

Intervento B19

Collegamento dei versanti con realizzazione di parcheggio presso stazione intermedia



PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ED ECONOMICA



**CENTRALE DI COMMITTENZA
E STAZIONE APPALTANTE**
Infrastrutture Milano Cortina 2020-2026 S.p.A.
Piazzale Luigi Sturzo 31, 00135 Roma - Italia



**RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE
DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE**
Infrastrutture Milano Cortina 2020-2026 S.p.A.
Piazzale Luigi Sturzo 31, 00135 Roma - Italia

**INFRASTRUTTURE
MILANO CORTINA 2020-2026 S.p.A.**
Direttore tecnico

Ing. L. Samorani
Ordine degli Ingegneri della provincia di Milano, 426933

GEOLOGO
Dott.ssa Michela Seminari
Ordine dei Geologi della Lombardia
Iscrizione n. 1796 Sez. A

Descrizione Elaborato:

PARTE GENERALE
STUDI ED INDAGINI
Relazione Geologica

Scala:

-

Data:

15/12/2024

Codice Elaborato:

LCI.00.00_PF_GN.00_SI_RT.001_A

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato	Autorizzato
A	15/12/2024	Emissione per CDS	Dott.ssa M. Seminari	Ing. E. Tambozzo	ing. M. Albertini	ing. L. Samorani

INDICE

1	PREMESSE.....	3
1.1	Normativa di riferimento	3
1.2	Descrizione degli interventi in progetto	4
1.2.1	Stazione di valle	5
1.2.2	Stazione intermedia	6
1.2.3	Stazione di monte	6
1.3	Riferimenti normativi al P.G.T, P.T.C.P., PAI e P.G.R.A.....	7
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	14
3	GEOLOGIA	16
3.1	Inquadramento tettonico-strutturale.....	16
3.1.1	Caratteristiche dell'assetto strutturale	19
3.2	Inquadramento litostratigrafico	22
4	GEOMORFOLOGIA.....	24
4.1	Dinamica morfologica dei versanti	25
4.2	Studi di dettaglio delle aree in dissesto idrogeologico	26
4.2.1	Fenomeni di trasporto in massa su conoidi – Versante “Carosello”	26
4.2.2	Aree in frana - Versante “Mottolino”	28
4.3	Considerazioni sullo stato evolutivo delle aree in frana.....	30
5	IDROGEOLOGIA.....	33
6	CAMPAGNA INDAGINI	37
6.1.1	Sondaggi a carotaggio continuo.....	37
6.1.2	Prove penetrometriche dinamiche (DPSH)	41
6.1.3	Scavi esplorativi.....	43
6.1.4	Analisi granulometriche	43
6.1.5	Analisi chimiche	44
6.1.6	Indagini tomografiche sismiche a rifrazione	44
7	LITOSTRATIMETRIA DEI TERRENI DI FONDAZIONE	47
8	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	50
9	BIBLIOGRAFIA.....	52

1 PREMESSE

La presente relazione geologica fa parte del Progetto di fattibilità tecnico economica, redatto in conformità all'art. 41 del Decreto 36/2023, inerente al progetto di collegamento dei versanti sciistici "Carosello" e "Mottolino" in Comune di Livigno (SO).

Nello specifico, l'Intervento B19 "Collegamento dei versanti con realizzazione di parcheggio presso stazione intermedia" prevede la realizzazione della struttura impiantistica Carosello-Freita-Valfin, articolata in due "tronchi", e delle relative stazioni di valle, intermedia e di monte.

Tutti gli interventi di cui sopra sono previsti all'interno dell'Allegato A al DPCM 8 settembre 2023 recante l'approvazione, ai sensi dell'articolo 3, comma 2, del decreto-legge n. 16 del 2020, del Piano degli interventi da realizzare in funzione dei giochi olimpici e paralimpici invernali Milano-Cortina 2026.

Detto studio è stato effettuato nel rispetto della normativa vigente, richiamata nel successivo paragrafo 1.1 e, in particolare, del D.M. 17/01/2018, Testo Unico – Norme Tecniche per le Costruzioni e della DGR 2616/2011.

In ottemperanza alla normativa sopracitata, lo studio è stato articolato in una serie di valutazioni tematiche, relative agli aspetti litologici, geologici, morfologici e idrogeologici del territorio in esame, effettuate sulla base della documentazione biblio-cartografica esistente, di rilievi di campagna e di indagini in sito.

In particolare, per verificare le caratteristiche litostratigrafiche e geotecniche dei terreni presenti nelle aree interessate dagli interventi in progetto, si è fatto riferimento alla campagna di indagini geognostiche svolta dallo Studio Tecnico Celotti s.r.l., nei mesi di ottobre 2023 e settembre 2024.

Gli studi e le indagini disponibili hanno consentito di redigere, oltre alla presente relazione, i seguenti elaborati grafici:

- LCI.00.00_PF_GN.00_SI_PL.00 1 A – Carta geologica (scala 1:10.000)
- LCI.00.00_PF_GN.00_SI_PL.00 2 A - Carta geomorfologica (scala 1:10.000)
- LCI.00.00_PF_GN.00_SI_PL.00 3 - Carta idrogeologica (scala 1:10.000)
- LCI.00.00_PF_GN.00_SI_PL.00 4 - Ubicazione indagini
- LCI.00.00_PF_GN.00_SI_SZ.00 1 A - Sezioni litostratigrafiche (scala 1:1.000)

ed i seguenti documenti, allegati alla relazione:

- All. 1 – Indagini geognostiche
- All. 2 – Indagini geofisiche
- All. 3 – Analisi di laboratorio

1.1 Normativa di riferimento

- Circolare 21-1-2019 n° 7 C.S.LL.PP. – Istruzioni per l'applicazione dell' "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni" di cui al DM 17/1/2018.
- Decreto ministeriale 17-01-2018 – Norme Tecniche per le Costruzioni
- Decreto ministeriale 14-01-2008 – Norme Tecniche per le Costruzioni;
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n° 36 del 27/07/2007;
- Eurocodice 8 (1998) – Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture. Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (UNI-EN 1998-5:2005);
- Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole Generali – UNI-EN 1997-1:2013;
- Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 2: Indagini e prove nel sottosuolo UNI EN 1997-2:2007;
- O.P.C.M. n° 3274 (2003) - "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica";
- Legge Regionale della Lombardia 11 marzo 2005, n. 12, legge per il governo del territorio.

- D.g.r. Lombardia 30 novembre 2011 - n. IX/2616 Aggiornamento dei "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12", approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con d.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374 e s.m.i.
- D.G.R. Lombardia 8/7374 del 28 maggio 2008 "Aggiornamento dei Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005, n. 12 approvati con D.G.R. 22 dicembre 2005, n. 8/1566"

1.2 Descrizione degli interventi in progetto

La realizzazione dell'impianto di collegamento avviene attraverso due funivie monofune che, partendo dalla stazione di valle posta in prossimità della stazione "Carosello Tremila" e della struttura comunale Plaza Placheda, raggiungono la stazione intermedia in località Freita e la stazione di monte in prossimità dell'arrivo della seggiovia "Teola – Pianoni Bassi".

Si tratta della previsione infrastrutturale posta in prossimità della località San Rocco che per la sua localizzazione meglio si presta a collegare i due versanti sciistici e ad integrarsi nel sistema dei servizi esistenti che comprendono la struttura di Plaza Placheda ed i parcheggi sottostanti.

L'impianto prevede la realizzazione di due cabinovie a dieci posti di moderna concezione con una portata sufficiente a garantire lo spostamento degli sciatori tra i due versanti tenuto conto dello stato attuale degli impianti.

Si tratta di due tronchi integrati di lunghezza complessiva pari a 2129 m con una portata oraria massima teorica di 1800 persone/ora sufficiente a garantire il trasferimento degli utenti sui due versanti.

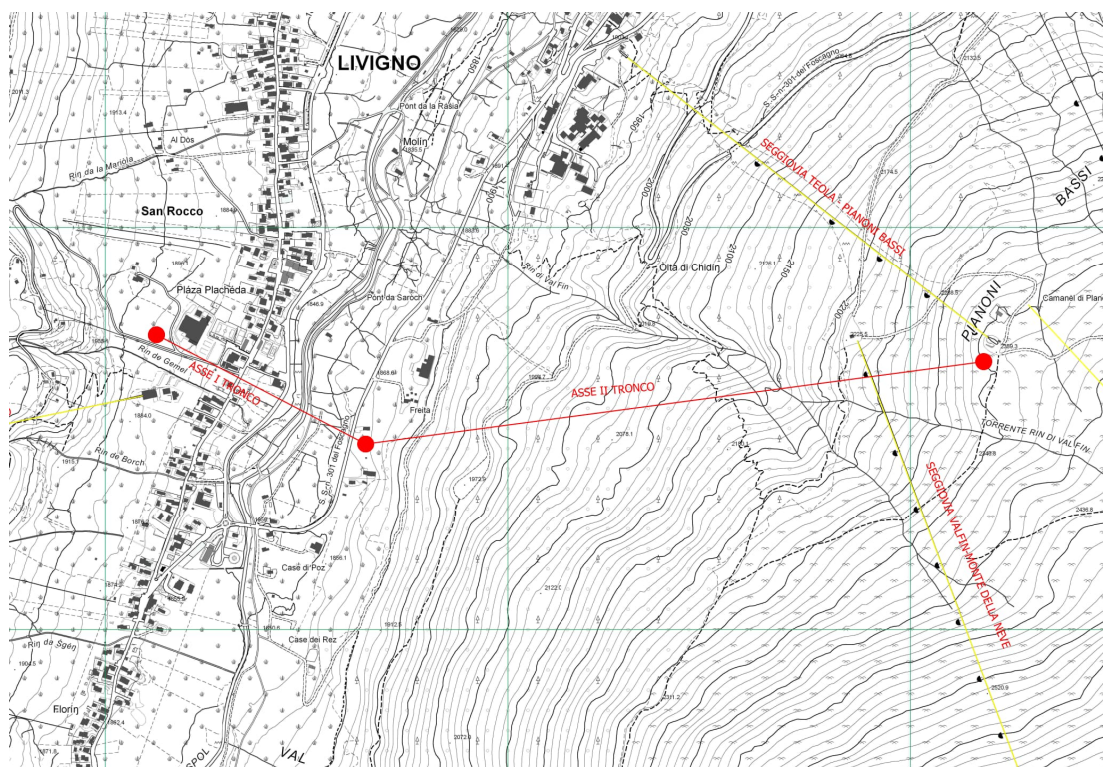


Figura 1 – Planimetria degli interventi in progetto

<i>Denominazione impianto</i>	<i>I° Tronco "Plaza Placheda – Freitas"</i>	<i>II° Tronco "Freitas – Pianoni Bassi"</i>
Lato salita	destra	destra
Ubicazione stazione motrice	Via Freitas	Via Freitas
Ubicazione tenditrice	valle	valle
Ubicazione stazione di rinvio	Plaza Placheda	Pianoni Bassi
Quota piano imbarco (s.l.m.) della stazione di valle	1891.70 m	1867.14 m
Quota piano imbarco (s.l.m.) della stazione di monte	1867.14 m	2359.00 m
Lunghezza orizzontale (AV – AM)	552.73	1515.50
Dislivello	-24.56 m	491.35
Lunghezza sviluppata (AV – AM)	553.60 m	1601.08 m
Velocità massima di esercizio	6.0 m/s	6.0 m/s
Portata oraria massima teorica	1800 p/h	1800 p/h
Trasporto verso monte	100%	100%
Trasporto verso valle	100%	100%
Numero passeggeri per veicolo	10	10
Numero totale di veicoli	9	27
Equidistanza minima dei veicoli	120 m	120 m
Intervallo di tempo tra i veicoli	20 s	20 s
Tempo di percorrenza	3.11 min	8.95 min
Numero totale di sostegni	4	11
Numero sostegni di appoggio	2	7
Numero sostegni di ritenuta	-	3
Numero sostegni di doppio effetto	2	1
Cavidotti di linea	aerei	interrati

Tabella 1 – Caratteristiche dell'impianto

1.2.1 Stazione di valle

La stazione di Plaza Placheda, di tipo tenditrice, è costituita da tre steli (quello anteriore in carpenteria metallica e quelli posteriori in calcestruzzo armato), che sorreggono un telaio in carpenteria metallica in acciaio, che contiene oltre alla puleggia di rinvio, il sistema di tensionamento costituito dai cilindri idraulici e relative centraline; essa è prevista completamente carenata con un rivestimento esterno realizzato in polycarbonato e pannelli multimediali in modo da dare luce ai volumi interni di stazione ed allo stesso tempo di proteggere dagli agenti atmosferici le apparecchiature elettromeccaniche presenti.

La stazione è realizzata in modo da presentare spazi laterali liberi da ostacoli, rendendo quindi più agevole e sicuro l'imbarco degli sciatori.

Presso la stazione di valle è prevista la realizzazione di due edifici di stazione distinti: il primo edificio, di modeste dimensioni, ospita la cabina di comando ed i relativi servizi igienici, mentre il secondo, interrato, ospita il locale adibito al ricovero dei veicoli.

Di seguito si riporta una fotografia illustrativa di una tipica stazione tenditrice con carenatura.



Figura 2 - Stazione tenditrice tipo

1.2.2 Stazione intermedia

La stazione intermedia è costituita da steli in calcestruzzo armato che sorreggono il telaio in carpenteria metallica in acciaio, che contiene gli organi motore dei due tronchi dell'impianto, con le relative pulegge per la movimentazione dei due anelli di fune, gli azionamenti di recupero, i freni di servizio e di emergenza. Tutti i controlli e gli organi meccanici di stazione sono facilmente accessibili dalle passerelle. Per il normale esercizio i due tronchi di cabinovia saranno collegati fra loro con il trasferimento automatico delle cabine da un tronco all'altro; in caso di avaria su di un tronco sarà possibile proseguire l'esercizio con un tronco solo, fino allo svuotamento della linea, senza dover effettuare il soccorso mediante calata a terra di tutti i passeggeri dei due tronchi.

Presso la stazione intermedia è prevista la realizzazione di alcuni locali accessori, quali la cabina di comando (dove saranno installate le apparecchiature elettriche di stazione), locali tecnici vari. È inoltre prevista la realizzazione di un'autorimessa interrata a servizio degli utenti. Tale autorimessa si sviluppa su tre piani

In modo da garantire l'energia elettrica sufficiente alla ricarica dei veicoli elettrici e al funzionamento dell'impianto funiviario, vengono previsti diversi locali tecnici (cabina di trasformazione, locale quadri elettrici, locale di misura).

Al livello interrato vengono previsti i servizi igienici pubblici e ulteriori vani tecnici, quali la vasca antincendio ed il relativo locale di pompaggio.

I livelli dell'autorimessa sono collegati tra di loro da vani scala ed ascensori, nonché da rampe carrabili.

1.2.3 Stazione di monte

La stazione di monte, di rinvio fissa, è costituita da (quello anteriore in carpenteria metallica e quelli posteriori in calcestruzzo armato) che contiene oltre alla puleggia di rinvio, il sistema di tensionamento costituito dal

cilindro idraulico e relativa centralina; essa è prevista completamente carenata con un rivestimento esterno realizzato in lamiere verniciate, su cui sono presenti ampie finestre, costituite da superfici trasparenti fumé non riflettenti, necessarie a dare luce ai volumi interni di stazione ed a proteggere dagli agenti atmosferici le apparecchiature elettromeccaniche presenti. La stazione è realizzata in modo da presentare spazi laterali liberi da ostacoli, rendendo quindi più agevole e sicuro l'imbarco degli sciatori.

Presso la stazione di monte è prevista la realizzazione della cabina di comando e di alcuni locali tecnici accessori. Il fabbricato verrà realizzato interamente in calcestruzzo armato.

I terreni interessati dalle stazioni e dalla linea di risalita, al termine dei lavori verranno sistemati come allo stato originario ed inerbiti a prato.

Di seguito si riporta una fotografia illustrativa di una stazione rinvio – fissa analoga a quella in progetto:



Figura 3: Stazione di rinvio tipo

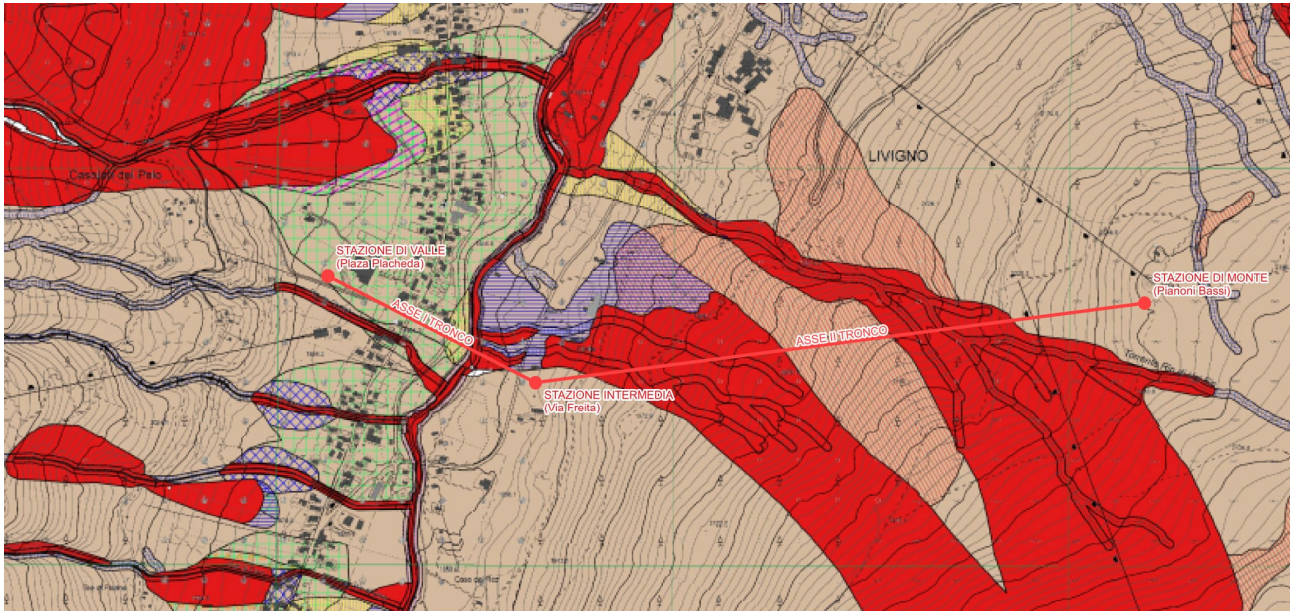
1.3 Riferimenti normativi al P.G.T., P.T.C.P., PAI e P.G.R.A.

Per verificare la compatibilità delle opere in progetto, è stata dapprima consultata la cartografia vigente del Piano di Governo del Territorio (P.G.T.) del comune di Livigno, approvato con Deliberazione del Consiglio Comunale n. 31 del 19.06.2013, efficace a far data dalla pubblicazione sul BURL, serie n. 1 del 02.01.2014, a cui hanno fatto seguito negli anni numerose varianti ordinarie. Nello specifico, con D.C.C. n. 65 del 30.11.2020 è stata adottata la variante al PGT per la "Realizzazione impianti di collegamento dei due versanti sciistici" unitamente alla richiesta di parere di compatibilità con il PTCP, ai sensi e per gli effetti dell'art. 13, comma 5, della L.R. 12/05.

Con riferimento alla cartografia redatta nell'ambito della componente geologica a corredo del P.G.T., si è fatto riferimento alla Carta di fattibilità geologica.

Dall'analisi della sopracitata cartografia emerge che l'impianto in progetto ricade quasi interamente nelle aree di Classe 3 (fattibilità con consistenti limitazioni), ad esclusione di due porzioni dell'asse del tronco II ricadenti

nelle aree di Classe 4 (fattibilità con gravi limitazioni) dovute al rischio valanghe (cfr. Figura 4). A proposito del rischio valanghe si rimanda alla Relazione Nivologica, elaborato LCI.00.00_PF_GN.00_GE_RT.002_A.



Legenda generale

CLASSE 2	La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate moderate limitazioni all'edilizia a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagini e accorgimenti tecnico-costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa. Per gli ambiti assegnati a questa classe devono essere indicati in fase strutturale gli approfondimenti da effettuare e le specifiche costruttive degli interventi edificatori.	Legenda specifica Classe 3
CLASSE 3	La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'edilizia a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso per le condizioni di pericolosità/valutabilità individuate, per le quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa. - Se dispone di elementi sufficienti, definisce puntualmente per le eventuali previsioni urbanistiche le opere di mitigazione del rischio da realizzare e le specifiche costruttive degli interventi edificatori, in funzione della tipologia del fenomeno che ha generato la pericolosità/valutabilità del comparto. - Se non dispone di elementi sufficienti, definisce puntualmente i supplementi di indagini relativi alle problematiche da approfondire, la scala e l'ambito di territorialità di riferimento (particolare o relativo ad ambiti più estesi correlati dal medesimo fenomeno quali ad es. corsi d'acqua o folla ecc.) e la finalità degli stessi al fine di accrescere la compatibilità socio-economica degli interventi con le situazioni di dissesto o potenzialmente vulnerabili e individuare di conseguenza le previsioni di dettaglio per poter procedere o meno all'edificazione.	Classe 3 - Aree di conoide Cn normale dalle norme geologiche di piano Classe 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni: aree con prescrizione di zona gialla per valanga Classe 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni: aree con prescrizione di zona gialla per valanga ex aree 267/98 Classe 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni: aree con prescrizione di zona blu per valanga Classe 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni: aree di conoide Cp normale dall'art. 9 comma 8 della N.d.A. del PAI Classe 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni: aree in frana Fq normale dall'art. 9 comma 3 delle N.d.A. del PAI Classe 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni: aree interne alle fasce di rispetto del reticolo idrografico principale Classe 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni: aree interne alle fasce di rispetto del reticolo idrografico minore Classe 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni: zona 2 delle aree a rischio idrogeologico molto elevato per valanga normale dall'art. 50 della N.d.A. del PAI Classe 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni: aree di conoide Cn normale dalle norme geologiche di piano soggette a rischio H3 Classe 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni: area di esondazione definita attraverso specifico studio idraulico
CLASSE 4	La pericolosità/valutabilità comporta gravi limitazioni all'edilizia a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso. Deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, ivi compresa quella esistente, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza del sito. Per gli edifici esistenti sono consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria o straordinaria, restauro, mantenimento conservativo, come definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c) della L.R. 12/05, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico strutturale. Sono consentite le demolizioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica. Il professionista deve fornire indicazioni in merito alle opere di sistemazione idrogeologica o, per i rischi alluviali esistenti, quando non è direttamente necessario provvedere al loro trasferimento, dovranno essere predisposti idonei Piani di Emergenza, dove indicati esseri valutata la necessità di predisporre sistemi di monitoraggio geologico che permettano di tenere sotto controllo l'evoluzione dei fenomeni in atto. Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico possono essere realizzate solo se non alterano sostanzialmente, durante l'intera vita, l'assetto ambientale e la funzionalità in funzione della tipologia di dissesto e del grado di rischio che determinano l'ambito di pericolosità/valutabilità originaria. A tal fine, alle istanze per l'approvazione da parte dell'autorità comunale, deve essere allegata apposita relazione geologica e geotecnica che descriva la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico.	

Figura 4 – Stralcio di Tav.11B quadro D "Carta di fattibilità geologica" del PGT vigente di Livigno con indicati gli interventi in progetto

Per quanto attiene il Piano di Assetto Idrogeologico (PAI), le opere in progetto sono di seguito confrontate con la "Carta del dissesto con legenda uniformata a quella del PAI", redatta sempre a corredo della componente geologica del PGT.

Tale cartografia, di cui si riporta uno stralcio in Figura 5, illustra i dissesti presenti sul territorio comunale di Livigno, riportati nell'Elaborato 2 del PAI, integrati, aggiornati e dettagliati negli studi di approfondimento del PGT, per i quali si rimanda al cap. 4.2, condotti secondo le metodologie di cui agli allegati 2 e 4 della D.G.R. 8/7374 del 28 maggio 2008.

Come si osserva, il tracciato dell'impianto in progetto è interessato da fenomeni di dissesto poligonale:

- l'area della stazione di valle di Plaza Placheda e buona parte dell'asse del tronco I ricadono in una zona definita "area di conoide non recentemente attivatosi o completamente protetta (Cn)";
- due tratti dell'asse del tronco II, invece, ricadono in "area a pericolosità molto elevata o elevata per il rischio di valanghe (Ve)";
- un tratto dell'asse del tronco II ricade, inoltre, in "area di frana quiescente (Fq)".

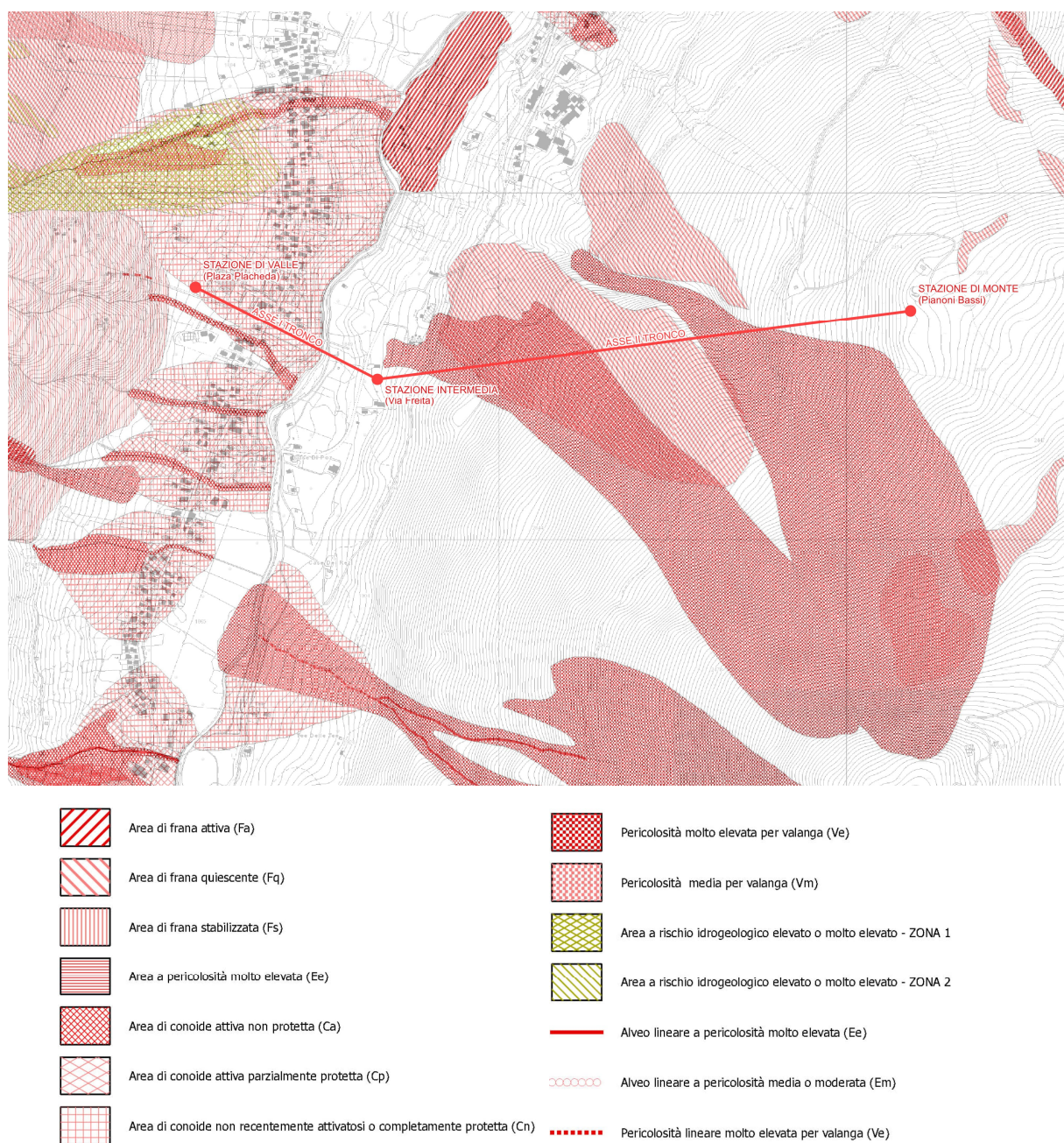
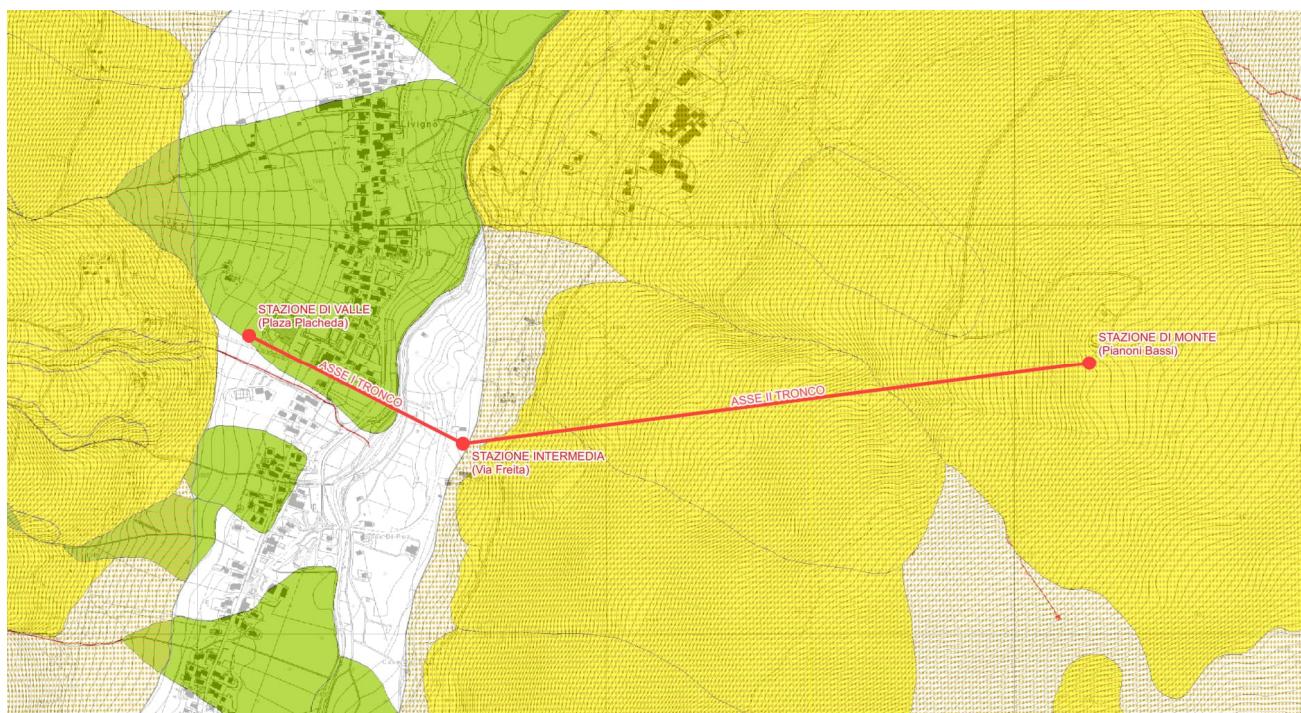


Figura 5 – Stralcio della Tav.10B "Carta del dissesto con legenda uniformata a quella del PAI", del PGT vigente di Livigno con indicati gli interventi in progetto

Ulteriore confronto è stato effettuato con la cartografia del catalogo IFFI¹, di cui si riporta uno stralcio in Figura 6, dalla quale si evince che la stazione di valle e gran parte dell'asse del tronco I ricadono in un deposito di conoide alluvionale il cui dinamismo è di tipo 'colamento rapido', mentre la stazione di monte e l'asse del tronco II ricadono all'interno di un'area di frana quiescente il cui movimento è di tipo 'scivolamento rotazionale/traslattivo'.

¹ Progetto IFFI – Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia, ISPRA Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale



Frane IFFI



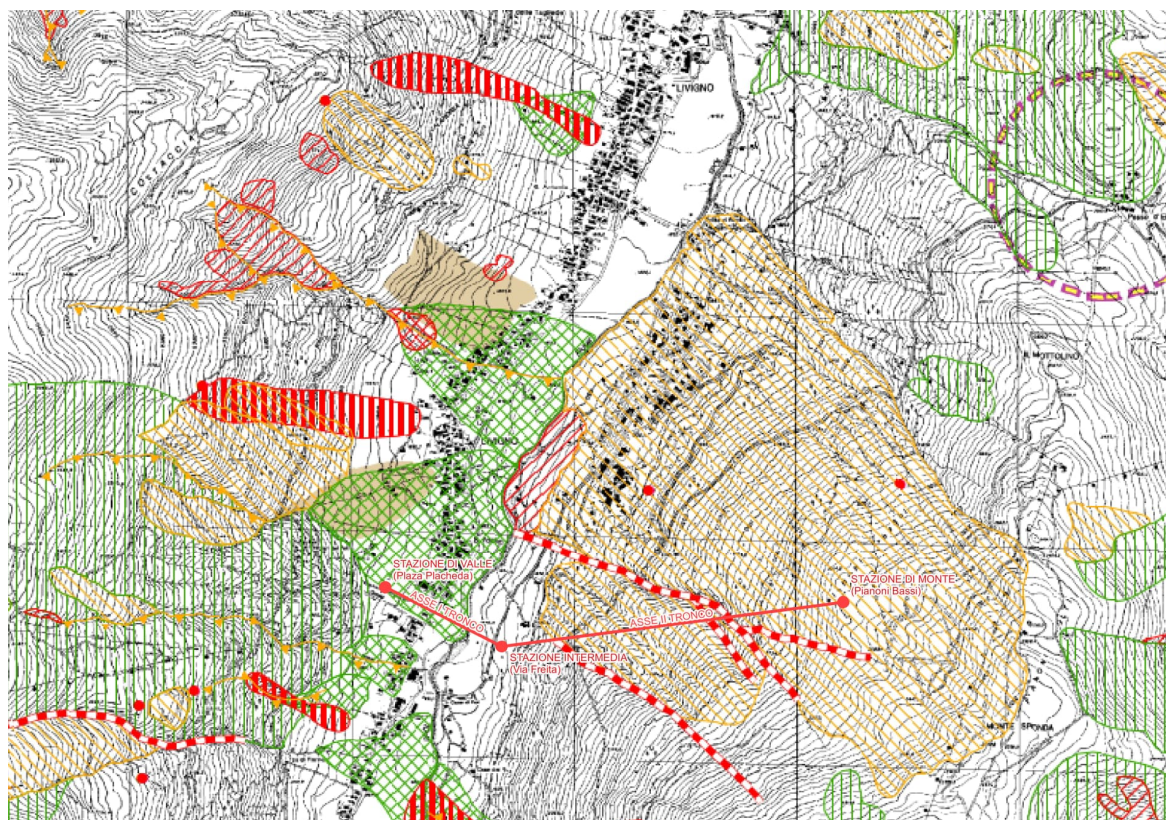
Figura 6 – Estratto della cartografia del catalogo IFFI - ISPRA con indicati gli interventi in progetto

Sempre in merito ai dissesti, è stata consultata la carta dei "Vincoli di natura geologica e idrogeologica" (Tav. 8.6) del P.T.C.P.² della provincia di Sondrio.

Come si osserva in Figura 7, la stazione di valle di Plaza Placheda e buona parte del tracciato del tronco I dell'impianto in progetto ricadono in "area di conoide non recentemente attivatosi o completamente protetta", mentre la stazione di monte e, quasi interamente, l'asse del tronco II risultano compresi in "area di frana quiescente" sulla quale sono indicate, inoltre, alcune "aree a pericolosità molto elevata o elevata non perimetrata" dovute a valanghe.

All'art. 26 – *Aree interessate da dissesto idraulico e idrogeologico* delle rispettive norme tecniche, in ogni caso individuano nel PAI lo strumento normativo di riferimento.

² PTCP – Piano territoriale di Coordinamento della Provincia di Sondrio, approvato con delibera di approvazione del consiglio provinciale n. 4 del 25 gennaio 2010



art.26] **Quadro dei dissesti (legenda unificata PAI/PAI 2001)**

- Area di frana attiva
- Area di frana quiescente
- Area di frana stabilizzata
- Area di frana attiva non perimetrata
- Area di frana quiescente non perimetrata
- Area di frana stabilizzata non perimetrata
- Area a pericolosità molto elevata per fenomeni di carattere torrentizio
- Area a pericolosità elevata per fenomeni di carattere torrentizio
- Area a pericolosità media o moderata per fenomeni di carattere torrentizio
- Area a pericolosità molto elevata non perimetrata per fenomeni di carattere torrentizio
- Area a pericolosità elevata per fenomeni di carattere torrentizio
- Area a pericolosità media o moderata non perimetrata per fenomeni di carattere torrentizio
- Area di conoide attivo non protetta
- Area di conoide attivo parzialmente protetta
- Area di conoide non recentemente attivatosi o completamente protetta
- Area a pericolosità molto elevata o elevata
- Area a pericolosità media o moderata
- Area a pericolosità molto elevata o elevata non perimetrata
- Area a pericolosità media o moderata non perimetrata

[art.27] **Aree a rischio idrogeologico molto elevato**

- Aree a rischio idrogeologico molto elevato

[art.10] **Geositi**

- Geositi
- Geositi
- Geositi

Figura 7 – Stralcio di Tav. 8.6 "Vincoli di natura geologica ed idrogeologica" del PTCP di Sondrio con indicati gli interventi in progetto

Secondo la Direttiva alluvioni 2007/60/CE – Revisione 2020 "Mappa di pericolosità e rischio del P.G.R.A." solamente l'area dove è prevista la realizzazione della stazione di valle di Plaza Placheda e buona parte del tracciato del tronco I dell'impianto ricadono in zona a "scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi"

PFTE	STUDI ED INDAGINI	Cod.: LCI.00.00_PF_GN.00_GE_RT.001
	Relazione Geologica	Rev. A pag. 11/53

(P1)" afferente al Reticolo Secondario Collinare e Montano (RSCM), mentre per il resto del tracciato in progetto non si individuano rischi.

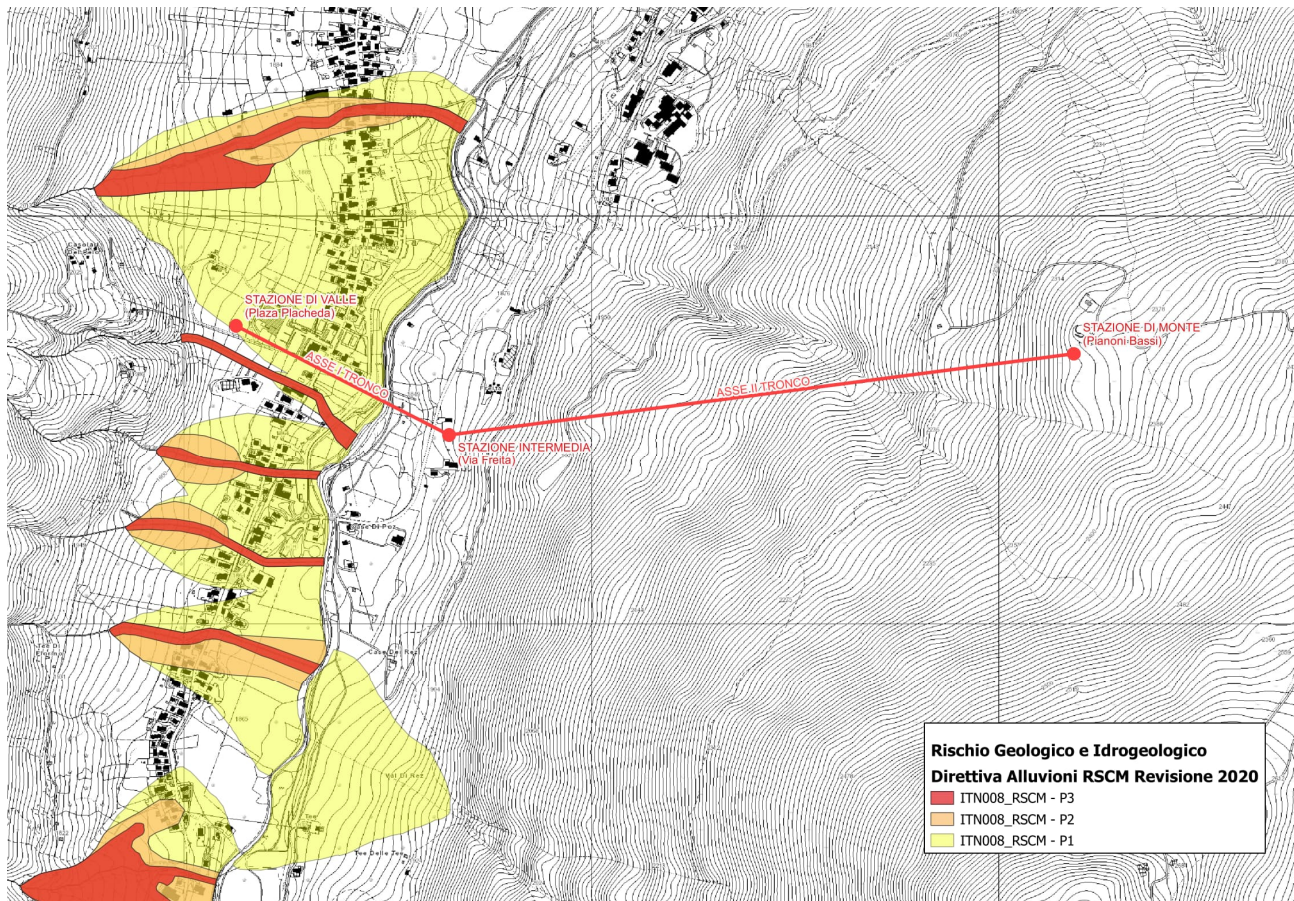


Figura 8 – Stralcio della "Mappa di pericolosità e rischio del Piano di Gestione del Rischio Alluvione" revisione 2020 con indicati gli interventi in progetto

Infine, per quanto riguarda le zone di tutela ambientale, nel territorio comunale di Livigno, di competenza della Comunità Montana Alta Valtellina, i Siti Natura 2000, Siti di Importanza Comunitaria (SIC), Zone Speciali di Conservazione (ZSC) e Zone di Protezione Speciale (ZPS), non interferiscono con gli interventi in progetto (cfr. Figura 9).

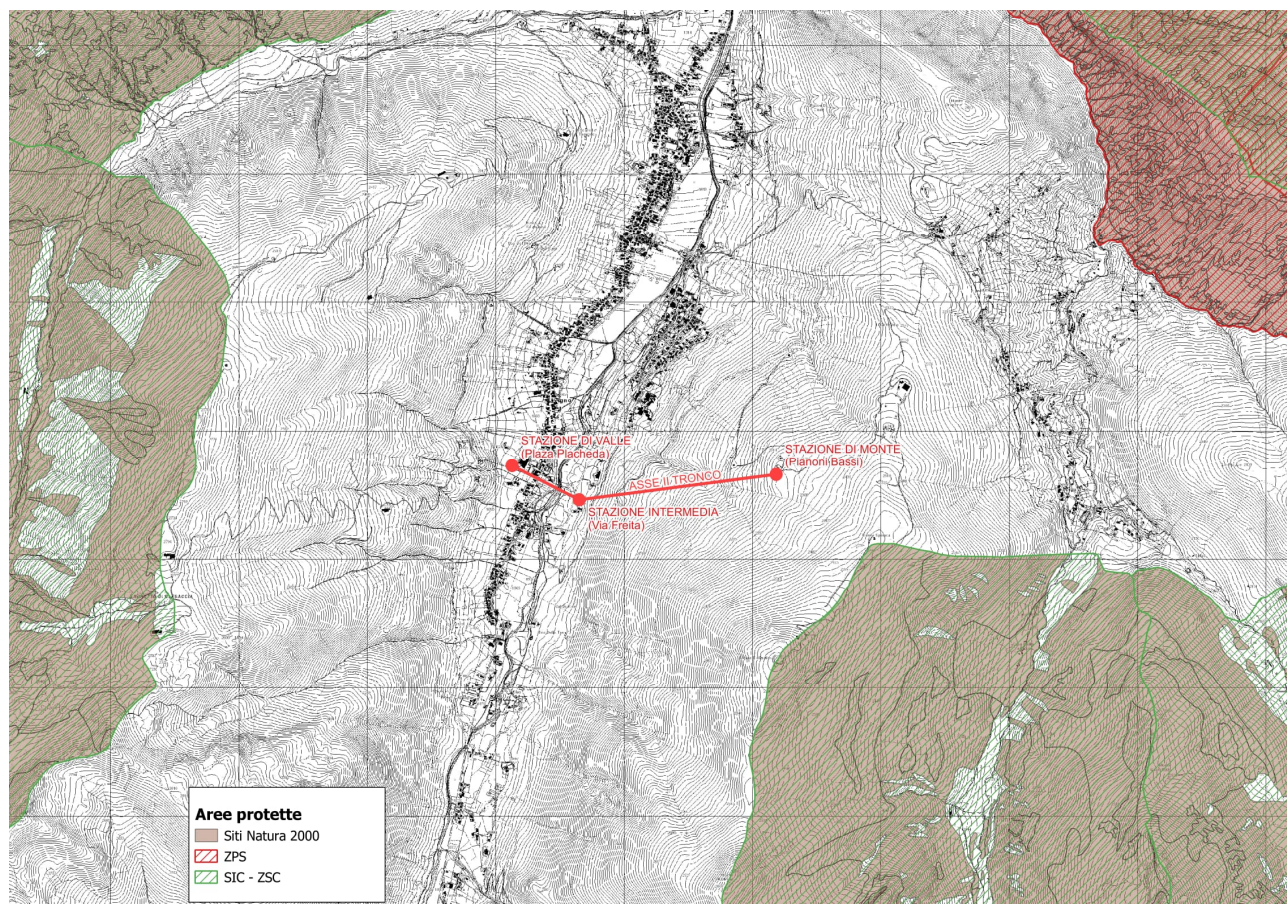


Figura 9 – Aree protette, Siti Natura 2000, SIC e ZPS nel territorio comunale di Livigno con indicati gli interventi in progetto

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area di studio è situata nel comune di Livigno, nell'Alta Valtellina, comprensorio sciistico delle Alpi italiane e Comune più settentrionale e territorialmente più esteso della Regione Lombardia.

Il territorio di Livigno ha un'estensione complessiva di 211 km², è completamente montuoso e si articola intorno alla valle del fiume Spöl, un lungo solco sub-pianeggiante, posto alla quota di circa 1800 m s.l.m. che attraversa buona parte dell'area comunale in direzione SSW-NNE.

In dettaglio, l'impianto funiviario in progetto parte in prossimità della stazione di valle della cabinovia "San Rocco – Baite Pel – Lago Salin" di proprietà della società "Carosello 3000", nell'area adiacente al complesso denominato "Plaza Placheda". Prosegue poi attraversando il centro abitato di Livigno, raggiungendo la stazione intermedia posta in località "Freita", immediatamente a monte della strada omonima. La stazione di monte è invece posta sul versante opposto, in prossimità della seggiovia denominata "Teola – Pianoni Bassi" di proprietà della società "Mottolino" (cfr. Figura 10).

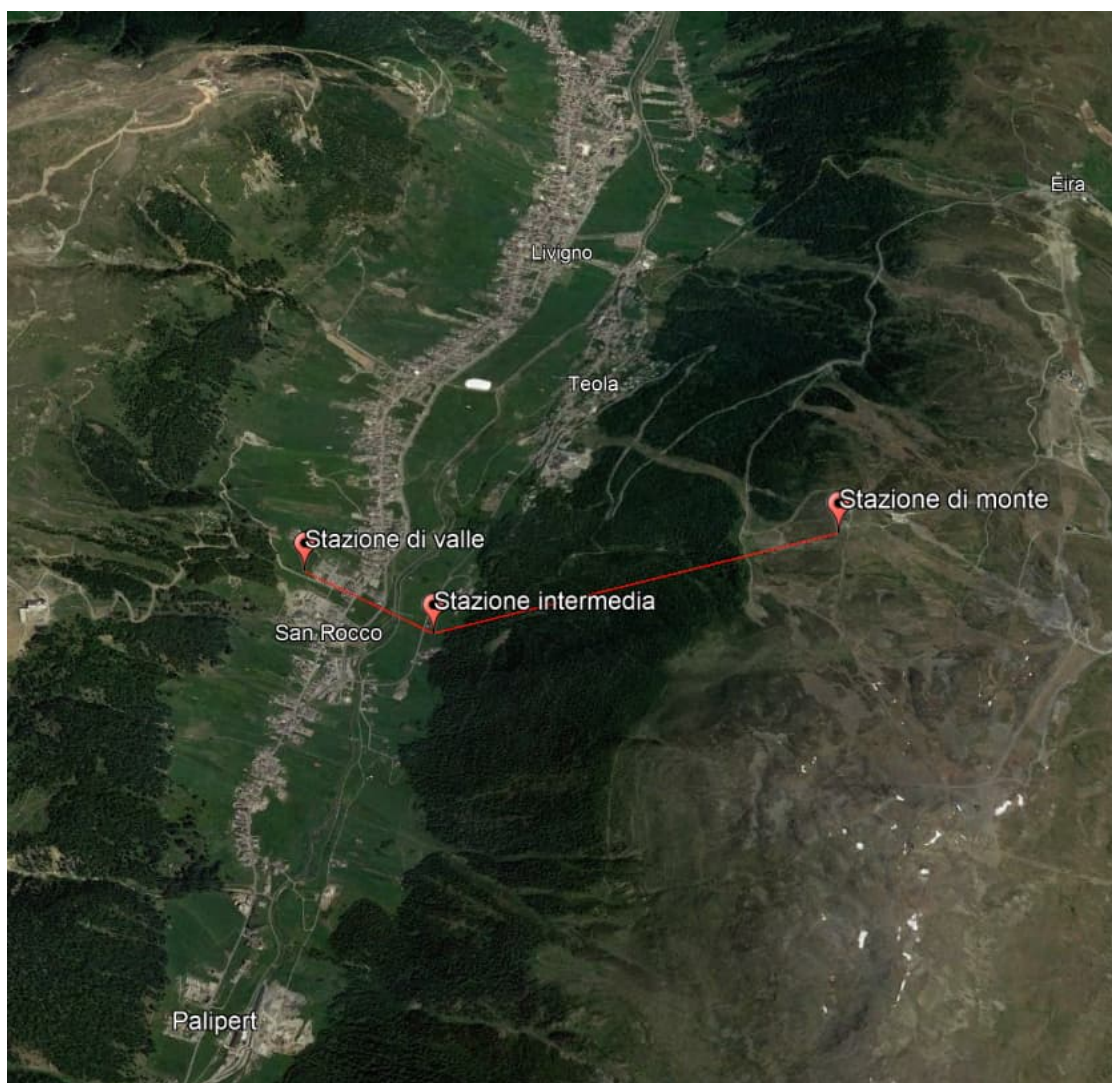


Figura 10 - Inquadramento geografico dell'area

Per il nuovo impianto è quindi previsto un primo tratto in ambito urbano compreso tra la stazione di valle e quella intermedia; l'asse prosegue nel seguito in area boschiva per circa 1100 metri e continua fino alla stazione di sbarco a monte sorvolando terreni a prato o a pascolo permanente.

L'intervento collega i versanti "Carosello" e "Mottolino", sviluppandosi in una fascia altimetrica compresa tra circa 1866 m e 2360 m s.l.m.

Dal punto di vista climatico la zona ha un clima nettamente alpino, caratterizzato da inverni lunghi e rigidi ed estati brevi e fresche. L'estate e l'inverno presentano una stagionalità assai marcata; le precipitazioni, non molto cospicue e spesso a carattere nevoso, favoriscono l'innevamento del terreno per periodi prolungati, talvolta fino all'estate.

3 GEOLOGIA

3.1 Inquadramento tettonico-strutturale

Il territorio comunale di Livigno è compreso nella porzione più occidentale delle Alpi Centrali e, geologicamente, appartiene al Dominio Austroalpino, le cui Unità si succedono dal basso verso l'alto, a partire dalla fase deformativa cretacea, secondo il seguente ordine: "Falda Bernina", "Falda di Languard", "Falda di Campo", "Falda dell'Ortles" e "Falda di Quattervals" (cfr. Figura 11).

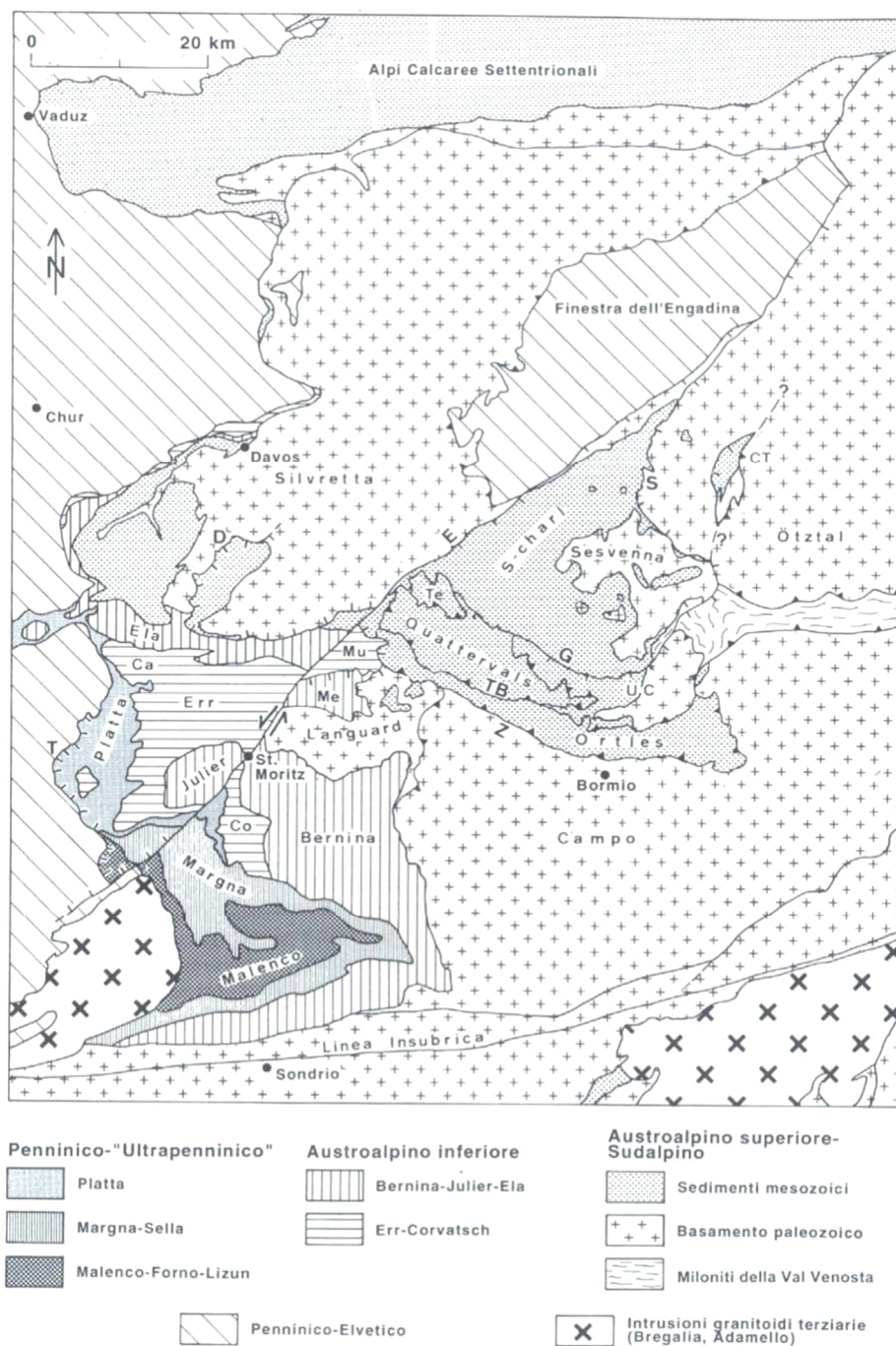


Figura 11 – Schema strutturale dell'area dell'Alta Valtellina/Engadina (da Conti, 1996)

L'identificazione dei sistemi di falde si fonda sull'individuazione di grandi piani di sovrascorrimento, materializzati dalla presenza di rocce cataclastico-milonitiche. Una di queste è ubicata proprio in prossimità dell'area di progetto e suddivide la Falda di Languard da quella di Campo (cfr. Figura 13).

Tra il Cretaceo e l'Eocene le falde presenti hanno subito successive fasi deformative, dando luogo a pieghe polifasiche e faglie di vario tipo e da episodi di metamorfismo.

Nel periodo Terziario si manifestano anche fenomeni di magmatismo, caratterizzati dalla presenza di dicchi che tagliano le strutture preesistenti (Andesiti e Porfiriti).

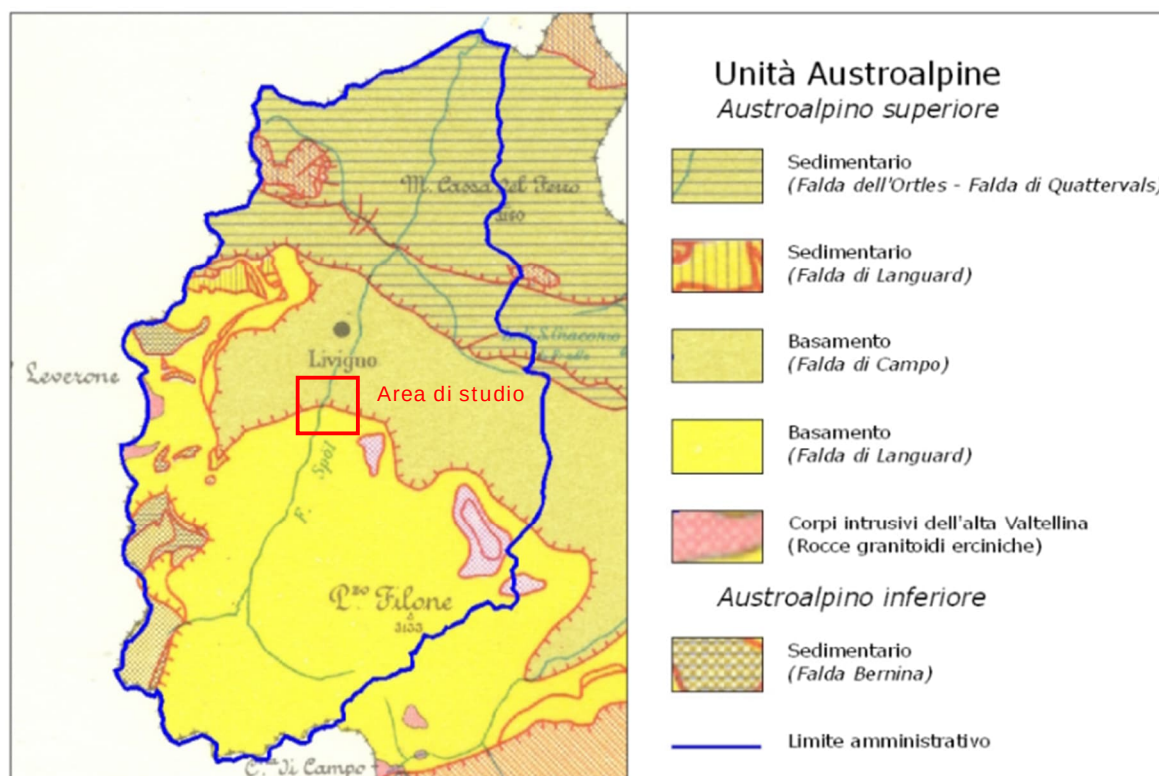


Figura 12 – Schema strutturale semplificato della Valle del fiume Spöl (ridisegnato da Conti, 1996)

Le unità tettoniche presenti nel territorio di Livigno sono di seguito descritte, dal basso verso l'alto.

Falda Bernina

La Falda Bernina appartiene al Dominio Austroalpino Inferiore ed è costituita da litotipi sedimentari e metamorfici. Essa affiora in una limitata porzione del territorio comunale, in corrispondenza della parte terminale della Valle Federia (Corna dei Gessi, Monte Campaccio e Monte Cotschen).

Falda di Languard

La Falda di Languard appartiene al Dominio Austroalpino Superiore, poggia a S sopra la Falda del Bernina e a NE, sull'Unità del Mezzaun. Verso ovest essa è limitata dalla "Linea dell'Engadina", mentre a E ed a NE è sovrascorsa dalla Falda di Campo e dalla Falda dell'Ortles. Il corpo principale della Falda di Languard è composto quasi esclusivamente da rocce di basamento ercinico, tuttavia, in prossimità del contatto con la Falda dell'Ortles e con la Falda di Campo, sono presenti numerose scaglie di copertura, che diminuiscono progressivamente di spessore verso ovest; queste scaglie affiorano tra la Valle Federia e la Valle Chaschauna (in territorio elvetico). Essa comprende la gran parte del territorio meridionale del Comune di Livigno, fino alla valle del Torrente Tresenda e termina a ovest con una propaggine che costituisce gran parte della Val Federia.

Falda di Campo

La Falda di Campo rappresenta la grande estensione di basamento (filladi, paragneiss, ortogneiss, metabasiti, marmi, rocce granitoidi, ecc.) con impronta metamorfica di età ercinica o più antica, affiorante a sud delle dolomiti dell'Engadina. Lungo il suo margine occidentale, essa è accavallata sopra la Falda Bernina (a SW) e la Falda di Languard (a NW); l'accavallamento della Falda di Campo sopra la Falda di Languard è sicuramente di età alpina. La Falda di Campo coinvolge la porzione centrale del territorio comunale; è delimitata a ovest dalla Falda di Languard e a settentrione dall'allineamento identificato lungo la cresta del Monte Crapene (m 2429 s.l.m.) e del Monte La Pare (m 2390 s.l.m.).

Alcuni Autori propongono di considerare la Falda di Campo e la Falda di Languard come un'unica unità tettonica, che rappresenterebbe la parte più profonda del "Cristallino dell'Ortles". Tale distinzione è suffragata dalle caratteristiche molto simili dei litotipi metamorfici (filladi e paragneiss, la cui distinzione sul terreno è prettamente litologica) presenti sul tutto il territorio. Solo in limitate porzioni del contatto tra le due unità, come per esempio in Val Federia, sono presenti sottili lembi di copertura sedimentaria che sottolineano tale lineamento tettonico, rendendolo riconoscibile in affioramento. Negli altri casi, la distinzione tra le due unità è poco agevole sul terreno e per questo motivo spesso in letteratura si parla di "Sistema Campo-Languard".

Falda dell'Ortles

La Falda dell'Ortles è composta da potenti formazioni sedimentarie carbonatiche, di età triassico-cretacea. I litotipi sedimentari presenti nel bacino sono afferenti all'area del Pizzo Cassana, Monte Motto e M. Saliente, rappresentando quindi la maggior parte dei terreni che affiorano nel bacino del Torrente Saliente.

La Falda dell'Ortles affiora nella parte meridionale delle Dolomiti dell'Engadina e si estende per oltre 50 km tra l'Engadina a ovest e la Valle Solda in Alto Adige, ad est. Proprio a est, tra il Massiccio dell'Ortles ed il Lago di Livigno, essa poggia con contatto tettonico sulle rocce del basamento della Falda di Campo; mentre a ovest di Livigno è accavallata sulla Falda di Languard.

Il contatto tra la Falda di dell'Ortles e le unità sottostanti è rappresentato dalla Linea dello Zebrù (cfr. Figura 13; Accavallamento dello Zebrù). Verso l'Engadina, invece, la Linea del Trupchun-Braulio taglia l'Accavallamento dello Zebrù; il contatto al tetto della falda è sempre tettonico.

La parte centro-orientale della Falda dell'Ortles, tra Trafoi e la Valle Forcola, è sormontata da sedimenti e rocce del basamento, appartenenti alla "Zona a Scaglie dell'Umbrail-Chavalatsch". La parte centro-orientale, tra la Valle Forcola e l'Engadina, è invece sovrascorsa dalla Falda di Quattervals.

La superficie tettonica che separa la Falda dell'Ortles dalle falde soprastanti è rappresentata dall'Accavallamento Trupchun-Braulio. Lungo l'Accavallamento Trupchun-Braulio si ha quindi sovrascorrimento di rocce più vecchie (basamento e serie Triassica della "Zona a scaglie dell'Umbrail-Chavalatsch" e della Falda di Quattervals) su rocce più giovani (Serie Triassico-Cretacea della Falda dell'Ortles).

Nell'area di Livigno, la Falda dell'Ortles costituisce una fascia continua, compresa tra la valle dell'Alpisella a nord e l'allineamento M. Crapene - La Pare a sud, che taglia il territorio comunale, in senso est a ovest.

Falda di Quattervals

La Falda di Quattervals, che poggia direttamente sulla Falda dell'Ortles, è costituita quasi esclusivamente dalla formazione della Dolomia Principale; mentre le altre formazioni sedimentarie dell'intervallo permiano-carnico affiorano solo in limitate scaglie tettoniche, esternamente al territorio di Livigno.

La falda delimita la porzione settentrionale del territorio comunale di Livigno, a nord della valle dell'Alpisella e dell'allineamento formato dal Monte Motto (2712 m s.l.m.) e Punta Cassana (3060 m s.l.m.).

Gli allineamenti tettonici principali che attraversano il territorio comunale sono rappresentati dalla Linea dello Zebrù, che separa la Falda di Campo dall'Falda dell'Ortles e dalla Linea dello Trupchun-Braulio (tale linea è chiamata in letteratura anche "Linea dell'Alpisella") che separa la Falda dell'Ortles dalla Falda di Quattervals.

Nella valle di Federia, a causa dell'estensione e posizione, si possono osservare quattro delle falde austroalpine che occupano tutto il territorio del Comune di Livigno.

La Falda dell'Ortles composta da rocce sedimentarie, posta a nord e la Falda Bernina, posta a sud; mentre il resto del bacino idrografico è caratterizzato dalle unità tettoniche di basamento appartenenti alla Falda di Campo e alla Falda di Languard, costituite da litotipi metamorfici.

Le falde di copertura sedimentaria, oltre ad avere una litologia differente da quelle metamorfiche, sono ubicate in posizione estreme rispetto al bacino e pertanto la ricostruzione dell'assetto geologico-strutturale risulta più semplice.

L'area oggetto di studio, in cui si collocano gli interventi in progetto, si inserisce nell'ambito della Falda di Campo, in prossimità del suo sovrascorrimento sulla Falda di Languard. Nei dintorni dell'area, il substrato roccioso affiora a quote generalmente superiori ai 2000 m oltre che, a tratti, nelle porzioni inferiori delle incisioni torrentizie.

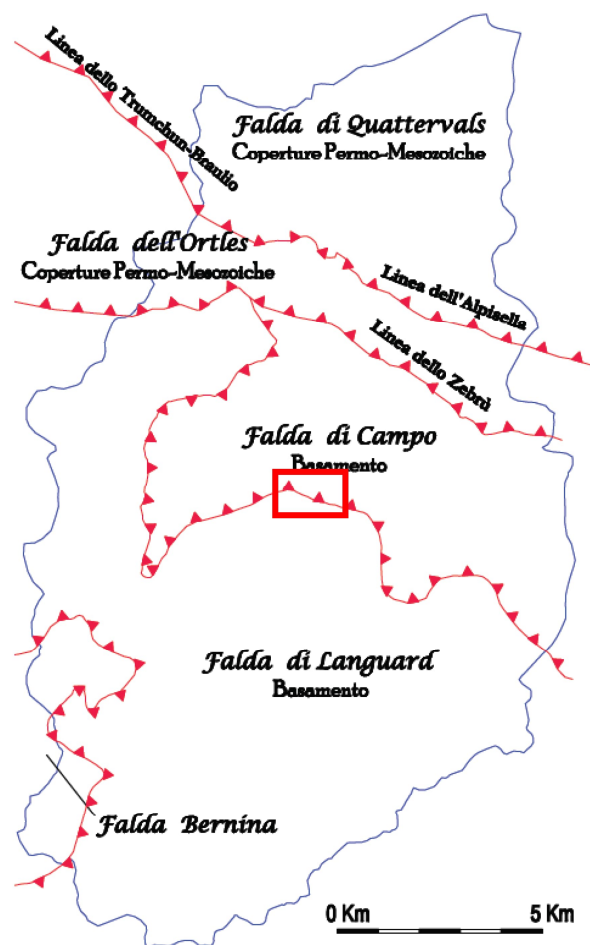


Figura 13 – Schema tettonico semplificato dalla "Carta litologico-tecnica" del PGT di Livigno

3.1.1 Caratteristiche dell'assetto strutturale

Da quanto visto fin ora, in termini strutturali, il territorio di Livigno può essere suddiviso in due parti dall'"Accavallamento dello Zebrù" (Linea dello Zebrù), che separa il territorio lungo l'allineamento della Valle Alpisella, il Monte La Pare, l'imbocco della Valle di Federia e il Monte Pizzo Cassana.

La porzione di territorio a nord della Linea dello Zebrù è costituita da litotipi calcarei-dolomitici afferenti alle coperture permo-mesozoiche della Falda dell'Ortles e della Falda di Quattervals, separate dalla Linea Trupchun-Braulio, che corre lungo la Val Alpisella. L'area che coincide con i versanti che circondano il Lago di Livigno è caratterizzata da morfologie ripide e irregolari, con frequenti creste e pareti rocciose scarsamente colonizzate dalla vegetazione.

A sud della Linea dello Zebrù, invece, dove si colloca l'area interessata dagli interventi in progetto, sono dominanti i litotipi metamorfici che compongono il basamento della Falda di Campo, della Falda di Languard e, in parte, della Falda Bernina.

Limitati lembi di copertura sedimentaria, appartenenti alla Falda Bernina, sono presenti lungo la testata del bacino del torrente Federia e nella parte alta del bacino del fiume Spöl.

Per meglio individuare l'assetto strutturale locale, è stata presa in esame la sezione geologica III (Tav. 1.e) redatta a corredo della componente geologica del P.G.T. di Livigno, la quale taglia longitudinalmente il territorio comunale, con direzione SSW-NNE.

La sezione, riportata in Figura 14, attraversa da nord a sud le unità tettoniche del basamento roccioso e mostra, in prossimità dell'area in esame, il piano di sovrascorrimento che separa la Falda di Languard, costituita da micascisti, da quella di Campo rappresentata dalle filladi.

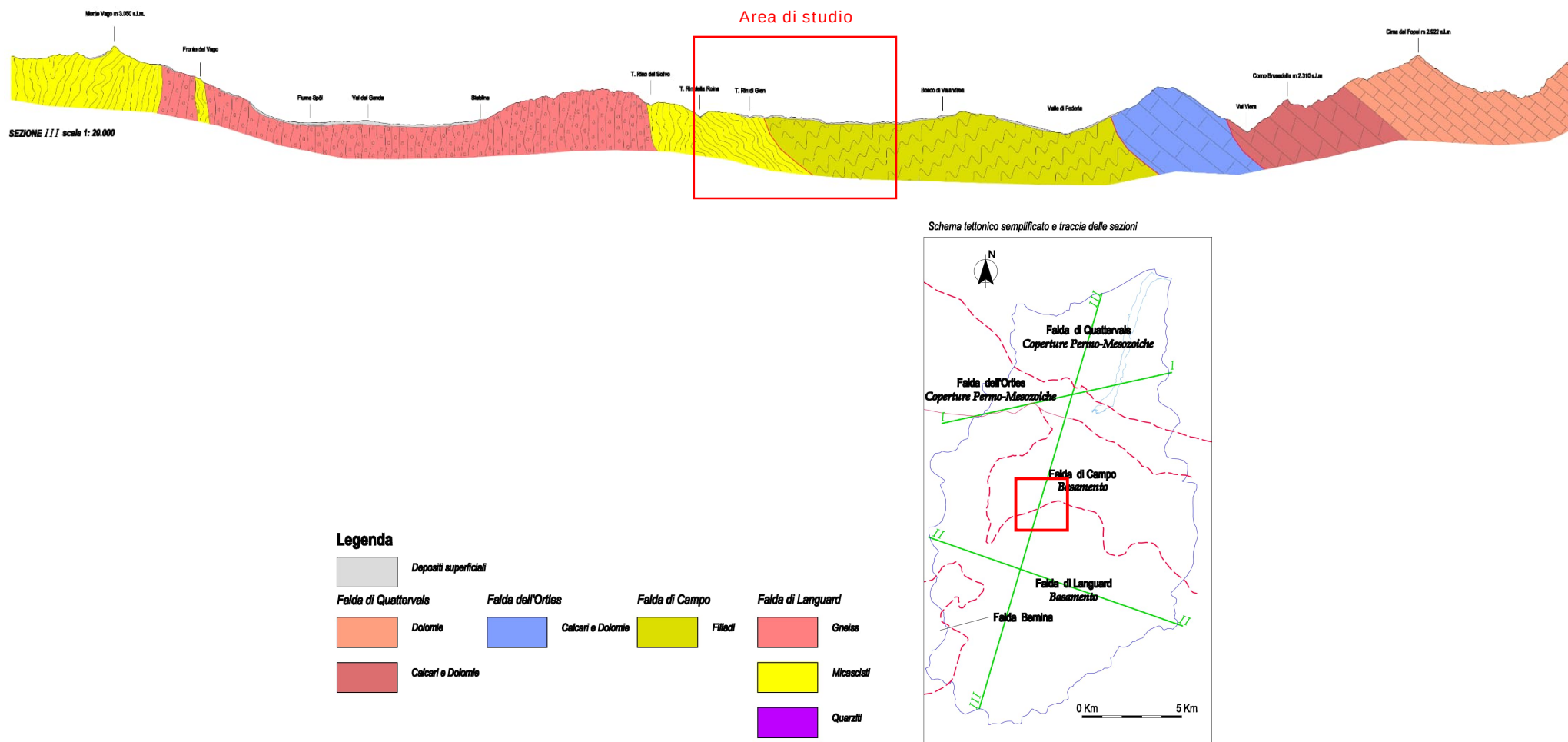


Figura 14 - Sezione geologica III redatta a corredo della componente geologica del PGT di Livigno (Tav. 1.e)

3.2 Inquadramento litostratigrafico

Dal punto di vista geologico, la valle di Livigno è colmata da un forte spessore di sedimenti incoerenti sciolti che costituiscono la maggior parte dei terreni affioranti fino a quota 2000 m s.l.m. circa e comprendono, oltre al fondovalle, anche tutta la fascia basale dei versanti con spessi accumuli detritici formati da falde e conoidi coalescenti.

Le caratteristiche dei litotipi affioranti possono essere riassunte distinguendo il substrato roccioso, con le diverse unità, e i depositi superficiali di varia genesi e composizione, quali: depositi alluvionali, depositi di conoide, depositi morenici, depositi di versante e depositi di frana.

Per meglio dettagliare le caratteristiche litologiche dell'area in esame, è stata redatta la Carta geologica dell'elaborato LCI.00.00_PF_GN.00_SI_PL.00 1 A che recepisce la Carta litologica (Tav. 1.d2) redatta a supporto del PGT di Livigno (aggiornamento ai sensi della D.G.R. n. X/2129 del 11 luglio 2014) con la finalità di caratterizzare l'intero territorio dal punto di vista tettonico-strutturale e litologico-tecnico.

Come si osserva nello stralcio di Figura 15, nella zona in esame si ritrovano principalmente:

- *Depositi alluvionali*: costituiti da miscele di ghiaie e sabbie, in matrice limosa con frequenti ciottoli. Occupano la porzione centrale del fondovalle e rappresentano i depositi recenti del fiume Spöl. Sono il prodotto del trasporto e dell'erosione fluviale di preesistenti accumuli di origine glaciale e di versante, dove è stato modificato l'originale assetto morfologico e tessiturale. La composizione rispecchia la complessità del bacino di provenienza, con presenza di ciottoli sia di origine sedimentaria, che metamorfica. I detriti di filladi, data la forte alterabilità, vanno a costituire la matrice di fondo dei depositi.
- *Depositi morenici misti*: occupano le porzioni immediatamente a monte dell'apice dei conoidi alluvionali; sono costituiti da ghiaie e sabbie in matrice limosa, con frequenti ciottoli. Rappresentano gli originali depositi morenici, a cui si sono sovrapposti i depositi di origine eluvio-colluviale, che hanno modificato l'originale assetto morfologico e tessiturale. La composizione è omogenea, con ciottoli gneissici e micascisti.
- *Depositi di conoide*: si formano principalmente allo sbocco delle valli lungo le aste fluviali principali. L'assenza di morfologie accentuate e la prevalenza di forme dolci e ondulate consente di ipotizzare che l'accrescimento dei conoidi sia avvenuto per progressiva sovrapposizione di materiale con granulometria fine. Negli edifici di conoide, lungo la valle del fiume Spöl, non si osservano cordoni di detrito o di massi isolati, ad indicare un'attività deposizionale ad alta energia.
Le aree di conoide sono destinate nel tratto apicale e distale al prato-pascolo ben tenuto; mentre la zona mediana, coincidente con l'andamento dell'asse viario principale, è completamente urbanizzata. I depositi di conoide si interdigitano con quelli alluvionali del fiume Spöl; l'omogeneità della copertura vegetativa e l'assenza di parti in erosione non consentono un'osservazione diretta delle caratteristiche dei depositi.
D'interesse è il deposito di conoide in località San Rocco alimentato dal torrente Rin Mariola, in sinistra idrografica del fiume Spöl, dove è prevista la realizzazione della stazione di valle di Plaza Placheda e buona parte dell'asse del tronco I dell'impianto funiviario in progetto (cfr. cap. 4.2.1).
- *Depositi di versante*: rappresentano il prodotto dell'alterazione del substrato roccioso e del disfacimento di depositi preesistenti e sono controllati generalmente dalla gravità. Le granulometrie sono variabili a seconda del tipo di deposito da cui si sono originati. Nella cartografia geologica sono stati distinti i depositi di versante con spessori generalmente superiori a 10 metri, che occupano principalmente nelle zone di fondovalle, mentre quelli con spessori generalmente inferiori a 10 metri coprono estesamente il substrato roccioso in posto dei versanti.
- *Aree di frana*: la tipologia prevalente delle frane presenti nell'area in esame è di tipo superficiale, con la copertura costituita dal disfacimento del substrato roccioso metamorfico (filladi e micascisti), per azione degli agenti esogeni lungo i versanti. Si ritrovano brecce grossolane in matrice limoso-sabbiosa e la percentuale di fine è generalmente determinata dai fenomeni di trasporto solido in corrispondenza degli alvei o nelle aree prive di vegetazione. Il grado di attività è influenzato dalla presenza di fratture e/o dalla vicinanza di linee tettoniche. Il materiale può essere pertanto classificato come una ghiaia

grossolana con prevalenza di clasti di forma irregolare, con spigoli vivi, scarso trasporto, con forme dei clasti da piatte a tabulari e con scarsa frequenza di forme sub-arrotondate.

Lo stato di attività delle aree in frana è stato distinto in attive, quiescente e stabilizzata. Quelle di tipo attivo si identificano in depositi, scarsamente colonizzati, che mostrano evidenti simboli morfologici di attività come: presenza di blocchi, fratture aperte e superfici di movimento non alterate. Tra aree di frana inattive si distinguono ulteriormente quelle naturalmente stabilizzate, ormai consolidate e ricoperte dalla vegetazione, e quelle quiescenti che non mostrano evidenti sintomi morfologici di attività.

Tra quest'ultime, si segnalano le aree di frana in gran parte coperte da vegetazione boschiva che interessano il versante "Mottolino", in cui ricade la stazione di monte e quasi interamente l'asse funiviario del tronco II. Si rimanda al cap. 4.2.2 per la trattazione dello studio di dettaglio dei dissesti effettuato a supporto del PGT vigente.

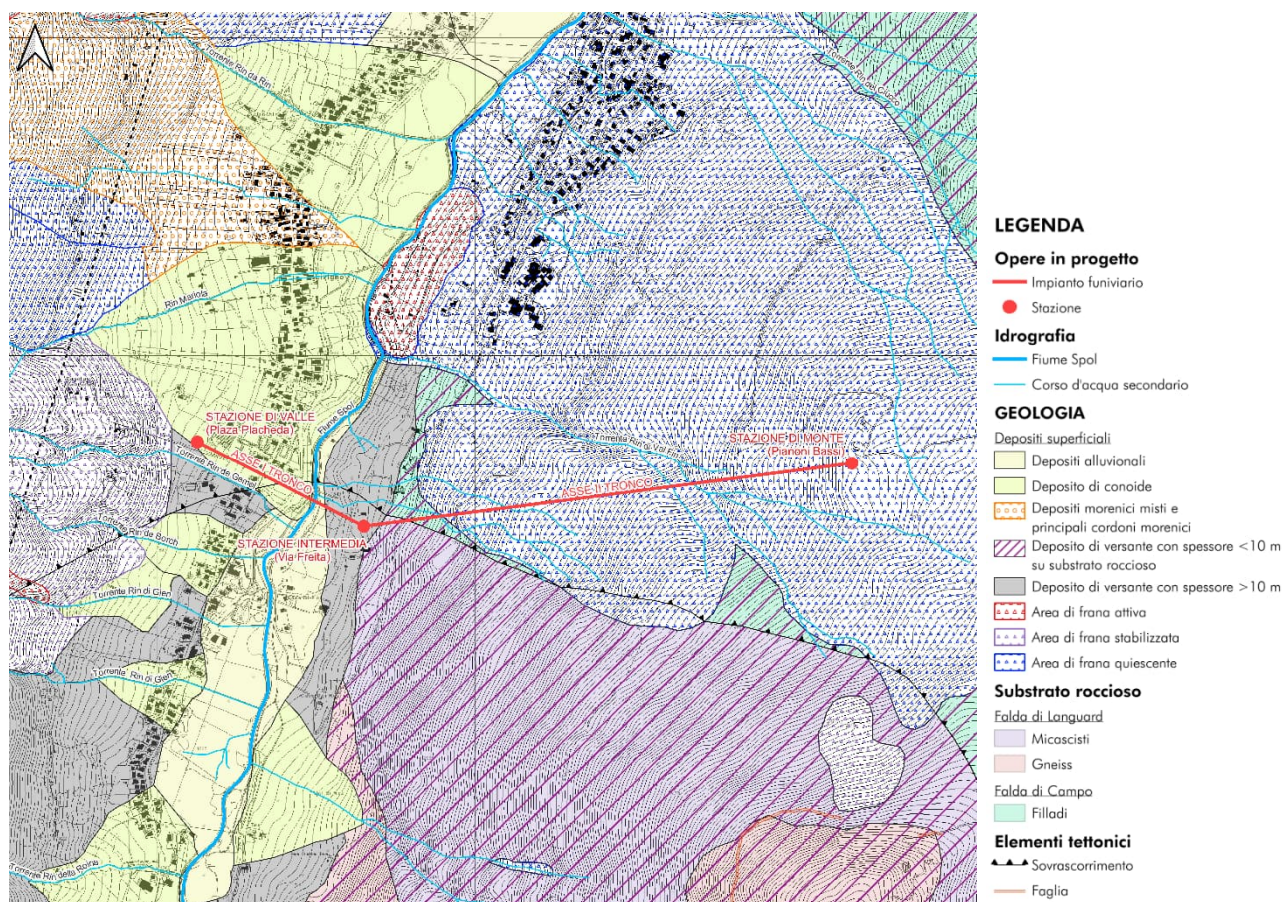


Figura 15 – Stralcio della Carta geologica dell'elaborato LCI.00.00_PF_GN.00_SI_PL.00 5 A

Come già esposto, il substrato roccioso, nell'area in esame, risulta coperto, generalmente fino a quota 2000 m s.l.m. circa, dai depositi superficiali sopradescritti i quali ne rispecchiano la composizione. Tra le unità presenti appartengono alla Falda di Languard:

Micascisti

Affiorano nella porzione meridionale del territorio di Livigno e hanno in genere colore grigio o grigio verdognolo, netta tessitura scistosa, da piana a ondulata, o localmente pieghettata; talvolta sono presenti sottili lenticelle quarzose.

Gneiss

I litotipi affiorano in piccoli lembi nella parte meridionale del territorio comunale e sono sempre riconducibili alla Falda di Languard. Si tratta di gneiss scuri, con massa di fondo quarzoso biotitica, a tessitura fine. Talora assumono aspetto listato, con scistosità poco marcata e a grana fine.

mentre appartengono alla Falda di Campo:

Filladi

Affiorano nella porzione centrale del territorio di Livigno, a sud del Passo d'Eira (in sponda destra del Fiume Spöl) e a sud del bacino idrografico del torrente Saliente (in sponda sinistra del Fiume Spöl). Si tratta di filladi sericitiche, grigio verdognole, a noduli e lenti di quarzo latteo, passanti a filladi granatiere e, in corrispondenza di zone fortemente dislocate, a filladi grafitiche. Frequenti intercalazioni lenticolari di scisti epidoto-cloritici, di prasiniti e di scisti anfibolici, di calcari cristallini, sia scuri che chiari, a struttura saccaroide e di quarziti grigio chiare.

4 GEOMORFOLOGIA

La valle di Livigno consiste in un lungo solco sub-pianeggiante, ubicato alla quota di circa 1800 m s.l.m., lungo il versante settentrionale delle Alpi Retiche e facente parte del bacino dell'Inn, percorso dal fiume Spöl che è l'elemento fisiografico principale.

La morfologia della valle è dominata proprio dal fiume che attraversa il territorio comunale da sud a nord, con una quota che varia da 1985 m s.l.m., in corrispondenza della confluenza tra la Valle Forcola e la Valle Vago, a 1800 m s.l.m. presso il Lago di Livigno. L'alveo del fiume, pressoché coincidente con l'asse vallivo, forma deboli curvature lungo il percorso, fino alla confluenza nel Lago di Livigno.

Dal solco principale della valle, si distaccano una serie di valli laterali e parallele, che si elevano, naturalmente, ad altezze ancora maggiori. La morfologia (se si escludono, naturalmente, le parti più elevate delle catene montuose che chiudono la valle) è abbastanza morbida, così che il fondovalle si raccorda ai versanti in modo piuttosto dolce; mentre risulta più ripida la morfologia di alcune valli laterali.

Le caratteristiche morfologiche del territorio in esame si individuano nelle sei aree fisiograficamente caratterizzate dai principali bacini idrografici, rappresentati nella figura seguente.

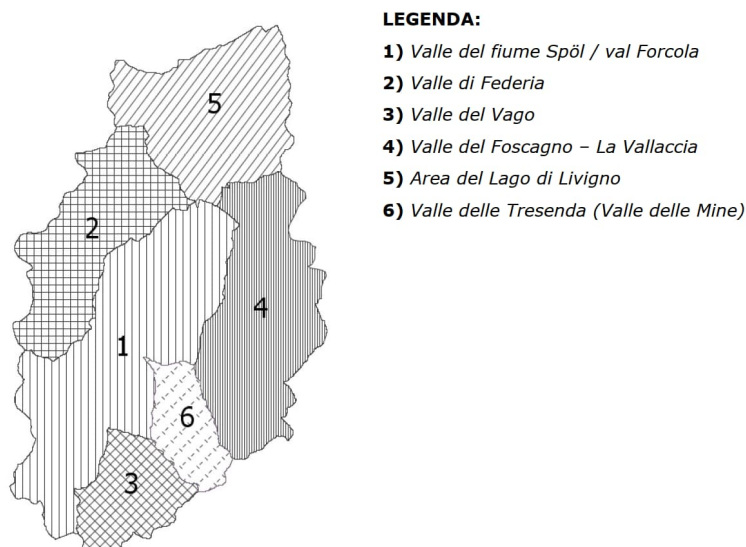


Figura 16 – Aree fisiograficamente caratterizzate dai principali bacini idrografici del territorio comunale di Livigno (da PGT vigente)

L'analisi geomorfologica di tali zone evidenzia che la natura dei fenomeni di dissesto nel territorio di Livigno è fortemente condizionata dalla litologia del substrato: nella zona settentrionale, dove si incontrano esclusivamente litotipi carbonatici che formano pareti rocciose, il fenomeno di dissesto dominante è la frana di crollo.

Nella parte meridionale, dove si collocano le opere in progetto, invece, predominano i litotipi metamorfici (come filladi e micascisti) più erodibili: lo spessore di materiale incoerente al di sopra del substrato roccioso è maggiore e le morfologie sono più dolci.

In questa zona, il tipo di dissesto più rappresentato sui versanti è la frana di scivolamento; mentre nel fondovalle è frequente la formazione di conoidi. Lungo le creste montuose che marcano il confine meridionale del Comune, dove affiorano litotipi metamorfici più competenti (gneiss, quarziti) che formano pareti, l'incidenza delle frane di crollo torna ad essere importante.

Nel fondovalle dello Spöl, che rappresenta l'area più urbanizzata, sede del centro abitato di Livigno, i numerosi conoidi con trasporto torrentizio si sviluppano alla confluenza dei torrenti; l'abitato di Livigno si trova nella zona di espansione e coalescenza di queste conoidi.

Sui versanti della valle, sia in destra che in sinistra dello Spöl, si trovano inoltre estese aree soggette a scivolamenti. Tra queste, le frane quiescenti che interessano il versante "Mottolino" a monte della località Teola, le cui cime sono Monte Sponda (2558 m s.l.m.) e Monte della Neve (2785 m s.l.m.).

4.1 Dinamica morfologica dei versanti

I processi morfodinamici che caratterizzano i versanti in esame sono stati rappresentati nell'elaborato LCI.00.00_PF_GN.00_SI_PL.00 2 A - Carta geomorfologica (scala 1:10.000), di cui si riporta uno stralcio in Figura 17. Tale cartografia recepisce la Carta della dinamica morfologica (Tav. 1.f2) redatta nell'ambito della componente geologica del PGT di Livigno, aggiornata ai sensi della D.G.R. n. X/2129 del 11 luglio 2014.

In particolare, la carta riporta i dati contenuti nel SIT della Regione Lombardia, relativi al *Dissesto idrogeologico – Inventario dei Fenomeni Franosì*, utilizzando la legenda di riferimento predisposta dal SIT. Sono stati inoltre indicati tutti i siti valanghivi (distinguendo quelli perimetrati da fotointerpretazione e da rilevamento) presenti nel territorio di Livigno, estratti dal SIT SIRVAL della Regione Lombardia e integrati dagli studi di dettaglio effettuati a supporto del PGT comunale.

Come già inquadrato geologicamente (cfr. cap.3.2), la stazione di valle di Plaza Placheda e buona parte dell'asse del tronco I interessano i depositi superficiali del sistema di conoide alluvionale alimentato dal torrente Rin Mariola, in sinistra idrografica del fiume Spöl, mentre la stazione di monte e, quasi interamente, l'asse del tronco II interessano aree di frana classificate come quiescenti.

Dal punto di vista morfodinamico, la conoide alluvionale sul quale insiste la stazione di valle è un'area soggetta a fenomeni di trasporto torrentizio, che, come meglio spiegato nello studio di dettaglio effettuato a supporto del PGT (cfr. cap. 4.2.1), viene classificata dal PAI come "area di conoide non recentemente attivatosi o completamente protetta".

