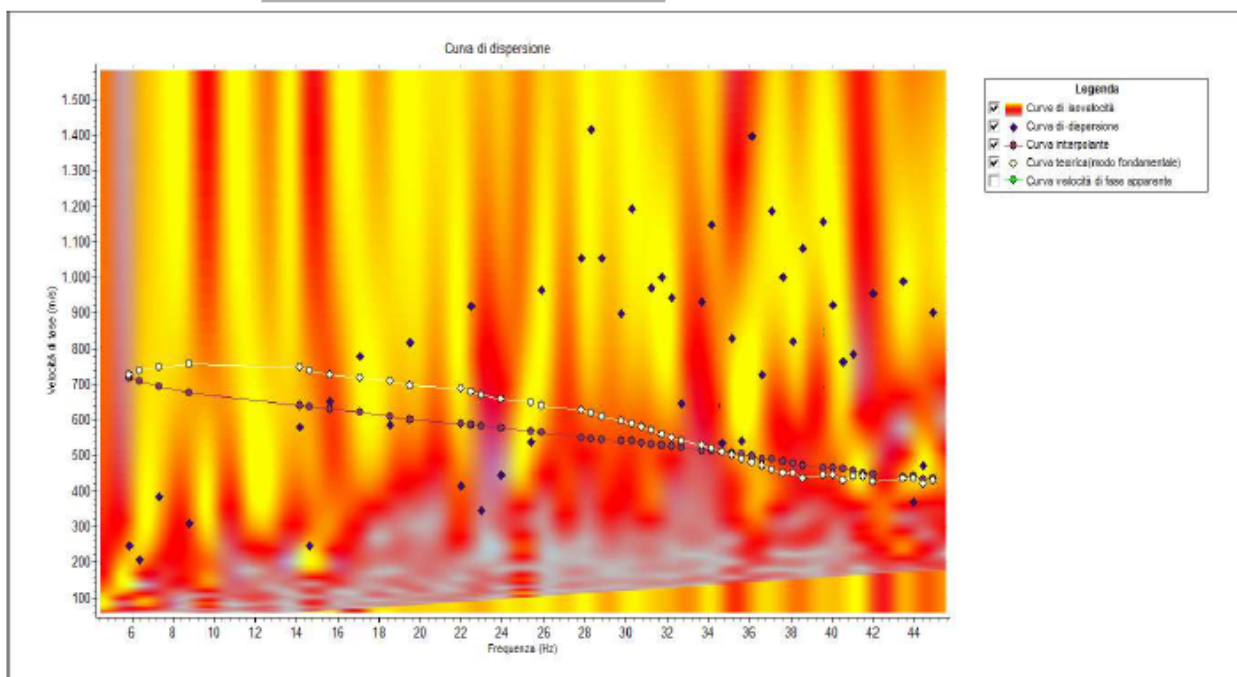
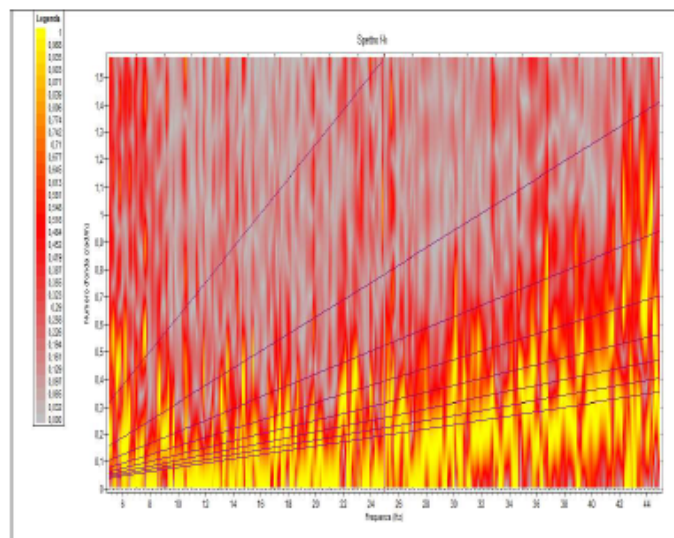