Quanto alle aree di frana quiescente che interessano le opere in progetto nel versante opposto "Mottolino", a monte della località Teola, i movimenti rotatori che la caratterizzano sono di tipo complesso. La copertura vegetale ad alto fusto che si sviluppa in maniera continua fino a quota 2200 m s.l.m., conferisce un apporto stabilizzante nei confronti dei fenomeni superficiali di dissesto, ad esclusione dei tratti interessati dagli incisivi vallivi.

Dall'analisi effettuata emerge quindi che nell'area interessata dalle opere in progetto non sono presenti processi morfodinamici di tipo attivo.

In merito alla dinamica glaciale, tra le altre forme morfologiche si segnala un *rock glacier*, nell'area esposta a nord-ovest di Monte delle Nevi, al di sopra di quota 2400 m s.l.m., e la parte terminale di un circo glaciale d'erosione sulla cresta di Monte delle Mine.

Altre forme di erosione minori sono dovute principalmente alla fusione nivale e generate prevalentemente dal soliflusso.

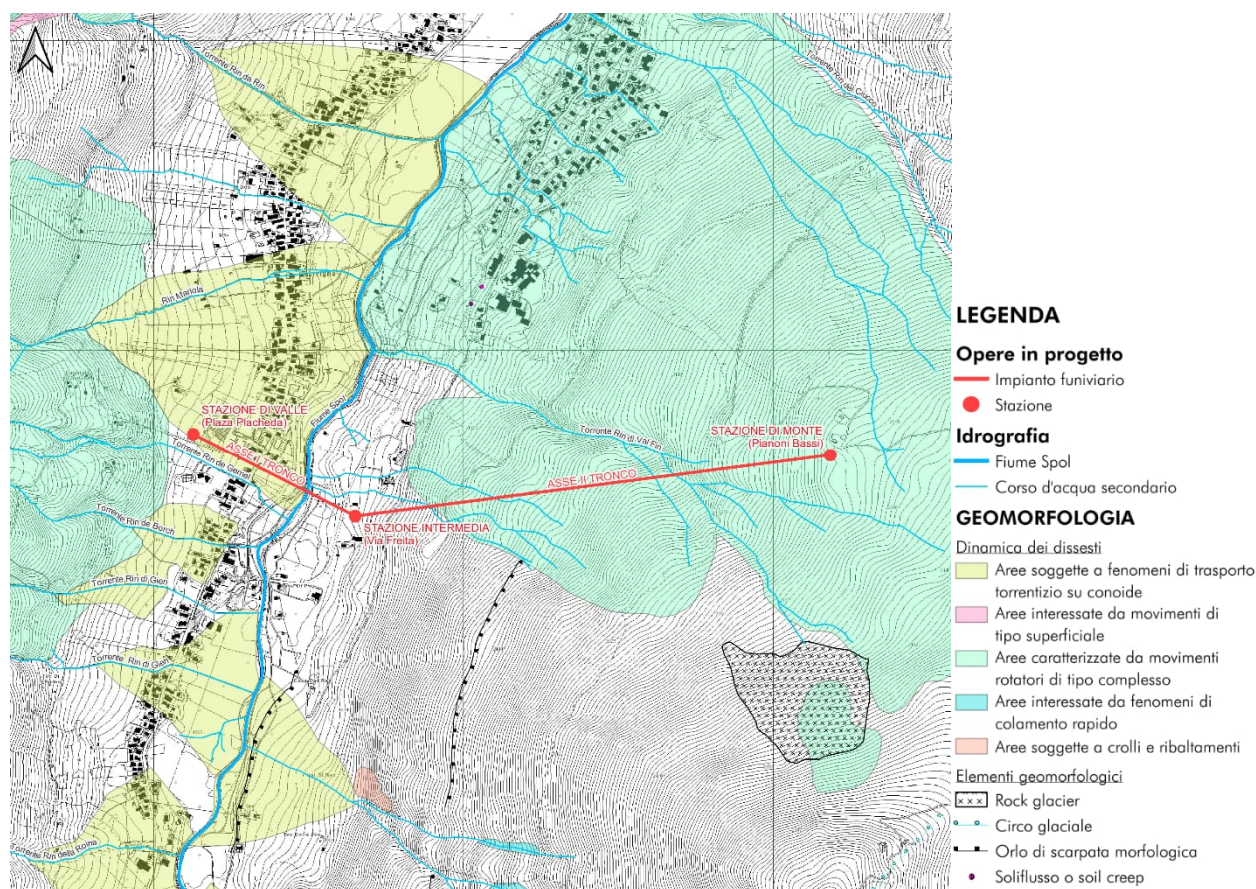


Figura 17 – Stralcio della Carta geomorfologica dell'elaborato LCI.00.00_PF_GN.00_SI_PL.002

4.2 Studi di dettaglio delle aree in dissesto idrogeologico

In attuazione del PAI in campo urbanistico, come previsto dalla DGR 8/7374 del 28 maggio 2008, (Parte 2 – Raccordo con gli strumenti di pianificazione sovraordinata), a supporto del PGT del comune di Livigno, per ogni area di dissesto idrogeologico presente nel territorio, sono stati effettuati studi di dettaglio finalizzati alla ripermimetrazione dei fenomeni e alla valutazione della pericolosità nonché il rischio conseguente.

La valutazione del rischio è stata ottenuta, incrociando le classi di elementi esposti al rischio con le classi di pericolosità. Le procedure applicate per la valutazione della pericolosità sono state distinte sulla base dei dissesti, nello specifico i fenomeni di trasporto in massa su conoide e le frane.

Considerato che le opere in progetto interferiscono, seppure in parte, con i dissesti sopraccitati, si è ritenuto opportuno illustrare di seguito le risultanze degli studi di dettaglio condotti per i fenomeni coinvolti.

4.2.1 Fenomeni di trasporto in massa su conoidi – Versante “Carosello”

Il versante “Carosello” posto in sinistra idraulica del fiume Spöl, in località San Rocco, è caratterizzato dalla presenza di diversi bacini idraulici, morfologicamente definiti, ma con conoidi tra loro coalescenti che occupano tutta la zona abitata.

Per le caratteristiche intrinseche del versante, in fase di redazione del PGT di Livigno è stato realizzato uno studio di dettaglio finalizzato alla ripermimetrazione delle aree di conoide comprese tra il bacino del Rin Mariola e il bacino del Rin di S. Giovanni.

Nello specifico, la stazione di valle di Plaza Placheda e buona parte dell'asse del tronco I in progetto, si colloca nell'edificio di conoide alimentato dal Rin Mariola, mentre la presenza del Rin Gemello (privo di un vero apparato di conoide), ha evitato la coalescenza con quello adiacente del torrente Rin Boren per erosione localizzata.

Il tratto ritenuto più critico del collettore del conoide è rappresentato dal passaggio tramite tombinatura della zona abitata di San Rocco. Il collettore attraversa la zona abitata, con alveo artificiale, da quota 1897 a quota 1842 m s.l.m., prima di confluire nel fiume Spöl.

Il Rin Gemello, invece, che non possiede un proprio edificio di conoide, in quanto si configura come un bacino residuo, attraversa la zona abitata con un collettore rettilineo, completamente vegetato, che confluisce nel fiume Spöl, mediante tombinatura sotto la via Saroch.

La metodologia di studio adottata per la ripermimetrazione dell'area di conoide in questione è definita nell'Allegato 2 della D.G.R. 8/7374 del 28 maggio 2008 "Aggiornamento dei Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005, n. 12 approvati con D.G.R. 22 dicembre 2005, n. 8/1566".

Lo studio è stato preceduto da un'analisi storica che ha permesso di avere un quadro spaziale e temporale dei fenomeni che interessano la conoide, dando indicazioni sulla frequenza degli eventi, sulle variazioni delle caratteristiche dell'alveo e sull'incidenza antropica. In seguito, si è proceduto con:

- analisi geologica e geomorfologica del bacino;
- analisi idrologica;
- individuazione e descrizione dei punti critici sulla conoide (sezioni ristrette, attraversamenti, curve, ecc.);
- valutazione del grado di incisione del canale principale nei vari settori della conoide;
- delimitazione dei settori con diversa influenza sul deflusso delle portate solido-liquide (restringimenti, diminuzione della pendenza, curve);
- individuazione delle zone che possono modificare, catturare o deviare il deflusso (paleoalvei, viabilità e attraversamenti di fondo alveo, bacini naturali di espansione, ecc.);
- censimento e valutazione in termini di efficacia e di efficienza delle opere idrauliche nel bacino e sulla conoide;
- censimento degli attraversamenti (ponti e passerelle) e valutazione della loro influenza sul deflusso;
- stima dei volumi massimi mobilizzabili nel bacino (magnitudo).

Particolare attenzione è stata posta nella valutazione dell'effetto delle opere di sistemazione idraulica e degli attraversamenti.

Dopo aver stimato il volume massimo di materiale detritico rimobilizzabile (magnitudo) durante un evento di trasporto in massa o misto su conoide, il valore è stato confrontato con i dati contenuti nel database SIBCA della Regione Lombardia.

Le risultanze dello studio, recepite nella componente geologica del PGT di Livigno, sono rappresentate da una cartografia contenente la nuova perimetrazione del dissesto classificato secondo la legenda dell'elaborato n. 2 "Atlante dei rischi idraulici ed idrogeologici – Delimitazione delle aree in dissesto" del PAI.

Pertanto, la classificazione dell'area di conoide del torrente Rin Mariola, su cui ricade la stazione di valle di Plaza Placheda e buona parte del tronco I, è stata ridefinita e ripermimetrata, suddividendo in zone a diverso grado di pericolosità, come rappresentato in Figura 18.

Secondo tale cartografia, l'edificio di conoide è classificata secondo la legenda PAI come "area di conoide non recentemente attivatosi o completamente protetta (Cn)". Di fatto sul versante in esame non sono presenti dissesti in atto di particolare gravosità tali da interferire con gli impianti previsti.

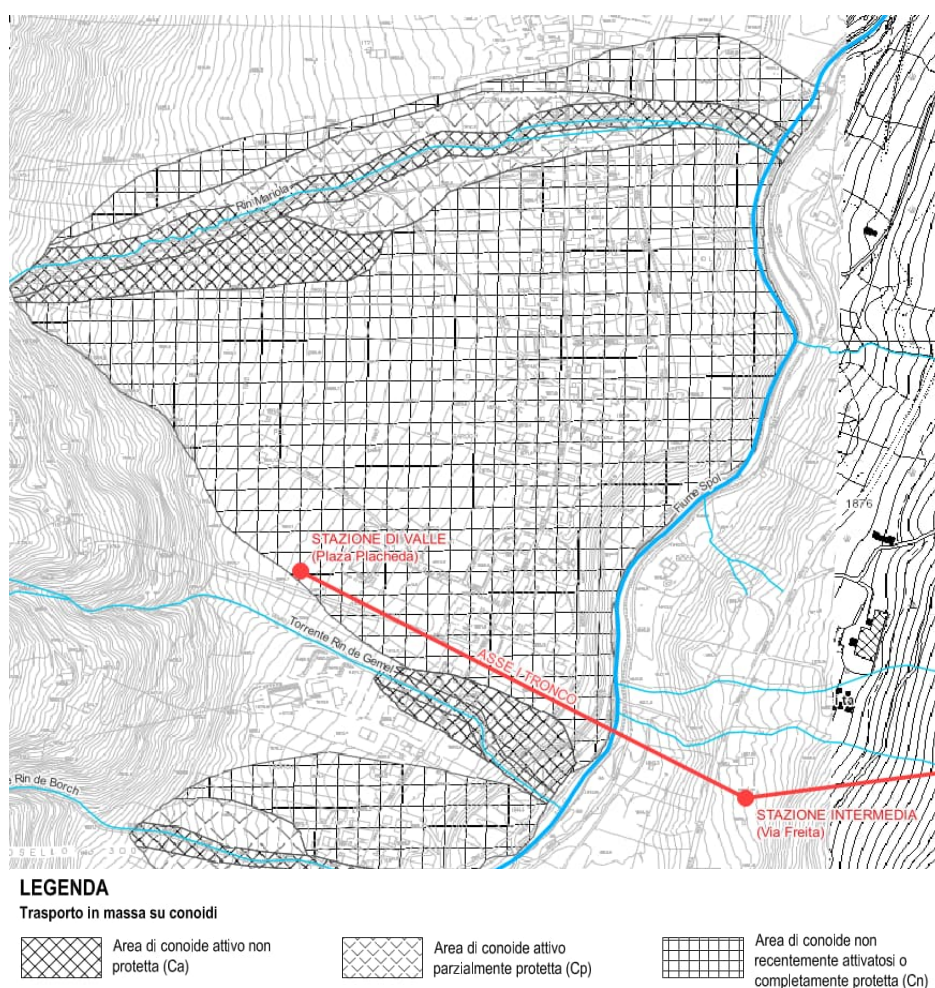


Figura 18 – Stralcio della Tav. 13 "Classificazione dei conoidi con legenda uniformata a quella del PAI" (da studio di dettaglio a supporto del PGT) con indicate le opere in progetto

Per l'area Cn (area di conoide non recentemente riattivatosi o completamente protetta) le Norme geologiche di piano del Comune di Livigno prevedono (punto 2.2.2.c) "redazione di supplementi di indagine per acquisire una maggiore conoscenza geologico tecnica dei terreni. Le indagini suppletive dovranno consentire di valutare la compatibilità degli interventi con le situazioni di dissesto in atto o potenziale e quindi di formulare le prescrizioni di dettaglio per poter procedere o meno all'edificazione.

A tale scopo sono state effettuate le indagini descritte nel Cap. 6 ed un rilievo diretto di campagna, che hanno consentito di escludere la presenza di situazioni di dissesto in atto o potenziali che consento di escludere la necessità di interventi di messa in sicurezza.

4.2.2 Aree in frana - Versante "Mottolino"

Il versante "Mottolino, a monte della località Teola, sul quale ricade la stazione di monte e il tronco II dell'impianto funiviario in progetto, risulta interessato da aree in frana oggetto di studi di dettaglio a supporto del PGT di Livigno finalizzati alla perimetrazione delle stesse.

Tali studi hanno riguardato l'approfondimento delle caratteristiche geologico-strutturali, geomorfologiche, geotecniche, idrogeologiche ed idrologiche del versante, al fine di valutare, attraverso rilevamento in sito ed applicazioni di metodi di analisi noti in letteratura, la stabilità di versante dell'area.

Il versante "Mottolino", il cui pendio si eleva fino alla quota massima di 2556 m s.l.m., è caratterizzato da una copertura superficiale, omogeneamente diffusa che ricopre il substrato roccioso a carattere metamorfico (filladi della Falda di Campo).

I dissesti presenti coinvolgono essenzialmente la coltre di copertura detritica e alluvionale e si manifestano in prevalenza come lacerazioni della cotica superficiale in prossimità delle zone più acclivi (incisi vallivi, rotture di pendenza, ecc.).

Adottando la classificazione utilizzata dalla Regione Lombardia per la redazione dell'Inventario delle Frane e dei dissesti idrogeologici (Varnes, 1978), tali dissesti possono essere classificati come "frane di scivolamento superficiali traslazionali".

Il versante si presenta come una falda monoclinale, senza rotture di pendenza significative e si raccorda con la sommità quasi pianeggiante del Monte Sponda, denominata "Pianoni Bassi", dove sorgerà la stazione di arrivo dell'impianto funiviario in progetto.

I dissesti coinvolgono terreni sciolti e sono caratterizzati da una superficie di scorrimento poco profonda. Lo scorrimento si manifesta con l'erosione progressiva della cotica vegetale e il successivo distacco della copertura di versante, qualora si superi il valore intrinseco di resistenza al taglio.

Per valutare la stabilità del versante in esame e perimetrare le aree interessate da colate e scivolamenti in terreni che possono evolvere in colate, sono state individuate sulla base della pendenza e delle caratteristiche di resistenza al taglio, aree coperte da depositi superficiali che possono essere rimobilizzati in caso di forti piogge.

La sovrapposizione dei dati di acclività e resistenza al taglio ha consentito di individuare aree tra loro omogenee, ciascuna caratterizzata da classi di valori di pendenza, angolo d'attrito e coesione. Questi valori sono stati utilizzati per ricavare speditivamente il fattore di sicurezza (Fs) e procedere con la valutazione preliminare della pericolosità.

La pericolosità finale dell'area è stata poi valutata prendendo in considerazione gli altri parametri: possibili concentrazioni d'acqua (alvei dei canali), tipologia della vegetazione presente nell'area e censimento dei dissesti presenti.

Dai rilievi effettuati durante lo studio, eseguito nel 2009, la rete idrografica presente lungo il versante risultava attiva. La conformazione del versante e il ridotto spessore della copertura superficiale favoriscono, unitamente alla bassa permeabilità originaria del substrato roccioso, una elevata densità di drenaggio sebbene con portate non elevate.

Quanto alla copertura vegetale, essa riveste un ruolo molto importante per la stabilità del versante:

- ad esclusione del tratto a monte della località Teola, è prevalente la copertura prativa o di basso fusto, con apporto stabilizzante al pendio relativamente modesto, fino alla sommità del Monte Sponda.
- la copertura vegetale ad alto fusto, che potrebbe avere un significativo apporto stabilizzante nei confronti dei fenomeni superficiali di dissesto, si sviluppa in maniera continua fino a quota 2100 m s.l.m. Tale fascia, infatti, non presenta situazioni di dissesto superficiale diffuso, ad esclusione dei tratti interessati dagli incisi vallivi, in cui l'aumento della acclività, determina la riduzione del coefficiente Fs.

Riguardo l'ubicazione dei dissesti in atto, le zone più attive sono localizzate negli incisi vallivi dei torrenti Rin del Ciocco, soprattutto l'area di testata a monte della quota di 2500 m s.l.m. e lungo il torrente Val di Fin a quota 2020 m s.l.m.

La zonazione del versante in esame secondo la legenda PAI, si è basata sulla classificazione in zone a diverso grado di pericolosità; dalla corrispondenza tra le classi di pericolosità e le voci di legenda PAI sono state poi zonate le aree di frana.

La perimetrazione finale del dissesto è riportata in Figura 19 con indicata l'ubicazione delle opere in progetto.

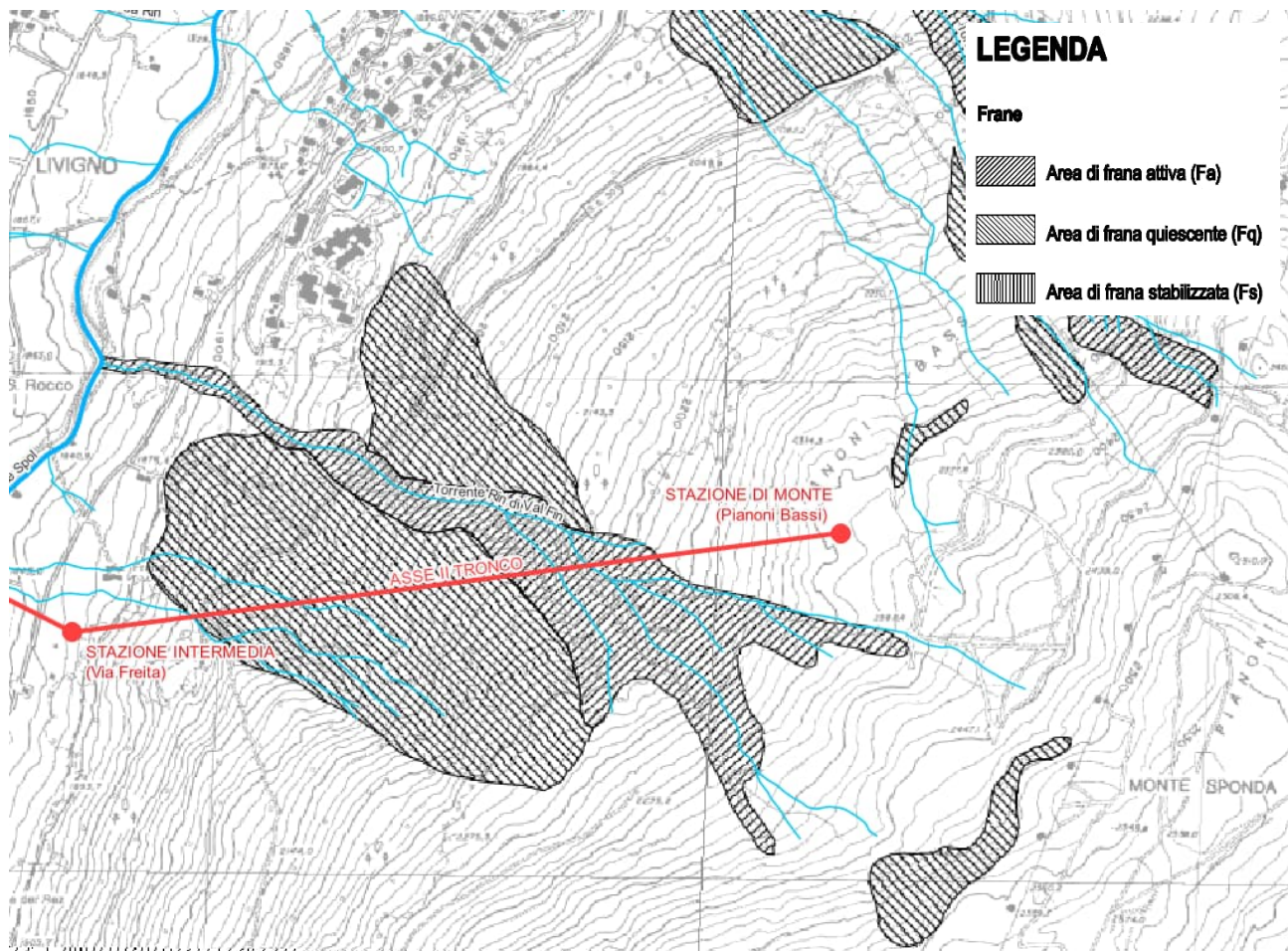


Figura 19 – Stralcio della Tav. 12 "Carta del dissesto con legenda uniformata a quella del PAI" (da studio di dettaglio a supporto del PGT) con indicate le opere in progetto

4.3 Considerazioni sullo stato evolutivo delle aree in frana

Riguardo allo stato di attività delle aree di frana su cui si colloca la stazione di monte e l'asse del tronco II in progetto, è interessante esaminare i dati interferometrici forniti, per la zona in esame, dal *Copernicus Land Monitoring Service*³. Tale servizio, fornito tramite European Ground Motion Service (EMGS) rappresenta l'avanguardia della tecnologia di telerilevamento spaziale, utilizzando i dati InSAR (Sintetic Aperture Radar Interferometry) derivati dal sistema di satelliti Sentinel-1 per rilevare e misurare i movimenti del suolo in tutta Europa con precisione millimetrica. Il prodotto viene aggiornato annualmente.

In Figura 20 è riportata l'ortofoto dell'area di interesse con ubicati i punti di misura utilizzati dal sistema per registrare gli spostamenti orizzontali.

³ <https://egms.land.copernicus.eu/>

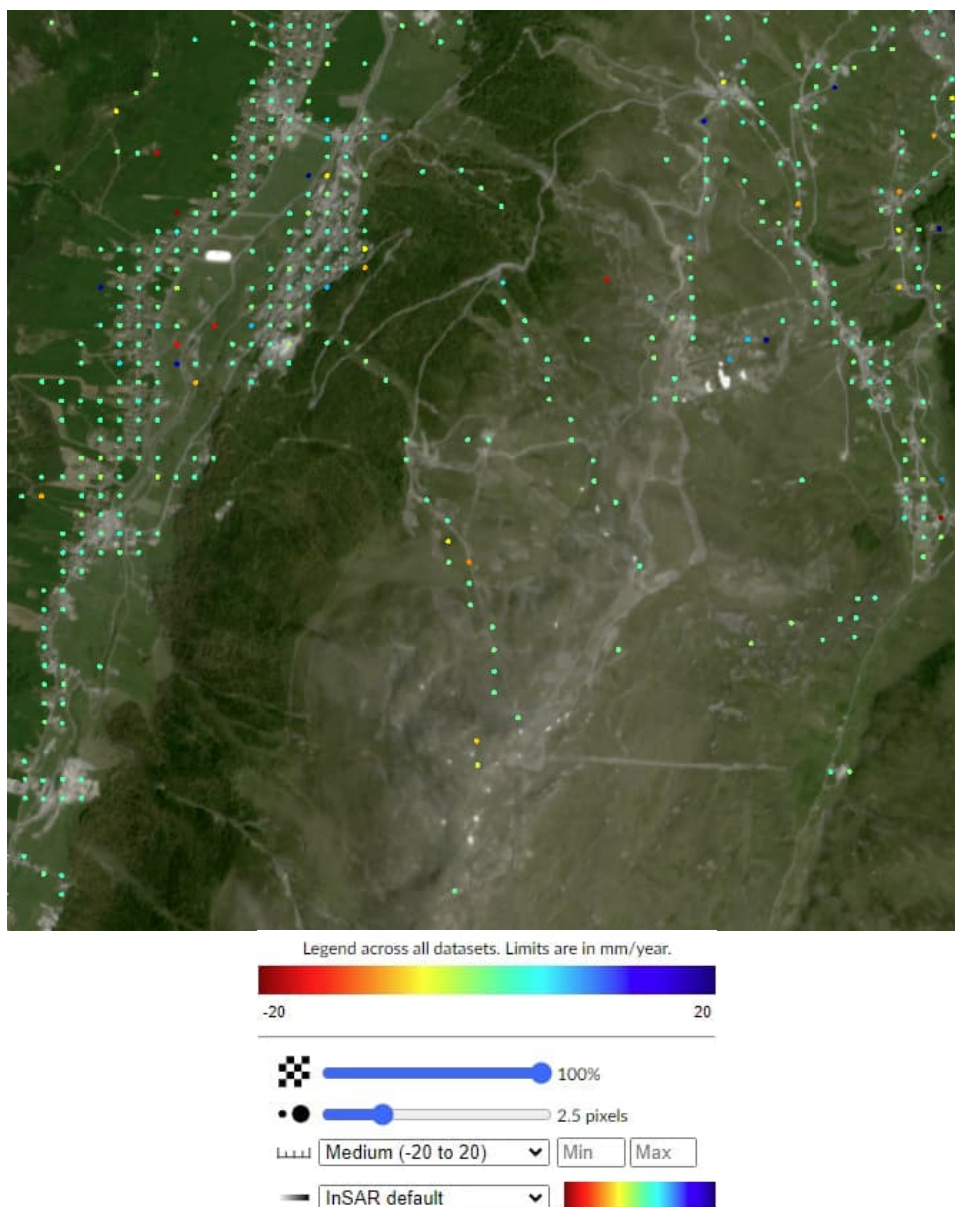


Figura 20 – Planimetria con ubicazione dei punti di misura dello spostamento orizzontale

In Figura 21 è riportato il grafico della media degli spostamenti registrati in 87 punti circostanti l'area di interesse misurati tra gennaio 2019 ed ottobre 2023. Come si può constatare lo spostamento medio annuo è di 0.98 mm, ma con direzione est, cioè sostanzialmente contrari alla direzione attesa di spostamento della frana.

La componente verticale presenta uno spostamento medio annuo analogo pari a 0.90 mm (Figura 22), ma di senso positivo (sollevamento).

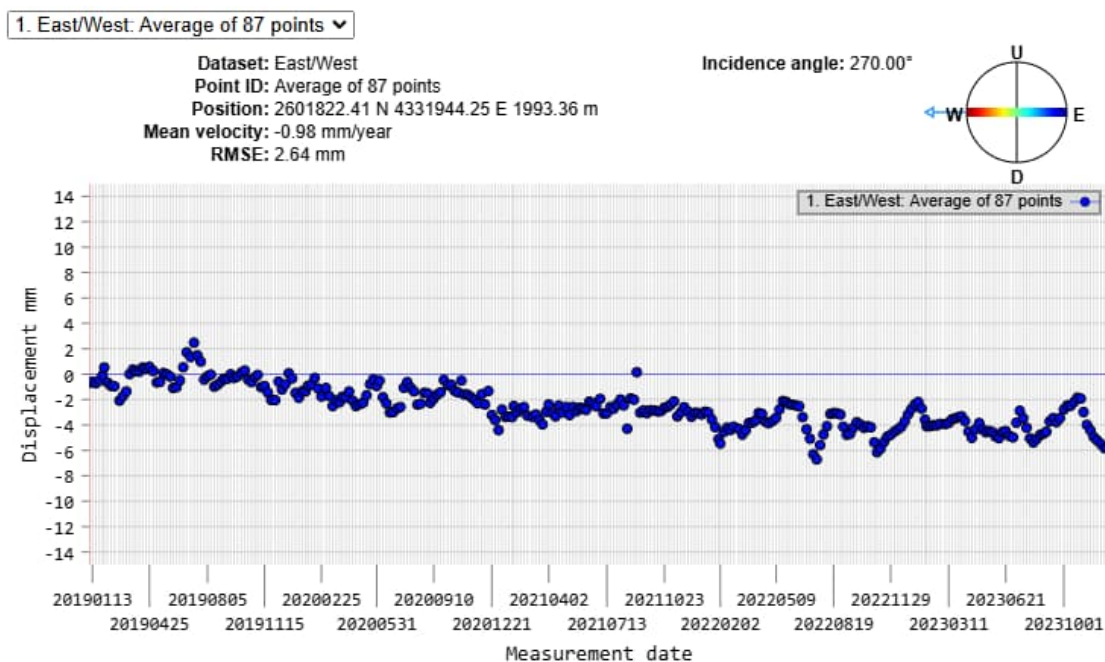


Figura 21 – Media degli spostamenti orizzontali degli 84 punti circostanti l'area di interesse misurati tra gennaio 2019 ed ottobre 2023

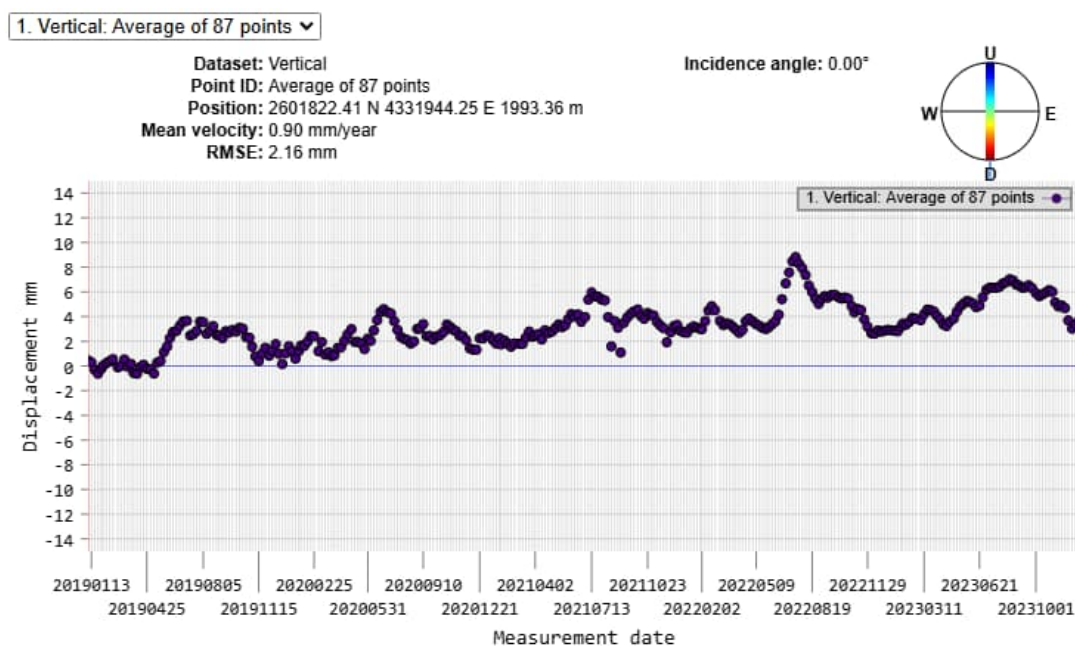


Figura 22 – Media degli spostamenti verticali degli 87 punti circostanti l'area di interesse misurati tra gennaio 2019 ed ottobre 2023

Nel complesso, quindi, si può concludere che le aree di frana che interessano il versante in esame non presentano nessun tipo di attività nel periodo di riferimento. Anche i rilievi diretti delle aree non hanno fornito elementi che facciano ritenere una potenziale riattivazione della frana quiescente.

In relazione alla potenziale attività di frana, tuttavia, si ritiene necessario che nella successiva fase progettuale vengano acquisiti ulteriori elementi sulla base di indagini dirette (sondaggi profondi a carotaggio continuo

attrezzati con inclinometri), che consentano la verifica ed il monitoraggio di eventuali superfici di scorrimento a profondità significative.

5 IDROGEOLOGIA

Lo schema idrogeologico del territorio di Livigno è il risultato delle caratteristiche geologiche e geomorfologiche dei versanti, definite da due gruppi litologici prevalenti: litotipi calcareo-dolomitici, a nord del Lago di Livigno e litotipi metamorfici (filladi, paragneiss e micascisti), a sud del Lago di Livigno.

La circolazione idrica sotterranea all'interno del substrato roccioso, determinata dall'assetto geologico, avviene prevalentemente per permeabilità secondaria. Nei litotipi calcareo-dolomitici è influenzata da stratificazione, fessurazione, fratturazione e carsismo, mentre in quelli metamorfici, che rappresentano il substrato nelle aree delle opere in progetto, avviene, oltre che per fessurazione e fratturazione, per scistosità.

Pertanto, il grado di permeabilità varia notevolmente da un litotipo ad un altro, spaziando dall'alta permeabilità degli ammassi calcarei carsificati alla quasi impermeabilità degli ammassi di tipo filladico e micascistoso.

La pendenza dei versanti influenza l'infiltrazione e il ruscellamento, favorendo quest'ultimo soprattutto nelle aree con litologia metamorfica, prevalenti nella porzione centro-meridionale del territorio comunale.

All'interno dei depositi sciolti, invece, la circolazione idrica avviene per permeabilità primaria ed è notevolmente influenzata dal contenuto in fine dei depositi, spaziando dalla bassa permeabilità dei depositi morenici all'elevata permeabilità dei depositi alluvionali e di versante.

Le peculiarità idrogeologiche locali della porzione di territorio in esame sono state raffigurate nell'elaborato LCI.00.00_PF_GN.00_SI_PL.00 3 - Carta idrogeologica (scala 1:10.000), recependo sia quanto rappresentato nella Carta degli elementi idrogeologici (Tav. 6B), redatta a supporto del PGT di Livigno, sia la Carta idrogeologica e piezometrica (Tav. 3B) redatta a corredo del Documento Semplificato del Rischio Idraulico comunale (approvato con deliberazione del consiglio comunale n. 32 del 31-05-2022).

Nella carta idrogeologica, di cui si riporta uno stralcio in Figura 23, innanzitutto, sono state raffigurate le caratteristiche di permeabilità dei depositi superficiali affioranti e del substrato roccioso al fine di fornire le informazioni necessarie alla quantificazione dei meccanismi di ricarica legati all'infiltrazione delle acque meteoriche.

I terreni affioranti nella porzione di territorio comunale in esame sono stati distinti in sei classi, tre per i depositi superficiali e tre per le rocce del substrato sub affiorante, con caratteristiche di permeabilità differenti necessariamente in stretta correlazione con la natura litologica dei terreni.

La tavola è stata, quindi, redatta con criterio idrolitologico, cioè, attribuendo alle unità litologiche già individuate nella Carta geologica dell'elaborato LCI.00.00_PF_GN.00_SI_PL.00 1 A (cfr. cap. 3.2), le classi di permeabilità descritte di seguito:

- **Terreni caratterizzati da un basso grado di permeabilità:** sono compresi in questa classe i terreni dei depositi morenici di origine glaciale costituiti da ghiaie e ciottoli in matrice sabbioso-limosa generalmente ben compatta e addensata. La permeabilità di questi terreni varia sensibilmente a seconda del contenuto percentuale di frazione limoso-sabbiosa.
- **Terreni caratterizzati da un medio-alto grado di permeabilità:** sono compresi i depositi detritici di origine gravitativa costituiti da breccie grossolane in matrice limoso-sabbiosa; la percentuale di fine è generalmente determinata dai fenomeni di trasporto solido in corrispondenza degli alvei o nelle aree prive di vegetazione.
- **Terreni caratterizzati da un alto grado di permeabilità:** un elevato grado di permeabilità è caratteristico dei depositi alluvionali di fondovalle, delle conoidi messe in posto allo sbocco dei maggiori affluenti del fiume Spöl e delle coperture di versante, permeabili per porosità. I depositi alluvionali costituiti da miscele di ghiaie e sabbie, in matrice limosa con frequenti ciottoli, occupano le zone di fondovalle in evoluzione in corrispondenza, nell'area in esame, dell'alveo del fiume Spöl. A questi si interdigitano i

depositi grossolani di conoide, mentre quelli di versante che rappresentano il prodotto dell'alterazione del substrato roccioso e del disfacimento di depositi preesistenti, sono caratterizzati da granulometrie variabili a seconda del tipo di deposito da cui si sono originati, con grado di permeabilità vario (generalmente elevato).

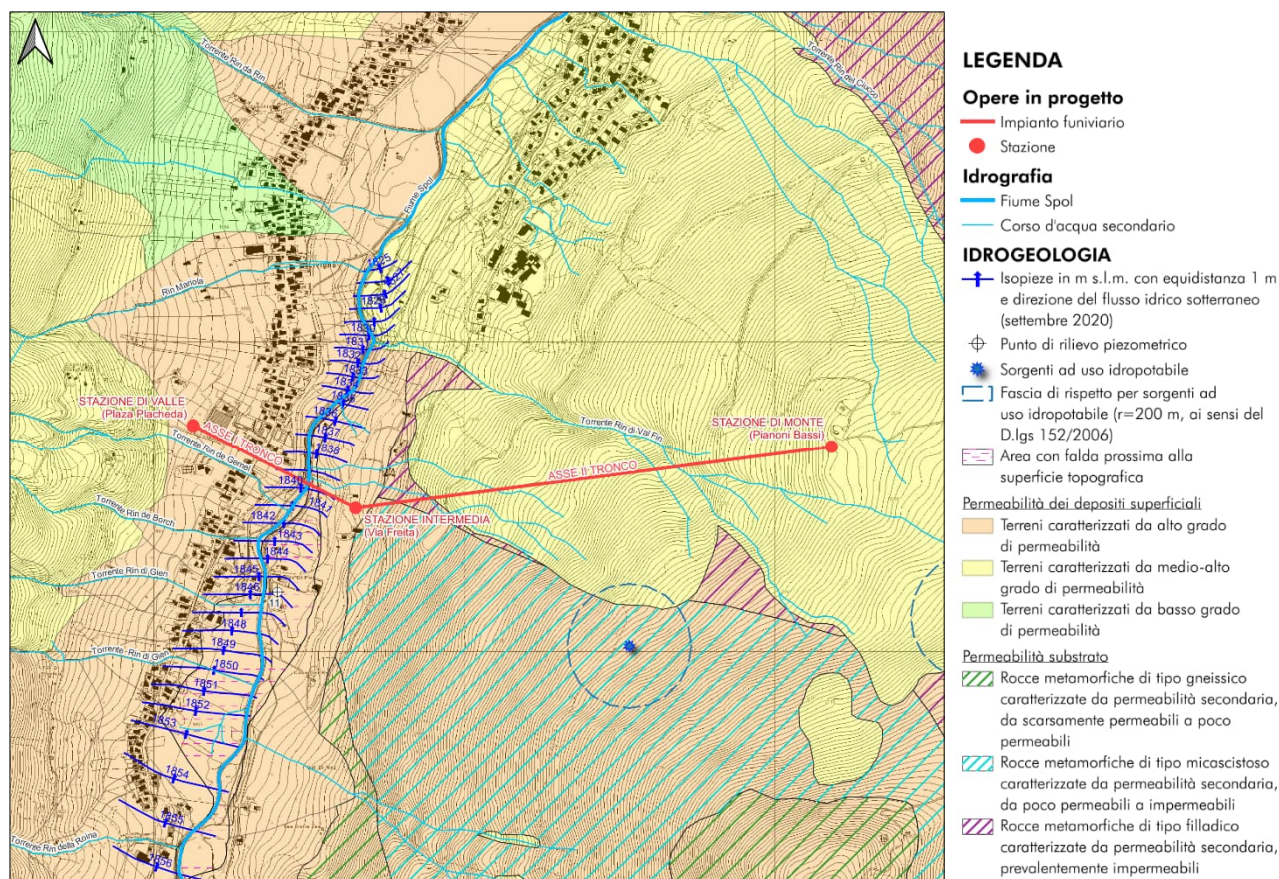


Figura 23 – Stralcio della Carta idrogeologica dell'elaborato LCI.00.00_PF_GN.00_SI_PL.00_3

Il substrato roccioso è caratterizzato da una permeabilità primaria da ridotta a molto ridotta e da una permeabilità secondaria da ridotta a media legata alla presenza di sistemi di fratture e scistosità che rappresentano potenziali vie di deflusso idrico nell'ammasso roccioso e rendono quest'ultimo disomogeneo ed anisotropo dal punto di vista idrogeologico. Nell'area in esame sono distinte:

- Rocce metamorfiche di tipo gneissico caratterizzate da permeabilità secondaria, da scarsamente permeabili a poco permeabili: questo complesso delle rocce di tipo gneissico e quarzítico, riferibili alla Falda di Languard, è caratterizzato da permeabilità per fratturazione e scistosità da scarsamente a poco permeabili;
- Rocce metamorfiche di tipo micascistoso caratterizzate da permeabilità secondaria, da poco permeabili a impermeabili: questo complesso delle rocce di tipo micascistoso, anch'esso riferibile alla Falda di Languard, è caratterizzato da permeabilità per fratturazione e scistosità da poco permeabile a impermeabile;
- Rocce metamorfiche di tipo filladico caratterizzate da permeabilità secondaria, prevalentemente impermeabili: il complesso delle rocce di tipo filladico è riferibile alla Falda di Campo ed è prevalentemente impermeabile.

Da quanto esaminato è possibile quindi individuare nel territorio in esame un doppio sistema idrogeologico:

- Il sistema acquifero dei versanti, rappresentato da un complesso di base a permeabilità da ridotta a molto ridotta, localizzato nel substrato roccioso metamorfico, e da localizzati corpi acquiferi, ospitati nelle coperture moreniche e detritiche di versante.
- Il sistema acquifero di fondovalle che risulta sostanzialmente connesso alla presenza di conoidi alluvionali messi in posto allo sbocco sul fondovalle dei maggiori affluenti del fiume Spöl.

Relativamente alla circolazione idrica sotterranea che caratterizza il sistema acquifero dei versanti è normalmente contenuta entro le prime decine di metri di profondità dal piano campagna, a causa della progressiva chiusura delle discontinuità presenti nel substrato roccioso con l'aumentare della pressione litostatica. La superficie piezometrica si adatta per lo più alla morfologia esterna e l'emergenza delle acque avviene in forma di sorgenti per affioramento della falda freatica; tale schema di circolazione determina, all'interno del territorio considerato, numerosi fenomeni sorgentizi solitamente di entità modesta.

Nel settore in esame del sistema acquifero di fondovalle, invece, la soggiacenza è generalmente compresa tra 1 m, nelle zone limitrofe all'alveo del fiume Spöl, e 10 m in corrispondenza delle zone poste più a valle. All'interno di tale settore stagionalmente l'alveo del fiume assume la connotazione di limite drenante.

Le quote della superficie freatica, riprese dalla Carta piezometrica redatta a corredo del Documento Semplificato del Rischio Idraulico di Livigno, sono relative ad un rilievo dei livelli piezometrici effettuato nella rete di pozzi ritenuti significativi, nel mese di settembre 2020. Successivamente i dati piezometrici rilevati sono stati elaborati rispetto al piano di campagna, desunto dal DTM regionale con maglia di 25 mq, ricavando la soggiacenza, cioè la profondità della superficie freatica rispetto al piano di campagna. I risultati delle elaborazioni sono rappresentati nella Carta della soggiacenza del fondovalle (Tav. 4B), redatta sempre a supporto del Documento Semplificato del Rischio Idraulico, di cui si riporta uno stralcio di dettaglio dell'area in esame in Figura 24.

Nel territorio comunale di Livigno sono presenti n. 12 sorgenti e un pozzo a uso idropotabile, soggetti all'applicazione dei criteri di tutela e protezione previsti dall'art. 96 del D. Lgs 152/2006. Nella Carta idrogeologica è riportata la sorgente ubicata sul versante occidentale del Monte della Neve, a quota 2290 m s.l.m.

Relativamente alla falda in corrispondenza delle aree oggetto d'intervento, durante l'esecuzione dei sondaggi a carotaggio continuo, la soggiacenza è stata misurata alle seguenti quote:

- Stazione di valle
 - o PLA-S1 (2023): 12.55 m da p.c.;
 - o PLA-S2 (2024): 17.40 m da p.c.;
- Stazione di intermedia
 - o FRE-S1 (2023): 6.70 m da p.c.;
 - o FRE-S2 (2024): 9.20 m da p.c.;
 - o S2A (2024): 8.50 m da p.c.;
 - o S2B (2024): 6.70 m da p.c.;
 - o S2C (2024): 8.50 m da p.c.;
 - o S2D (2024): 6.50 m da p.c.

In relazione al periodo delle misure effettuate nel corso dei sondaggi, tutte comprese nei mesi di settembre e ottobre, si evidenzia che i livelli registrati potrebbero risultare sottostimati rispetto ai massimi, che si ritiene possano essere raggiunti in primavera, in conseguenza dello scioglimento delle nevi.

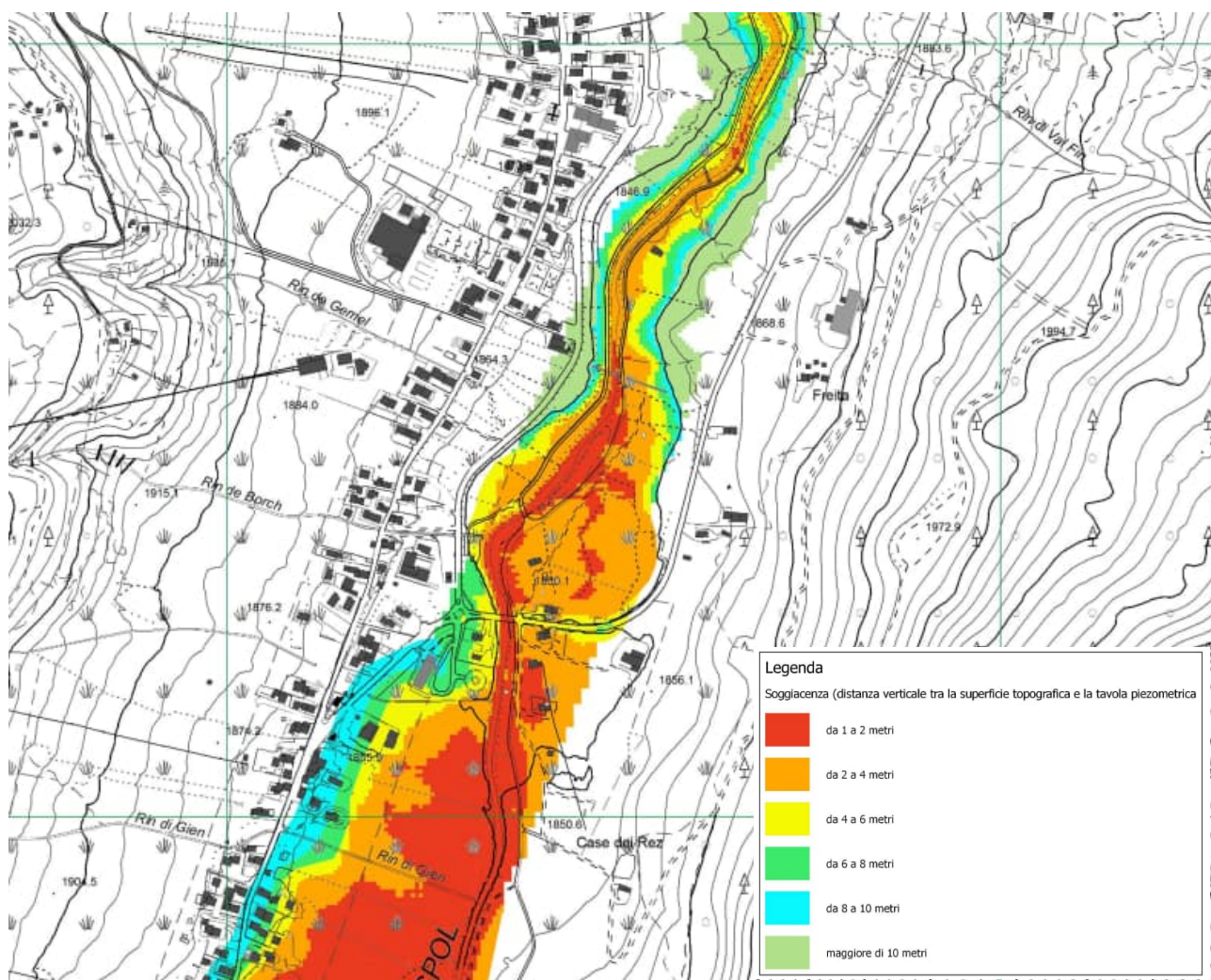


Figura 24 – Stralcio di Tav. 4B Carta della soggiacenza del Documento Semplificato del Rischio Idraulico di Livigno

6 CAMPAGNA INDAGINI

Come indicato nelle premesse, per verificare le caratteristiche litostratigrafiche e geotecniche dei terreni presenti nelle aree interessate dagli interventi in progetto, è stata svolta una campagna indagini geognostica, effettuata dallo Studio tecnico Celotti s.r.l., nei mesi di ottobre 2023 e settembre 2024.

Nel complesso, le indagini realizzate, descritte nei paragrafi a seguire, sono consistite in:

- Stazione di valle – Plaza Placheda
 - n° 6 sondaggi a carotaggio continuo, di cui n° 2 attrezzati con piezometro a tubo aperto per il monitoraggio della falda
 - n° 6 prove penetrometriche dinamiche di tipo DPSH
 - n° 1 indagine tomografica sismica
- Tronco I
 - n° 2 prove penetrometriche dinamiche di tipo DPSH
 - n° 2 scavi esplorativi
- Stazione intermedia – via Freita
 - n° 6 sondaggi a carotaggio continuo, di cui n° 2 attrezzati con piezometro a tubo aperto per il monitoraggio della falda
 - n° 4 prove penetrometriche dinamiche di tipo DPSH
 - n° 1 indagine tomografica sismica
- Tronco II
 - n° 2 prove penetrometriche dinamiche di tipo DPSH
 - n° 2 scavi esplorativi
- Stazione di monte – Teola-Pianoni Alti
 - n° 2 sondaggi a carotaggio continuo
 - n° 1 indagine tomografica sismica

Nell'elaborato LCI.00.00_PF_GN.00_SI_PL.00 4 - Ubicazione indagini sono riportate le ubicazioni delle indagini eseguite, mentre nell'All. 1 sono consultabili i report delle indagini geognostiche, nell'All. 2 quelli delle indagini geofisiche e nell'All. 3 i certificati delle analisi di laboratorio geotecnico e ambientale.

6.1.1 Sondaggi a carotaggio continuo

La campagna geognostica ha previsto l'esecuzione complessivamente di n° 14 sondaggi a carotaggio continuo al fine di indagare in profondità la natura e le caratteristiche dei terreni nelle aree in cui è prevista la realizzazione delle stazioni di valle, intermedia e di monte.

Nel corso di tutti i sondaggi sono stati prelevati diversi campioni rimaneggiati sui quali sono state eseguite apposite prove geotecniche di laboratorio ed analisi ambientali, mentre nei sondaggi denominati PLA-S1, PLA-S2, FRE-S1, FRE-S2 e TEO-S1 sono state inoltre eseguite prove SPT in foro (spiegate nel capitolo successivo).

I sondaggi sono stati condotti a rotazione con l'usuale metodologia che prevede di spingere in profondità l'utensile di perforazione e campionamento (carotiere) per il tramite di aste di prolunga giuntabili con filetto conico M/F.

Dopo ogni operazione di carotaggio, quando possibile, il materiale è stato estratto mediante pistone idraulico, quindi senza ausilio di acqua in pressione. Questo metodo consente di preservare ulteriormente il campione evitandone il dilavamento.

Il materiale estratto è stato infine riposto in apposite casse catalogatrici in PVC dotate di n° 5 scomparti atte al contenimento di cinque metri di campionatura. A titolo esemplificativo si riportano in Figura 25 le fotografie delle cassette catalogatrici del sondaggio PLA-S2 che mostrano la natura dei terreni prevalentemente granulari costituiti da sabbie medie con ghiaia e talvolta ciottoli a basso contenuto di fine.

In Tabella 2 è riportata una tabella riassuntiva delle principali caratteristiche dei sondaggi realizzati.

AREA	SONDAGGIO	PROFONDITA' (m)	n. CAMPIONI	n. SPT
Stazione di valle	PLA-S1	30.00	7	5
	PLA-S2	30.00	8	7
	S1A	9.00	2	-
	S1B	6.00	3	-
	S1C	10.00	3	-
	S1D	7.00	3	-
Stazione intermedia	FRE-S1	20.00	6	6
	FRE-S2	30.00	8	7
	S2A	15.00	4	-
	S2B	10.00	4	-
	S2C	15.00	4	-
	S2D	8.00	4	-
Stazione di monte	TEO-S1	5.00	1	1
	S3	2.00	2	-

Tabella 2 – Riepilogo dei sondaggi a carotaggio continuo

SONDAGGIO: **PLA-S2**

Da 0.00-5.00 m



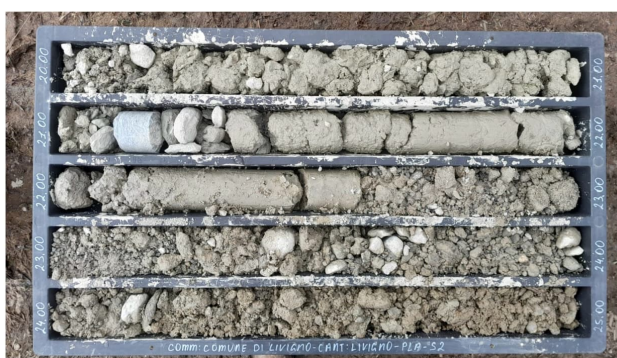
Da 5.00-10.00 m



Da 10.00-15.00 m



Da 20.00-25.00 m



Da 15.00-20.00 m



Da 25.00-30.00 m



Figura 25 – Fotografie delle cassette catalogatrici in PVC del sondaggio PLA-S2

6.1.1.1 Standard Penetration Test (SPT)

Durante la realizzazione dei sondaggi denominati PLA-S1, PLA-S2, FRE-S1, FRE-S2 e TEO-S1 sono state eseguite prove SPT con punta conica chiusa a 60° per la presenza di elementi grossolani. Tali prove consistono nel battere un campionatore lungo 0,45 m, suddiviso in segmenti da 0,15 m, all'interno del carotaggio continuo.

La profondità da p.c. di esecuzione delle prove SPT ed il valore di N_{SPT} per gli orizzonti litologici individuati nei diversi sondaggi è riepilogata nella seguente Tabella 3.

SONDAGGIO	PROFONDITA' (m da p.c.)	COLPI			N_{SPT}
		0- 15 cm	15- 30 cm	30- 45 cm	
PLA-S1	3,00	18	24	28	52
	6,00	33	50		R
	12,00	6	39	23	62
	15,00	39	5	50	R
	18,00	49	1	50	R
PLA-S2	3,00	27	36	30	66
	6,00	17	3	25	28
	9,00	21	22	27	49
	12,00	50			R
	15,00	30	25	22	47
	18,00	36	50		R
	21,00	50			R

SONDAGGIO	PROFONDITA' (m da p.c.)	COLPI			N _{SPT}
		0- 15 cm	15- 30 cm	30- 45 cm	
FRE-S1	3,00	21	21	36	57
	6,00	6	6	4	10
	9,00	7	34	27	61
	12,00	50			R
	15,00	10	17	21	38
	18,00	27	35	41	66
FRE-S2	3,00	19	35	36	71
	6,00	17	18	19	37
	9,00	19	23	24	47
	12,00	19	13	14	27
	15,00	29	50		R
	18,00	37	50		R
	21,00	50			R
TEO-S1	2,00	50			R

Tabella 3 - Risultati delle prove SPT

6.1.1.2 Prove Pressiometriche

La prova pressiometrica (*Pressure Meter Test, PMT*) tipo Menard consiste nell'introdurre nel foro di sondaggio una sonda cilindrica di diametro 60 mm e nel farla espandere radialmente contro le pareti del foro, misurando la conseguente deformazione volumetrica del terreno.

La prova viene eseguita in controllo di carico misurando la deformazione volumetrica corrispondente ad ogni incremento di carico.

È stato utilizzato un pressimetro tricellulare della Apageo da 100 bar composto principalmente da tre parti.

La centralina di controllo è dotata di manometri ad alta precisione che misurano le pressioni della cella centrale e delle due celle di guardia presenti nella sonda pressiometrica. Con la centralina è possibile controllare l'andamento della prova variando le pressioni in rapporto alle deformazioni.

La sonda possiede un volume iniziale $V_0 = 535 \text{ cm}^3$ e l'espansione della stessa viene misurata grazie alla fuoriuscita di fluido dal serbatoio della centralina, costituito da un tubo graduato. La sonda pressiometrica può essere dotata di guaine a diversa resistenza la cui scelta dipende dalle caratteristiche del terreno:

- Ø 60 mm bassa inerzia (B.I.)
- Ø 60 mm grande inerzia (G.I.)
- Ø 60 mm lamellare

Nelle prove eseguite è stata utilizzata una sonda di tipo Ø 60 mm grande inerzia (G.I.)

La metodologia utilizzata è il "Metodo Menard", applicabile se nella curva è riconoscibile un comportamento pseudoplastico, il quale considera la pressione limite come la pressione corrispondente al volume limite $V_l = (2V_i + V_0)$, con V_i = volume iniziale e V_0 ricavato dai dati relativi alla taratura.

Nella Tabella 4 sono riepilogati i risultati e le profondità alle quali sono state condotte le prove nei fori di sondaggio PLA-S1, PLA-S2, FRE-S1, FRE-S2 e TEO-S1, ove risultano elencati i valori ottenuti del modulo elastico pressiometrico E_m e della pressione limite di prova P_l , parametri ritenuti ragionevolmente indicativi della deformabilità "operativa" dei terreni testati.

La profondità riportata si riferisce al centro della cella inserita nella tasca di prova.

LOCALITA'	SONDAGGIO	PROVA	PROFONDITA' PROVA (m da p.c.)	Em (MPa)	PI (MPa)
Stazione di valle di Plaza Placheda	PLA-S1	P1	5,25	41.03	2.16
		P2	7,80	58.15	3.26
		P3	9,50	44.59	2.41
	PLA-S2	P1	5,60	18.0	≥ 1.031
		P2	7,40	70.0	3.35
		P3	10,60	57.7	2.65
		P4	13,50	56.5	2.71
Stazione intermedia di via Freita	FRE-S1	P1	3,90	22.67	1.67
		P2	5,70	14.72	1.23
		P3	7,80	12.25	1.17
	FRE-S2	P1	3,70	91.5	≥ 1.188
		P2	4,40	141.2	2.39
		P3	7,00	151.0	2.08
		P4	10,20	140.8	2.39
		P5	12,70	7.4	≥ 0.538
		P6	16,10	60.4	1.41
Stazione di monte Pianoni-Bassi	TEO-S1	P1	1,80	175.74	4.23

Tabella 4 – Riepilogo dei risultati delle prove pressimetriche

Come osservabile dai risultati ottenuti, i moduli pressimetrici risultano attestarsi su valori compresi tra circa 10÷175 Mpa fino a circa 10,00 m dal p.c., mentre oltre tale profondità mostrano una moderata tendenza a diminuire con valori compresi tra circa 7÷60 MPa. Tale andamento risulta in accordo con la litologia dei terreni più profondi caratterizzati da un maggiore contenuto di fine.

6.1.2 Prove penetrometriche dinamiche (DPSH)

La prova penetrometrica dinamica consiste nel misurare il numero di colpi necessari per infiggere nel terreno una punta conica, collegata a un'asta di acciaio, prolungabile con l'aggiunta di successive aste, facendo cadere un maglio di dato peso da un'altezza costante.

In corrispondenza dell'area in cui è prevista la realizzazione della stazione di valle di Plaza Placheda e intermedia di via Freita e lungo lo sviluppo del tronco I e II dell'impianto funiviario in progetto, sono state realizzate complessivamente n° 14 prove penetrometriche dinamiche utilizzando un penetrometro di tipo Super pesante, DPSH, con le seguenti caratteristiche tecniche:

- peso della massa battente M = 160 libbre = 72,6 Kg
- altezza caduta libera H = 30 pollici = 76,2 cm
- diametro della punta conica D = 2 pollici = 5.08 cm
- area base della punta conica Ap = 20,26 cm²
- angolo di apertura della punta a = 60°
- passo di lettura PI = 30 cm

I report completi si possono consultare nell'All. 1 – Indagini geognostiche.

Ciò che viene misurato durante la prova, come sopra descritto, è il numero di colpi necessari per l'infissione di 30 cm di asta; per la trasformazione dal numero di colpi misurati in campagna N₃₀ al numero di colpi N_{SPT}, valore utilizzato per l'elaborazione delle prove in situ, si è utilizzata la seguente formulazione:

$$N_{SPT} = C_f \cdot N_{DPSH}$$

in cui il fattore correttivo C_f dato dalla seguente espressione:

$$C_f = \frac{M_1 \cdot H_1 \cdot P_{l1} \cdot A_{p1}}{M_2 \cdot H_2 \cdot P_{l2} \cdot A_{p2}}$$

dove: M_2 peso della massa battente SPT, H_2 volata del maglio SPT (76,2 cm), P_{l2} passo di lettura SPT (30cm), A_{p2} area della punta SPT (20,26 cm²), mentre i medesimi termini con pedice 1 si riferiscono alle caratteristiche del penetrometro dinamico utilizzato.

Il valore di C_f così calcolato risulta pari a 2.

A titolo esemplificativo si riporta nella Figura 26 il diagramma del numero di colpi (N_{30}) in funzione della profondità della prova PLA-DPSH1bis.

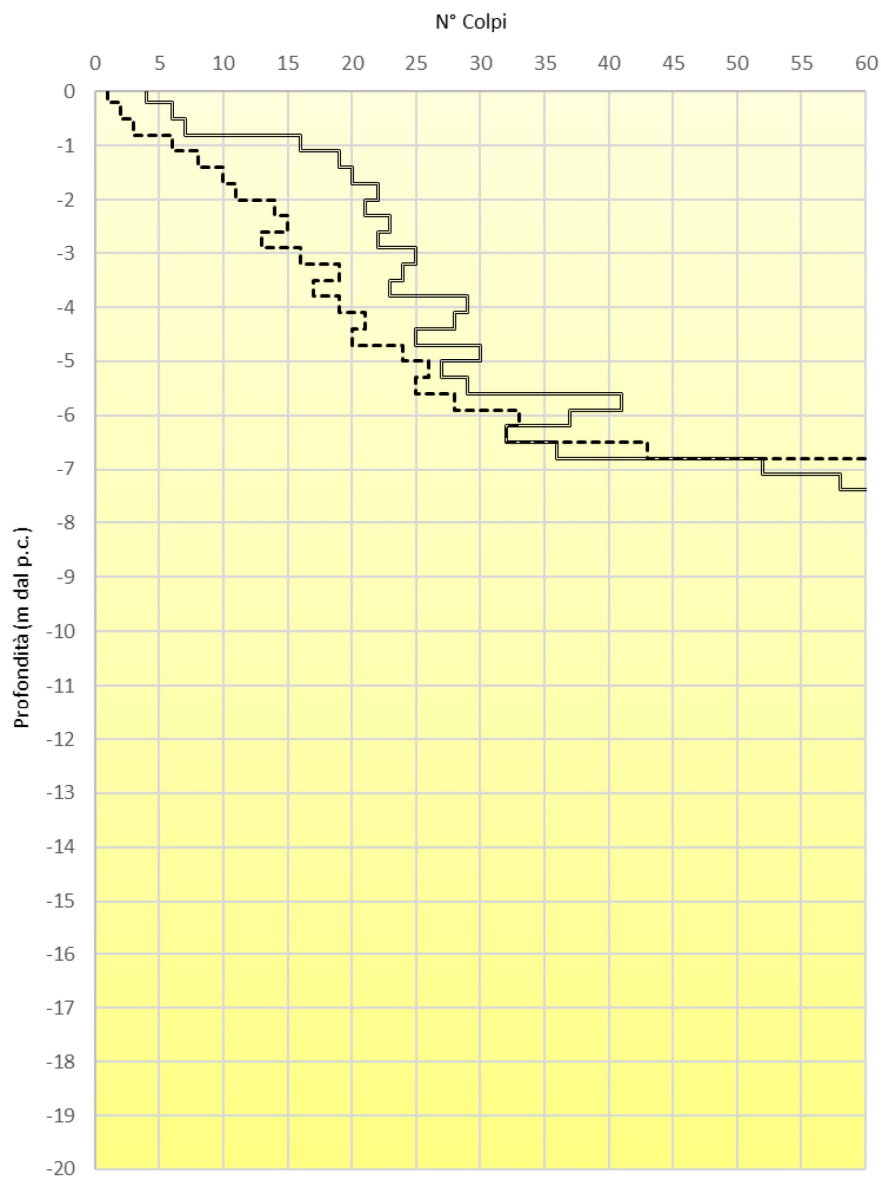


Figura 26 – Valori di N_{30} in funzione della profondità (prova PLA-DPSH1BIS)

6.1.3 Scavi esplorativi

Nel mese di settembre 2024 sono stati eseguiti n° 4 scavi esplorativi, mediante escavatore idraulico, spinti a profondità compresa tra 2,70 e 3,00 m da piano campagna.

Tali indagini, effettuate in prossimità delle prove penetrometriche dinamiche realizzate lungo gli assi del tronco I e II, hanno permesso di osservare direttamente i materiali presenti nei primi metri di sottosuolo, consentendo un'accurata descrizione litostratigrafica dei depositi superficiali.

Sono inoltre stati prelevati in ciascun scavo n° 3 campioni, per essere sottoposti ad analisi geotecniche di laboratorio.

Le stratigrafie complete dei sondaggi eseguiti sono riportate in All. 1.

6.1.4 Analisi granulometriche

Durante l'esecuzione dei sondaggi PLA-S1, PLA-S2, FRE-S1, FRE-S2 e TEO-S1, e degli scavi esplorativi TR1-TP1, TR1-TP2, TR2-TP1 e TR2-TP2 sono stati prelevati complessivamente n° 33 campioni rimaneggiati di terreno sottoposti ad analisi geotecniche di laboratorio, presso ALTAIR S.r.l. di Cinisello Balsamo (MI).

In particolare, tutti i campioni prelevati sono stati sottoposti alla classificazione e determinazione delle caratteristiche granulometriche mediante vagliatura, per via umida, e mediante sedimentazione.

La sintesi delle analisi effettuate è rappresentata nella seguente Tabella 5, mentre i certificati completi sono riportati nell'All. 3.

Per quanto riguarda invece i risultati delle analisi geotecniche e la relativa trattazione si rimanda all'elaborato LCI.00.00_PF_GN.00_GE_RT.001_A – Relazione Geotecnica.

Campione	Profondità campione (m da p.c.)	Classificazione ASTM	Ghiaia g (%)	Ghiaia f (%)	Sabbia g (%)	Sabbia m (%)	Sabbia f (%)	Limo + Argilla (%)	Limo (%)	Argilla (%)
PLA-S1 A	2÷3	SC-SM	14,45	24,30	9,77	18,12	13,05	20,32	14,98	5,3
PLA-S1 B	4÷5	SC	22,64	16,65	10,97	19,55	12,76	17,44	12,56	4,88
PLA-S1 D	10÷11	GC	23,62	21,07	7,06	12,57	10,89	24,79	18,33	6,46
PLA-S1 E	13÷14	GC	20,10	18,54	8,60	15,44	14,07	23,25	16,10	7,15
PLA-S1 F	16÷17	SC	13,23	16,43	9,29	11,57	12,10	37,37	24,51	12,86
PLA-S1 G	19÷20	SC	7,42	10,50	9,16	17,49	15,13	40,29	26,91	13,38
FRE-S1 A	2÷3	GM	28,20	24,93	8,13	12,93	11,03	14,89	11,33	3,56
FRE-S1 B	5÷6	SC	3,58	23,19	14,11	20,72	14,36	24,03	17,05	6,98
FRE-S1 C	8÷9	SC-SM	11,55	26,05	10,61	17,45	12,99	21,34	14,05	7,30
FRE-S1 D	11÷12	SC-SM	17,03	11,30	5,61	13,80	20,58	31,68	22,69	8,99
FRE-S1 E	14÷15	SC	2,30	10,16	8,38	15,25	17,59	46,31	31,15	15,16
FRE-S1 F	17÷28	SC	10,92	11,40	6,97	14,51	20,07	36,12	26,71	9,41
TEO-S1 A	1÷2	GM	22,96	15,36	8,36	15,04	11,41	26,87	21,36	5,51
PLA-S2 A	4÷5	SM	13,11	26,14	12,28	20,44	12,82	15,21	10,38	4,83
PLA-S2 D	13÷14	SC	9,54	26,44	12,54	20,97	14,35	16,16	10,99	5,17
PLA-S2 G	23÷24	SC	0,00	14,68	10,52	16,85	15,66	42,30	21,78	20,52
PLA-S2 H	25÷26	SW-SC	17,74	23,27	15,09	22,91	11,04	9,94	6,28	3,66
TR1-TP1 A	0÷1	GW-GC	18,07	33,58	11,35	17,01	10,39	9,61	7,84	1,77
TR1-TP1 B	1÷2	GW-GM	28,98	26,87	10,96	16,26	9,74	7,19	5,70	1,49
TR1-TP1 C	2÷3	GW-GM	28,11	34,78	9,80	13,83	7,17	6,32	4,51	1,81
TR1-TP2 A	0÷1	SC	0,00	5,02	5,30	15,97	33,56	40,15	30,88	9,27
TR1-TP2 B	1÷2	SC-SM	1,32	4,21	4,76	17,55	25,93	46,23	30,14	16,09
TR1-TP2 C	2÷3	GM	16,71	28,19	12,57	18,08	11,11	13,33	7,96	5,37
TR2-TP1 A	0÷1	GW-GM	19,48	32,16	11,47	15,25	10,18	11,46	8,20	3,25
TR2-TP1 B	1÷2	GW-GM	23,66	42,60	10,63	10,40	5,72	6,98	4,39	2,59
TR2-TP1 C	2÷2,7	GW-GM	22,81	35,86	12,80	13,66	6,70	8,18	5,21	2,97
TR2-TP2 A	0÷1	GM	9,68	31,66	12,84	17,16	11,01	17,66	12,79	4,87
TR2-TP2 B	1÷2	GW-GM	33,33	25,35	9,50	12,70	11,34	7,77	5,21	2,56
TR2-TP2 C	2÷3	SM	8,57	28,73	12,66	17,61	14,08	18,35	13,17	5,18
FRE-S2 B	5÷6	SM	14,36	22,55	12,45	17,69	14,09	18,85	12,69	6,17
FRE-S2 C	8÷9	SC-SM	0,00	28,45	14,72	21,61	14,33	20,89	13,92	6,97
FRE-S2 D	11÷12	SM	4,99	16,30	14,00	23,53	18,23	22,95	16,23	6,72
FRE-S2 F	17÷18	SC	3,87	14,44	7,10	12,94	15,64	46,01	23,98	22,02

Tabella 5 – Tabella riepilogativa delle analisi granulometriche di laboratorio

6.1.5 Analisi chimiche

Durante l'esecuzione dei sondaggi denominati S1A, S1B, S1C, S1D, S2A, S2B, S2C, S2D e S3 sono stati prelevati in totale n° 26 campioni sottoposti ad analisi di caratterizzazione ambientale presso il laboratorio Ambiente Analisi s.r.l. di Castano Primo (MI).

I campioni di terreno sono stati sottoposti alla verifica del rispetto dei limiti CSC (Concentrazioni Soglia di Contaminazione) verificando l'eventuale superamento dei limiti previsti dalla Colonna A (sito ad uso verde pubblico, privato o residenziale) e di quelli della Colonna B (sito ad uso commerciale e industriale) della Tab.1 dell'All. 5 alla parte IV del D. Lgs. 152/06.

Le analisi sono state effettuate considerando il set minimale indicato nel d.p.r. 120/2017, ovvero:

- Arsenico
- Cadmio
- Cobalto
- Cromo totale
- Cromo VI
- Piombo
- Rame
- Zinco
- Idrocarburi pesanti C>12

e i composti organici aromatici, ovvero:

- Benzene
- Etilbenzene
- Stirene
- Toluene
- Xilene (o, m, p)
- Idrocarburi policiclici aromatici

I risultati ottenuti, i cui certificati sono riportati nell'All. 3, hanno evidenziato che in tutti i campioni di terreno prelevati, ad esclusione dei campioni S1A-C2 e S3-C2, si riscontrano concentrazioni di arsenico superiori alla CSC di Colonna A.

Tali superamenti, tuttavia, risultano conformi al valore di fondo naturale relativo al parametro arsenico definito per il Comune di Livigno, pari a 56 mg/kg s.s.

Tale tematica è affrontata nell'elaborato LCI.00.00_PF_GN.00_GM_RT.001_A – Piano preliminare di gestione di terre e rocce da scavo al quale si rimanda per i dettagli.

6.1.6 Indagini tomografiche sismiche a rifrazione

La stratigrafia dei terreni del sottosuolo in esame è stata ulteriormente indagata, dal punto di vista sismico, mediante n° 3 indagini tomografiche sismiche a rifrazione realizzate in corrispondenza delle aree in cui è prevista la realizzazione della stazione di valle, intermedia e di monte.

La tomografia sismica a rifrazione è una tecnica di prospezione sismica che consente di caratterizzare il sottosuolo indagato in funzione della velocità di propagazione delle onde sismiche compressive (Vp) e di taglio (Vs). La velocità delle onde varia in funzione delle caratteristiche meccaniche del mezzo (litotipo) attraversato dall'energia dell'onda; mezzi diversi avranno quindi diverse velocità e queste variazioni sono individuabili grazie al fenomeno della rifrazione totale dell'onda che incide sulle discontinuità o orizzonti rifrattori, ovvero le superfici fra due corpi aventi proprietà meccaniche diverse.

Tale metodologia permette quindi di definire un modello bi-dimensionale del sottosuolo, grazie l'individuazione delle anomalie di velocità di propagazione delle onde sismiche.

Questa tecnica possiede un potere risolutivo nettamente superiore agli altri metodi convenzionali (prospezioni classiche a rifrazione), i quali si basano sul modello di un sottosuolo costituito da strati regolari e con proprietà elastiche costanti, e che di conseguenza risultano inadeguati quando si è in presenza di forti variazioni laterali della velocità o inversioni di velocità con l'aumentare della profondità, cioè in presenza di situazioni geologicamente complesse, come nel caso di depositi alluvionali e di frana.

Lo scopo principale nella tomografia sismica è l'inversione in due dimensioni dei tempi di viaggio delle onde sismiche nei mezzi eterogenei, allo scopo di determinarne la lentezza (l'inverso della velocità) di propagazione nei differenti mezzi

La propagazione delle *onde elastiche* indotte o presenti nel sottosuolo è utile quindi per restituire un modello stratigrafico derivante dall'interpretazione delle informazioni della prospezione.

Gli stendimenti, denominati PLA 110-5, FRE 84-3.5 e TEO 60-2.5 sono stati eseguiti applicando 24 geofoni sul terreno, aventi distribuzione lineare e interasse come riportato nella tabella seguente.

LOCALITA'	SIGLA	LUNGHEZZA [m]	DISTANZA INTEGEOFONICA [m]
Teola	TEO-60-2.5	60	2.5
Freita	FRE-84-3.5	84	3.5
Placheda	PLA-110-5	110	5

Tabella 6 – Dati degli stendimenti di sismica a rifrazione

L'acquisizione dei dati è avvenuta con l'utilizzo di un sismografo digitale "AMBROGEO ECHO 24 Seismic Unit", ad incremento di segnale. Tramite un apposito software, sono stati individuati i tempi di "primo arrivo" degli impulsi sismici ai vari geofoni relativi a onde P, con i relativi diagrammi spazio-tempo (dromocrone sismiche).

Le n°3 sezioni esemplificative dei risultati della sismica a rifrazione, che ricostruiscono gli andamenti delle onde compressive, nelle quali la distinzione tra i materiali a diverso grado di addensamento è evidenziata dai colori dal blu (bassa consistenza) al rosso (consistenza elevata), che corrisponde a velocità via via crescenti, sono rappresentate in stralcio in Figura 27, Figura 28, Figura 29.

La restituzione cromatica dei raggruppamenti delle curve di isovelocità osservabili in onde P ha consentito di individuare due unità geosismiche differenti così descritte:

- Prima unità sismostratigrafica, corrispondente ai depositi di copertura, che presenta valori di velocità delle onde P compresi tra 414 m/s (stazione di monte in località Teola) fino a 779 m/sec (stazione di valle di Plaza Placheda), nei primi 4÷15 m da p.c.;
- Seconda unità sismostratigrafica, corrispondente a depositi più addensati o a roccia più o meno fratturata, con valori di velocità delle onde P variabili tra 3669 m/sec (stazione di monte in località Teola) e 1552 m/sec (stazione intermedia di via Freita).

I report completi delle indagini geofisiche sono consultabili nell'All. 2.

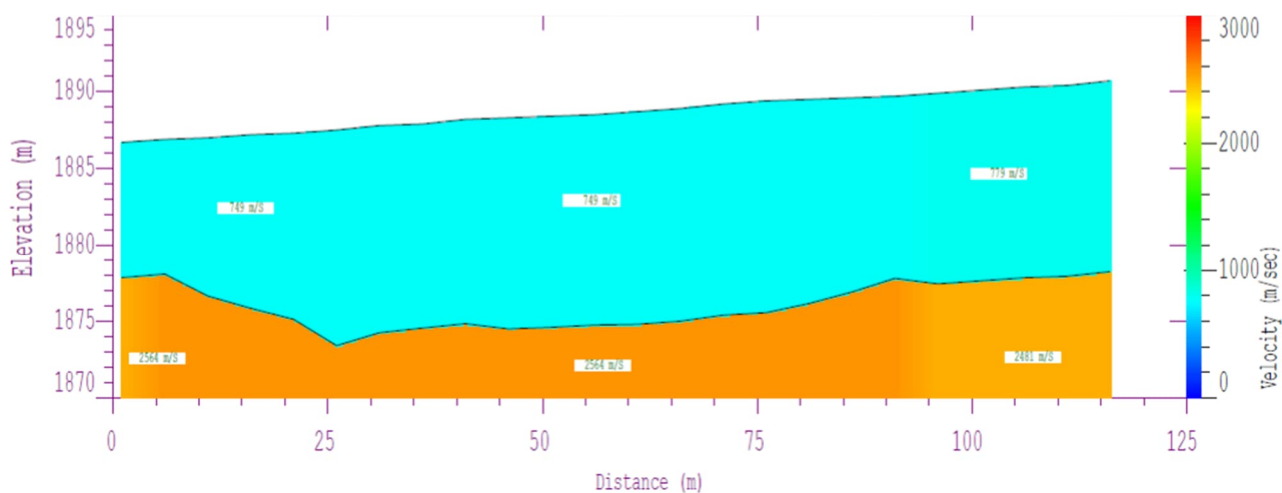


Figura 27 – Velocità delle onde sismiche calcolate lungo lo stendimento di Plaza Placheda (PLA-110-5)

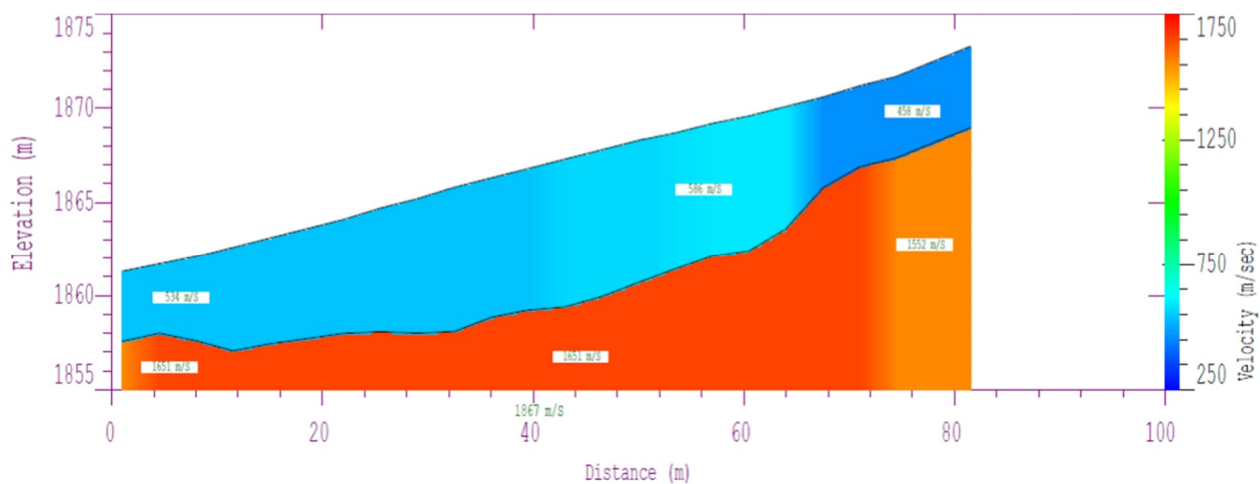


Figura 28 - Velocità delle onde sismiche calcolate lungo lo stendimento di via Freita (FRE-84-3.5)

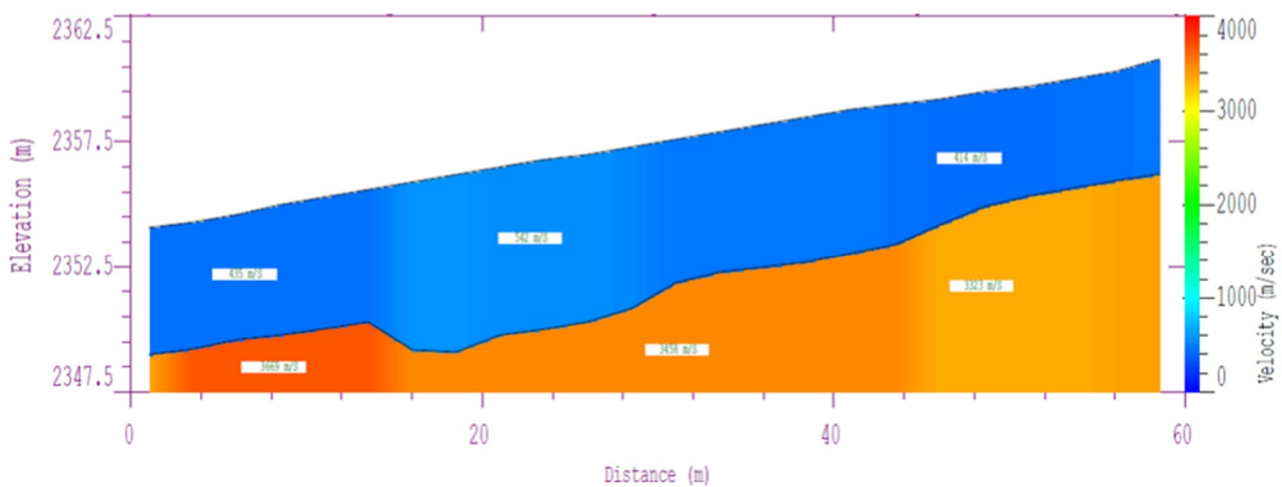


Figura 29 - Velocità delle onde sismiche calcolate lungo lo stendimento in località Teola (TEO-60-2.5)

7 LITOSTRATIMETRIA DEI TERRENI DI FONDAZIONE

L'esplorazione diretta del sottosuolo indagato nelle aree d'intervento mediante l'esecuzione delle indagini geognostiche ha permesso di ricostruire l'assetto litostratimetrico dei terreni interessati dalle opere in progetto, rappresentato graficamente dalle sezioni litostratimetriche dell'elaborato LCI.00.00_PF_GN.00_SI_SZ.00 1 - Sezioni litostratimetriche.

In particolare, è stato possibile redigere due profili longitudinali, rispettivamente in corrispondenza dei due assi di sviluppo dell'impianto funiviario in progetto, in cui sono stati distinti i depositi superficiali affioranti sulle unità tettoniche del basamento roccioso.

Come già esposto nel capitolo 3.1, l'area di progetto si colloca a cavallo tra la Falda di Languard a sud e la Falda di Campo a nord, caratterizzate entrambe da litotipi metamorfici, quali micascisti e gneiss la prima e filladi la seconda.

Osservando le sezioni A-A' e B-B' rappresentate nell'elaborato LCI.00.00_PF_GN.00_SI_SZ.00 1, di cui si riporta uno stralcio in Figura 30, le due falde sono separate da un piano di sovrascorrimento con andamento circa WSW-ENE e vergenza NNW in sinistra idrografica del fiume Spöl e NNE in destra.

Dai sondaggi realizzati (cfr. All. 1), il substrato roccioso è stato intercettato esclusivamente dal sondaggio TEO-S1 realizzato in corrispondenza dell'area di progetto della stazione di monte (Pianoni Bassi), a quota circa 2'358 m s.l.m. Alla profondità di 2,20 m dal piano campagna, infatti, sono presenti rocce scistose fratturate di colore grigio scuro riferibili alle filladi della Falda di Campo, ricoperte da terreni prevalentemente sabbiosi con ghiaie debolmente limose e ciottolose.

Questi ultimi sono depositi di origine detritica, riferibili agli accumuli di frane quiescenti che occupano estesamente il versante "Mottolino", generalmente grossolani, con prevalenza di clasti di forma irregolare, con spigoli vivi e scarsa frequenza di forme sub-arrotondate. Tali depositi raggiungono spessori inferiori a 10 metri lungo tutto il versante, come testimoniato anche dalle due prove penetrometriche TR2-DPSH01 e TR2-DPSH01, realizzate lungo l'asse di sviluppo del tronco II, la cui profondità di rifiuto ha raggiunto rispettivamente 7,30 e 9,05 m da p.c.

Relativamente all'area di fondovalle, in corrispondenza della stazione intermedia di via Freita i sondaggi più profondi denominati FRE-S1 e FRE-S2, rispettivamente 20,00 e 30,00 m, attraversano depositi prevalentemente granulari costituiti da ghiaie medie con sabbie medie ciottolose debolmente limose fino a circa 12,30 e 16,90 m da p.c. Al di sotto di tali profondità predomina la componente fine e i depositi si trovano in alternanza con livelli da decimetrici a metrici di argilla limosa sabbiosa e ghiaiosa.

Questi materiali superficiali si configurano come depositi di versante che occupano le porzioni di fondovalle alla base degli stessi e legati alla alterazione del substrato roccioso e rimobilizzazione di depositi preesistenti di frane, controllati principalmente dalla gravità.

Nell'area più a ovest, invece, investigata con i sondaggi realizzati presso Plaza Placheda (stazione di valle), i depositi superficiali di origine alluvionale (conoide) si rinvengono fino alla massima profondità indagata pari a 30 m da p.c. e sono costituiti prevalentemente da ghiaie medie angolose con sabbie talvolta limose e ciottolose e, più in profondità, argillose. Localmente, all'interno del sondaggio PLA-S1 ad una profondità di circa 20,60 m da p.c., si intercettano delle brecce di versante debolmente cementate, costituite da ghiaie medie angolose con sabbia media e in matrice argillosa.

L'assetto litostratimetrico sopradescritto evidenzia come, nelle aree interessate dalle opere in progetto, la litologia prevalente dei materiali è quella dei depositi alluvionali e di versante che rispecchiano le caratteristiche dell'area di alimentazione. Alla testata della valle prevalgono depositi più grossolani e/o ciottoli e massi, mentre nella parte terminale dominano le ghiaie con maggiore contenuto di fine.

Va inoltre osservato che spesso i depositi in loco rappresentano la fase di rimaneggiamento di preesistenti depositi di origine mista (morenici, di conoide, ecc.).

Lo spessore dei depositi di copertura è stato valutato in accordo con le stratigrafie dei sondaggi geognostici realizzati appositamente per il presente studio e trova corrispondenza con quanto indagato dagli stendimenti sismici a rifrazione (cfr. paragrafo 6.1.6).

Per quanto concerne la falda, nei fori di sondaggio, è stata misurata alle seguenti profondità da piano campagna:

- o PLA-S1: 12.55 m da p.c.;
- o PLA-S2: 17.40 m da p.c.;
- o FRE-S1: 6.70 m da p.c.;
- o FRE-S2: 9.20 m da p.c.;
- o S2A: 8.50 m da p.c.;
- o S2B: 6.70 m da p.c.;
- o S2C: 8.50 m da p.c.;
- o S2D: 6.50 m da p.c.

Come già illustrato nel Cap. 5, in relazione al periodo delle misure effettuate nel corso dei sondaggi, tutte comprese nei mesi di settembre e ottobre, si evidenzia che i livelli registrati potrebbero risultare sottostimati rispetto ai massimi, che si ritiene possano essere raggiunti in primavera, in conseguenza dello scioglimento delle nevi.

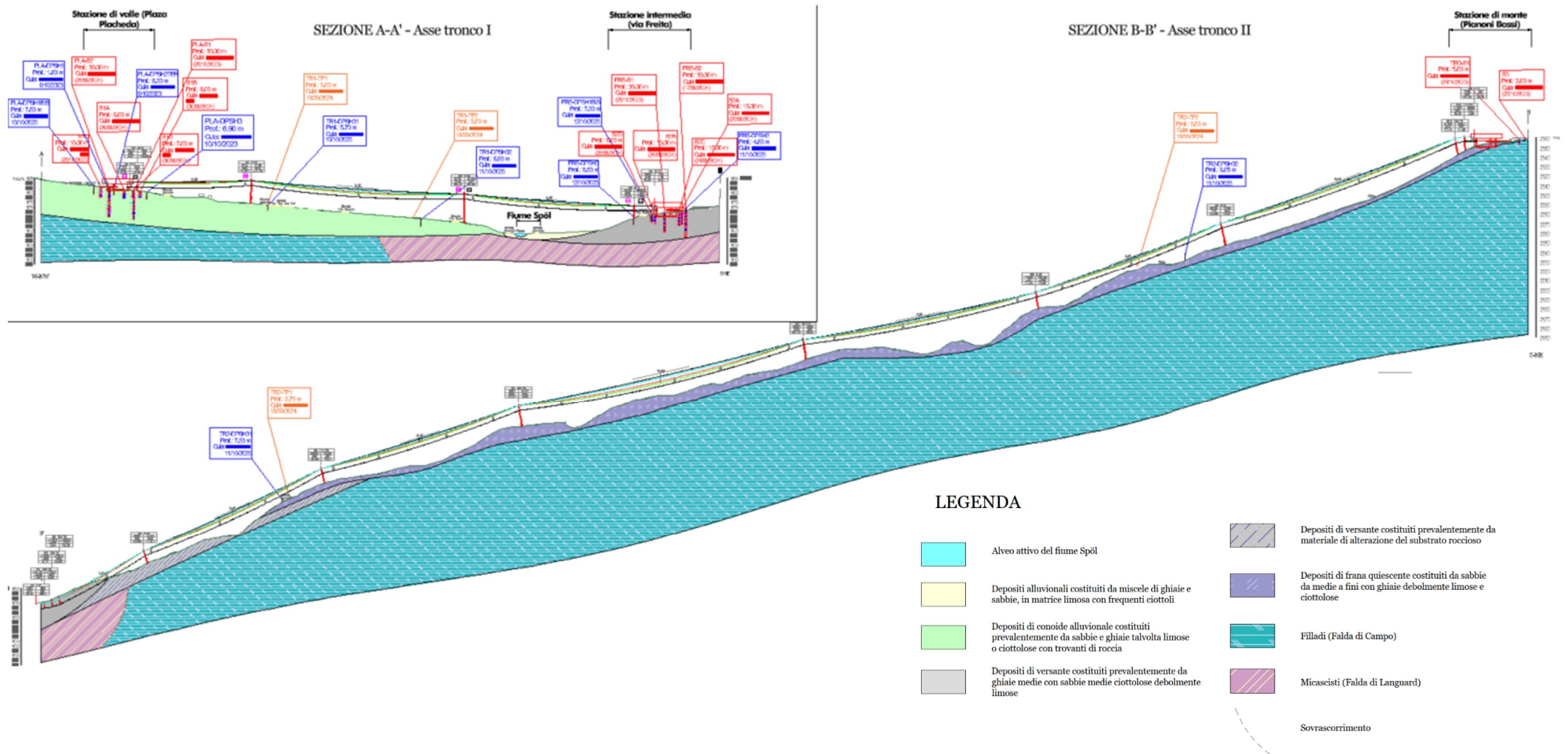


Figura 30 – Stralcio delle sezioni litostratimetriche A-A' e B-B' dell'elaborato Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.

8 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Gli studi effettuati e le indagini svolte hanno consentito di formulare le seguenti considerazioni conclusive:

1. L'assetto del territorio desunto da rilievi di campagna e dallo studio della documentazione pregressa, evidenzia che l'area di progetto si colloca a cavallo tra la Falda di Languard a sud e la Falda di Campo a nord, che costituiscono il substrato roccioso metamorfico, rappresentato da micascisti e gneiss la prima e filladi la seconda.
2. I materiali superficiali affioranti sono caratterizzati da depositi alluvionali e di versante che rispecchiano le caratteristiche dell'area di alimentazione. Alla testata della valle in esame prevalgono depositi più grossolani e/o ciottoli e massi, mentre nella parte terminale dominano le ghiaie e sabbie con maggiore contenuto di fine.
3. Gli studi di dettaglio condotti a supporto del PGT di Livigno (cfr. cap. 4.2) hanno evidenziato che:
 - a. l'edificio di conoide alluvionale interessato dalla stazione di valle di Plaza Placheda e buona parte dell'asse del tronco I, è definito dalla cartografia PAI "area di conoide non recentemente attivatosi o completamente protetta (Cn)". Di fatto, il versante "Carosello" non presenta dissesti in atto, quindi, sulla base delle indagini e dei rilievi eseguiti non si ritengono necessari interventi di messa in sicurezza.
 - b. Gran parte del versante "Mottolino", in cui ricade la stazione di monte e, quasi interamente, l'asse del tronco II, ricadono in "aree di frana quiescente Fq".
4. Dall'analisi della "Carta di fattibilità geologica", redatta nell'ambito della componente geologica del PGT di Livigno, emerge che l'opera in progetto ricade quasi interamente nelle aree di Classe 3 (fattibilità con consistenti limitazioni), ad esclusione di due porzioni dell'asse del tronco II ricadenti nelle aree di Classe 4 (fattibilità con gravi limitazioni) dovute al rischio valanghe.
5. Dati interferometrici, relativi al quadriennio 2019 e 2023, riferiti ai punti dell'area in studio, mostrano che, in generale, le aree di frana quiescente che interessano il versante in esame non presentano nessun tipo di attività nel periodo di riferimento. In relazione alla potenziale attività di frana, tuttavia, si ritiene necessario che nella successiva fase progettuale vengano acquisiti ulteriori elementi sulla base di indagini dirette (sondaggi profondi a carotaggio continuo attrezzati con inclinometri), che consentano la verifica ed il monitoraggio di eventuali superfici di scorrimento a profondità significative.
6. Le caratteristiche litostratigrafiche del sottosuolo interessato dalle opere in progetto sono state indagate mediante l'esecuzione di una campagna geognostica, eseguita nei mesi di ottobre 2023 e settembre 2024, che ha previsto la realizzazione, nel complesso, di n° 14 sondaggi a carotaggio continuo, di cui n° 4 attrezzati con piezometro, con l'esecuzione di prove pressiometriche in foro e prelievo di campioni rimaneggiati sottoposti a prove di laboratorio geotecnico e ambientale, n° 14 prove penetrometriche dinamiche, n° 2 scavi esplorativi e n° 3 indagini tomografiche sismiche a rifrazione.
7. Il quadro stratigrafico locale, descritto nel capitolo 7, e raffigurato nelle sezioni dell'elaborato LCI.00.00_PF_GN.00_SI_SZ.001, può essere così sintetizzato:
 - o Stazione di monte (Pianoni Bassi)
 - il substrato roccioso, intercettato esclusivamente dal sondaggio TEO-S1 realizzato a quota circa 2358 m s.l.m., alla profondità di 2,20 m dal p.c., è rappresentato da rocce scistose fratturate di colore grigio scuro riferibili alle filladi della Falda di Campo. Al di sopra sono presenti terreni prevalentemente sabbiosi con ghiaie debolmente limose e ciottolose, riferibili agli accumuli di frane quiescenti che occupano estesamente il versante "Mottolino" e che raggiungono spessori mediamente inferiori a 10 metri lungo tutto il versante.
 - o Stazione intermedia (via Freita)
 - L'area di fondovalle è caratterizzata dalla presenza di depositi prevalentemente granulari costituiti da ghiaie medie con sabbie medie ciottolose debolmente limose; la componente fine argilloso-limosa aumenta con la profondità a partire da circa 12,00÷17,00 m di profondità da p.c.. Questi materiali superficiali si caratterizzano come depositi di versante che occupano le porzioni di fondovalle alla base degli stessi originatisi per alterazione del substrato roccioso e rimobilitazione di depositi preesistenti di frane, controllati principalmente dalla gravità.
 - o Stazione di valle (Plaza Placheda)

- Nel settore più a ovest dell'impianto in progetto si rinvencono depositi superficiali di origine alluvionale (conoide) fino alla massima profondità indagata dai sondaggi eseguiti, pari a 30,00 m da p.c. Tali depositi sono costituiti prevalentemente da ghiaie medie angolose con sabbie talvolta limose e ciottolose e, più in profondità, argillose. Localmente, all'interno del sondaggio PLA-S1 ad una profondità di circa 20,60 m da p.c., si intercettano delle brecce di versante debolmente cementate, costituite da ghiaie medie angolose con sabbia media e in matrice argillosa.

Fatto salvo quanto sopra esposto, si evidenzia che ritiene necessario eseguire un'ulteriore campagna indagini geognostiche propedeutica al Progetto Esecutivo delle opere in progetto, al fine di indagare le aree interessate dagli interventi attualmente prive di informazioni e poter avere un quadro conoscitivo più chiaro del contesto territoriale.

Risulta necessario, inoltre, prevedere il monitoraggio periodico delle falde nei piezometri già installati, onde valutarne le oscillazioni stagionali.

9 BIBLIOGRAFIA

Agostoni S., Laffi R. Sciesa E. (1997), Centri instabili della Provincia di Sondrio, pubblicazione CNR – GNDCI n. 1580.

APAT, Manuali e linee guida, "Fenomeni di dissesto geologico-idraulico sui versanti – Classificazione e simbologia" (2006), Roma.

AA.VV., Valutazione della pericolosità e del rischio da frana in Lombardia, Regione Lombardia - settore Territorio e Ambiente -, 2001.

Bariffi A., Lambrugo M., (2009) – Studio e perimetrazione delle aree a rischio valanghivo secondo i criteri del D.G.R. 22 dicembre 2005 n.8/1566 e success. integrazioni, con revisione e aggiornamento dello stato di fatto – Revisione e aggiornamento del Piano Valanghe del Comune di Livigno (SO)

Berra Fabrizio, (1994), "Stratigrafia e paleogeografia del Triassico superiore delle falda Ortles e Quattervals (Austroalpino Superiore in Lombardia)", Tesi di Dottorato, Università degli Studi di Milano, Milano.

Bassanelli D., (2009). Perimetrazione delle aree in frana – Versante a monte della località Teola. Studio di dettaglio a supporto del PGT di Livigno.

Carta Geologica d'Italia – Foglio 8 Bormio (1:100.000).

Carta Geologica d'Italia – Foglio 024 Bormio (1:50.000) – Progetto CARG, Regione Lombardia.

Conti P., "La Falda austroalpina dell'Ortles e l'evoluzione tettonica delle Dolomiti dell'Engadina" (Svizzera – Italia), Mem. Descr. Carta Geol. d'It. 1989.

Marchetti Mauro (2000), "Geomorfologia Fluviale", Pitagora editrice, Bologna.

Mario Govi, Ornella Turitto (1994) "Ricerche Bibliografiche per un catalogo sulle inondazioni, piene torrentizie e frane in Valtellina e Valchiavenna", Quaderni di studi e di documentazione n. 16, Associazione Mineraria Subalpina, Torino.

Nucci R. & Mauri A., *The glaciers of the Livigno area (Lombardy Alps); recent variations and relations with the climate* (2005).

Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) – Interventi sulla rete idrografica e sui versanti - 7. Norme di Attuazione.

Rappelli Federico (2008), "Definizione delle soglie pluviometriche d'innescio di frane superficiali e colate torrentizie: accorpamento per aree omogenee", Istituto regionale di Ricerca della Lombardia, Milano.

Regione Lombardia, Milano, Quaderni regionali di ricerca n. 34, "Il rischio idraulico nelle aree di conoide" (1999).

Regione Lombardia e Consiglio Nazionale delle Ricerche, Milano. "Analisi di stabilità in condizioni statiche e pseudo statiche di alcune tipologie di frane di crollo finalizzata alla stesura di modelli di indagine e intervento" (2001).

Regione Lombardia, Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, foglio 024 Bormio

Sacchi G., Luciani D., (2009). Perimetrazione delle aree in dissesto per fenomeni di trasporto in massa su conoidi – Versante compreso tra il Rin Mariola e il Rin S. Giovanni. Studio di dettaglio a supporto del PGT di Livigno.

Sacchi G., Luciani D., Bassanelli D., (2011). Perimetrazione delle aree in dissesto per fenomeni di trasporto in massa su conoidi – Bacino idrografico del torrente Rin Gemello. Studio di dettaglio a supporto del PGT di Livigno.

Società Geologica Italiana, Roma, Alpi e Prealpi Lombarde (1990), in Guide Geologiche Regionali

Schmid S.M. & Hass R. (1989), Transition from near-surface thrusting to intrabasament décollement, Schlinig thrust, Eastern Alps. Tectonics, 8, pp 697-718, Washington.

PIANI URBANISTICI

DOCUMENTO SEMPLIFICATO DI RISCHIO IDRAULICO - <https://www.multipian.servizirl.it/rimweb/pub/rimweb>

PGT - <https://www.comunecortinadampezzo.bl.it/Documenti-e-dati/Normative/Prg-2000>

PTCP - <https://www.provinciasondrio.it/servizio-pianificazione-territoriale/ptcp-piano-territoriale-coordinamento-provinciale>

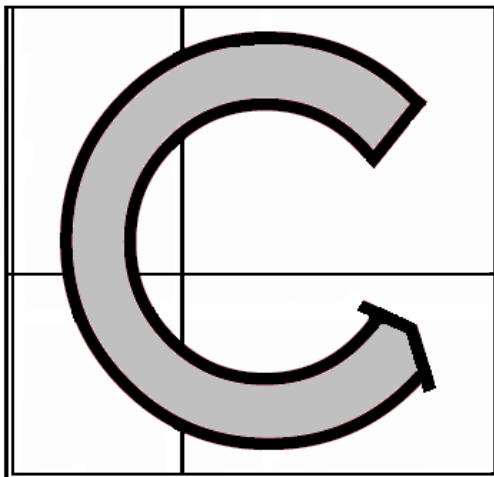
RISORSE WEB

Geoportale Provincia di Sondrio - <https://webgis.provinciasondrio.it/map/?mapset=geoportale>

Geoportale Regione Lombardia – <https://www.geoportale.regione.lombardia.it/>

ALL. 1 – INDAGINI GEOGNOSTICHE

CAMPAGNA INDAGINI 2023



STUDIO TECNICO

Geom. UGO CELOTTI S.R.L.

VIA MINCIO 22 - CAP 20139 MILANO - TEL. 025393977 r.a. - 025392262 FAX
e-mail: studiocelotti@studiocelotti.it

INDAGINI GEOGNOSTICHE - PROVE SU TERRENI DI FONDAZIONE
RICERCHE IDROLOGICHE AMBIENTALI - STRUMENTAZIONI GEOTECNICHE
PERFORAZIONI PROFONDE PER GEOTERMIA PER DISPERSORI PER STRUMENTAZIONI
RILIEVI TOPOGRAFICI - PROSPEZIONI GEOFISICHE E GEOELETTICHE

COMUNE DI LIVIGNO
Plaza dal Comun n. 93 - LIVIGNO (Sondrio)

Indagini geognostiche, geotecniche ed ambientali eseguite nei terreni interessati dall'opera pubblica denominata Venues - Sedi ed Impianti Olimpici - Collegamento dei versanti sciistici est ed ovest in comune di Livigno (Sondrio) - Piazza Placheda.

SONDAGGIO GEOGNOSTICO E GEOTECNICO N. PLA-S1

SONDAGGIO GEOGNOSTICO ED AMBIENTALE N. S1C

PROVE PENETROMETRICHE NN. PLA-DPSH1 - PLA-DPSH1BIS - PLA-DPSH2

PLA-DPSH2BIS - PLA-DPSH2TER - PLA-DPSH3

Disegno n. 7530/1A

Data: Novembre 2023

N.B. - Lo zero di riferimento delle profondità coincide con il piano d'inizio dei sondaggi.

La quota s.l.m. indicata sulle stratigrafie è stata rilevata con strumentazione GPS.

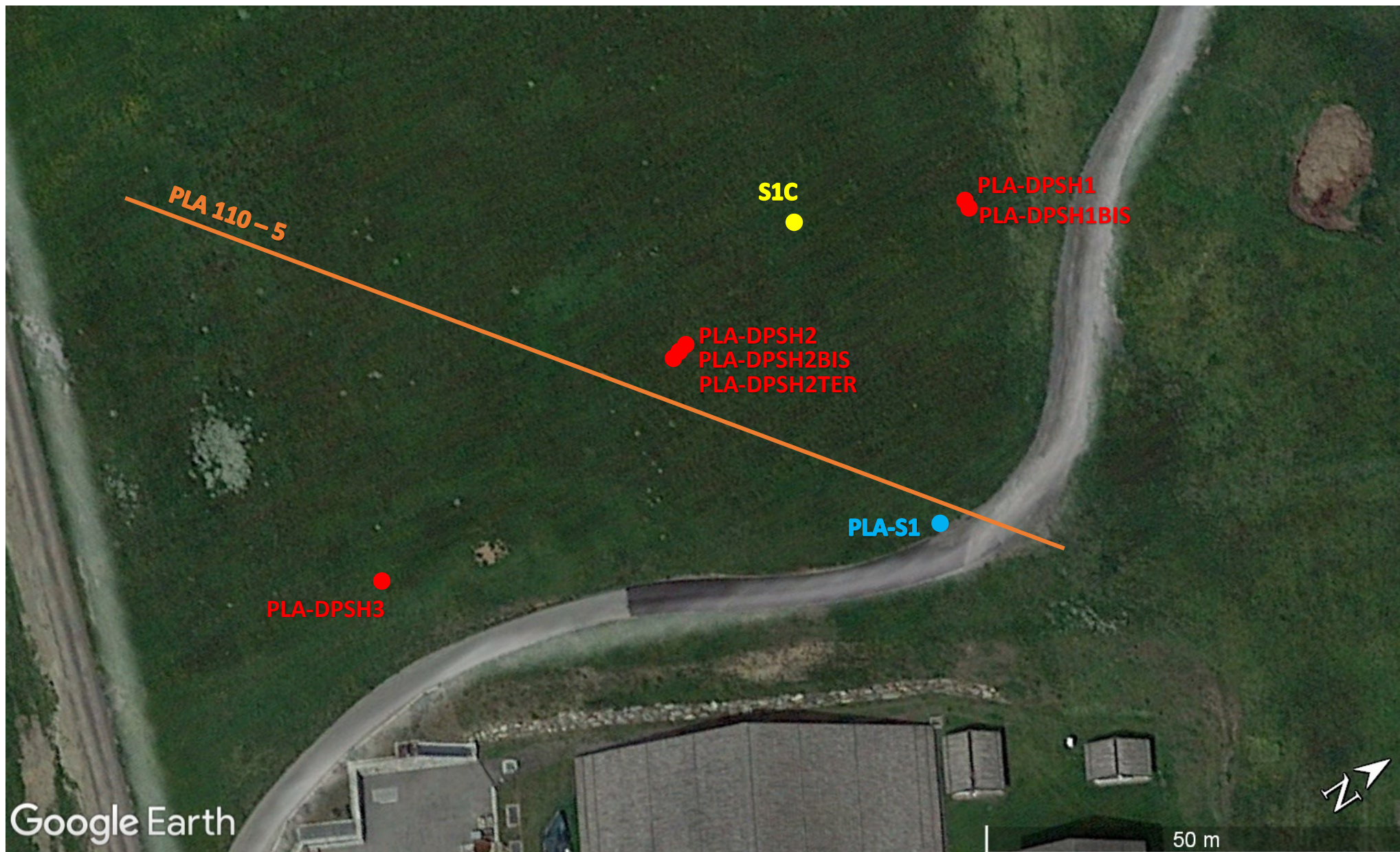
● PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

● SONDAGGIO GEOGNOSTICO GEOTECNICO

● SONDAGGIO GEOGNOSTICO AMBIENTALE

— SISMICA A RIFRAZIONE

PLANIMETRIA





SONDAGGIO GEOGNOSTICO N° PLA-S1

DATA: 25-10-2023

Dis. n°: 7530

Località: LIVIGNO

Inizio sondaggio m. 0.00

Inizio sondaggio m +1886.680 slm

Fine sondaggio m. 30.0

Scala 1:100	R.Q.D. 20406080	Campioni	Profondità'	Stratigrafia	Descrizione	Piezometro	Acqua	N° colpi SPT
1			0.6		Sabbia media con limo debolmente ciottolosa - colore: marrone scuro.			
2			1.4		Sabbia media con ghiaia media limosa - colore: marrone chiaro/giallastro.			
3		A = Rim	2.0		Sabbia media con ghiaia media sub-angolosa ciottolosa (ciottoli angolosi) - colore: grigio chiaro.			
4			3.0					28 18 24
5		B = Rim	4.0					
6			5.0					
7			7.0					
8		C = Rim	8.0					
9			7.9 8.1		Frammenti di trovante di roccia gneissica - colore: grigio chiaro.			
10					Ghiaia media angolosa con sabbia media ciottolosa (ciottoli angolosi) - colore: grigio chiaro/grigio.			
11		D = Rim	10.0					
12			11.0					
13						12.0		
14		E = Rim	13.0				12.55	23 6 39
15			14.6		Sabbia media con argilla ghiaiosa (ghiaia media angolosa) - colore: marrone chiaro/grigio chiaro.			
16								50 39 x cm 5
17		F = Rim	16.0					
18			16.8		Argilla con sabbia media ghiaiosa (ghiaia fine) - colore: marrone chiaro/grigio chiaro. Presenza di rari e sparsi ciottoli.			
19								50 49 x cm 1
20		G = Rim	19.0					
			20.0					

N.B.: ● SPT con punta conica 60°.



SONDAGGIO GEOGNOSTICO N° PLA-S1

DATA: 25-10-2023

Dis. n°: 7530

Località: LIVIGNO

Inizio sondaggio m. 0.00

Inizio sondaggio m +1886.680 slm

Fine sondaggio m. 30.0

Scala 1:100	R.Q.D.	Campioni	Profondità'	Stratigrafia	Descrizione	Piezometro	Acqua	N° colpi SPT
21	20406080		20.6		Trovante gneissico compatto - colore: grigio/bianco.			
22					Breccia di versante semilitoride costituita da ghiaia media angolosa con sabbia media in matrice argillosa - colore: marrone chiaro. Presenza di trovanti gneissici tra m -22.0 e m -22.1 e tra m -22.6 e m -22.7.			
23								
24								
25								
26			25.5		Ghiaia media con sabbia media ciottolosa - colore: grigio.			
27			27.2		Argilla con sabbia media ghiaiosa (ghiaia fine) - colore: grigio.			
28								
29								
30			30.0			30.0		
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								

N.B.: ● SPT con punta conica 60°.

LOC. **PLACHEDA**

SONDAGGIO: **PLA-S1**

Da 0.00-5.00 m



Da 5.00-10.00 m



Da 10.00-15.00 m



Da 15.00-20.00 m



Da 20.00-25.00 m



Da 25.00-30.00 m





SONDAGGIO GEOGNOSTICO N° S1C

DATA: 23-10-2023

Dis. n°: 7530

Località: LIVIGNO

Inizio sondaggio m. 0.00

Inizio sondaggio m +1890.326 slm

Fine sondaggio m. 10.0

Scala 1:100	R.Q.D.	Campioni	Profondità'	Stratigrafia	Descrizione	Piezometro	Acqua	N° colpi SPT
	20406080	0.0						
1		0.1C_01 = Fin	0.6		Sabbia media limosa ghiaiosa (ghiaia media) - colore: marrone.			
2		1.0			Sabbia media con ghiaia media angolosa ciottolosa (ciottoli angolosi) - colore: grigio chiaro.			
3								
4								
5		4.5						
6		0.1C_02 = Fin						
7		5.5	6.1		Sabbia media con ghiaia media angolosa debolmente ciottolosa (ciottoli angolosi) - colore: grigio chiaro.			
8								
9		9.0						
10		0.1C_03 = Fin						
11		10.0	10.0					
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								

N.B.: Assenza di acqua fino a fondo foro.



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N° PLA-DPSH1

DATA: 9-10-2023

Disegno n° 7530

Località : LIVIGNO

Penetrometro con asta isolata dal terreno circostante

N = Numero di colpi/piede di affondamento con mazza battente da 160 libbre e volata da 30 pollici

== Punta 60° $\varnothing = 2''$

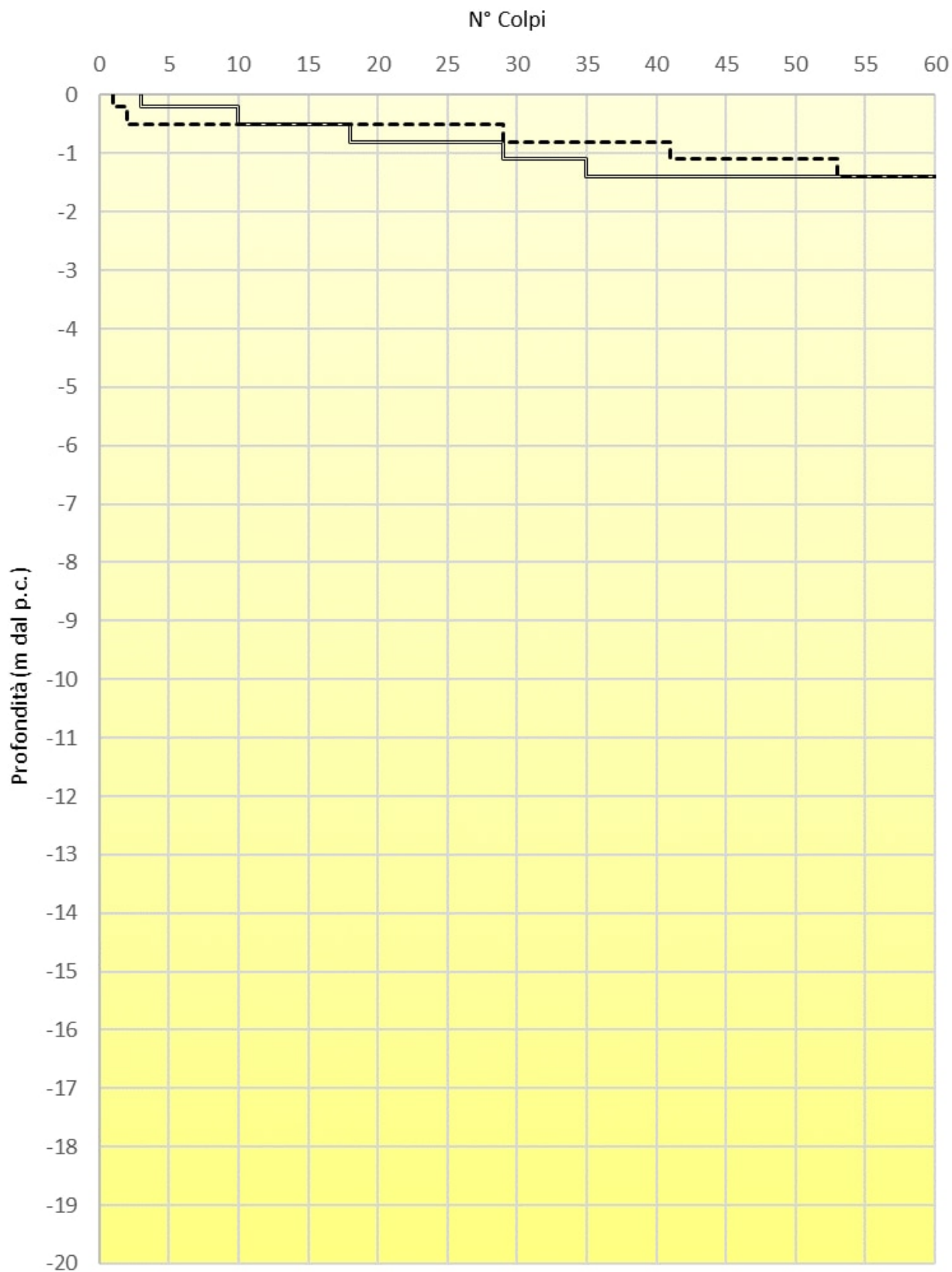
--- Tubazione di rivestimento $\varnothing = 1''\frac{1}{2}$

Inizio prova m 0.00

Inizio prova m +1891.163 s.l.m.

Fine prova m -1.80

Assenza acqua fino a m -1.40 poi foro ostruito





PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N° PLA-DPSH1BIS

DATA: 10-10-2023

Disegno n° 7530

Località : LIVIGNO

Penetrometro con asta isolata dal terreno circostante

N = Numero di colpi/piede di affondamento con mazza battente da 160 libbre e volata da 30 pollici

== Punta 60° $\varnothing = 2''$

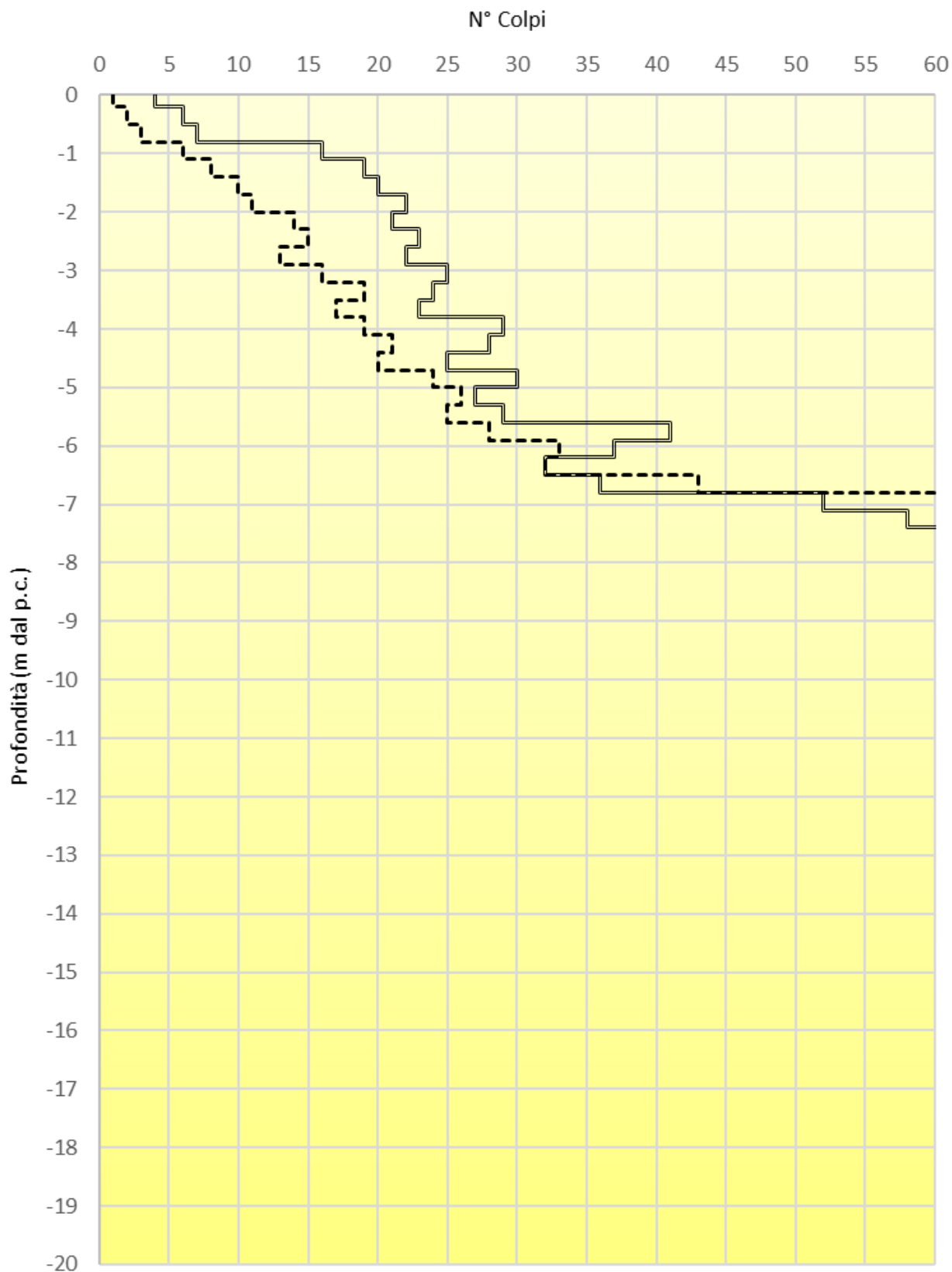
--- Tubazione di rivestimento $\varnothing = 1''\frac{1}{2}$

Inizio prova m 0.00

Inizio prova m +1891.314 s.l.m.

Fine prova m -7.50

Assenza acqua fino a m -1.20 poi foro ostruito





PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N° PLA-DPSH2

DATA: 9-10-2023

Disegno n° 7530

Località : LIVIGNO

Penetrometro con asta isolata dal terreno circostante

N = Numero di colpi/piede di affondamento con mazza battente da 160 libbre e volata da 30 pollici

== Punta 60° $\varnothing = 2''$

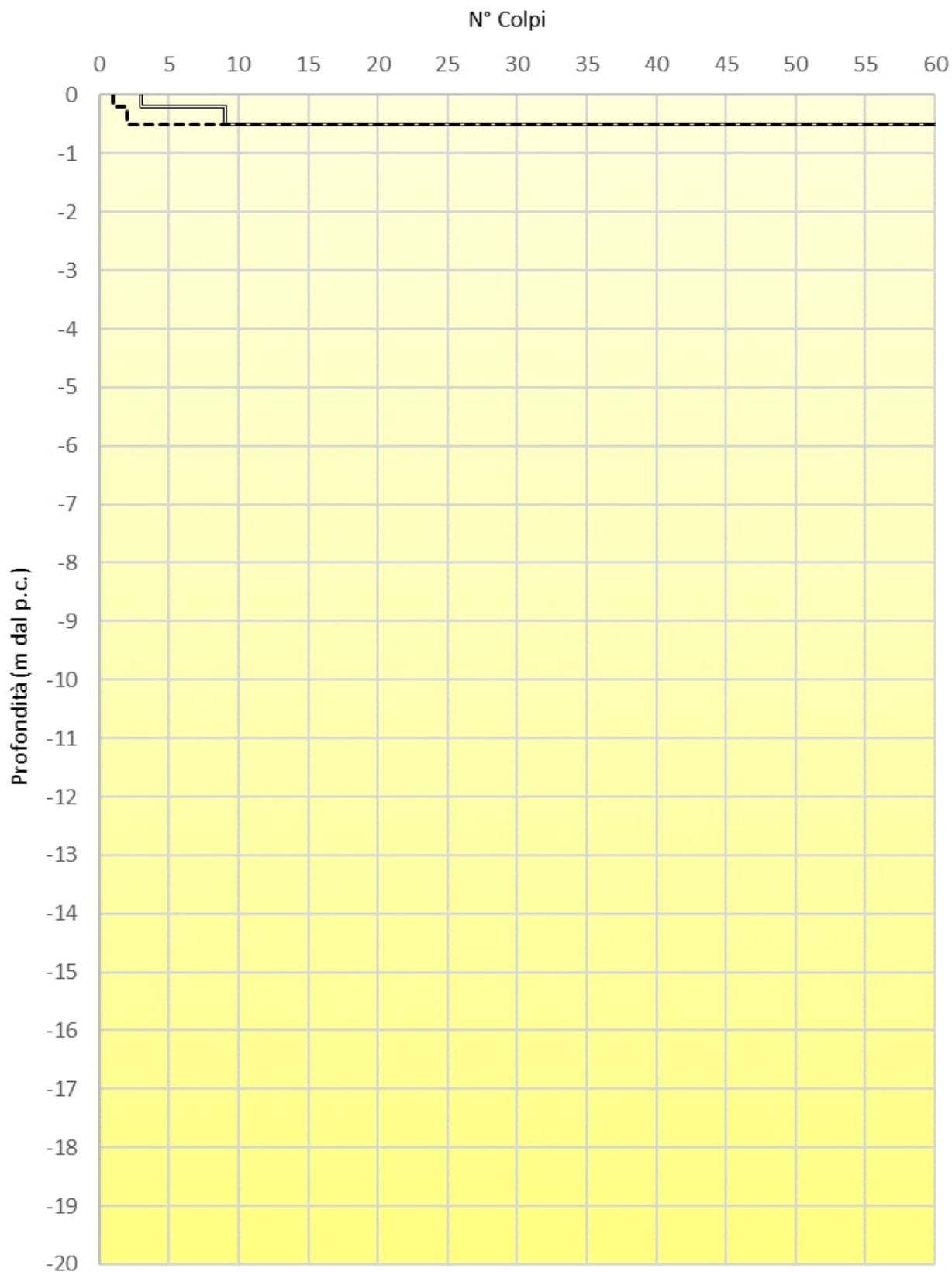
--- Tubazione di rivestimento $\varnothing = 1''\frac{1}{2}$

Inizio prova m 0.00

Inizio prova m +1888.504 s.l.m.

Fine prova m -0.70

Assenza acqua fino a m -0.50 poi foro ostruito





PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N° PLA-DPSH2BIS

DATA: 9-10-2023

Disegno n° 7530

Località : LIVIGNO

Penetrometro con asta isolata dal terreno circostante

N = Numero di colpi/piede di affondamento con mazza battente da 160 libbre e volata da 30 pollici

== Punta 60° $\varnothing = 2"$

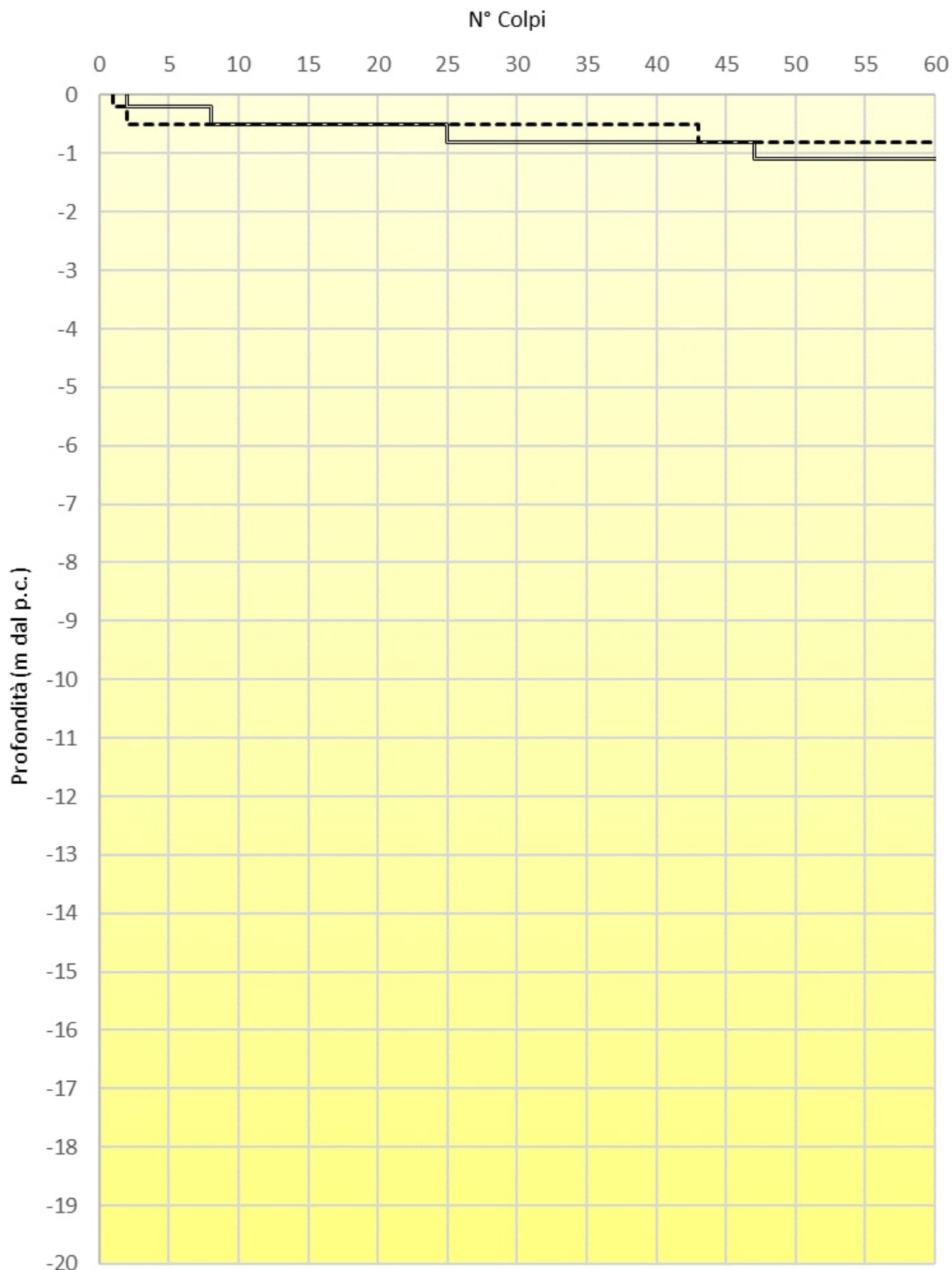
--- Tubazione di rivestimento $\varnothing = 1\frac{1}{2}"$

Inizio prova m 0.00

Inizio prova m +1888.631 s.l.m.

Fine prova m -1.25

Assenza acqua fino a m -0.90 poi foro ostruito





PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N° PLA-DPSH2TER

DATA: 9-10-2023

Disegno n° 7530

Località : LIVIGNO

Penetrometro con asta isolata dal terreno circostante

N = Numero di colpi/piede di affondamento con mazza battente da 160 libbre e volata da 30 pollici

== Punta 60° $\varnothing = 2''$

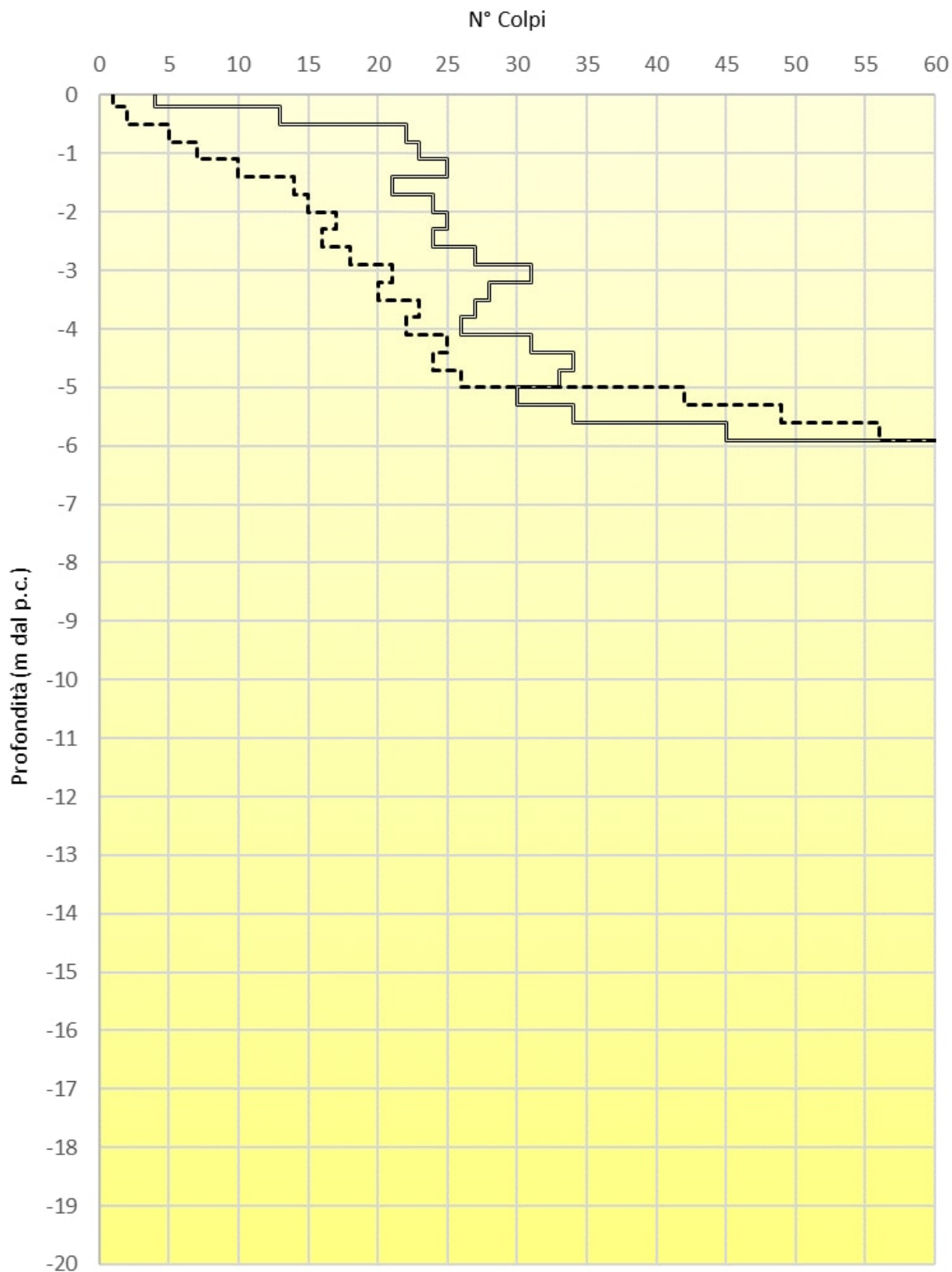
--- Tubazione di rivestimento $\varnothing = 1''\frac{1}{2}$

Inizio prova m 0.00

Inizio prova m +1888.856 s.l.m.

Fine prova m -6.30

Assenza acqua fino a m -1.60 poi foro ostruito





PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N° PLA-DPSH3

DATA: 10-10-2023

Disegno n° 7530

Località : LIVIGNO

Penetrometro con asta isolata dal terreno circostante

N = Numero di colpi/piede di affondamento con mazza battente da 160 libbre e volata da 30 pollici

== Punta 60° $\varnothing = 2''$

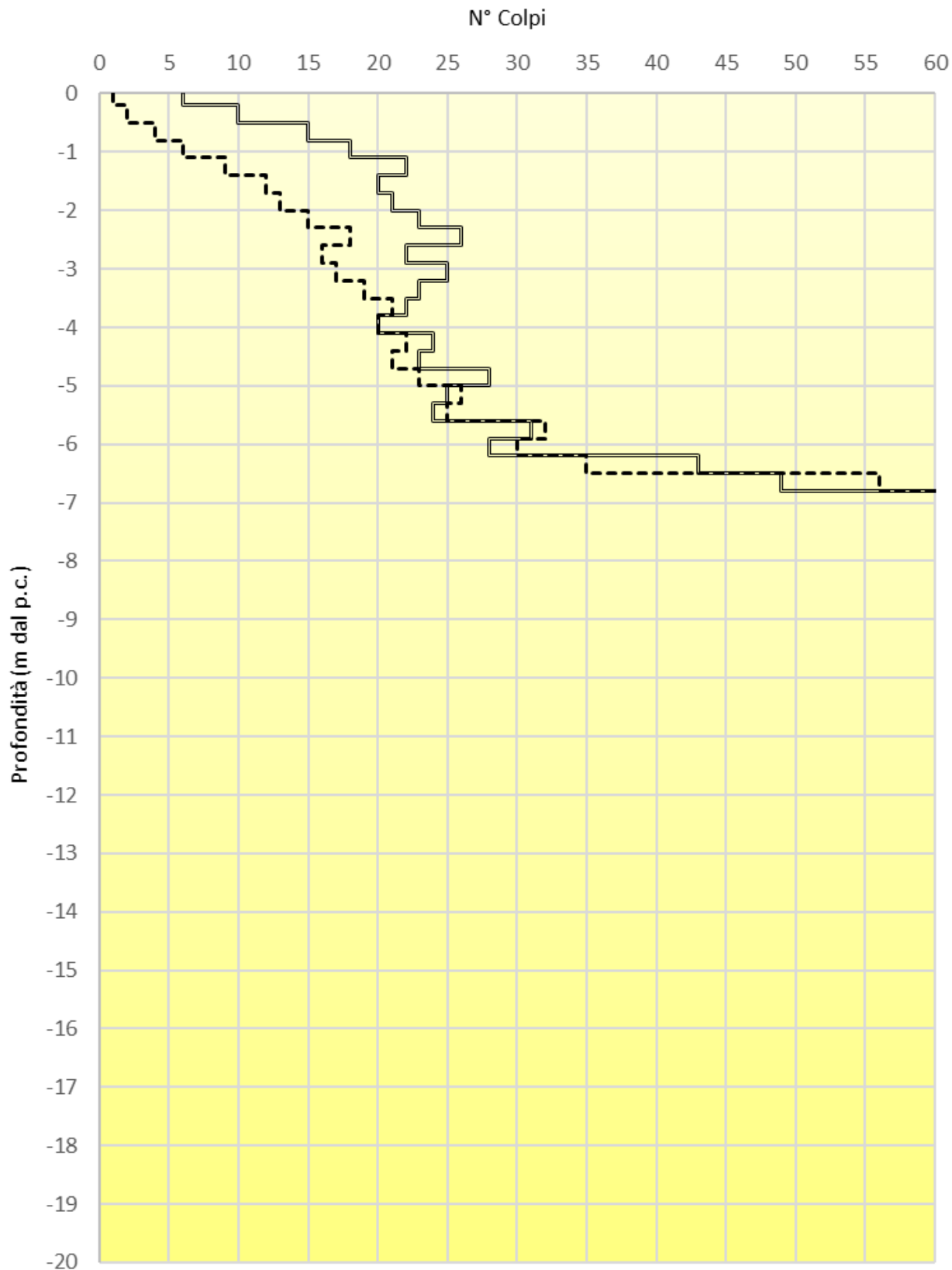
--- Tubazione di rivestimento $\varnothing = 1''\frac{1}{2}$

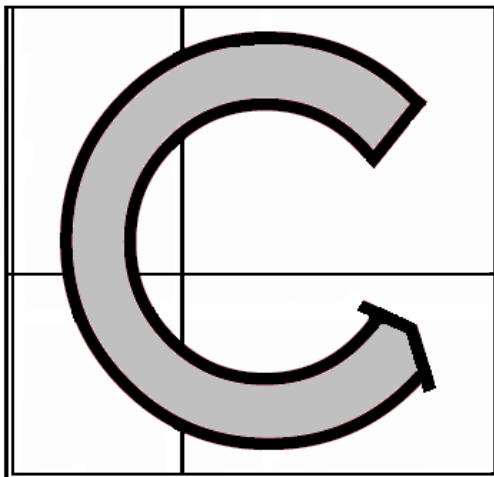
Inizio prova m 0.00

Inizio prova m +1938.136 s.l.m.

Fine prova m -6.90

Assenza acqua fino a m -0.80 poi foro ostruito





STUDIO TECNICO

Geom. UGO CELOTTI S.R.L.

VIA MINCIO 22 - CAP 20139 MILANO - TEL. 025393977 r.a. - 025392262 FAX
e-mail: studiocelotti@studiocelotti.it

INDAGINI GEOGNOSTICHE - PROVE SU TERRENI DI FONDAZIONE
RICERCHE IDROLOGICHE AMBIENTALI - STRUMENTAZIONI GEOTECNICHE
PERFORAZIONI PROFONDE PER GEOTERMIA PER DISPERSORI PER STRUMENTAZIONI
RILIEVI TOPOGRAFICI - PROSPEZIONI GEOFISICHE E GEOELETTRICHE

COMUNE DI LIVIGNO
Plaza dal Comun n. 93 - LIVIGNO (Sondrio)

Indagini geognostiche, geotecniche ed ambientali eseguite nei terreni interessati dall'opera pubblica denominata Venues - Sedi ed Impianti Olimpici - Collegamento dei versanti sciistici est ed ovest in comune di Livigno (Sondrio) - Tronco 1.

PROVE PENETROMETRICHE NN. TR1-DPSH01 - TR1-DPSH02

Disegno n. 7530/1B

Data: Novembre 2023

N.B. - Lo zero di riferimento delle profondità coincide con il piano d'inizio dei sondaggi.
La quota s.l.m. indicata sulle stratigrafie è stata rilevata con strumentazione GPS.

● PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

PLANIMETRIA





PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N° TR1-DPSH02

Disegno n° 7530

DATA: 11-10-2023

Località : LIVIGNO

Penetrometro con asta isolata dal terreno circostante

N = Numero di colpi/piede di affondamento con mazza battente da 160 libbre e volata da 30 pollici

== Punta 60° $\phi = 2''$

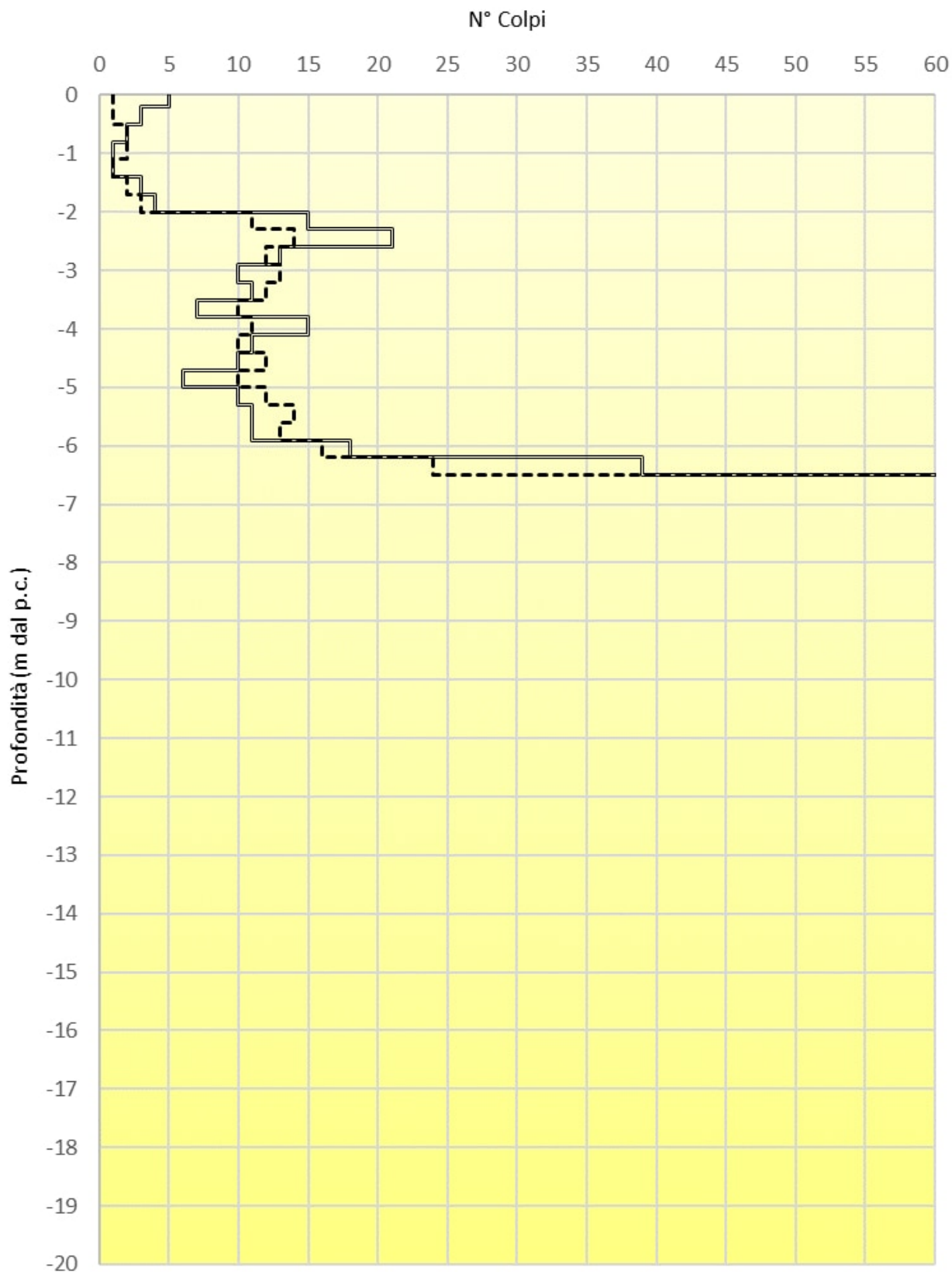
--- Tubazione di rivestimento $\phi = 1''\frac{1}{2}$

Inizio prova m 0.00

Inizio prova m +1857.153 s.l.m.

Fine prova m -6.90

Assenza acqua fino a m -0.80 poi foro ostruito





PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N° TR1-DPSH01

DATA: 10-10-2023

Disegno n° 7530

Località : LIVIGNO

Penetrometro con asta isolata dal terreno circostante

N = Numero di colpi/piede di affondamento con mazza battente da 160 libbre e volata da 30 pollici

== Punta 60° $\varnothing = 2"$

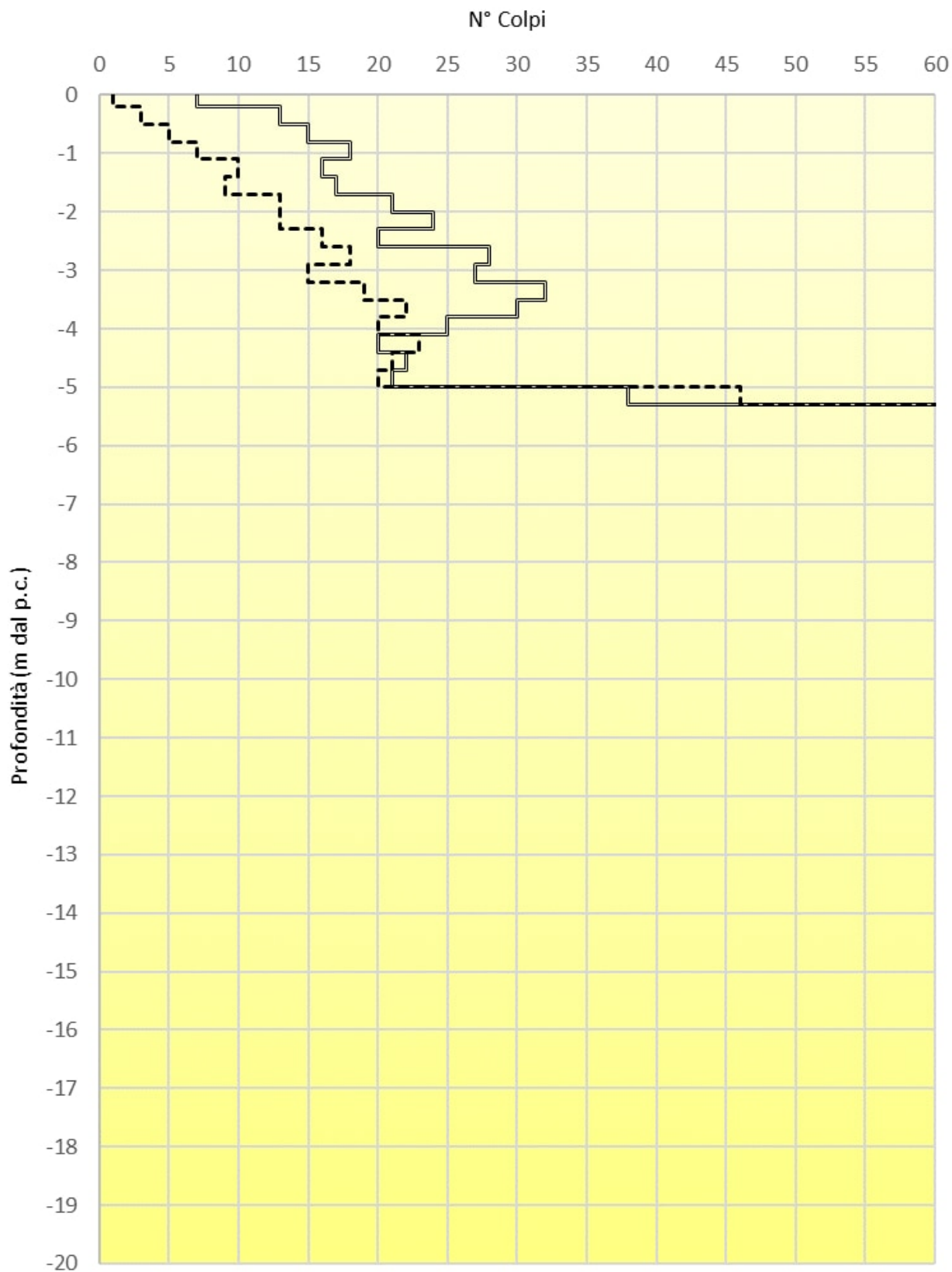
--- Tubazione di rivestimento $\varnothing = 1\frac{1}{2}"$

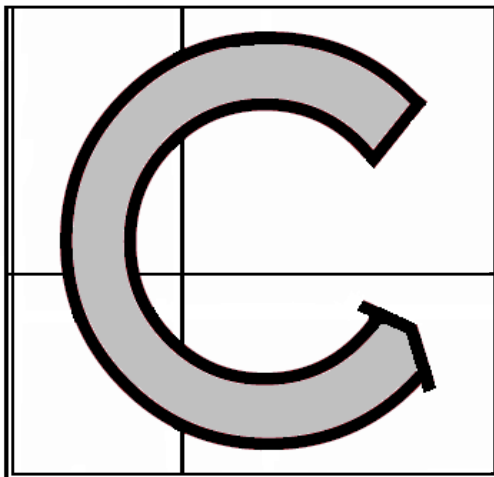
Inizio prova m 0.00

Inizio prova m +1871.370 s.l.m.

Fine prova m -5.70

Assenza acqua fino a m -0.70 poi foro ostruito





STUDIO TECNICO

Geom. UGO CELOTTI S.R.L.

VIA MINCIO 22 - CAP 20139 MILANO - TEL. 025393977 r.a. - 025392262 FAX
e-mail: studiocelotti@studiocelotti.it

INDAGINI GEOGNOSTICHE - PROVE SU TERRENI DI FONDAZIONE
RICERCHE IDROLOGICHE AMBIENTALI - STRUMENTAZIONI GEOTECNICHE
PERFORAZIONI PROFONDE PER GEOTERMIA PER DISPERSORI PER STRUMENTAZIONI
RILIEVI TOPOGRAFICI - PROSPEZIONI GEOFISICHE E GEOELETTRICHE

COMUNE DI LIVIGNO
Plaza dal Comun n. 93 - LIVIGNO (Sondrio)

Indagini geognostiche, geotecniche ed ambientali eseguite nei terreni interessati dall'opera pubblica denominata Venues - Sedi ed Impianti Olimpici - Collegamento dei versanti sciistici est ed ovest in comune di Livigno (Sondrio) - Via Freita.

SONDAGGIO GEOGNOSTICO E GEOTECNICO N. FRE-S1
PROVE PENETROMETRICHE NN. FRE-DPSH1 - FRE-DPSH1BIS - FRE-DPSH2 - FRE-DPSH3

Disegno n. 7530/1D

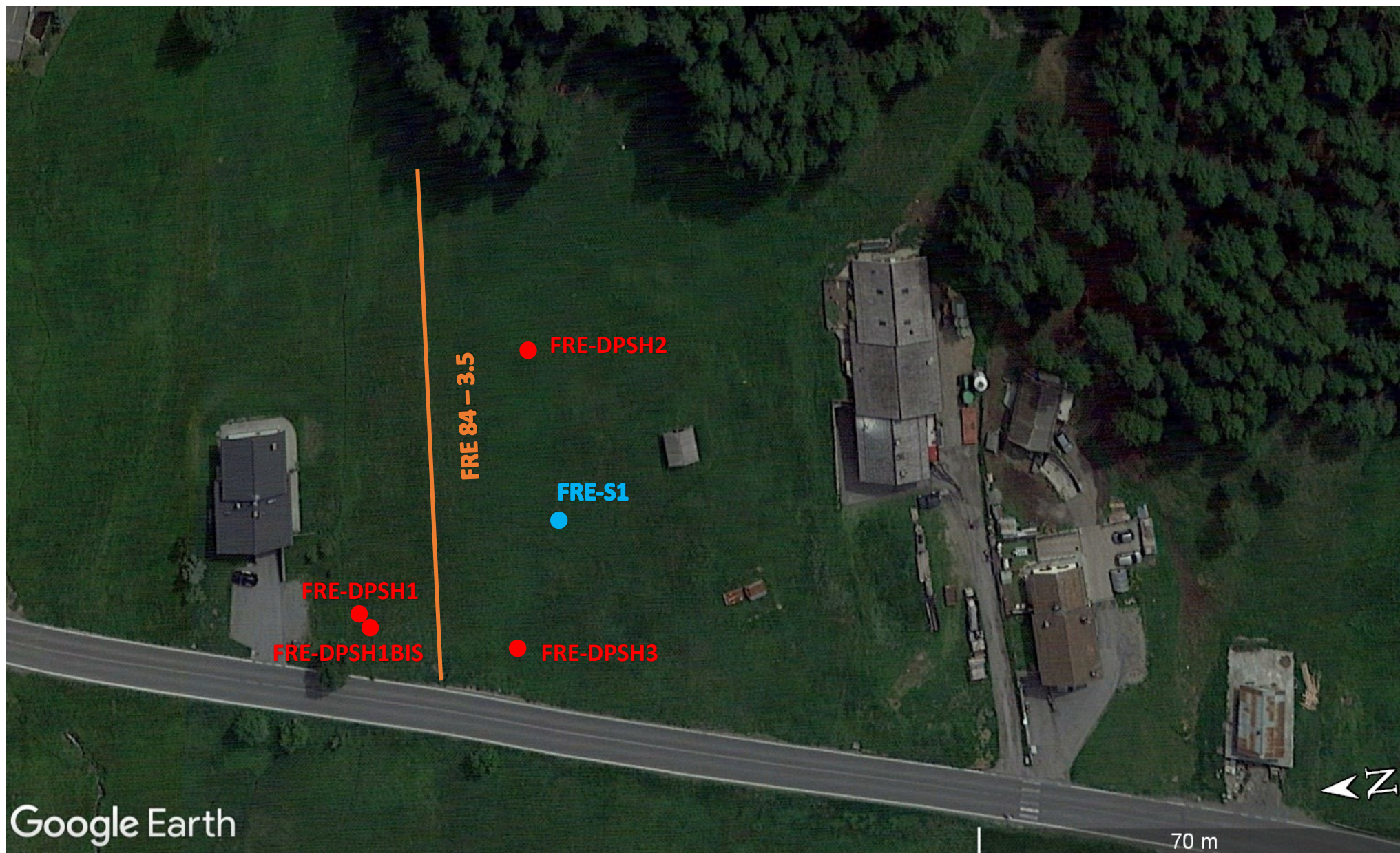
Data: Novembre 2023

N.B. - Lo zero di riferimento delle profondità coincide con il piano d'inizio dei sondaggi.
La quota s.l.m. indicata sulle stratigrafie è stata rilevata con strumentazione GPS.

- PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE
- SONDAGGIO GEOGNOSTICO GEOTECNICO

— SISMICA A RIFRAZIONE

PLANIMETRIA





SONDAGGIO GEOGNOSTICO N° FRE-S1

DATA: 25-10-2023

Dis. n°: 7530

Località: LIVIGNO

Inizio sondaggio m. 0.00

Inizio sondaggio m +1863.825 slm

Fine sondaggio m. 20.0

Scala 1:100	R.Q.D. 20406080	Campioni	Profondità'	Stratigrafia	Descrizione	Piezometro	Acqua	N° colpi SPT
1			0.6		Sabbia media limosa ghiaiosa (ghiaia media) - colore: marrone.			
2			1.4 1.6		Sabbia media ghiaiosa (ghiaia fine) - colore: grigio chiaro.			
3		A = Rim	2.0 3.0		Frammenti di trovanete di roccia - colore: grigio. Ghiaia media sub-angolosa con sabbia media ciottolosa (ciottoli sub-angolosi) - colore: grigio chiaro.			36 21 21
4								
5			4.6					
6		B = Rim	5.0 6.0		Sabbia media con ghiaia media angolosa debolmente argillosa - colore: grigio.	6.0		
7							6.70	4 6 6
8								
9		C = Rim	8.0 9.0					
10					Sabbia media argillosa ghiaiosa (ghiaia media angolosa) - colore: marrone chiaro. Presenza di un trovanete di roccia scistosa compatta grigia tra m -11.7 e m -12.0.			27 7 34
11								
12		D = Rim	11.0 12.0					
13			12.3					50 x cm 8
14					Alternanze di livelli metrici di argilla con sabbia media ghiaiosa (ghiaia fine) e livelli decimetrici di ghiaia media angolosa con sabbia media - colore: grigio.			
15		E = Rim	14.0 15.0					
16								21 10 17
17								
18		F = Rim	17.0 18.0					
19								41 27 35
20			20.0			20.0		

N.B.: ● SPT con punta conica 60°.

LOC. **FREITA**

SONDAGGIO: **FRE-S1**

Da 0.00-5.00 m



Da 5.00-10.00 m



Da 10.00-15.00 m



Da 15.00-20.00 m





PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N° FRE-DPSH1

DATA: 12-10-2023

Disegno n° 7530

Località : LIVIGNO

Penetrometro con asta isolata dal terreno circostante

N = Numero di colpi/piede di affondamento con mazza battente da 160 libbre e volata da 30 pollici

== Punta 60° $\varnothing = 2"$

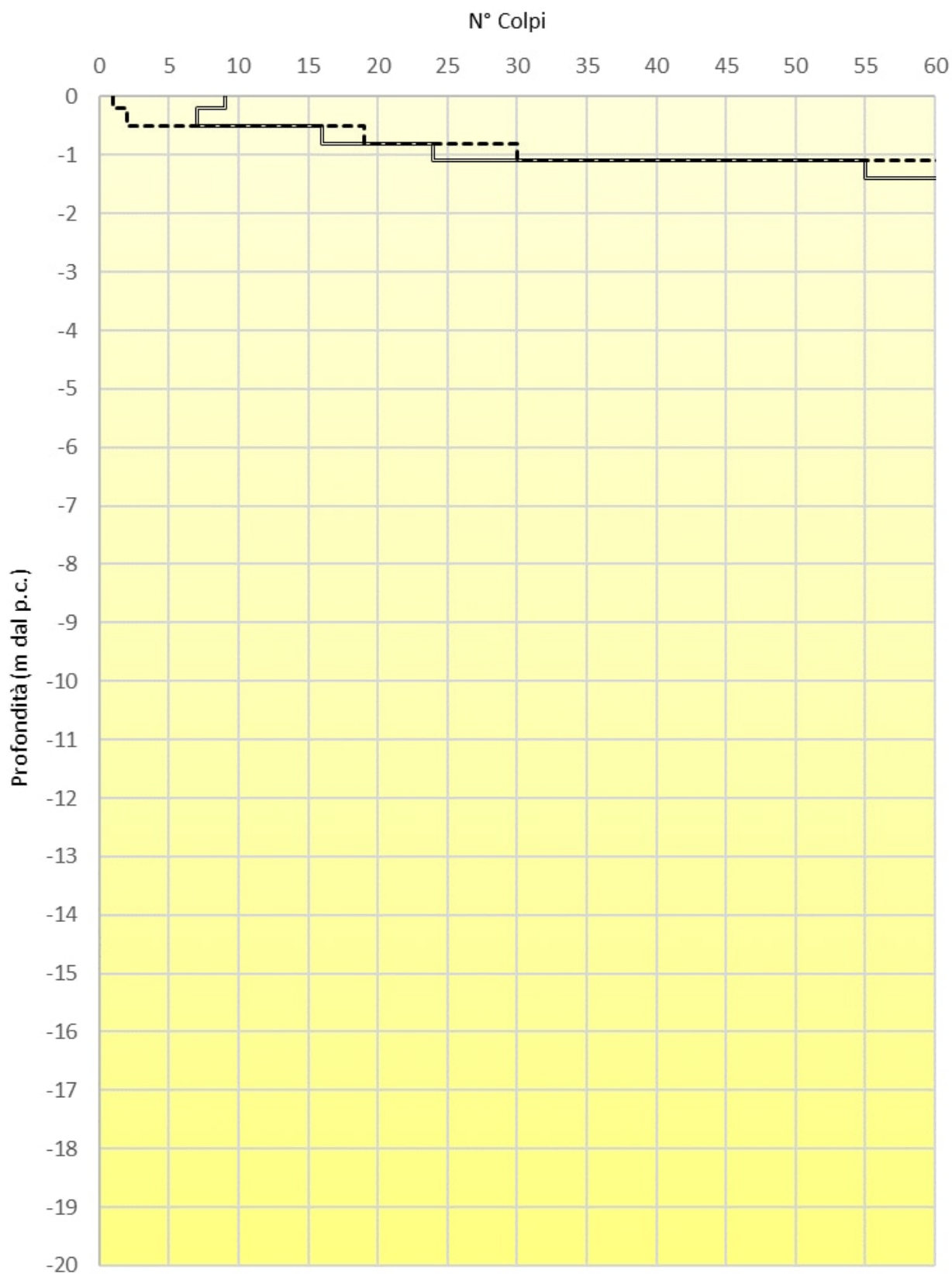
--- Tubazione di rivestimento $\varnothing = 1\frac{1}{2}"$

Inizio prova m 0.00

Inizio prova m +1862.176 s.l.m.

Fine prova m -1.50

Assenza acqua fino a m -0.70 poi foro ostruito





PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N° FRE-DPSH1BIS

DATA: 12-10-2023

Disegno n° 7530

Località : LIVIGNO

Penetrometro con asta isolata dal terreno circostante

N = Numero di colpi/piede di affondamento con mazza battente da 160 libbre e volata da 30 pollici

== Punta 60° $\phi = 2''$

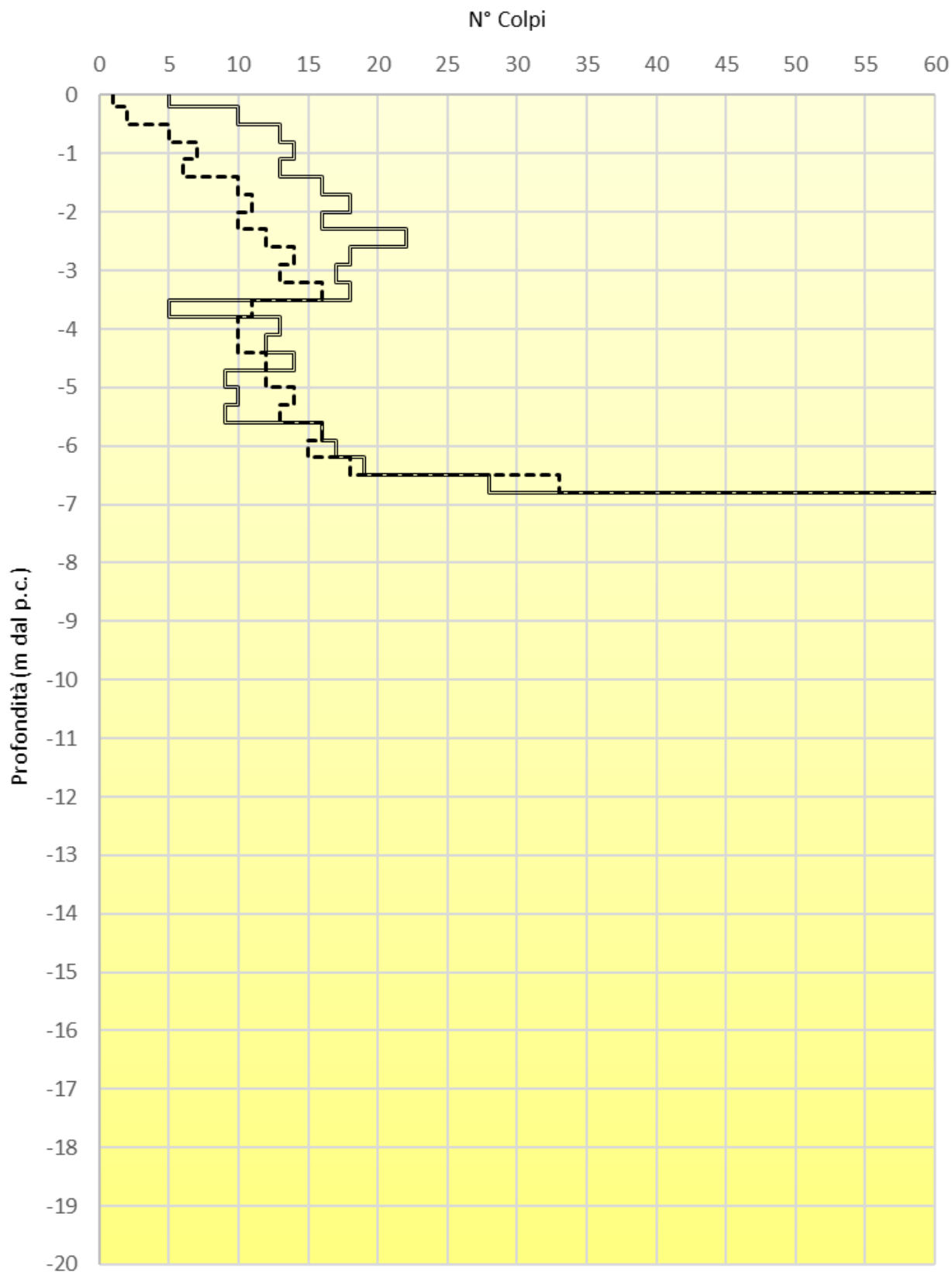
--- Tubazione di rivestimento $\phi = 1''\frac{1}{2}$

Inizio prova m 0.00

Inizio prova m +1862.183 s.l.m.

Fine prova m -7.30

Assenza acqua fino a m -1.10 poi foro ostruito





PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N° FRE-DPSH2

Disegno n° 7530

DATA: 11-10-2023

Località : LIVIGNO

Penetrometro con asta isolata dal terreno circostante

N = Numero di colpi/piede di affondamento con mazza battente da 160 libbre e volata da 30 pollici

== Punta 60° $\phi = 2''$

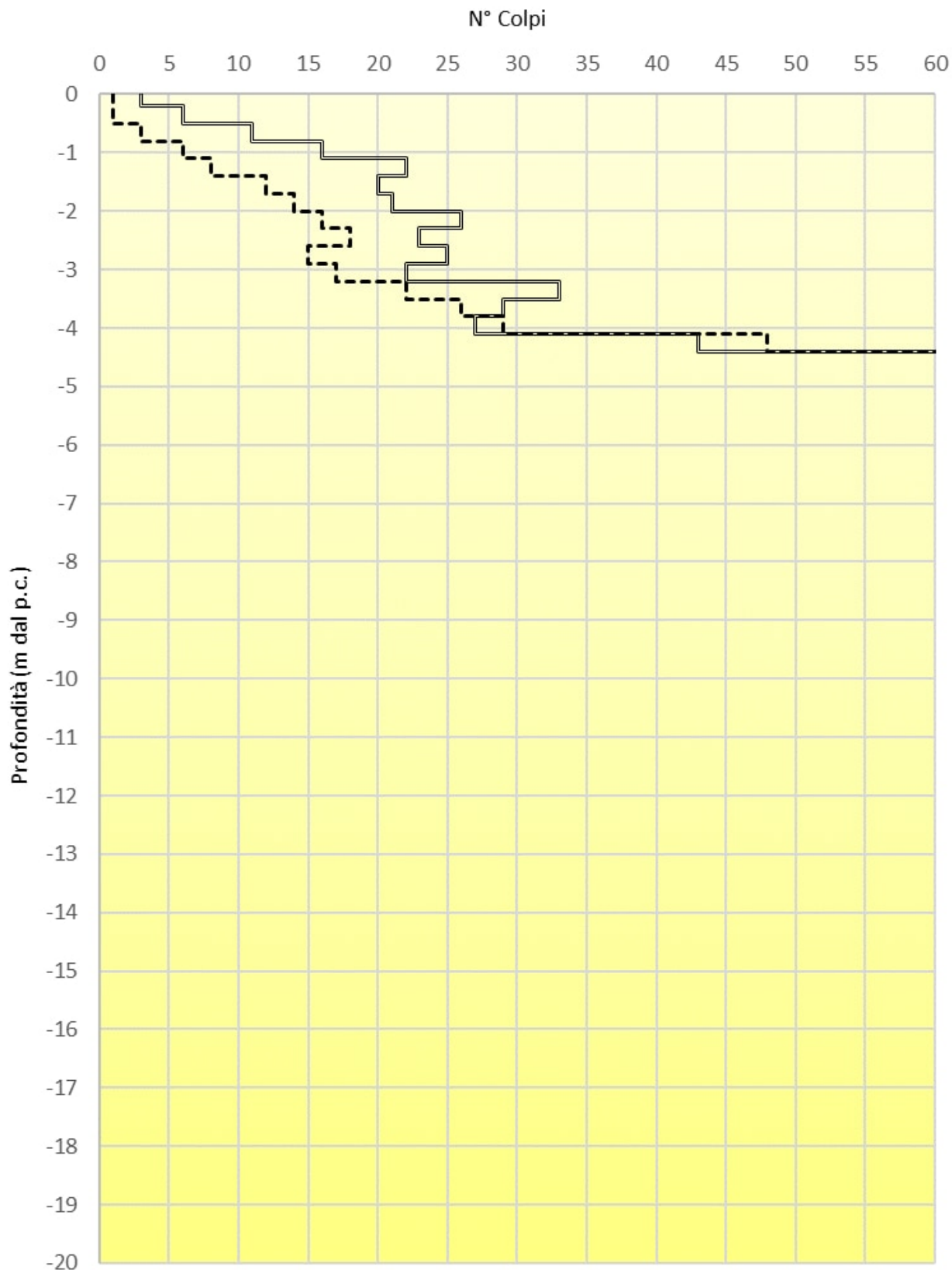
--- Tubazione di rivestimento $\phi = 1''\frac{1}{2}$

Inizio prova m 0.00

Inizio prova m +1868.216 s.l.m.

Fine prova m -4.80

Assenza acqua fino a m -1.30 poi foro ostruito





PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N° FRE-DPSH3

Disegno n° 7530

DATA: 12-10-2023

Località : LIVIGNO

Penetrometro con asta isolata dal terreno circostante

N = Numero di colpi/piede di affondamento con mazza battente da 160 libbre e volata da 30 pollici

== Punta 60° $\phi = 2''$

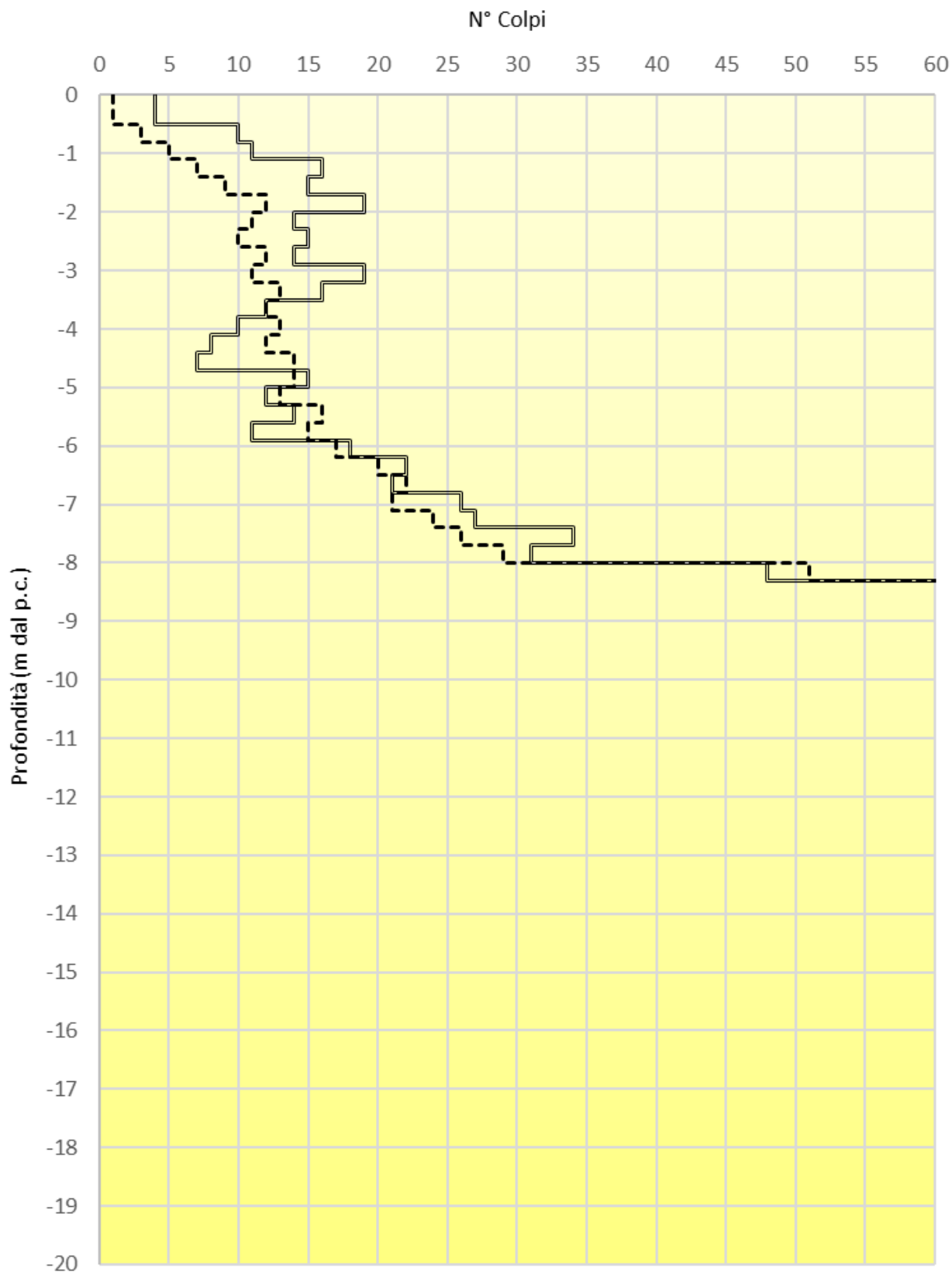
--- Tubazione di rivestimento $\phi = 1''\frac{1}{2}$

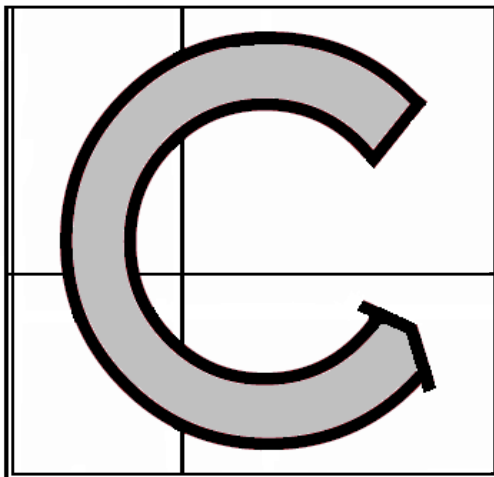
Inizio prova m 0.00

Inizio prova m +1859.919 s.l.m.

Fine prova m -8.50

Assenza acqua fino a m -0.90 poi foro ostruito





STUDIO TECNICO

Geom. UGO CELOTTI S.R.L.

VIA MINCIO 22 - CAP 20139 MILANO - TEL. 025393977 r.a. - 025392262 FAX
e-mail: studiocelotti@studiocelotti.it

INDAGINI GEOGNOSTICHE - PROVE SU TERRENI DI FONDAZIONE
RICERCHE IDROLOGICHE AMBIENTALI - STRUMENTAZIONI GEOTECNICHE
PERFORAZIONI PROFONDE PER GEOTERMIA PER DISPERSORI PER STRUMENTAZIONI
RILIEVI TOPOGRAFICI - PROSPEZIONI GEOFISICHE E GEOELETTRICHE

COMUNE DI LIVIGNO
Plaza dal Comun n. 93 - LIVIGNO (Sondrio)

Indagini geognostiche, geotecniche ed ambientali eseguite nei terreni interessati dall'opera pubblica denominata Venues - Sedi ed Impianti Olimpici - Collegamento dei versanti sciistici est ed ovest in comune di Livigno (Sondrio) - Tronco 2.

PROVE PENETROMETRICHE NN. TR2-DPSH01 - TR2-DPSH02

Disegno n. 7530/1C

Data: Novembre 2023

N.B. - Lo zero di riferimento delle profondità coincide con il piano d'inizio dei sondaggi.
La quota s.l.m. indicata sulle stratigrafie è stata rilevata con strumentazione GPS.

● PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

PLANIMETRIA





PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N° TR2-DPSH01

Disegno n° 7530

DATA: 11-10-2023

Località : LIVIGNO

Penetrometro con asta isolata dal terreno circostante

N = Numero di colpi/piede di affondamento con mazza battente da 160 libbre e volata da 30 pollici

== Punta 60° $\phi = 2"$

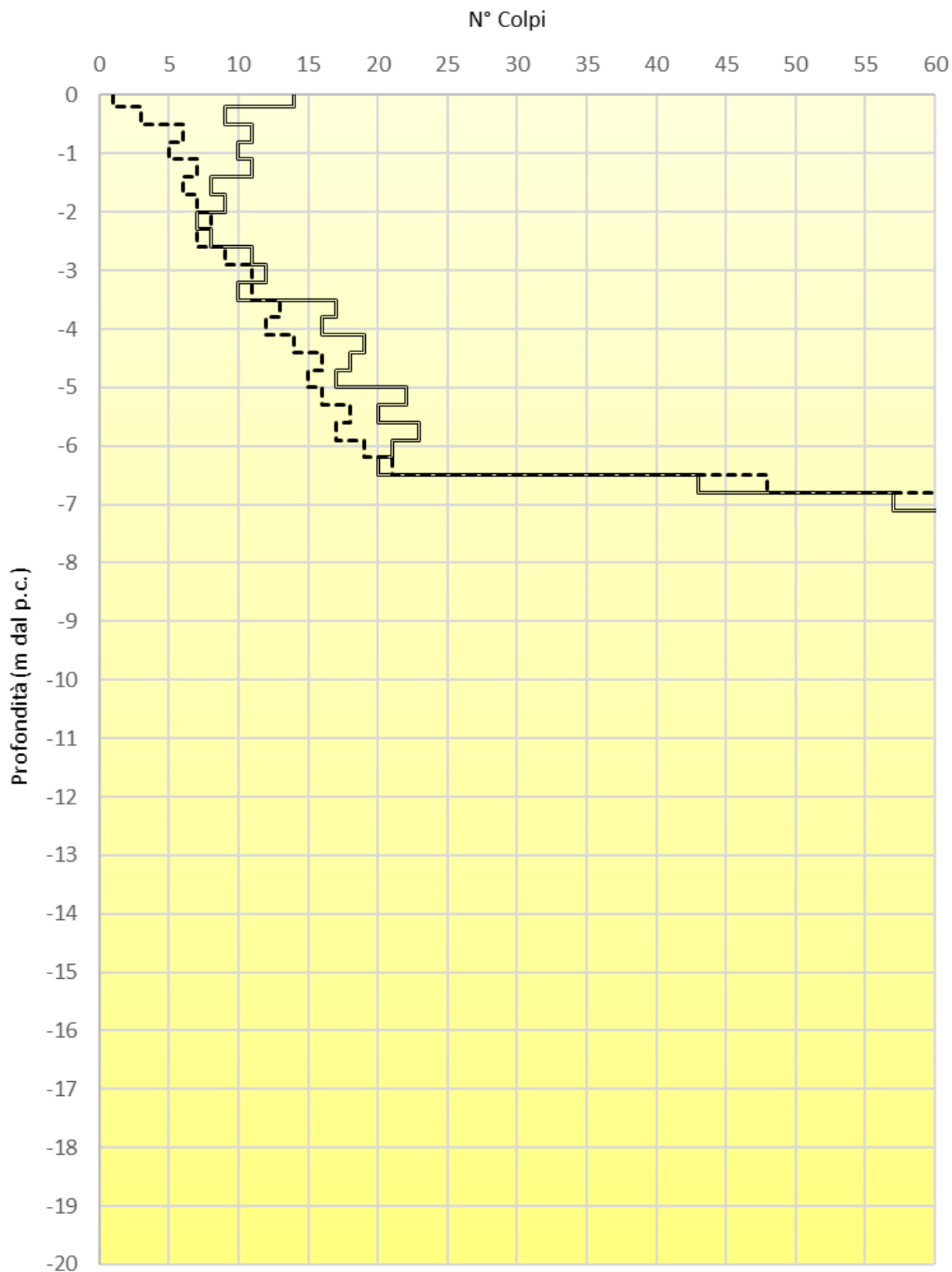
--- Tubazione di rivestimento $\phi = 1\frac{1}{2}"$

Inizio prova m 0.00

Inizio prova m +XXXX.XXX s.l.m.