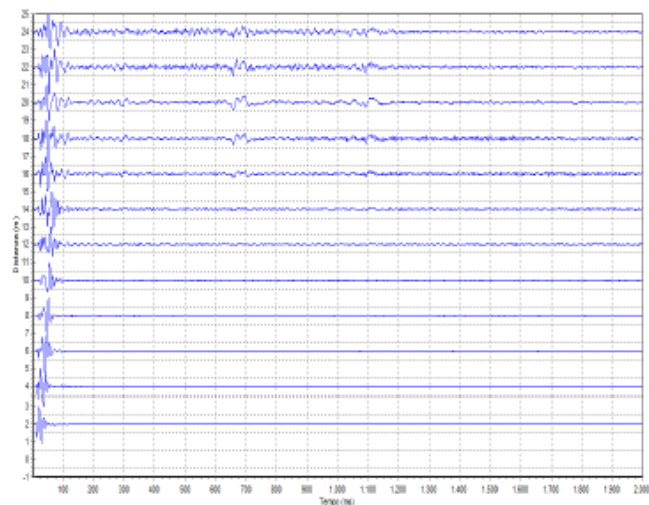
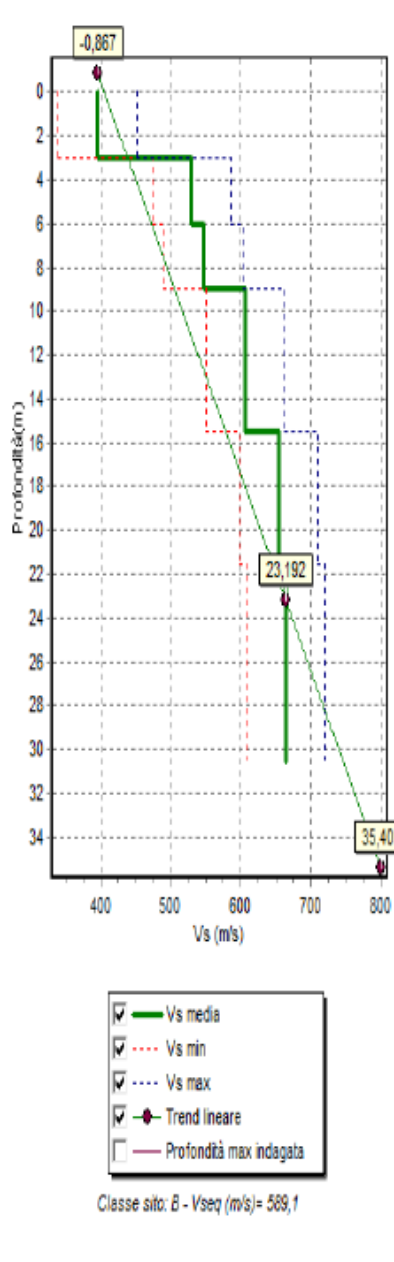
Via Valzelli