Fine prova m -7.30

Assenza acqua fino a m -1.00 poi foro ostruito





PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N° TR2-DPSH02

Disegno n° 7530

DATA: 11-10-2023

Località : LIVIGNO

Penetrometro con asta isolata dal terreno circostante

N = Numero di colpi/piede di affondamento con mazza battente da 160 libbre e volata da 30 pollici

== Punta 60° $\phi = 2"$

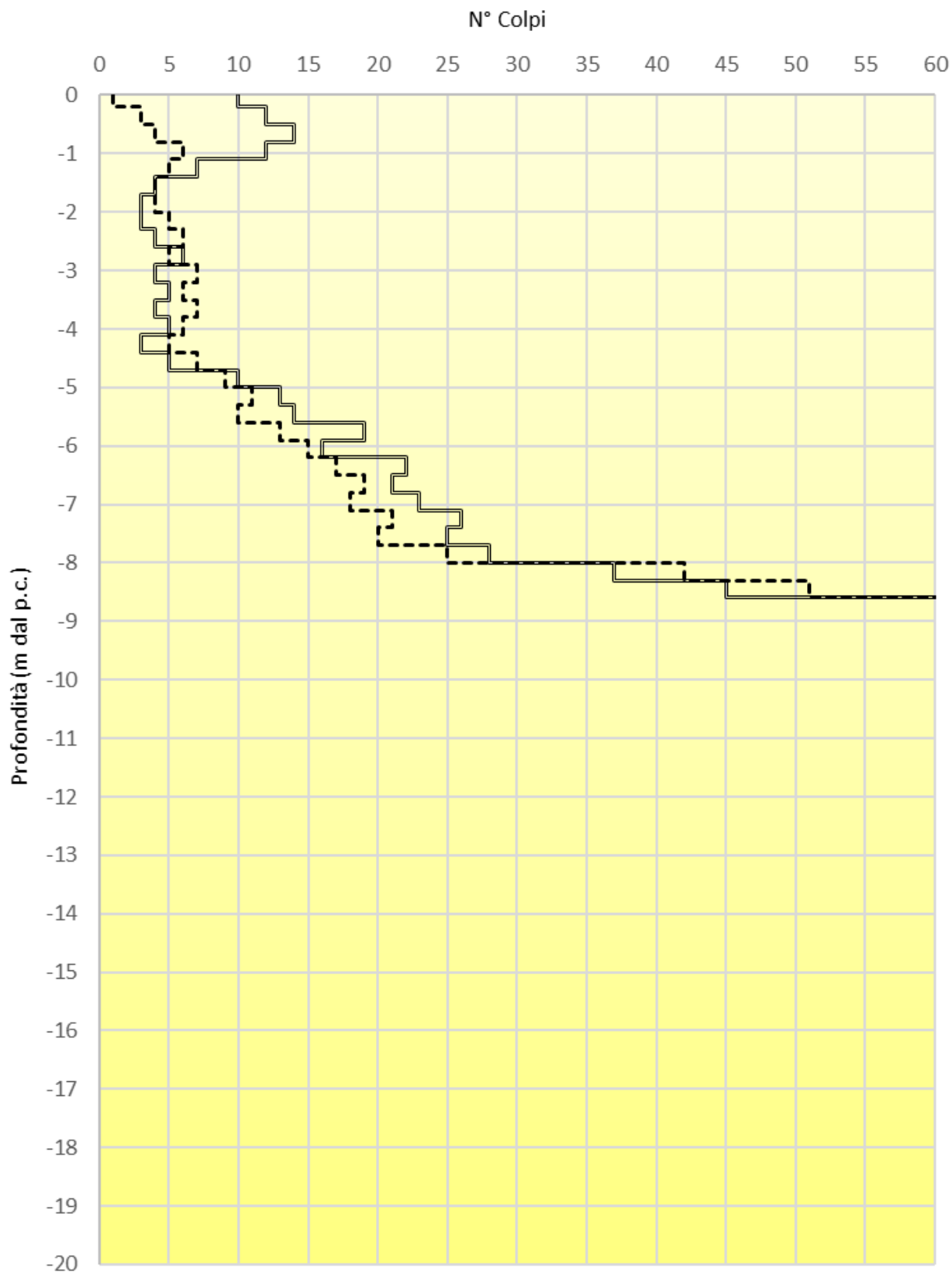
--- Tubazione di rivestimento $\phi = 1\frac{1}{2}"$

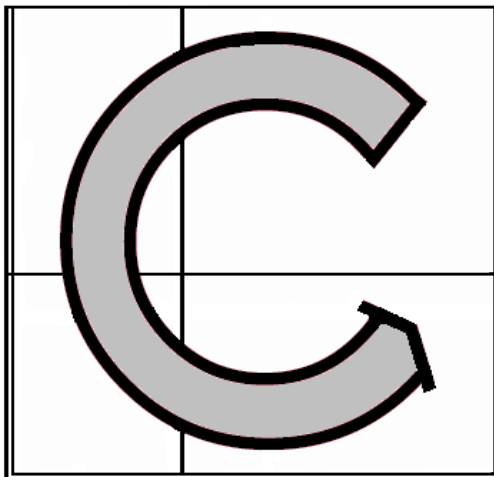
Inizio prova m 0.00

Inizio prova m +XXXX.XXX s.l.m.

Fine prova m -9.05

Assenza acqua fino a m -1.30 poi foro ostruito





STUDIO TECNICO

Geom. UGO CELOTTI S.R.L.

VIA MINCIO 22 - CAP 20139 MILANO - TEL. 025393977 r.a. - 025392262 FAX
e-mail: studiocelotti@studiocelotti.it

INDAGINI GEOGNOSTICHE - PROVE SU TERRENI DI FONDAZIONE
RICERCHE IDROLOGICHE AMBIENTALI - STRUMENTAZIONI GEOTECNICHE
PERFORAZIONI PROFONDE PER GEOTERMIA PER DISPERSORI PER STRUMENTAZIONI
RILIEVI TOPOGRAFICI - PROSPEZIONI GEOFISICHE E GEOELETTRICHE

COMUNE DI LIVIGNO
Plaza dal Comun n. 93 - LIVIGNO (Sondrio)

Indagini geognostiche, geotecniche ed ambientali eseguite nei terreni interessati dall'opera pubblica denominata Venues - Sedi ed Impianti Olimpici - Collegamento dei versanti sciistici est ed ovest in comune di Livigno (Sondrio) - Località Teola.

SONDAGGIO GEOGNOSTICO E GEOTECNICO N. TEO-S1
SONDAGGIO GEOGNOSTICO ED AMBIENTALE N. S3

Disegno n. 7530/1E

Data: Novembre 2023

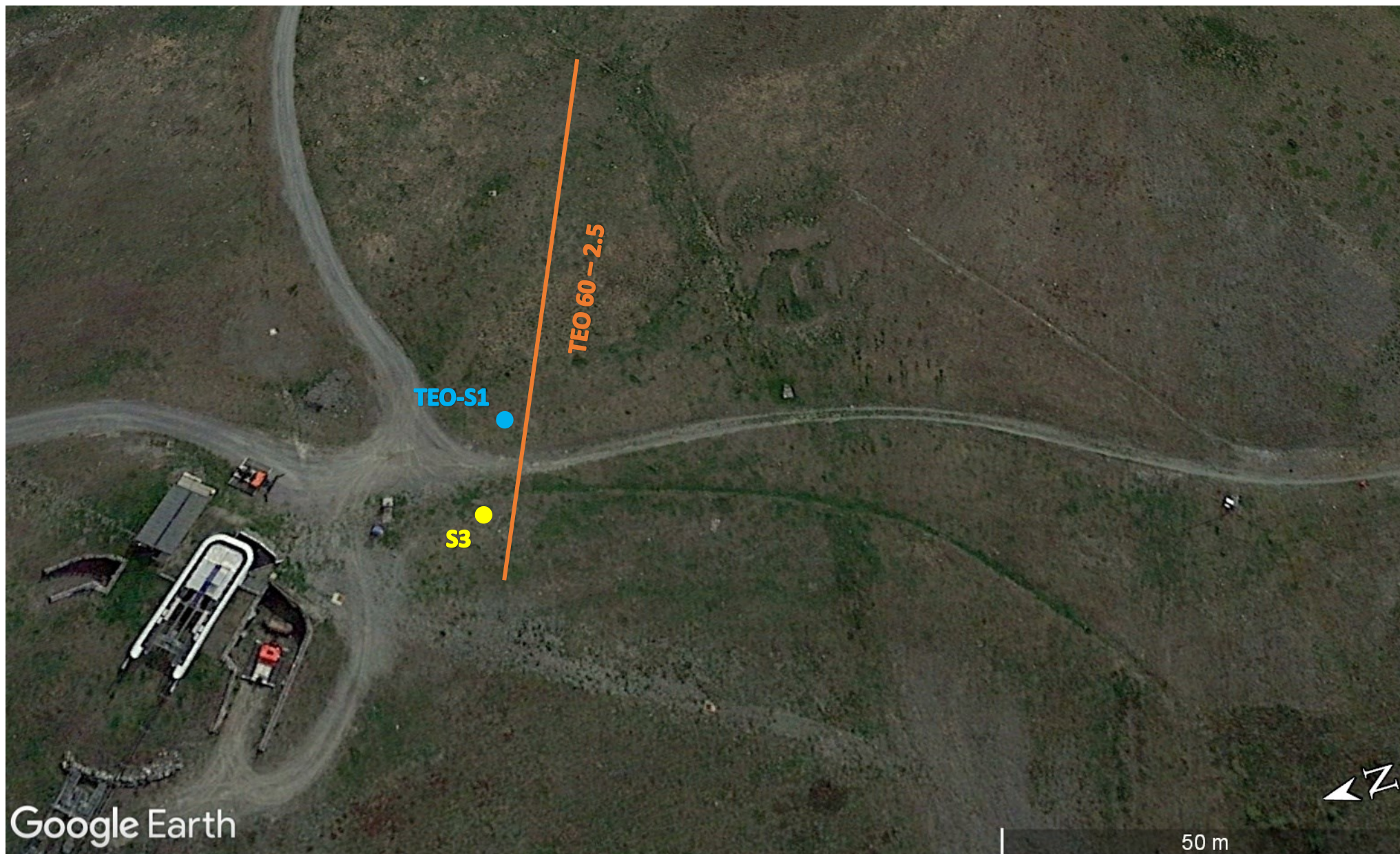
N.B. - Lo zero di riferimento delle profondità coincide con il piano d'inizio dei sondaggi.
La quota s.l.m. indicata sulle stratigrafie è stata rilevata con strumentazione GPS.

● SONDAGGIO GEOGNOSTICO AMBIENTALE

● SONDAGGIO GEOGNOSTICO GEOTECNICO

— SISMICA A RIFRAZIONE

PLANIMETRIA





SONDAGGIO GEOGNOSTICO N° TEO-S1

DATA: 24-10-2023

Dis. n°: 7530

Località: LIVIGNO

Inizio sondaggio m. 0.00

Inizio sondaggio m +2358.441 slm

Fine sondaggio m. 5.00

Scala 1:100	R.Q.D.	Campioni	Profondità'	Stratigrafia	Descrizione	Piezometro	Acqua	N° colpi SPT
	20406080							
1			0.2		Sabbia media con ghiaia media angolosa debolmente limosa - colore: marrone.			
2			1.0		Sabbia fine con ghiaia media angolosa ciottolosa (ciottoli angolosi) - colore: grigio.			
		A = Rim	2.0					
3			2.2		Roccia scistosa fratturata - colore: grigio scuro.			
4								
5			5.0					
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								

N.B.: Assenza di acqua fino a fondo foro. ● SPT con punta conica 60°.

FOTO CASSETTE CATALOGATRICI

CANTIERE LIVIGNO (SO) – COLLEGAMENTO INTERVERSANTE

LOC. **TEOLA**

SONDAGGIO: **TEO-S1**

Da 0.00-5.00 m





SONDAGGIO GEOGNOSTICO N° S3

DATA: 23-10-2023

Dis. n°: 7530

Località: LIVIGNO

Inizio sondaggio m. 0.00

Inizio sondaggio m +2359.527 slm

Fine sondaggio m. 2.00

Scala 1:100	R.Q.D.	Campioni	Profondità'	Stratigrafia	Descrizione	Piezometro	Acqua	N° colpi SPT
	20406080	0.0	0.2					
1		BS_C1 = Rm	0.5		Sabbia media con ghiaia media limosa - colore: marrone scuro.			
2		1.0			Sabbia fine con ghiaia media ciottolosa - colore: grigio scuro.			
		BS_C2 = Rm	2.0		Sabbia fine ghiaiosa (ghiaia media sub-angolosa) ciottolosa (ciottoli angolosi) - colore: grigio chiaro.			
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								

N.B.: Perforazione eseguita "a secco" ovvero senza circolazione di fluido.
Assenza di acqua fino a fondo foro.



STUDIO TECNICO GEOM. UGO CELOTTI s.r.l.

CAPITALE SOCIALE EURO 100.000,00 I.V.

VIA MINCIO, 22 - C.A.P. 20139 **M I L A N O** TEL. 02.5393977 - FAX 02.5392262

e-mail: studiocelotti@studiocelotti.it

SONDAGGI GEOGNOSTICI GEOTECNICI AMBIENTALI GEOARCHEOLOGICI - PROVE SU TERRENI DI FONDAZIONE
INDAGINI E RICERCHE GEOLOGICHE E IDROLOGICHE - PERFORAZIONI PROFONDE PER GEOTERMIA PER
DISPERSORI PER STRUMENTAZIONI - PROSPEZIONI GEOFISICHE GEOELETTRICHE - RILIEVI TOPOGRAFICI
C.C.I.A.A. REG. DELLE IMPRESE DI MILANO - COD.FISC.-PART.IVA 05092310969 - SOA 3405AL/57/01

Milano, Novembre 2023

Prot. 7530/A

Spett.le
COMUNE DI LIVIGNO
Ufficio Tecnico Lavori Pubblici
Plaza dal Comun, 93
23041 LIVIGNO (SO)

ESECUZIONE PRESSIOMETRICHE MENARD

(ASTM D 4719-87/AFNOR P94-110)



LIVIGNO
(Sondrio)

Relazione



1.0 STRUMENTAZIONE IMPIEGATA

E' stato utilizzato un pressimetro tricellulare della Apageo da 100 bar composto principalmente da tre parti.

1.1 centralina di controllo e comando

La centralina di controllo è dotata di manometri ad alta precisione che misurano le pressioni della cella centrale e delle due celle di guardia presenti nella sonda pressimetrica. Con la centralina è possibile controllare l'andamento della prova variando le pressioni in rapporto alle deformazioni

1.2 sonda di diametro $\varnothing$ 60 mm

La sonda possiede un volume iniziale $V_0 = 535 \text{ cm}^3$ e l'espansione della stessa viene misurata grazie alla fuoriuscita di fluido dal serbatoio della centralina, costituito da un tubo graduato. La sonda pressimetrica può essere dotata di guaine a diversa resistenza la cui scelta dipende dalle caratteristiche del terreno:

- $\varnothing$ 60 mm bassa inerzia (B.I.)
- $\varnothing$ 60 mm grande inerzia (G.I.)
- $\varnothing$ 60 mm lamellare

1.3 tubetti di alimentazione

Tubicini di collegamento sonda-centralina in materiale plastico della lunghezza di 25 m, uno per l'acqua ed uno per l'azoto, con pressione massima di 100 bar.



2.0 TABELLE DATI

Nella tabella dati sono riportati i valori ricavati dalla prova ed i valori relativi alle correzioni di taratura delle guaine, dei tubetti e del livello piezometrico.

La tabella è suddivisa in tre parti:

- Tabella 1 con i valori misurati in sito.

Con:

P_L = pressione lette ai manometri

T = tempi di lettura

V_L = volume letto sulla colonnina graduata

- Tabella 2 con i valori di volume e di pressione ottenuti dalla taratura dello strumento e da apportare come correzione ai valori ottenuti in sito.

Con:

P_H = pressione idrostatica

P_T = pressione dovuta all'inerzia della sonda

V_T = volume dovuto alla dilatazione dei tubetti a pressioni elevate.

- Tabella 3 con i valori corretti e rappresentati nelle tavole grafiche

Con:

P_C = pressione effettiva

V_C = volume effettivo

D_V = differenza di volume tra la lettura a 60 sec e a 30sec.

$A = 1/V_C \times 10^3$, per il calcolo della pressione limite



3.0 DIAGRAMMI MP, PL, PF

Sono costituiti dalla curva sforzi-deformazioni MP, necessaria per il calcolo del modulo di taglio G_p e del modulo pressiométrico E_p , dalla curva della pressione limite PL (rapporto pressione – inverso del volume), per il calcolo della pressione limite, e dalla curva PF (differenza della misura a 30 e 60 sec.), utile per evidenziare il comportamento viscoso del terreno ed individuare la pressione di fluage.

4.0 DETERMINAZIONE DEL MODULO DI TAGLIO E DEL MODULO PRESSIOMETRICO

Nel tratto rettilineo della curva di espansione volumetrica (MP) è possibile determinare il modulo di taglio G_p .

$$G_p = (dP/dV) \cdot V_m$$

Dove:

$V_m = V_0 + (V_i + V_f)/2$ = volume medio nell'intervallo di dP

$V_0 = 535 \text{ cm}^3$, volume della sonda a riposo

V_i = volume alla pressione iniziale

V_f = volume alla pressione di fluage

Dal modulo di taglio risulta agevole ricavare il modulo pressiométrico E_p .

$$E_p = 2 G_i (1 + \nu)$$

Dove:

ν = coefficiente di Poisson

Nei calcoli si utilizza sempre un coefficiente di Poisson pari a $\nu = 0.33$ come raccomandato in letteratura.

Il modulo pressiométrico E_p non corrisponde al modulo di Young (E_y).

Per ricavare il modulo di Young è necessario dividere il modulo pressiométrico per un coefficiente reologico α .

Tale coefficiente si ricava da apposite tabelle o, quando la prova è policiclica, dal rapporto tra i moduli nei tratti di carico e scarico.



5.0 DETERMINAZIONE DELLA PRESSIONE LIMITE

La pressione limite è determinabile con varie metodologie. Le metodologie comunemente utilizzate sono il “Metodo Menard” ed il metodo Windle e Wroth (1977). Entrambe questi metodi sono applicabili se nella curva è riconoscibile un comportamento pseudoplastico (fluage).

Il “**Metodo Menard**” considera la pressione limite come la pressione corrispondente al volume limite $V_l = (2V_i + V_o)$, con V_i = volume iniziale e V_o ricavato dai dati relativi alla taratura.

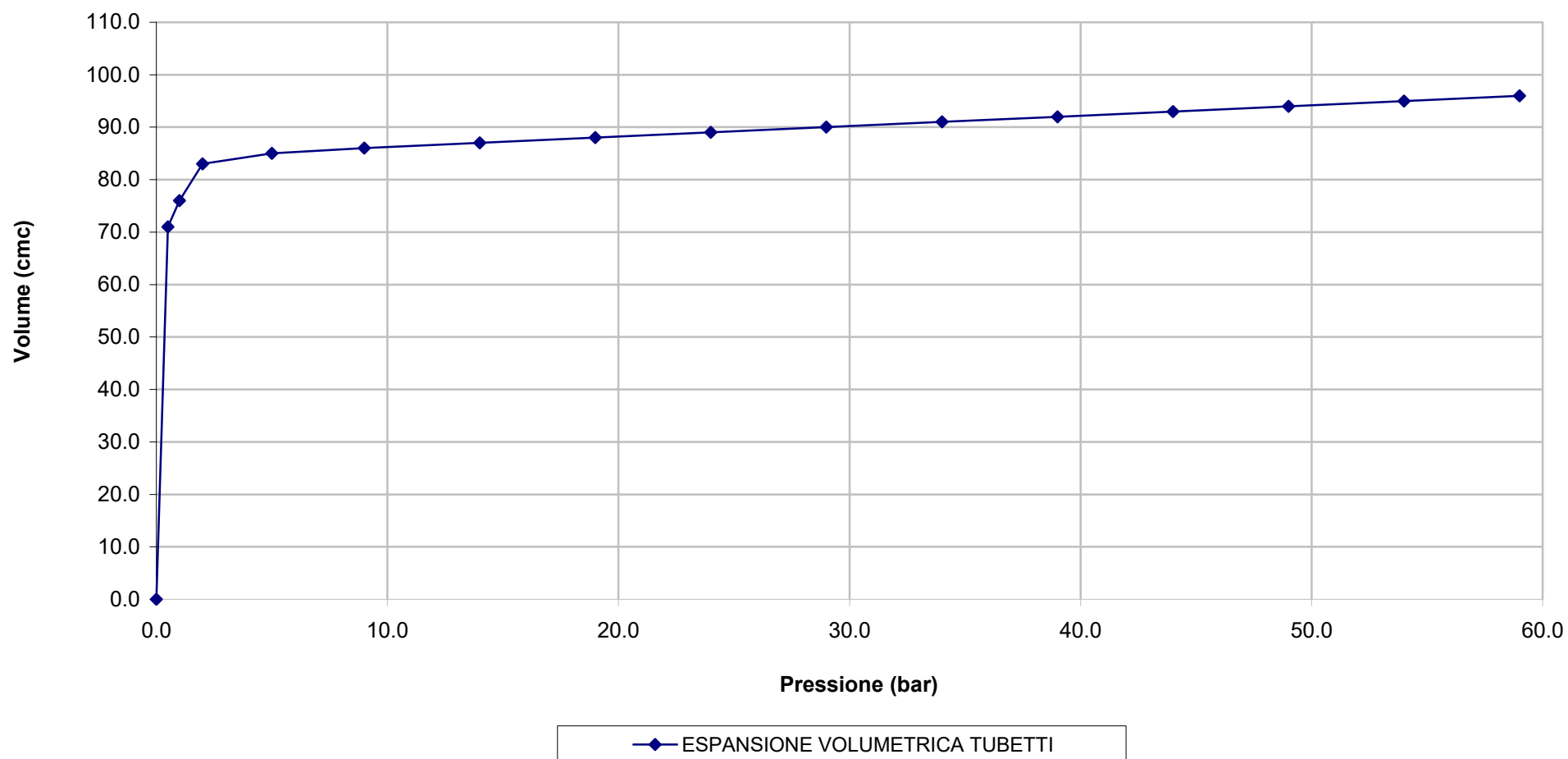


PROVA PRESSIOMETRICA

TARATURA TUBETTI+STRUMENTO DEL 02/09/2020

(SONDA 60 mm G.I.)

LOCALITA': **LIVIGNO (SO)** SONDAGGIO: **TEO-S1 / PLA-S1 / FRE-S1**



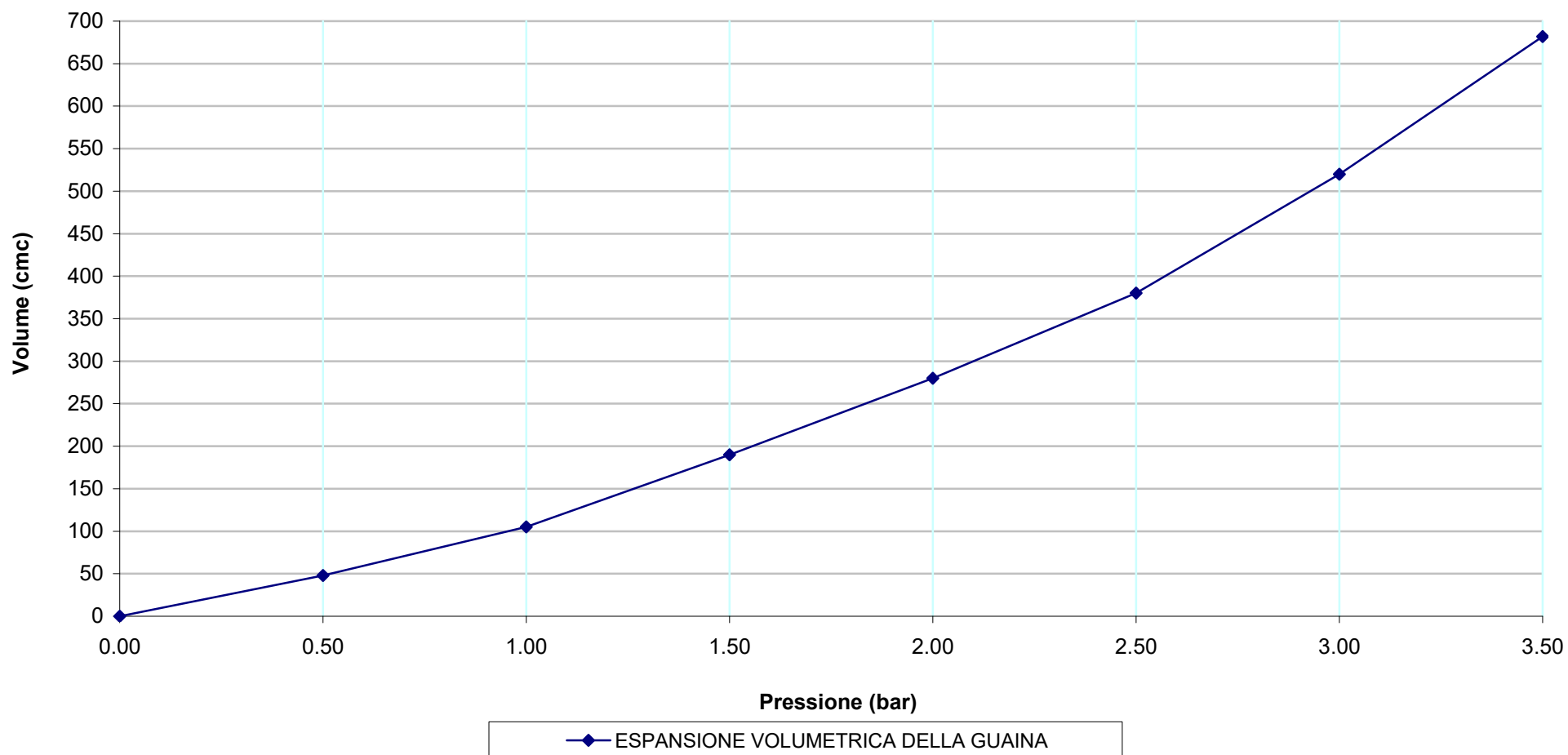


PROVA PRESSIOMETRICA

TARATURA INERZIA DEL 24/10/2023

(SONDA 60 mm G.I.)

LOCALITA': **LIVIGNO (SO)** PROVE: **TEO-S1P1 / PLA-S1P1**



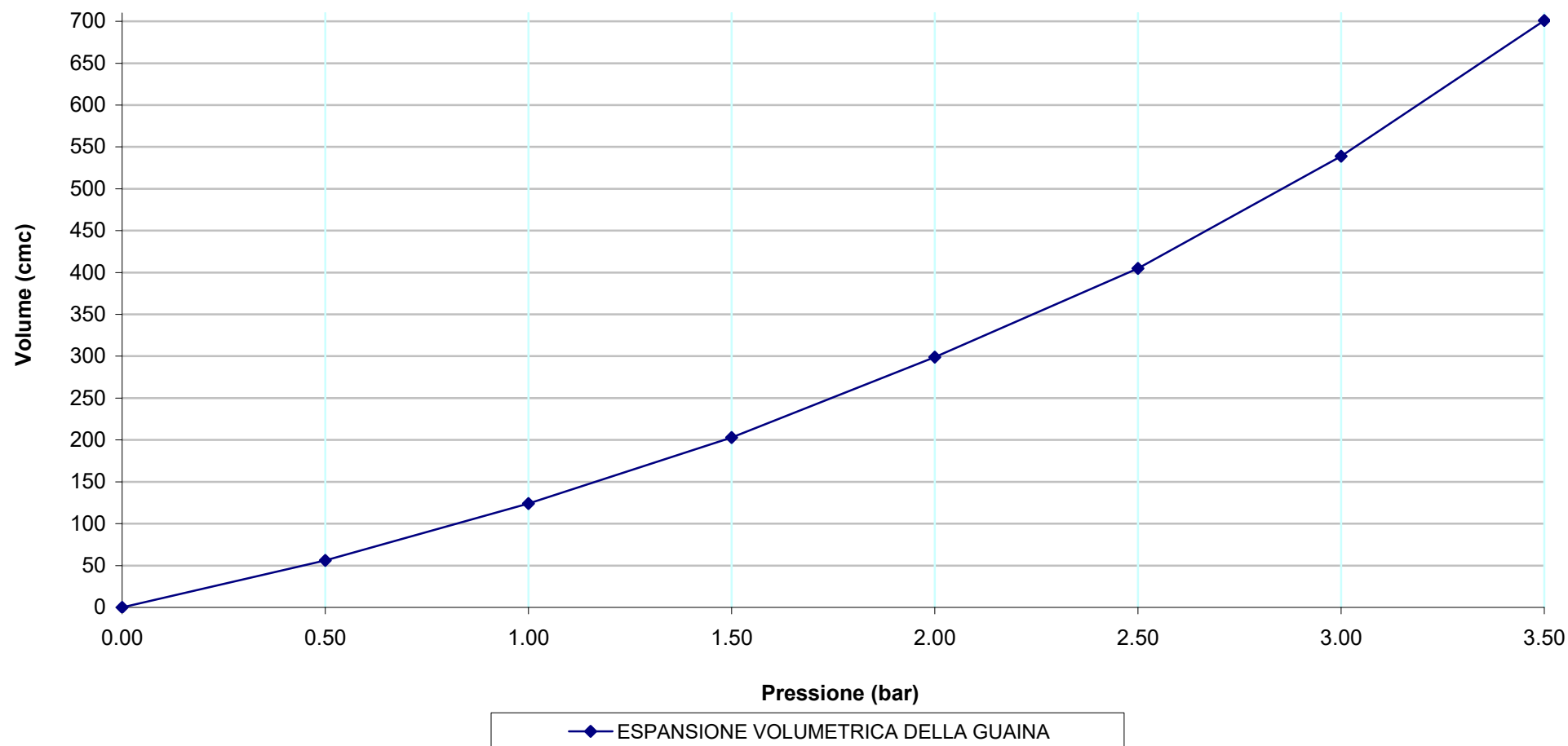


PROVA PRESSIOMETRICA

TARATURA INERZIA DEL 25/10/2023

(SONDA 60 mm G.I.)

LOCALITA': LIVIGNO (SO) PROVE: PLA-S1P2 / PLA-S1P3



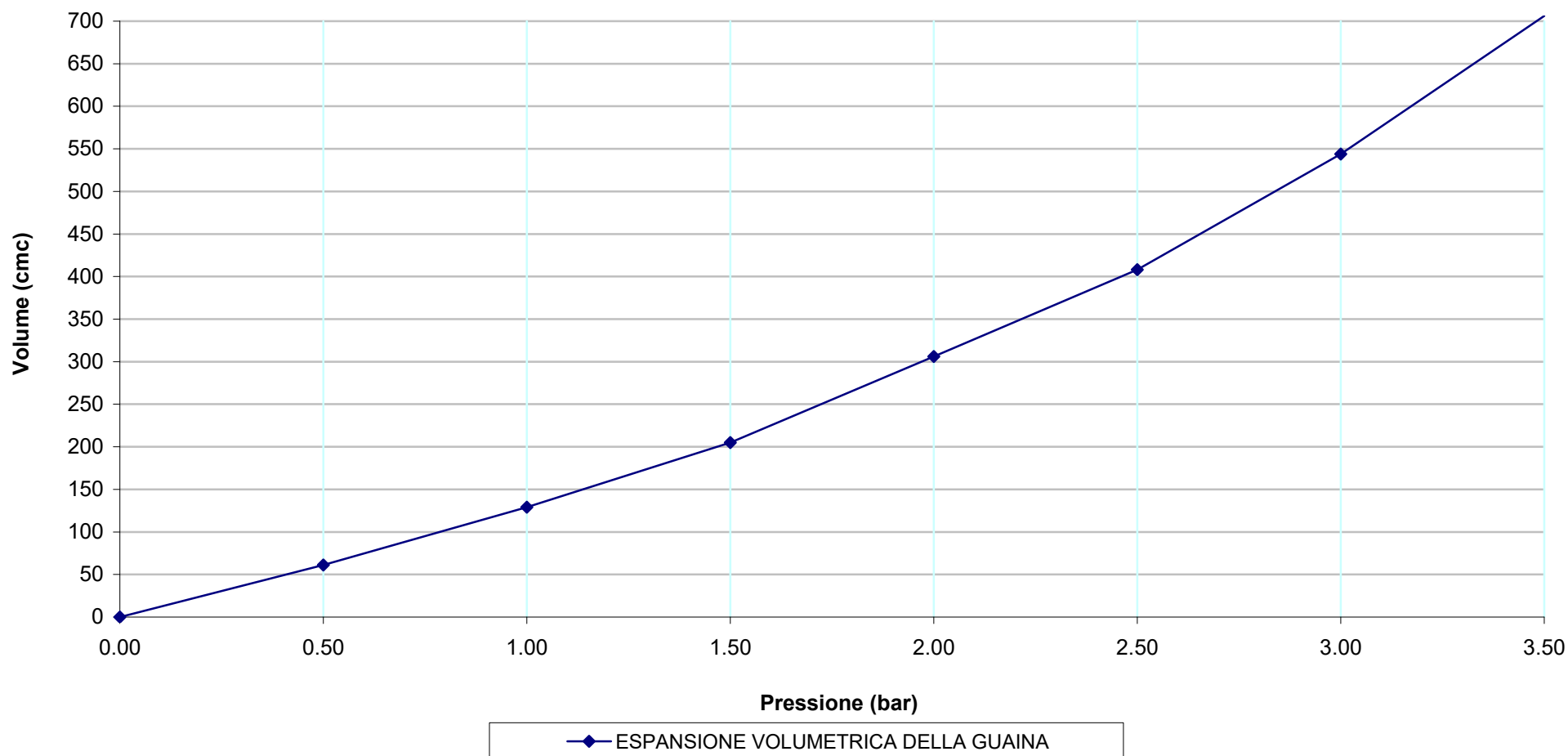


PROVA PRESSIOMETRICA

TARATURA INERZIA DEL 25/10/2023

(SONDA 60 mm G.I.)

LOCALITA': **LIVIGNO (SO)** PROVE: **FRE-S1P1/FRE-S1P2/FRES1P3**





DATA: 25/10/2023

LOCALITA': LIVIGNO (SO)

PROVA Nr.: P1

SONDAGGIO: PLA-S1

SONDA ϕ : 60 mm

PROF.PROVA DA p.c. m :	5.25
------------------------	-------------

PROF. FALDA DA p.c. m: > **5.25**

ALT. CENTRALINA DA p.c.m :	1.5
----------------------------	-----

TABELLA 1			
G	P _L [bar]	T [s]	V _L [cm³]
1	0.00	30 60	0
2	0.50	30 60	55 88
3	1.00	30 60	150 176
4	1.50	30 60	192 194
5	2.00	30 60	197 197
6	3.00	30 60	203 203
7	5.00	30 60	212 212
8	7.00	30 60	220 220
9	9.00	30 60	229 230
10	7.00	30 60	228 228
11	5.00	30 60	225 225
12	7.00	30 60	228 228
13	9.00	30 60	232 232
14	11.00	30 60	245 248
15	12.00	30 60	256 260
16	13.00	30 60	271 275
17	14.00	30 60	287 296
18		30 60	
19		30 60	
20		30 60	
21		30 60	
22		30 60	
23		30 60	
24		30 60	
25		30 60	

[illegible][illegible]



STUDIO TECNICO
Geom. UGO CELOTTI S.r.l.
CORTICE 20090 RIVA DEL GIARDINO S.S.
Via Roma, 32 - C.A.P. 20139 MILANO
TEL. 02/8793377-FAX 02/8793262
e-mail: studiocelotti@studiocelotti.it

RISULTATI

SONDAGGIO: PLA-S1

PROVA Nr.: P1

PROF.(m): 5.25

DATA: 25/10/2023

Pressione iniziale (inizio tratto pseudoelastico)

0.67

[bar]

Volume iniziale

194

[cm³]

Pressione di Fluage (Pf)

7.96

[bar]

Volume di Fluage (Vf)

230

[cm³]

Pressione limite (Pl)

21.60

[bar]

Pressione limite netta (Pl- σ_0)

21.0

[bar]

Volume limite (Vl)

917

[cm³]

Modulo pressiométrico (Ep)

410.3

[bar]

Modulo di Young (E)

746.0

[bar]

Coefficiente reologico (α)

0.55

-

Resistenze a rottura

per materiale granulare (ϕ')

34-36

[°]

per materiale coesivo (Cu)

2.4

[bar]

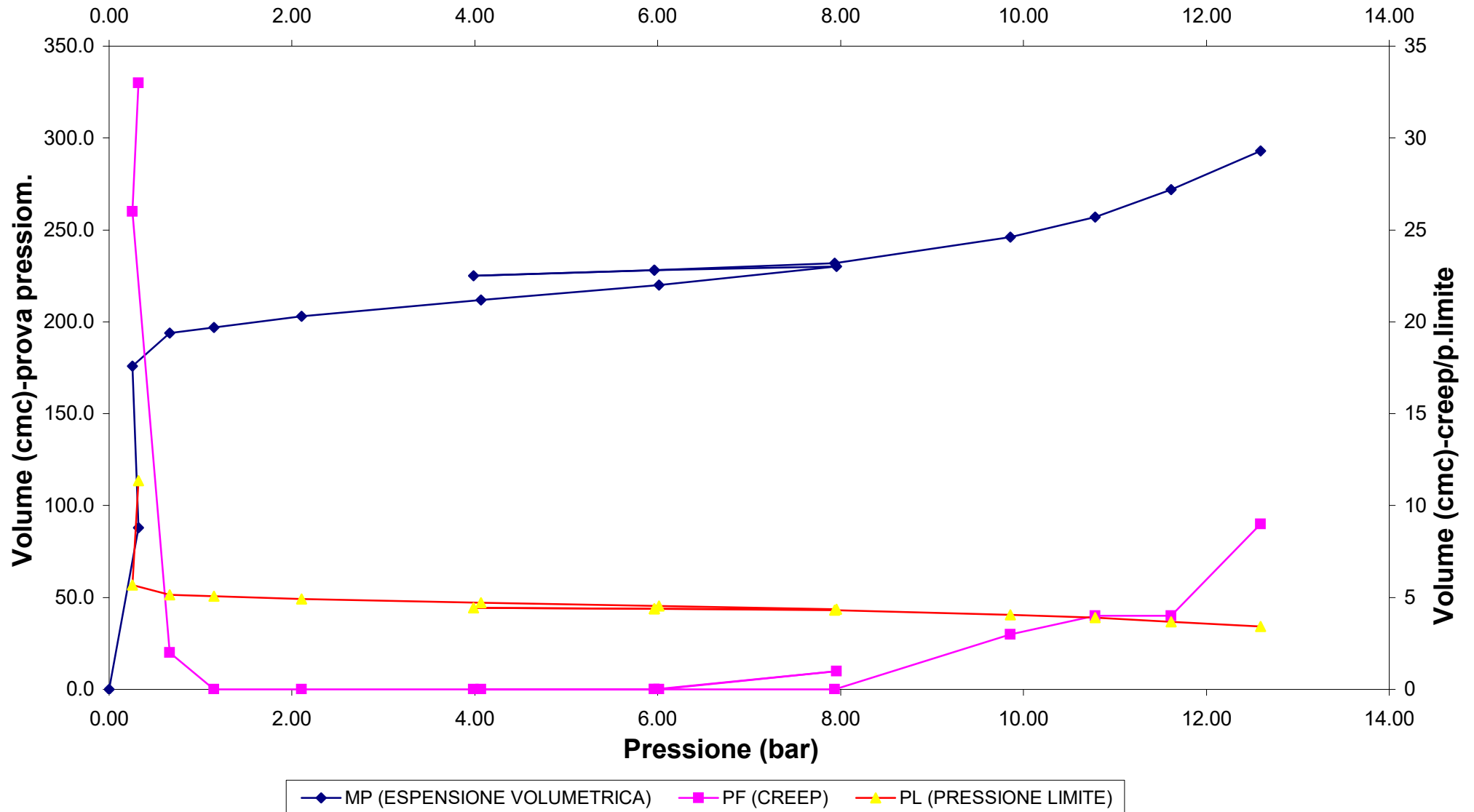


PROVA PRESSIOMETRICA

(SONDA 60 mm G.I.)

LOCALITA': **LIVIGNO (SO)** DATA: **25/10/2023** PROVA N.: **P1** SONDAGGIO: **PLA-S1**

PROFONDITA' m.: **5,25**





DATA: 25/10/2023

LOCALITA': LIVIGNO (SO)

PROVA Nr.: P1

SONDAGGIO: PLA-S1

SONDA ϕ : 60 mm

PROF.PROVA DA p.c. m :

7.8

PROF. FALDA DA p.c. m: >

ALT. CENTRALINA DA p.c.m :

1.5

TABELLA 1			
G	P _L [bar]	T [s]	V _L [cm³]
1	0.00	30 60	0
2	0.50	30 60	106 139
3	1.00	30 60	183 184
4	2.00	30 60	194 194
5	5.00	30 60	206 207
6	8.00	30 60	215 215
7	11.00	30 60	222 222
8	8.00	30 60	220 219
9	5.00	30 60	216 216
10	8.00	30 60	220 220
11	11.00	30 60	223 223
12	14.00	30 60	231 231
13	17.00	30 60	245 246
14	18.00	30 60	252 255
15	19.00	30 60	262 265
16	20.00	30 60	274 278
17		30 60	
18		30 60	
19		30 60	
20		30 60	
21		30 60	
22		30 60	
23		30 60	
24		30 60	
25		30 60	

[illegible][illegible]



STUDIO TECNICO
Geom. UGO CELOTTI S.r.l.
CORTICE 20090 RIVA DEL GIARDINO S.S.
Via Roma, 32 - C.A.P. 20139 MILANO
TEL. 02/8793977-FAK 02/8793262
e-mail: studiocelotti@studiocelotti.it

RISULTATI

SONDAGGIO: PLA-S1

PROVA Nr.: P1

PROF.(m): 7.8

DATA: 25/10/2023

Pressione iniziale (inizio tratto pseudoelastico)

0.56

[bar]

Volume iniziale

184

[cm³]

Pressione di Fluage (Pf)

13.29

[bar]

Volume di Fluage (Vf)

228

[cm³]

Pressione limite (PI)

32.60

[bar]

Pressione limite netta (PI- σ_0)

32.1

[bar]

Volume limite (VI)

897

[cm³]

Modulo pressiométrico (Ep)

581.5

[bar]

Modulo di Young (E)

1186.7

[bar]

Coefficiente reologico (α)

0.49

-

Resistenze a rottura

per materiale granulare (ϕ')

36-38

[°]

per materiale coesivo (Cu)

3.5

[bar]

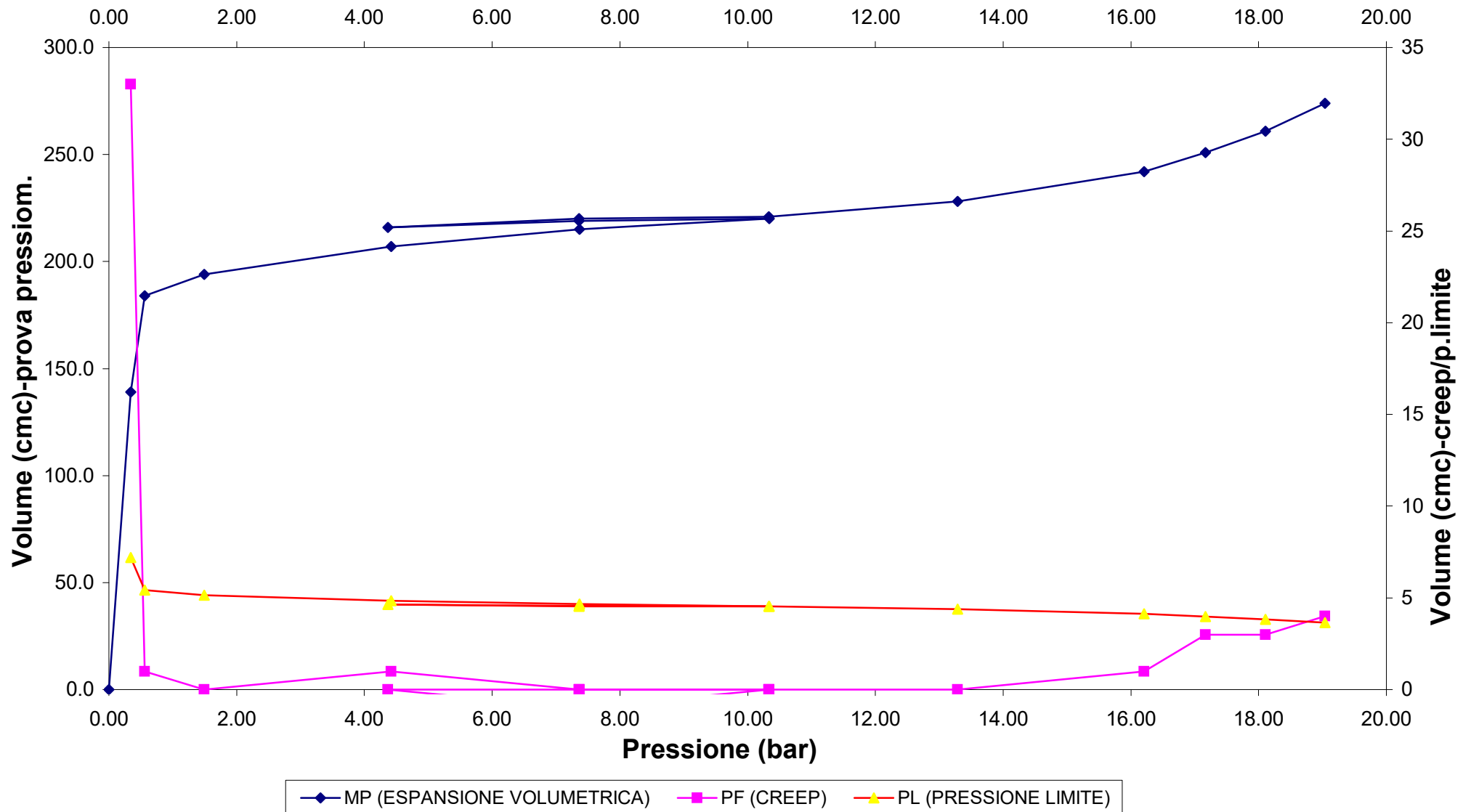


PROVA PRESSIOMETRICA

(SONDA 60 mm G.I.)

LOCALITA': **LIVIGNO (SO)** DATA: **25/10/2023** PROVA N.: **P2** SONDAGGIO: **PLA-S1**

PROFONDITA' m.: **7,80**





DATA: 25/10/2023

PROVA Nr.: P3

PROF.PROVA DA p.c. m :	9.5
------------------------	------------

ALT. CENTRALINA DA p.c.m :	1.5
----------------------------	-----

[illegible]



STUDIO TECNICO
Geom. UGO CELOTTI S.r.l.
CORTICE 20090 RIVA DEL GIARDINO S.S.
Via Roma, 32 - C.A.P. 20139 MILANO
TEL. 02/8793377-FAX 02/8793262
e-mail: studiocelotti@studiocelotti.it

RISULTATI

SONDAGGIO: PLA-S1

PROVA Nr.: P3

PROF.(m): 9.5

DATA: 25/10/2023

Pressione iniziale (inizio tratto pseudoelastico)

0.81

[bar]

Volume iniziale

170

[cm³]

Pressione di Fluage (Pf)

10.54

[bar]

Volume di Fluage (Vf)

213

[cm³]

Pressione limite (PI)

24.10

[bar]

Pressione limite netta (PI- σ_0)

23.3

[bar]

Volume limite (VI)

869

[cm³]

Modulo pressiométrico (Ep)

445.9

[bar]

Modulo di Young (E)

910.0

[bar]

Coefficiente reologico (α)

0.49

-

Resistenze a rottura

per materiale granulare (ϕ')

34-36

[°]

per materiale coesivo (Cu)

2.6

[bar]

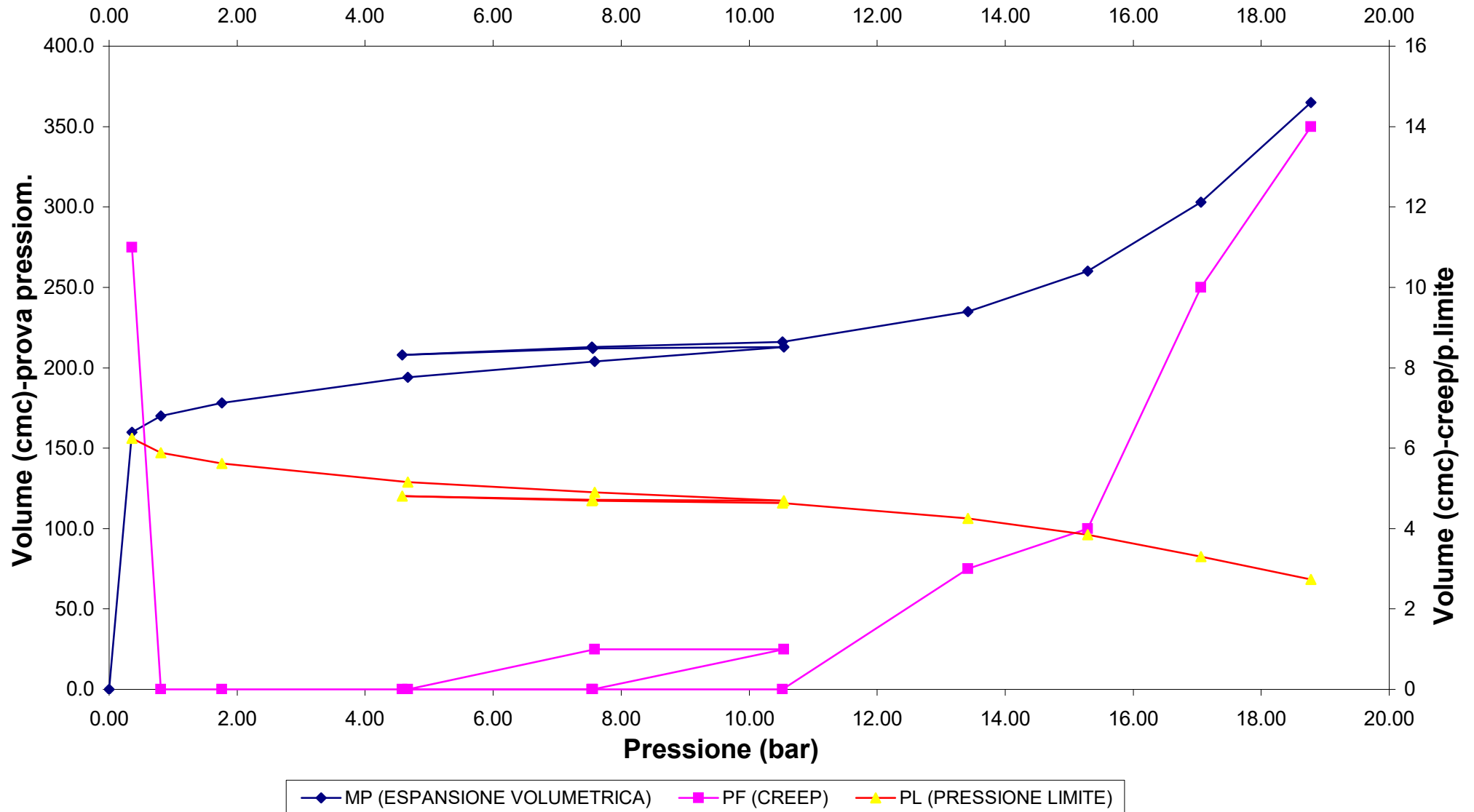


PROVA PRESSIOMETRICA

(SONDA 60 mm G.I.)

LOCALITA': **LIVIGNO (SO)** DATA: **25/10/2023** PROVA N.: **P3** SONDAGGIO: **PLA-S1**

PROFONDITA' m.: **9,50**





DATA: 25/10/2023

LOCALITA': LIVIGNO (SO)

PROVA Nr.: P1

SONDAGGIO: FRE-S1

SONDA ϕ : 60 mm

PROF.PROVA DA p.c. m :

3.9

PROF. FALDA DA p.c. m: >

ALT. CENTRALINA DA p.c.m :

1.4

TABELLA 1			
G	P _L [bar]	T [s]	V _L [cm³]
1	0.00	30 60	0
2	0.50	30 60	94 99
3	1.00	30 60	175 177
4	2.00	30 60	194 194
5	4.00	30 60	210 210
6	6.00	30 60	222 222
7	8.00	30 60	236 236
8	6.00	30 60	235 235
9	4.00	30 60	230 230
10	6.00	30 60	235 235
11	8.00	30 60	242 242
12	10.00	30 60	264 269
13	12.00	30 60	304 313
14	14.00	30 60	365 383
15		30 60	
16		30 60	
17		30 60	
18		30 60	
19		30 60	
20		30 60	
21		30 60	
22		30 60	
23		30 60	
24		30 60	
25		30 60	

[illegible][illegible]



STUDIO TECNICO
Geom. UGO CELOTTI S.r.l.
CORTICE SONO ERM (MI) 20139 S.R.
VIA RIVOLI, 32 - C.A.P. 20139 MILANO
TEL. 02/8793377-FAX 02/8793362
E-MAIL: studiocelotti@studiocelotti.it

RISULTATI

SONDAGGIO: FRE-S1

PROVA Nr.: P1

PROF.(m): 3.9

DATA: 25/10/2023

Pressione iniziale (inizio tratto pseudoelastico)

0.22

[bar]

Volume iniziale

177

[cm³]

Pressione di Fluage (Pf)

6.87

[bar]

Volume di Fluage (Vf)

236

[cm³]

Pressione limite (PI)

16.70

[bar]

Pressione limite netta (PI- σ_0)

16.5

[bar]

Volume limite (VI)

883

[cm³]

Modulo pressiométrico (Ep)

226.7

[bar]

Modulo di Young (E)

462.6

[bar]

Coefficiente reologico (α)

0.49

-

Resistenze a rottura

per materiale granulare (ϕ')

33-35

[°]

per materiale coesivo (Cu)

1.9

[bar]

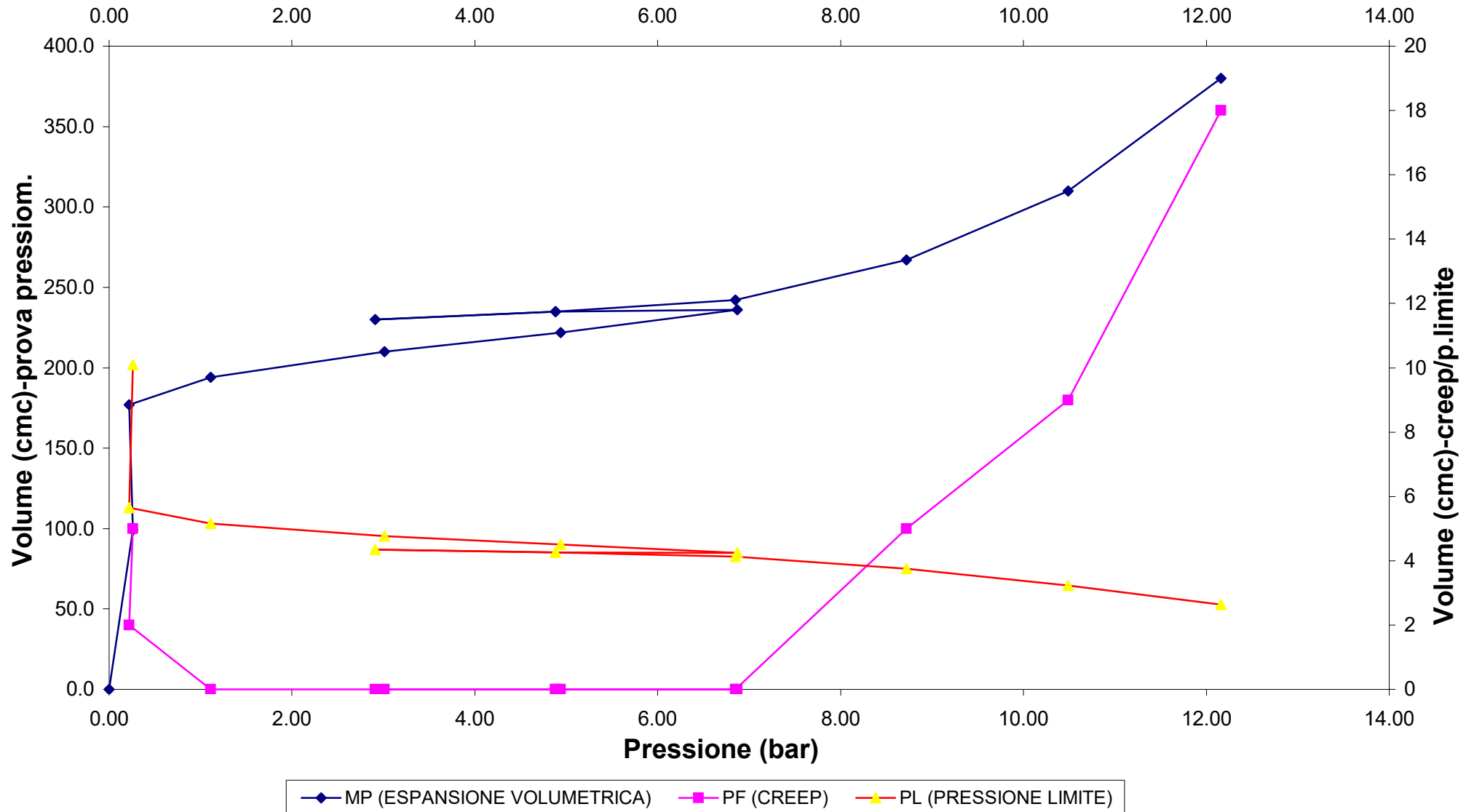


PROVA PRESSIOMETRICA

(SONDA 60 mm G.I.)

LOCALITA': **LIVIGNO (SO)** DATA: **25/10/2023** PROVA N.: **P1** SONDAGGIO: **FRE-S1**

PROFONDITA' m.: **3,90**





DATA: 26/10/2023

LOCALITA': LIVIGNO (SO)

PROVA Nr.: P2

SONDAGGIO: FRE-S1

SONDA ϕ : 60 mm

PROF.PROVA DA p.c. m :

5.7

PROF. FALDA DA p.c. m: > **3.9**

ALT. CENTRALINA DA p.c.m :

1.4

TABELLA 1			
G	P _L [bar]	T [s]	V _L [cm³]
1	0.00	30 60	0
2	0.50	30 60	88 127
3	1.00	30 60	146 149
4	2.00	30 60	163 164
5	3.00	30 60	174 175
6	4.00	30 60	185 186
7	5.00	30 60	197 197
8	4.00	30 60	193 193
9	3.00	30 60	188 188
10	4.00	30 60	195 195
11	5.00	30 60	199 199
12	6.00	30 60	204 210
13	7.00	30 60	216 226
14	8.00	30 60	235 252
15		30 60	
16		30 60	
17		30 60	
18		30 60	
19		30 60	
20		30 60	
21		30 60	
22		30 60	
23		30 60	
24		30 60	
25		30 60	

[illegible][illegible]



STUDIO TECNICO
Geom. UGO CELOTTI S.r.l.
CORTICE SONO ERM (BOLOGNA) S.p.A.
Via Riva, 12 - C.A.P. 40139 MILANO
TEL. 02/5935977-FAX 02/5932262
e-mail: studiocelotti@studiocelotti.it

RISULTATI

SONDAGGIO: FRE-S1

PROVA Nr.: P2

PROF.(m): 5.7

DATA: 26/10/2023

Pressione iniziale (inizio tratto pseudoelastico)

0.41

[bar]

Volume iniziale

149

[cm³]

Pressione di Fluage (Pf)

4.09

[bar]

Volume di Fluage (Vf)

197

[cm³]

Pressione limite (PI)

12.30

[bar]

Pressione limite netta (PI- σ_0)

11.9

[bar]

Volume limite (VI)

827

[cm³]

Modulo pressiométrico (Ep)

147.2

[bar]

Modulo di Young (E)

237.5

[bar]

Coefficiente reologico (α)

0.62

-

Resistenze a rottura

per materiale granulare (ϕ')

31-33

[°]

per materiale coesivo (Cu)

1.4

[bar]

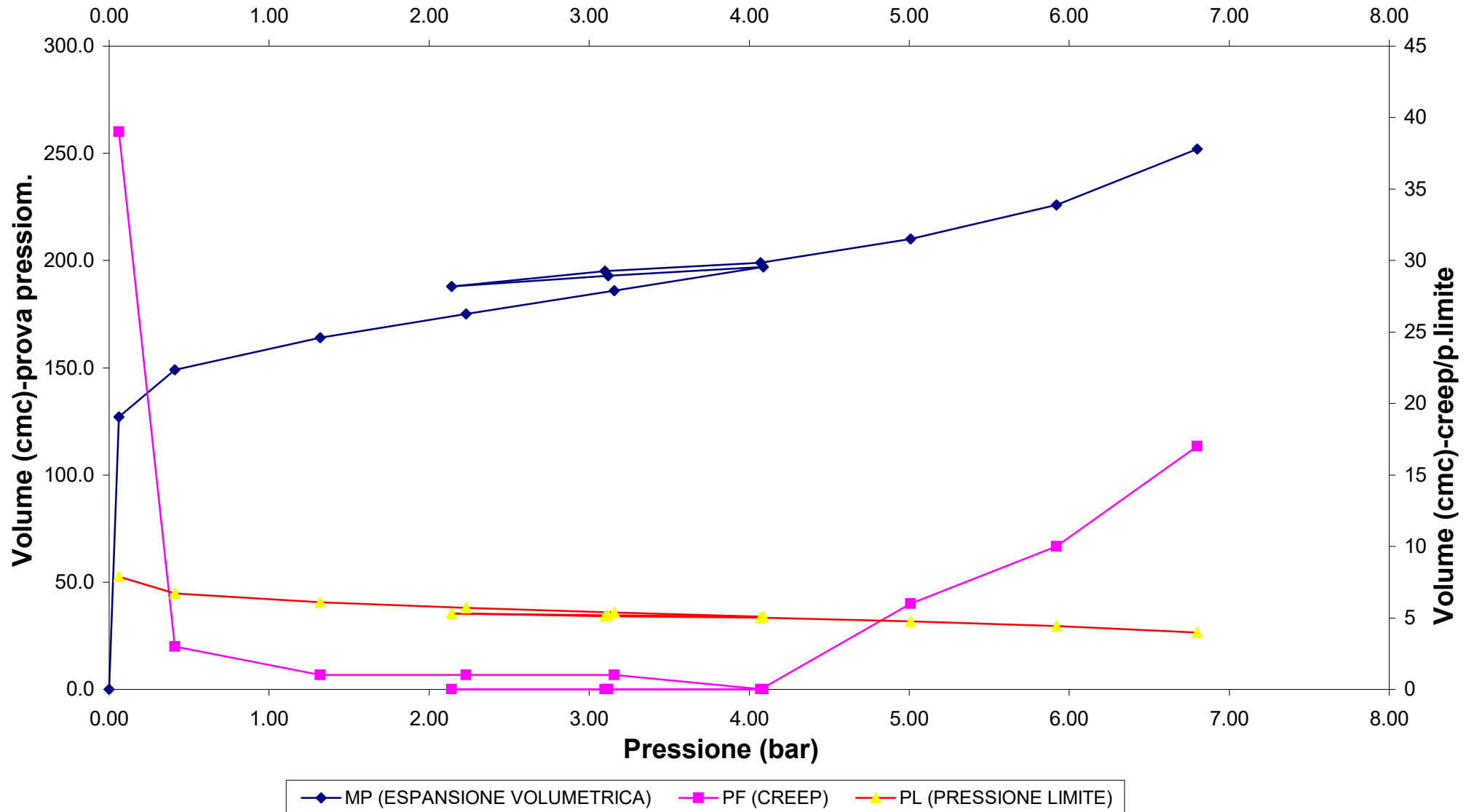


PROVA PRESSIOMETRICA

(SONDA 60 mm G.I.)

LOCALITA': **LIVIGNO (SO)** DATA: **26/10/2023** PROVA N.: **P2** SONDAGGIO: **FRE-S1**

PROFONDITA' m.: **5,70**





DATA: 26/10/2023

LOCALITA': LIVIGNO (SO)

PROVA Nr.: P3

SONDAGGIO: FRE-S1

SONDA ϕ : 60 mm

PROF.PROVA DA p.c. m :	7.8
------------------------	-----

PROF. FALDA DA p.c. m: > 3.9

ALT. CENTRALINA DA p.c.m :	1.4
----------------------------	-----

TABELLA 1			
G	P _L [bar]	T [s]	V _L [cm³]
1	0.00	30 60	0
2	0.50	30 60	119 131
3	1.00	30 60	193 196
4	2.00	30 60	222 223
5	3.00	30 60	236 237
6	4.00	30 60	250 251
7	5.00	30 60	264 264
8	4.00	30 60	261 261
9	3.00	30 60	256 256
10	4.00	30 60	263 263
11	5.00	30 60	268 268
12	6.00	30 60	275 276
13	7.00	30 60	289 291
14	8.00	30 60	306 314
15	9.00	30 60	340 351
16	10.00	30 60	383 398
17		30 60	
18		30 60	
19		30 60	
20		30 60	
21		30 60	
22		30 60	
23		30 60	
24		30 60	
25		30 60	

[illegible][illegible]



STUDIO TECNICO
Geom. UGO CELOTTI S.r.l.
CORTICE 20090 RIVA DEL GIARDINO S.S.
Via Roma, 32 - C.A.P. 20139 MILANO
TEL. 02/8793977-FAX 02/8793262
e-mail: studiocelotti@studiocelotti.it

RISULTATI

SONDAGGIO: FRE-S1

PROVA Nr.: P3

PROF.(m): 7.8

DATA: 26/10/2023

Pressione iniziale (inizio tratto pseudoelastico)

0.09

[bar]

Volume iniziale

196

[cm³]

Pressione di Fluage (Pf)

5.6

[bar]

Volume di Fluage (Vf)

291

[cm³]

Pressione limite (Pl)

11.70

[bar]

Pressione limite netta (Pl- σ_0)

11.6

[bar]

Volume limite (Vl)

921

[cm³]

Modulo pressiométrico (Ep)

122.5

[bar]

Modulo di Young (E)

226.8

[bar]

Coefficiente reologico (α)

0.54

-

Resistenze a rottura

per materiale granulare (ϕ')

31-32

[°]

per materiale coesivo (Cu)

1.4

[bar]

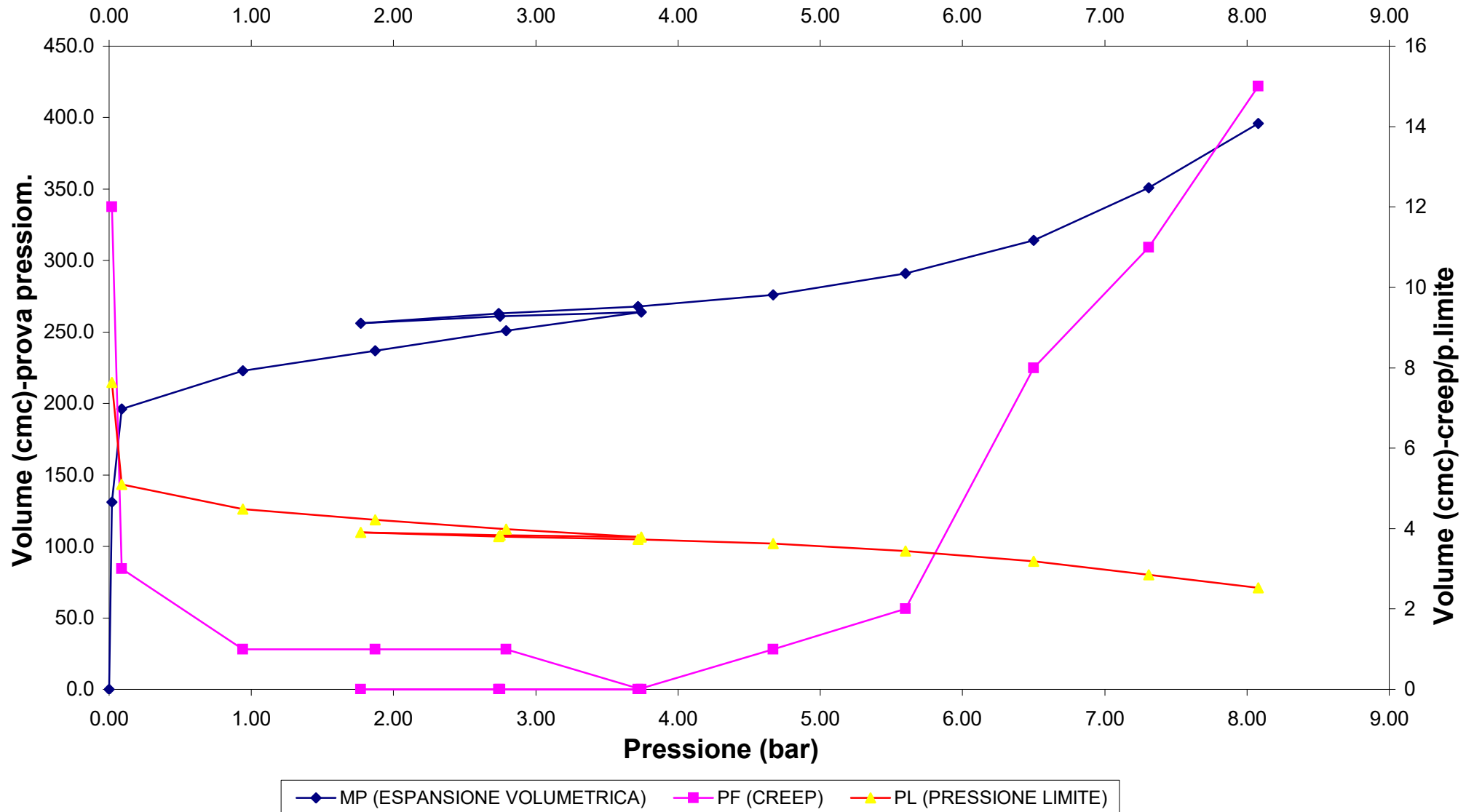


PROVA PRESSIOMETRICA

(SONDA 60 mm G.I.)

LOCALITA': **LIVIGNO (SO)** DATA: **26/10/2023** PROVA N.: **P3** SONDAGGIO: **FRE-S1**

PROFONDITA' m.: **7,80**





DATA: 24/10/2024

LOCALITA': LIVIGNO (SO)

PROVA Nr.: P1

SONDAGGIO: TEO-S1

SONDA ϕ : 60 mm

PROF.PROVA DA p.c. m :	1.8
------------------------	-----

PROF. FALDA DA p.c. m: > 1.8

ALT. CENTRALINA DA p.c.m :	1.0
----------------------------	-----

TABELLA 1			
G	P _L [bar]	T [s]	V _L [cm³]
1	0.00	30 60	0
2	0.50	30 60	49 68
3	1.00	30 60	96 99
4	2.00	30 60	103 104
5	5.00	30 60	109 109
6	8.00	30 60	113 113
7	11.00	30 60	117 117
8	14.00	30 60	121 121
9	17.00	30 60	124 124
10	14.00	30 60	123 123
11	11.00	30 60	121 121
12	14.00	30 60	123 123
13	17.00	30 60	125 125
14	20.00	30 60	128 128
15	23.00	30 60	131 131
16	26.00	30 60	134 134
17	29.00	30 60	137 137
18		30 60	
19		30 60	
20		30 60	
21		30 60	
22		30 60	
23		30 60	
24		30 60	
25		30 60	

[illegible][illegible]



STUDIO TECNICO
Geom. UGO CELOTTI S.r.l.
CORTICE 20090 RIVA DEL GIARDINO S.S.
Via Roma, 32 - C.A.P. 20139 MILANO
TEL. 02/8393377-FAX 02/8393262
e-mail: studiogeotecnico@studiotecnico.it

RISULTATI

SONDAGGIO: TEO-S1

PROVA Nr.: P1

PROF.(m): 1.8

DATA: 24/10/2024

Pressione iniziale (inizio tratto pseudoelastico)	1.29	[bar]
Volume iniziale	104	[cm ³]
Pressione di Fluage (Pf)	28.1	[bar]
Volume di Fluage (Vf)	131	[cm ³]
Pressione limite (PI)	(Cassan, 78) 42.30	[bar]
Pressione limite netta (PI- σ_0)	40.2	[bar]
Volume limite (VI)	737	[cm ³]
Modulo pressiométrico (Ep)	1757.4	[bar]
Modulo di Young (E)	3586.5	[bar]
Coefficiente reologico (α)	0.49	-
<u>Resistenze a rottura</u>		
per materiale granulare (ϕ')	>40	[°]
per materiale coesivo (Cu)	4.3	[bar]

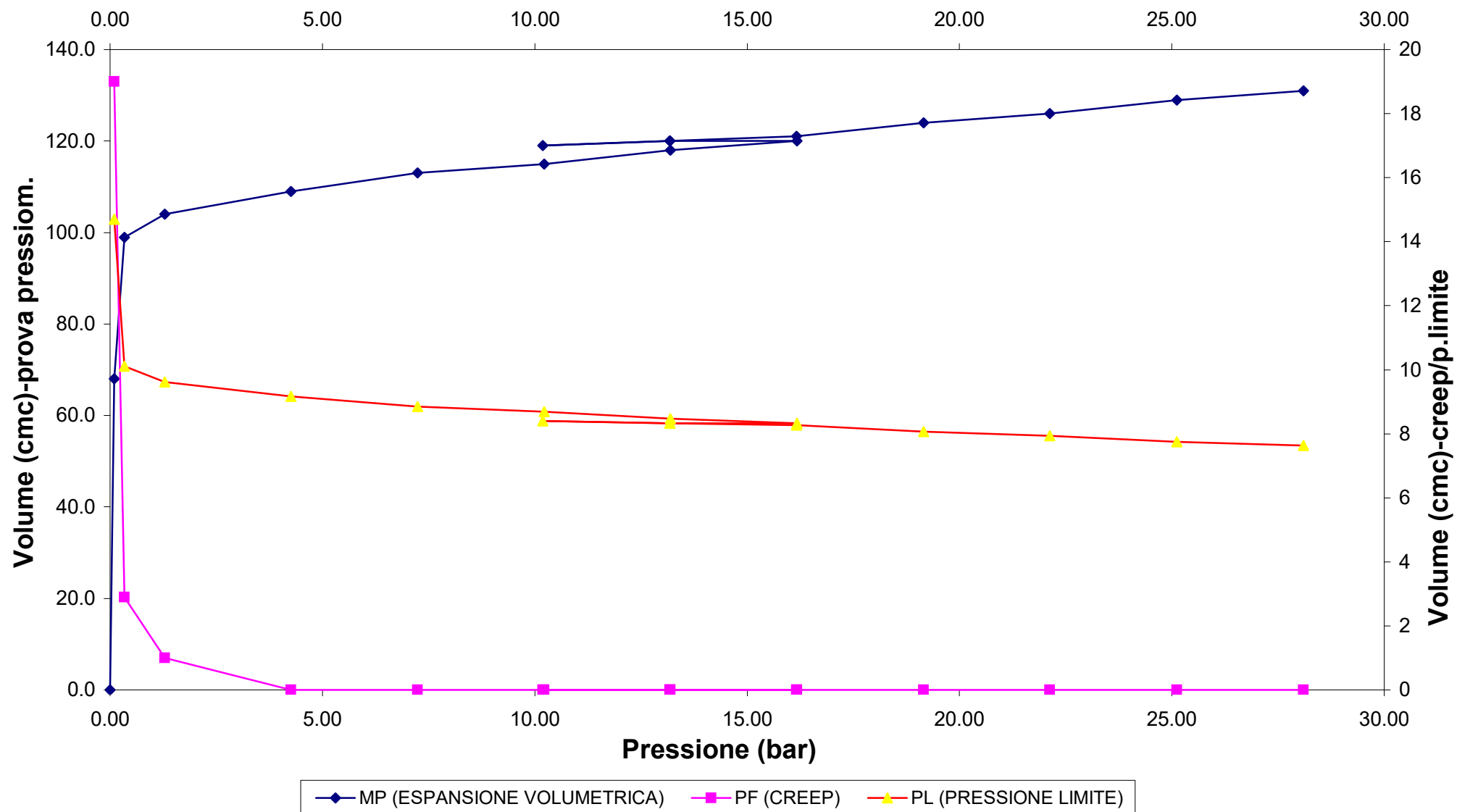


PROVA PRESSIOMETRICA

(SONDA 60 mm G.I.)

LOCALITA': **LIVIGNO (SO)** DATA: **24/10/2023** PROVA N.: **P1** SONDAGGIO: **TEO-S1**

PROFONDITA' m.: **1,8**





STUDIO TECNICO GEOM. UGO CELOTTI s.r.l.

CAPITALE SOCIALE EURO 100.000,00 I.V.

VIA MINCIO, 22 - C.A.P. 20139 **M I L A N O** TEL. 02.5393977 - FAX 02.5392262

e-mail: studiocelotti@studiocelotti.it

SONDAGGI GEOGNOSTICI GEOTECNICI AMBIENTALI GEOARCHEOLOGICI - PROVE SU TERRENI DI FONDAZIONE
INDAGINI E RICERCHE GEOLOGICHE E IDROLOGICHE - PERFORAZIONI PROFONDE PER GEOTERMIA PER DISPERSORI
PER STRUMENTAZIONI - PROSPEZIONI GEOFISICHE GEOELETTICHE - RILIEVI TOPOGRAFICI
C.C.I.A.A. REG. DELLE IMPRESE DI MILANO - COD.FISC.-PART.IVA 05092310969 - SOA 3405AL/57/01

Milano, Ottobre 2024

Prot. 7530/C

Spett.le
COMUNE DI LIVIGNO
Ufficio Tecnico Lavori Pubblici
Plaza dal Comun, 93
23041 LIVIGNO (SO)

ESECUZIONE PRESSIOMETRICHE MENARD

(ASTM D 4719-87/AFNOR P94-110/ EN ISO 22476-4)



LIVIGNO
(Sondrio)

Relazione



SOMMARIO

1 – PREMESSA.....	3
2 - GENERALITA'.....	3
3 – STRUMENTAZIONE.....	4
4 – TABELLE DATI ED ELABORAZIONE PROVE.....	5
5 – GRAFICI ELABORAZIONI PROVE.....	6
6 – DETERMINAZIONE DELLA PRESSIONE LIMITE.....	6

ALLEGATI:

• TABELLE (A).....	7
• GRAFICI (B).....	19



1 – PREMESSA

Durante i mesi di settembre-ottobre 2024 sono state eseguite delle prove pressiometriche nell'area interessata dalla prossima realizzazione degli impianti sciistici di collegamento interservante Est e Ovest, nel Comune di Livigno (SO).

Le prove sono state eseguite nel foro di sondaggio a diverse profondità dal piano campagna, come da indicazioni della Committenza, dove il terreno presentava caratteristiche tali da poter eseguire le prove prescritte. In mancanza delle condizioni necessarie all'esecuzione delle prove (foro franato, presenza di trovanti, ecc..) si è deciso di eseguire la prova alla profondità più prossima consentita dalle condizioni in sito rispetto a quella prescritta.

Il foro di sondaggio è stato eseguito con un carotiere di $\varnothing$ 66 mm.

Di seguito in **Tab.1** le prove eseguite nei fori di sondaggio:

Località	Sondaggio	Prova pressiometrica	Profondità da p.c. [m]
PLACHEDA	PLA-S1	P1	-5,25
		P2	-7,80
		P3	-9,50
	PLA-S2	P1	-5,60
		P2	-7,40
		P3	-10,60
		P4	-13,50
FREITA	FRE-S1	P1	-3,90
		P2	-5,70
		P3	-7,80
	FRE-S2	P1	-3,70
		P2	-4,40
		P3	-7,00
		P4	-10,20
		P5	-12,70
TEOLA	TEO-S1	P6	-16,10
		P1	-1,80

Tabella 1: località e prove eseguite in foro di sondaggio nel cantiere di Livigno (SO).

La profondità riportata si riferisce alla profondità del centro della cella inserita nella tasca di prova.

Le prove nei sondaggi PLA-S1, FRE-S1 e TEO-S1 sono state eseguite nel mese di ottobre 2023 e i risultati sono riportati nel dis. n. 7530/A.

2 - GENERALITA'

La prova pressiometrica ha lo scopo di misurare in sito a diverse profondità, le caratteristiche di deformazione dei terreni tramite l'espansione, per mezzo di una pressione applicata, di una guaina cilindrica flessibile.

In particolare, le prove eseguite sono delle prove di tipo Menard (MPM: Menard Pressure-Meter. ASTM D 4719-87/AFNOR P94-110), ovvero con un metodo ad incremento di gradini di carico. Ad ogni gradino di carico è necessario misurare la variazione di volume a 30 sec ($\Delta 30/60$) e a 60 sec ($\Delta 60/60$) dall'inizio dell'applicazione del carico stesso. L'operatore, tramite l'esperienza acquisita e la variazione registrata tra 30 e 60 sec, applica l'incremento di carico successivo.

L'ideale in una prova è ottenere almeno tra i 7 e i 10 gradini di carico.

È possibile che la prova si componga anche di diversi cicli di carico e di scarico; lo scarico si esegue quando la deformazione viene mantenuta costante.



Nella prova pressiometrica si eseguono due tipologie di taratura, operazioni essenziali per permettere di ottenere delle coppie di valori pressione-volume che tengano conto dei diversi fattori che possano influenzare i dati misurati rispetto a quelli effettivamente applicati al terreno.

- **Taratura del volume per elasticità del sistema [Volume Loss]:** si inserisce la sonda in un tubo di acciaio rigido e di grosso spessore, per valutare l'elasticità delle componenti dello strumento. È un test necessario che consiste nel conoscere il coefficiente di dilatazione.
- **Taratura della pressione per la rigidità della membrana [Pressure Loss]:** viene eseguita tramite dilatazione progressiva della sonda senza contenimento ("in aria libera") e misurando le diverse deformazioni a 30 e 60 sec, come nel corso di esecuzione di una prova. Questo test consiste nel conoscere la resistenza propria della guaina utilizzata. I risultati sono inseriti in fase di elaborazione per la correzione dei valori grezzi ottenuti sul terreno.

(m)	(bar)	(MPa)
0	-1,0	-0,10
1	-0,9	-0,09
2	-0,8	-0,08
3	-0,7	-0,07
4	-0,6	-0,06
5	-0,5	-0,05
6	-0,4	-0,04
7	-0,3	-0,03
8	-0,2	-0,02
9	-0,1	-0,01
10	0	0
11	+0,1	+0,01
12	+0,2	+0,02
13	+0,3	+0,03
14	+0,4	+0,04
15	+0,5	+0,05
20	+1,0	+0,1
25	+1,5	+0,15
30	+2,0	+0,2

I grafici delle tarature vengono riportati nel seguente report con le relative prove di riferimento.

Al momento della prova risulta anche necessario aggiustare la pressione idrostatica applicando una correzione (**Fig.1**) che tiene conto della differenza di livello tra l'unità di controllo in superficie ed il centro della sonda installata alla profondità di prova.

Figura 1: valori di pressione differenziale da impostare al momento della prova.

3- STRUMENTAZIONE

E' stato utilizzato un pressimetro tricellulare "Apageo" da 100 bar composto da tre parti:

- **centralina di controllo e comando**

La centralina di controllo è dotata di manometri ad alta precisione che misurano le pressioni delle tre celle che compongono lo strumento, cella centrale e delle due celle di guardia (**Fig.2**). Con la centralina è possibile controllare l'andamento della prova variando le pressioni in rapporto alle deformazioni.

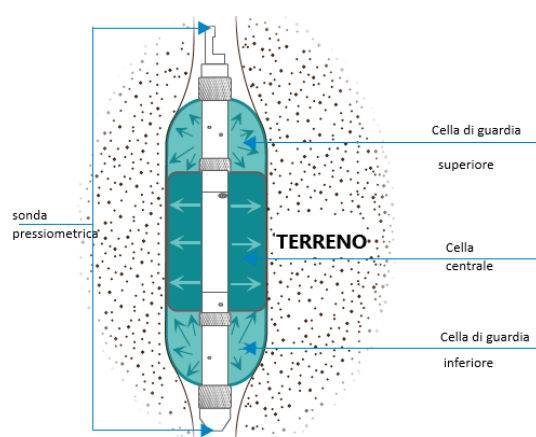


Figura 2: celle che compongono la sonda pressiometrica.

- **sonda di diametro $\varnothing$ 60 mm**



La sonda possiede un volume iniziale $V_0 = 535 \text{ cm}^3$ e l'espansione della stessa viene misurata grazie alla fuoriuscita di fluido dal serbatoio della centralina, costituito da un tubo graduato. La sonda pressiometrica può essere dotata di guaine a diversa resistenza la cui scelta dipende dalle caratteristiche del terreno:

- $\varnothing 60 \text{ mm}$ bassa inerzia (B.I.)
- $\varnothing 60 \text{ mm}$ grande inerzia (G.I.)
- $\varnothing 60 \text{ mm}$ lamellare

– **tubetti di alimentazione**

Tubicini di collegamento sonda-centralina in materiale plastico della lunghezza di 25 m, uno per l'acqua ed uno per l'azoto, con pressione massima di 100 bar.

I tubi dell'acqua alimentano il circuito che dà pressione alla cella centrale, mentre i tubi che compongono il circuito dell'aria alimentano le due celle superiore e inferiore.

4 - TABELLE DATI ED ELABORAZIONE PROVE

Nelle tabelle dati presenti negli allegati A sono riportati i valori ricavati dalla prova ed i valori relativi alle correzioni di taratura delle guaine, dei tubetti e del livello piezometrico.

- Tabella 1 con i valori misurati in sito a diverse profondità.

Con:

P_L = pressione lette ai manometri

T = tempi di lettura

V_L = volume letto sulla colonnina graduata

- Tabella 2 con i valori corretti e rappresentati nelle tavole grafiche

Con:

P = pressione effettiva

V_{60} = volume effettivo a 60sec

$DV_{60/60}/Dp$ = pendenza della curva della deformazione del terreno in funzione della pressione applicata.

$DV^{60/30}$ = deformazione del terreno sotto una pressione costante nel tempo.

Modulo EM = modulo di elasticità del terreno

Risultano segnate con la freccia "↓" le fasi di scarico di pressione.

- Tabelle 3 con i valori di taratura strumentale a "pressure loss" e "volume loss"

Con:



P_L = pressione lette ai manometri

T= tempi di lettura

V_L = volume letto sulla colonnina graduata

I dati sono stati elaborati con il software Geovision-5 di APAGEO, che apporta automaticamente le correzioni necessarie alle curve mostrate nei grafici. Per l'elaborazione delle curve di taratura (Volume Loss e Pressure Loss) e dei dati di campo la normativa di riferimento EN ISO 22476-4.

5 – GRAFICI ELABORAZIONI PROVE

Negli allegati B sono presenti i grafici ricavati durante l'elaborazione dati delle prove pressiometriche dal software Geovision-5 di APAGEO. Il grafico denominato "volume loss" esprime l'espansione volumetrica dei tubetti dello strumento con l'aumento di pressione. I grafici denominati "pressure loss" esprimono l'espansione volumetrica della guaina della sonda strumentale con l'aumento di pressione.

Gli altri grafici presenti negli allegati, infine, mostrano tre diverse curve: in azzurro la curva iperbolica doppia, in rosso la curva reciproca e in verde la curva del creep ($10 \cdot \Delta V_{60/30}$); il loro andamento avviene in funzione dell'incremento della pressione e del volume. Ogni grafico inoltre è riferito a differenti profondità dal piano campagna, corrispondenti alle diverse quote di misurazione delle prove realizzate.

6 - DETERMINAZIONE DELLA PRESSIONE LIMITE

La pressione limite è determinabile con varie metodologie. Le metodologie comunemente utilizzate sono il "Metodo Menard" ed il metodo Windle e Wroth (1977). Entrambe questi metodi sono applicabili se nella curva è riconoscibile un comportamento pseudoplastico (fluage).

Il "**Metodo Menard**" considera la pressione limite come la pressione corrispondente al volume limite, ovvero il volume del foro raddoppiato rispetto il suo volume iniziale:

$$V_l = (2 V_i + V_0)$$

con V_i = volume iniziale e V_0 ricavato dai dati relativi alla taratura.



- ALLEGATI A

COMMITTENTE :	COMUNE DI LIVIGNO (SO)	DATA ESECUZIONE IN CAMPO:	17/09/2024
LOCALITA' :	LIVIGNO (SO)		
SONDAGGIO:	FRE-S2	PROVA N. :	P1
SONDA ϕ :	60 mm	PROF. PROVA DA p.c. (Zp) (m):	3,70
PROF. FALDA DA p.c. (Zw) (m):	> 4,00	ALT. CENTRALINA DA p.c. (Zc) (m):	0,80

Step	valori misurati in sito			
	Pressione (bar)		Volume V(t) cm ³	
	30 s	60 s	30 s	60 s
0				
↑1/1	0,00	0,00	0,0	0,0
↑1/2	0,50	0,50	96,0	113,0
↑1/3	1,00	1,00	160,0	174,0
↑1/4	1,50	1,50	200,0	204,0
↑1/5	2,00	2,00	213,0	214,0
↑1/6	2,50	2,50	219,0	220,0
↑1/7	4,50	4,50	231,0	233,0
↑1/8	6,50	6,50	242,0	247,0
↓2/9	4,50	4,50	241,0	241,0
↑3/10	2,50	2,50	240,0	240,0
↑3/11	4,50	4,50	245,0	245,0
↑3/12	6,50	6,50	248,0	249,0
↑3/13	8,50	8,50	256,0	256,0
↑3/14	10,50	10,50	266,0	267,0
↑3/15	11,50	11,50	272,0	273,0
↑3/16	12,50	12,50	279,0	280,0
↑3/17	13,50	13,50	324,0	341,0

Tabella 1

Dati corretti dalla perdita di pressione e di volume				
P (MPa)	V ⁶⁰ (cm ³)	DV ^{60/60} /Dp (cm ³ /MPa)	DV ^{60/30} (cm ³)	MODULE EM (Mpa)
0,042	0,0		0,0	0,681
0,002	112,6	-2810	17,0	2,183
0,015	173,2	5010	14,0	4,905
0,048	202,8	881	4,0	10,797
0,093	212,4	215	1,0	15,070
0,140	218,1	120	1,0	
0,334	229,7	60	2,0	30,509
0,527	242,4	66	5,0	29,350
0,330	237,7		0,0	
0,130	238,1		0,0	
0,328	241,7	18	0,0	102,484
0,526	244,4	14	1,0	116,984
0,723	250,3	30	0,0	91,532
0,918	260,2	51	1,0	67,471
1015	265,7	57	1,0	60,943
1,112	272,2	67	1,0	54,952
1,188	332,8	795	17,0	22,265

Tabella 2



COMMITTENTE :	COMUNE DI LIVIGNO (SO)	DATA ESECUZIONE IN CAMPO:	17/09/2024
LOCALITA':	LIVIGNO (SO)		
SONDAGGIO:	FRE-S2	PROVA N. :	P2
SONDA ϕ :	60 mm	PROF. PROVA DA p.c. (Zp) (m):	4,40
PROF. FALDA DA p.c. (Zw) (m):	> 4,70	ALT. CENTRALINA DA p.c. (Zc) (m):	0,80

Step	valori misurati in sito					Dati corretti dalla perdita di pressione e di volume				
	Pressione (bar)			Volume V(t) cm ³		P (MPa)	V60 (cm ³)	DV60/60/Dp (cm ³ /MPa)	DV60/30 (cm ³)	MODULE EM (Mpa)
	30 s	60 s		30 s	60 s					
0										
↑1/1	0,00	0,00		0,0	0,0	0,049	0,0			0,034
↑1/2	0,50	0,50		46,0	85,0	0,029	84,6	-4160	39,0	0,336
↑1/3	1,00	1,00		145,0	189,0	0,013	188,2	-6481	44,0	4,330
↑1/4	1,50	1,50		199,0	206,0	0,054	204,8	406	7,0	
↑1/5	2,00	2,00		209,0	210,0	0,102	208,4	76	1,0	23,601
↑1/6	4,00	4,00		222,0	222,0	0,296	219,0	55	0,0	30,621
↑1/7	6,00	6,00		232,0	232,0	0,491	227,7	45	0,0	34,516
↓2/8	4,00	4,00		231,0	231,0	0,292	228,0		0,0	141,189
↑3/9	2,00	2,00		229,0	227,0	0,094	225,4		-2,0	
↑3/10	4,00	4,00		233,0	233,0	0,291	230,0	23	0,0	79,219
↑3/11	6,00	6,00		237,0	237,0	0,489	232,7	14	0,0	100,023
↑3/12	8,00	8,00		246,0	246,0	0,684	240,5	40	0,0	72,528
↑3/13	10,00	10,00		259,0	261,0	0,878	254,5	72	2,0	50,572
↑3/14	11,00	11,00		268,0	270,0	0,974	263,0	88	2,0	44,176
↑3/15	12,00	12,00		280,0	283,0	1,068	275,5	133	3,0	37,003
↑3/16	13,00	13,00		295,0	298,0	1,162	290,0	155	3,0	31,752

Tabella 1

Tabella 2



COMMITTENTE :		COMUNE DI LIVIGNO (SO)	DATA ESECUZIONE IN CAMPO: 17/09/2024
LOCALITA':		LIVIGNO (SO)	
SONDAGGIO:		FRE-S2	PROVA N. : P3
SONDA ϕ :	60 mm	PROF. PROVA DA p.c. (Zp) (m):	7,00
PROF. FALDA DA p.c. (Zw) (m):	> 7,30	ALT. CENTRALINA DA p.c. (Zc) (m):	0,80

Step	valori misurati in sito			
	Pressione (bar)		Volume V(t) cm ³	
	30 s	60 s	30 s	60 s
0				
↑1/1	0,00	0,00	0,0	0,0
↑1/2	0,50	0,50	40,0	85,0
↑1/3	1,00	1,00	160,0	196,0
↑1/4	1,50	1,50	232,0	237,0
↑1/5	2,00	2,00	245,0	246,0
↑1/6	4,00	4,00	260,0	260,0
↑1/7	6,00	6,00	270,0	271,0
↑1/8	8,00	8,00	280,0	280,0
↓2/9	6,00	6,00	279,0	279,0
↓2/10	4,00	4,00	278,0	278,0
↑3/11	2,00	2,00	274,0	274,0
↑3/12	4,00	4,00	277,0	278,0
↑3/13	6,00	6,00	282,0	282,0
↑3/14	8,00	8,00	286,0	287,0
↑3/15	10,00	10,00	297,0	298,0
↑3/16	12,00	12,00	316,0	320,0
↑3/17	13,00	13,00	336,0	339,0
↑3/18	14,00	14,00	355,0	362,0
↑3/19	15,00	15,00	381,0	390,0

Tabella 1

Dati corretti dalla perdita di pressione e di volume				
P (MPa)	V60 (cm ³)	DV60/60/Dp (cm ³ /MPa)	DV60/30 (cm ³)	MODULE EM (Mpa)
0,075	0,0		0,0	0,223
0,055	84,6	-4160	45,0	0,578
0,035	195,2	-5595	36,0	2,772
0,065	235,8	1387	5,0	9,939
0,110	244,4	188	1,0	
0,304	257,0	65	0,0	29,263
0,499	266,7	50	1,0	33,391
0,695	274,5	40	0,0	37,387
0,496	274,7		0,0	341,936
0,296	275,0	-1	0,0	150,977
0,098	272,4		0,0	
0,296	275,0	13	1,0	150,977
0,494	277,7	14	0,0	147,576
0,692	281,5	19	1,0	128,700
0,888	291,5	51	1,0	82,368
1,079	312,5	110	4,0	49,303
1,172	331,0	199	3,0	37,344
1,264	353,6	245	7,0	29,699
1,355	381,2	304	9,0	24,315

Tabella 2



COMMITTENTE :		COMUNE DI LIVIGNO (SO)	DATA ESECUZIONE IN CAMPO:	18/09/2024
LOCALITA' :		LIVIGNO (SO)		
SONDAGGIO:		FRE-S2	PROVA N. :	P4
SONDA ϕ :		60 mm	PROF. PROVA DA p.c. (Zp) (m):	10,20
PROF. FALDA DA p.c. (Zw) (m):		> 10,50	ALT. CENTRALINA DA p.c. (Zc) (m):	0,80

Step	valori misurati in sito				
	Pressione (bar)		Volume V(t) cm ³		
	30 s	60 s		30 s	60 s
0					
↑1/1	0,00	0,00		0,0	0,0
↑1/2	0,50	0,50		108,0	145,0
↑1/3	1,00	1,00		170,0	183,0
↑1/4	1,50	1,50		192,0	195,0
↑1/5	2,00	2,00		200,0	201,0
↑1/6	5,00	5,00		217,0	219,0
↑1/7	8,00	8,00		238,0	240,0
↓2/8	5,00	5,00		238,0	239,0
↑3/9	2,00	2,00		234,0	233,0
↑3/10	5,00	5,00		239,0	240,0
↑3/11	8,00	8,00		245,0	246,0
↑3/12	11,00	11,00		266,0	270,0
↑3/13	14,00	14,00		307,0	314,0
↑3/14	15,00	15,00		330,0	335,0

Tabella 1

Dati corretti dalla perdita di pressione e di volume				
P (MPa)	V60 (cm ³)	DV60/60/Dp (cm ³ /MPa)	DV60/30 (cm ³)	MODULE EM (Mpa)
0,107	0,0		0,0	0,430
0,047	144,6	-2380	37,0	3,640
0,074	182,2	1355	13,0	9,121
0,118	193,8	267	3,0	14,628
0,165	199,4	120	1,0	
0,455	215,3	55	2,0	32,623
0,745	234,5	66	2,0	29,952
0,446	235,3		1,0	140,790
0,149	231,4		-1,0	
0,445	236,3	17	1,0	112,044
0,742	240,5	14	1,0	121,444
1,032	263,0	78	4,0	52,981
1,314	305,6	151	7,0	30,609
1,406	326,2	223	5,0	26,216

Tabella 2



COMMITTENTE :	COMUNE DI LIVIGNO (SO)	DATA ESECUZIONE IN CAMPO:	18/09/2024
LOCALITA':	LIVIGNO (SO)		
SONDAGGIO:	FRE-S2	PROVA N. :	P5
SONDA ϕ :	60 mm	PROF. PROVA DA p.c. (Zp) (m):	12,70
PROF. FALDA DA p.c. (Zw) (m):	> 9,20	ALT. CENTRALINA DA p.c. (Zc) (m):	0,80

Step	valori misurati in sito				
	Pressione (bar)			Volume V(t) cm ³	
	30 s	60 s		30 s	60 s
0					
↑1/1	0,00	0,00		0,0	0,0
↑1/2	0,50	0,50		60,0	76,0
↑1/3	1,00	1,00		117,0	139,0
↑1/4	1,50	1,50		182,0	198,0
↑1/5	2,50	2,50		250,0	256,0
↑1/6	3,50	3,50		300,0	320,0
↑1/7	4,50	4,50		354,0	373,0
↑1/8	5,50	5,50		408,0	442,0
↑1/9	6,50	6,50		458,0	473,0

Tabella 1

Dati corretti dalla perdita di pressione e di volume				
P (MPa)	V60 (cm ³)	DV60/60/Dp (cm ³ /MPa)	DV60/30 (cm ³)	MODULE EM (Mpa)
0,132	0,0		0,0	1,302
0,119	75,6	-5536	16,0	1,733
0,125	138,2	9443	22,0	2,141
0,141	196,8	3697	16,0	2,629
0,213	254,1	800	6,0	2,735
0,286	317,4	862	20,0	2,971
0,367	369,7	645	19,0	2,667
0,446	438,0	865	34,0	
0,538	468,4	331	15,0	7,359

Tabella 2



COMMITTENTE :	COMUNE DI LIVIGNO (SO)	DATA ESECUZIONE IN CAMPO:	18/09/2024
LOCALITA':	LIVIGNO (SO)		
SONDAGGIO:	FRE-S2	PROVA N. :	P6
SONDA ϕ :	60 mm	PROF. PROVA DA p.c. (Zp) (m):	16,10
PROF. FALDA DA p.c. (Zw) (m):	> 9,20	ALT. CENTRALINA DA p.c. (Zc) (m):	0,80

Step	valori misurati in sito			
	Pressione (bar)		Volume V(t) cm ³	
	30 s	60 s	30 s	60 s
0				
↑1/1	0,00	0,00	0,0	0,0
↑1/2	0,50	0,50	73,0	113,0
↑1/3	1,00	1,00	155,0	158,0
↑1/4	1,50	1,50	161,0	163,0
↑1/5	2,50	2,50	167,0	168,0
↑1/6	4,50	4,50	179,0	180,0
↑1/7	6,50	6,50	190,0	193,0
↑1/8	8,50	8,50	206,0	208,0
↓2/9	6,50	6,50	207,0	207,0
↓2/10	4,50	4,50	204,0	204,0
↑3/11	2,50	2,50	197,0	197,0
↑3/12	4,50	4,50	201,0	202,0
↑3/13	6,50	6,50	208,0	209,0
↑3/14	8,50	8,50	216,0	218,0
↑3/15	10,50	10,50	226,0	231,0
↑3/16	12,50	12,50	244,0	245,0
↑3/17	14,50	14,50	260,0	263,0

Tabella 1

Dati corretti dalla perdita di pressione e di volume				
P (MPa)	V ⁶⁰ (cm ³)	DV ^{60/60} /Dp (cm ³ /MPa)	DV ^{60/30} (cm ³)	MODULE EM (Mpa)
0,169	0,0		0,0	
0,093	112,6	-1485	40,0	0,643
0,111	157,2	2478	3,0	
0,158	161,8	99	2,0	16,824
0,255	166,1	44	1,0	26,960
0,448	176,7	55	1,0	28,981
0,640	188,4	61	3,0	28,696
0,832	202,3	72	2,0	27,378
0,632	202,4		0,0	202,314
0,434	200,7	9	0,0	
0,238	195,1		0,0	61,541
0,435	198,7	18	1,0	
0,631	204,4	29	1,0	93,630
0,826	212,3	40	2,0	60,430
1,020	224,2	62	5,0	44,796
1,213	237,2	68	1,0	38,696
1,405	254,4	89	3,0	33,251

Tabella 2



COMMITTENTE :	COMUNE DI LIVIGNO (SO)	DATA ESECUZIONE IN CAMPO:	26/09/2024
LOCALITA':	LIVIGNO (SO)		
SONDAGGIO:	PLA-S2	PROVA N. :	P1
SONDA ϕ :	60 mm	PROF. PROVA DA p.c. (Zp) (m):	5,60
PROF. FALDA DA p.c. (Zw) (m):	> 5,90	ALT. CENTRALINA DA p.c. (Zc) (m):	0,20

Step	valori misurati in sito					Dati corretti dalla perdita di pressione e di volume				
	Pressione (bar)			Volume V(t) cm ³		P (MPa)	V60 (cm ³)	DV60/60/Dp (cm ³ /MPa)	DV60/30 (cm ³)	MODULE EM (Mpa)
	30 s	60 s		30 s	60 s					
0										
↑1/1	0,00	0,00		0,0	0,0	0,058	0,0		0,0	1,303
↑1/2	0,50	0,50		58,0	65,0	0,025	64,6	-1952	7,0	2,898
↑1/3	1,00	1,00		117,0	126,0	0,022	125,2	-23195	9,0	9,052
↑1/4	1,50	1,50		138,0	139,0	0,063	137,8	310	1,0	11,753
↑1/5	2,00	2,00		146,0	146,0	0,108	144,4	147	0,0	12,176
↑1/6	3,00	3,00		159,0	159,0	0,200	156,7	134	0,0	
↑1/7	5,00	5,00		176,0	176,0	0,389	172,3	83	0,0	20,241
↑1/8	7,00	7,00		193,0	194,0	0,578	189,1	88	1,0	19,806
↑1/9	9,00	9,00		214,0	217,0	0,766	211,0	117	3,0	17,980
↑3/10	12,00	12,00		280,0	293,0	1,031	285,5	281	13,0	11,761

Tabella 1

Tabella 2



COMMITTENTE :	COMUNE DI LIVIGNO (SO)	DATA ESECUZIONE IN CAMPO:	27/09/2024
LOCALITA':	LIVIGNO (SO)		
SONDAGGIO:	PLA-S2	PROVA N. :	P2
SONDA ϕ :	60 mm	PROF. PROVA DA p.c. (Zp) (m):	7,40
PROF. FALDA DA p.c. (Zw) (m):	> 7,70	ALT. CENTRALINA DA p.c. (Zc) (m):	0,20

Step	valori misurati in sito			
	Pressione (bar)		Volume V(t) cm ³	
	30 s	60 s	30 s	60 s
0				
↑1/1	0,00	0,00	0,0	0,0
↑1/2	0,50	0,50	64,0	83,0
↑1/3	1,00	1,00	119,0	123,0
↑1/4	1,50	1,50	130,0	132,0
↑1/5	2,00	2,00	135,0	137,0
↑1/6	2,50	2,50	139,0	140,0
↑1/7	3,00	3,00	142,0	143,0
↑1/8	3,50	3,50	144,0	144,0
↑1/9	4,00	4,00	145,0	146,0
↑1/10	6,00	6,00	153,0	153,0
↓2/11	4,00	4,00	152,0	151,0
↑3/12	2,00	2,00	148,0	148,0
↑3/13	4,00	4,00	150,0	150,0
↑3/14	6,00	6,00	152,0	153,0
↑3/15	8,00	8,00	156,0	156,0
↑3/16	10,00	10,00	160,0	161,0
↑3/17	12,00	12,00	165,0	165,0
↑3/18	14,00	14,00	171,0	172,0
↑3/19	16,00	16,00	179,0	180,0
↑3/20	18,00	18,00	190,0	193,0
↑3/21	20,00	20,00	204,0	208,0
↑3/22	22,00	22,00	228,0	233,0

Tabella 1

Dati corretti dalla perdita di pressione e di volume				
P (MPa)	V60 (cm ³)	DV60/60/Dp (cm ³ /MPa)	DV60/30 (cm ³)	MODULE EM (Mpa)
0,076	0,0		0,0	0,107
0,026	82,6	-1639	19,0	1,899
0,043	122,2	2338	4,0	7,912
0,086	130,8	199	2,0	
0,132	135,4	100	2,0	15,955
0,180	138,1	55	1,0	20,700
0,228	140,7	55	1,0	22,937
0,278	141,4	13	0,0	29,003
0,326	143,0	34	1,0	31,470
0,521	148,7	29	0,0	39,061
0,323	148,0		-1,0	
0,125	146,4		0,0	204,107
0,323	147,0	3	0,0	
0,521	148,7	9	1,0	458,566
0,719	150,5	9	0,0	256,099
0,916	154,5	20	1,0	150,527
1,114	157,5	15	0,0	137,001
1,309	163,6	31	1,0	104,430
1,505	170,8	37	1,0	86,110
1,697	183,0	64	3,0	65,728
1,889	197,3	75	4,0	53,763
2,076	221,7	130	5,0	41,052

Tabella 2



COMMITTENTE :		COMUNE DI LIVIGNO (SO)	DATA ESECUZIONE
LOCALITA' :		LIVIGNO (SO)	IN CAMPO: 27/09/2024
SONDAGGIO:		PLA-S2	PROVA N. : P3
SONDA ϕ :	60 mm	PROF. PROVA DA p.c. (Zp) (m):	10,60
PROF. FALDA DA p.c. (Zw) (m):	> 10,90	ALT. CENTRALINA DA p.c. (Zc) (m):	0,20

Step	valori misurati in sito			
	Pressione (bar)		Volume V(t) cm ³	
	30 s	60 s	30 s	60 s
0				
↑1/1	0,00	0,00	0,0	0,0
↑1/2	0,50	0,50	71,0	93,0
↑1/3	1,00	1,00	125,0	134,0
↑1/4	2,00	2,00	142,0	145,0
↑1/5	3,00	3,00	146,0	147,0
↑1/6	4,00	4,00	150,0	151,0
↑1/7	6,00	6,00	155,0	156,0
↓2/8	4,00	4,00	154,0	153,0
↑3/9	3,00	3,00	150,0	149,0
↑3/10	4,00	4,00	153,0	153,0
↑3/11	6,00	6,00	160,0	161,0
↑3/12	8,00	8,00	166,0	166,0
↑3/13	10,00	10,00	172,0	173,0
↑3/14	12,00	12,00	178,0	179,0
↑3/15	14,00	14,00	192,0	195,0
↑3/16	16,00	16,00	209,0	214,0
↑3/17	18,00	18,00	235,0	241,0
↑3/18	20,00	20,00	268,0	275,0
↑3/19	22,00	22,00	318,0	327,0

Tabella 1

Dati corretti dalla perdita di pressione e di volume				
P (MPa)	V60 (cm ³)	DV60/60/Dp (cm ³ /MPa)	DV60/30 (cm ³)	MODULE EM (Mpa)
0,108	0,0		0,0	0,505
0,049	92,6	-1561	22,0	3,353
0,066	133,2	2282	9,0	14,451
0,159	143,4	111	3,0	
0,257	144,7	13	1,0	125,469
0,355	148,0	34	1,0	69,431
0,551	151,7	19	1,0	77,115
0,353	150,0		-1,0	
0,256	146,7		-1,0	47,962
0,353	150,0	34	0,0	
0,548	156,7	34	1,0	47,702
0,745	160,5	19	0,0	61,279
0,941	166,5	30	1,0	59,082
1,137	171,5	26	1,0	60,652
1,328	186,6	79	3,0	44,806
1,518	204,8	96	5,0	36,268
1,704	231,0	141	6,0	29,022
1,888	264,3	181	7,0	23,967
2,067	315,7	287	9,0	19,170

Tabella 2



COMMITTENTE :	COMUNE DI LIVIGNO (SO)	DATA ESECUZIONE IN CAMPO:	27/09/2024
LOCALITA':	LIVIGNO (SO)		
SONDAGGIO:	PLA-S2	PROVA N. :	P4
SONDA φ :	60 mm	PROF. PROVA DA p.c. (Zp) (m):	13,50
PROF. FALDA DA p.c. (Zw) (m):	> 13,80	ALT. CENTRALINA DA p.c. (Zc) (m):	0,20

Step	valori misurati in sito			
	Pressione (bar)		Volume V(t) cm ³	
	30 s	60 s	30 s	60 s
0				
↑1/1	0,00	0,00	0,0	0,0
↑1/2	0,50	0,50	68,0	91,0
↑1/3	1,00	1,00	120,0	125,0
↑1/4	2,00	2,00	137,0	139,0
↑1/5	4,00	4,00	143,0	144,0
↑1/6	6,00	6,00	152,0	151,0
↑1/7	8,00	8,00	151,0	156,0
↓2/8	6,00	6,00	153,0	152,0
↑3/9	4,00	4,00	148,0	147,0
↑3/10	6,00	6,00	153,0	155,0
↑3/11	8,00	8,00	158,0	158,0
↑3/12	11,00	11,00	167,0	169,0
↑3/13	14,00	14,00	177,0	180,0
↑3/14	17,00	17,00	194,0	198,0
↑3/15	20,00	20,00	234,0	241,0
↑3/16	23,00	23,00	311,0	319,0

Tabella 1

Dati corretti dalla perdita di pressione e di volume				
P (MPa)	V ⁶⁰ (cm ³)	DV ^{60/60} /Dp (cm ³ /MPa)	DV ^{60/30} (cm ³)	MODULE EM (Mpa)
0,137	0,0		0,0	0,567
0,079	90,6	-1574	23,0	3,693
0,102	124,2	1486	5,0	10,748
0,192	137,4	147	2,0	
0,389	141,0	18	1,0	88,155
0,584	146,7	29	-1,0	68,041
0,780	150,5	19	5,0	72,627
0,583	147,7		-1,0	
0,386	144,0		-1,0	86,080
0,581	150,7	34	2,0	
0,779	152,5	9	0,0	66,431
1,072	162,0	32	2,0	56,518
1,366	171,6	33	3,0	54,376
1,655	188,4	58	4,0	44,318
1,933	230,3	151	7,0	28,377
2,199	307,4	289	8,0	18,615

Tabella 2



Step	Taratura della pressione per la rigidità della membrana "pressure loss" FRE ET 1-5	
	P _L (bar)	V _L (t) cm ³
0	0,00	0,0
↑1	0,50	58,0
↑2	1,00	122,0
↑3	1,50	210,0
↑4	2,00	354,0
↑5	2,50	470,0
↑6	3,00	765,0

Step	Taratura della pressione per la rigidità della membrana "pressure loss" PLA-FRE ET-6	
	P _L (bar)	V _L (t) cm ³
0	0,00	0,0
↑1	0,50	32,0
↑2	1,00	85,0
↑3	1,50	165,0
↑4	2,00	260,0
↑5	2,50	290,0
↑6	3,00	575,0
↑7	3,50	780,0



Step	Taratura del volume per elasticità del sistema "volume loss" PLA-FRE	
	P _L (bar)	V _L (t) cm ³
0	0,00	0,0
↑1	0,50	27,0
↑2	1,00	59,0
↑3	1,50	120,0
↑4	2,00	124,0
↑5	5,00	129,0
↑6	9,00	132,0
↑7	13,00	135,0
↑8	17,00	136,0
↑9	21,00	137,0
↑10	24,00	138,0
↑11	27,00	139,0
↑12	31,00	140,0

Tabelle 3



STUDIO TECNICO GEOM. UGO CELOTTI s.r.l. - VIA MINCIO, 22 - C.A.P. 20139 MILANO
CAPITALE SOCIALE EURO 100.000,00 I.V.
C.C.I.A.A. REG. DELLE IMPRESE DI MILANO – COD.FISC.-PART.IVA 05092310969 – SOA 3405AL/57/01

- **ALLEGATI B**

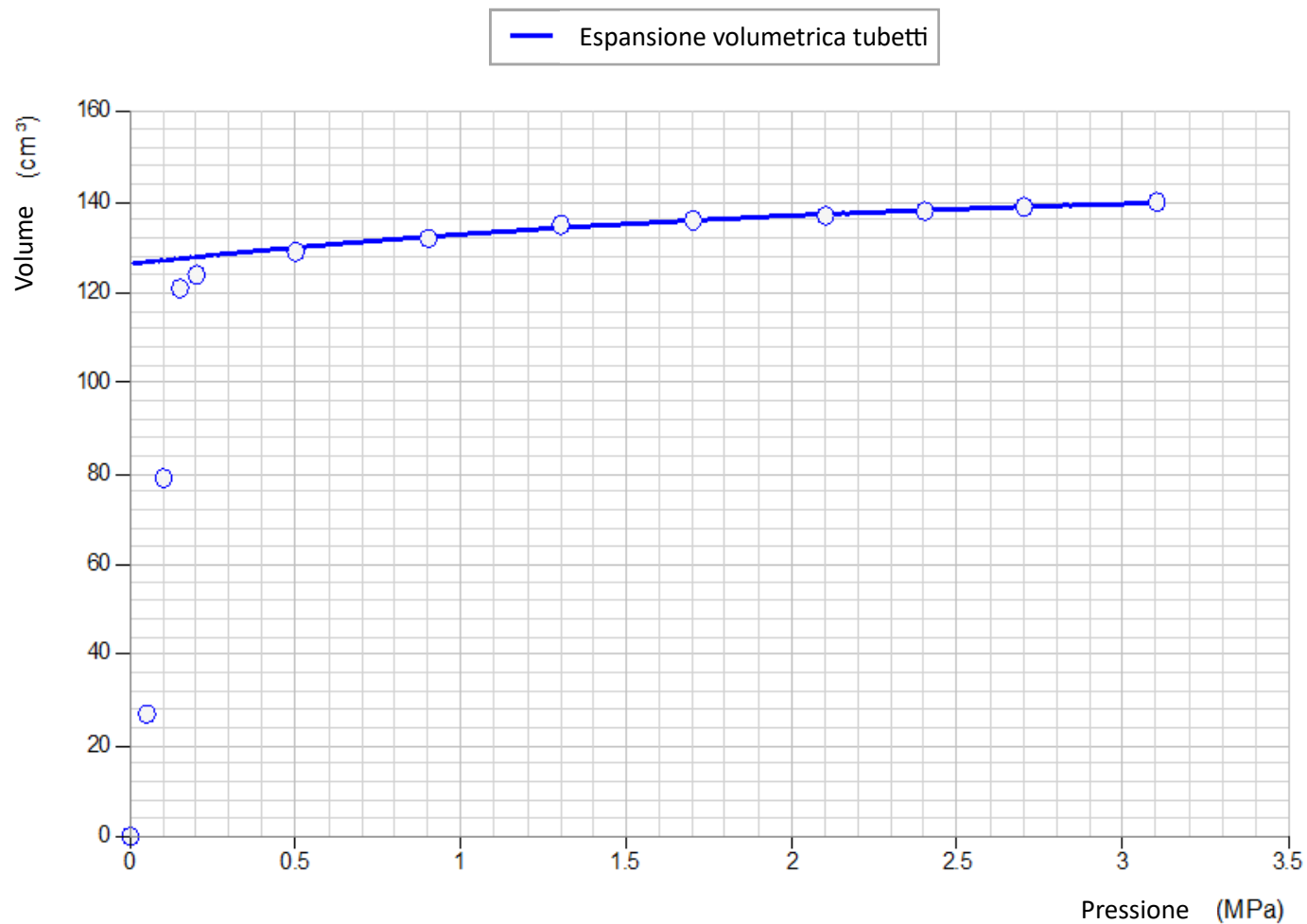


PROVA PRESSIOMETRICA

TARATURA "VOLUME LOSS" DEL 17/09/2024

(SONDA 60 mm HP)

LOCALITA': **LIVIGNO (SO)** SONDAGGIO: **PLA-S2 / FRE-S2**



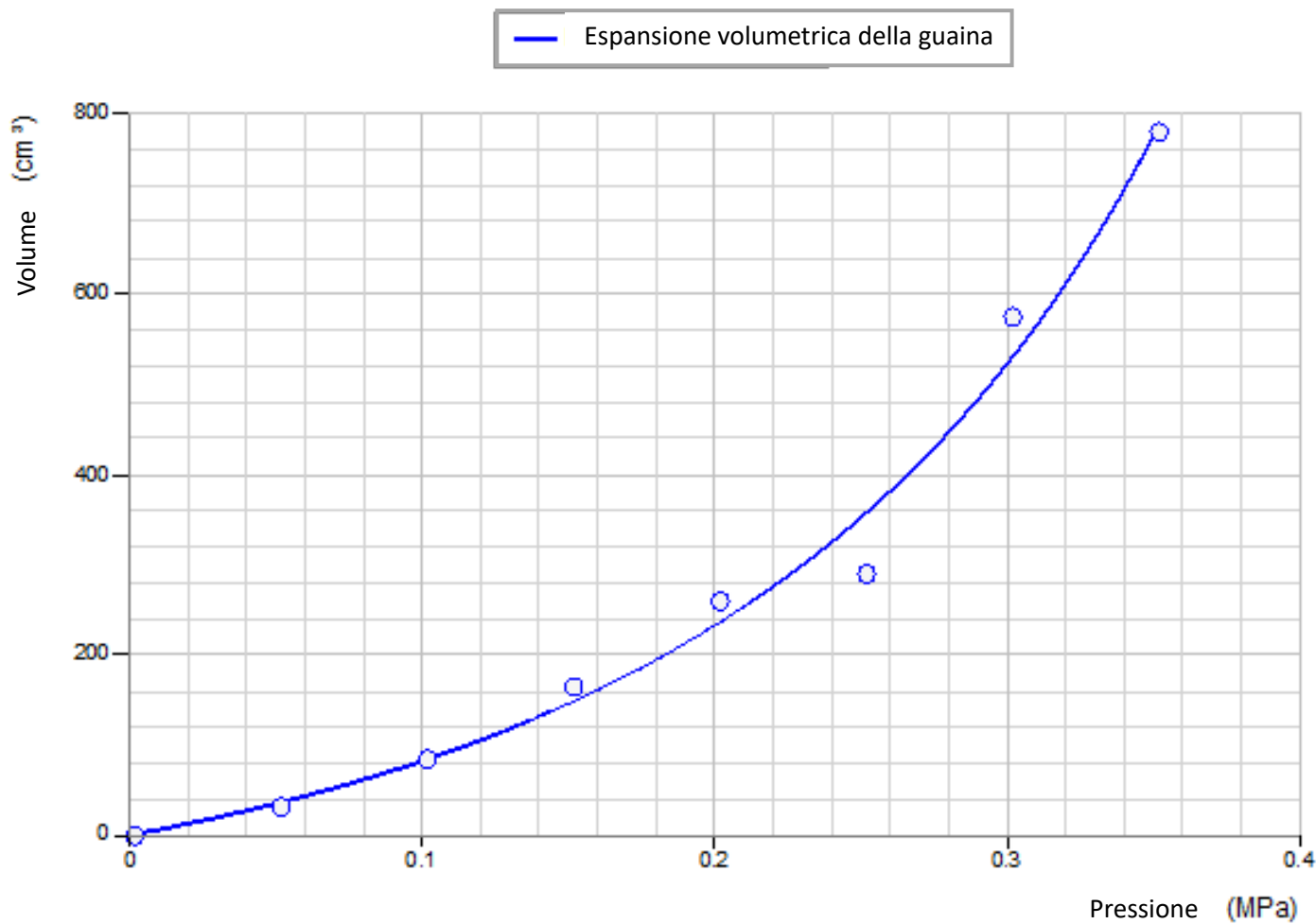


PROVA PRESSIOMETRICA

TARATURA "PRESSURE LOSS" DEL 26/09/2024

(SONDA 60 mm HP)

LOCALITA': **LIVIGNO (SO)** SONDAGGIO: **PLA-S2** PROVE: **P1-P2-P3-P4**



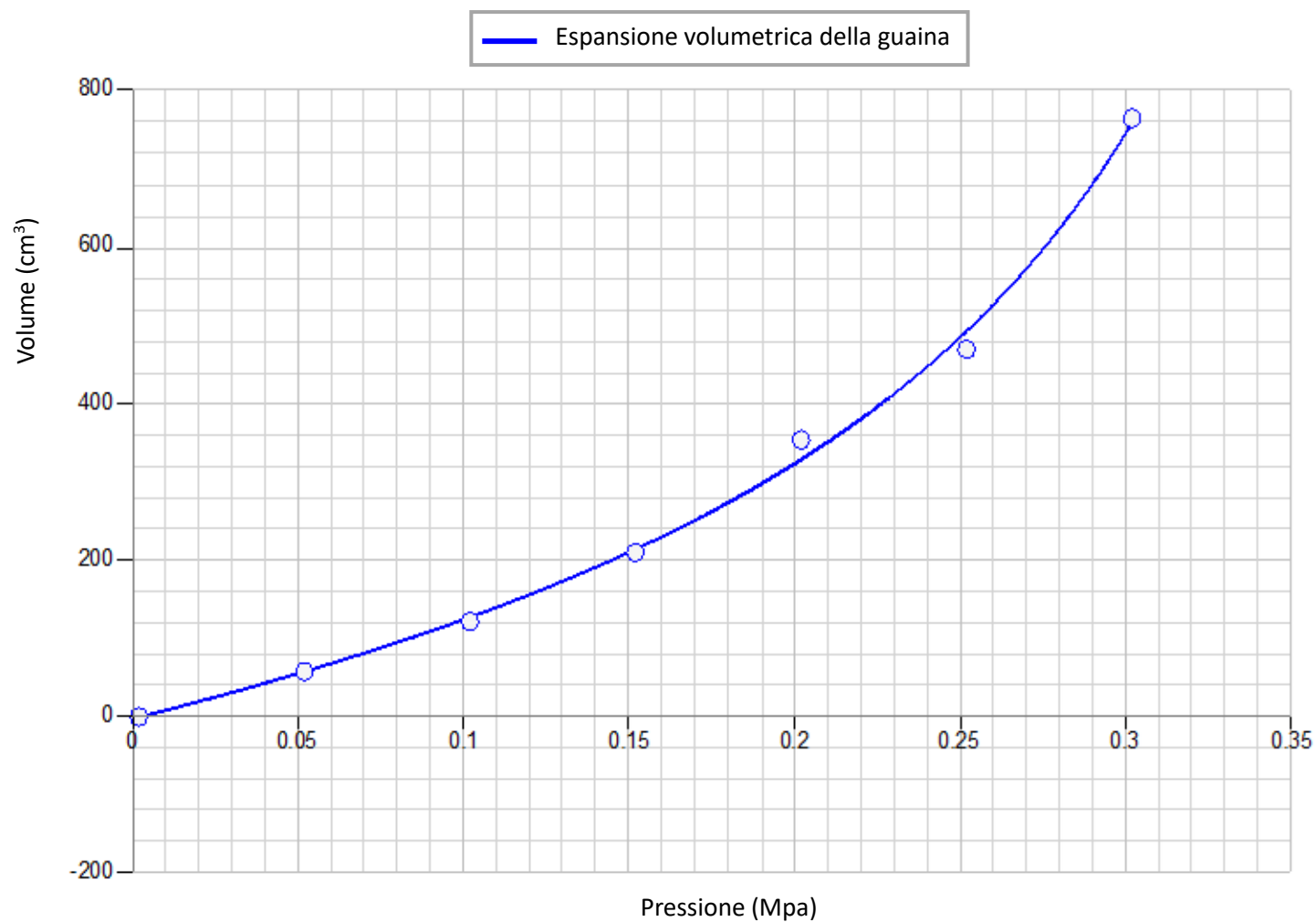


PROVA PRESSIOMETRICA

TARATURA "PRESSURE LOSS" DEL 26/09/2024

(SONDA 60 mm HP)

LOCALITA': **LIVIGNO (SO)** SONDAGGIO: **FRE-S2** PROVE: **P1-P2-P3-P4-P5-P6**





PROVA PRESSIOMETRICA

PARAMETRI RIASSUNTIVI PROVE PRESSIOMETRICHE DEL SONDAGGIO PLA-S2

Test information			Fondamental parameters				Complementary parameters			
Job Site	Borehole	Depth (m)	p_r (MPa)	p_{lm} (MPa)	E_M (MPa)	E_M élastic (MPa)	σ_{hs} (MPa)	p^*_{lm} (MPa)	E/p_{lm}	E/p^*_{lm}
Livigno	PLA-S2	5,60	0,77	≥ 1.031	18,0	18,0	0,050	≥ 0.98	≤ 17.44	≤ 18.34
		7,40	1,51	3,35	70,0	104,4	0,067	3,28	20,9	21,3
		10,60	1,14	2,65	57,7	60,7	0,095	2,55	21,8	22,6
		13,50	1,37	2,71	56,5	54,4	0,121	2,59	20,9	21,8

Test information			Annex parameter			Test condition						
Job Site	Borehole	Depth (m)	E_{tmax} (Mpa)	p_1 (Mpa)	p_2 (Mpa)	Drilling Method	Probe	Number of step	P_{max} (MPa)	V_{max} (cm ³)	Differential Pressure	Theoretical Differential Pressure
Livigno	PLA-S2	5,60	13,6	0,20	0,77	Core drilling	60-gct	10	1,20	293,0	-0,040	-0,067
		7,40	48,9	0,23	1,50	Core drilling	60-gct	11	2,20	233,0	-0,035	-0,049
		10,60	39,8	0,16	1,14	Core drilling	60-gct	11	2,20	327,0	0,010	-0,017
		13,50	39,5	0,19	1,37	Core drilling	60-gct	8	2,30	319,0	0,035	0,012

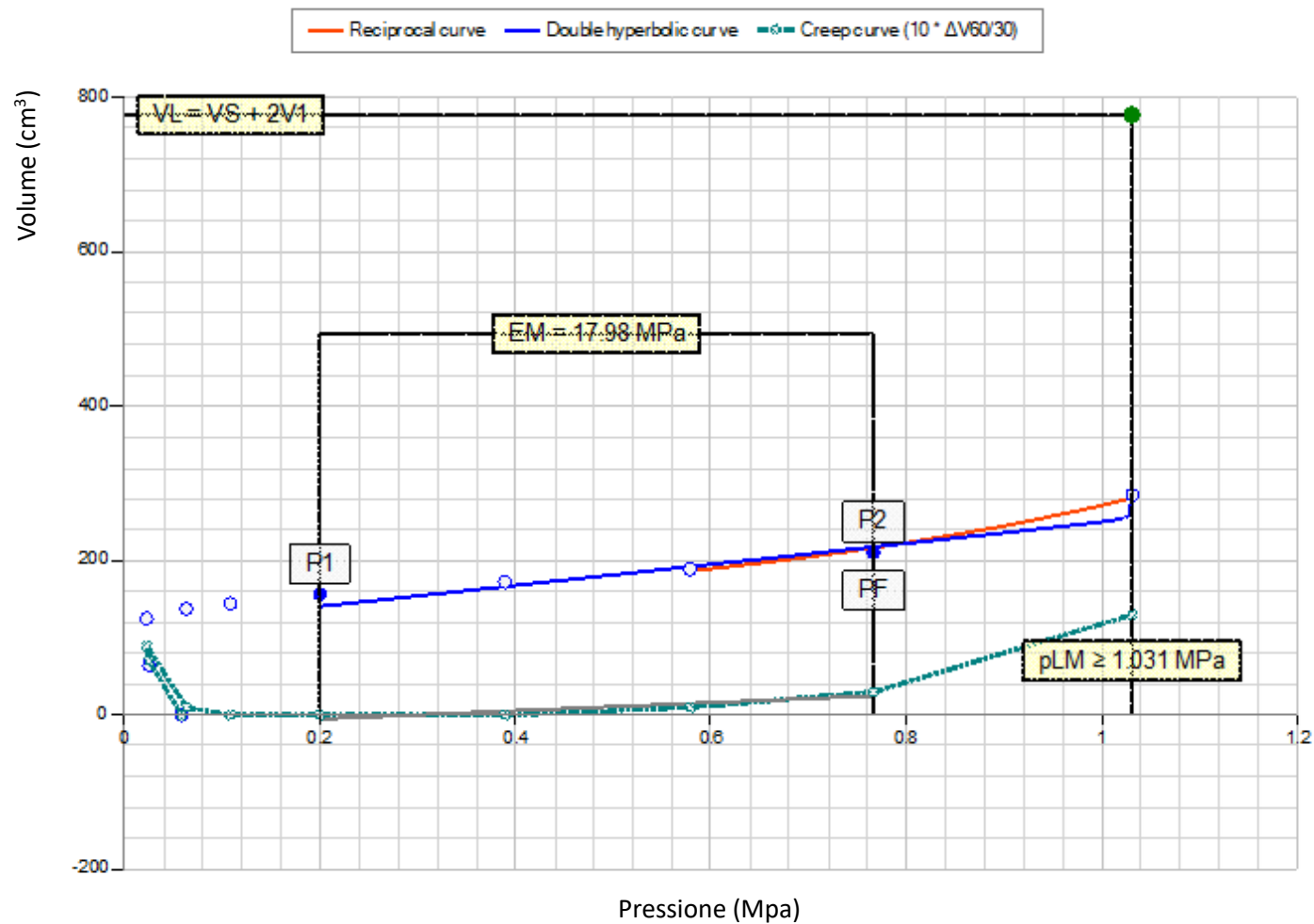


PROVA PRESSIOMETRICA

(SONDA 60 mm HP)

LOCALITA': **LIVIGNO (SO)** DATA: **26/09/2024** PROVA N: **P1** SONDAGGIO: **PLA-S2**

PROFONDITA' (Zp): - 5,60 m da p.c.



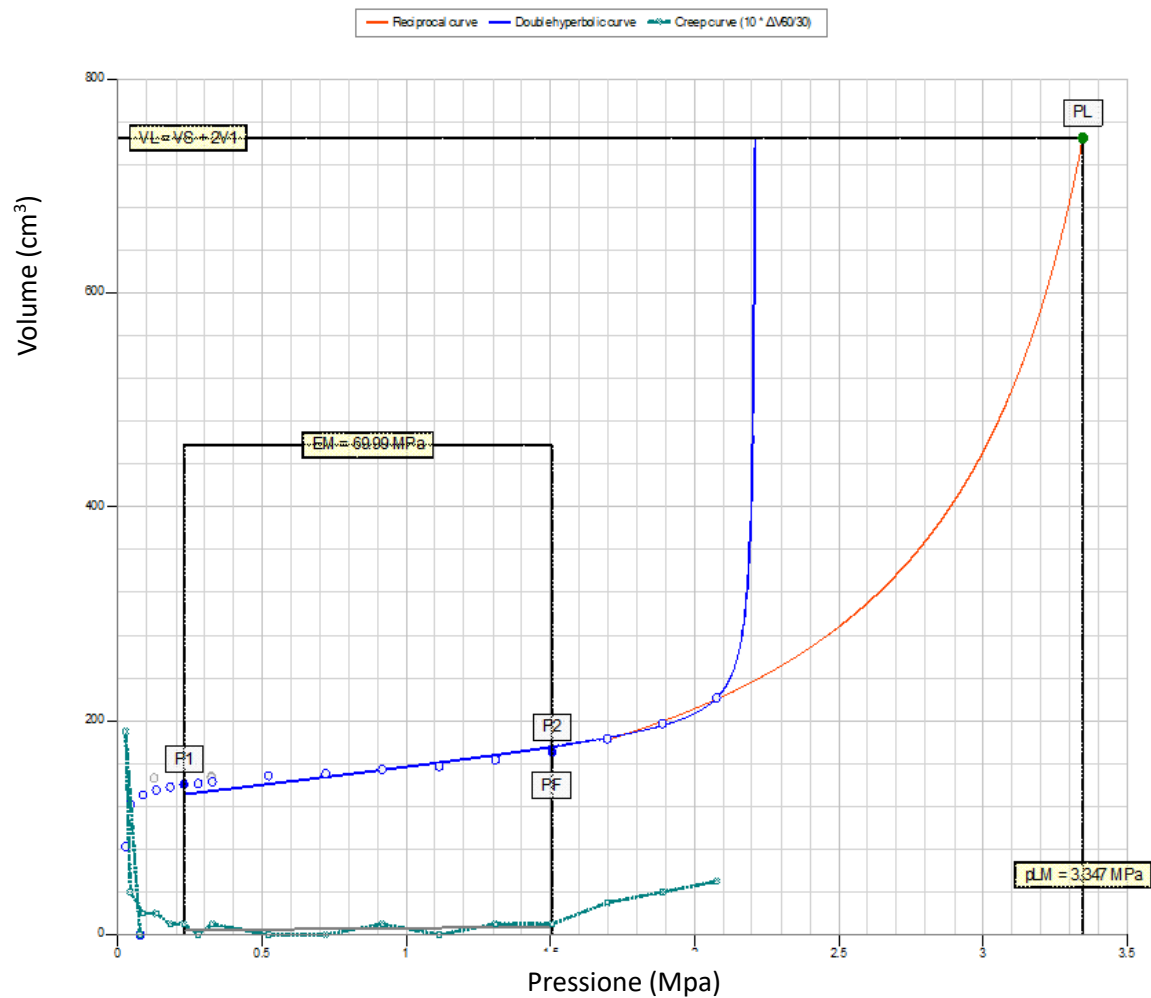


PROVA PRESSIOMETRICA

(SONDA 60 mm HP)

LOCALITA': **LIVIGNO (SO)** DATA: **27/09/2024** PROVA N.: **P2** SONDAGGIO: **PLA-S2**

PROFONDITA' (Zp): - 7,40 m da p.c.



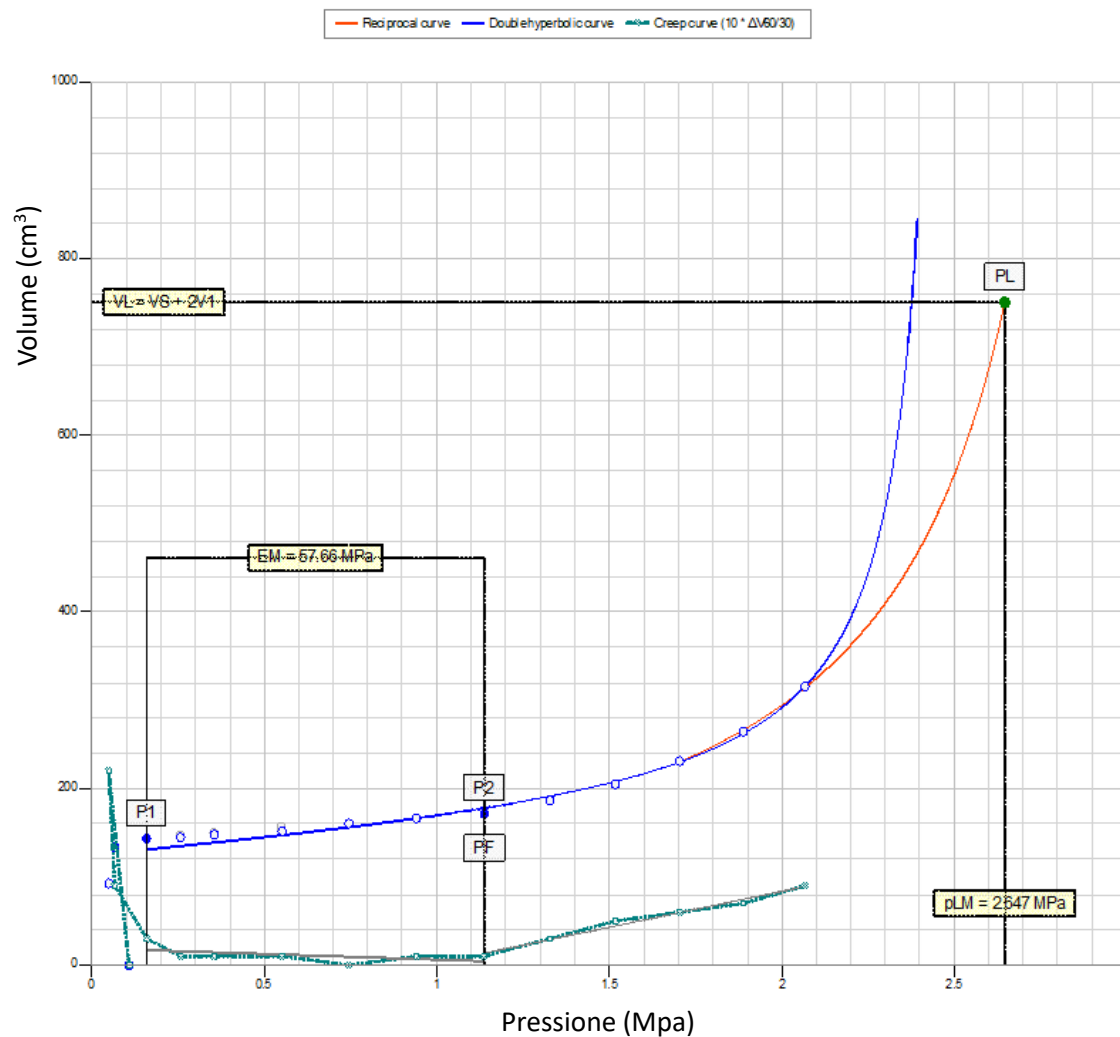


PROVA PRESSIOMETRICA

(SONDA 60 mm HP)

LOCALITA': **LIVIGNO (SO)** DATA: **27/09/2024** PROVA N.: **P3** SONDAGGIO: **PLA-S2**

PROFONDITA' (Zp): - 10,60 m da p.c.



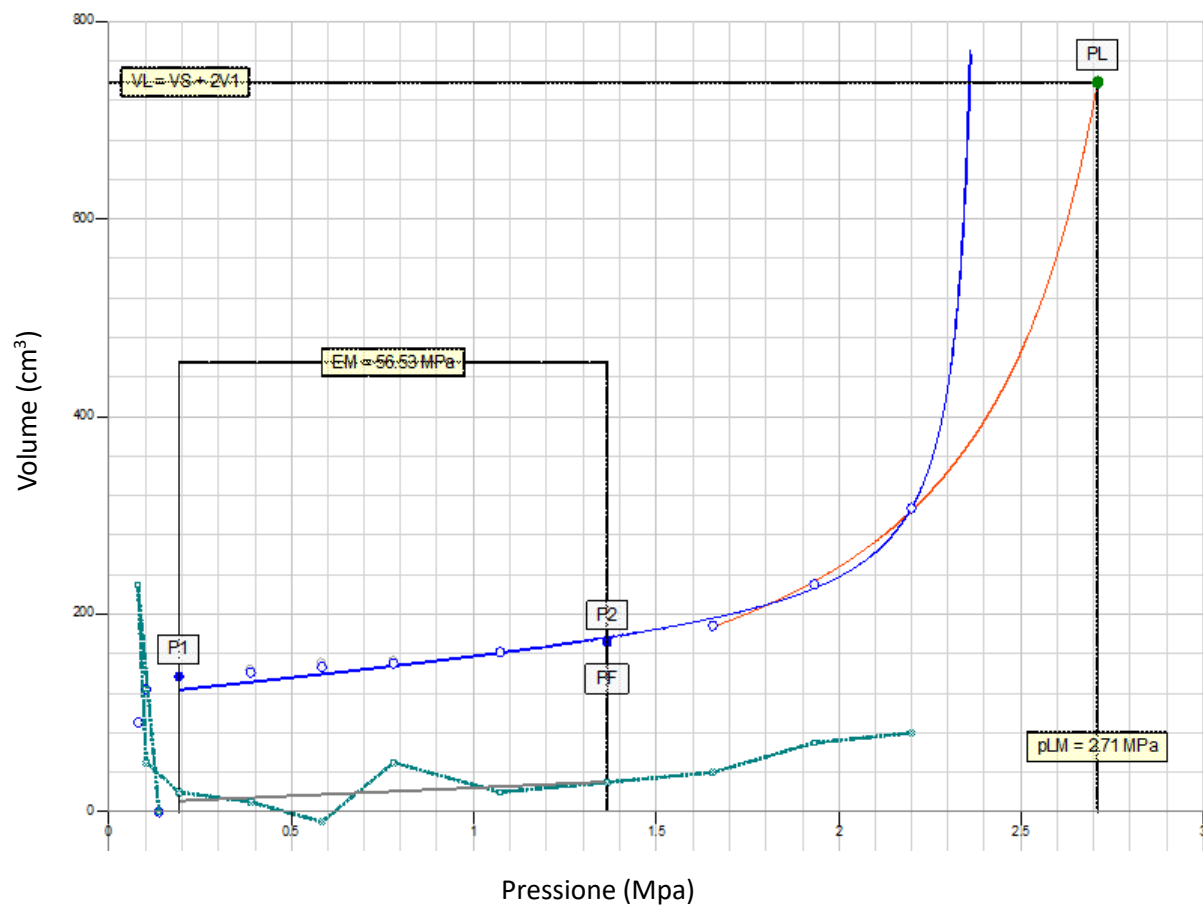


PROVA PRESSIOMETRICA

(SONDA 60 mm HP)

LOCALITA': **LIVIGNO (SO)** DATA: **27/09/2024** PROVA N.: **P4** SONDAGGIO: **PLA-S2**

PROFONDITA' (Zp): - 13,50 m da p.c.





PROVA PRESSIOMETRICA

PARAMETRI RIASSUNTIVI PROVE PRESSIOMETRICHE DEL SONDAGGIO FRE-S2

Test information			Fundamental parameters				Complementary parameters			
Job Site	Borehole	Depth (m)	p_f (MPa)	p_{lm} (MPa)	E_M (MPa)	E_M élastique (MPa)	σ_{hs} (MPa)	p^*_{lm} (MPa)	E/p_{lm}	E/p^*_{lm}
Livigno	FRE-S2	3,70	1,11	≥ 1.188	33,8	91,5	0,033	≥ 1.155	≤ 28.48	≤ 29.3
		4,40	0,88	2,39	30,6	141,2	0,040	2,35	12,8	13,1
		7,00	0,70	2,08	37,4	151,0	0,063	2,02	18,0	18,5
		10,20	0,75	2,39	30,0	140,8	0,092	2,30	12,5	13,0
		12,70	≥ 0.538	≥ 0.538	7,4	7,4	0,132	≥ 0.406	≤ 13.68	≤ 18.12
		16,10	0,83	1,41	27,4	60,4	0,179	1,23	19,5	22,3

Test information			Annex parameter			Test condition						
Job Site	Borehole	Depth (m)	E_{tmax} (Mpa)	p_1 (Mpa)	p_2 (Mpa)	Drilling Method	Probe	Number of step	P_{max} (MPa)	V_{max} (cm ³)	Differential Pressure	Theoretical Differential Pressure
Livigno	FRE-S2	3,70	21,5	0,14	1,11	Core drilling	60-gct	8	1,35	341,0	-0,060	-0,080
		4,40	19,6	0,05	0,88	Core drilling	60-gct	8	1,30	298,0	-0,050	-0,073
		7,00	16,1	0,11	0,70	Core drilling	60-gct	9	1,50	390,0	-0,030	-0,047
		10,20	20,0	0,16	0,75	Core drilling	60-gct	6	1,50	335,0	0,000	-0,015
		12,70	3,0	0,45	0,54	Core drilling	60-gct	9	0,65	473,0	0,030	0,010
		16,10	22,5	0,11	0,83	Core drilling	60-gct	7	1,45	263,0	0,060	0,044

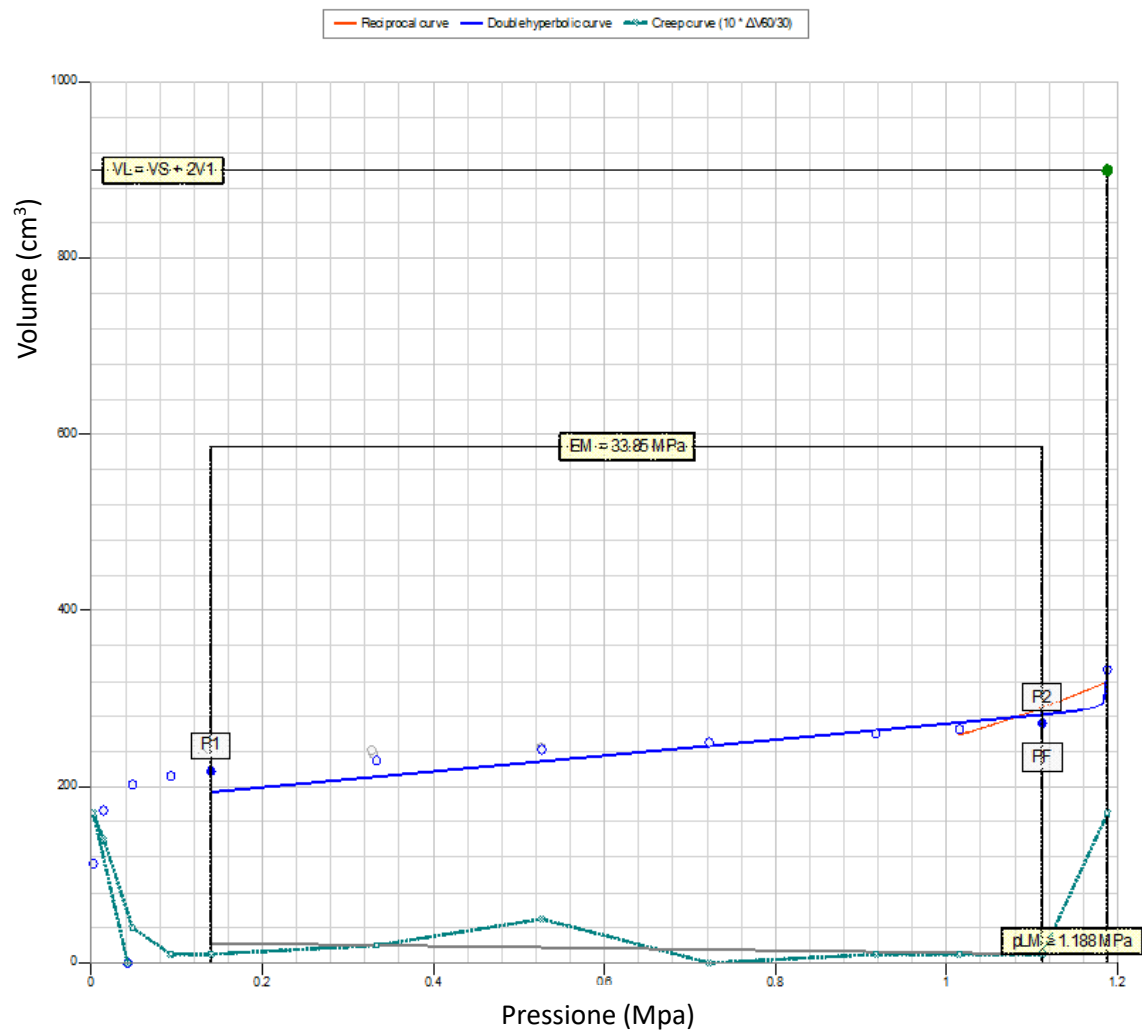


PROVA PRESSIOMETRICA

(SONDA 60 mm HP)

LOCALITA': **LIVIGNO (SO)** DATA: **17/09/2024** PROVA N.: **P1** SONDAGGIO: **FRE-S2**

PROFONDITA' (Zp): - 3,70 m da p.c.



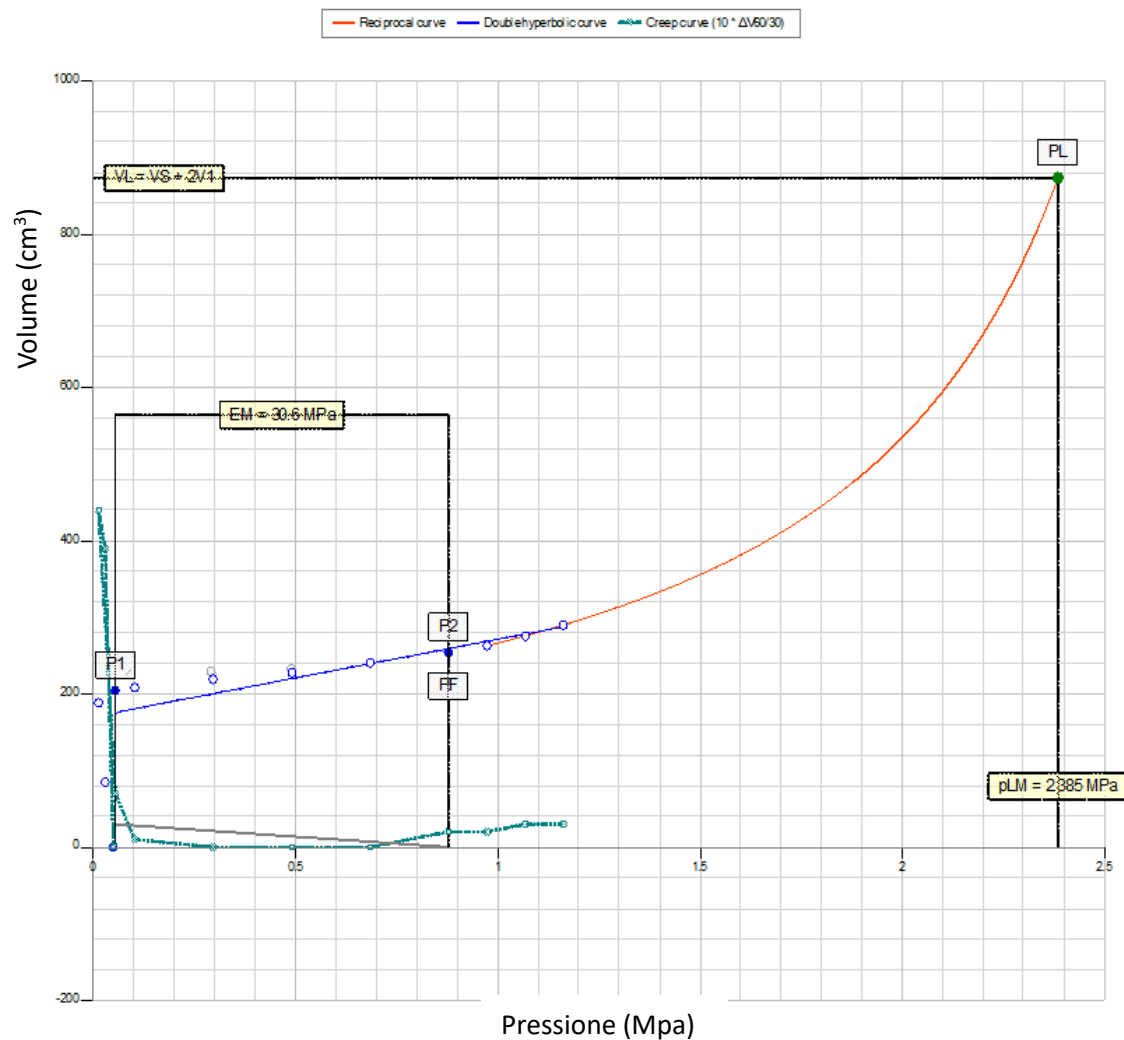


PROVA PRESSIOMETRICA

(SONDA 60 mm HP)

LOCALITA': **LIVIGNO (SO)** DATA: **17/09/2024** PROVA N.: **P2** SONDAGGIO: **FRE-S2**

PROFONDITA' (Zp): - 4,40 m da p.c.



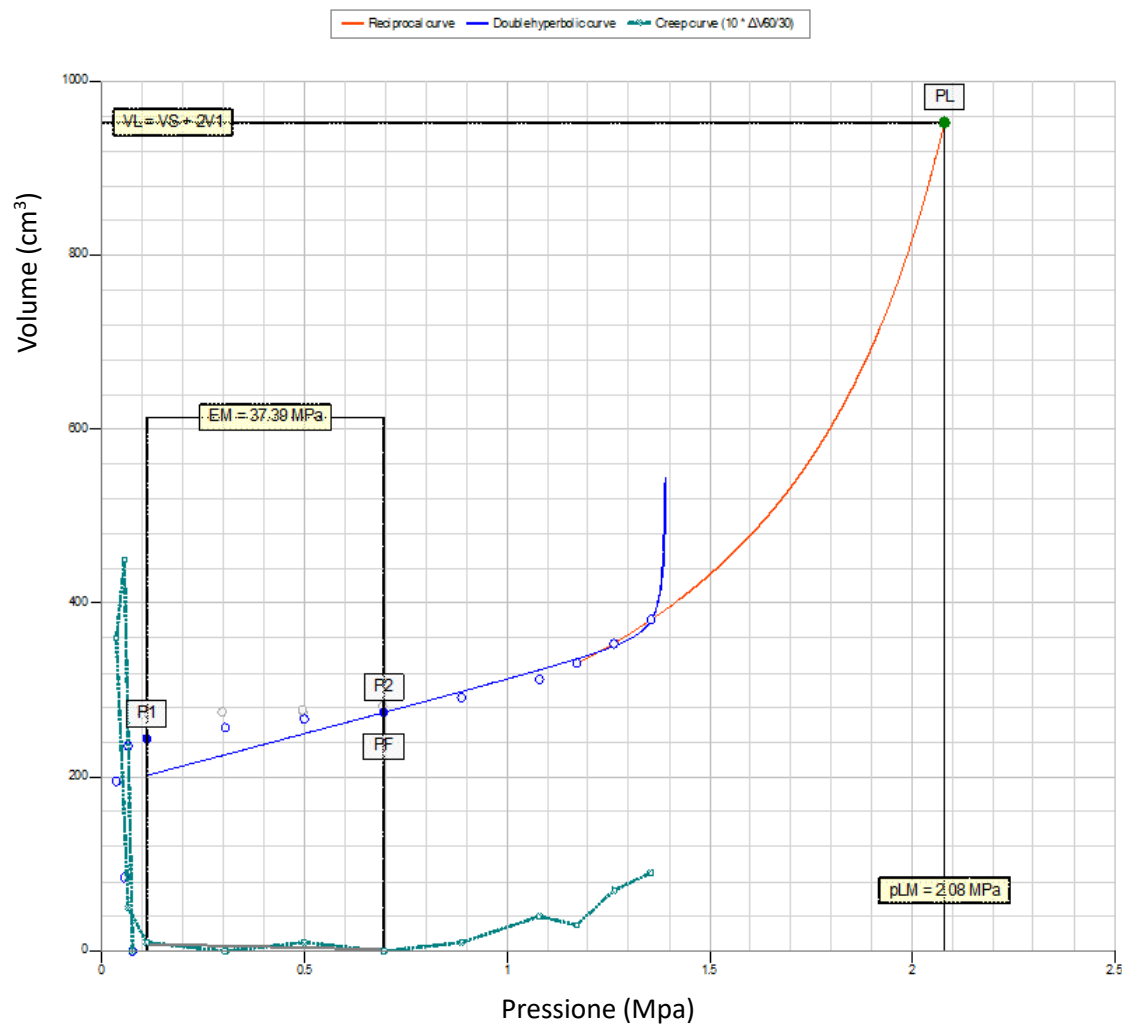


PROVA PRESSIOMETRICA

(SONDA 60 mm HP)

LOCALITA': **LIVIGNO (SO)** DATA: **17/09/2024** PROVA N.: **P3** SONDAGGIO: **FRE-S2**

PROFONDITA' (Zp): - 7,00 m da p.c.



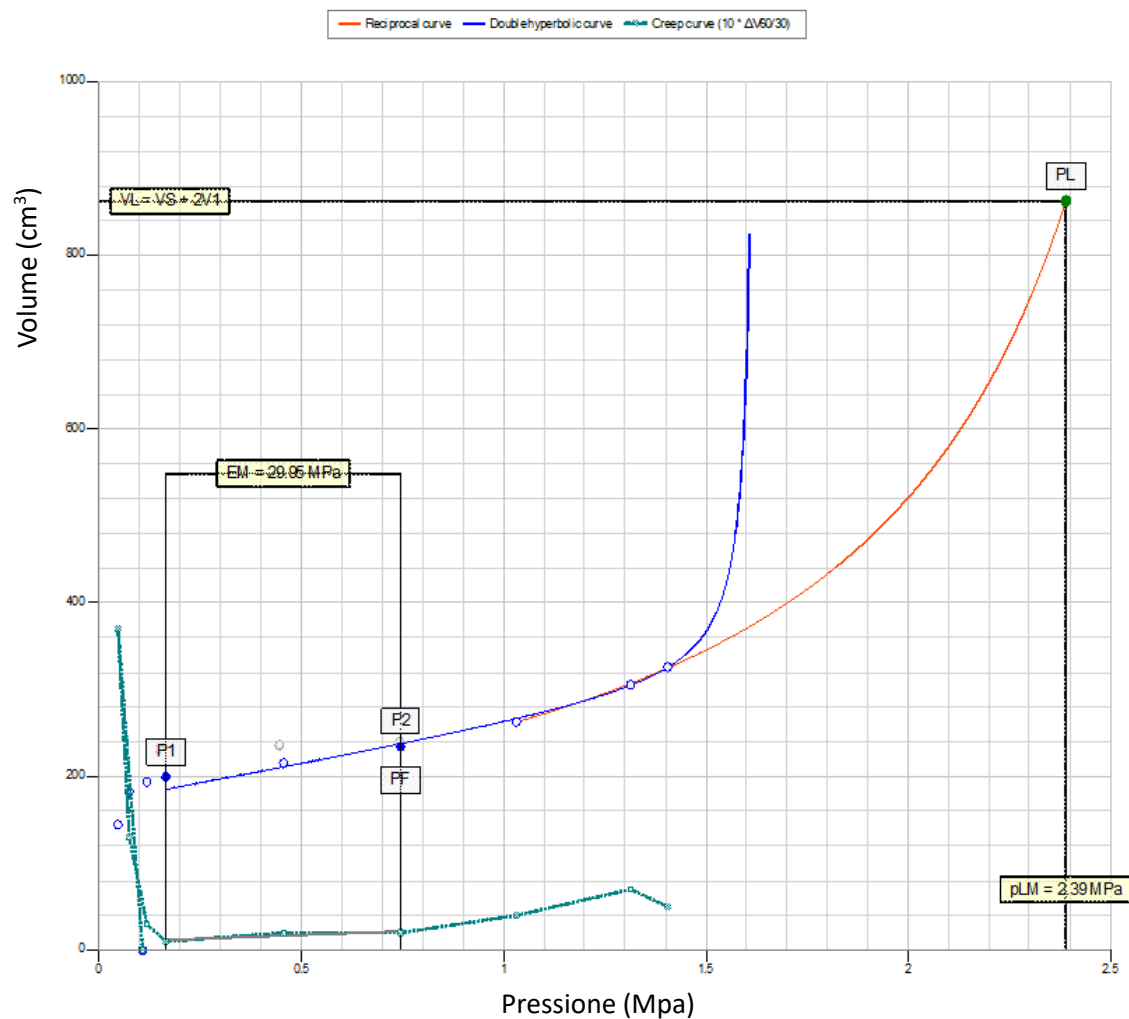


PROVA PRESSIOMETRICA

(SONDA 60 mm HP)

LOCALITA': **LIVIGNO (SO)** DATA: **18/09/2024** PROVA N.: **P4** SONDAGGIO: **FRE-S2**

PROFONDITA' (Zp): - 10,20 m da p.c.



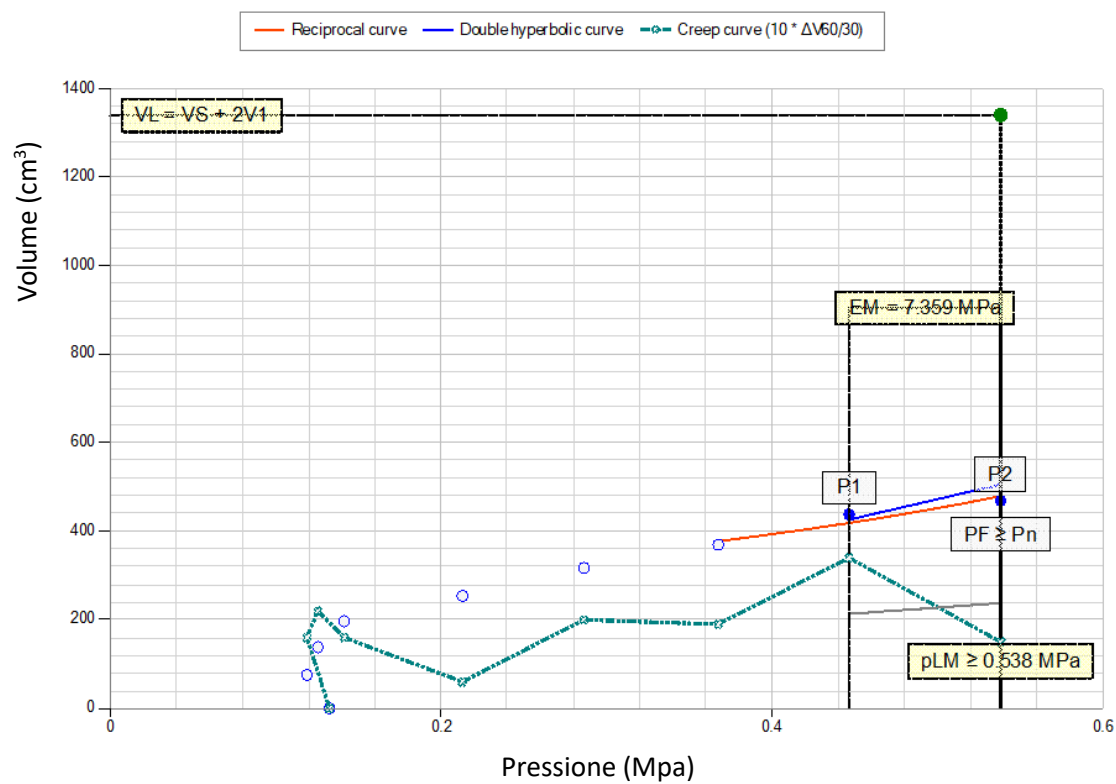


PROVA PRESSIOMETRICA

(SONDA 60 mm HP)

LOCALITA': **LIVIGNO (SO)** DATA: **18/09/2024** PROVA N.: **P5** SONDAGGIO: **FRE-S2**

PROFONDITA' (Zp): - 12,70 m da p.c.



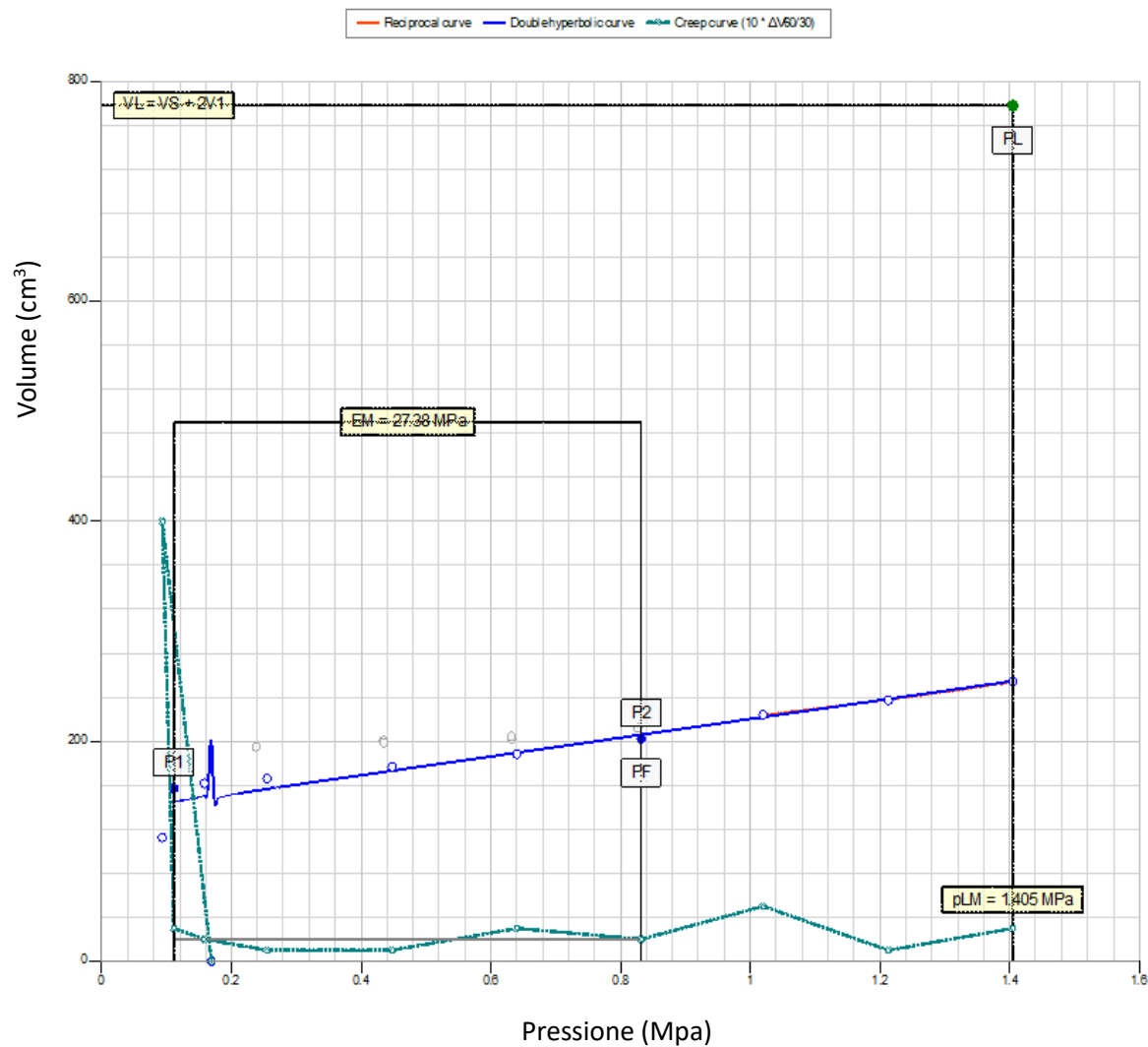


PROVA PRESSIOMETRICA

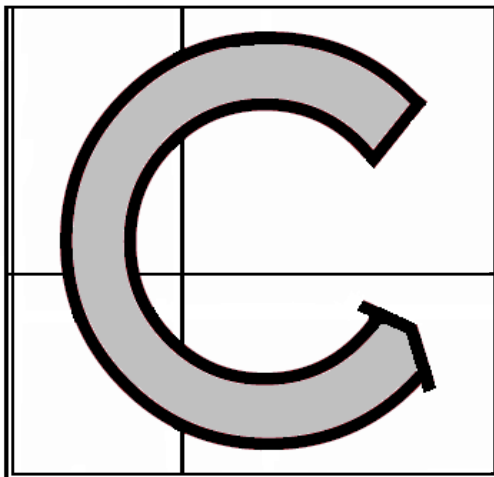
(SONDA 60 mm HP)

LOCALITA': **LIVIGNO (SO)** DATA: **18/09/2024** PROVA N.: **P6** SONDAGGIO: **FRE-S2**

PROFONDITA' (Zp): - 16,10 m da p.c.



CAMPAGNA INDAGINI 2024



STUDIO TECNICO

Geom. UGO CELOTTI S.R.L.

VIA MINCIO 22 - CAP 20139 MILANO - TEL. 025393977 r.a. - 025392262 FAX
e-mail: studiocelotti@studiocelotti.it

INDAGINI GEOGNOSTICHE - PROVE SU TERRENI DI FONDAZIONE
RICERCHE IDROLOGICHE AMBIENTALI - STRUMENTAZIONI GEOTECNICHE
PERFORAZIONI PROFONDE PER GEOTERMIA PER DISPERSORI PER STRUMENTAZIONI
RILIEVI TOPOGRAFICI - PROSPEZIONI GEOFISICHE E GEOELETTRICHE

COMUNE DI LIVIGNO
Plaza dal Comun n. 93 - LIVIGNO (Sondrio)

Indagini geognostiche, geotecniche ed ambientali eseguite nei terreni interessati dall'opera pubblica denominata Venues - Sedi ed Impianti Olimpici - Collegamento dei versanti sciistici est ed ovest in comune di Livigno (Sondrio) - Piazza Placheda.

SONDAGGIO GEOGNOSTICO E GEOTECNICO N. PLA-S2
SONDAGGI GEOGNOSTICI ED AMBIENTALI NN. S1A - S1B - S1D

Disegno n. 7530/2A

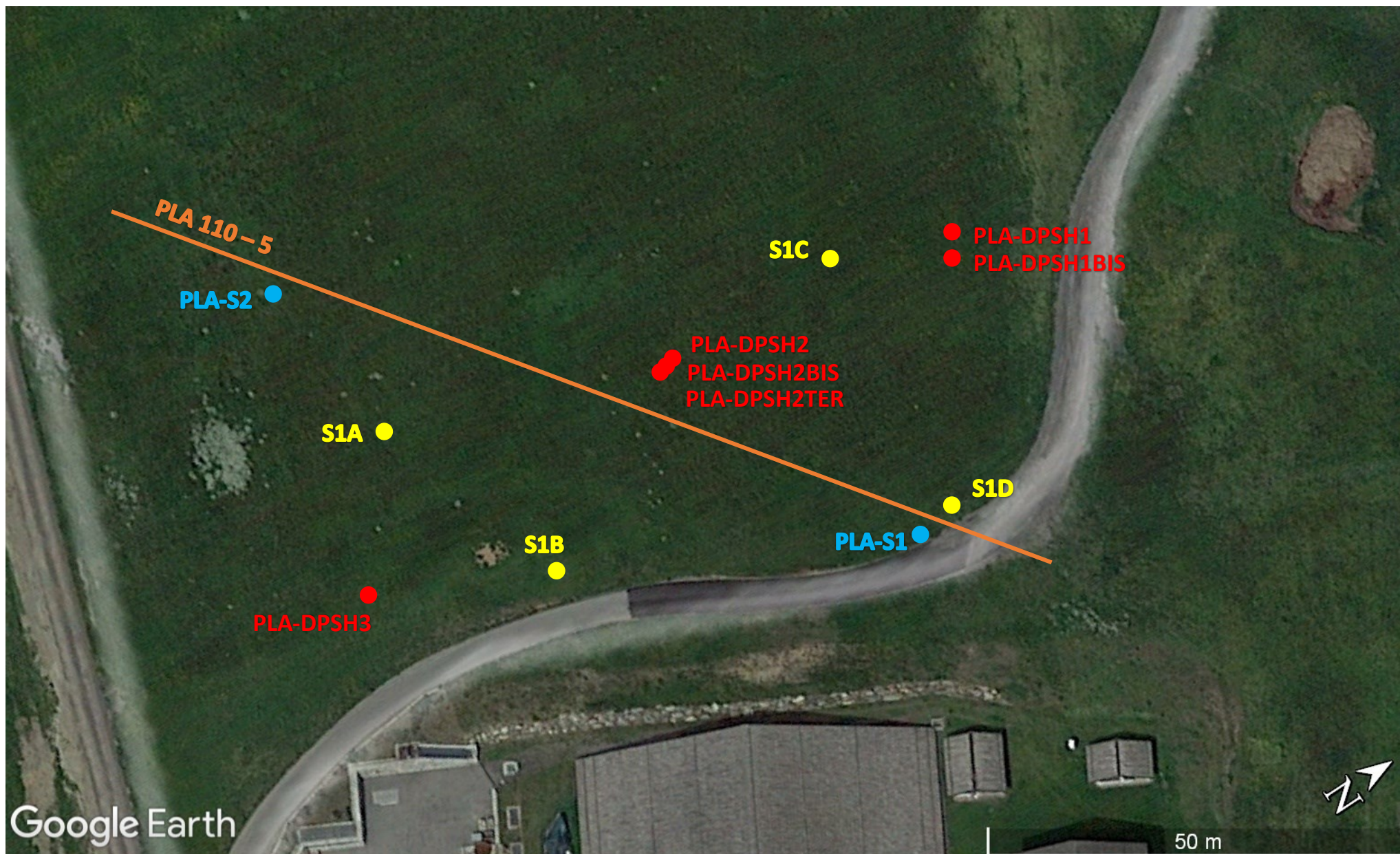
Data: Ottobre 2024

N.B. - Lo zero di riferimento delle profondità coincide con il piano d'inizio dei sondaggi.
La quota s.l.m. indicata sulle stratigrafie è stata rilevata con strumentazione GPS.

- PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE – DIS. N. 7530/1A
- SONDAGGIO GEOGNOSTICO GEOTECNICO PLA-S1 – DIS. N. 7530/1A
- SONDAGGIO GEOGNOSTICO AMBIENTALE S1C – DIS. N. 7530/1A
- SONDAGGIO GEOGNOSTICO GEOTECNICO PLA-S2
- SONDAGGIO GEOGNOSTICO AMBIENTALE S1A – S1B – S1D

— SISMICA A RIFRAZIONE

PLANIMETRIA





SONDAGGIO GEOGNOSTICO N° PLA-S2

DATA: 25-9-2024

Dis. n°: 7530

Località: LIVIGNO

Inizio sondaggio m. 0.00

Inizio sondaggio m +1889.322 slm

Fine sondaggio m. 30.0

Scala 1:100	R.Q.D. 20406080	Campioni	Profondità'	Stratigrafia	Descrizione	Piezometro	Acqua	N° colpi SPT
1					Sabbia media con ghiaia media debolmente ciottolosa - colore: marrone chiaro.			
2								
3			2.5		Ghiaia media con sabbia media ciottolosa - colore: grigio. Presenza di frammenti di trovante di roccia di colore grigio tra m -4.50 e m -4.60.		● 30	27 36
4		A = Rim	4.0					
5			5.0		Ghiaia media ciottolosa sabbiosa (sabbia media) debolmente limosa - colore: grigio.		● 25	17 13
6								
7		B = Rim	7.0		Ghiaia media con sabbia media debolmente limosa - colore: marrone.			
8			8.0		Ghiaia media con ciottoli debolmente limosa argillosa - colore: grigio. Rara presenza di ciottoli di dimensioni decimetriche sub-arrotondanti.	9.0	● 27	21 22
9								
10		C = Rim	10.0		Ghiaia media con ciottoli sub-angolosi debolmente limosa - colore: grigio/marrone. Rara presenza di ciottoli decimetrici.			
11			11.0					
12							● 50	x cm 12
13		D = Rim	13.0					
14			14.0					
15			14.5		Ghiaia media con argilla limosa sabbiosa (sabbia media) ciottolosa (ciottoli sub-arrotondati - colore: marrone chiaro/grigio chiaro.		● 22	30 25
16		E = Rim	16.0					
17			17.0				17.40	
18								
19		F = Rim	19.0				● 50	36 x cm 13
20			20.0					

N.B.: ● SPT con punta conica 60°.



SONDAGGIO GEOGNOSTICO N° PLA-S2

DATA: 25-9-2024

Dis. n°: 7530

Località: LIVIGNO

Inizio sondaggio m. 0.00

Inizio sondaggio m +1889.322 slm

Fine sondaggio m. 30.0

Scala 1:100	R.Q.D. 20406080	Campioni	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Piezometro	Acqua	N° colpi SPT
21			21.1					
22			21.3		Trovante di roccia gneissica - colore: grigio.			50
23			22.6		Limo ghiaioso (ghiaia media) sabbioso (sabbia media) - colore: grigio.			9
24		G = Rlm	23.0		Ghiaia media con ciottoli debolmente limosa sabbiosa (sabbia media) - colore: grigio.			
25			24.0					
26		H = Rlm	25.0					
27			25.9		Ghiaia media con sabbia media ciottolosa argillosa limosa - colore: grigio.			
28			27.6		Ghiaia grossolana con ciottoli sabbiosa (sabbia media) debolmente argillosa - colore: grigio. Presenza di trovanti e frammenti di trovanti tra m -29.4 e m -29.6.			
29								
30			30.0			30.0		
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								

N.B.: ● SPT con punta conica 60°.

SONDAGGIO: **PLA-S2**

Da 0.00-5.00 m



Da 5.00-10.00 m



Da 10.00-15.00 m



Da 15.00-20.00 m



Da 20.00-25.00 m



Da 25.00-30.00 m





SONDAGGIO GEOGNOSTICO N° S1A

DATA: 29-9-2024

Dis. n°: 7530

Località: LIVIGNO

Inizio sondaggio m. 0.00 Inizio sondaggio m +1887.746 slm

Fine sondaggio m. 9.00

Scala 1:100	R.Q.D.	Campioni	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Piezometro	Acqua	N° colpi SPT
	20406080	0.0						
1		0.1A ₀₁ = Fin	0.9		Ghiaia media con sabbia media debolmente limosa - colore: marrone chiaro.			
2		1.0			Sabbia media con ghiaia media sub-angolosa debolmente ciottolosa - colore: grigio chiaro. Ciottoli sub-angolosi di roccia scistosa di dimensioni decimetriche di colore grigio chiaro.			
3								
4			3.6		Ghiaia media con sabbia media ciottolosa - colore: grigio/marrone chiaro. Rara presenza di ciottoli decimetrici.			
5		4.5						
6		0.1A ₀₂ = Fin	5.5		Ghiaia media sub-arrotondata con sabbia media debolmente limosa - colore: marrone chiaro.			
7		5.5	6.0		Ghiaia media sub-angolosa con sabbia media debolmente ciottolosa - colore: grigio chiaro.			
8			6.5		Ghiaia media sub-arrotondata con sabbia media debolmente limosa - colore: marrone chiaro.			
9		8.0	7.0		Sabbia media ghiaiosa (ghiaia media sub-angolosa) debolmente ciottolosa (ciottoli sub-angolosi) - colore: grigio chiaro.			
10		0.1A ₀₃ = Fin	9.0					
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								

N.B.: Perforazione eseguita "a secco" ovvero senza circolazione di fluido.
Assenza di acqua fino a fondo foro.



SONDAGGIO GEOGNOSTICO N° S1B

DATA: 30-9-2024

Dis. n°: 7530

Località: LIVIGNO

Inizio sondaggio m. 0.00 Inizio sondaggio m +1886.000 slm

Fine sondaggio m. 6.00

Scala 1:100	R.Q.D.	Campioni	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Piezometro	Acqua	N° colpi SPT
	20406080		0.0					
1		01B_C1 = Fin	0.5		Ghiaia media con sabbia media debolmente limosa - colore: marrone scuro.			
2			1.0		Sabbia media con ghiaia media sub-arrotondata debolmente limosa ciottolosa - colore: marrone chiaro.			
3			2.0		Ghiaia media con ciottoli sub-angolosi sabbiosa (sabbia media) - colore: grigio. Presenza di rari ciottoli decimetrici.			
4		01B_C2 = Fin	3.0					
5			4.0					
6			5.0		Sabbia media ghiaiosa (ghiaia media) ciottolosa (ciottoli sub-arrotondati) - colore: marrone chiaro.			
7		01B_C3 = Fin	6.0					
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								

N.B.: Perforazione eseguita "a secco" ovvero senza circolazione di fluido.
Assenza di acqua fino a fondo foro.