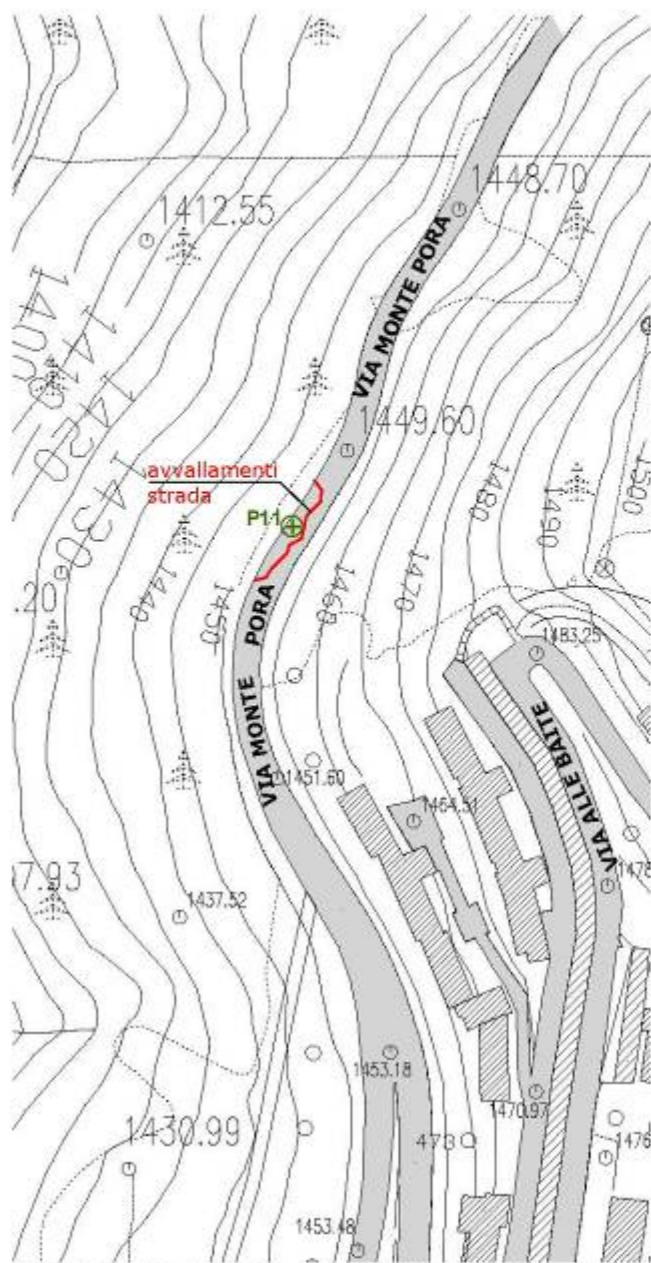


Stendimento di 24 geofoni via Valzelli

Riassunto interpretazione MASW Castione della Presolana (BG) - Masw 3

| N. | H(m) | Vs(m/s) |
|----|------|---------|
| 1 | 3,0 | 396,0 |
| 2 | 6,0 | 530,0 |
| 3 | 9,0 | 546,0 |
| 4 | 15,5 | 606,0 |
| 5 | 21,5 | 654,0 |
| 6 | 30,5 | 664,0 |