SONDAGGIO GEOGNOSTICO N° S1D

DATA: 30-9-2024

Dis. n°: 7530

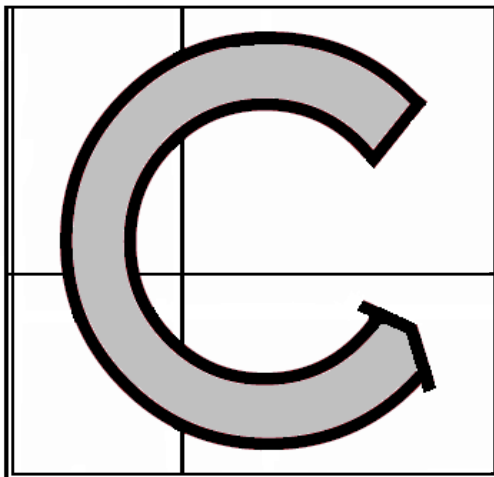
Località: LIVIGNO

Inizio sondaggio m. 0.00 Inizio sondaggio m +1886.788 slm

Fine sondaggio m. 7.00

Scala 1:100	R.Q.D.	Campioni	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Piezometro	Acqua	N° colpi SPT
	20406080		0.0					
1		0.1 0.4			Sabbia media con ghiaia media limosa - colore: marrone/grigio scuro.			
2		1.0			Sabbia media ghiaiosa (ghiaia media) limosa - colore: marrone.			
3					Sabbia fine con ghiaia media sub-angolosa debolmente ciottolosa - colore: grigio chiaro/marrone chiaro. Presenza di sparsi ciottoli di roccia scistosa di dimensioni decimetriche sub-angolosi.			
4		3.5						
5		4.5						
6		5.2			Sabbia media ghiaiosa (ghiaia media) debolmente limosa - colore: marrone chiaro.			
7		6.0						
8		7.0						
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								

N.B.: Perforazione eseguita "a secco" ovvero senza circolazione di fluido.
Assenza di acqua fino a fondo foro.



STUDIO TECNICO

Geom. UGO CELOTTI S.R.L.

VIA MINCIO 22 - CAP 20139 MILANO - TEL. 025393977 r.a. - 025392262 FAX
e-mail: studiocelotti@studiocelotti.it

INDAGINI GEOGNOSTICHE - PROVE SU TERRENI DI FONDAZIONE
RICERCHE IDROLOGICHE AMBIENTALI - STRUMENTAZIONI GEOTECNICHE
PERFORAZIONI PROFONDE PER GEOTERMIA PER DISPERSORI PER STRUMENTAZIONI
RILIEVI TOPOGRAFICI - PROSPEZIONI GEOFISICHE E GEOELETTRICHE

COMUNE DI LIVIGNO
Plaza dal Comun n. 93 - LIVIGNO (Sondrio)

Indagini geognostiche, geotecniche ed ambientali eseguite nei terreni interessati dall'opera pubblica denominata Venues - Sedi ed Impianti Olimpici - Collegamento dei versanti sciistici est ed ovest in comune di Livigno (Sondrio) - Via Freita.

SONDAGGIO GEOGNOSTICO E GEOTECNICO N. FRE-S2

SONDAGGI GEOGNOSTICI ED AMBIENTALI NN. S2A - S2B - S2C - S2D

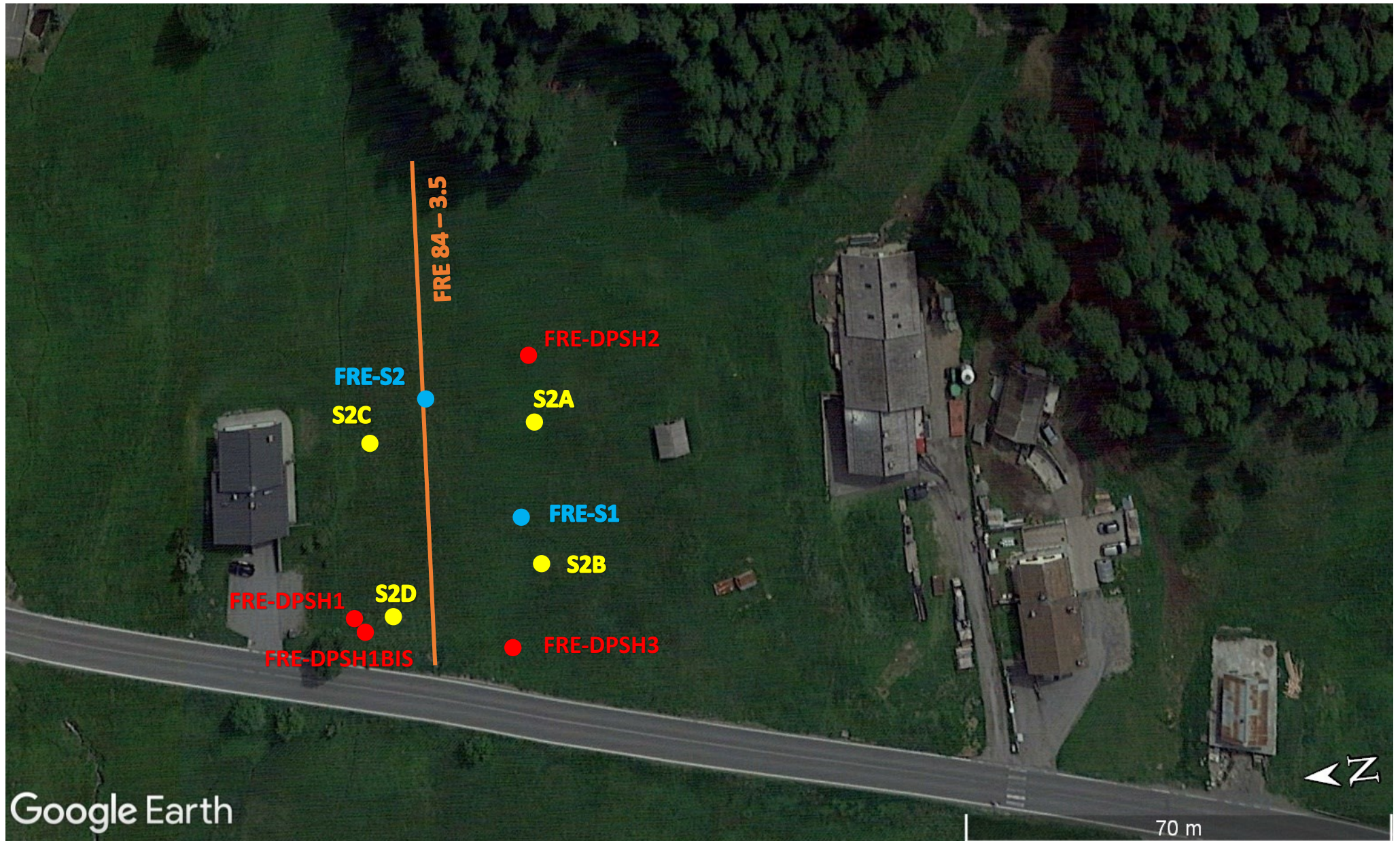
Disegno n. 7530/2D

Data: Ottobre 2024

N.B. - Lo zero di riferimento delle profondità coincide con il piano d'inizio dei sondaggi.
La quota s.l.m. indicata sulle stratigrafie è stata rilevata con strumentazione GPS.

- PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE – DIS. N. 7530/1D
- SONDAGGIO GEOGNOSTICO GEOTECNICO FRE-S1 - DIS. N. 7530/1D
- SISMICA A RIFRAZIONE
- SONDAGGIO GEOGNOSTICO GEOTECNICO FRE-S2
- SONDAGGIO GEOGNOSTICO ED AMBIENTALE

PLANIMETRIA





SONDAGGIO GEOGNOSTICO N° FRE-S2

DATA: 17-9-2024

Dis. n°: 7530

Località: LIVIGNO

Inizio sondaggio m. 0.00

Inizio sondaggio m +1868.133 slm

Fine sondaggio m. 30.0

Scala 1:100	R.Q.D. 20406080	Campioni	Profondità'	Stratigrafia	Descrizione	Piezometro	Acqua	N° colpi SPT
1			0.9		Ghiaia media con sabbia media debolmente ciottolosa (ciottoli sub-angolosi) - colore: grigio.			
2		2.0			Ghiaia media ciottolosa sabbioso (sabbia media) - colore: grigio chiaro.			
3	A = Rim	3.0						36 19 35
4			4.3		Ghiaia media sub-angolosa con sabbia media limosa - colore: grigio.			
5		5.0	5.0		Ghiaia media con sabbia media - colore: grigio chiaro.			
6	B = Rim	6.0	6.0		Ghiaia media con sabbia media ciottolosa limosa argillosa - colore: grigio scuro.			19 17 18
7								
8		8.0						
9	C = Rim	9.0				9.0	9.20	24 19 23
10			10.2		Ghiaia media con sabbia media ciottolosa limosa argillosa - colore: marrone.			
11		11.0	11.4		Limo argilloso sabbioso (sabbia media) - colore: marrone chiaro.			
12	D = Rim	12.0	12.0		Ghiaia media con limo argilloso debolmente sabbioso (sabbia media) - colore: grigio.			14 19 13
13								
14		14.0						
15	E = Rim	15.0						50 29 x cm 10
16								
17		17.0	16.9		Alternanze di livelli metrici di ghiaia media argillosa ciottolosa (ciottoli sub-angolosi) con livelli metrici di argilla limosa sabbiosa (sabbia media) ghiaiosa (ghiaia media) - colore: grigio. Presenza di un trovante di roccia gneissica compatta tra m -26.4 e m -26.8.			50 37 x cm 6
18	F = Rim	18.0						
19		19.0						
20	A1 - Semiridra	19.2						

N.B.: ● SPT con punta conica 60°.



SONDAGGIO GEOGNOSTICO N° FRE-S2

DATA: 17-9-2024

Dis. n°: 7530

Località: LIVIGNO

Inizio sondaggio m. 0.00 Inizio sondaggio m +1868.133 slm

Fine sondaggio m. 30.0

Scala 1:100	R.Q.D.	Campioni	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Piezometro	Acqua	N° colpi SPT
	20406080		20.0					
21		G = Rlm	21.0					50
22								x cm 4
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30			30.0			30.0		
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								

N.B.: ● SPT con punta conica 60°.

SONDAGGIO: **FRE-S2**

Da 0.00-5.00 m



Da 5.00-10.00 m



Da 10.00-15.00 m



Da 15.00-20.00 m



Da 20.00-25.00 m



Da 25.00-30.00 m





SONDAGGIO GEOGNOSTICO N° S2A

DATA: 23-9-2024

Dis. n°: 7530

Località: LIVIGNO

Inizio sondaggio m. 0.00

Inizio sondaggio m +1866.819 slm

Fine sondaggio m. 15.0

Scala 1:100	R.Q.D.	Campioni	Profondità'	Stratigrafia	Descrizione	Piezometro	Acqua	N° colpi SPT
	20406080		0.0					
1		0.3	0.3		Sabbia media limosa ghiaiosa (ghiaia media) - colore: marrone. Presenza di resti di vegetali.			
2		1.0	1.0		Sabbia media ghiaiosa (ghiaia media) debolmente limosa - colore: marrone chiaro.			
3		1.5	1.5		Sabbia media con ghiaia fine debolmente ciottolosa (ciottoli sub-angolosi) - colore: grigio chiaro.			
4		4.0	4.0					
5		5.0	5.0					
6		5.0	5.0					
7		6.5	6.5					
8		7.0	7.0		Sabbia fine con ghiaia media ciottolosa (ciottoli sub-angolosi) - colore: grigio chiaro. Presenza di frammenti di trovanti di roccia tra m -6.70 e m -7.00 grigio chiaro.			
9		8.0	8.0					
10		8.5	8.5		Sabbia media con ghiaia media ciottolosa (ciottoli sub-angolosi) - colore: grigio.		8.50	
11		11.4	11.4					
12		11.4	11.4		Ghiaia media angolosa con sabbia media argillosa limosa - colore: grigio/marrone.			
13		14.0	14.0					
14		15.0	15.0					
15		15.0	15.0					
16								
17								
18								
19								
20								

N.B.: Perforazione eseguita "a secco" ovvero senza circolazione di fluido.



SONDAGGIO GEOGNOSTICO N° S2B

DATA: 25-9-2024

Dis. n°: 7530

Località: LIVIGNO

Inizio sondaggio m. 0.00 Inizio sondaggio m +1862.552 slm

Fine sondaggio m. 10.0

Scala 1:100	R.Q.D.	Campioni	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Piezometro	Acqua	N° colpi SPT
	20406080		0.0					
1		0.8	0.8		Sabbia media con ghiaia fine limosa ciottolosa - colore: marrone chiaro.			
2		1.0			Ghiaia media angolosa sabbiosa (sabbia media) ciottolosa (ciottoli sub-angolosi) - colore: grigio/grigio chiaro.			
3								
4		3.5						
5		4.5						
6		5.5	5.9		Ghiaia media sub-angolosa con sabbia media argillosa ciottolosa (ciottoli sub-angolosi) - colore: grigio.			
7		6.5					6.70	
8								
9		9.0						
10		10.0	10.0					
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								

N.B.: Perforazione eseguita "a secco" ovvero senza circolazione di fluido.



SONDAGGIO GEOGNOSTICO N° S2C

DATA: 24-9-2024

Dis. n°: 7530

Località: LIVIGNO

Inizio sondaggio m. 0.00 Inizio sondaggio m +1865.900 slm

Fine sondaggio m. 15.0

Scala 1:100	R.Q.D.	Campioni	Profondità'	Stratigrafia	Descrizione	Piezometro	Acqua	N° colpi SPT
	20406080		0.0					
1		0.6	0.6		Sabbia fine con limo ghiaiosa (ghiaia fine) - colore: marrone.			
2		1.0			Sabbia media con ghiaia fine sub-angolosa ciottolosa (ciottoli sub-angolosi) - colore: grigio/grigio chiaro. Presenza di sparsi ciottoli decimetrici.			
3								
4		4.0						
5		5.0	5.2		Ghiaia media sub-angolosa con sabbia media ciottolosa debolmente limosa argillosa - colore: grigio.			
6								
7		7.0						
8		8.0						
9							8.50	
10			9.5		Sabbia media con ghiaia media sub-arrotondata debolmente limosa debolmente ciottolosa - colore: grigio.			
11								
12								
13			13.0		Sabbia fine con ghiaia media sub-angolosa ciottolosa - colore: grigio chiaro.			
14		14.0						
15		15.0	15.0					
16								
17								
18								
19								
20								

N.B.: Perforazione eseguita "a secco" ovvero senza circolazione di fluido.



SONDAGGIO GEOGNOSTICO N° S2D

DATA: 25-9-2024

Dis. n°: 7530

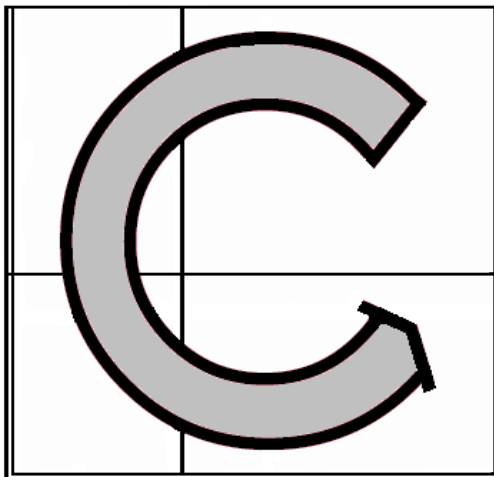
Località: LIVIGNO

Inizio sondaggio m. 0.00 Inizio sondaggio m +1862.067 slm

Fine sondaggio m. 8.00

Scala 1:100	R.Q.D.	Campioni	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Piezometro	Acqua	N° colpi SPT
	20406080	0.0	0.2		Sabbia fine con limo - colore: marrone. Presenza di resti di vegetali.			
1		0.2	0.8		Sabbia media con ghiaia media debolmente limosa - colore: marrone chiaro.			
2		0.8			Sabbia media con ghiaia media ciottolosa (ciottoli sub-angolosi) - colore: grigio/grigio chiaro.			
3								
4		3.5	3.8		Ghiaia media con sabbia media ciottolosa limosa argillosa - colore: marrone chiaro.			
5		4.5						
6		5.5						
7		6.5					6.50	
8		7.0						
9		8.0	8.0					
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								

N.B.: Perforazione eseguita "a secco" ovvero senza circolazione di fluido.



STUDIO TECNICO

Geom. UGO CELOTTI S.R.L.

VIA MINCIO 22 - CAP 20139 MILANO - TEL. 025393977 r.a. - 025392262 FAX
e-mail: studiocelotti@studiocelotti.it

INDAGINI GEOGNOSTICHE - PROVE SU TERRENI DI FONDAZIONE
RICERCHE IDROLOGICHE AMBIENTALI - STRUMENTAZIONI GEOTECNICHE
PERFORAZIONI PROFONDE PER GEOTERMIA PER DISPERSORI PER STRUMENTAZIONI
RILIEVI TOPOGRAFICI - PROSPEZIONI GEOFISICHE E GEOELETTRICHE

COMUNE DI LIVIGNO
Plaza dal Comun n. 93 - LIVIGNO (Sondrio)

Indagini geognostiche, geotecniche ed ambientali eseguite nei terreni interessati dall'opera pubblica denominata Venues - Sedi ed Impianti Olimpici - Collegamento dei versanti sciistici est ed ovest in comune di Livigno (Sondrio) - Tronco 1.

SCAVI ESPLORATIVI NN. TR1-TP1 - TR1-TP2

Disegno n. 7530/2B

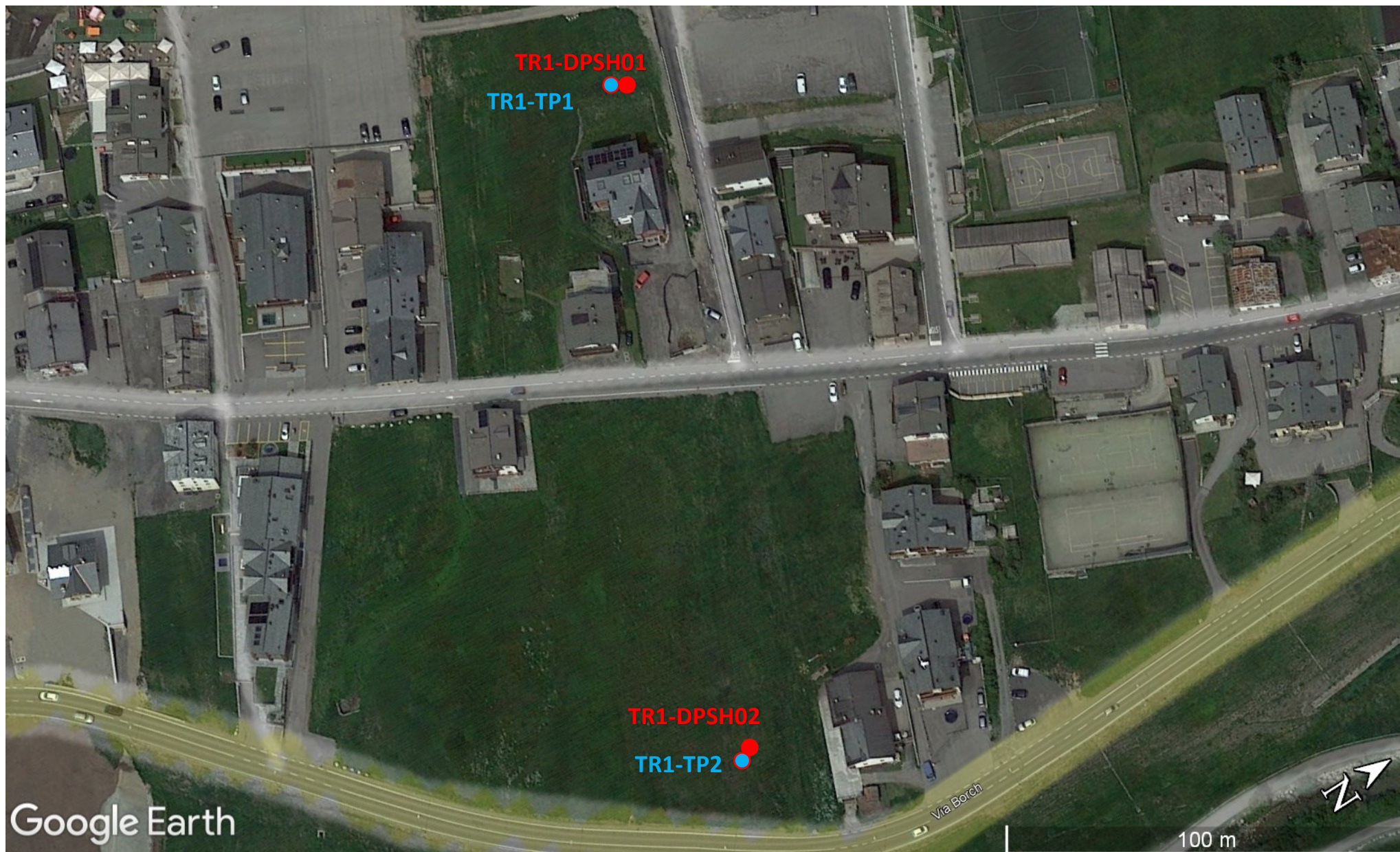
Data: Ottobre 2024

N.B. - Lo zero di riferimento delle profondità coincide con il piano d'inizio degli scavi.
La quota s.l.m. indicata sulle stratigrafie è stata rilevata con strumentazione GPS.

● PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE – DIS. N. 7530/1B

● SCAVI ESPLORATIVI

PLANIMETRIA





SCAVO ESPLORATIVO N° TR1-TP1

DATA: 18-9-2024

Dis. n°: 7530

Località: LIVIGNO

Inizio scavo m. 0.00

Inizio scavo m +1871.515 slm

Fine scavo m. 3.00

Scala 1:100	Campioni	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Acqua
	0.0				
1	A = Rlm 1.0	0.7		Sabbia fine con ghiaia media sub-arrotondata limosa debolmente ciottolosa - colore: marrone. Presenza di resti di vegetali e rari ciottoli decimentrici.	
2	B = Rlm 2.0	1.7		Sabbia media con ghiaia media sub-arrotondata debolmente limosa debolmente ciottolosa (ciottoli decimentrici) - colore: grigio.	
3	C = Rlm 3.0	3.0		Ghiaia media con sabbia media ciottolosa debolmente limosa debolmente argillosa - colore: grigio. Presenza di ciottoli decimentrici sub-angolosi e sparsi blocchi di roccia scistosa.	
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					



N.B.: Assenza di acqua fino a fondo scavo.



SCAVO ESPLORATIVO N° TR1-TP2

DATA: 18-9-2024

Dis. n°: 7530

Località: LIVIGNO

Inizio scavo m. 0.00

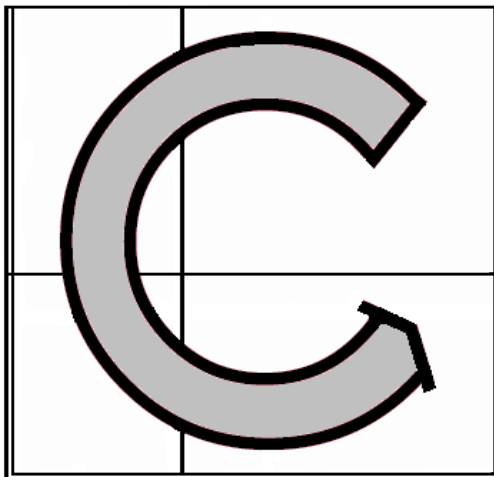
Inizio scavo m +1857.819 slm

Fine scavo m. 3.00

Scala 1:100	Campioni	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Acqua
	0.0				
1	A = Rlm 1.0	0.8		Sabbia media con limo argilloso ghiaioso (ghiaia fine) - colore: marrone scuro. Presenza di resti di vegetali.	
2	B = Rlm 2.0	2.0		Sabbia media con argilla limosa ghiaiosa (ghiaia media angolosa) - colore: grigio. Presenza di rocce scistose finemente fratturate e diffuse nella matrice.	
3	C = Rlm 3.0	3.0		sabbia grossolana con ghiaia media sub-angolosa argillosa ciottolosa (ciottoli sub-angolosi) - colore: marrone chiaro. Presenza di ciottoli decimetrici e sparsi blocchi pluridecimetrici di roccia scistosa.	
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					



N.B.: Assenza di acqua fino a fondo scavo.



STUDIO TECNICO

Geom. UGO CELOTTI S.R.L.

VIA MINCIO 22 - CAP 20139 MILANO - TEL. 025393977 r.a. - 025392262 FAX
e-mail: studiocelotti@studiocelotti.it

INDAGINI GEOGNOSTICHE - PROVE SU TERRENI DI FONDAZIONE
RICERCHE IDROLOGICHE AMBIENTALI - STRUMENTAZIONI GEOTECNICHE
PERFORAZIONI PROFONDE PER GEOTERMIA PER DISPERSORI PER STRUMENTAZIONI
RILIEVI TOPOGRAFICI - PROSPEZIONI GEOFISICHE E GEOELETTRICHE

COMUNE DI LIVIGNO
Plaza dal Comun n. 93 - LIVIGNO (Sondrio)

Indagini geognostiche, geotecniche ed ambientali eseguite nei terreni interessati dall'opera pubblica denominata Venues - Sedi ed Impianti Olimpici - Collegamento dei versanti sciistici est ed ovest in comune di Livigno (Sondrio) - Tronco 2.

SCAVI ESPLORATIVI NN. TR2-TP1 - TR2-TP2

Disegno n. 7530/2C

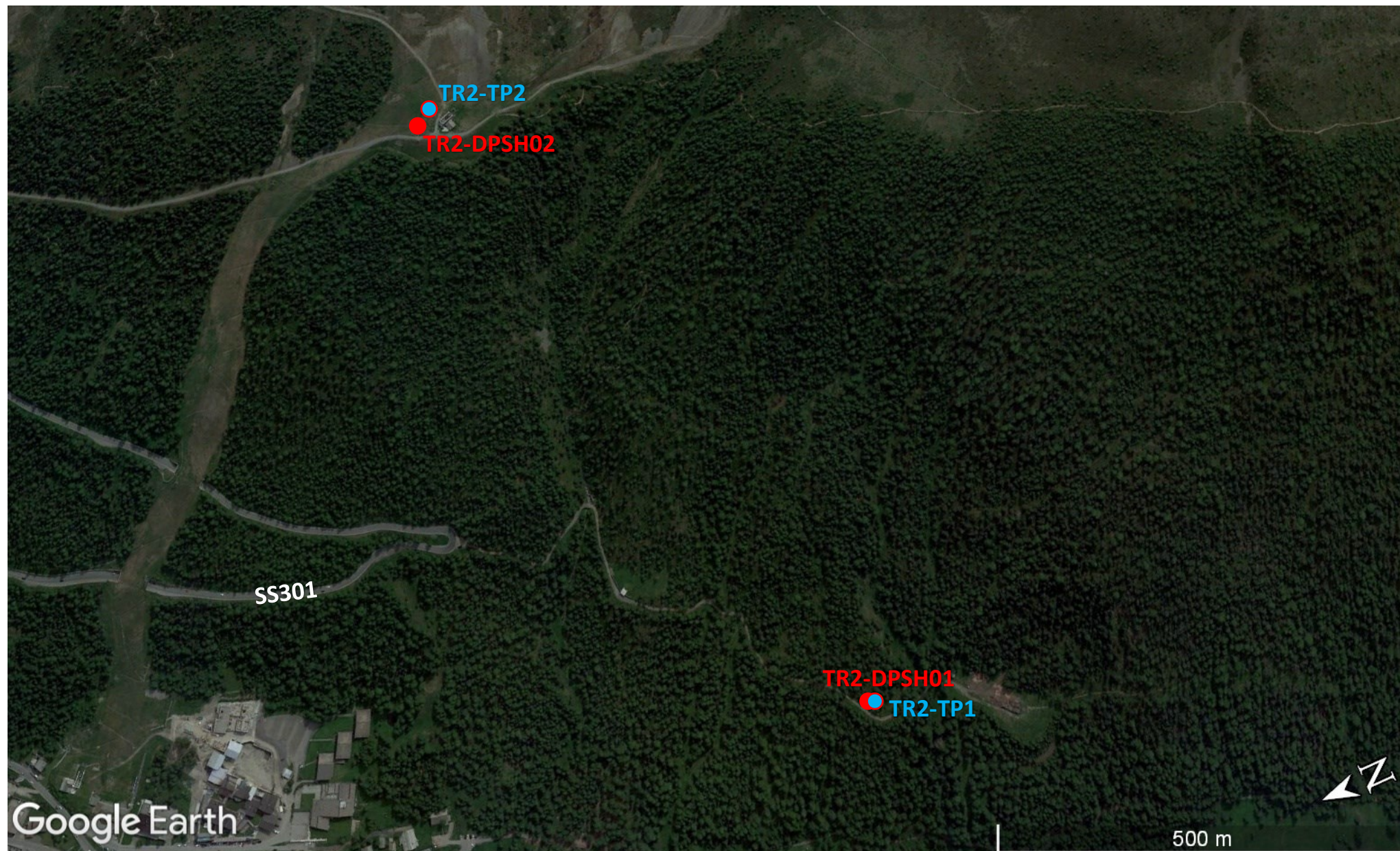
Data: Ottobre 2024

N.B. - Lo zero di riferimento delle profondità coincide con il piano d'inizio degli scavi.
La quota s.l.m. indicata sulle stratigrafie è stata rilevata con strumentazione GPS.

● PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE – DIS. N. 7530/1C

● SCAVI ESPLORATIVI

PLANIMETRIA





SCAVO ESPLORATIVO N° TR2-TP1

DATA: 18-9-2024

Dis. n°: 7530

Località: LIVIGNO

Inizio scavo m. 0.00

Inizio scavo m +1983.104 slm

Fine scavo m. 2.70

Scala 1:100	Campioni	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Acqua
	0.0				
1	A = Rlm 1.0	0.5		Sabbia fine ghiaiosa (ghiaia media sub-angolosa) limosa - colore: marrone. Presenza di resti di vegetali e ciottoli decimentrici sub-angolosi.	
2	B = Rlm 2.0	1.5		Sabbia fine con ghiaia media angolosa debolmente argillosa - colore: grigio/marrone. Presenza di ciottoli e blocchi di roccia scistosa angolosi e sub-angolosi.	
3	C = Rlm 2.7	2.7		Frammenti e blocchi di roccia scistosa finemente fratturata in matrice sabbiosa (sabbia media) ghiaiosa (ghiaia media) debolmente argillosa - colore: grigio.	
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					



N.B.: Assenza di acqua fino a fondo scavo.



SCAVO ESPLORATIVO N° TR2-TP2

DATA: 18-9-2024

Dis. n°: 7530

Località: LIVIGNO

Inizio scavo m. 0.00

Inizio scavo m +2224.511 slm

Fine scavo m. 3.00

Scala 1:100	Campioni	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Acqua
	0.0				
1	A = Rlm 1.0	0.9		Sabbia media con limo ghiaiosa (ghiaia media sub-arrotondata) - colore: marrone scuro. Presenza di sparsi ciottoli sub-angolosi decimetrici e resti di vegetali.	
2	B = Rlm 2.0	2.2		Sabbia fine con ghiaia media sub-angolosa - colore: grigio chiaro/marrone. Presenza di ciottoli angolosi e blocchi di roccia scistosa.	
3	C = Rlm 3.0	3.0		Sabbia media limosa ghiaiosa (ghiaia media angolosa) - colore: marrone/grigio. Presenza di ciottoli e blocchi di roccia scistosa e resti di vegetali.	
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					



N.B.: Assenza di acqua fino a fondo scavo.

ALL. 2 – INDAGINI GEOFISICHE



STUDIO TECNICO GEOM. UGO CELOTTI s.r.l.

CAPITALE SOCIALE EURO 100.000,00 I.V.

VIA MINCIO, 22 - C.A.P. 20139 **M I L A N O** TEL. 02.5393977 - FAX
02.5392262

e-mail: studiocelotti@studiocelotti.it

SONDAGGI GEOGNOSTICI GEOTECNICI AMBIENTALI GEOARCHEOLOGICI - PROVE SU TERRENI DI FONDAZIONE
INDAGINI E RICERCHE GEOLOGICHE E IDROLOGICHE - PERFORAZIONI PROFONDE PER GEOTERMIA PER
DISPERSORI PER STRUMENTAZIONI - PROSPEZIONI GEOFISICHE GEOELETTRICHE - RILIEVI TOPOGRAFICI
C.C.I.A.A. REG. DELLE IMPRESE DI MILANO - COD.FISC.-PART.IVA 05092310969 - SOA 3405AL/57/01

Milano, Ottobre 2024

Prot. n. 7530/B

Spett.le

COMUNE DI LIVIGNO

Plaza Dal Comun, 93

23041 LIVIGNO (Sondrio)

INDAGINI GEOFISICHE IN SISMICA A RIFRAZIONE PER LA RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA

Comune di Livigno (SO)

**Collegamento Versanti sciistici Est e Ovest
Opera pubblica "Venues" - Sedi impianti olimpici**

Report Tecnico



Sommario

1.0 – PREMESSA	3
2.0 – METODOLOGIA SISMICA A RIFRAZIONE	4
2.1 - Caratteristiche del metodo ed elaborazione dei risultati	4
3.0 – MODALITA' DI INTERVENTO	9
3.1 – Generalità:	9
3.2 – Stendimenti sismici	9
4.0 – UBICAZIONE STENDIMENTI SISMICI	10
4.1 stazione di Placheda	10
4.2 stazione di Freitas	11
4.3 stazione di Teola	11
5.0 – ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DEI DATI	12
6.0 – ANALISI DEI RISULTATI	13
6.1 - PLA-110-5	13
6.2 - FRE-84-3.5	15
6.3 - TEO-60-2.5	16
7.0 – CONCLUSIONI	17



1.0 - PREMESSA

Nel periodo dal 9 al 10 ottobre 2023 sono state eseguite n.3 stendimenti in sismica a rifrazione per lo studio della sismostratigrafia dell'area interessata dalla prossima realizzazione degli impianti sciistici di collegamento intersversante Est e Ovest, nel Comune di Livigno (SO).

Le prospezioni sismiche a rifrazione sono state realizzate allo scopo di investigare in maniera indiretta il sottosuolo del sito in oggetto, in funzione delle caratteristiche fisiche dei materiali indagati con la conseguente ricostruzione stratigrafica dei terreni e la definizione di unità sismostratigrafiche.

Il metodo prevede la disposizione lungo una linea di una serie di 24 geofoni che registrano le onde sismiche che sono indotte nel terreno tramite una sorgente energizzante artificiale ubicata lungo la linea dei geofoni.

Di seguito le stese registrate, la loro lunghezza totale e la distanza intergeofonica:

LOCALITA'	SIGLA	LUNGHEZZA [m]	DISTANZA INTEGEOFONICA [m]
Teola	TEO-60-2.5	60	2.5
Freita	FRE-84-3.5	84	3.5
Placheda	PLA-110-5	110	5

Tabella 1: stendimenti di sismica a rifrazione eseguiti nel Comune di Livigno (SO).



2.0 - METODOLOGIA SISMICA A RIFRAZIONE

2.1 - Caratteristiche del metodo ed elaborazione dei risultati

La metodologia sismica superficiale di rifrazione consente di caratterizzare il sottosuolo indagato in funzione della velocità di propagazione delle onde sismiche compressive (v_p) e di taglio (v_s). La velocità delle onde varia in funzione delle caratteristiche meccaniche del mezzo (litotipo) attraversato dall'energia dell'onda; mezzi diversi avranno quindi diverse velocità e queste variazioni sono individuabili grazie al fenomeno della rifrazione totale dell'onda che incide sulle discontinuità o orizzonti rifrattori, ovvero le superfici fra due corpi aventi proprietà meccaniche diverse.

Litotipi	Vp [m/s] min-max	Vs [m/s] min-max
TERRENI E ACQUA		
Alluvioni	400 - 2000	200 - 800
Sabbia asciutta	200 - 1000	80 - 400
Sabbia satura (in funzione anche del grado di saturazione)	600 - 2300	250 - 450
Sabbia siltosa	600 - 1900	200 - 600
Sabbia e ghiaia	300 - 1800	300 - 600
Limo	650 - 1250	240 - 480
Argilla	1000 - 2500	300 - 600
Argilla sabbiosa	600 - 2500	200 - 450
Acqua	1450 - 1500	0
ROCCE SEDIMENTARIE		
Argillite	2100 - 4400	550 - 2100
Arenaria	2000 - 6000	950 - 3100
Arenaria fratturate	800 - 2100	360 - 950
Calcare	2000 - 7000	1000 - 3300
Calcare fratturato	750 - 1500	330 - 1000
Calcarenite	1400 - 4400	800 - 2500
Calcarenite fratturata	600 - 1300	330 - 800
Marna	1500 - 2000	300 - 500
ROCCE IGNEE		
Basalto	1800 - 5000	1000 - 3000
Basalto fratturato	950 - 1350	480 - 700
Granitoidi	1600 - 5000	900 - 3000
Granitoidi fratturati	1000 - 1750	500 - 900
Piroclastite coerente	750 - 2500	350 - 1100
Piroclastite incoerente	350 - 1000	160 - 450

Figura 1: Valori di velocità delle onde P ed S dei principali litotipi. Fonti: Hearey e Brooks 1991, R. E. Sheriff and L. P. Geldart 1995, Bala et al 2005, Corrao e Coco 2006.

È una metodologia di indagine "attiva", dove la sorgente di energia che produce le onde è generata e controllata artificialmente (es. mazza battente, esplosivo, cannoncino sismico, ecc..).

Operativamente, vengono stesi dei cavi sulla superficie del terreno a cui vengono collegati i sensori che registreranno la propagazione dell'onda sismica (geofoni) lungo un profilo rettilineo, effettuando una serie di energizzazioni a distanze e geometrie definite lungo lo stendimento. L'acquisitore, che riceve il segnale di



tutti i sensori, registra dei grafici (sismogrammi) dove si evidenzia la propagazione dell'onda nel dominio spazio/tempo del sottosuolo.

Tramite i valori dello spazio e del tempo è possibile ricostruire un modello di velocità. La sismica a rifrazione utilizza le onde rifratte criticamente nel sottosuolo, ovvero quelle onde che viaggiano lungo una discontinuità prima di essere trasmesse nuovamente in superficie. I percorsi che effettuano le onde (ray-path) vengono individuati via via con maggiore precisione tramite le diverse battute effettuate lungo lo stendimento, per confermare il modello di velocità risultante.

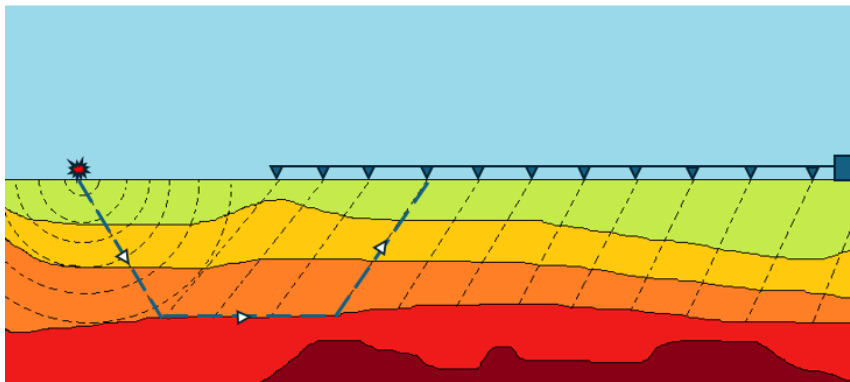


Figura 2: schema di un'indagine sismica a rifrazione. E' evidenziato il percorso dei raggi sismici che vengono rifratti dalle discontinuità presenti nel sottosuolo e rilevati in superficie dai geofoni.

La misura dei tempi di percorso e lo studio dei percorsi delle onde elastiche si basa sulle assunzioni teoriche per cui la propagazione di energia ad alta frequenza, avviene tramite percorsi rettilinei (raggi sismici) che vengono deviati dalle discontinuità incontrate.

L'analisi si avvale, del principio di Fermat e della legge di Snell.

Il principio di Fermat stabilisce che il raggio sismico percorre la distanza tra sorgente e rilevatore seguendo il percorso più breve in termini di tempo.

La legge di Snell è una formula che descrive le modalità di rifrazione di un raggio sismico nella transizione tra due mezzi caratterizzati da diversa velocità di propagazione delle onde o, equivalentemente, da diversi indici di rifrazione. L'angolo formato tra la superficie di discontinuità e il raggio sismico è chiamato angolo di incidenza θ_i mentre quello formato tra il raggio rifratto e la superficie normale è detto angolo di rifrazione θ_r .

$$v_2 \sin \theta_i = v_1 \sin \theta_r$$

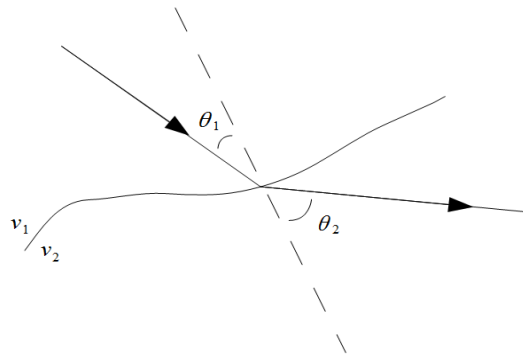


Figura 3: schema che mostra la relazione della Legge di Snell.

Dove v_1 e v_2 sono le velocità dei due mezzi separati dalla superficie di discontinuità.

Per $v_1 > v_2$ si ha che $\theta_i > \theta_r$ e la sismica a rifrazione non è attuabile poiché il raggio rifratto andrebbe ad inclinarsi verso il basso. Per $v_1 < v_2$ si ha che $\theta_i < \theta_r$ ed esiste un angolo limite di incidenza per cui $\theta_r = 90^\circ$ ed il raggio rifratto viaggia parallelamente alla superficie di discontinuità.

Uno dei limiti di questa metodologia di indagine risiede nel fatto che la condizione fondamentale per eseguire studi di sismica a rifrazione è quella per cui la successione di strati da investigare sia caratterizzata da velocità sismiche crescenti all'aumentare della profondità. In questo modo si possono valutare fino a 4 o 5 orizzonti rifrattori differenti.

L'altro limite risiede nel mascheramento di strati di spessore ridotto, in quanto strati sottili non sono in grado di generare onde rifratte criticamente che arrivino prima di quelle dello strato sottostante, che viaggiando ad una velocità maggiore, superano in fase queste ultime. Le onde dello strato sottile risultano come secondi arrivi sul sismogramma, e quindi di difficile interpretazione. Dunque, gli strati sottili, pur rispettando il gradiente di velocità, generano arrivi secondari e quindi di difficile interpretazione.

In situazioni morfologiche complesse può essere utilizzato come metodo di elaborazione il Metodo Reciproco Generalizzato (Generalized Reciprocal Method) discusso da Palmer nel 1980.



Il metodo è basato sulla ricerca di una distanza intergeofonica virtuale XY tale che i raggi sismici che partono da punti di energizzazione simmetrici rispetto allo stendimento, arrivino al geofono posto in posizione X e a quello posto in posizione Y provenendo da un medesimo punto del rifrattore.

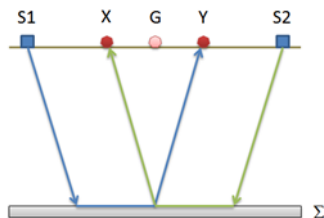


Figura 4: schema di base al calcolo del Metodo Reciproco Generale.

In fase di elaborazione si costruisce un diagramma tempi-distanze individuando nei sismogrammi ottenuti dai dati di campagna i primi arrivi delle onde sismiche.

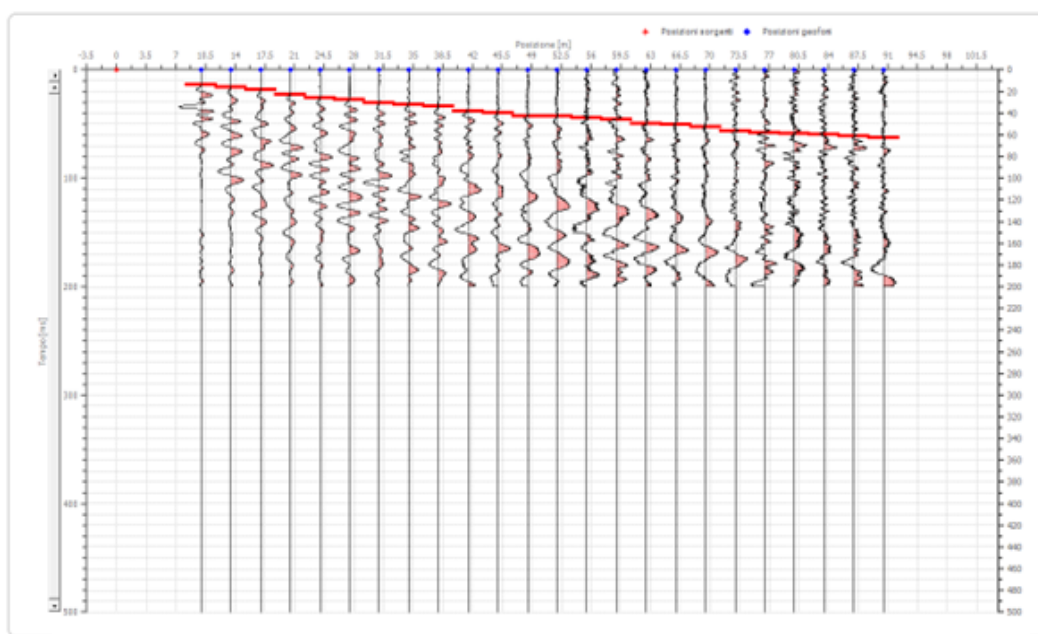


Figura 5: esempio di sismogramma registrato in campo dai geofoni, con i primi arrivi evidenziati.

Per determinare la distanza ottimale è necessario considerare più punti di energizzazione, sia agli estremi sia all'interno dello stendimento, per permettere di individuare con maggiore accuratezza i tempi relativi ad un medesimo rifrattore utili a caratterizzare le dromocrone, fondamentali all'interpretazione. Dalla costruzione delle dromocrone è possibile determinare la funzione velocità secondo l'equazione:

$$T_v = \frac{T_{S_1Y} - T_{S_2X} + T_{S_1S_2}}{2}$$



dove T_{S_1Y} e T_{S_2X} sono i tempi di percorrenza dei raggi sismici per giungere, rispettivamente, dalla sorgente S_1 ad X e dalla sorgente S_2 ad Y mentre $T_{S_1S_2}$ è il tempo di tragitto tra i due punti di scoppio S_1 ed S_2 , esternamente simmetrici rispetto allo stendimento. T_v è il tempo calcolato su un geofono G posto tra X ed Y , non necessariamente coincidente con la posizione di un geofono dello stendimento.

Il calcolo della funzione T_v viene eseguito per ogni valore di XY compreso tra zero e metà dello stendimento con variazione pari alla distanza reale tra i geofoni dello stendimento. La migliore retta di regressione delle funzioni velocità ottenute, permette di determinare l' XY ottimo e la velocità del rifrattore che è ricavata dal coefficiente angolare.

Per mezzo della funzione tempo-profondità è possibile trovare la profondità del rifrattore espressa in unità di tempo, secondo la relazione:

$$T_G = \frac{T_{S_1Y} + T_{S_2X} - \left(T_{S_1S_2} + \frac{XY}{V_n} \right)}{2}$$

Infine, è possibile determinare lo spessore del rifrattore in corrispondenza delle posizioni dei geofoni G mediante la relazione:

$$h = T_G \sqrt{\frac{V_n XY}{2T_G}}$$

h rappresenta la profondità minima dal geofono G , dunque, la morfologia del rifrattore è definita dall'involuppo delle semicirconferenze di raggio h .



3.0 – MODALITA' DI INTERVENTO

3.1 – Generalità:

L'intervento è stato condotto eseguendo 3 linee sismiche con 24 geofoni. Lungo i profili sono stati quindi registrati i dati relativi alle onde P (di compressione).

Gli stendimenti sono stati attrezzati con geofoni verticali. Gli impulsi elastici necessari alla registrazione degli eventi sismici sono stati creati artificialmente mediante l'utilizzo di una massa battente da 8 Kg e una piastra d'acciaio temprato.

Lungo ogni profilo sono stati realizzati cinque punti di "energizzazione" disposti regolarmente lungo lo stendimento e precisamente nelle seguenti posizioni:

- 2 energizzazioni alle estremità dello stendimento;
- 3 energizzazioni in punti intermedi ogni 6 geofoni lungo lo stendimento.

3.2 – Stendimenti sismici

Gli stendimenti sismici eseguiti sono i seguenti:

- **PLA-110-5:** 24 Geofoni con passo ogni 5.00 m con tiri estremi a 1.00 m e a 20.00 m, successivamente lungo la linea ogni 6 geofoni.
- **FRE-84-3.5:** 24 geofoni con passo ogni 3.50 metri con tiri estremi a 1.00 m e a 10.00 m, successivamente lungo la linea ogni 6 geofoni.
- **TEO-60-2.5:** 24 geofoni con passo ogni 2.50 metri con tiri estremi a 1.00 m e a 20.00 m, successivamente lungo la linea ogni 6 geofoni.



4.0 - UBICAZIONE STENDIMENTI SISMICI

Gli stendimenti sismici sono indicati nelle planimetrie di cui di seguito, allegate ai dis. n. 7530/1A e dis. n. 7530/2A per la stazione di Placheda, ai dis. 7530/1D e dis. n. 7530/2D per la stazione di Freita, ai disegni 7530/1E e dis. 7530/2E.

4.1 stazione di Placheda

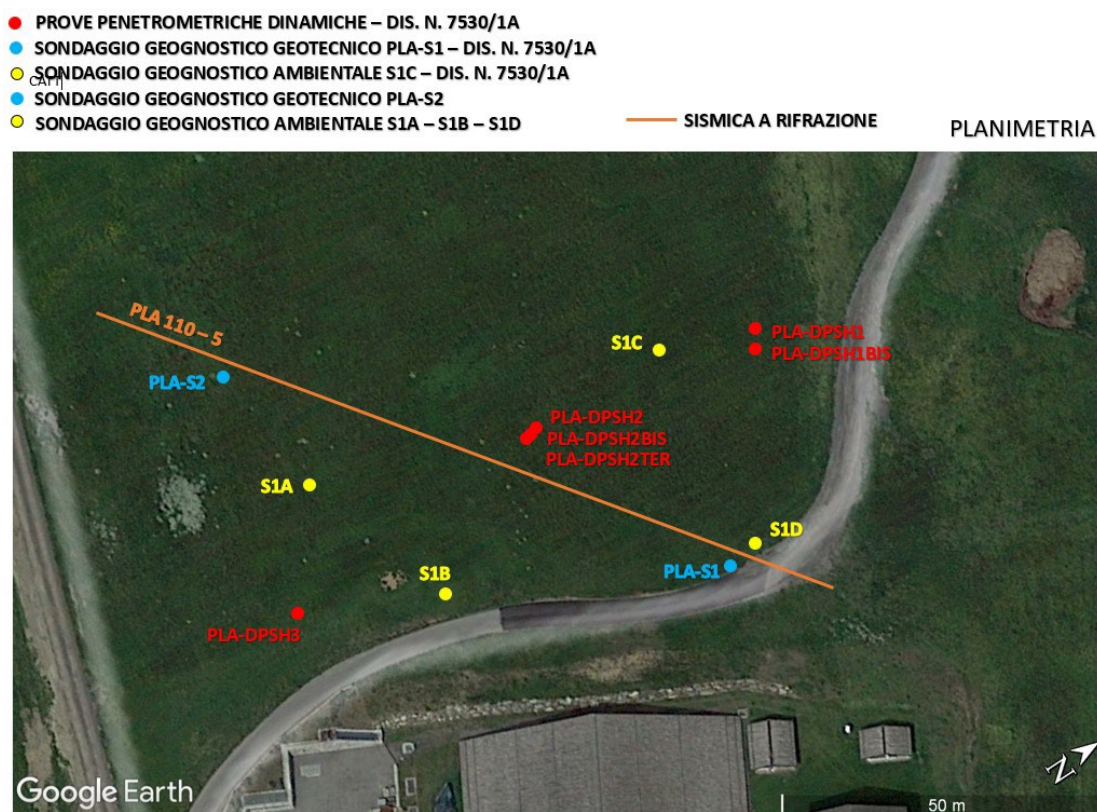


Figura 6: ubicazione delle indagini relative alla stazione di Placheda.



4.2 stazione di Freita

- PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE – DIS. N. 7530/1D
- SONDAGGIO GEOGNOSTICO GEOTECNICO FRE-S1 - DIS. N. 7530/1D
- SISMICA A RIFRAZIONE
- SONDAGGIO GEOGNOSTICO GEOTECNICO FRE-S2
- SONDAGGIO GEOGNOSTICO ED AMBIENTALE

PLANIMETRIA

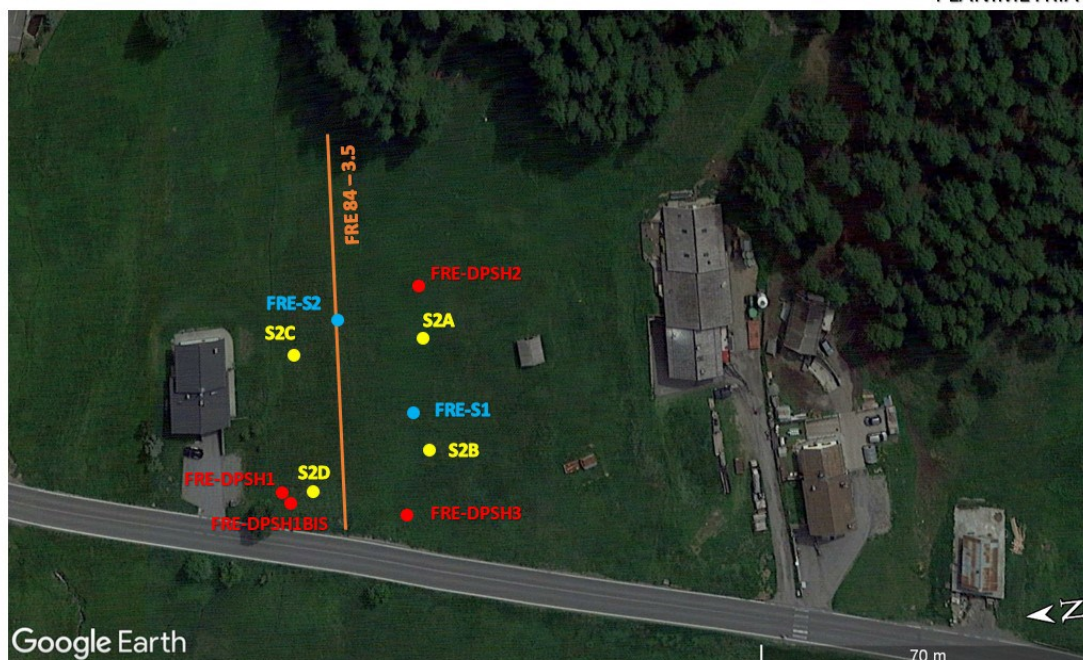


Figura 7: ubicazione delle indagini relative alla stazione di Freita.

4.3 stazione di Teola

- SONDAGGIO GEOGNOSTICO AMBIENTALE
- SONDAGGIO GEOGNOSTICO GEOTECNICO
- SISMICA A RIFRAZIONE

PLANIMETRIA



Figura 8: ubicazione delle indagini relative alla stazione di Teola.



5.0 - ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DEI DATI

L'acquisizione dei dati è stata realizzata con l'utilizzo di un sismografo digitale "AMBROGEO ECHO 24 Seismic Unit", ad incremento di segnale.

Seismograph ECHO 24 Seismic Unit



61 pins connector

• Monitor:	Touchscreen/External laptop
• Number of channels:	12-24+1
• A/D Conversion:	24 bits
• Dynamic range:	130dB @1ms PG=0dB 120dB @1ms PG=18dB
• Cross talk:	>90db
• Preamplify gain:	0db, 6db, 12db, 24db, 30 db, 36 db
• Frequency response:	0 to 6KHz (30kSPS) 0 to 4,8KHz (15kSPS), 0 to 3KHz (7,5kSPS), 0 to 1,5KHz (3,5kSPS), 0 to 800Hz (2kSPS), 0 to 400Hz (1kSPS)
• Acquisition and display filter:	Low Cut Out 10.15.25.35.50.70.100.200.280.400 Hz
• Sampling interval:	32us,64us,128us,256us,480us,960us
• Record length:	16000 samples
• Stacking trigger accuracy:	1/32 of samples interval
• Distorsion (THD):	0,0004 %
• Max input signal:	2Vpp,0Db
• CMR:	110dB (fCM =60Hz. fDATA = 30kSPS
• Noise:	0,25uV,2ms,36Db
• Pre-trigger data:	524ms @ 32us sample interval
• Delay:	0 to 2500ms step 10ms
• Temperature range:	- 30°C/+70°C
• Power:	12 V
• Continuous recording:	HVSR
• Output format:	SEG-Y/SG2 / SAF (SESAME ASCII FORMAT)
• Connector:	61-pin Bendix connector - NK27-pin Cannon connector

Figura 9: scheda tecnica del sismografo ECHO24/2010.

Il tempo zero (time break) di registrazione è stato fissato tramite un apposito circuito elettrico collocato in corrispondenza del punto sparo.

Tramite un apposito software, sono stati individuati i tempi di "primo arrivo" degli impulsi sismici ai vari geofoni relativi a onde P, con i relativi diagrammi spazio-tempo (dromocrone sismiche).



Le dromocrone sono state quindi elaborate applicando procedure di calcolo dedicate all'elaborazione del modello, basate sulla ricostruzione dei percorsi dei raggi sismici per mezzo di algoritmi "ray tracing".

Il risultato finale dell'elaborazione consiste quindi in una sezione di velocità sismica nella quale ad ogni cella è stato assegnato un valore di velocità. Questi valori sono stati in seguito elaborati tramite il Software IXRefrax, che utilizza il metodo GRM (Generalized Reciprocal Method).

6.0 – ANALISI DEI RISULTATI

Le sezioni esemplificative dei risultati della sismica a rifrazione sono rappresentate nelle allegate sezioni sismiche che ricostruiscono gli andamenti delle onde compressive, nelle quali la distinzione tra i materiali a diverso grado di addensamento è evidenziata dai colori dal blu (bassa consistenza) al rosso (consistenza elevata), che corrisponde a velocità via via crescenti.

La scala verticale posta a lato delle sezioni sismiche, stima direttamente i valori di profondità attribuiti alle varie unità geosismiche sopra descritte.

La stima delle profondità e la definizione del loro andamento geometrico, scaturisce dall'analisi di dati indiretti acquisiti, interpretati ed elaborati.

Di seguito, in dettaglio i risultati ottenuti delle varie stese.

6.1 - PLA-110-5

Nella sezione riportata in **fig.10**, si osserva nell'estremo sinistro del grafico, in corrispondenza del primo geofono (posto nell'estremo nord-est della stesa sismica), una velocità V_p di circa 749 m/s nella parte superiore del grafico (colore azzurro), corrispondente alla copertura sedimentaria, compresa tra le quote di 1886.5 m e 1878 m s.l.m.

Nella stessa porzione del grafico, nella parte inferiore (colore arancione) si osserva un netto aumento delle velocità V_p di circa 2564 m/s; la superficie che separa questi due domini sismostratigrafici individua la superficie in corrispondenza di uno strato che presenta un netto miglioramento delle caratteristiche geomeccaniche e litologiche. Nell'estremo destro del grafico, in corrispondenza dell'ultimo geofono (posto nell'estremo sud-ovest della stesa sismica), la velocità V_p della copertura sedimentaria aumenta a circa 779 m/s tra le quote di 1890 m e di 1878 m s.l.m., mentre nella parte inferiore il sismostrato sottostante ha una diminuzione delle velocità V_p a 2481 m/s.

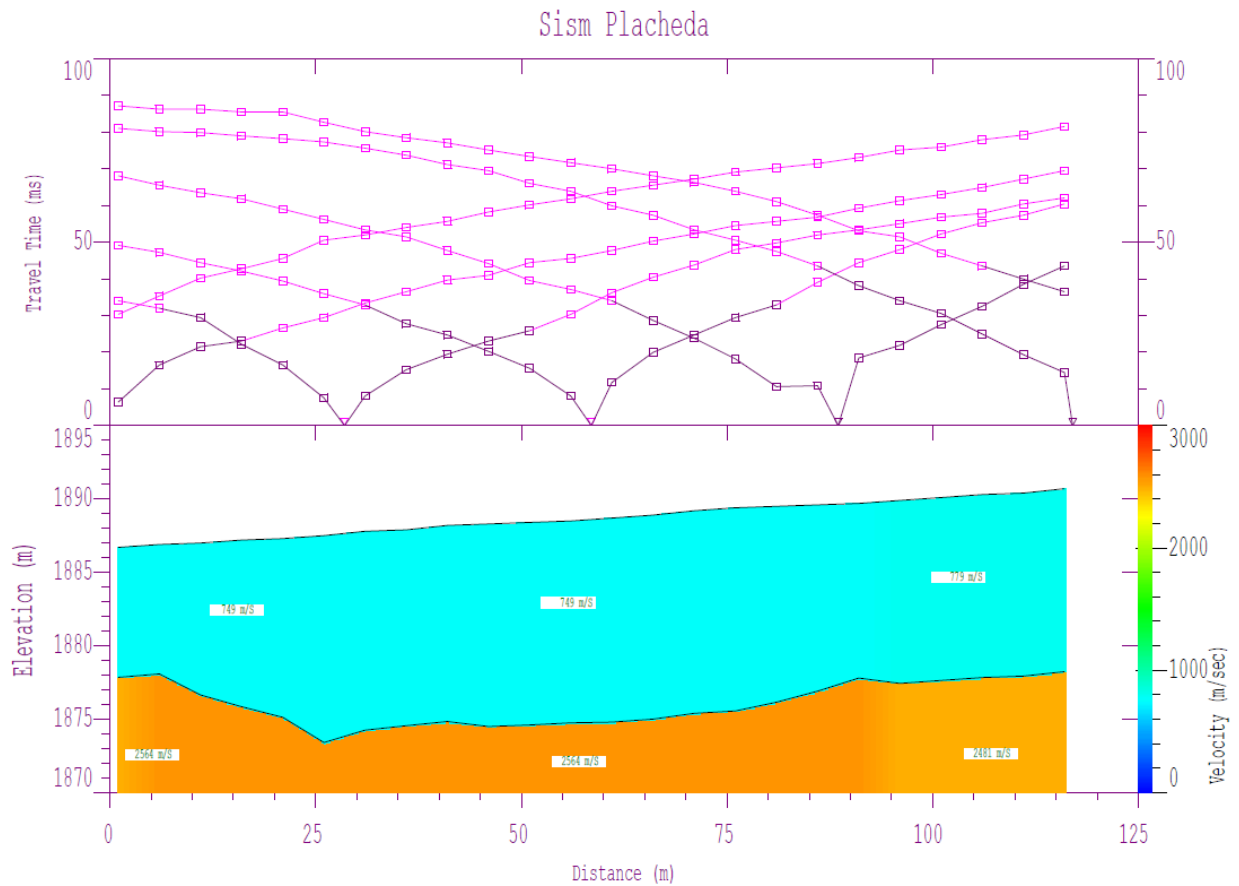


Figura 10: velocità delle onde sismiche calcolate lungo la stesa PLA-110-5.



6.2 - FRE-84-3.5

Nella sezione riportata in **fig.11**, si osserva nell'estremo sinistro del grafico, in corrispondenza del primo geofono (posto nell'estremo ovest della stesa sismica), una velocità V_p di circa 534 m/s nella parte superiore (colore azzurro), corrispondente alla copertura sedimentaria, compresa tra le quote di 1861 m e 1856.5 m s.l.m. Nella parte centrale della sezione, il valore delle velocità nella copertura sedimentaria aumenta fino ad un massimo di 586 m/sec, per poi diminuire nuovamente nell'estremo destro, in corrispondenza dell'ultimo geofono (posto nell'estremo est della stesa sismica), fino a circa 458 m/s tra le quote di 1874 m e di 1868 m s.l.m.

Nell'estremo destro e nella parte centrale del grafico, nella parte inferiore (colore arancione) si osserva un aumento delle velocità V_p di circa 1651 m/s, che diminuisce fino a 1552 m/s nell'estremo sinistro della stesa, individuando la superficie che separa due domini sismostratigrafici e uno strato inferiore con un miglioramento delle caratteristiche geomeccaniche e litologiche.

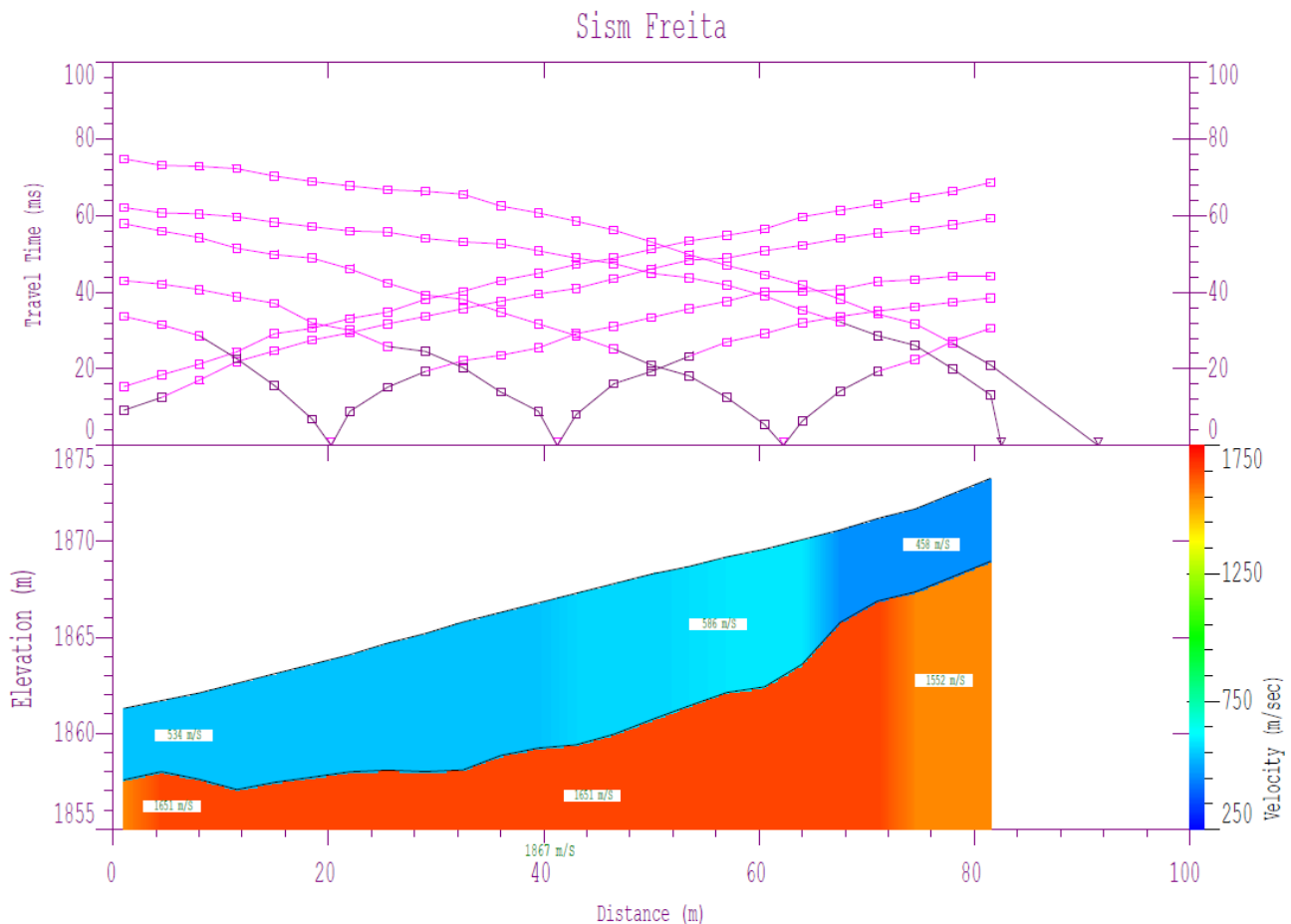


Figura 11: velocità delle onde sismiche calcolate lungo la stesa FRE-84-3.5.



6.3 - TEO-60-2.5

Nella sezione riportata in **fig.12**, si osserva nell'estremo sinistro del grafico, in corrispondenza del primo geofono (posto nell'estremo nord-ovest della stesa sismica), una velocità V_p di circa 435 m/s nella parte superiore (colore blu), corrispondente alla copertura sedimentaria, compresa tra le quote di 2354 m e 2349 m s.l.m. Nella parte centrale della sezione, il valore delle velocità V_p nella copertura sedimentaria aumenta fino ad un massimo di 542 m/sec, per poi diminuire nuovamente nell'estremo destro, in corrispondenza dell'ultimo geofono (posto nell'estremo est della stesa sismica), fino a circa 414 m/s tra le quote di 2361 m e di 2355.5 m s.l.m.

Nell'estremo destro e nella parte centrale del grafico, nella parte inferiore (colore arancione) si osserva un aumento delle velocità V_p nel secondo sismostrato di circa 3669 m/s, che diminuisce nella parte centrale a 3458 m/s, fino a toccare una velocità V_p di 3323 m/s nell'estremo sinistro della stesa, individuando la superficie che separa la copertura sedimentaria dal bedrock.

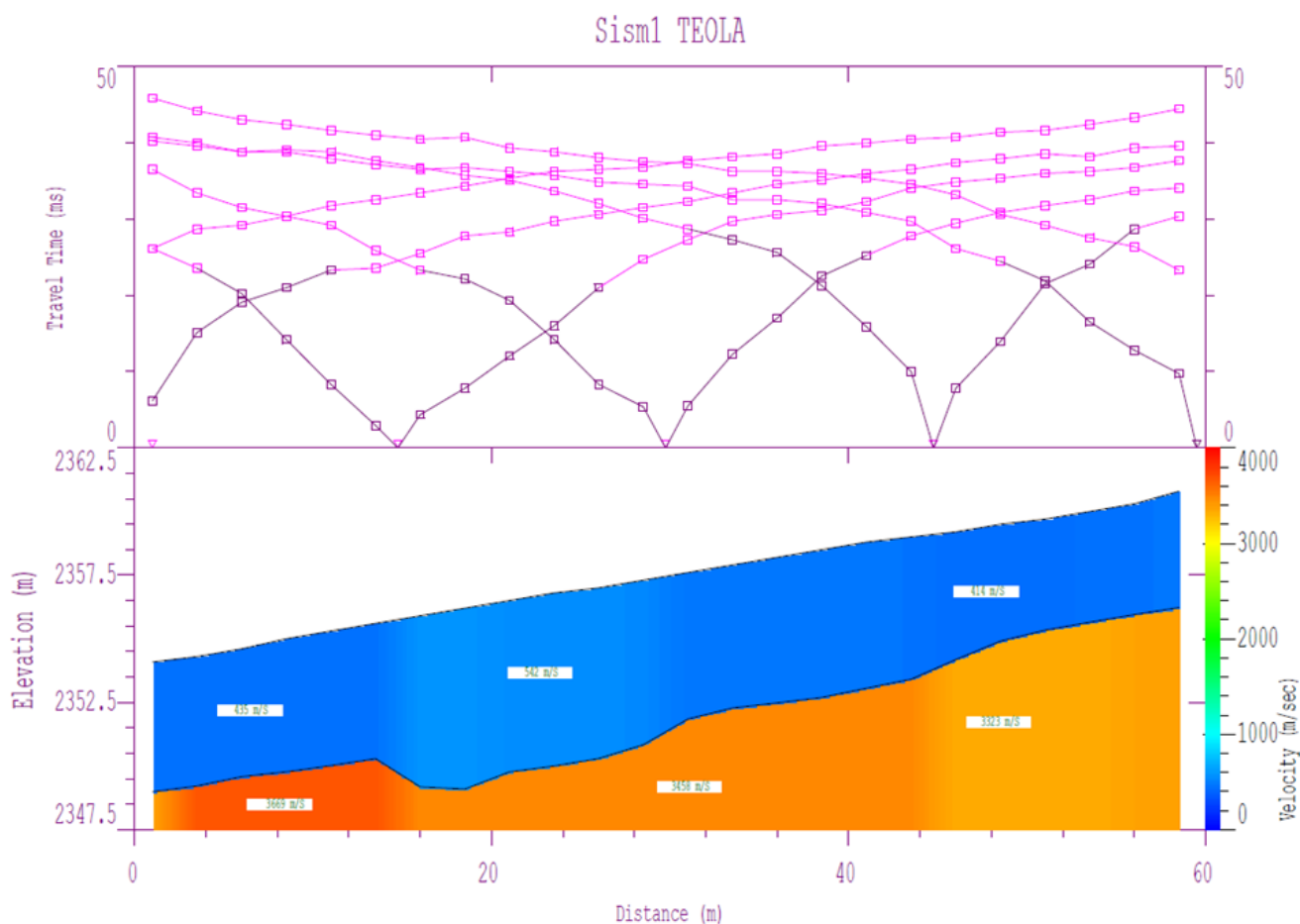


Figura 12: velocità delle onde sismiche calcolate lungo la stesa TEO-60-2.5.



7.0 - CONCLUSIONI

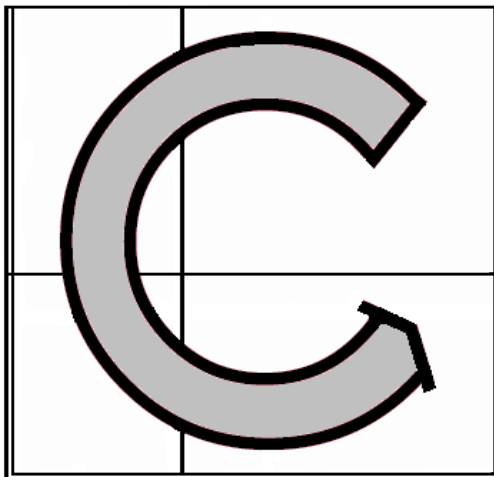
La campagna eseguita nel comune di Livigno per le indagini relative al collegamento intersversante, ha investigato n.3 stendimenti in sismica a rifrazione nelle località di Placheda, Freita e Teola.

Nelle sezioni elaborate, le velocità V_p delle onde di compressione individuano due unità geosismiche differenti che costituiscono il modello geofisico proposto partendo dal piano campagna e scendendo fino alla massima profondità stimata e possono essere così descritte:

- Prima unità sismostratigrafica di colore azzurro-blu, corrispondente alla copertura sedimentaria, che presenta valori di velocità delle onde P compresi tra 414 m/s (Teola) fino a 779 m/sec (Placheda);
- Seconda unità sismostratigrafica di colore rosso-arancione, corrispondente a depositi più addensati o a roccia più o meno fratturata, con valori di velocità delle onde P variabili tra 3669 m/sec (Teola) e 1552 m/sec (Freita).

ALL. 3 – ANALISI DI LABORATORIO

Analisi chimiche



STUDIO TECNICO

Geom. UGO CELOTTI S.R.L.

VIA MINCIO 22 - CAP 20139 MILANO - TEL. 025393977 r.a. - 025392262 FAX
e-mail: studiocelotti@studiocelotti.it

INDAGINI GEOGNOSTICHE - PROVE SU TERRENI DI FONDAZIONE
RICERCHE IDROLOGICHE AMBIENTALI - STRUMENTAZIONI GEOTECNICHE
PERFORAZIONI PROFONDE PER GEOTERMIA PER DISPERSORI PER STRUMENTAZIONI
RILIEVI TOPOGRAFICI - PROSPEZIONI GEOFISICHE E GEOELETTRICHE

COMUNE DI LIVIGNO
Plaza dal Comun n. 93 - LIVIGNO (Sondrio)

Indagini geognostiche, geotecniche ed ambientali eseguite nei terreni interessati dall'opera pubblica denominata Venues - Sedi ed Impianti Olimpici - Collegamento dei versanti sciistici est ed ovest in comune di Livigno (Sondrio) - Piazza Placheda.

CERTIFICATI ANALISI CHIMICHE DI LABORATORIO

Disegno n. 7530/1Aa

Data: Dicembre 2023

N.B. - Lo zero di riferimento delle profondità coincide con il piano d'inizio dei sondaggi.



LAB N° 1601 L

**Rapporto di Prova n° 202315526 del 22/12/2023**

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mincio, 22

20139 Milano (MI)

DATI RELATIVI AL CAMPIONE

N.ro Accettazione: 202315526
 Data arrivo campione: 11/12/2023
 Data inizio prove: 11/12/2023
 Campione consegnato da: Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.
 Descrizione: S1C - C1 - Profondità da 0,00 a -1,00 m.

[R]

DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO

Prelevatore: Personale Esterno
 Prelevato presso: Cantiere di Livigno (SO)

[R]

[R]

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
Sottovaglio a 2 mm *	%	73.88				D.M. 13/09/1999 Metodo II.1	12/12/23
Umidità *	%	14.40				D.M. 13/09/1999 Metodo II.2	12/12/23
Arsenico	mg/kg s.s.	51.1 •	± 11.2	≤ 20 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1#)	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	19/12/23
Cadmio	mg/kg s.s.	0.30	± 0.06	≤ 2 ⁽¹⁾	≤ 15 ^(1#)	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	19/12/23
Cobalto	mg/kg s.s.	11.5	± 1.5	≤ 20 ⁽¹⁾	≤ 250 ^(1#)	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	19/12/23
Cromo totale	mg/kg s.s.	27.6	± 6.4	≤ 150 ⁽¹⁾	≤ 800 ^(1#)	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	19/12/23
Cromo VI *	mg/kg s.s.	<0.1		≤ 2 ⁽¹⁾	≤ 15 ^(1#)	CNR IRSA Q 64 Volume 3 metodo 16	18/12/23
Piombo	mg/kg s.s.	12.4	± 2.6	≤ 100 ⁽¹⁾	≤ 1000 ^(1#)	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	19/12/23
Rame	mg/kg s.s.	22.5	± 3.3	≤ 120 ⁽¹⁾	≤ 600 ^(1#)	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	19/12/23
Zinco	mg/kg s.s.	112	± 15	≤ 150 ⁽¹⁾	≤ 1500 ^(1#)	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	19/12/23
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI:							
Benzene *	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 2 ^(1#)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	21/12/23
Etilbenzene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1#)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	21/12/23
Stirene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1#)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	21/12/23
Xilene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1#)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	21/12/23
Toluene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1#)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	21/12/23



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202315526 del 22/12/2023

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mincio, 22

20139 Milano (MI)

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI:							
Benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Crisene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 5 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg s.s.	<25		≤ 50 ⁽¹⁾	≤ 750 ^(1#)	UNI EN ISO 16703:2011	14/12/23

(1#) D.Lgs 152/06 - All. p.te IV, all.5 al tit.V, tab.1 - Colonna B

(1) D.Lgs 152/06 - All. p.te IV, all.5 al tit.V, tab.1 - Colonna A

• limite superato, senza considerare l'incertezza di misura

* Prova non accreditata Accredia

Il Responsabile del Laboratorio

Dott. Andrea Marchesi

Iscr. Ord. Interprov. dei Chimici e dei Fisici della Lombardia
n°3584



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202315526 del 22/12/2023

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mincio, 22

20139 Milano (MI)

[R] Informazione fornita dal Richiedente

Ove indicata, l'incertezza è estesa ed è stata calcolata con un fattore di copertura $k=2$ corrispondente ad un livello di probabilità di circa il 95%. In caso di indicazione della conformità, se non diversamente specificato, il Laboratorio si basa esclusivamente sul confronto del valore con il suo limite di riferimento, senza considerare l'incertezza di misura.

I risultati contenuti nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente al campione oggetto di analisi. Il presente Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente, salvo autorizzazione scritta di Ambiente Analisi S.r.l.

Nel caso il campionamento non sia effettuato dal personale del Laboratorio, i risultati ottenuti si considerano riferiti al campione così come ricevuto e il Laboratorio declina la propria responsabilità sui risultati calcolati considerando i dati forniti dal Richiedente. In caso di alterazione del campione prima della consegna, il Laboratorio declina altresì ogni responsabilità sui risultati nel caso in cui il Richiedente decida comunque per l'effettuazione dell'analisi.

Nel caso di metodi che prevedono fase di preconcentrazione e purificazione, ove non espressamente indicato, il recupero è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specifici previsti dal metodo di prova o dalla normativa vigente; ove non espressamente indicato, il recupero non è stato utilizzato nei calcoli.

Le sommatorie di più composti, ove non espressamente indicato, sono state calcolate con il criterio lower bound.

Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

AMBIENTE ANALISI S.r.l.

via Padre Damiano Noè, 2

20022 Castano Primo (MI)

Tel. 0331883802 – Fax. 0331877550

Mail. info@ambienteanalisi.it

Sito web. www.ambienteanalisi.it

Cap. Soc. € 11.000 i.v.

R.E.A. Milano 1654508

C.F. - P.IVA – Reg. Impr. MI 03183150964



LAB N° 1601 L

**Rapporto di Prova n° 202315527 del 22/12/2023**

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mincio, 22

20139 Milano (MI)

DATI RELATIVI AL CAMPIONE

N.ro Accettazione: 202315527
 Data arrivo campione: 11/12/2023
 Data inizio prove: 11/12/2023
 Campione consegnato da: Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.
 Descrizione: S1C - C2 - Profondità da -4,50 a -5,50 m.

[R]

DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO

Prelevatore: Personale Esterno
 Prelevato presso: Cantiere di Livigno (SO)

[R]

[R]

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
Sottovaglio a 2 mm *	%	64.09				D.M. 13/09/1999 Metodo II.1	12/12/23
Umidità *	%	5.05				D.M. 13/09/1999 Metodo II.2	12/12/23
Arsenico	mg/kg s.s.	53.3 •	± 11.7	≤ 20 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1#)	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	19/12/23
Cadmio	mg/kg s.s.	0.41	± 0.08	≤ 2 ⁽¹⁾	≤ 15 ^(1#)	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	19/12/23
Cobalto	mg/kg s.s.	14.8	± 1.9	≤ 20 ⁽¹⁾	≤ 250 ^(1#)	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	19/12/23
Cromo totale	mg/kg s.s.	27.0	± 6.3	≤ 150 ⁽¹⁾	≤ 800 ^(1#)	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	19/12/23
Cromo VI *	mg/kg s.s.	<0.1		≤ 2 ⁽¹⁾	≤ 15 ^(1#)	CNR IRSA Q 64 Volume 3 metodo 16	18/12/23
Piombo	mg/kg s.s.	16.0	± 3.4	≤ 100 ⁽¹⁾	≤ 1000 ^(1#)	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	19/12/23
Rame	mg/kg s.s.	42.6	± 6.3	≤ 120 ⁽¹⁾	≤ 600 ^(1#)	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	19/12/23
Zinco	mg/kg s.s.	100	± 14	≤ 150 ⁽¹⁾	≤ 1500 ^(1#)	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	19/12/23
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI:							
Benzene *	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 2 ^(1#)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	21/12/23
Etilbenzene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1#)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	21/12/23
Stirene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1#)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	21/12/23
Xilene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1#)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	21/12/23
Toluene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1#)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	21/12/23



LAB N° 1601 L

**Rapporto di Prova n° 202315527 del 22/12/2023**

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mincio, 22

20139 Milano (MI)

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI:							
Benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Crisene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 5 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg s.s.	<25		≤ 50 ⁽¹⁾	≤ 750 ^(1#)	UNI EN ISO 16703:2011	14/12/23

(1#) D.Lgs 152/06 - All. p.te IV, all.5 al tit.V, tab.1 - Colonna B

(1) D.Lgs 152/06 - All. p.te IV, all.5 al tit.V, tab.1 - Colonna A

• limite superato, senza considerare l'incertezza di misura

* Prova non accreditata Accredia

Il Responsabile del Laboratorio

Dott. Andrea Marchesi

Iscr. Ord. Interprov. dei Chimici e dei Fisici della Lombardia
n°3584



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202315527 del 22/12/2023

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mincio, 22

20139 Milano (MI)

[R] Informazione fornita dal Richiedente

Ove indicata, l'incertezza è estesa ed è stata calcolata con un fattore di copertura $k=2$ corrispondente ad un livello di probabilità di circa il 95%. In caso di indicazione della conformità, se non diversamente specificato, il Laboratorio si basa esclusivamente sul confronto del valore con il suo limite di riferimento, senza considerare l'incertezza di misura.

I risultati contenuti nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente al campione oggetto di analisi. Il presente Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente, salvo autorizzazione scritta di Ambiente Analisi S.r.l.

Nel caso il campionamento non sia effettuato dal personale del Laboratorio, i risultati ottenuti si considerano riferiti al campione così come ricevuto e il Laboratorio declina la propria responsabilità sui risultati calcolati considerando i dati forniti dal Richiedente. In caso di alterazione del campione prima della consegna, il Laboratorio declina altresì ogni responsabilità sui risultati nel caso in cui il Richiedente decida comunque per l'effettuazione dell'analisi.

Nel caso di metodi che prevedono fase di preconcentrazione e purificazione, ove non espressamente indicato, il recupero è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specifici previsti dal metodo di prova o dalla normativa vigente; ove non espressamente indicato, il recupero non è stato utilizzato nei calcoli.

Le sommatorie di più composti, ove non espressamente indicato, sono state calcolate con il criterio lower bound.

Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

AMBIENTE ANALISI S.r.l.

via Padre Damiano Noè, 2

20022 Castano Primo (MI)

Tel. 0331883802 – Fax. 0331877550

Mail. info@ambienteanalisi.it

Sito web. www.ambienteanalisi.it

Cap. Soc. € 11.000 i.v.

R.E.A. Milano 1654508

C.F. - P.IVA – Reg. Impr. MI 03183150964



LAB N° 1601 L

**Rapporto di Prova n° 202315528 del 22/12/2023**

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mincio, 22

20139 Milano (MI)

DATI RELATIVI AL CAMPIONE

N.ro Accettazione: 202315528
 Data arrivo campione: 11/12/2023
 Data inizio prove: 11/12/2023
 Campione consegnato da: Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.
 Descrizione: S1C - C3 - Profondità da -9,00 a -10,00 m.

[R]

DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO

Prelevatore: Personale Esterno
 Prelevato presso: Cantiere di Livigno (SO)

[R]

[R]

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
Sottovaglio a 2 mm *	%	67.42				D.M. 13/09/1999 Metodo II.1	12/12/23
Umidità *	%	4.38				D.M. 13/09/1999 Metodo II.2	12/12/23
Arsenico	mg/kg s.s.	31.6 •	± 7.0	≤ 20 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1#)	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	19/12/23
Cadmio	mg/kg s.s.	0.20	± 0.04	≤ 2 ⁽¹⁾	≤ 15 ^(1#)	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	19/12/23
Cobalto	mg/kg s.s.	15.9	± 2.1	≤ 20 ⁽¹⁾	≤ 250 ^(1#)	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	19/12/23
Cromo totale	mg/kg s.s.	24.7	± 5.7	≤ 150 ⁽¹⁾	≤ 800 ^(1#)	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	19/12/23
Cromo VI *	mg/kg s.s.	<0.1		≤ 2 ⁽¹⁾	≤ 15 ^(1#)	CNR IRSA Q 64 Volume 3 metodo 16	18/12/23
Piombo	mg/kg s.s.	7.6	± 1.6	≤ 100 ⁽¹⁾	≤ 1000 ^(1#)	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	19/12/23
Rame	mg/kg s.s.	27.6	± 4.1	≤ 120 ⁽¹⁾	≤ 600 ^(1#)	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	19/12/23
Zinco	mg/kg s.s.	81.1	± 11.2	≤ 150 ⁽¹⁾	≤ 1500 ^(1#)	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	19/12/23
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI:							
Benzene *	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 2 ^(1#)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	21/12/23
Etilbenzene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1#)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	21/12/23
Stirene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1#)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	21/12/23
Xilene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1#)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	21/12/23
Toluene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1#)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	21/12/23



LAB N° 1601 L

**Rapporto di Prova n° 202315528 del 22/12/2023**

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mincio, 22

20139 Milano (MI)

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI:							
Benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Crisene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 5 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg s.s.	<25		≤ 50 ⁽¹⁾	≤ 750 ^(1#)	UNI EN ISO 16703:2011	14/12/23

(1#) D.Lgs 152/06 - All. p.te IV, all.5 al tit.V, tab.1 - Colonna B

(1) D.Lgs 152/06 - All. p.te IV, all.5 al tit.V, tab.1 - Colonna A

• limite superato, senza considerare l'incertezza di misura

* Prova non accreditata Accredia

Il Responsabile del Laboratorio

Dott. Andrea Marchesi

Iscr. Ord. Interprov. dei Chimici e dei Fisici della Lombardia
n°3584



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202315528 del 22/12/2023

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mincio, 22

20139 Milano (MI)

[R] Informazione fornita dal Richiedente

Ove indicata, l'incertezza è estesa ed è stata calcolata con un fattore di copertura $k=2$ corrispondente ad un livello di probabilità di circa il 95%. In caso di indicazione della conformità, se non diversamente specificato, il Laboratorio si basa esclusivamente sul confronto del valore con il suo limite di riferimento, senza considerare l'incertezza di misura.

I risultati contenuti nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente al campione oggetto di analisi. Il presente Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente, salvo autorizzazione scritta di Ambiente Analisi S.r.l.

Nel caso il campionamento non sia effettuato dal personale del Laboratorio, i risultati ottenuti si considerano riferiti al campione così come ricevuto e il Laboratorio declina la propria responsabilità sui risultati calcolati considerando i dati forniti dal Richiedente. In caso di alterazione del campione prima della consegna, il Laboratorio declina altresì ogni responsabilità sui risultati nel caso in cui il Richiedente decida comunque per l'effettuazione dell'analisi.

Nel caso di metodi che prevedono fase di preconcentrazione e purificazione, ove non espressamente indicato, il recupero è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specifici previsti dal metodo di prova o dalla normativa vigente; ove non espressamente indicato, il recupero non è stato utilizzato nei calcoli.

Le sommatorie di più composti, ove non espressamente indicato, sono state calcolate con il criterio lower bound.

Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

AMBIENTE ANALISI S.r.l.

via Padre Damiano Noè, 2

20022 Castano Primo (MI)

Tel. 0331883802 – Fax. 0331877550

Mail. info@ambienteanalisi.it

Sito web. www.ambienteanalisi.it

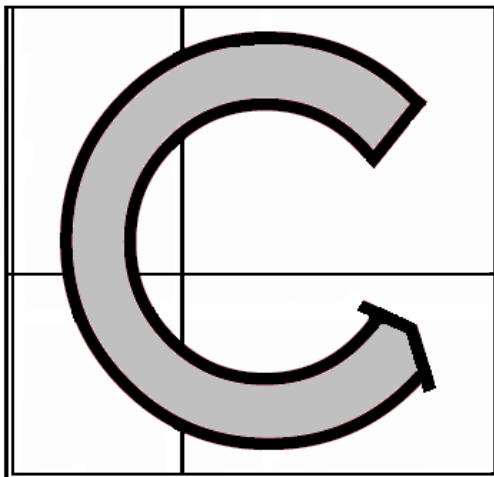
Cap. Soc. € 11.000 i.v.

R.E.A. Milano 1654508

C.F. - P.IVA – Reg. Impr. MI 03183150964

Pagina 3 di 3

Mod 7.8.2_rev.01 del 04/04/2023



STUDIO TECNICO

Geom. UGO CELOTTI S.R.L.