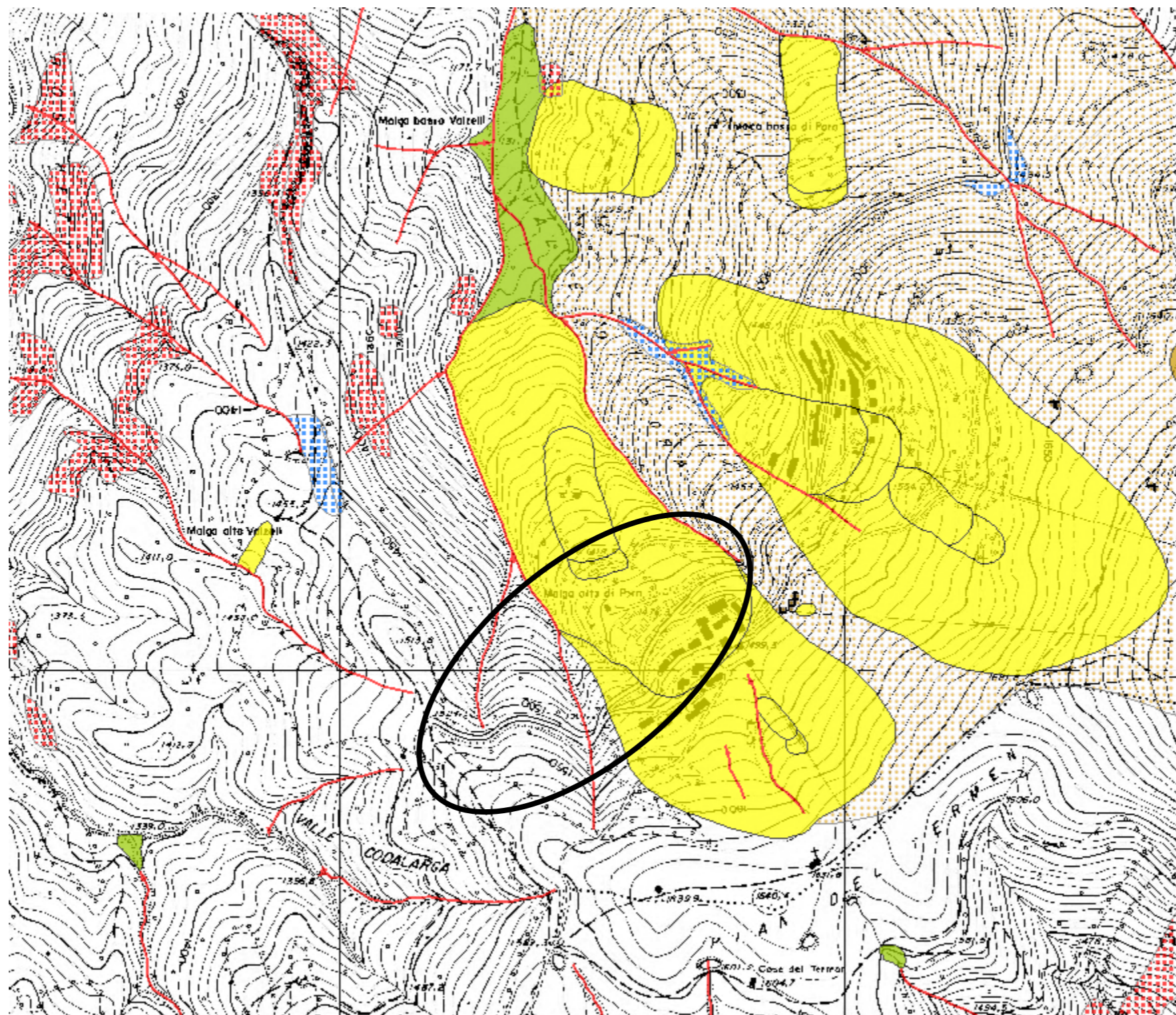


ESTRATTO PLANIMETRIA
curva accesso abitato (1:2.000)

- LEGENDA:
- ⊕ Sn° Sondaggi
 - ⊕ Pn° Prove penetrometriche
 - Pmn° Prove di permeabilità
 - Stendimenti MASW
 - Muri in c.a. esistenti



Planimetria ubicazione indagini di campagna (1:2.000)



Inventario fenomeni franosi Lombardia (IFFI)

Punti storici



Frane lineari



Aree a franosità diffusa



Aree soggette a crolli/ribaltamenti diffusi



Aree soggette a frane superficiali diffuse



Aree soggette a sprofondamenti diffusi

Frane poligonali



Crollo/ribaltamento



Scivolamento rotazionale/traslattivo



Espansione



Colamento lento



Colamento rapido



Sprofondamento



Complesso



Non determinato

Conoidi detritico-alluvionali



DGPV - Deformazioni Gravitative Profonde di Versante




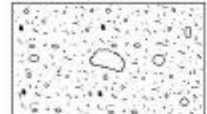
Autore: Regione Lombardia

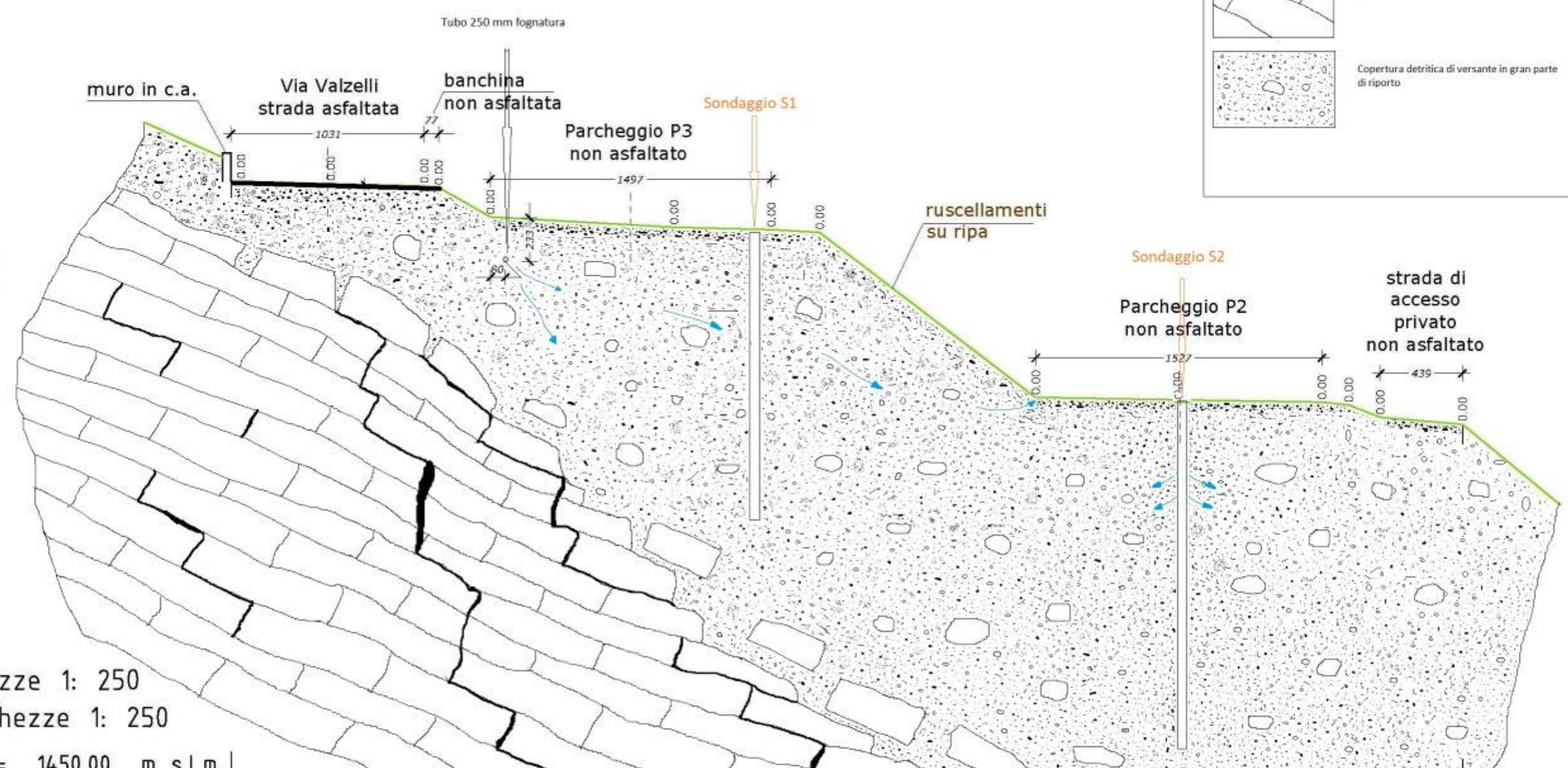
Stralcio Carta Inventario Fenomeno Franosi

Scala 1:10.000

SEZIONE GEOLOGICA

LEGENDA:

-  Formazione di Gorno
-  Copertura detritica di versante in gran parte di riporto



Scala altezze 1: 250
 Scala lunghezze 1: 250

Q = 1450.00 m s.l.m.

| SEZIONI | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|----------------------|--|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------|
| DISTANZE PARZIALI | | 5.32 | 4.99 | 0.77 | 2.75 | 9.79 | 5.19 | 2.58 | 11.52 | 7.55 | 7.72 | 1.43 | 1.68 | 4.40 |
| DISTANZE PROGRESSIVE | 0.00 | 5.32 | 10.31 | 11.08 | 13.84 | 23.62 | 28.81 | 31.39 | 42.91 | 50.46 | 58.18 | 59.61 | 61.29 | 65.68 |
| QUOTE TERRENO | 1481.87 | 1481.74 | 1481.61 | 1481.53 | 1479.96 | 1479.42 | 1479.28 | 1479.14 | 1470.33 | 1470.21 | 1470.08 | 1469.93 | 1469.27 | 1468.90 |
| DECANETRICHE | [Bar chart showing elevation differences between sections] | | | | | | | | | | | | | |
| DIFFERENZE DI QUOTA | | -0.13 | -0.13 | -0.08 | -1.57 | -0.55 | -0.13 | -0.14 | -8.61 | -0.12 | -0.13 | -0.14 | -0.67 | -0.37 |
| LIVELLETTE | d=5.32 dq=-0.13 p=-2.44% | d=4.99 dq=-0.13 p=-2.60% | d=0.77 dq=-0.08 p=-10.56% | d=2.75 dq=-1.57 p=-56.88% | d=9.79 dq=-0.55 p=-5.59% | d=5.19 dq=-1.13 p=-2.15% | d=2.58 dq=-0.14 p=-5.45% | d=11.52 dq=-8.81 p=-76.50% | d=7.55 dq=-0.12 p=-1.59% | d=7.72 dq=-0.13 p=-1.74% | d=1.43 dq=-0.13 p=-9.10% | d=1.68 dq=-0.07 p=-4.17% | d=4.40 dq=-0.37 p=-8.33% | d=4.41 |
| PROGRESSIVO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

SEZIONE D-D - stato di fatto (1:250/1:250)