VIA MINCIO 22 - CAP 20139 MILANO - TEL. 025393977 r.a. - 025392262 FAX
e-mail: studiocelotti@studiocelotti.it

INDAGINI GEOGNOSTICHE - PROVE SU TERRENI DI FONDAZIONE
RICERCHE IDROLOGICHE AMBIENTALI - STRUMENTAZIONI GEOTECNICHE
PERFORAZIONI PROFONDE PER GEOTERMIA PER DISPERSORI PER STRUMENTAZIONI
RILIEVI TOPOGRAFICI - PROSPEZIONI GEOFISICHE E GEOELETTICHE

COMUNE DI LIVIGNO
Plaza dal Comun n. 93 - LIVIGNO (Sondrio)

Indagini geognostiche, geotecniche ed ambientali eseguite nei terreni interessati dall'opera pubblica denominata Venues - Sedi ed Impianti Olimpici - Collegamento dei versanti sciistici est ed ovest in comune di Livigno (Sondrio) - Località Teola.

CERTIFICATI ANALISI CHIMICHE DI LABORATORIO

Disegno n. 7530/1Ea

Data: Dicembre 2023

N.B. - Lo zero di riferimento delle profondità coincide con il piano d'inizio dei sondaggi.



LAB N° 1601 L

**Rapporto di Prova n° 202315529 del 22/12/2023**

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mincio, 22

20139 Milano (MI)

DATI RELATIVI AL CAMPIONE

N.ro Accettazione: 202315529
 Data arrivo campione: 11/12/2023
 Data inizio prove: 11/12/2023
 Campione consegnato da: Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.
 Descrizione: S3 - C1 - Profondità da 0,00 a -1,00 m.

[R]

DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO

Prelevatore: Personale Esterno
 Prelevato presso: Cantiere di Livigno (SO)

[R]

[R]

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
Sottovaglio a 2 mm *	%	52.59				D.M. 13/09/1999 Metodo II.1	12/12/23
Umidità *	%	5.72				D.M. 13/09/1999 Metodo II.2	12/12/23
Arsenico	mg/kg s.s.	25.6 •	± 5.6	≤ 20 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1#)	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	19/12/23
Cadmio	mg/kg s.s.	<0.2		≤ 2 ⁽¹⁾	≤ 15 ^(1#)	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	19/12/23
Cobalto	mg/kg s.s.	10.6	± 1.4	≤ 20 ⁽¹⁾	≤ 250 ^(1#)	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	19/12/23
Cromo totale	mg/kg s.s.	13.4	± 3.1	≤ 150 ⁽¹⁾	≤ 800 ^(1#)	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	19/12/23
Cromo VI *	mg/kg s.s.	<0.1		≤ 2 ⁽¹⁾	≤ 15 ^(1#)	CNR IRSA Q 64 Volume 3 metodo 16	18/12/23
Piombo	mg/kg s.s.	4.6	± 1.0	≤ 100 ⁽¹⁾	≤ 1000 ^(1#)	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	19/12/23
Rame	mg/kg s.s.	37.4	± 5.5	≤ 120 ⁽¹⁾	≤ 600 ^(1#)	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	19/12/23
Zinco	mg/kg s.s.	59.8	± 8.3	≤ 150 ⁽¹⁾	≤ 1500 ^(1#)	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	19/12/23
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI:							
Benzene *	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 2 ^(1#)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	21/12/23
Etilbenzene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1#)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	21/12/23
Stirene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1#)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	21/12/23
Xilene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1#)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	21/12/23
Toluene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1#)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	21/12/23



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202315529 del 22/12/2023

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mincio, 22

20139 Milano (MI)

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI:							
Benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Crisene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 5 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg s.s.	28	± 7	≤ 50 ⁽¹⁾	≤ 750 ^(1#)	UNI EN ISO 16703:2011	14/12/23

(1#) D.Lgs 152/06 - All. p.te IV, all.5 al tit.V, tab.1 - Colonna B

(1) D.Lgs 152/06 - All. p.te IV, all.5 al tit.V, tab.1 - Colonna A

• limite superato, senza considerare l'incertezza di misura

* Prova non accreditata Accredia

Il Responsabile del Laboratorio

Dott. Andrea Marchesi

Iscr. Ord. Interprov. dei Chimici e dei Fisici della Lombardia
n°3584



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202315529 del 22/12/2023

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mincio, 22

20139 Milano (MI)

[R] Informazione fornita dal Richiedente

Ove indicata, l'incertezza è estesa ed è stata calcolata con un fattore di copertura $k=2$ corrispondente ad un livello di probabilità di circa il 95%. In caso di indicazione della conformità, se non diversamente specificato, il Laboratorio si basa esclusivamente sul confronto del valore con il suo limite di riferimento, senza considerare l'incertezza di misura.

I risultati contenuti nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente al campione oggetto di analisi. Il presente Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente, salvo autorizzazione scritta di Ambiente Analisi S.r.l.

Nel caso il campionamento non sia effettuato dal personale del Laboratorio, i risultati ottenuti si considerano riferiti al campione così come ricevuto e il Laboratorio declina la propria responsabilità sui risultati calcolati considerando i dati forniti dal Richiedente. In caso di alterazione del campione prima della consegna, il Laboratorio declina altresì ogni responsabilità sui risultati nel caso in cui il Richiedente decida comunque per l'effettuazione dell'analisi.

Nel caso di metodi che prevedono fase di preconcentrazione e purificazione, ove non espressamente indicato, il recupero è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specifici previsti dal metodo di prova o dalla normativa vigente; ove non espressamente indicato, il recupero non è stato utilizzato nei calcoli.

Le sommatorie di più composti, ove non espressamente indicato, sono state calcolate con il criterio lower bound.

Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

AMBIENTE ANALISI S.r.l.

via Padre Damiano Noè, 2
20022 Castano Primo (MI)

Tel. 0331883802 – Fax. 0331877550

Mail. info@ambienteanalisi.it

Sito web. www.ambienteanalisi.it

Cap. Soc. € 11.000 i.v.

R.E.A. Milano 1654508

C.F. - P.IVA – Reg. Impr. MI 03183150964



LAB N° 1601 L

**Rapporto di Prova n° 202315530 del 22/12/2023**

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mincio, 22

20139 Milano (MI)

DATI RELATIVI AL CAMPIONE

N.ro Accettazione: 202315530
 Data arrivo campione: 11/12/2023
 Data inizio prove: 11/12/2023
 Campione consegnato da: Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.
 Descrizione: S3 - C2 - Profondità da -1,00 a -2,00 m.

[R]

DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO

Prelevatore: Personale Esterno
 Prelevato presso: Cantiere di Livigno (SO)

[R]

[R]

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
Umidità *	%	2.14				D.M. 13/09/1999 Metodo II.2	12/12/23
Sottovaglio a 2 mm *	%	68.11				D.M. 13/09/1999 Metodo II.1	12/12/23
Arsenico	mg/kg s.s.	13.8	± 3.0	≤ 20 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1#)	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	19/12/23
Cadmio	mg/kg s.s.	<0.2		≤ 2 ⁽¹⁾	≤ 15 ^(1#)	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	19/12/23
Cobalto	mg/kg s.s.	10.1	± 1.3	≤ 20 ⁽¹⁾	≤ 250 ^(1#)	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	19/12/23
Cromo totale	mg/kg s.s.	15.3	± 3.5	≤ 150 ⁽¹⁾	≤ 800 ^(1#)	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	19/12/23
Cromo VI *	mg/kg s.s.	<0.1		≤ 2 ⁽¹⁾	≤ 15 ^(1#)	CNR IRSA Q 64 Volume 3 metodo 16	18/12/23
Piombo	mg/kg s.s.	4.5	± 0.9	≤ 100 ⁽¹⁾	≤ 1000 ^(1#)	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	19/12/23
Rame	mg/kg s.s.	39.7	± 5.9	≤ 120 ⁽¹⁾	≤ 600 ^(1#)	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	19/12/23
Zinco	mg/kg s.s.	64.7	± 8.9	≤ 150 ⁽¹⁾	≤ 1500 ^(1#)	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	19/12/23
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI:							
Benzene *	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 2 ^(1#)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	21/12/23
Etilbenzene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1#)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	21/12/23
Stirene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1#)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	21/12/23
Xilene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1#)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	21/12/23
Toluene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1#)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	21/12/23



LAB N° 1601 L

**Rapporto di Prova n° 202315530 del 22/12/2023**

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mincio, 22

20139 Milano (MI)

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI:							
Benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Crisene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 5 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1#)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	14/12/23
Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg s.s.	30	± 7	≤ 50 ⁽¹⁾	≤ 750 ^(1#)	UNI EN ISO 16703:2011	14/12/23

(1#) D.Lgs 152/06 - All. p.te IV, all.5 al tit.V, tab.1 - Colonna B

(1) D.Lgs 152/06 - All. p.te IV, all.5 al tit.V, tab.1 - Colonna A

* Prova non accreditata Accredia

Il Responsabile del Laboratorio

Dott. Andrea Marchesi

Iscr. Ord. Interprov. dei Chimici e dei Fisici della Lombardia
n°3584



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202315530 del 22/12/2023

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mincio, 22

20139 Milano (MI)

[R] Informazione fornita dal Richiedente

Ove indicata, l'incertezza è estesa ed è stata calcolata con un fattore di copertura $k=2$ corrispondente ad un livello di probabilità di circa il 95%. In caso di indicazione della conformità, se non diversamente specificato, il Laboratorio si basa esclusivamente sul confronto del valore con il suo limite di riferimento, senza considerare l'incertezza di misura.

I risultati contenuti nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente al campione oggetto di analisi. Il presente Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente, salvo autorizzazione scritta di Ambiente Analisi S.r.l.

Nel caso il campionamento non sia effettuato dal personale del Laboratorio, i risultati ottenuti si considerano riferiti al campione così come ricevuto e il Laboratorio declina la propria responsabilità sui risultati calcolati considerando i dati forniti dal Richiedente. In caso di alterazione del campione prima della consegna, il Laboratorio declina altresì ogni responsabilità sui risultati nel caso in cui il Richiedente decida comunque per l'effettuazione dell'analisi.

Nel caso di metodi che prevedono fase di preconcentrazione e purificazione, ove non espressamente indicato, il recupero è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specifici previsti dal metodo di prova o dalla normativa vigente; ove non espressamente indicato, il recupero non è stato utilizzato nei calcoli.

Le sommatorie di più composti, ove non espressamente indicato, sono state calcolate con il criterio lower bound.

Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

AMBIENTE ANALISI S.r.l.

via Padre Damiano Noè, 2
20022 Castano Primo (MI)

Tel. 0331883802 – Fax. 0331877550

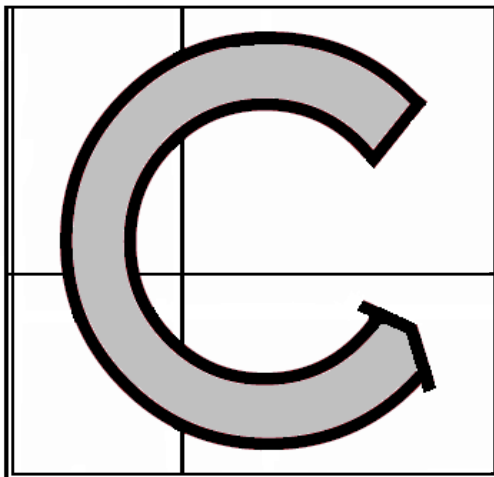
Mail. info@ambienteanalisi.it

Sito web. www.ambienteanalisi.it

Cap. Soc. € 11.000 i.v.

R.E.A. Milano 1654508

C.F. - P.IVA – Reg. Impr. MI 03183150964



STUDIO TECNICO

Geom. UGO CELOTTI S.R.L.

VIA MINCIO 22 - CAP 20139 MILANO - TEL. 025393977 r.a. - 025392262 FAX
e-mail: studiocelotti@studiocelotti.it

INDAGINI GEOGNOSTICHE - PROVE SU TERRENI DI FONDAZIONE
RICERCHE IDROLOGICHE AMBIENTALI - STRUMENTAZIONI GEOTECNICHE
PERFORAZIONI PROFONDE PER GEOTERMIA PER DISPERSORI PER STRUMENTAZIONI
RILIEVI TOPOGRAFICI - PROSPEZIONI GEOFISICHE E GEOELETTRICHE

COMUNE DI LIVIGNO
Plaza dal Comun n. 93 - LIVIGNO (Sondrio)

Indagini geognostiche, geotecniche ed ambientali eseguite nei terreni interessati dall'opera pubblica denominata Venues - Sedi ed Impianti Olimpici - Collegamento dei versanti sciistici est ed ovest in comune di Livigno (Sondrio) - Piazza Placheda.

CERTIFICATI ANALISI CHIMICHE DI LABORATORIO

Disegno n. 7530/2Aa

Data: Novembre 2024

N.B. - Lo zero di riferimento delle profondità coincide con il piano d'inizio dei sondaggi.



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202412625 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Minerva, 22

20139 Milano (MI)

DATI RELATIVI AL CAMPIONE

N.ro Accettazione: 202412625
Data arrivo campione: 18/10/2024
Data inizio prove: 18/10/2024
Campione consegnato da: Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.
Descrizione: PLA S3A-C2 - Profondità 0,22 a -1,00 m

(R)

DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO

Prelevatore: Personale Esterno
Prelevato presso: Livigno (SO)

(R)

(R)

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
Scheletro (Sopraelevazioni a 2 mm)	%	36,70	± 4,95			D.M. 13/09/1999 SC n. 185 G.U. n. 248 21/10/1999 Metodo 1.1	22/10/24
Umidità *	%	6,88				D.M. 13/09/1999 Metodo 1.2	22/10/24
Arsenico	mg/kg s.s.	54,2 *	± 11,9	≤ 20 ⁽¹⁾	≤ 50 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 13657:2004 cap.9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cadmio	mg/kg s.s.	0,28	+ 0,05	≤ 2 ⁽¹⁾	≤ 15 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 13657:2004 cap.9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cobalto	mg/kg s.s.	8,0	± 1,0	≤ 20 ⁽¹⁾	≤ 250 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 13657:2004 cap.9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cromo totale *	mg/kg s.s.	23,3	+ 3,4	≤ 150 ⁽¹⁾	≤ 1000 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 13657:2004 cap.9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cromo VI *	mg/kg s.s.	<0,1		≤ 2 ⁽¹⁾	≤ 15 ⁽¹⁾⁽²⁾	CNR IRSA C.64 volume 3 metodo 1.6	25/10/24
Piombo	mg/kg s.s.	13,5	± 2,8	≤ 100 ⁽¹⁾	≤ 1000 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 13657:2004 cap.9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Rame	mg/kg s.s.	20,9	± 3,1	≤ 120 ⁽¹⁾	≤ 600 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 13657:2004 cap.9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Zinco	mg/kg s.s.	79,1	± 13,9	≤ 150 ⁽¹⁾	≤ 1500 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 13657:2004 cap.9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg s.s.	34	± 8	≤ 50 ⁽¹⁾	≤ 750 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN ISO 16703 2011	28/10/24
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI							
Benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	<0,01		≤ 0,5 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁾⁽²⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 827CE 2018	28/10/24
Benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	<0,01		≤ 0,1 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁾⁽²⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 827CE 2018	28/10/24
Benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	<0,01		≤ 0,5 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁾⁽²⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 827CE 2018	28/10/24
Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg s.s.	<0,01		≤ 0,1 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁾⁽²⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 827CE 2018	28/10/24
Benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	<0,01		≤ 0,5 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁾⁽²⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 827CE 2018	28/10/24



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202412625 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mincio, 22

20139 Milano (MI)

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
Crisene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1a)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270C 2018	26/10/24
Dibenzo[a,e]pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1a)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270C 2018	26/10/24
Dibenzo[a,h]antracene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1a)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270C 2018	26/10/24
Dibenzo[a,h]pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1a)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270C 2018	26/10/24
Dibenzo[a,i]pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1a)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270C 2018	26/10/24
Dibenzo[a,l]pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1a)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270C 2018	26/10/24
Indeno[1,2,3-c,d]pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 5 ^(1a)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270C 2018	26/10/24
Pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1a)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270C 2018	26/10/24
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI:							
Benzene *	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 2 ^(1a)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Etilbenzene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1a)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Stirene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1a)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Xilene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1a)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Toluene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1a)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24

(1*) D.Lgs 152/06 - All. p.te IV, al. 5 al. 11 v, tab. 1 - Colonna B

(1) D.Lgs 152/06 - All. p.te IV, al. 5 al. 11 v, tab. 1 - Colonna A

* Limite superato, senza considerare l'incertezza di misura

* Prova non accreditata Accredia

Il Responsabile del Laboratorio

Dott. Andrea Marches

Iscr. Ord. Interprov. dei Chimici e dei Fisici della Lombardia
n°3584



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202412625 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnica Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mincio, 22

20139 Milano (MI)

(8) Informazione fornita dal Richiedente:

Ove non data l'incertezza è estesa ed è stata calcolata con un fattore di copertura $k=2$ corrispondente ad un livello di probabilità di circa il 95%. In caso di indicazione della conformità, se non diversamente specificato, il Laboratorio si basa esclusivamente sul confronto dei valori con il suo limite di rifiuto, senza considerare l'incertezza di misura.

I risultati contenuti nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente al campione oggetto di analisi. Il presente Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente, salvo autorizzazione scritta di Ambiente Analisi S.r.l.

Nel caso il campionamento non sia effettuato dal personale del Laboratorio, i risultati ottenuti si considerano riferiti al campione così come ricevuto e il Laboratorio declina la propria responsabilità sui risultati calcolati in riferimento ai dati forniti dal Richiedente. In caso di alterazioni chimico-fisiche del campione prima della consegna, dovute ad un errato campionamento e/o ad una non corretta conservazione del campione durante il trasporto, il Laboratorio declina altresì ogni responsabilità sui risultati nel caso in cui il Richiedente decida comunque per l'effettuazione delle analisi.

Nel caso di metodi che prevedono fasi di pre-concentrazione o pre-filtrazione, ove non espressamente indicato, il recupero è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specifici previsti dal metodo di prova o dalla normativa vigente, ove non espressamente indicato, il recupero non è stato utilizzato nei calcoli.

"<" o ">" indicheranno rispettivamente un valore inferiore o superiore al campo di misura della prova. Le sommatorie di più composti, se non espressamente indicate, sono state riferite con il criterio lower bound, pertanto, il limite di quantificazione della somma si riferisce al composto meno sensibile. Per effetto della matrice e dei contaminanti presenti, il campione in analisi può aver richiesto una diluizione con un conseguente innalzamento del limite di quantificazione che, sebbene possa risultare superiore al limite di specifica, non è indicativo di un superamento del limite stesso. La determinazione può risultare pertanto non quantificabile con la sensibilità richiesta.

"Data inizio analisi" si intende la data di inizio esplorazione del campione, che può prevedere la fase di alliequotazione e omogeneizzazione dello stesso. "Data fine analisi" si intende la data di inserimento dei risultati nel LIMS da parte del Laboratorio.

Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

AMBIENTE ANALISI S.r.l.

via Padua D'Adda, 2

20122 Corsico (MI)

tel. 02 496902 - fax 02 2877560

Mail: info@ambienteanalisi.it

Sito web: www.ambienteanalisi.it

Cap. Soc. € 11.000 i.v.

R.I.A. Milano 1054512

C.F. e P.IVA: 08610910964

Pagina 3 di 3

Mod. 3.2_rev02 del 04/03/2024



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202412627 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mincio, 22

20139 Milano (MI)

DATI RELATIVI AL CAMPIONE

N.ro Accettazione: 202412627
Data arrivo campione: 18/10/2024
Data inizio prove: 18/10/2024
Campione consegnato da: Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.
Descrizione: PLA - S1A C2 Profondità 4,50 a -5,50 m.

[3]

DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO

Prelevatore: Personale Esterno
Prelevato presso: Livigno (SO)

[3]

[3]

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
Scheletro (Sopravvaglio a 2 mm)	%	35.31	± 4.75			DM 13/09/1999 SO n 185 GU n 24H 21/11/1999 Met II.1	22/10/24
Umidità *	%	5.04				D.M. n° 3/04/1999 Metodo II.2	22/10/24
Arsenico	mg/kg s.s.	13.5	± 3.0	≤ 20 ⁽¹⁾	≤ 50 ^{(1)(*)}	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN SO 22036:2024	28/10/24
Cadmio	mg/kg s.s.	<0.2		≤ 2 ⁽¹⁾	≤ 15 ^{(1)(*)}	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN SO 22036:2024	28/10/24
Cobalto	mg/kg s.s.	2.4	± 0.3	≤ 20 ⁽¹⁾	≤ 250 ^{(1)(*)}	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN SO 22036:2024	28/10/24
Cromo totale	mg/kg s.s.	8.0	± 1.9	≤ 150 ⁽¹⁾	≤ 800 ^{(1)(*)}	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN SO 22036:2024	28/10/24
Cromo VI *	mg/kg s.s.	<0.1		≤ 2 ⁽¹⁾	≤ 15 ^{(1)(*)}	CNR IRSA Q.64 Valute 3 metodo 16	25/10/24
Piombo	mg/kg s.s.	7.5	± 1.6	≤ 100 ⁽¹⁾	≤ 1000 ^{(1)(*)}	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN SO 22036:2024	28/10/24
Rame	mg/kg s.s.	9.5	± 1.4	≤ 120 ⁽¹⁾	≤ 600 ^{(1)(*)}	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN SO 22036:2024	28/10/24
Zinco	mg/kg s.s.	25.2	± 5.5	≤ 150 ⁽¹⁾	≤ 1500 ^{(1)(*)}	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN SO 22036:2024	28/10/24
Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg s.s.	<25		≤ 50 ⁽¹⁾	≤ 750 ^{(1)(*)}	UNI EN ISO 16703:2011	28/10/24
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI:							
Benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 10 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 10 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 10 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202412627 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnica Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mine'ò, 22

20139 Milano (MI)

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
Crisene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1,4)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,c)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1,4)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1,4)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1,4)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1,4)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,j)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1,4)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1,4)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 5 ^(1,4)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Pyrene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1,4)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI:							
Benzene *	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 2 ^(1,4)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Etilbenzene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1,4)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Stirene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1,4)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Xilene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1,4)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Toluene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1,4)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24

(1,4) D.Lgs 157/06 - All. p. II, IV, al. 5 al III V, tab.1 - Colonna B

(1) D.Lgs 152/06 - All. p. II, IV, al. 5 al III V, tab.1 - Colonna A

* Prova non accreditata Accredia

Il Responsabile del Laboratorio

Dott. Andrea Marchesi

Iscr. Ord. Interprov. dei Chimici e dei Fisici della Lombardia
n°3584



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202412627 del 06/11/2024

Spett.le

Studia Tecnica Geom. Ugo Celotti S.r.l.

Via Minto, 22

20139 Milano (MI)

La presente informazione è fornita alla richiesta.

Ove nella data, l'incertezza è espressa ed è stata calcolata con un fattore di copertura $k=2$ corrispondente ad un livello di probabilità di circa il 95%. In caso di indicazione della conformità, se non diversamente specificato, il Laboratorio si basa esclusivamente sul confronto del valore con il suo limite di riferimento, senza considerare l'incertezza di misura.

I risultati contenuti nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente al campione oggetto di analisi. Il presente Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente, salvo autorizzazione scritta di Ambiente Analisi S.r.l.

Nei casi di campionamento non effettuato dal personale del Laboratorio, l'analisi è ritenuta valida e considerata riferita al campione così come ricevuto e il Laboratorio declina la propria responsabilità sulle manipolazioni derivando dai dati forniti dal Richiedente. In caso di alterazioni chimico fisiche del campione prima della consegna, dovute ad un errato campionamento o/ o ad una non corretta conservazione del campione durante il trasporto, il Laboratorio declina a tutti i costi ogni responsabilità sui risultati nel caso in cui il Richiedente decida comunque per l'effettuazione dell'analisi.

Nei casi di metodi che prevedono fase di pre-concentrazione e purificazione, ove non espressamente indicato, il recupero non è stato utilizzato nei calcoli.

"xx" o "x" indicano rispettivamente un valore inferiore o superiore al limite di misura della prova. In composti di più componenti, se non espressamente indicato, sono state calcolate con il criterio lower bound, pertanto, il limite di quantificazione della somma si riferisce al componente meno sensibile. Per effetto della matrice e dei contaminanti presenti, il campione in analisi può aver subito una diluizione con conseguente innalzamento del limite di quantificazione che, sebbene possa risultare superiore al limite di specifica, non è indicativo di un superamento del limite stesso. La determinazione può risultare pertanto non quantificabile con la sensibilità richiesta.

"Data inizio analisi" si intende la data di inizio lavorazione del campione, che può prevedere la fase di aliquotazione e omogeneizzazione dello stesso. "Data fine analisi" si intende la data di completamento dei risultati nel LIMS da parte del Laboratorio.

Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

AMBIENTE ANALISI S.r.l.

Via Padre Damiano 10/2, 2

20122 Castano Primo (MI)

Tel. 0362/969602 - Fax 0362/969604

Mail: info@ambienteanalisi.it

Site web: www.ambienteanalisi.it

Cap. Soc. € 11.000,00

Is. n° 15 - Milano - 07/03/2006

C.F. P.V.A. Reg. Imp. MI07081100246

Pagina 3 di 3

Mod 7 E.7 rev 02 del 04/03/2024



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202412628 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mincio, 22

20149 Milano (MI)

DATI RELATIVI AL CAMPIONE

N.ro Accettazione: 202412628
Data arrivo campione: 18/10/2024
Data inizio prove: 18/10/2024
Campione consegnato da: Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.
Descrizione: PIA - S1A-C3 - Profondità -8,00 a -9,00 m.

[R]

DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO

Prelevatore: Personale Esterno
Prelevato presso: Livigno (SO)

[R]

[R]

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
Scheletro (Sopravaglio a 2 mm)	%	35.87	± 4.84			DM 13/09/1999 SC n 185 GJ n 248 21/10/1999 Mod 1.1	22/10/24
Umidità *	%	4.19				DM 13/09/1999 Metodo 1.1	22/10/24
Arsenico	mg/kg s.s.	42.5 *	± 3.4	≤ 20 ⁽¹⁾	≤ 50 ⁽¹⁰⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cadmio	mg/kg s.s.	0.41	+ 0.06	≤ 2 ⁽¹⁾	≤ 15 ⁽¹⁰⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cobalto	mg/kg s.s.	8.0	± 1.0	≤ 20 ⁽¹⁾	≤ 250 ⁽¹⁰⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cromo totale	mg/kg s.s.	27.0	+ 5.3	≤ 150 ⁽¹⁾	≤ 800 ⁽¹⁰⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cromo VI *	mg/kg s.s.	<0.1		≤ 2 ⁽¹⁾	≤ 15 ⁽¹⁰⁾	CNR RSA Q.64 Volume 3 metodo LG	25/10/24
Piombo	mg/kg s.s.	11.0	± 2.8	≤ 100 ⁽¹⁾	≤ 1000 ⁽¹⁰⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Rame	mg/kg s.s.	27.8	± 4.1	≤ 120 ⁽¹⁾	≤ 600 ⁽¹⁰⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Zinco	mg/kg s.s.	71.1	± 5.8	≤ 150 ⁽¹⁾	≤ 1500 ⁽¹⁰⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg s.s.	<25		≤ 50 ⁽¹⁾	≤ 750 ⁽¹⁰⁾	UNI EN ISO 16703:2011	28/10/24
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI:							
Benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁰⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁰⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁰⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁰⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁰⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202412628 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mincio, 22

20139 Milano (MI)

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
Crisene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1*)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270F 2018	28/10/24
Dibenzo(a,c)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1*)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1*)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1*)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270F 2018	28/10/24
Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1*)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1*)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270F 2018	28/10/24
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 5 ^(1*)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1*)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270F 2018	28/10/24
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI*							
Benzene *	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 2 ^(1*)	EPA 5021A 2014 + EPA 8250D 2018	25/10/24
Etilbenzene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1*)	EPA 5021A 2014 + EPA 8250D 2018	25/10/24
Stirene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1*)	EPA 5021A 2014 + EPA 8250D 2018	25/10/24
Xilene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1*)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Toluene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1*)	EPA 5021A 2014 + EPA 8250D 2018	25/10/24

(1*) D.Lgs 152/06 - Al. 50c IV, all.5 al tit.V, tab.1 - Colonna B

(1) D.Lgs 152/06 - All. p.te IV, al.5 a tit.V, tab.1 - Colonna A

* Limite superato, senza considerare l'incertezza di misura

* Prova non accreditata Accredia

Il Responsabile del Laboratorio

Dott. Andrea Marchesi

Iscr. Ord. Interprov. dei Chimici e dei Fisici della Lombardia
n°3584



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202412630 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Milano, 22

20139 Milano (MI)

DATI RELATIVI AL CAMPIONE

N.ro Accettazione: 202412630
Data arrivo campione: 18/10/2024
Data inizio prove: 18/10/2024
Campione consegnato da: Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.
Descrizione: PLA S18 C1 Profondità 0,00 a -1,00 m.

[R]

DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO

Prelevatore: Personale Esterno
Prelevato presso: Livigno (SO)

[R]

[R]

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
Silicio (Sopravvaglio a 2 mm)	%	19.63	± 2.65			DM 13/09/1999 SC n° 185 G.L. n° 748 71/10/1999 M-41.1.3	22/10/24
Umidità *	%	1.6.41				D.M. 13/09/1999 Metodo 1.2	22/10/24
Arsenico	mg/kg s.s.	49.4 *	± 10.6	≤ 20 ⁽¹⁾	≤ 50 ⁽¹⁴⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cadmio	mg/kg s.s.	0.33	+ 0.06	≤ 2 ⁽¹⁾	≤ 15 ⁽¹⁴⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cobalto	mg/kg s.s.	12.2	+ 1.6	≤ 20 ⁽¹⁾	≤ 250 ⁽¹⁴⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cromo totale	mg/kg s.s.	27.4	± 5.4	≤ 150 ⁽¹⁾	≤ 800 ⁽¹⁴⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cromo VI *	mg/kg s.s.	<0.1		≤ 2 ⁽¹⁾	≤ 15 ⁽¹⁴⁾	CNR IRSA C.64 volume 3 metodo 1.6	25/10/24
Piombo	mg/kg s.s.	12.2	± 2.6	≤ 100 ⁽¹⁾	≤ 1000 ⁽¹⁴⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Rame	mg/kg s.s.	18.8	± 2.8	≤ 120 ⁽¹⁾	≤ 600 ⁽¹⁴⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Zinco	mg/kg s.s.	115	± 16	≤ 150 ⁽¹⁾	≤ 1500 ⁽¹⁴⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg s.s.	<25		≤ 50 ⁽¹⁾	≤ 750 ⁽¹⁴⁾	UNI EN ISO 16703:2011	28/10/24
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI:							
Benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁴⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁴⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁴⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁴⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁴⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24

AMBIENTE ANALISI S.r.l.

via Poirel, 2 - 20122 Milano (MI)

20122 Castano Primo (MI)

tel. 02/80000002 - fax 02/80000001

Mail: info@ambienteanalisi.it

Site web: www.ambienteanalisi.it

Cap.Soc. € 11.000.000

R.T.A. M. Imp. 10000000

C.F. 0164 Reg. Imp. M. 01/01/2002

Pag. n° 1 di 3

Mod. 7.0.2 rev.02 del 04/03/2024



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202412630 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mirco, 22

20139 Milano (MI)

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
Crisene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 (1)	≤ 50 (1*)	EPA 35500 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 (1)	≤ 1.0 (1*)	EPA 35500 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 (1)	≤ 1.0 (1*)	EPA 35500 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 (1)	≤ 1.0 (1*)	EPA 35500 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 (1)	≤ 1.0 (1*)	EPA 35500 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,j)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 (1)	≤ 1.0 (1*)	EPA 35500 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 (1)	≤ 5 (1*)	EPA 35500 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 (1)	≤ 50 (1*)	EPA 35500 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
SOIUVI NTI ORGANICI AROMATICI							
Benzene *	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 (1)	≤ 2 (1*)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Etilbenzene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 (1)	≤ 50 (1*)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Stirene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 (1)	≤ 50 (1*)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Xilene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 (1)	≤ 50 (1*)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Toluene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 (1)	≤ 50 (1*)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24

(1*) D.Lgs 152/06 - All. p.te IV, all. 5 al t.t.V, cap. 1 - Colonna B

(1) D.Lgs 152/06 - All. p.te IV, all. 5 al t.t.V, tab. 1 - Colonna A

* limite superato, senza considerare l'incertezza di misura

* Prova non accreditata Accredia

Il Responsabile del Laboratorio

Dott. Andrea Marchesi

Iscr. Ord. Interprov. dei Chimici e dei Fisici della Lombardia

-*3584



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202412630 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mincio, 22

20139 Milano (MI)

“R” Informazioni fornita dal Richiedente

Overindicata, l'incertezza è espressa nella data e calcolata con un fattore di copertura k corrispondente ad un livello di probabilità di rifiuto pari al 95%. In caso di individuazione della conformità, se non diversamente specificato, il risultato si basa esclusivamente sul confronto del valore con il suo limite di riferimento, senza considerare l'incertezza di misura.

I risultati contenuti nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente al campione oggetto di analisi. Il presente Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente, salvo autorizzazione scritta di Ambiente Analisi S.r.l.

Nel caso di campionamento non effettuato dal personale del Laboratorio, i risultati ottenuti si considerano riferiti al campione così come ricevuto e il Laboratorio declina la propria responsabilità sui risultati calcolati considerando i dati forniti dal Richiedente. In caso di alterazioni chimico-fisiche del campione prima della consegna, inviare ad un eventuale campionariomente o/a ad una non corretta conservazione del campione durante il trasporto, il Laboratorio declina altresì ogni responsabilità sui risultati. Nel caso in cui il Richiedente decida comunque per l'effettuazione dell'analisi.

Nel caso di metodi che prevedono fase di preconcentrazione e purificazione, ove non espressamente indicato, il recupero è da intendersi compreso all'interno nei limiti di affidabilità specifici previsti dal metodo di prova o dalla normativa vigente, che non espressamente indicato il recupero non è stato utilizzato nel calcolo.

“Max” e “Min” indicano rispettivamente un valore inferiore o superiore al campo di misura della prova. Le somministrazioni di più composti, se non espressamente indicato, sono state calcolate con il criterio “over bound”; pertanto, il limite di quantificazione della somma si riferisce al composto meno sensibile. Per effetto della matrice e dei contaminanti presenti, il campione in analisi può aver richiesto una diluizione non adeguata al raggiungimento del limite di quantificazione che, sebbene possa risultare superiore al limite di specificità, non è indicativo di un superamento del limite stesso. La determinazione può risultare pertanto non quantificabile con la sensibilità richiesta.

“Data fine analisi” intende la data di inizio lavorazione del campione, che può precedere la fase di aliquotazione e omogeneizzazione e dello stesso. “Data fine analisi” o “Data fine analisi” intende la data di inserimento dei risultati nel file da parte del Laboratorio.

Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

AMBIENTE ANALISI S.r.l.

via Rialto, 10 - 20121 Milano

20122 Cologno Monzese (MI)

Tel. 030.840.802 - Fax 030.877550

E-mail: info@ambienteanalisi.it

Web: www.ambienteanalisi.it

Cap. Soc. € 11.000,00

I.R.C. N° 01074500153

P.IVA N° 03084080153 - Reg. Imp. MI 0107450153

Pagina 3 di 3

Mod. 7.8.2_rev.02 del 04/07/2024



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202412631 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mincio, 22

20139 Milano (MI)

DATI RELATIVI AL CAMPIONE

N.ro Accettazione: 202412631
Data arrivo campione: 18/10/2024
Data inizio prove: 18/10/2024
Campione consegnato da: Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.
Descrizione: PLA S1B-C2 - Profondità -3,00 a -4,00 m.

[R]

DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO

Prelevatore: Personale Esterno
Prelevato presso: Livigno (SO)

[R]

[R]

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
Scheletro (Sopravvagio a 2 mm)	%	40.21	± 3.42			DM 13/09/1999 SO n 185 GU n 248 21/10/1999 Met. 1.1	22/10/24
Umidità *	%	5.46				D.M. 14/04/1999 Metodo II.2	22/10/24
Arsenico	mg/kg s.s.	54.0 ±	+ 11.0	< 20 ⁽¹⁾	< 50 ^{(1)(*)}	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22035:2024	28/10/24
Cadmio	mg/kg s.s.	0.38	± 0.07	≤ 2 ⁽¹⁾	≤ 15 ^{(1)(*)}	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22035:2024	28/10/24
Cobalto	mg/kg s.s.	13.5	± 1.8	≤ 20 ⁽¹⁾	≤ 250 ^{(1)(*)}	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22035:2024	28/10/24
Cromo totale	mg/kg s.s.	24.0	± 5.6	≤ 150 ⁽¹⁾	< 800 ^{(1)(*)}	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22035:2024	28/10/24
Cromo VI *	mg/kg s.s.	<0.1		≤ 2 ⁽¹⁾	≤ 15 ^{(1)(*)}	CNR RSA Q.64 Volume 3 metodo 1G	25/10/24
Piombo	mg/kg s.s.	16.2	± 3.4	≤ 100 ⁽¹⁾	≤ 1000 ^{(1)(*)}	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22035:2024	28/10/24
Rame	mg/kg s.s.	33.6	± 5.0	≤ 120 ⁽¹⁾	≤ 600 ^{(1)(*)}	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22035:2024	28/10/24
Zinco	mg/kg s.s.	73.6	± 10.2	≤ 150 ⁽¹⁾	< 1500 ^{(1)(*)}	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22035:2024	28/10/24
Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg s.s.	<25		≤ 50 ⁽¹⁾	≤ 750 ^{(1)(*)}	UNI EN ISO 16703:2011	28/10/24
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI:							
Benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	<0.01		<0.5 ⁽¹⁾	≤ 10 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270F 2018	28/10/24
Benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	<0.01		<0.5 ⁽¹⁾	< 10 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270F 2018	28/10/24
Benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	<0.01		<0.5 ⁽¹⁾	< 10 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24

AMBIENTE ANALISI S.r.l.

via Paolo Tomiano 10, 2

20122 Caspoggio (MI)

tel. 02 81888822 fax 02 81888833

Email: info@ambienteanalisi.it

Site web: www.ambienteanalisi.it

Cap. Soc. € 10.000.000

R.T. n. 04547/2014-08

C.F. / P.IVA Reg. Imp. MI04383600964

Pagina 1 di 3

Mod. 2.8.2_riv.02 del 04/03/2024



LAB N° 1602 L



Rapporto di Prova n° 202412631 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mincio, 27

20139 Milano (MI)

Parametro	UM	Risultato	incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
Crisene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 ⁽¹⁾	≤ 50 ⁽¹⁾⁽²⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁾⁽²⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁾⁽²⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁾⁽²⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁾⁽²⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁾⁽²⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 5 ⁽¹⁾⁽²⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 ⁽¹⁾	≤ 50 ⁽¹⁾⁽²⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI:							
Benzene *	mg/kg s.s.	<0.01		< 0.1 ⁽¹⁾	< 2 ⁽¹⁾⁽²⁾	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Etilbenzene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ⁽¹⁾⁽²⁾	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Stirene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ⁽¹⁾⁽²⁾	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Xilene *	mg/kg s.s.	<0.05		< 0.5 ⁽¹⁾	< 50 ⁽¹⁾⁽²⁾	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Toluene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ⁽¹⁾⁽²⁾	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24

(1) D.Lgs 152/06 - Al. 1, art. IV, all. 5 al. 1 V, tab.1 - Colonna B

(2) D.Lgs 152/06 - Al. 1, art. V, all. 5 al. 1 V, tab.1 - Colonna A

* limite superiore, senza considerare l'incertezza di misura

* Prova non accreditata Accredia

Il Responsabile del Laboratorio

Dott. Andrea Marchesi

Iscr. Ord. Interprov. de. Chimici e dei Fisici de la Lombardia
n°3584



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202412631 del 06/11/2024

Spett.le
Studio Tecnica Geom. Ugo Celotti S.r.l.
via Milano, 22
20139 Milano (MI)

[R] Informazione fornita dal richiedente

Ove indicato, l'incertezza è estesa ed è stata calcolata con un fattore di copertura $k=2$, corrispondente ad un livello di probabilità di circa il 95%. In caso di indicazione di conformità, se non diversamente specificato, il Laboratorio si basa esclusivamente sul confronto del valore con il suo limite di riferimento, senza considerare l'incertezza di misura.

I risultati contenuti nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente al campione oggetto di analisi. Il presente Rapporto di Prova non può essere riprodotto, parzialmente, salvo autorizzazione scritta di Ambiente Analisi S.r.l.

Nel caso il campionamento non sia effettuato dal personale del Laboratorio, i risultati ottenuti si considerano riferiti al campione così come ricevuto e il Laboratorio declina la propria responsabilità sui risultati calcolati considerando i dati forniti dal Richiedente. In caso di alterazioni chimiche rilevanti del campione prima della consegna, dovute ad un errato campionamento o ad una non corretta conservazione del campione durante il trasporto, il Laboratorio declina l'assoggettività dei suoi risultati nel caso in cui il Richiedente decida comunque per la effettuazione dell'analisi.

Nel caso di metodi che prevedano fasi di preconcentrazione e purificazione, ove non espressamente indicato, il termoprint è da intendere l'imprescindibile interno dei limiti di accettabilità previsti dal metodo o prova o dalla normativa vigente. Ove non espressamente indicato, il recupero non è stato effettuato nei calcoli.

"<" o ">" Indicano rispettivamente un valore inferiore o superiore al campo di misura della prova. Le semivarianti, se non espressamente indicato, sono state calcolate con il criterio Lower Bound; pertanto, il limite di quantificazione della sostanza si riferisce al corrispettivo sensibile. Per effetto del limite inferiore dei contaminanti presenti, il campione in analisi può aver richiesto una diluizione con un conseguente innalzamento del limite di quantificazione che, sebbene possa risultare superiore al limite di specificazione, non è indicativo di un superamento del limite stesso. La determinazione può risultare pertanto non quantificabile con la sensibilità richiesta.

"Data inizio analisi" si intende la data di inizio lavorazione del campione, che può prevedere la fase di aliquotazione e omogeneizzazione dello stesso. "Data fine analisi" si intende la data di inserimento dei risultati nel LIMS da parte del Laboratorio.

Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

AMBIENTE ANALISI S.r.l.

Via Piero Damiani, N° 2

20027 Castano Primo (MI)

Tel. 033566802 - Fax 033577550

Mail: info@ambienteanalisi.it

Site web: www.ambienteanalisi.it

Cap.Soc. € 11.000,00

R.E.A. Milano 1042408

C.F. 0304 - Reg. Imp. MI 01381500964

Pagina 3 di 3

Mod 7.6.2_rev.02 del 04/03/2024



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202412632 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mincio, 22

20139 Milano (MI)

DATI RELATIVI AL CAMPIONE

N.ro Accettazione: 202412632
Data arrivo campione: 18/10/2024
Data inizio prova: 18/10/2024
Campione consegnato da: Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.
Descrizione: PLA S18 C3 Profondità 0,00 a 5,00 m.

[R]

DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO

Prelevatore: Personale esterno
Prelevato presso: Livigno (SO)

[R]

[R]

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
Scheletro (Sopravvigliato a 2 mm)	%	44,15	± 5,96			DM 13/05/1999 SO n. 195 GU n. 248 21/10/1999 Met. 1.1	22/10/24
Umidità *	%	51,7				D.M. 14/09/1999 Metodo 1.2	22/10/24
Arsenico	mg/kg s.s.	41,8 *	± 0,2	≤ 20 (C1)	≤ 50 (C2)	UNI EN 13657:2004 cap. 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cadmio	mg/kg s.s.	0,32	± 0,06	≤ 2 (C1)	≤ 15 (C2)	UNI EN 13657:2004 cap. 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cobalto	mg/kg s.s.	0,8	± 1,3	≤ 20 (C1)	≤ 250 (C2)	UNI EN 13657:2004 cap. 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cromo totale	mg/kg s.s.	22,0	± 5,1	≤ 150 (C1)	≤ 800 (C2)	UNI EN 13657:2004 cap. 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cromo VI *	mg/kg s.s.	<0,1		≤ 2 (C1)	≤ 15 (C2)	CNR IRSA Q.64 Volume 3 metodo 1.6	25/10/24
Piombo	mg/kg s.s.	9,6	± 2,0	≤ 100 (C1)	≤ 1000 (C2)	UNI EN 13657:2004 cap. 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Rame	mg/kg s.s.	25,7	± 4,0	≤ 120 (C1)	≤ 500 (C2)	UNI EN 13657:2004 cap. 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Zinco	mg/kg s.s.	67,5	± 9,3	≤ 150 (C1)	≤ 1500 (C2)	UNI EN 13657:2004 cap. 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg s.s.	<25		≤ 50 (C1)	≤ 750 (C2)	UNI EN ISO 16708-2C1.1	28/10/24
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI:							
Benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	<0,01		≤ 0,5 (C1)	≤ 10 (C2)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	<0,01		≤ 0,1 (C1)	≤ 10 (C2)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	<0,01		≤ 0,5 (C1)	≤ 10 (C2)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg s.s.	<0,01		≤ 0,1 (C1)	≤ 10 (C2)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	<0,01		≤ 0,5 (C1)	≤ 10 (C2)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202412632 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Milano, 22

20139 Milano (MI)

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
Crisene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 50 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,j)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 5 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI							
Benzene *	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 2 ^{(1)(*)}	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Etilbenzene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^{(1)(*)}	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Stirene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^{(1)(*)}	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Xilene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^{(1)(*)}	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Toluene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^{(1)(*)}	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24

(1) D.Lgs 152/06 - All. p.te IV, all.5 al tit.V, tab.1 - Colonna B

(1) D.Lgs 152/06 - All. p.te IV, all.5 al tit.V, tab.1 - Colonna A

* limiti generali, senza considerare l'incertezza di misura

* Prova non accreditata Accredia

Il Responsabile del Laboratorio

Dott. Andrea Marchesi

scr. Ord. Interprov. dei Chimici e dei Fisici della Lombardia
n°3584



LAB N° 1801 L



Rapporto di Prova n° 202412632 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

Via Mintio, 22

20139 Milano (MI)

La presente relazione è stata redatta dal Richiedente. L'informazione fornita dal Richiedente è stata calcolata con un fattore di copertura $k=2$ corrispondente ad un livello di probabilità di circa il 95%. In caso di indicazione della conformità, se non diversamente specificato, i calcoli sono basati sul calcolo del coefficiente del valore con il suo limite di riferimento, senza considerare l'incertezza di misura. I risultati contenuti nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente al campione oggetto di analisi. Il presente Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente, né su autorizzazione scritta di Ambiente Analisi S.r.l.

Nel caso il campionamento non sia effettuato dal personale del Laboratorio, i risultati ottenuti si considerano riferiti al campione così come ricevuto e il Laboratorio declina la propria responsabilità sui risultati calcolati considerando i dati forniti dal richiedente. In caso di alterazioni chimico-fisiche del campione prima della consegna, dovute ad un errato campionamento e/o ad una non corretta conservazione del campione durante il trasporto, il Laboratorio declina l'intera responsabilità sui risultati nel caso in cui il Richiedente decida comunque procedere all'effettuazione dell'analisi.

Nel caso di metodi che prevedono fase di preconcentrazione e purificazione, ove non espressamente indicato, il recupero è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specifici previsti dai metodi di prova o dalla normativa vigente; ove non espressamente indicato, il recupero non è stato utilizzato nei calcoli.

Se il valore ottenuto rispettivamente un valore inferiore o superiore al campo di misura della prova, o se non indicato di più campioni, se non espressamente indicato, viene valutato con il criterio lower bound, pertanto, il limite di quantificazione della somma si riferisce al composto meno sensibile. Per effetto della matrice e dei contaminanti presenti, il campione in analisi può aver subito una diluizione con un conseguente innalzamento del limite di quantificazione che, sebbene possa risultare superiore al limite di specifica, non è indicativo di un superamento del limite stesso. La determinazione può risultare pertanto non quantificabile con la sensibilità richiesta.

"Data fine analisi" si intende la data di inizio lavorazione del campione, che può prevedere la fase di alliquotazione e omogeneizzazione dello stesso. "Data fine analisi" si intende la data di avvenimento dei calcoli nel LMS da parte del Laboratorio.

Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

AMBIENTE ANALISI S.r.l.

Via Enrico Mattei, 10 - 20122 Milano (MI)

02 331227802 - Fax 02 331227801

E-mail: info@ambienteanalisi.it

Sito web: www.ambienteanalisi.it

Cap. Soc. € 1.000.000

R.F.A. Milano 1056408

C.F. 01547090964 - Reg. Imp. MI 03/83/50964

Pagina 3 di 3

Mnd 7.8.7 rev 02 del 04/03/2024



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202412633 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Minicini, 22

20139 Milano (MI)

DATI RELATIVI AL CAMPIONE

N.ro Accettazione: 202412633
Data arrivo campione: 18/10/2024
Data inizio prova: 18/10/2024
Campione consegnato da: Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.
Descrizione: PLA S10 C1 Profondità 0,00 a 1,00 m.

(R)

DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO

Prelevatore: Personale esterno
Prelevato presso: Livigno (SO)

(R)

(R)

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
Scheletro (Sopravvivo a 2 mm)	%	44,18	± 5,96			DM 13/09/1999 SO n°185 GL n° 248 21/10/1999 Met H.1	22/10/24
Umidità *	%	7,98				D.M. 13/09/1999 Metodo H.2	22/10/24
Arsenico	mg/kg s.s.	34,1 *	+ 7,5	< 20 ⁽¹⁾	< 50 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cadmio	mg/kg s.s.	0,22	± 0,04	≤ 2 ⁽¹⁾	≤ 15 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cobalto	mg/kg s.s.	n.d.	± 0,9	< 20 ⁽¹⁾	< 250 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cromo totale	mg/kg s.s.	10,5	± 3,8	≤ 150 ⁽¹⁾	≤ 800 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cromo VI *	mg/kg s.s.	<0,1		≤ 2 ⁽¹⁾	≤ 15 ⁽¹⁾⁽²⁾	CNR IRSA G.64 Volume 3 metodo 16	25/10/24
Piombo	mg/kg s.s.	8,7	± 1,8	≤ 100 ⁽¹⁾	≤ 1000 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Rame	mg/kg s.s.	15,9	± 2,3	≤ 120 ⁽¹⁾	≤ 600 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Zinco	mg/kg s.s.	54,7	± 7,5	≤ 150 ⁽¹⁾	≤ 1500 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg s.s.	<25		≤ 50 ⁽¹⁾	≤ 750 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN ISO 16703:2011	28/10/24
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI:							
Benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	<0,01		≤ 0,5 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁾⁽²⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	<0,01		≤ 0,1 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁾⁽²⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	<0,01		≤ 0,5 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁾⁽²⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg s.s.	<0,01		< 0,1 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁾⁽²⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	<0,01		≤ 0,5 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁾⁽²⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24

AMBIENTE ANALISI S.r.l.

via Dante Damiano Ricci, 2

20022 Castano Primo (MI)

P. 02/8380603 - Fax 02/8387700

Email: info@ambienteanalisi.it

Site web: www.ambienteanalisi.it

Cap. Soc. € 11.000,00

R. L. A. Milano 07/04/1998

C.F. P.V. - Reg. Imp. MI03181150364

Pagina 1 di 3

Mod 7.6.2 _ rev.02 del 04/05/2024



IAB N° 1601



Rapporto di Prova n° 202412633 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mincio, 22

20139 Milano (MI)

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
Crisene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^{(1)(*)}	EPA 8550C 2007 + EPA 8270F 2018	28/10/24
Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270F 2018	28/10/24
Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270F 2018	28/10/24
Dibenzo(a,j)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 5 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270F 2018	28/10/24
Prrene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI:							
Benzene *	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 2 ^{(1)(*)}	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Etilbenzene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^{(1)(*)}	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Stirene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^{(1)(*)}	EPA 5071A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Xilene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^{(1)(*)}	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Toluene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^{(1)(*)}	EPA 5071A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24

(1) D.Lgs 152/06 - All. parte IV, art. 5 al.1 d) V, tab. 9 - Colonna B

(1) D.Lgs 152/06 - All. parte IV, art. 5 al.1 d) V, tab. 9 - Colonna A

* limite superato, senza considerare l'incertezza di misura

* Prova non accreditata Accredia

Il Responsabile del Laboratorio

Dott. Andrea Marchesi

Iscr. Ord. Interprov. dei Chimici e dei Fisici della Lombardia
n°3584



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202412633 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mincio, 22

20139 Milano (MI)

[1] Informazione fornita da Richiedente

Overrid data: l'incertezza percentuale è stata calcolata con un fattore di copertura $k=2$ corrispondente ad un livello di probabilità di circa il 95%. In caso di non conformità dalla conformità, se non diversamente specificato, il Laboratorio si basa esclusivamente sul confronto del valore con il suo limite di riferimento, senza considerare l'incertezza di misura.

I risultati contenuti nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente al campione oggetto di analisi. Il presente Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente, salvo autorizzazione scritta di Ambiente Analisi S.r.l.

Ne caso il campione non sia effettuato dal personale del Laboratorio, i risultati ottenuti, considerando riferiti al campione così come ricevuto e il Laboratorio declina la propria responsabilità sui risultati calcolati, considerando i dati forniti dal richiedente. In caso di alterazioni che coinvolgono il campione prima della consegna, dovute ad un errato campionamento o ad una non corretta conservazione del campione durante il trasporto, il Laboratorio declina altresì ogni responsabilità sui risultati. Nel caso in cui il Richiedente decida comunque per l'effettuazione dell'analisi.

Ne caso di metodi che prevedono fase di preconcentrazione e purificazione, che non espressamente indicato, il recupero è da intendersi sempre all'interno dei limiti di accettabilità specifici previsti dal metodo di prova o dalla normativa vigente; ove non espressamente indicato, il recupero non è stato utilizzato nel calcolo.

"<" o ">" indicando rispettivamente un valore inferiore o superiore al campo di misura della prova, i sommatore di più composti, se non espressamente indicato, sono state calcolate con il criterio lower bound, pertanto, il limite di quantificazione della somma si riferisce al composto meno sensibile. Per effetto della matrice e dei contaminanti presenti, il campione in analisi può aver subito una diluizione con un conseguente innalzamento del limite di quantificazione che, qualora possa risultare superiore al limite di specifica, non è indicativo di un superamento del limite stesso. La determinazione può risultare pertanto non quantificabile con la sensibilità richiesta.

Data in "analisi" si intende la data di inizio lavorazione del campione, che può precedere la fase di aliquotazione e omogeneizzazione dello stesso. "Data fine analisi" si intende la data di inserimento dei risultati nel LIMS da parte del Laboratorio.

Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

AMBIENTE ANALISI S.r.l.

Via Padoa Sottano 10/A

20022 Castano Primo (MI)

Tel. 0312233602 - Fax 0312233777

Mail: info@ambienteanalisi.it

Site web: www.ambienteanalisi.it

Cap. Soc. € 11.000.000

R.F.A. Milano 1654508

C.I.A. P.IVA - Reg. Imp. MI 01101140960

Pagina 3 di 3

Mod 7.8.7 rev.02 del 04/03/2024



IAA N° 1501 I.



Rapporto di Prova n° 202412634 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Minio, 22

20133 Milano (MI)

DATI RELATIVI AL CAMPIONE

N.ro Accettazione: 202412634
Data arrivo campione: 19/10/2024
Data inizio prova: 18/10/2024
Campione consegnato da: Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.
Descrizione: PLA - S1D-C2 - Profondità -3,50 a -4,50 m.

(R)

DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO

Prelevatore: Personale Esterno
Prelevato presso: Livigno (SO)

(R)

(R)

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
Scheletro (Sopravvoglio a 2 mm)	%	59.04	+ 5.26			DM 13/09/1999 SO n° 185 G. n° 248 21/10/1999 Met. 1.1	22/10/24
Umidità *	%	4.77				D.M. 13/09/1999 Metodo 1.2	22/10/24
Arsenico	mg/kg s.s.	37.7 ±	± 8.3	≤ 20 (1)	≤ 50 (1)	UNI EN 13657:2004 cap. 9.2 + UNI EN ISO 22035:2024	28/10/24
Cadmio	mg/kg s.s.	0.24	+ 0.04	≤ 2 (1)	≤ 15 (1)	UNI EN 13657:2004 cap. 9.2 + UNI EN ISO 22035:2024	28/10/24
Coperto	mg/kg s.s.	7.4	± 1.0	≤ 20 (1)	≤ 250 (1)	UNI EN 13657:2004 cap. 9.2 + UNI EN ISO 22035:2024	28/10/24
Cromo totale	mg/kg s.s.	21.1	+ 4.9	≤ 150 (1)	≤ 800 (1)	UNI EN 13657:2004 cap. 9.2 + UNI EN ISO 22035:2024	28/10/24
Cromo VI *	mg/kg s.s.	<0.1		≤ 2 (1)	≤ 15 (1)	CNN IRSA Q.64 volume 3 metodo 15	25/10/24
Piombo	mg/kg s.s.	13.1	+ 2.8	≤ 100 (1)	≤ 1000 (1)	UNI EN 13657:2004 cap. 9.2 + UNI EN ISO 22035:2024	28/10/24
Rame	mg/kg s.s.	20.8	± 4.0	≤ 120 (1)	≤ 600 (1)	UNI EN 13657:2004 cap. 9.2 + UNI EN ISO 22035:2024	28/10/24
Zinco	mg/kg s.s.	65.5	± 9.0	≤ 150 (1)	≤ 1500 (1)	UNI EN 13657:2004 cap. 9.2 + UNI EN ISO 22035:2024	28/10/24
Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg s.s.	<25		≤ 50 (1)	≤ 750 (1)	UNI EN ISO 16700:2011	28/10/24
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI:							
Benz(a)antracene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 (1)	≤ 10 (1)	EPA 35500 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benz(a)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 (1)	≤ 10 (1)	EPA 35500 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benz(b)fluorantene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 (1)	≤ 10 (1)	EPA 35500 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benz(g,h,i)perilene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 (1)	≤ 10 (1)	EPA 35500 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benz(k)fluorantene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 (1)	≤ 10 (1)	EPA 35500 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202412634 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Minio, 22

20139 Milano (MI)

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
Crisene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 (1)	≤ 50 (1A)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 (1)	≤ 10 (1A)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 (1)	≤ 10 (1A)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 (1)	≤ 10 (1A)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 (1)	≤ 10 (1A)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,j)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 (1)	≤ 10 (1A)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 (1)	≤ 5 (1A)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Pyrene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 (1)	≤ 50 (1A)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI:							
Benzene *	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 (1)	≤ 2 (1A)	EPA 5071A 2014 + EPA 8250D 2018	25/10/24
Etilbenzene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 (1)	≤ 50 (1A)	EPA 5071A 2014 + EPA 8250D 2018	25/10/24
Stirene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 (1)	≤ 50 (1A)	EPA 5071A 2014 + EPA 8250D 2018	25/10/24
Xilene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 (1)	≤ 50 (1A)	EPA 5071A 2014 + EPA 8250D 2018	25/10/24
Toluene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 (1)	≤ 50 (1A)	EPA 5071A 2014 + EPA 8250D 2018	25/10/24

(1) D.Lgs 152/06 - All. p.te IV, all. 5 al t. V, tab. 3 - Colonna B

(1A) D.Lgs 152/06 - All. p.te IV, all. 5 al t. V, tab. 3 - Colonna A

* limite superiore, senza considerare l'incertezza di misura

* Prova non accreditata Accredia

Il Responsabile del Laboratorio

Dott. Andrea Marchesi

Iscr. Ord. Interprov. dei Chimici e dei Fisici della Lombardia
n°3584



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202412634 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mincio, 22

20139 Milano (MI)

Il R. informaz. viene fornito dal Richiedente.

Dove indicata, l'incertezza è estesa ed è stata calcolata con un fattore di incertezza $k=2$ corrispondente ad un livello di probabilità di circa il 95%. In caso di indicazione della conformità, se non diversamente specificato, il Laboratorio si basa esclusivamente sul confronto del valore con il suo limite di riferimento, senza considerare l'incertezza di misura.

I risultati contenuti nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente al campione oggetto di analisi. Il presente Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente, salvo autorizzazione scritta di Ambiente Analisi S.r.l.

Ne caso il campionamento non sia effettuato dal personale del Laboratorio, i risultati ottenuti si considerano riferiti al campione così come ricevuto dal Laboratorio o declina la propria responsabilità sui risultati riportati considerando i dati forniti dal Richiedente. In caso di alterazioni chimico-fisiche del campione prima della consegna, dovute ad un errato campionamento e/o ad una non corretta conservazione del campione durante il trasporto, il Laboratorio declina all'esterno ogni responsabilità sui risultati, ne consiglia al Richiedente di ricambiare per l'effettuazione dell'analisi.

Ne caso di metodi che prevedono fase di preconcentrazione e purificazione, ove non espressamente indicato, il recupero è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specifici previsti dal metodo di prova o dalla normativa vigente, ove non espressamente indicato, il recupero non è stato utilizzato nei calcoli.

" x_{inf} " o " x_{sup} " indicano rispettivamente un valore inferiore o superiore al campo di misura dell'analisi. Le somme di più composti, se non espressamente indicato, sono state considerate con il criterio lower bound; pertanto, il limite di quantificazione della somma si riferisce al composto meno sensibile. Per effetto della matrice e dei contaminanti presenti, il campione in analisi può aver richiesto una diluizione con un conseguente innalzamento del limite di quantificazione che, sebbene possa risultare superiore al limite di specificità, non è indicativo di un superamento del limite stesso. Un determinato ora può risultare pertanto non quantificabile con la sensibilità richiesta.

"Data inizio analisi", si intende la data di inizio lavorazione del campione, che può prevedere la fase di aliquotazione e omogeneizzazione dello stesso. "Data fine analisi", si intende la data di inserimento dei risultati nel LIMS da parte del Laboratorio.

Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

AMBIENTE ANALISI S.r.l.

Via Tadino 20, Milano

20022 Cusano Milanese (MI)

tel. 02.44.97.12.22 fax 02.44.97.12.12

email info@ambienteanalisi.it

Sito web: www.ambienteanalisi.it

Cap. Soc. € 11.000,00

P.I.A. Aderiva 17741990

C.F. 01664 Reg. Imp. MI01129150156

Pagina 3 di 3

Mod. 7 B2 rev. 07 del 04/03/2024



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202412635 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mincio, 27

20139 Milano (MI)

DATI RELATIVI AL CAMPIONE

N.ro Accettazione: 202412635
Data arrivo campione: 18/10/2024
Data inizio prove: 18/10/2024
Campione consegnato da: Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.
Descrizione: PLA - S10-C3 - Profondità -6,00 a -7,00 m.

[R]

DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO

Prelevatore: Personale Esterno
Prelevato presso: Livigno (SO)

[R]

[R]

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Lim inf	Lim sup	Metodo	Data fine prova
Scheletro (Sopravvissuto a 2 mm)	%	36,50	± 4,92			DM 13/09/1999 SO n 185 GU n 248 21/10/1999 Met II.1	22/10/24
Umidità *	%	6,50				D.M. 13/09/1999 Metodo II.2	22/10/24
Arsenico	mg/kg s.s.	54,2 *	± 11,9	< 20 ⁽¹⁾	< 50 ^{(1)(*)}	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cadmio	mg/kg s.s.	0,50	± 0,06	≤ 2 ⁽¹⁾	≤ 15 ^{(1)(*)}	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cobalto	mg/kg s.s.	10,4	+ 1,4	≤ 20 ⁽¹⁾	≤ 250 ^{(1)(*)}	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cromo totale	mg/kg s.s.	19,7	± 4,5	< 150 ⁽¹⁾	< 1000 ^{(1)(*)}	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cromo VI *	mg/kg s.s.	< 0,1		≤ 2 ⁽¹⁾	≤ 15 ^{(1)(*)}	CNR IRSA Q.64 Volume 3 metodo 15	25/10/24
Piombo	mg/kg s.s.	11,0	± 2,3	≤ 100 ⁽¹⁾	≤ 1000 ^{(1)(*)}	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Rame	mg/kg s.s.	27,7	± 4,1	≤ 120 ⁽¹⁾	≤ 600 ^{(1)(*)}	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Zinco	mg/kg s.s.	70,7	± 9,8	< 150 ⁽¹⁾	≤ 1500 ^{(1)(*)}	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg s.s.	< 25		≤ 50 ⁽¹⁾	≤ 750 ^{(1)(*)}	UNI EN ISO 16703:2011	28/10/24
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI:							
Benzo[a]antracene	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,5 ⁽¹⁾	≤ 10 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benzo[a]pirene	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benzo[b]fluorantene	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,5 ⁽¹⁾	< 10 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benzo[g,h,i]perilene	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benzo[k]fluorantene	mg/kg s.s.	< 0,01		< 0,5 ⁽¹⁾	< 10 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24



IAB N° 1601 I



Rapporto di Prova n° 202412635 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mingio, 22

20139 Milano (MI)

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
Crisene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 (1)	≤ 50 (14)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 (1)	≤ 10 (14)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 (1)	≤ 10 (14)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 (1)	≤ 10 (14)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 (1)	≤ 10 (14)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,j)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 (1)	≤ 10 (14)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 (1)	≤ 5 (14)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 (1)	≤ 50 (14)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI							
Benzene *	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 (1)	≤ 5 (14)	EPA 5071A 2014 + EPA 8250D 2018	25/10/24
Etilbenzene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 (1)	≤ 50 (14)	EPA 5071A 2014 + EPA 8250D 2018	25/10/24
Stirene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 (1)	≤ 50 (14)	EPA 5071A 2014 + EPA 8250D 2018	25/10/24
Xilene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 (1)	≤ 50 (14)	EPA 5071A 2014 + EPA 8250D 2018	25/10/24
Toluene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 (1)	≤ 50 (14)	EPA 5071A 2014 + EPA 8250D 2018	25/10/24

(14) D.Lgs 152/06 - All. parte IV, al. 5 al. 10, tab. 1 - Colonna B

(1) D.Lgs 152/06 - All. parte IV, al. 5 al. 10, tab. 1 - Colonna A

* Limite superiore, senza considerare l'incertezza di misura

* Prova non accreditata Accredia

Il Responsabile del Laboratorio

Dott. Andrea Marchesi

Iscr. Ord. Interprov. dei Chimici e dei Fisici della Lombardia
n°3584



LAB N° 1602 L



Rapporto di Prova n° 202412635 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mincio, 22

20139 Milano (MI)

Il presente Rapporto di Prova è fornito da: Richiedente

Ove indicata, l'incertezza è estesa ed è stata calcolata con un fattore di copertura $k=2$ corrispondente ad un livello di probabilità di circa 95%. In caso di mancato esito della conformità, se non diversamente specificato, il Laboratorio si basa esclusivamente sul confronto del valore con il suo limite di riferimento, senza considerare l'incertezza di misura.

I risultati contenuti nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente all' campione oggetto di analisi. Il presente Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente, salvo autorizzazione scritta di Ambiente Analisi S.r.l.

Nel caso di campionamento non sia effettuato dal personale del Laboratorio, i risultati ottenuti si considerano riferiti al campione così come ricevuto e il Laboratorio declina la propria responsabilità sui risultati calcolati consultando i dati forniti dal Richiedente. In caso di alterazioni di tipo fisico del campione prima dell'uso, dovute ad un eventuale manipolazione o ad una non corretta conservazione del campione durante il trasporto, il Laboratorio declina altresì ogni responsabilità sul risultato nel caso in cui il Richiedente decida comunque per l'effettuazione dell'analisi.

Nel caso di metodi che prevedono fasi di prelievo, estrazione e purificazione, ove non espressamente indicato, il recupero è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specificati e previsti dal metodo di prova o dalla normativa vigente; ove non espressamente indicato, il recupero non è stato utilizzato nei calcoli.

"Yes" e "No" indicano rispettivamente un valore inferiore o superiore al campo di misura della prova. In caso contrario, se non espressamente indicato, sono state calcolate con il criterio "lower bound", pertanto, il limite di quantificazione della somma di riferimento del composto meno sensibile. Per effetto della matrice e dei contaminanti presenti nel campione in analisi si può avere richiesto una diluizione con un conseguente innalzamento del limite di quantificazione che, sebbene possa risultare superiore al limite di specificazione, non è indicativo di un superamento del limite stesso. La determinazione può risultare pertanto non quantificabile con la sensibilità richiesta.

"Data inizio analisi" si intende la data di inizio lavorazione del campione, che può precedere la fase di alliquotazione e omogeneizzazione dello stesso. "Data fine analisi" si intende la data di inserimento dei risultati nel LIMS da parte del Laboratorio.

Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

AMBIENTE ANALISI S.r.l.

Via Padra, 2 - 20139 Milano

20032 Castano Primo (MI)

Tel. 02/32989922 - Fax 02/32989900

Email: info@ambienteanalisi.it

Site web: www.ambienteanalisi.it

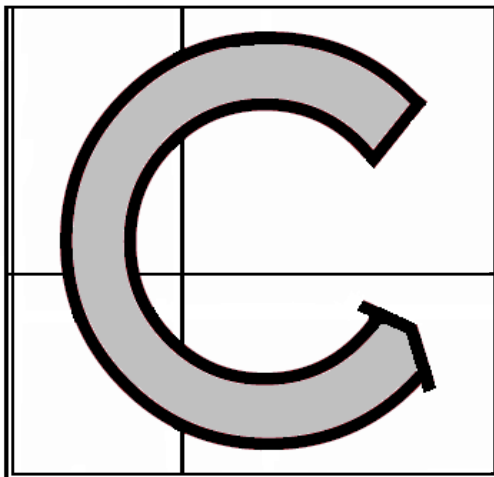
LAB. SOC. S. 11/000119

R.I.A. Milano 16545195

C.F. 01901 Reg. Imp. MI 03383350964

Pagina 3 di 3

Mod. 1 & 2_rev.02 del 04/03/2024



STUDIO TECNICO

Geom. UGO CELOTTI S.R.L.

VIA MINCIO 22 - CAP 20139 MILANO - TEL. 025393977 r.a. - 025392262 FAX
e-mail: studiocelotti@studiocelotti.it

INDAGINI GEOGNOSTICHE - PROVE SU TERRENI DI FONDAZIONE
RICERCHE IDROLOGICHE AMBIENTALI - STRUMENTAZIONI GEOTECNICHE
PERFORAZIONI PROFONDE PER GEOTERMIA PER DISPERSORI PER STRUMENTAZIONI
RILIEVI TOPOGRAFICI - PROSPEZIONI GEOFISICHE E GEOELETTICHE

COMUNE DI LIVIGNO
Plaza dal Comun n. 93 - LIVIGNO (Sondrio)

Indagini geognostiche, geotecniche ed ambientali eseguite nei terreni interessati dall'opera pubblica denominata Venues - Sedi ed Impianti Olimpici - Collegamento dei versanti sciistici est ed ovest in comune di Livigno (Sondrio) - Via Freita.

ANALISI CHIMICHE DI LABORATORIO

Disegno n. 7530/2Db

Data: Novembre 2024

N.B. - Lo zero di riferimento delle profondità coincide con il piano d'inizio dei sondaggi.



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202412636 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mincio, 22

20139 Milano (MI)

DATI RELATIVI AL CAMPIONE

N.ro Accettazione: 202412636
Data arrivo campione: 18/10/2024
Data inizio prova: 18/10/2024
Campione consegnato da: Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.
Descrizione: FRt - S2A-C1 - Profondità 0,00 a +1,00 m.

[R]

DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO

Prelevatore: Personale Esterno
Prelevato presso: Livigno (SC)

[R]

[R]

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
Spessore (Supravaglio a 2 mm)	%	33.77	± 4.55			UM 13/09/1999 SO n 185 GU n 248 21/10/1999 Met. 1.1	22/10/24
Umidità *	%	10.70				D.M. 13/03/1993 Metodo II 2	22/10/24
Arsenico	mg/kg s.s.	47.5 *	± 10.5	≤ 20 ⁽¹⁾	≤ 50 ⁽¹⁾⁽⁹⁾	UNI EN 13657:2004 cap.9.2 + UNI EN ISO 22035:2024	28/10/24
Cadmio	mg/kg s.s.	0.40	± 0.05	≤ 2 ⁽¹⁾	≤ 15 ⁽¹⁾⁽⁹⁾	UNI EN 14657:2004 cap.9.2 + UNI EN ISO 22035:2024	28/10/24
Cobalto	mg/kg s.s.	9.4	± 1.2	≤ 20 ⁽¹⁾	≤ 250 ⁽¹⁾⁽⁹⁾	UNI EN 13657:2004 cap.9.2 + UNI EN ISO 22035:2024	28/10/24
Cromo totale	mg/kg s.s.	24.0	± 5.6	≤ 150 ⁽¹⁾	≤ 800 ⁽¹⁾⁽⁹⁾	UNI EN 14657:2004 cap.9.2 + UNI EN ISO 22035:2024	28/10/24
Cromo VI *	mg/kg s.s.	<0.1		≤ 2 ⁽¹⁾	≤ 15 ⁽¹⁾⁽⁹⁾	CNR IRSA Q.64 Volume 3 metodo 16	25/10/24
Piombo	mg/kg s.s.	7.0	± 1.5	≤ 100 ⁽¹⁾	≤ 1000 ⁽¹⁾⁽⁹⁾	UNI EN 13657:2004 cap.9.2 + UNI EN ISO 22035:2024	28/10/24
Rame	mg/kg s.s.	11.5	± 2.2	≤ 220 ⁽¹⁾	≤ 600 ⁽¹⁾⁽⁹⁾	UNI EN 13657:2004 cap.9.2 + UNI EN ISO 22035:2024	28/10/24
Zinco	mg/kg s.s.	117	± 16	≤ 150 ⁽¹⁾	≤ 1500 ⁽¹⁾⁽⁹⁾	UNI EN 13657:2004 cap.9.2 + UNI EN ISO 22035:2024	28/10/24
Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg s.s.	<25		≤ 50 ⁽¹⁾	≤ 750 ⁽¹⁾⁽⁹⁾	UNI EN ISO 16733:2011	28/10/24
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI:							
Benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁾⁽⁹⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270C 2018	28/10/24
Benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁾⁽⁹⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270C 2018	28/10/24
Benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁾⁽⁹⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270C 2018	28/10/24
Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁾⁽⁹⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270C 2018	28/10/24
Benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁾⁽⁹⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270C 2018	28/10/24



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202412636 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mincio, 22

20139 Milano (MI)

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
Crisene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1a)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270C 2018	28/10/24
Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1a)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270C 2018	28/10/24
Dibenzo(a,h)artracene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1a)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270C 2018	28/10/24
Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1a)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270C 2018	28/10/24
Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1a)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270C 2018	28/10/24
Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1a)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270C 2018	28/10/24
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 5 ^(1a)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270C 2018	28/10/24
Pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1a)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270C 2018	28/10/24
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI*							
Benzene *	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 2 ^(1a)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Etilbenzene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1a)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Stirene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1a)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Xilene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1a)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Toluene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1a)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24

(1a) DLgs 152/06 - All. p.te IV, all. 5 al t.t.V, tab.1 - Colonna B

(1) DLgs 152/06 - All. p.te IV, all. 5 al t.t.V, tab.1 - Colonna A

* Il limite superato, senza considerare l'incertezza di misura

* Prova non accreditata Accredia

Il Responsabile del Laboratorio

Dott. Andrea Marchesi

Iscr. Ord. Interprov. dei Chimici e dei Fisici della Lombardia
n°3584



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202412636 del 06/11/2024

Spett.le
Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.
via Mincio, 22
20139 Milano (MI)

[R] Informazione fornita dal Richiedente

Ove indicato, l'incertezza è estesa ed è stata calcolata con un fattore di copertura $k=2$ corrispondente ad un livello di probabilità di circa il 95%. In caso di indicazione della conformità, se non diversamente specificato, il Laboratorio si basa esclusivamente sul confronto del valore con il suo limite di riferimento, senza considerare l'incertezza di misura.

I risultati contenuti nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente al campione oggetto di analisi. Il presente Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente, vale a dire autorizzazione scritta di Ambiente Analisi S.r.l.

Nel caso il campione non sia effettuato dal personale del Laboratorio, i risultati ottenuti si considerano riferiti al campione così come ricevuto e il Laboratorio declina la propria responsabilità sui risultati calcolati considerando i dati forniti dal Richiedente. In caso di alterazioni di natura chimica del campione prima della consegna, dovute ad un errato campionamento o ad una non corretta conservazione del campione durante il trasporto, il Laboratorio declina ogni responsabilità sui risultati. In caso in cui il Richiedente decida comunque per l'effettuazione dell'analisi.

Nel caso di metodi che prevedono fase di preconcentrazione e purificazione, ove non espressamente indicato, il recupero è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specificati nei metodi di prova in vigore; ove non espressamente indicato, il recupero non è stato utilizzato nei calcoli.

"mx" o "mx" indicano rispettivamente un valore inferiore o superiore al campo di misura della prova. Le somme di più componenti, se non espressamente indicato, sono state calcolate con il metodo lower bound e, pertanto, il limite di quantificazione della somma si riferisce al componente meno sensibile. Per effetto della matrice e dei contaminanti presenti, il campione in analisi può avere richiesto una diluizione con un conseguente innalzamento del limite di quantificazione che, sebbene possa risultare superiore al limite di specifica, non è indicativo di un superamento del limite stesso. La determinazione può risultare pertanto non quantificabile con la sensibilità richiesta.

"Data inizio analisi" si intende la data di inizio lavorazione del campione, che può prevedere la fase di acquisizione e omogeneizzazione dello stesso. "Data fine analisi" si intende la data di insediamento dei risultati nel LIMS da parte del Laboratorio.

Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

AMBIENTE ANALISI S.r.l.

via Padre Damiano 16, 2

20139 Milano (MI)

Tel. 02.99.681800 - Fax 02.99.681801

Mail: info@ambienteanalisi.it

Sit web: www.ambienteanalisi.it

Cap. Soc. € 11.000,00

R. A. Numero 2744506

C.F. P. IVA - Reg. Imp. 03000000306

Pagina 3 di 3

Ver. 7.8.2 rev.02 del 04/03/2024



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202412637 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Ming. 22

20139 Milano (MI)

DATI RELATIVI AL CAMPIONE

N.ro Accettazione: 202412637
Data arrivo campione: 18/10/2024
Data inizio prove: 18/10/2024
Campione consegnato da: Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.
Descrizione: FRE - S2A-C2b s - Profondità +4,00 a +5,00 m.

[R]

DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO

Prelevatore: Personale Esterno
Prelevato presso: Legno (SQ)

[R]

[R]

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
Scheletro (Sopravaglio a 2 mm)	%	44,57	± 5,31			DM 13/09/1999 SO n.185 GU n. 248 21/10/1998 Met II.1	22/10/24
Umidità *	%	8,68				D.M. 15/05/1998 Metodo I.2	22/10/24
Arsenico	mg/kg s.s.	27,7 *	± 6,1	≤ 20 ⁽¹⁾	≤ 50 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 13657:2004 cap.9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cadmio	mg/kg s.s.	<0,2		< 2 ⁽¹⁾	< 15 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 13657:2004 cap.9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cobalto	mg/kg s.s.	10,0	± 1,3	≤ 20 ⁽¹⁾	≤ 250 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 13657:2004 cap.9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cromo totale	mg/kg s.s.	20,5	± 4,8	≤ 150 ⁽¹⁾	≤ 800 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 13657:2004 cap.9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cromo VI *	mg/kg s.s.	<0,1		≤ 2 ⁽¹⁾	≤ 15 ⁽¹⁾⁽²⁾	CNR IRSA 2.54 Volume 3 metodo 16	25/10/24
Piombo	mg/kg s.s.	5,3	± 1,1	≤ 100 ⁽¹⁾	≤ 1000 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 13657:2004 cap.9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Rame	mg/kg s.s.	24,1	± 3,6	≤ 120 ⁽¹⁾	≤ 800 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 13657:2004 cap.9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Zinco	mg/kg s.s.	62,4	± 8,6	≤ 150 ⁽¹⁾	≤ 1500 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 13657:2004 cap.9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg s.s.	<25		≤ 50 ⁽¹⁾	≤ 750 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN ISO 15703:2011	28/10/24
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI:							
Benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	<0,01		≤ 0,5 ⁽¹⁾	< 10 ⁽¹⁾⁽²⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270C 2018	28/10/24
Benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	<0,01		≤ 0,1 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁾⁽²⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270H 2018	28/10/24
Benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	<0,01		≤ 0,5 ⁽¹⁾	< 10 ⁽¹⁾⁽²⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270C 2018	28/10/24
Benzo(g,h,i)benzofene	mg/kg s.s.	<0,01		≤ 0,1 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁾⁽²⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270H 2018	28/10/24
Benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	<0,01		≤ 0,5 ⁽¹⁾	< 10 ⁽¹⁾⁽²⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270C 2018	28/10/24



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202412637 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mirdio, 22

20139 Milano (MI)

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
Crisene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1*)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1*)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1*)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1*)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1*)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1*)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 5 ^(1*)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1*)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI:							
Benzene *	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 2 ^(1*)	EPA 5021A 2014 + EPA 8250D 2018	25/10/24
Etilbenzene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1*)	EPA 5021A 2014 + EPA 8250D 2018	25/10/24
Stirane *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1*)	EPA 5021A 2014 + EPA 8250D 2018	25/10/24
Xilene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1*)	EPA 5021A 2014 + EPA 8250D 2018	25/10/24
Toluene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1*)	EPA 5021A 2014 + EPA 8250D 2018	25/10/24

(1*) D.Lgs 152/06 - Al. 1, par. IV, all. 5 al tit.V, tab.1 - Colonna B

(1) D.Lgs 152/06 - Al. 1, par. IV, all. 5 al tit.V, tab.1 - Colonna A

* limite superato, senza considerare l'incertezza di misura

* Prova non accreditata Accredia

Il Responsabile del Laboratorio

Dott. Andrea Marchesi

Iscr. Ord. Interprov. dei Chimici e dei Fisici della Lombardia
n°3584



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202412637 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mincio, 22

20139 Milano (MI)

[3] Informazione fornita dal Richiedente

Ove non venga specificata, l'incertezza è stata calcolata con un fattore di copertura $k=2$ corrispondente ad un livello di probabilità di circa il 95%. In caso di individuazione della conformità, se non è espressamente specificato, il Laboratorio si basa esclusivamente sul confronto del valore con il suo limite di riferimento, senza considerare l'incertezza di misura.

I risultati contenuti nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente al campione oggetto di analisi. Il presente Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente, senza autorizzazione scritta di Ambiente Analisi S.r.l.

Nel caso di campionamento non effettuato dal personale del Laboratorio, i risultati ottenuti si considerano riferiti al campione così come ricevuto e il Laboratorio declina la propria responsabilità sui risultati riportati considerando i dati forniti dal Richiedente. In caso di alterazione chimico-fisica del campione prima della consegna, dovuta ad un errato campionamento o ad una non corretta conservazione del campione durante il trasporto, il Laboratorio declina altresì ogni responsabilità sui risultati e il Richiedente decide comunque per l'effettuazione dell'analisi.

Nel caso di metodi che prevedono fase di preconcentrazione e purificazione, ove non espressamente indicato, il recupero si da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità stabiliti previsti dai metodi di prova o dalle normative vigenti, ove non espressamente indicato, il recupero non è stato utilizzato nei calcoli.

"<" o ">" indicano rispettivamente un valore inferiore o superiore al campo di misura della prova. Le sigle "nd" o "ndc" (non determinato) o "ndc" (non determinato) sono state utilizzate con il criterio lower bound; pertanto, il limite di quantificazione della somma si riferisce al composto meno sensibile. Per effetto della matrice ed eventuale interferenze, i campioni in analisi possono aver richiesto una diluizione con un conseguente innalzamento del limite di quantificazione che, sebbene possa risultare superiore al limite di specificità, non è indicativo di un superamento del limite stesso. La determinazione può risultare pertanto non quantificabile con la sensibilità richiesta.

"Data inizio analisi" si intende la data di inizio lavorazione del campione, che può prevedere la fase di aliquotazione e di omogeneizzazione dello stesso. "Data fine analisi" si intende il dato di inserimento dei dati nel sistema LIMS da parte del Laboratorio.

Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

AMBIENTE ANALISI S.r.l.

Via Padre Pio 4 - 20139 Milano

20139 Milano (MI)

Tel. 0391883802 - Fax 0391877551

Email: info@ambienteanalisi.it

Sito web: www.ambienteanalisi.it

Cap. Soc. € 11.000,00

R.T. 4. Milano (MI)

C.F. - P.IVA - Reg. Imp. MI03181150159



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202412639 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mincio, 22

20139 Milano (MI)

DATI RELATIVI AL CAMPIONE

N.ro Accettazione: 202412639
Data arrivo campione: 18/10/2024
Data inizio prove: 18/10/2024
Campione consegnato da: Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.
Descrizione: FRF S2A C2 Profondità 1,00 a 8,00 m.

[R]

DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO

Prelevatore: Personale Esterno
Prelevato presso: Livigno (SO)

[R]

[R]

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
Scheletro (Sopravaglio a 2 mm)	%	34,76	± 4,69			DM 13/09/1995 SC n° 185 C.U. n° 248 21/10/1999 Met 1.1	22/10/24
Umidità *	%	6,04				D.M. 14/04/1999 Metodo 1.2	22/10/24
Arsenico	mg/kg s.s.	30,4 *	± 6,7	≤ 20 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1a)	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cadmio	mg/kg s.s.	0,23	± 0,04	≤ 2 ⁽¹⁾	≤ 15 ^(1a)	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cobalto	mg/kg s.s.	11,3	± 1,5	≤ 20 ⁽¹⁾	≤ 250 ^(1a)	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cromo totale	mg/kg s.s.	22,5	± 5,2	≤ 150 ⁽¹⁾	≤ 800 ^(1a)	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cromo VI *	mg/kg s.s.	<0,1		≤ 2 ⁽¹⁾	≤ 15 ^(1a)	CNR IRSA Q.64 Volume 3 metodo 16	28/10/24
Piombo	mg/kg s.s.	6,0	± 1,3	≤ 100 ⁽¹⁾	≤ 1000 ^(1a)	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Rame	mg/kg s.s.	22,6	± 3,3	≤ 120 ⁽¹⁾	≤ 600 ^(1a)	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Zinco	mg/kg s.s.	70,6	± 9,7	≤ 150 ⁽¹⁾	≤ 1500 ^(1a)	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg s.s.	<25		≤ 50 ⁽¹⁾	≤ 750 ^(1a)	UNI EN ISO 16703:2011	28/10/24
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI:							
Benzol(a)antracene	mg/kg s.s.	<0,01		≤ 0,5 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1a)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benzol(a)pirene	mg/kg s.s.	<0,01		≤ 0,1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1a)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270C 2018	28/10/24
Benzol(b)fluorantene	mg/kg s.s.	<0,01		≤ 0,5 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1a)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benzol(g,h,i)perilene	mg/kg s.s.	<0,01		≤ 0,1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1a)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benzol(k)fluorantene	mg/kg s.s.	<0,01		≤ 0,5 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1a)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270F 2018	28/10/24

AMBIENTE ANALISI S.r.l.

via Padre Damiano 2

20012 Castano Primo (MI)

tel. 02/2803002 - fax. 02/2877530

Mail: info@ambienteanalisi.it

Sito web: www.ambienteanalisi.it

Cap. Soc. € 11.070,00

R.E.A. MI/101554508

C.F. e P.I.A. Reg. Imp. MI 02/28350854

Pagina 1 di 3

Mod. J.B. 2_enu02 del 04/03/2024



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202412639 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mincio, 22

20139 Milano (MI)

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
Crisene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 ⁽¹⁾	≤ 50 ⁽¹⁰⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁰⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁰⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁰⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁰⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁰⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 5 ⁽¹⁰⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 ⁽¹⁾	≤ 50 ⁽¹⁰⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI:							
Benzene *	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 2 ⁽¹⁰⁾	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Etilbenzene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ⁽¹⁰⁾	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Stirene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ⁽¹⁰⁾	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Xilene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ⁽¹⁰⁾	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Toluene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ⁽¹⁰⁾	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24

(1) D.Lgs. 152/06 - All. p.te IV, all.5 art.10, tab.1 - Colonna B

(10) D.Lgs. 152/06 - All. p.te IV, all.5 art.10, tab.1 - Colonna A

* limite superato, senza considerare l'incertezza di misura

* Prova non accreditata Accredia

Il Responsabile del Laboratorio

Dott. Andrea Marchesi

Iscr. Ord. Interprov. dei Chimici e dei Fisici della Lombardia
n°3584

AMBIENTE ANALISI S.r.l.

Via Sante Giuseppina 2

20022 Cassinetta Priore (MI)

Tel. 0331800802 - Fax. 0331877850

Mail. info@ambienteanalisi.it

Site web: www.ambienteanalisi.it

Cap. Soc. € 11.011,00

P. A. 24000 1654506

C.F. P. IVA - Cig - Cn MI 08183150964



LAB N° 1801 L



Rapporto di Prova n° 202412639 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mincio, 22

20139 Milano (MI)

[4] Informazione fornita dal Richiedente

Ove indicata, l'incertezza è espressa ed è stata calcolata con un fattore di copertura $k=2$ corrispondente ad un livello di probabilità di circa il 95%. In caso di indicazione della conformità, se non diversamente specificato, il Laboratorio si basa esclusivamente sul confronto del valore con il suo limite di riferimento, senza considerare l'incertezza di misura.

I risultati contenuti nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente al campione oggetto di analisi. Il presente Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente, salvo autorizzazione scritta di Ambiente Analisi S.r.l.

Nel caso il campionamento non sia effettuato dal personale del Laboratorio, i risultati ottenuti si considerano riferiti al campione così come ricevuto e il Laboratorio definisce la propria responsabilità sui risultati calcolati considerando i dati forniti dal Richiedente. In caso di alterazioni chimico-fisiche del campione prima della consegna, dovute ad un errato campionamento e/o ad una non corretta conservazione del campione durante il trasporto, il Laboratorio esclude altresì ogni responsabilità sui risultati nel caso in cui il Richiedente decida comunque dell'entità dell'analisi.

Nel caso di metodi che prevedono fasi di preconcentrazione e purificazione, ove non espressamente indicato, il recupero è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specifici previsti dal metodo di prova o dalla normativa vigente; ove non espressamente indicato, il recupero non è stato utilizzato nei calcoli.

"<" e ">" indicano rispettivamente un valore inferiore o superiore al campo di misura della prova. Le determinazioni di più composti, se non espressamente indicato, sono state calcolate con il criterio "lower bound", pertanto, il limite di quantificazione della somma si riferisce al composto meno sensibile. Per effetto della matrice e dei contaminanti presenti, il campione in analisi può aver richiesto una diluizione con un conseguente innalzamento del limite di quantificazione che, sebbene possa risultare superiore al limite di specifica, non è indicativo di un superamento del limite stesso. La determinazione può risultare pertanto non quantificabile con la sensibilità richiesta.

"Data inizio analisi" intende la data di inizio lavorazione del campione, che può prevedere la fase di aliquotazione e omogeneizzazione dello stesso. "Data fine analisi" intende la data di inserimento dei risultati nel LIMS da parte del Laboratorio.

Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

AMBIENTE ANALISI S.r.l.

via Padre Sordani, 2

20022 Castano Primo (MI)

tel. 0241091002 - fax. 0292377350

Mail: info@ambienteanalisi.it

Sito web: www.ambienteanalisi.it

Cap.Soc. € 11.000,00

R.E.A. Milano 1854506

C.F. e P.IVA: 09183150964

Pagina 3 di 3

Mod 7.8.2_rev02 del 04/03/2024



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202412640 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mincio, 22

20139 Milano (MI)

DATI RELATIVI AL CAMPIONE

N.ro Accettazione: 202412640
Data arrivo campione: 18/10/2024
Data inizio prove: 18/10/2024
Campione consegnato da: Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.
Descrizione: FRE S2B C1 Profondità 0.00 a -1.00 m.

[R]

DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO

Prelevatore: Personale esterno
Prelevato presso: Livigno (SO)

[R]

[R]

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
Scheletro (Sondaggio a 2 mm)	%	43.05	± 5.80			DM 13/03/1999 SO n.105 GU n. 248 21/10/1999 Met II.1	22/10/24
Umidità *	%	8.30				D.M. 13/03/1999 Metodo II.2	22/10/24
Arsenico	mg/kg s.s.	31.0 ±	± 6.8	≤ 20 ⁽¹⁾	≤ 50 ^{(1)(II)}	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cadmio	mg/kg s.s.	<0.2		≤ 2 ⁽¹⁾	< 15 ^{(1)(II)}	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cobalto	mg/kg s.s.	8.4	± 1.1	≤ 20 ⁽¹⁾	≤ 250 ^{(1)(II)}	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cromo totale	mg/kg s.s.	22.1	± 5.1	≤ 150 ⁽¹⁾	≤ 800 ^{(1)(II)}	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cromo VI *	mg/kg s.s.	<0.1		≤ 2 ⁽¹⁾	≤ 15 ^{(1)(II)}	CNR IRSA Q.64 Volume 3 metodo 16	25/10/24
Piombo	mg/kg s.s.	5.3	± 1.1	≤ 100 ⁽¹⁾	≤ 1000 ^{(1)(II)}	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Rame	mg/kg s.s.	16.6	± 2.5	≤ 120 ⁽¹⁾	≤ 600 ^{(1)(II)}	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Zinco	mg/kg s.s.	75.2	± 13.1	≤ 150 ⁽¹⁾	≤ 1500 ^{(1)(II)}	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Idrocarburi pesanti C12	mg/kg s.s.	<25		≤ 50 ⁽¹⁾	≤ 750 ^{(1)(II)}	UNI EN ISO 16703:2011	28/10/24
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI:							
Benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 10 ^{(1)(II)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^{(1)(II)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 10 ^{(1)(II)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^{(1)(II)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 10 ^{(1)(II)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24



LAB N° 1801 L



Rapporto di Prova n° 202412640 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Minico, 22

20139 Milano (MI)

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
Crisene	ng/kg s.s.	<0.01		≤ 5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1a)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270C 2018	28/10/24
Dibenz(a,e)pirene	ng/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1a)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270C 2018	28/10/24
Dibenz(a,h)antracene	ng/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1a)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270C 2018	28/10/24
Dibenz(a,h)pirene	ng/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1a)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270C 2018	28/10/24
Dibenz(a,i)pirene	ng/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1a)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270C 2018	28/10/24
Dibenz(a,l)pirene	ng/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1a)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270C 2018	28/10/24
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	ng/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 5 ^(1a)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270F 2018	28/10/24
Pirene	ng/kg s.s.	<0.01		≤ 5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1a)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270F 2018	28/10/24
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI:							
Benzene *	ng/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 2 ^(1a)	EPA 5021A 2014 + EPA 8250D 2018	25/10/24
Etilbenzene *	ng/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1a)	EPA 5021A 2014 + EPA 8250D 2018	25/10/24
Stirene *	ng/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1a)	EPA 5021A 2014 + EPA 8250D 2018	25/10/24
Xilene *	ng/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1a)	EPA 5021A 2014 + EPA 8250D 2018	25/10/24
Toluene *	ng/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1a)	EPA 5021A 2014 + EPA 8250D 2018	25/10/24

(1a) D.Lgs 152/99 - All. p.to IV, all.5 art.10, tab.1 - Colorim. D

(1) D.Lgs 152/99 - All. p.to IV, all.5 art.10, tab.1 - Colorim. A

* limite superato, senza considerare l'incertezza di misura

* Prova non accreditata Accredia

Il Responsabile del Laboratorio

Dott. Andrea Marchesi

Iscr. Ord. Interprov. dei Chimici e dei Fisici della Lombardia
n°3584



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202412640 del 06/11/2024

Spett.le
Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.
via Mincio, 22
20139 Milano (MI)

[4] "Informazione fornita dal Richiedente:
Ove indicata, l'incertezza è estesa ed è stata calcolata con un fattore di copertura $k=2$ corrispondente ad un livello di probabilità di circa il 95%. In caso di indicazione della conformità, se non diversamente specificato, il Laboratorio si basa esclusivamente sul confronto del valore con il suo limite di riferimento, senza considerare l'incertezza di misura.
I risultati contenuti nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente al campione oggetto di analisi. Il presente Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente, salvo autorizzazione scritta di Ambiente Analisi S.r.l.
Nel caso il campionamento non sia effettuato dal personale del Laboratorio, i risultati ottenuti si considerano riferiti al campione così come ricevuto e il Laboratorio declina la propria responsabilità sui risultati ottenuti non fornendo i dati forniti dal Richiedente. In caso di alterazioni chimico-fisiche del campione prima della consegna, dovute ad un errato campionamento e/o ad una non corretta conservazione del campione durante il trasporto, il Laboratorio si declina altresì ogni responsabilità sui risultati nel caso in cui il Richiedente decida comunque non l'effettuazione dell'analisi.
Nel caso di metodi che prevedono fasi di prelievo, estrazione e purificazione, ove non espressamente indicato, il recupero è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specificati nei metodi di prova o dalla normativa vigente, ove non espressamente indicato, il recupero non è stato utilizzato nel calcolo.
"X" e "X" indicano rispettivamente un valore inferiore o superiore al campo di misura della prova. Le sommatorie degli composti, se non espressamente indicata, sono state calcolate con il criterio lower bound e, pertanto, il limite di quantificazione della somma si riferisce al composto meno sensibile. Per effetto della matrice e dei contaminanti presenti, il campione in analisi può aver richiesto una diluizione con un conseguente allungamento del limite di quantificazione che, sebbene possa risultare superiore al limite di specificato, non è indicativo di un superamento del limite stesso. La determinazione può risultare pertanto non quantificabile con la sensibilità richiesta.
"Data inizio analisi": si intende la data di inizio lavorazione del campione, che può prevedere la fase di aliquotazione e omogeneizzazione dello stesso. "Data fine analisi": si intende la data di inserimento dei risultati nel LIMS da parte del Laboratorio.

Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

AMBIENTE ANALISI S.r.l.

via Paolo Boninobelli, 2

20122 Cestone (Milano)

tel. 02/5095902 - fax 02/5187700

Mail: info@ambienteanalisi.it

Site web: www.ambienteanalisi.it

Cap. Sociale €11.000,00

R.E.A. Milano 2654306

I.C. 01506 - Reg. Imp. MI0583508964



LAB N° 1501 L



Rapporto di Prova n° 202412641 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Minio, 22

20139 Milano (MI)

DATI RELATIVI AL CAMPIONE

N.ro Accettazione: 202412641
Data arrivo campione: 18/10/2024
Data inizio prove: 19/10/2024
Campione consegnato da: Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.
Descrizione: FRE - 52B-C2 - Profondità +3,50 a -4,50 m.

[R]

DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO

Prelevatore: Personale Esterno
Prelevato presso: Livigno (SO)

[R]

[R]

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
Serie altro (Sopravvaglio a 2 mm)	%	47.52	+ 5.73			DM 13/04/1999 SO n 185 GU - 248 21/10/1999 Met. 1.1	22/10/24
Umidità *	%	7.71				D.M. 13/00/1990 Metodo II 2	22/10/24
Arsenico	mg/kg s.s.	36.4 *	± 8.0	≤ 20 ⁽¹⁾	≤ 50 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 - UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Carlmin	mg/kg s.s.	0.24	± 0.04	≤ 2 ⁽¹⁾	≤ 15 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 14657:2014 cap 4.2 - UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cobalto	mg/kg s.s.	10.5	± 1.4	≤ 20 ⁽¹⁾	≤ 200 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 - UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cromo totale	mg/kg s.s.	19.8	± 4.6	≤ 150 ⁽¹⁾	≤ 600 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 - UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cromo VI *	mg/kg s.s.	<0.1		≤ 2 ⁽¹⁾	≤ 15 ⁽¹⁾⁽²⁾	CNK HSA Q 54 Volume 3 metodo 16	25/10/24
Piombo	mg/kg s.s.	5.3	± 1.1	≤ 100 ⁽¹⁾	≤ 1000 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 - UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Rame	mg/kg s.s.	25.4	+ 3.7	≤ 100 ⁽¹⁾	≤ 600 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 - UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Zinco	mg/kg s.s.	63.9	± 8.8	≤ 150 ⁽¹⁾	≤ 1500 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 - UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg s.s.	<25		≤ 50 ⁽¹⁾	≤ 750 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 50 18/10/2011	28/10/24
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI:							
Benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁾⁽²⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270C 2018	28/10/24
Benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁾⁽²⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁾⁽²⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270F 2018	28/10/24
Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁾⁽²⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁾⁽²⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270F 2018	28/10/24

AMBIENTE ANALISI S.p.A.

Via Padre Comensoli 2
20052 Gussate (Milano) (MI)
Tel. 02/2993902 - Fax. 02/2977550
Email: info@ambienteanalisi.it
Pec web: WWW.AMBI-ANALISI.IT

Cap. Soc. € 11.000 i.v.
R.E.A. di Milano 10465406
I.C. - P.IVA - Reg. Imp. MI04586790264

Pagina 1 di 3

Mod. 7.8.2_rev.02 del 04/03/2024



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202412641 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mincio, 27

20139 Milano (MI)

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
Crisene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 ⁽¹⁾	≤ 50 ⁽¹⁰⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Orbenzo(a,e)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		< 0.1 ⁽¹⁾	< 10 ⁽¹⁰⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁰⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		< 0.1 ⁽¹⁾	< 10 ⁽¹⁰⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁰⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,j)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		< 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁰⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 5 ⁽¹⁰⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 ⁽¹⁾	≤ 50 ⁽¹⁰⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI							
Benzene *	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 2 ⁽¹⁰⁾	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Etilbenzene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ⁽¹⁰⁾	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Stirene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ⁽¹⁰⁾	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Xilene *	mg/kg s.s.	<0.05		< 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ⁽¹⁰⁾	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Toluene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ⁽¹⁰⁾	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24

(1#) D.Lgs 152/06 - All. p.te V, a l.5 al tit.V, tab.1 - Colonna B

(1) D.Lgs 152/06 - All. p.te IV, all.5 al tit.V, tab.1 - Colonna A

* limite superato, senza considerare l'incertezza di misura

* Prova non autorizzata Accredia

Il Responsabile del Laboratorio

Dott. Andrea Marchesi

Iscr. Ord. Interprov. dei Chimici e dei Fisici della Lombardia
n°3584



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202412641 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

v.le Mincio, 22

20139 Milano (MI)

[R] Informazione fornita dal Richiedente

Ove indicata, l'incertezza è estesa ed è stata calcolata con un fattore di copertura $k=2$ corrispondente ad un livello di probabilità di circa il 95%. In caso di indicazione della conformità, se non diversamente specificato, il Laboratorio si basa esclusivamente sul confronto del valore con il suo limite di riferimento; si può considerare l'incertezza di misura.

I risultati contenuti nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente al campione oggetto di analisi. Il presente Rapporto di Prova non può essere riprodotto, parzialmente, salvo autorizzazione scritta di Ambiente Analisi S.r.l.

Nel caso il campionamento non sia effettuato dal personale del Laboratorio, i risultati ottenuti si considerano riferiti al campione così come ricevuto e il Laboratorio declina la propria responsabilità. La sua responsabilità ricadrà sui dati forniti dal Richiedente. In caso di alterazioni chimico-fisiche del campione prima della consegna, dovute ad un errato campionamento, ad una non corretta conservazione del campione durante il trasporto, il Laboratorio declina altresì ogni responsabilità sui risultati nel caso in cui il Richiedente decida comunque per l'effettuazione dell'analisi.

Nel caso di metodi che prevedono fasi di omogeneizzazione e purificazione, ove non espressamente indicato, il recupero è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specificati previsti dal metodo di prova o dalla normativa vigente; ove non espressamente indicato, il recupero non è stato valutato nei calcoli.

"Calcoli" indicano rispettivamente un valore inferiore o superiore al campo di misura del campione. Le somme e i calcoli composti, se non espressamente indicati, sono stati calcolati con il criterio "over bound", pertanto, il limite di quantificazione della somma si riferisce al composto meno sensibile. Per effetto della matrice e dei componenti presenti, il campione in analisi può aver richiesto una diluizione con un conseguente innalzamento del limite di quantificazione; che, se non è passato a valore superiore al limite di specificità, non è indicativo di un superamento del limite stesso. La determinazione può risultare pertanto non quantificabile con la sensibilità richiesta.

"Data inizio analisi" indica la data di inizio lavorazione del campione, che può precedere la fase di aliquotazione e omogeneizzazione dello stesso. "Data fine analisi" si intende la data di inserimento dei risultati nel LIMS da parte del Laboratorio.

Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

AMBIENTE ANALISI S.p.A.

v.le Pulite Cammino Noè, 2

20022 Castano Primo (MI)

Tel. 02 33801302 - Fax 02 33877550

Mail: info@ambienteanalisi.it

Sito web: www.ambienteanalisi.it

Cap. Soc. € 33.666 i.v.

R.S.G. Milano 3664508

I.C.C.P. n° 04 - Imp. Imp. MI 0123130994

Pagina 3 di 3

Mod. 7.8 rev.02 del 04/03/2024



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202412642 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mincio, 22

20139 Milano (MI)

DATI RELATIVI AL CAMPIONE

N.ro Accettazione: 202412642
Data arrivo campione: 18/10/2024
Data inizio prove: 18/10/2024
Campione consegnato da: Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.
Descrizione: FRE S29 C2bis Profondità 5,50 a 6,50 m.

(R)

DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO

Prelevatore: Personale Esterno
Prelevato presso: Lignio (SO)

(R)

(R)

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
Scheletro (Sopravaglio a 2 mm)	%	38,65	± 3,21			DM 13/03/1999 SO n 185 GU n 248 21/10/1999 Met: 1.1	22/10/24
Umidità %	%	11,61				DM 13/03/1999 Metodo II 2	22/10/24
Arsenico	mg/kg s.s.	34,9 *	± 7,7	≤ 20 ⁽¹⁾	≤ 50 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cadmio	mg/kg s.s.	0,22	+ 0,04	≤ 4 ⁽¹⁾	≤ 15 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cobalto	mg/kg s.s.	12,1	± 1,6	≤ 20 ⁽¹⁾	≤ 250 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cromo totale	mg/kg s.s.	23,7	± 5,5	≤ 150 ⁽¹⁾	≤ 800 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cromo VI *	mg/kg s.s.	<0,1		≤ 2 ⁽¹⁾	≤ 15 ⁽¹⁾⁽²⁾	CNR IRSA Q.64 Volume 3 metodo 16	25/10/24
Piombo	mg/kg s.s.	8,1	± 1,7	≤ 100 ⁽¹⁾	≤ 1000 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Rame	mg/kg s.s.	25,5	+ 3,8	≤ 120 ⁽¹⁾	≤ 500 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Zinco	mg/kg s.s.	70,6	± 9,7	≤ 150 ⁽¹⁾	≤ 1500 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg s.s.	<25		≤ 50 ⁽¹⁾	≤ 750 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN ISO 16703:2011	28/10/24
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI:							
Benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	<0,01		≤ 0,5 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁾⁽²⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2C18	28/10/24
Benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	<0,01		≤ 0,1 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁾⁽²⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2C18	28/10/24
Benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	<0,01		≤ 0,5 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁾⁽²⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2C18	28/10/24
Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg s.s.	<0,01		≤ 0,1 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁾⁽²⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2C18	28/10/24
Benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	<0,01		≤ 0,5 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁾⁽²⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2C18	28/10/24

AMBIENTE ANALISI S.r.l.

via Padre Damiano 106, 2
20022 Castano Primo (MI)
tel. 0331/995972 - fax 0331/77550
Mail: info@ambienteanalisi.it
Site web: www.ambienteanalisi.it

Cap. Soc. € 11.600 iv
I.L.E.A. Milano 106439
C.F. e P.IVA Reg. Imp. MI 01519150364

Pagina 1 di 3

Mod. 7/8 2_rev.02 del 04/03/2024



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202412642 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mincio, 22

20139 Milano (MI)

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
C ₁₅ sene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo[a,e]pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo[a,h]antracene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo[a,h]pirrene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo[a,i]pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo[a,l]pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Indeno[1,2,3-c,d]pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 5 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI:							
Benzene *	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 2 ^{(1)(*)}	EPA 5071A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Etilbenzene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^{(1)(*)}	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Stirene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^{(1)(*)}	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Xilene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^{(1)(*)}	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Toluene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^{(1)(*)}	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24

(1*) D.Lgs 152/06 - All. p.te IV, all. 5 al tit.V, tab.1 - Colonna B

(1) D.Lgs 152/06 - All. p.te IV, all. 5 al tit.V, tab.1 - Colonna A

* limite superato, senza considerare l'incertezza di misura

* Prova non ricondita Accredia

Il Responsabile del Laboratorio

Dott. Andrea Marchesi

Iscr. Ord. Interprov. de Chimici e dei Fisici della Lombardia
n°3584



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202412642 del 06/11/2024

Spett.le
Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.
via Mindio, 22
20139 Milano (MI)

[R] Informazione fornita dal Richiedente:

Questa data, incertezza è estesa ed è stata calcolata con un fattore di copertura $k=2$ corrispondente ad un livello di probabilità di errore pari al 95%. In caso di indicazione delle conformità, se non diversamente specificato, il Laboratorio si basa esclusivamente sul confronto del valore con il suo limite di riferimento, senza considerare l'incertezza di misura.

I risultati contenuti nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente al campione oggetto di analisi. Il presente Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente, salvo autorizzazione scritta di Ambiente Analisi S.r.l.

Ne caso il campionamento non sia effettuato dal personale del Laboratorio, i risultati ottenuti si considerano riferiti al campione così come ricevuto e il Laboratorio declina la propria responsabilità sui risultati calcolati considerando i dati forniti dal Richiedente. In caso di alterazioni chimico-fisiche del campione prima della consegna, dovute ad un eventuale campionamento o ad una non corretta conservazione del campione durante il trasporto, il Laboratorio declina altresì ogni responsabilità sui risultati nel caso in cui il Richiedente decida comunque per l'effettuazione dell'analisi.

Ne caso di metodi che prevedano livelli di concentrazione e purificazione, non espressamente indicato, il risultato è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specifici previsti dal metodo di prova o dalla normativa vigente, ove non espressamente indicato, il recuperatore è stato utilizzato nei limiti.

"Yes" o "No" indicano rispettivamente un valore inferiore e superiore al campo di misura della prova. Le sommatorie e di più composti, se non espressamente indicato, sono state calcolate con il criterio lower bound, pertanto, il limite di quantificazione della somma si riferisce al composto meno sensibile. Per effetto della matrice e dei contaminanti presenti il campione in analisi può aver richiesto una diluizione con un conseguente innalzamento del limite di quantificazione che, sebbene possa risultare superiore al limite di specificazione, non è indicativo di un superamento del limite stesso. La determinazione può risultare pertanto non quantificabile con la sensibilità richiesta.

"Data inizio analisi" si intende la data di inizio lavorazione del campione, che può precedere la data di "quarantena e omogeneizzazione dello stesso". "Data fine analisi" si intende la data di inserimento dei risultati nel LIMS da parte del Laboratorio.

Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

AMBIENTE ANALISI S.r.l.

Via Paderno 10/10, No. 2

20091 Caviano (MI)

Tel. 02/288002 - Fax 02/877560

Mail: info@ambienteanalisi.it

Web: www.ambienteanalisi.it

Cap. Soc. € 10.000 i.v.

R.L.A. Milano 1654505

C.F. - P.IVA - Reg. Imp. 0102189130564

Pagina 3 di 3

Mod. 16.2, rev.02 del 04/03/2024



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202412643 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mincio, 27

20139 Milano (MI)

DATI RELATIVI AL CAMPIONE

N.ro Accettazione: 202412643
Data arrivo campione: 18/10/2024
Data inizio prove: 18/10/2024
Campione consegnato da: Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.
Descrizione: FRF - S2C C1 Profondità 0,00 a 1,00 m.

[R]

DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO

Prelevatore: Persona e Esterno
Prelevato presso: Livigno (SO)

[R]

[R]

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
Scheletro (Sovravaglio a 2 mm)	%	39.23	± 5.23			DM 13/09/1999 SO n 185 GU n 248 27/10/1999 Met II 1	22/10/24
Umidità %	%	12.38				DM 14/09/1999 Metodo I 2	22/10/24
Arsenico	mg/kg s.s.	54 ± 4	± 12.0	≤ 20 ⁽¹⁾	≤ 50 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cadmio	mg/kg s.s.	0.35	± 0.05	≤ 2 ⁽¹⁾	≤ 15 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cobalto	mg/kg s.s.	0.7	± 1.5	≤ 20 ⁽¹⁾	≤ 250 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cromo totale	mg/kg s.s.	17.9	± 4.2	≤ 250 ⁽¹⁾	≤ 800 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cromo VI *	mg/kg s.s.	<0.1		≤ 2 ⁽¹⁾	≤ 15 ⁽¹⁾⁽²⁾	CNR IRSA Q.54 Volume 3 metodo 16	28/10/24
Piombo	mg/kg s.s.	3.2	± 1.1	≤ 100 ⁽¹⁾	≤ 1000 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Rame	mg/kg s.s.	12.2	± 1.8	≤ 170 ⁽¹⁾	≤ 600 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Zinco	mg/kg s.s.	107	± 15	≤ 150 ⁽¹⁾	≤ 1500 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg s.s.	<25		≤ 50 ⁽¹⁾	≤ 750 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN ISO 16703:2011	28/10/24
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI:							
Benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁾⁽²⁾	EPA 3550C 2007 - EPA 8270E 2018	28/10/24
Benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁾⁽²⁾	EPA 3550C 2007 - EPA 8270E 2018	28/10/24
Benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁾⁽²⁾	EPA 3550C 2007 - EPA 8270E 2018	28/10/24
Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁾⁽²⁾	EPA 3550C 2007 - EPA 8270E 2018	28/10/24
Benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁾⁽²⁾	EPA 3550C 2007 - EPA 8270E 2018	28/10/24

AMBIENTE ANALISI S.r.l.

via Padre Damiano 106, 2

20072 Cassano Primo (MI)

Tel. 02/81889802 - Fax. 02/81877556

E-mail: info@ambienteanalisi.it

Site web: www.ambienteanalisi.it

Cap. Soc. € 11.000 i.v.

R.E.A. Milano 1554508

C.I. - P.IVA - Reg. Imp. MI 09189100968



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202412643 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Milano, 22

20139 Milano (MI)

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
Crisene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 ⁽¹⁾	≤ 50 ⁽¹⁰⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	< 10 ⁽¹⁰⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁰⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		< 0.1 ⁽¹⁾	< 10 ⁽¹⁰⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁰⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		< 0.1 ⁽¹⁾	< 10 ⁽¹⁰⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 5 ⁽¹⁰⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 ⁽¹⁾	≤ 50 ⁽¹⁰⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI:							
Benzene *	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 2 ⁽¹⁰⁾	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Etilbenzene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ⁽¹⁰⁾	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Stirene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ⁽¹⁰⁾	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Xilene *	mg/kg s.s.	<0.05		< 0.5 ⁽¹⁾	< 50 ⁽¹⁰⁾	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Toluene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ⁽¹⁰⁾	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24

(10) D.Lgs 152/06 - All. p.te V, a l.5 al tit.V, tab.1 - Colonna B

(1) D.Lgs 152/06 - All. p.te IV, all.5 al tit.V, tab.1 - Colonna A

* limite superato, senza considerare l'incertezza di misura

* Prova non accreditata Accredia

I Responsabili del Laboratorio

Dott. Andrea Marchesi

Iscr. Ord. Interpret. dei Chimici e dei Fisici della Lombardia
n°3584



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202412643 del 06/11/2024

Spett.le
Studio Tecnica Geom. Ugo Celotti S.r.l.
via Minio, 22
20135 Milano (MI)

[R] Informazione fornita dal Richiedente

Ove indicata, l'incertenza è estesa ed è stata calcolata moltiplicando il fattore di copertura $k=2$ corrispondente ad un livello di probabilità di circa il 95%. In caso di indicazione della conformità, se non è veramente specificato, il Laboratorio si basa esclusivamente sul confronto del valore con il suo limite di riferimento, senza considerare l'incertenza di misura.

I risultati contenuti nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente al campione oggetto di analisi. Il presente Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente, senza autorizzazione scritta di Ambiente Analisi S.r.l.

Nei casi in cui il campionamento non sia effettuato dal personale del Laboratorio, i risultati ottenuti si considerano riferiti al campione così come ricevuto e il Laboratorio declina la propria responsabilità sui risultati così ottenuti considerando i dati forniti dal Richiedente. In caso di alterazioni chimico-fisiche del campione prima della consegna, dovute ad un errato campionamento o/o ad una non corretta conservazione del campione durante il trasporto, il Laboratorio declina ogni responsabilità sui risultati nel caso in cui il Richiedente decida comunque per l'effettuazione dell'analisi.

Nei casi in cui i metodi prevedano fase di preconcentrazione e purificazione, ove non espressamente indicato, il recupero e la perdita si comprendono all'interno dei limiti di accettabilità specificati nei metodi di prova o dalla normativa vigente; ove non espressamente indicato, il recupero non è stato valutato nei calcoli.

"Low" e "High" indicano rispettivamente un valore inferiore o superiore al limite di misura della prova. Le sommatorie di più campioni, se non espressamente indicato, sono state calcolate con il criterio lower bound; pertanto, il limite di quantificazione della somma si riferisce al composto meno sensibile. Per effetto della presenza di interferenti presenti, il campione in analisi può aver richiesto una diluizione con un conseguente innalzamento del limite di quantificazione che, sebbene possa risultare superiore al limite specifico, non è indicativo di un superamento del limite stesso. La determinazione può risultare pertanto non quantificabile con la sensibilità richiesta.

"Data in" e "analisi" si intende la data di inizio lavorazione del campione, che può prevedere la fase di allocazione e omogeneizzazione del campione. "Data fine analisi" si intende la data di inserimento dei dati valutati nel RMS da parte del Laboratorio.

Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

AMBIENTE ANALISI S.r.l.

via Rodolfo Marino, 22 - 3

20122 - Milano (MI)

Tel. 02/31883902 - Fax 02/31883901

E-mail: info@ambienteanalisi.it

Site web: www.ambienteanalisi.it

Lab. N° 1601 L

20135 - Milano (MI)

C.A. - P.IVA - Reg. Imp. MI03183150964

Pag. 3 di 3

Mod. 7.8.2 rev.02 del 04/03/2024



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202412645 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Milano, 22

20139 Milano (MI)

DATI RELATIVI AL CAMPIONE

N.ro Accettazione: 202412645
Data arrivo campione: 18/10/2024
Data inizio prove: 18/10/2024
Campione consegnato da: Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.
Descrizione: FRE S2C C2bis Profondità 4,00 a 5,00 m.

[R]

DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO

Prelevatore: Personale esterno
Prelevato presso: Livigno (SO)

[R]

[R]

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
Sensmetro (Sopravvaligio a 2 mm)	%	41.98	± 3.56			DM 13/09/1999 SO n 185 GU n 248 21/10/1999 Metodo II *	22/10/24
Umidità *	%	6.9%				DM 13/09/1999 Metodo II *	22/10/24
Arsenico	mg/kg s.s.	73.4 ±	± 7.3	≤ 20 (1)	≤ 50 (1)	UN EN 13657:2004 cap 9.2 + UN EN ISO 22035:2024	28/10/24
Cadmio	mg/kg s.s.	0.21	± 0.04	≤ 2 (1)	≤ 15 (1)	UN EN 13657:2004 cap 9.2 + UN EN ISO 22035:2024	28/10/24
Cobalto	mg/kg s.s.	10.3	± 1.3	≤ 20 (1)	≤ 250 (1)	UN EN 13657:2004 cap 9.2 + UN EN ISO 22035:2024	28/10/24
Cromo totale	mg/kg s.s.	19.1	± 4.4	≤ 150 (1)	≤ 800 (1)	UN EN 13657:2004 cap 9.2 + UN EN ISO 22035:2024	28/10/24
Cromo VI *	mg/kg s.s.	<0.1		≤ 2 (1)	≤ 15 (1)	CNR RSA Q.64 Volume 3 metodo 16	25/10/24
Piombo	mg/kg s.s.	5.0	± 1.1	≤ 100 (1)	≤ 1000 (1)	UN EN 13657:2004 cap 9.2 + UN EN ISO 22035:2024	28/10/24
Rame	mg/kg s.s.	21.1	± 3.1	≤ 120 (1)	≤ 500 (1)	UN EN 13657:2004 cap 9.2 + UN EN ISO 22035:2024	28/10/24
Zinco	mg/kg s.s.	63.8	± 8.8	≤ 150 (1)	≤ 1500 (1)	UN EN 13657:2004 cap 9.2 + UN EN ISO 22035:2024	28/10/24
Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg s.s.	<25		≤ 50 (1)	≤ 750 (1)	UNI EN ISO 16733:2011	28/10/24
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI:							
Benz(a)antracene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 (1)	≤ 10 (1)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benz(a)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 (1)	≤ 10 (1)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benz(b)fluorantene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 (1)	≤ 10 (1)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benz(g,h,i)perilene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 (1)	≤ 10 (1)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benz(k)fluorantene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 (1)	≤ 10 (1)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24

AMBIENTE ANALISI S.r.l.

via Piero Damiano Rob, 2

20137 Castano Primo (MI)

Tel. 02/33661832 Fax. 02/3377350

Mail: info@ambienteanalisi.it

Site web: www.ambienteanalisi.it

Cap. Soc. € 11.111,00

R.E.A. Milano 1531808

C.I. - P.IVA - Reg. Imprese 02121110964

Pagina 1 di 3

Mod. 1.8.2 rev.02 del 04/03/2024



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202412645 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mincio, 22

20139 Milano (MI)

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
Crisene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270C 2018	18/10/24
Dibenzo(a,p)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270C 2018	28/10/24
Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270C 2018	18/10/24
Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270C 2018	28/10/24
Dibenzo(a,i)fluorene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270C 2018	28/10/24
Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270C 2018	18/10/24
Indeno[1,2,3-c,d]pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 5 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270C 2018	28/10/24
Perene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270C 2018	18/10/24
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI:							
Benzene *	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 2 ^{(1)(*)}	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Etilbenzene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^{(1)(*)}	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	15/10/24
Stirene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^{(1)(*)}	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Xilene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^{(1)(*)}	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Toluene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^{(1)(*)}	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24

(18) D.Lgs. 152/06 - Al. 1, par. IV, all.5 al t.t.V, tab.1 - Colonna 3

(1) D.Lgs. 152/06 - Al. 1, par. IV, all.5 al t.t.V, tab.1 - Colonna A

* limite superato, senza considerare l'incertezza di misura

* Prova non accreditata Accredia

Il Responsabile del Laboratorio

Dott. Andrea Marchesi

Iscr. Ord. n. 309 prov. dei Chimici e dei Fisici della Lombardia
n°3584



LAB N° 16011



Rapporto di Prova n° 202412645 del 06/11/2024

Soett. e
Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.
via Mincio, 22
20139 Milano (MI)

[R] Informazione fornita dal Richiedente

Ove indicata, l'incertezza è estesa ed è stata calcolata con un fattore di copertura $k=2$ corrispondenti ad un livello di probabilità di circa il 95%. In caso di indicazione della conformità, se non diversamente specificato, il Laboratorio si basa esclusivamente sul confronto del valore con il suo limite di riferimento, senza considerare l'incertezza di misura.

I risultati riportati nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente al campione oggetto di analisi. Il presente Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente, salvo autorizzazione scritta di Ambiente Analisi S.r.l.

Nel caso di campionamento non sia effettuato dal personale del Laboratorio, i risultati ottenuti si considerano riferiti al campione così come ricevuto e il Laboratorio declina la propria responsabilità sui rischi, infatti calcolati considerando i dati forniti dal Richiedente. In caso di alterazioni chimico-fisiche del campione prima della consegna, dovute ad un errato condizionamento e/o ad una non corretta conservazione del campione durante il trasporto, il Laboratorio declina all'eventuale responsabilità sui risultati. Nel caso in cui il Richiedente decida comunque per l'effettuazione dell'analisi.

Nel caso di metodi che prevedono fase di preconcentrazione e purificazione, ove non espressamente indicato, il recupero è da intendersi compreso all'interno del limite di accettabilità specificato nei metodi di prova o dalla normativa vigente; ove non espressamente indicato, il recupero non è stato utilizzato nel calcolo.

"Lox" e "Lox" indicano rispettivamente un valore inferiore o superiore al campo di misura della prova. Le sommatorie di più composti, se non espressamente indicato, sono state calcolate con il criterio "sum of maximums", pertanto, il limite di quantificazione della somma si riferisce al composto meno sensibile. Per effetto della matrice e dei contaminanti presenti, il campione in analisi può aver richiesto una diluizione con un conseguente innalzamento del limite di quantificazione che, seppure possa risultare superiore al limite di specificato, non è indicativo di un superamento del limite stesso. La determinazione può risultare pertanto non quantificabile con la sensibilità richiesta.

"Data inizio analisi" indica la data di inizio lavorazione del campione, che può prevedere la fase di aliquotazione e omogeneizzazione dello stesso. "Data fine analisi" si intende la data di inserimento dei risultati nel LIMS da parte del Laboratorio.

Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente.

AMBIENTE ANALISI S.r.l.

via Padre Camillo, 2
20022 Codogno (MI)
tel. 0351895202 - Fax: 0351877550
Mail: info@ambienteanalisi.it
Web: www.ambienteanalisi.it

Cap. Soc. € 33.000 i.v.
R.E.A. Milano 3644508
I.C. 21098 - Rep. Imp. 2201104150104



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202412646 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Minelo, 22

20139 Milano (MI)

DATI RELATIVI AL CAMPIONE

N.ro Accettazione: 202412646
Data arrivo campione: 18/10/2024
Data inizio prove: 18/10/2024
Campione consegnato da: Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.
Descrizione: FRF - S2C-C2 - Profondità 7,00 a 8,00 m.

[R]

DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO

Prelevatore: Personale Esterno
Prelevato presso: Livigno (SO)

[R]

[R]

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
Scheletro (Sopravaglio a 2 mm)	%	44.01	± 5.93			DM 13/03/1999 SO n 185 GU n 248 21/10/1999 Met II.1	22/10/24
Umidità *	%	7.07				D.M. 13/03/1999 Metodo II.2	22/10/24
Arsenico	mg/kg s.s.	3/5 *	± 8.4	≤ 20 ⁽¹⁾	≤ 50 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 - UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cadmio	mg/kg s.s.	0.25	± 0.05	≤ 2 ⁽¹⁾	≤ 15 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 - UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cobalto	mg/kg s.s.	9.9	± 1.3	≤ 20 ⁽¹⁾	≤ 250 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 14657:2004 cap 9.2 - UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cromo totale	mg/kg s.s.	20.5	± 4.8	≤ 150 ⁽¹⁾	≤ 800 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 - UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cromo VI *	mg/kg s.s.	<0.1		≤ 2 ⁽¹⁾	≤ 15 ⁽¹⁾⁽²⁾	CNR IRSA Q 64 Volume 3 metodo 15	25/10/24
Piombo	mg/kg s.s.	5.7	± 1.2	≤ 100 ⁽¹⁾	≤ 1000 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 - UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Rame	mg/kg s.s.	21.5	± 3.2	≤ 100 ⁽¹⁾	≤ 600 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 - UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Zinco	mg/kg s.s.	62.0	± 8.6	≤ 150 ⁽¹⁾	≤ 1500 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 - UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg s.s.	<25		≤ 50 ⁽¹⁾	≤ 750 ⁽¹⁾⁽²⁾	UNI EN ISO 16703:2011	28/10/24
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI:							
Benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁾⁽²⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁾⁽²⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.4 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁾⁽²⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁾⁽²⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁾⁽²⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24

AMBIENTE ANALISI S.r.l.

via Politecnica 7, 2
20122 Castano Primo (MI)
tel. 02/7881112 - fax 02/7877560
Mail: info@ambienteanalisi.it
Site web: www.ambienteanalisi.it

Cap. Soc. € 11.000 i.s.
I.L.S. Milano 2764508
C.F. - P.V.A. Reg. Imp. 5/01434101204

Pagina 1 di 3

Mod 7.8.2_rev.02 del 04/03/2024



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202412646 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnica Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mincio, 22

20139 Milano (MI)

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
Crisene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 5 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 ⁽¹⁾	≤ 10 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI:							
Benzene *	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 2 ^{(1)(*)}	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Etilbenzene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 10 ^{(1)(*)}	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Stirene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^{(1)(*)}	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Xilene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^{(1)(*)}	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Toluene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^{(1)(*)}	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24

(1) D.Lgs 152/06 - All. p.te V, a L.5 al t.t.V, tab.1 - Colonna B

(1) D.Lgs 152/06 - All. p.te IV, all.5 al t.t.V, tab.1 - Colonna A

* Limite superato, senza considerare l'incertezza di misura

* Prova non accreditata Accredia

Il Responsabile del Laboratorio

Dott. Andrea Varches

Iscr. Ord. Interprov. dei Chimici e dei Fisici della Lombardia
n°3584



L. 81 N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202412646 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mincio, 22

20139 Milano (MI)

[R] la formazione fornita dal Richiedente

Ove indicata, l'incertezza è estesa ed è stata calcolata con i fattori di copertura $k=2$ corrispondenti ad un livello di probabilità di circa il 95%. In caso di indicazione della conformità, se non diversamente specificato, il Laboratorio si basa esclusivamente sul confronto del valore con il suo limite di riferimento, senza considerare l'incertezza di misura.

I risultati contenuti nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente al campione e oggetto di analisi. Il presente Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente, salvo autorizzazione scritta di Ambiente Analisi S.r.l.

Nel caso il campionamento non sia effettuato dal personale del Laboratorio, i risultati ottenuti si considerano riferiti al campione così come ricevuto e il Laboratorio declina la propria responsabilità sui risultati calcolati considerando i dati forniti dal Richiedente. In caso di alterazioni chimico-fisiche del campione prima della consegna, dovute ad un errato campionamento e/o ad una non corretta conservazione del campione durante il trasporto, il Laboratorio declina altresì ogni responsabilità sui risultati nel caso in cui il Richiedente decida comunque per l'effettuazione dell'analisi.

Nel caso di metodi che prevedono fasi di pre-concentrazione e purificazione, ove non espressamente indicato, il recupero è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specifici previsti dal metodo di prova o dalla normativa vigente; ove non espressamente indicato, il recupero non è stato utilizzato nei calcoli.

"Max" e "Min" indicano rispettivamente un valore inferiore e superiore al campo di misura della prova. Le sommatorie di più composte, se non espressamente indicato, sono state calcolate con il criterio "upper bound", pertanto, il limite di quantificazione della somma si riferisce al composto meno sensibile. Per effetto della matrice e dei contaminanti presenti, il campione in analisi può aver richiesto una diluizione con un conseguente innalzamento del limite di quantificazione che, sebbene possa risultare superiore al limite di specificità, non è indicativo di un superamento del limite stesso. La determinazione può risultare pertanto non quantificabile con la sensibilità richiesta.

"Data inizio anal." indica la data di inizio lavorazione del campione che può prevedere la fase di aliquotazione e omogeneizzazione dello stesso. "Data fine analisi" si intende la data di inserimento dei risultati nel LIMS da parte del Laboratorio.

Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

AMBIENTE ANALISI S.r.l.

Via Poche D'Arno 104/A

20022 Castano Primo (MI)

Tel. 02/358502 - Fax 02/3577550

Mail: info@ambienteanalisi.it

Sito web: www.ambienteanalisi.it

Cap. Soc. € 11.000 i.v.

R.E.A. Milano 2604508

C.F. e P. IVA - Registro Imp. MI 08183150964

Pagina 3 di 3

Mod 2.8_rev02 del 04/03/2024



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202412647 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnica Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mincio, 22

20139 Milano (MI)

DATI RELATIVI AL CAMPIONE

N.ro Accettazione: 202412647
Data arrivo campione: 18/10/2024
Data inizio prova: 18/10/2024
Campione consegnato da: Studio Tecnica Geom. Ugo Celotti S.r.l.
Descrizione: FRE S20 C1 Profondità 0,00 a -1,00 m.

[3]

DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO

Prelevatore: Persona e Esterno
Prelevato presso: L.igno (SO)

[3]

[3]

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
Scheletro (Sopravaglio a Z mm)	%	37.61	± 5.07			DM 13/09/1999 SO n° 165 GU n° 248 21/10/1999 Met. II.1	22/10/24
Umidità *	%	111.01				D.M. 13/09/1999 Metodo II.2	22/10/24
Arsenico	mg/kg s.s.	55.4 *	± 12.2	≤ 20 ⁽¹⁾	≤ 50 ⁽¹⁰⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cadmio	mg/kg s.s.	0.36	± 0.07	< 2 ⁽¹⁾	< 15 ⁽¹⁰⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cobalto	mg/kg s.s.	10.0	± 1.4	≤ 20 ⁽¹⁾	≤ 250 ⁽¹⁰⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cromo totale	mg/kg s.s.	24.4	+ 5.7	< 150 ⁽¹⁾	< 800 ⁽¹⁰⁾	UNI EN 14657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cromo VI *	mg/kg s.s.	<0.1		≤ 2 ⁽¹⁾	≤ 15 ⁽¹⁰⁾	CNR IRSA Q.64 Volume 3 metodo 1h	23/11/24
Piombo	mg/kg s.s.	8.1	± 1.7	< 100 ⁽¹⁾	< 1000 ⁽¹⁰⁾	UNI EN 14657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Rame	mg/kg s.s.	19.0	± 2.8	≤ 120 ⁽¹⁾	< 600 ⁽¹⁰⁾	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Zinco	mg/kg s.s.	124	+ 17	< 150 ⁽¹⁾	< 1500 ⁽¹⁰⁾	UNI EN 14657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg s.s.	<25		≤ 50 ⁽¹⁾	≤ 750 ⁽¹⁰⁾	UNI EN ISO 16703:2011	28/10/24
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI:							
Benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁰⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270C 2018	28/10/24
Benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		< 0.1 ⁽¹⁾	< 10 ⁽¹⁰⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270C 2018	28/10/24
Benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁰⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270C 2018	28/10/24
Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg s.s.	<0.01		< 0.1 ⁽¹⁾	< 10 ⁽¹⁰⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270C 2018	28/10/24
Benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 10 ⁽¹⁰⁾	EPA 3550C 2007 + EPA 8270C 2018	28/10/24



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202412647 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mincio, 22

20139 Milano (MI)

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
Crisene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1A)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenz(a,e)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		< 0.1 ⁽¹⁾	< 10 ^(1A)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenz(a,h)fluorene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1A)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenz(a,h)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		< 0.1 ⁽¹⁾	< 10 ^(1A)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenz(a,i)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1A)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/11/24
Dibenz(a,j)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		< 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1A)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 5 ^(1A)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/11/24
Pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1A)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI:							
Benzene *	mg/kg s.s.	<0.01		< 0.1 ⁽¹⁾	≤ 2 ^(1A)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Etilbenzene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1A)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Stirene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1A)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Xilene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1A)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Toluene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1A)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24

(1A) D.Lgs 152/2006 - Al. 1, par. IV, all. 5 al. 1 - V, tab. 1 - Colonia B.

(1) D.Lgs 152/2006 - Al. 1, par. IV, al. 5 a - tit. V, tab. II - Colonia A.

* Pritta superata, senza considerare l'incertezza di misura

* Prova non accreditata Accredia

Il Responsabile del Laboratorio

Dott. Andrea Marchesi

Iscr. Ord. Interprov. dei Chimici e dei Fisici della Lombardia
n°3584



LAB N° 1501 L



Rapporto di Prova n° 202412647 del 06/11/2024

Spett.le
Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.
v/a Mincio, 22
20139 Milano (MI)

Le informazioni fornite dal Richiedente sono indicate, l'incertezza è estesa ed è stata calcolata con un fattore di copertura $k=2$ corrispondente ad un livello di probabilità di circa 95%. In caso di indicazione della conformità, se non diversamente specificato, il Laboratorio si basa esclusivamente sul confronto del valore con il suo limite di riferimento, senza considerare l'incertezza di misura. I risultati contenuti nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente al campione oggetto di analisi. Il presente Rapporto di Prova non può essere riprodotto o reimpaginato senza autorizzazione scritta di Ambiente Analisi S.r.l. Nel caso di campionamento non effettuato dal personale del Laboratorio, i risultati ottenuti si considerano riferiti al campione così come ricevuto. Il Laboratorio definisce la propria responsabilità sui risultati correlati considerando i dati forniti dal Richiedente. In caso di alterazioni chimico-fisiche del campione prima della consegna dovuta ad un errato campionamento e/o ad una non corretta conservazione del campione durante il trasporto, il Laboratorio declina altresì ogni responsabilità ed è esentato nel caso in cui il Richiedente decida comunque per l'effettuazione dell'analisi. Nel caso di metodi che prevedono fasi di preconcentrazione e purificazione, ove non espressamente indicato, il recupero è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specifici previsti dal metodo di prova e dalla normativa vigente, ove non espressamente indicato, il recupero non è stato utilizzato nei calcoli. I valori "low" hanno rispettivamente un valore inferiore o superiore al campo di misura della prova. Le scombinatorie di più composti, se non espressamente indicate, sono state calcolate con il criterio lower bound e, pertanto, il limite di quantificazione della somma si riferisce al composto meno sensibile. Per effetto della matrice e dei contaminanti presenti, il campione in analisi può aver richiesto una diluizione con un conseguente innalzamento del limite di quantificazione che, sebbene possa risultare superiore al limite specificato, non è indicativo di un superamento del limite stesso. La determinazione può risultare pertanto non quantificabile con la sensibilità richiesta. "Data fine analisi" si intende la data di inizio lavorazione del campione, che può prevedere la fase di allocatione e omogeneizzazione del prodotto. "Data fine analisi" si intende la data di inserimento dei risultati nel LIMS da parte del Laboratorio.

Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

AMBIENTE ANALISI S.r.l.

v/a Fede Dumano 103/2
20022 Castella Primo (MI)

tel. 0331883904 - fax 0331777530
email info@ambienteanalisi.it
Site web: www.ambienteanalisi.it

Cap. Soc. € 11.000 i.v.
S.S.A. Milano 1654508
C.F. e P.IVA - Reg. Imp. MI 02163110964



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202412648 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

via Mincio, 22

20139 Milano (MI)

DATI RELATIVI AL CAMPIONE

N.ro Accettazione: 202412648
Data arrivo campione: 18/10/2024
Data inizio prove: 18/10/2024
Campione consegnato da: Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.
Descrizione: FRE S2D C2 Profondità 3,50 a -4,50 m.

[H]

DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO

Prelevatore: Personale Esterno
Prelevato presso: Livigno (SO)

[R]

[R]

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
Scheletro (Sopravaglio a 2 mm)	%	41.71	± 5.02			DM 13/03/1993 SO n.185 GU n. 248 21/10/1990 Met II.1	22/10/24
Umidità *	%	1.62				DM 13/03/1993 Metodo II.2	22/10/24
Arsenico	mg/kg s.s.	41.8 ±	± 9.1	≤ 20 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1a)	UNI EN 13657:2004 cap.9.2 - UNI EN SO 22036:2024	28/10/24
Cadmio	mg/kg s.s.	<0.2		≤ 2 ⁽¹⁾	< 15 ^(1a)	UNI EN 13657:2004 cap.9.2 - UNI EN SO 22036:2024	28/10/24
Cobalto	mg/kg s.s.	10.4	+ 1.4	≤ 20 ⁽¹⁾	≤ 250 ^(1a)	UNI EN 13657:2004 cap.9.2 - UNI EN SO 22036:2024	28/10/24
Cromo totale	mg/kg s.s.	20.2	± 4.7	≤ 150 ⁽¹⁾	< 100 ^(1a)	UNI EN 13657:2004 cap.9.2 - UNI EN SO 22036:2024	28/10/24
Cromo VI *	mg/kg s.s.	<0.1		≤ 2 ⁽¹⁾	≤ 15 ^(1a)	CNR IRSA 2.64 Volume 3 metodo 16	25/10/24
Piombo	mg/kg s.s.	5.2	± 1.1	≤ 100 ⁽¹⁾	≤ 1000 ^(1a)	UNI EN 13657:2004 cap.9.2 - UNI EN SO 22036:2024	28/10/24
Rame	mg/kg s.s.	22.3	± 3.3	≤ 120 ⁽¹⁾	≤ 600 ^(1a)	UNI EN 13657:2004 cap.9.2 - UNI EN SO 22036:2024	28/10/24
Zinco	mg/kg s.s.	65.5	± 9.0	≤ 150 ⁽¹⁾	≤ 1500 ^(1a)	UNI EN 13657:2004 cap.9.2 - UNI EN SO 22036:2024	28/10/24
Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg s.s.	<25		≤ 50 ⁽¹⁾	≤ 750 ^(1a)	UNI EN ISO 16733:2011	28/10/24
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI:							
Benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1a)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1a)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1a)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1a)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1a)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24

AMBIENTE ANALISI S.r.l.

via Piero Daniele Voli, 2
20027 Caviano Primo (MI)
tel. 02 31 385 822 - Fax 02 31 577 550
E-mail: info@ambienteanalisi.it
Site web: www.ambienteanalisi.it

Cap. Soc. € 11.000,00
R.E.A. Milano 1554538
C.U. - P.V.A. - Reg. Imp. MI 0318910964

Pagina 1 di 3

Mod. 7-8.2_Rev.02 del 04/03/2024



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202412648 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celatti S.r.l.

via Mincio, 22

20133 Milano (MI)

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
Crisene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1A)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1A)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1A)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1A)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1A)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1A)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 5 ^(1A)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1A)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
SCIVENTI ORGANICI AROMATICI*							
Benzene *	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 2 ^(1A)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Etilbenzene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1A)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Stirene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1A)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Xilene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1A)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Toluene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1A)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24

(1A) D.Lgs 152/06 - All. p.te IV, a L5 al tit.M. tab.1 Colonna B

(1) D.Lgs 152/03 - All. p.te IV, all.5 al tit.M. tab.1 Colonna A

* Limite superiore, senza considerare l'incertezza di misura

* Prova non accreditata Accredia

Il Responsabile del Laboratorio

Dott. Andrea Marchesi

Iscr. Ord. Interprov. dei Chimici e dei Fisici della Lombardia
n° 3584

AMBIENTE ANALISI S.r.l.

Via Padre Donino N°6, 2

20122 Castano Primo (MI)

tel. 0391881632 fax 0391877550

Mail: info@ambienteanalisi.it

Sito web: www.ambienteanalisi.it

Cod. Sec. 011.00014

Azienda Iscritta 1674/08

C.F. e P. IVA Reg. Imp. M10516510964

Pagina 2 di 3

Mod. 7.8.2_r02 del 01/09/2023



LAB N° 1801 L



Rapporto di Prova n° 202412649 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

Via Minio, 22

20135 Milano (MI)

DATI RELATIVI AL CAMPIONE

N.ro Accettazione: 202412649
Data arrivo campione: 18/10/2024
Data inizio prova: 18/10/2024
Campione consegnato da: Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.
Descrizione: FRF S2D C2bis Profondità 5,50 a 6,50 m.

[R]

DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO

Prelevatore: Personale Esterno
Prelevato presso: Livigno (SO)

[R]

[R]

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
Schietto (Sopravaglio a 2 mm)	%	35.83	± 0.38			DM 13/09/1999 SO n 185 Gu n 248 21/10/1999 Met 1.1	21/10/24
Umidità *	%	9.02				DM 13/09/1999 Metodo 1.2	22/10/24
Arsenico	mg/kg s.s.	51.4 *	± 11.3	≤ 20 ⁽¹⁾	≤ 50 ^(1a)	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cadmio	mg/kg s.s.	0.31	+ 0.06	≤ 2 ⁽¹⁾	≤ 15 ^(1a)	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cobalto	mg/kg s.s.	10.0	± 1.3	≤ 20 ⁽¹⁾	≤ 250 ^(1a)	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cromo totale	mg/kg s.s.	19.0	± 4.4	≤ 150 ⁽¹⁾	≤ 800 ^(1a)	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Cromo VI *	mg/kg s.s.	<0.1		≤ 2 ⁽¹⁾	≤ 15 ^(1a)	CNR IRSA Q 54 Volume 3 metodo 16	25/10/24
Piombo	mg/kg s.s.	8.0	± 1.7	≤ 100 ⁽¹⁾	≤ 1000 ^(1a)	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Rame	mg/kg s.s.	22.6	± 3.3	≤ 120 ⁽¹⁾	≤ 600 ^(1a)	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Zinco	mg/kg s.s.	59.4	± 8.7	≤ 150 ⁽¹⁾	≤ 1500 ^(1a)	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN ISO 22036:2024	28/10/24
Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg s.s.	<25		≤ 50 ⁽¹⁾	≤ 750 ^(1a)	UNI EN ISO 15703 2011	28/10/24
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI:							
Benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1a)	EPA 3550C 2007 + EPA 827CE 2018	28/10/24
Benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1a)	EPA 3550C 2007 + EPA 827CE 2018	28/10/24
Benzo(a)fluorantene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1a)	EPA 3550C 2007 + EPA 827CE 2018	28/10/24
Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1a)	EPA 3550C 2007 + EPA 827CE 2018	28/10/24
Benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 10 ^(1a)	EPA 3550C 2007 + EPA 827CE 2018	28/10/24

AMBIENTE ANALISI S.r.l.

Via Pietro Demiani Nobile,
20022 Caspoggio (MI)
Tel. 0223233322 Fax 0221677550
Mail: info@ambienteanalisi.it
Sito web: www.ambienteanalisi.it

Cap. Soc. € 11.000 i.v.
R.F.A. Milano 1854905
C.F. 01994 - Reg. Imp. MI 03363350964

Pagina 1 di 3

Mod. 7.8.2 rev.02 del 04/03/2024



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202412649 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celatti S.r.l.

via Mincio, 22

20139 Milano (MI)

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data fine prova
Crisene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,j)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 10 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Indeno[1,2,3-c,d]pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 5 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
Pirene	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^{(1)(*)}	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	28/10/24
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI:							
Benzene *	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 ⁽¹⁾	≤ 2 ^{(1)(*)}	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Etilbenzene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^{(1)(*)}	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Stirene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^{(1)(*)}	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Xilene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^{(1)(*)}	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24
Toluene *	mg/kg s.s.	<0.05		≤ 0.5 ⁽¹⁾	≤ 50 ^{(1)(*)}	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	25/10/24

(18) DLgs 152/98 - All. p.te IV, al. 5 al.lett. b, lett. b - Colonna B

(1) DLgs 152/98 - All. p.te V, al. 1.5 al.lett. b, tab.1 - Colonna A

* Limite superato, senza considerare l'incertezza di misura

* Prova non accreditata Accredia

Il Responsabile del Laboratorio

Dott. Andrea Marchesi

Iscr. Ord. Interprov. dei Chimici e dei Fisici della Lombardia
n°3584



LAB N° 1601 L



Rapporto di Prova n° 202412649 del 06/11/2024

Spett.le

Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.

Via Mincio, 22

20139 Milano (MI)

[R] informazione fornita dal Richiedente

Ove non data l'incertezza è estesa ed è stata calcolata con un fattore di copertura $k=2$ corrispondente ad un livello di probabilità di errore pari al 95%. In caso di risultato di non conformità, se non è veramente specificato, il Laboratorio si basa esclusivamente sul confronto del valore con il suo limite di riferimento, senza considerare l'incertezza di misura.

I risultati contenuti nel presente Rapporto di Prova si riferiscono esclusivamente al campione oggetto di analisi. Il presente Rapporto di Prova non può essere riprodotto o alterato, salvo autorizzazione scritta di Ambiente Analisi S.r.l.

Ne caso il campionamento non sia effettuato dal personale del Laboratorio, i risultati ottenuti si considerano riferiti al campione così come ricevuto nel Laboratorio: declina la propria responsabilità di diligenza analitica considerando i dati forniti dal Richiedente. In caso di alterazioni chimico-fisiche del campione prima della consegna, dovute ad un errato campionamento e/o ad una non corretta conservazione del campione durante il trasporto, il Laboratorio declina ogni responsabilità sui risultati nel caso in cui il Richiedente non dia comunque per l'effettuazione dell'analisi.

Ne caso di metodi che prevedono fasi di preconcentrazione e purificazione, ove non espressamente indicato, il recupero è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specifici previsti dal metodo di prova o dalla normativa vigente, ove non espressamente indicato, il recupero non è stato utilizzato nell'analisi.

Se il valore è stato rispettivamente un valore inferiore o superiore al campo di misura della prova, la somma dei più composti, se non espressamente indicato, non viene calcolata nel criterio lower bound, pertanto, il limite di quantificazione della somma si riferisce al composto meno sensibile. Per effetto della matrice e dei contaminanti presenti, il campione in analisi può aver richiesto una diluizione con un conseguente innalzamento del limite di quantificazione che, sebbene possa risultare superiore al limite di specificità, non è indicativo di un superamento del limite stesso. La determinazione può risultare pertanto non quantificabile con la sensibilità richiesta.

"Data inizio analisi": si intende la data di inizio lavorazione del campione, che può prevedere la fase di aliquotazione e omogeneizzazione dello stesso. "Data fine analisi": intende la data di inserimento dei risultati nel CMS da parte del Laboratorio.

Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente

AMBIENTE ANALISI S.r.l.

Via Padri Ossiani 102/2

20022 Cesano Maderno (MI)

Tel. 0362/888802 - Fax 0362/773350

Mail: info@ambienteanalisi.it

Web: www.ambienteanalisi.it

Cap. Soc. € 33.000 i.p.

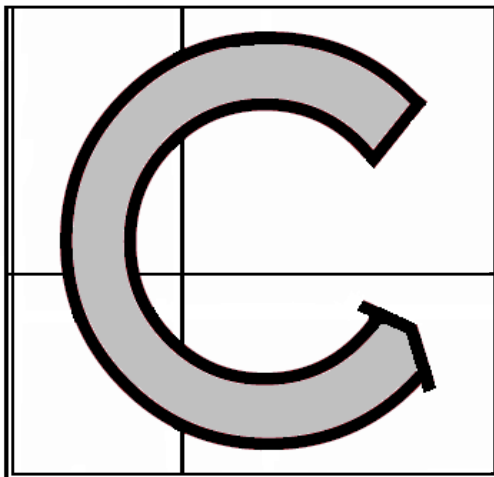
R.E.A. Milano 1634508

C.F. e P.A.A. - Reg. Imp. ASI 03163150804

Pagina 3 di 3

Mod. 2.8_2_rev02 del 01/03/2024

Analisi geotecniche



STUDIO TECNICO

Geom. UGO CELOTTI S.R.L.

VIA MINCIO 22 - CAP 20139 MILANO - TEL. 025393977 r.a. - 025392262 FAX
e-mail: studiocelotti@studiocelotti.it

INDAGINI GEOGNOSTICHE - PROVE SU TERRENI DI FONDAZIONE
RICERCHE IDROLOGICHE AMBIENTALI - STRUMENTAZIONI GEOTECNICHE
PERFORAZIONI PROFONDE PER GEOTERMIA PER DISPERSORI PER STRUMENTAZIONI
RILIEVI TOPOGRAFICI - PROSPEZIONI GEOFISICHE E GEOELETTRICHE

COMUNE DI LIVIGNO
Plaza dal Comun n. 93 - LIVIGNO (Sondrio)

Indagini geognostiche, geotecniche ed ambientali eseguite nei terreni interessati dall'opera pubblica denominata Venues - Sedi ed Impianti Olimpici - Collegamento dei versanti sciistici est ed ovest in comune di Livigno (Sondrio) - Piazza Placheda.

PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Disegno n. 7530/1Ab

Data: Dicembre 2023

N.B. - Lo zero di riferimento delle profondità coincide con il piano d'inizio dei sondaggi.

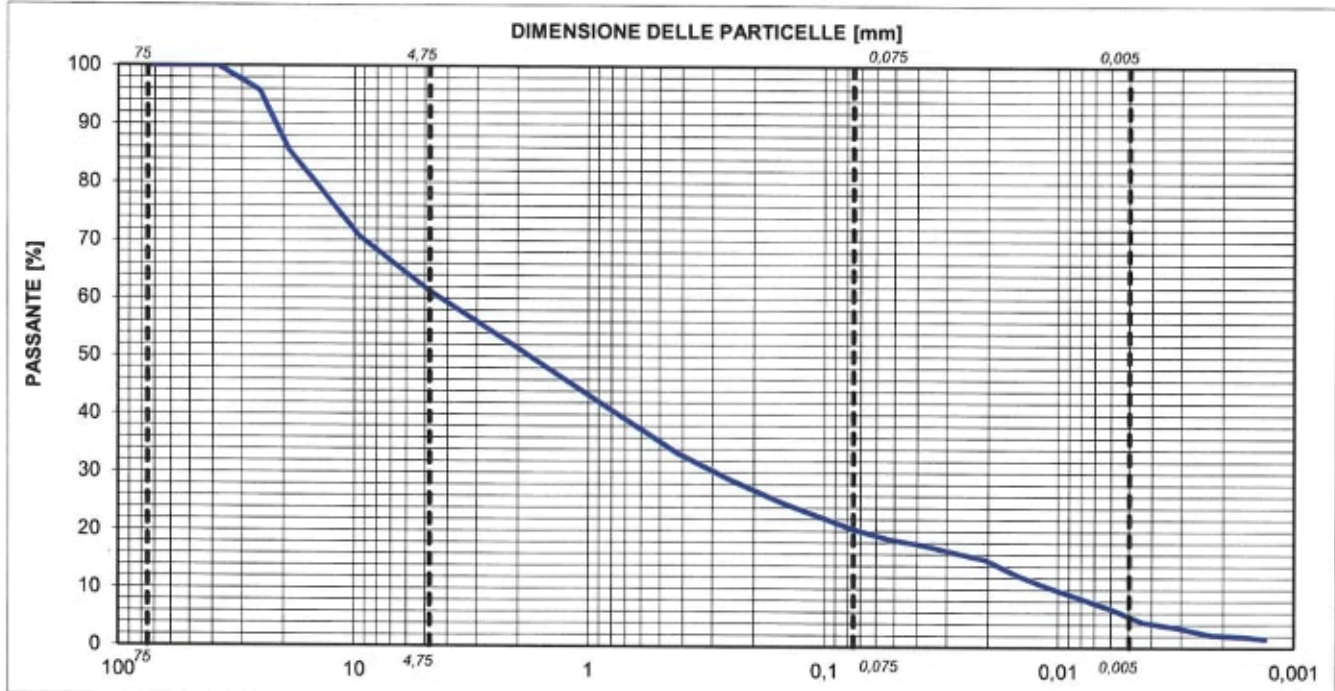
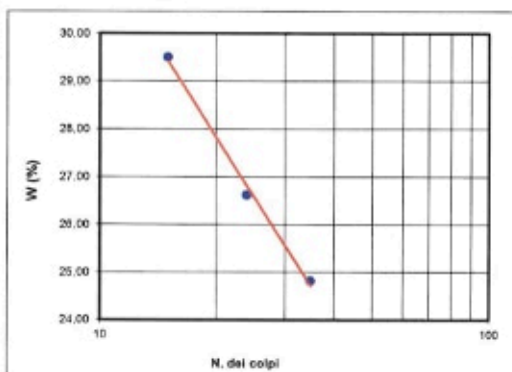


Certificato n. 5873	del 29/12/2023	Accettazione n. 3549	del 05/12/2023
----------------------------	-----------------------	-----------------------------	-----------------------

SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D6913)	data inizio prova 06/12/2023	data fine prova 19/12/2023
LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)	data inizio prova 06/12/2023	data fine prova 20/12/2023

COMMITTENTE:	COMUNE DI LIVIGNO		
COMMESSA:	-		
LOCALITA':	LIVIGNO (SO)		
SONDAGGIO :	PLA-S1	CAMPIONE:	A IN CLASSE Q3
		PROFONDITA' :	2,00-3,00 m

ANALISI PER SETACCIATURA				ANALISI PER SEDIMENTAZIONE				LIMITI DI CONSISTENZA					
Peso iniziale	732,6	g		Peso iniziale	50	g		Limite Liquido (WL)	26	%			
Diametro massimo	40	mm		Diametro massimo	0,075	mm		Limite Plastico (WP)	21	%			
Diametro minimo	20	mm						Indice di Plasticità (IP)	5	%			
Contenuto d'acqua	-	%						Indice di Consistenza (IC)	-	%			
	mm	Set. in. - No.	Percentuale passante	Diametro	u.m.	Percentuale							
Passante	75,0	3	100,00 %	0,0534	mm	18,64 %							
Passante	50,8	2	100,00 %	0,0386	mm	17,68 %							
Passante	38,1	1 1/2	100,00 %	0,0280	mm	16,40 %							
Passante	25,4	1	95,66 %	0,0203	mm	15,11 %							
Passante	19,0	3/4	85,55 %	0,0151	mm	12,54 %							
Passante	9,5	3/8	70,77 %	0,0114	mm	10,61 %							
Passante	4,75	No. 4	61,25 %	0,0083	mm	8,68 %							
Passante	2,0	No. 10	51,48 %	0,0060	mm	6,76 %							
Passante	0,850	No. 20	41,50 %	0,0044	mm	4,51 %							
Passante	0,425	No. 40	33,36 %	0,0032	mm	3,54 %							
Passante	0,254	No. 60	28,76 %	0,0023	mm	2,26 %							
Passante	0,150	No. 100	24,80 %	0,0016	mm	1,94 %							
Passante	0,075	No. 200	20,32 %	0,0013	mm	1,62 %							
Ghiaia g	(19-75)		14,45 %	ASTM CLASSIFICATION SC-SM AASHTO M 145-82 -									
Ghiaia f	(4,75-19,0)		24,30 %										
Sabbia g	(2-4,75)		9,77 %										
Sabbia m	(0,425-2)		18,12 %										
Sabbia f	(0,075-0,425)		13,05 %										
Limo+argilla	(< 0,075)		20,32 %										
Limo	(0,005-0,075)		14,98 %										
Argilla	(< 0,005)		5,33 %										



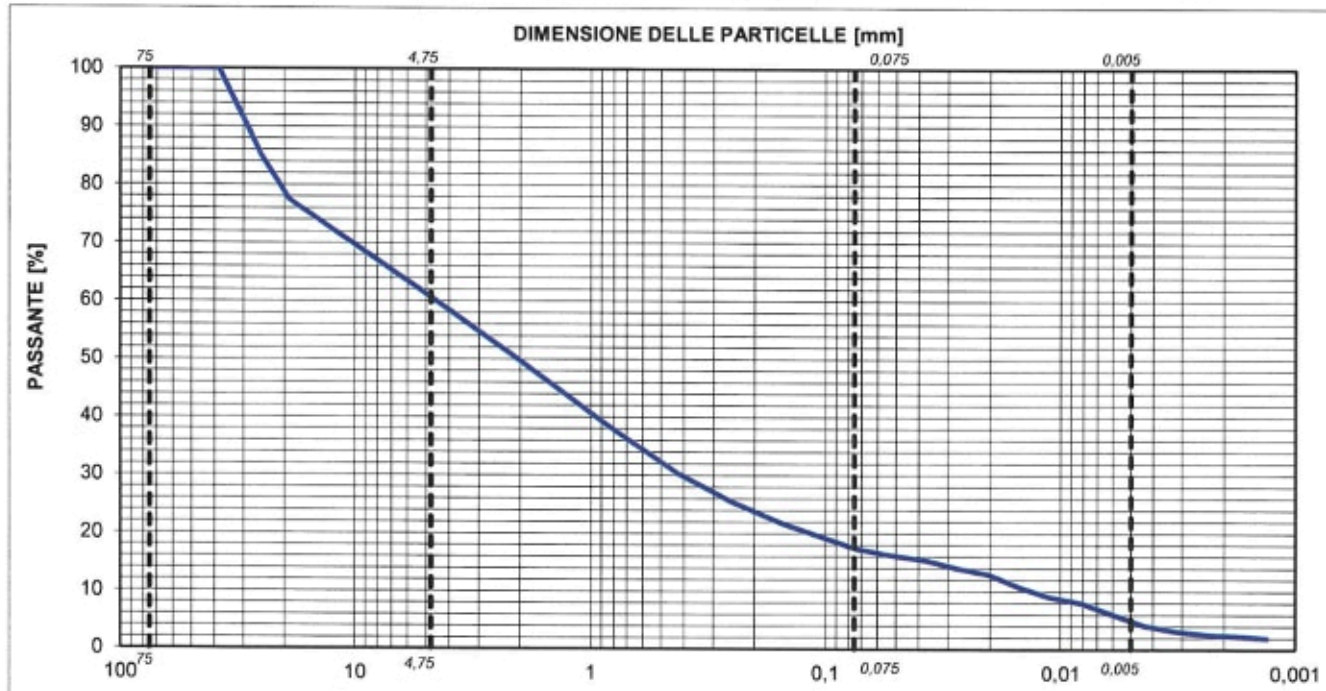
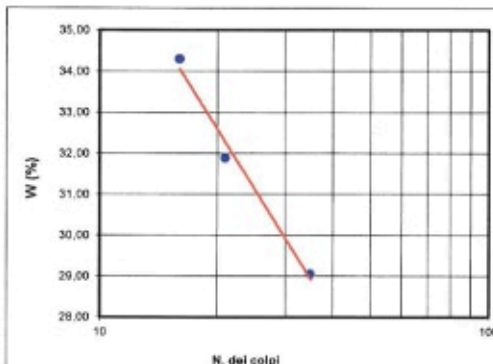


Certificato n. 5874	del 29/12/2023	Accettazione n. 3549	del 05/12/2023
----------------------------	-----------------------	-----------------------------	-----------------------

SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D6913)	data inizio prova 06/12/2023	data fine prova 19/12/2023
LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)	data inizio prova 06/12/2023	data fine prova 20/12/2023

COMMITTENTE:	COMUNE DI LIVIGNO		
COMMESSA:	-		
LOCALITA':	LIVIGNO (SO)		
SONDAGGIO :	PLA-S1	CAMPIONE:	B IN CLASSE Q3
		PROFONDITA' :	4,00-5,00 m

ANALISI PER SETACCIATURA				ANALISI PER SEDIMENTAZIONE				LIMITI DI CONSISTENZA					
Peso iniziale	782,8	g		Peso iniziale	50	g		Limite Liquido (WL)	31	%			
Diametro massimo	60	mm		Diametro massimo	0,075	mm		Limite Plastico (WP)	23	%			
Diametro minimo	20	mm						Indice di Plasticità (IP)	8	%			
Contenuto d'acqua	-	%						Indice di Consistenza (IC)	-	%			
	mm	Set. in- No.	Percentuale passante		Diametro	u.m.	Percentuale		Tare (g)	Peso umido (g)	Peso secco (g)	Umidità (%)	N. dei colpi
Passante	75,0	3	100,00 %		0,0530	mm	16,28 %	LL	22,41	50,21	43,11	34,30	16
Passante	50,8	2	100,00 %		0,0383	mm	15,45 %		21,36	47,71	41,34	31,88	21
Passante	38,1	1 1/2	100,00 %		0,0280	mm	14,07 %		21,64	51,19	44,54	29,04	35
Passante	25,4	1	85,00 %		0,0203	mm	12,97 %						
Passante	19,0	3/4	77,36 %		0,0151	mm	10,77 %	LP	22,14	29,83	28,38	23,24	-
Passante	9,5	3/8	69,08 %		0,0114	mm	9,11 %		22,36	30,12	28,67	22,98	-
Passante	4,75	No. 4	60,71 %		0,0082	mm	8,01 %						
Passante	2,0	No. 10	49,75 %		0,0060	mm	6,08 %						
Passante	0,850	No. 20	38,69 %		0,0044	mm	4,15 %						
Passante	0,425	No. 40	30,20 %		0,0032	mm	3,04 %						
Passante	0,254	No. 60	25,43 %		0,0022	mm	2,49 %						
Passante	0,150	No. 100	21,61 %		0,0016	mm	2,22 %						
Passante	0,075	No. 200	17,44 %		0,0013	mm	1,94 %						
Ghiaia g	(19-75)		22,64 %	ASTM CLASSIFICATION SC AASHTO M 145-82 -									
Ghiaia f	(4,75-19,0)		16,65 %										
Sabbia g	(2-4,75)		10,97 %	gs - Mg/mc									
Sabbia m	(0,425-2)		19,55 %										
Sabbia f	(0,075-0,425)		12,76 %	CU - -									
Limo+argilla	(< 0,075)		17,44 %										
Limo	(0,005-0,075)		12,56 %	CC - -									
Argilla	(< 0,005)		4,88 %										





Certificato 5886	del 29/12/2023	Accettazione 3549	del 05/12/2023
-------------------------	-----------------------	--------------------------	-----------------------

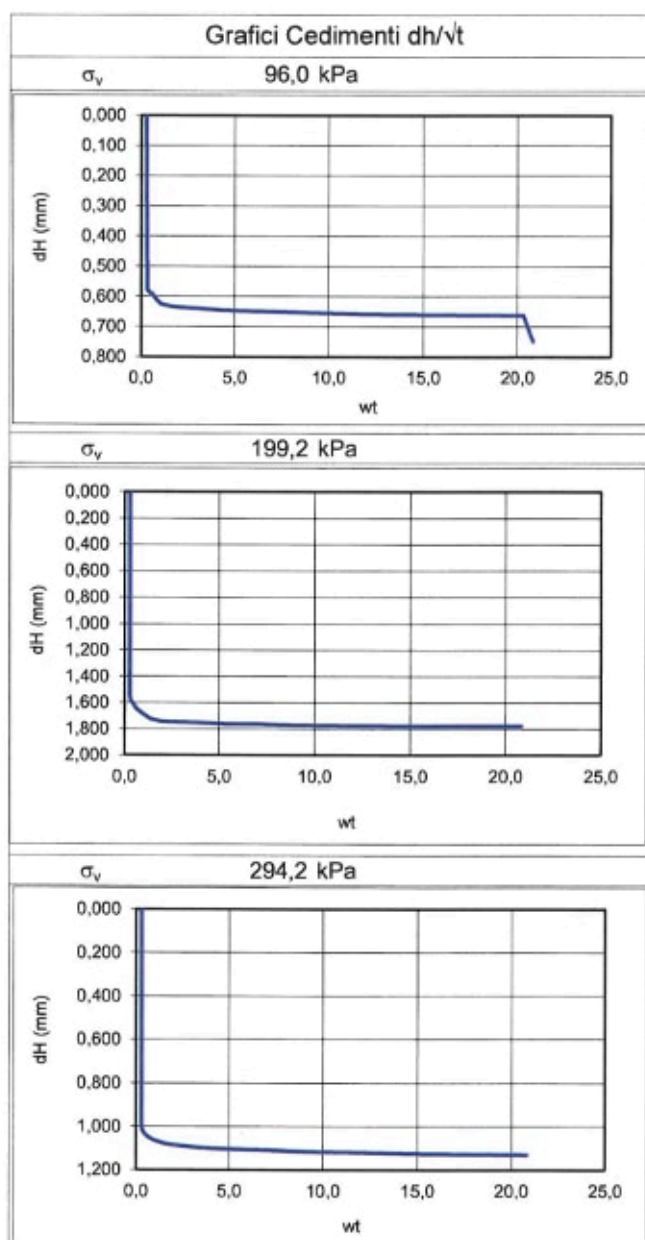
PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

data inizio prova	06/12/2023	data fine prova	20/12/2023
-------------------	------------	-----------------	------------

COMMITTENTE:	COMUNE DI LIVIGNO
COMMESSA:	-
LOCALITA':	LIVIGNO (SO)
CAMPIONE:	PLA-S1
SONDAGGIO:	B IN CLASSE Q3
PROFONDITA':	4,00-5,00 m

Dati Proveni		σ_v (kPa)	σ_v (kPa)	σ_v (kPa)
		96,0	199,2	294,2
Sezione provino	mmq	28255,49	28255,49	28255,49
Altezza iniziale	mm	19,76	19,76	19,76
Altezza finale	mm	18,69	17,46	18,13
Peso tara 1	Mg	4,43E-05	4,45E-05	4,45E-05
Tara + p. umido iniziale	Mg	1,55E-04	1,55E-04	1,55E-04
Peso tara 2	Mg	4,02E-05	4,27E-05	4,00E-05
Tara + p. umido finale	Mg	1,58E-04	1,60E-04	1,57E-04
Tara + p. provino secco	Mg	1,43E-04	1,46E-04	1,42E-04
Peso di volume iniziale	Mg/mc	1,99	1,98	1,97
Peso di volume finale	Mg/mc	2,23	2,38	2,28
Peso di volume secco	Mg/mc	1,84	1,84	1,83
Contenuto acqua iniziale	%	8,24	7,61	7,91
Contenuto acqua finale	%	14,81	14,36	14,76
Saturazione iniziale	%	46,49	43,39	43,95
Saturazione finale	%	100,00	100,00	100,00
Indice dei vuoti iniziale	-	0,48	0,48	0,49
Indice dei vuoti finale	-	0,40	0,30	0,37
Peso vol. secco finale	Mg/mc	1,94	2,08	1,99
Altezza fine consolidazione	mm	19,01	17,98	18,62
Valore t_{100}	min	1,40	1,70	2,00

Lecture Tempi - Cedimenti		σ_v (KpA)	σ_v (KpA)	σ_v (KpA)
		96,0	199,2	294,2
[min]	lettura	dH [mm]	dH [mm]	dH [mm]
0,10	1	0,00	0,00	0,00
0,10	2	0,00	1,55	0,99
0,13	3	0,58	1,59	1,02
0,23	4	0,59	1,61	1,04
0,42	5	0,59	1,65	1,05
0,70	6	0,61	1,67	1,06
1,20	7	0,63	1,70	1,07
2,05	8	0,63	1,73	1,08
3,48	9	0,64	1,74	1,09
5,92	10	0,64	1,75	1,09
10,07	11	0,64	1,75	1,10
17,13	12	0,65	1,76	1,10
29,12	13	0,65	1,76	1,11
49,52	14	0,65	1,77	1,11
84,18	15	0,65	1,77	1,12
143,12	16	0,66	1,78	1,12
243,30	17	0,66	1,78	1,13
413,62	18	0,66	1,78	1,13
435,08	19	0,75	1,78	1,13
0,00	20	0,00	0,00	0,00
0,00	21	0,00	0,00	0,00



Capitale Sociale € 95.000,00 - i.v. Sede Legale Via E. Pagliano, 37 20149 MILANO

Laboratorio: Via A. Martini, 11 20092 CINISELLO BALSAMO (MI) Tel. 0261293850 r.a. Fax 0261770281

E-mail: info@gealtair.it P.E.C.: altairsl@legalmail.it R.E.A. n. 1198777 - Registro Imprese Milano / C.F. / p.IVA n. 08041580153



Certificato 5886

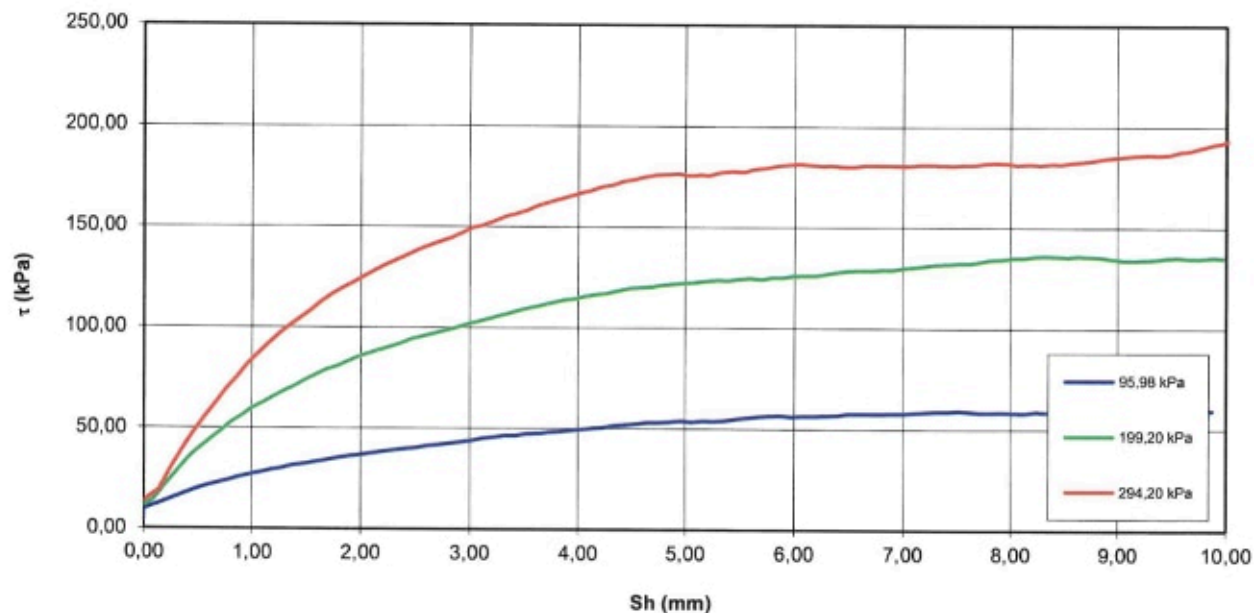
del 29/12/2023

Accettazione 3549

del 05/12/2023

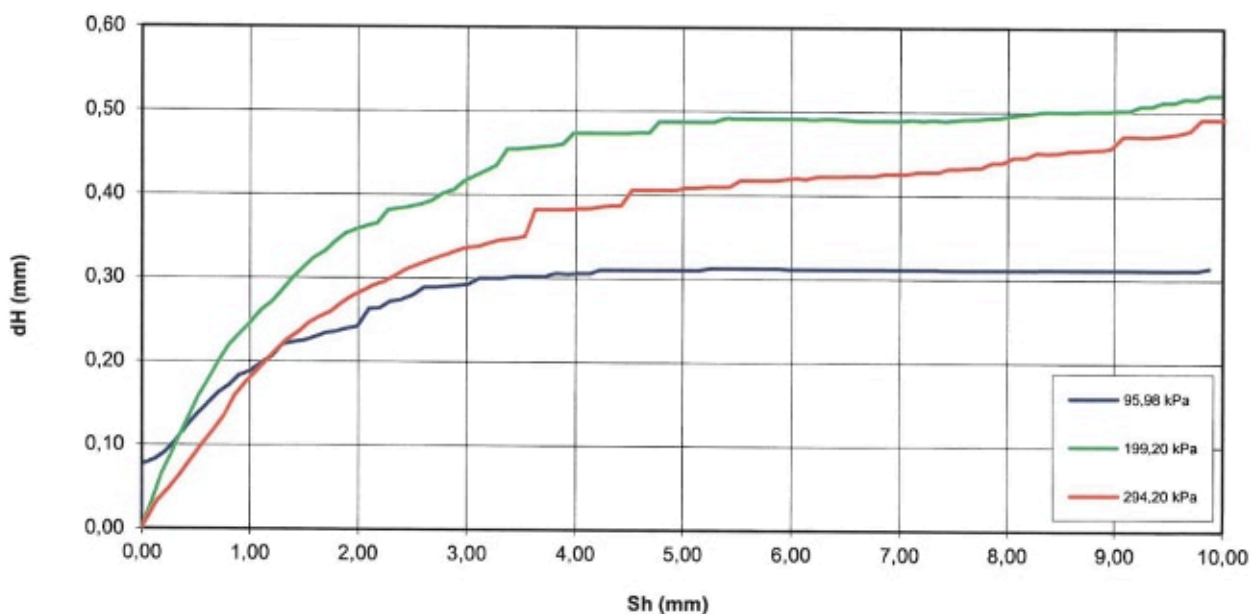
PROVA DI TAGLIO DIRETTO FASE DI ROTTURA

GRAFICO (t Sh) ASTM D3080



PROVA DI TAGLIO DIRETTO FASE DI ROTTURA

GRAFICI (deformazione verticale/scorrimento orizzontale) ASTM D3080





Certificato 5886

del 29/12/2023

Accettazione 3549

del 05/12/2023

PROVA DI TAGLIO DIRETTO FASE DI ROTTURA ' - DATI SPERIMENTALI

dt (min)	σ_v 95,98 kPa				σ_v 199,20 kPa				σ_v 294,20 kPa			
	Sh (mm)	dH (mm)	F (N)	τ (kPa)	Sh (mm)	dH (mm)	F (N)	τ (kPa)	Sh (mm)	dH (mm)	F (N)	τ (kPa)
0	0,00	0,00	12,21	4,32	0,00	0,00	31,73	11,23	0,00	0,00	37,92	13,42
10	0,00	0,03	12,43	4,40	0,09	0,03	39,94	14,13	0,14	0,03	52,83	18,70
20	0,00	0,06	20,00	7,08	0,18	0,07	58,07	20,55	0,25	0,05	85,02	30,09
30	0,00	0,08	26,81	9,49	0,27	0,09	73,29	25,94	0,36	0,07	111,81	39,57
40	0,12	0,08	33,51	11,86	0,36	0,11	87,86	31,09	0,47	0,08	135,90	48,10
50	0,22	0,09	39,13	13,85	0,44	0,13	102,54	36,29	0,56	0,10	156,31	55,32
60	0,31	0,10	44,75	15,84	0,53	0,16	114,84	40,64	0,67	0,12	176,08	62,32
70	0,41	0,12	50,69	17,94	0,63	0,18	126,07	44,62	0,77	0,14	195,64	69,24
80	0,51	0,14	56,42	19,97	0,72	0,20	137,29	48,59	0,86	0,16	211,84	74,97
90	0,61	0,15	60,96	21,57	0,81	0,22	149,49	52,91	0,95	0,17	229,23	81,13
100	0,71	0,16	64,64	22,88	0,91	0,23	158,34	56,04	1,05	0,19	244,36	86,48
110	0,80	0,17	68,53	24,25	1,01	0,25	168,59	59,67	1,15	0,20	259,37	91,79
120	0,90	0,18	73,07	25,86	1,11	0,26	176,69	62,53	1,25	0,21	272,55	96,46
130	1,00	0,19	76,09	26,93	1,20	0,27	185,65	65,70	1,35	0,23	284,33	100,63
140	1,10	0,20	79,66	28,19	1,30	0,28	192,66	68,19	1,45	0,24	295,34	104,53
150	1,20	0,21	82,79	29,30	1,40	0,30	200,22	70,86	1,54	0,25	306,15	108,35
160	1,30	0,22	85,39	30,22	1,49	0,31	208,31	73,72	1,64	0,25	317,38	112,33
170	1,40	0,22	89,49	31,67	1,60	0,32	215,76	76,36	1,74	0,26	328,62	116,30
180	1,51	0,23	91,66	32,44	1,69	0,33	222,99	78,92	1,84	0,27	337,15	119,32
190	1,61	0,23	94,14	33,32	1,79	0,34	227,96	80,68	1,94	0,28	345,25	122,19
200	1,70	0,23	96,52	34,16	1,89	0,35	234,43	82,97	2,03	0,28	354,00	125,29
210	1,80	0,24	99,44	35,19	1,99	0,36	241,45	85,45	2,14	0,29	362,54	128,31
220	1,90	0,24	102,03	36,11	2,09	0,36	245,98	87,06	2,24	0,30	370,53	131,14
230	2,00	0,24	103,44	36,61	2,18	0,37	250,73	88,74	2,33	0,30	376,90	133,39
240	2,10	0,26	105,92	37,49	2,28	0,38	254,94	90,23	2,44	0,31	383,71	135,80
250	2,20	0,26	108,30	38,33	2,38	0,38	260,66	92,25	2,53	0,32	391,27	138,48
260	2,30	0,27	110,03	38,94	2,48	0,39	266,27	94,24	2,63	0,32	397,21	140,58
270	2,41	0,27	112,30	39,74	2,58	0,39	270,05	95,57	2,73	0,33	402,94	142,61
280	2,51	0,28	113,81	40,28	2,68	0,39	273,83	96,91	2,83	0,33	407,69	144,29
290	2,61	0,29	116,41	41,20	2,78	0,40	277,71	98,29	2,93	0,33	414,82	146,81
300	2,71	0,29	118,14	41,81	2,88	0,41	282,03	99,81	3,02	0,34	421,95	149,33
310	2,82	0,29	119,97	42,46	2,97	0,42	286,24	101,30	3,13	0,34	425,30	150,52
320	2,91	0,29	122,03	43,19	3,08	0,42	290,46	102,79	3,23	0,34	431,57	152,74
330	3,02	0,29	124,30	43,99	3,18	0,43	294,33	104,17	3,33	0,35	437,29	154,76
340	3,12	0,30	126,89	44,91	3,27	0,43	298,33	105,58	3,43	0,35	441,50	156,25
350	3,22	0,30	128,84	45,60	3,37	0,45	302,75	107,15	3,53	0,35	446,47	158,01
360	3,33	0,30	130,89	46,32	3,48	0,45	306,85	108,60	3,63	0,38	453,28	160,42
370	3,43	0,30	131,54	46,55	3,58	0,46	310,09	109,75	3,73	0,38	457,49	161,91
380	3,53	0,30	133,70	47,32	3,68	0,46	313,76	111,04	3,83	0,38	462,03	163,52
390	3,64	0,30	134,24	47,51	3,78	0,46	317,65	112,42	3,93	0,38	466,57	165,12
400	3,73	0,30	136,08	48,16	3,89	0,46	320,89	113,57	4,03	0,38	471,21	166,77
410	3,83	0,31	136,94	48,47	3,99	0,47	323,26	114,41	4,13	0,38	474,78	168,03
420	3,93	0,31	138,78	49,12	4,09	0,47	326,50	115,55	4,23	0,39	480,18	169,94
430	4,03	0,31	139,75	49,46	4,19	0,47	328,98	116,43	4,33	0,39	482,23	170,67
440	4,14	0,31	141,92	50,23	4,29	0,47	330,49	116,97	4,43	0,39	487,31	172,46
450	4,24	0,31	142,89	50,57	4,39	0,47	334,49	118,38	4,53	0,41	490,55	173,61
460	4,33	0,31	145,37	51,45	4,49	0,47	337,51	119,45	4,63	0,41	494,11	174,87
470	4,44	0,31	146,56	51,87	4,58	0,47	338,37	119,75	4,73	0,41	496,71	175,79
480	4,55	0,31	148,18	52,44	4,69	0,47	339,99	120,33	4,84	0,41	497,35	176,02
490	4,65	0,31	149,70	52,98	4,78	0,49	341,82	120,98	4,94	0,41	498,33	176,36
500	4,75	0,31	149,59	52,94	4,89	0,49	343,77	121,66	5,03	0,41	495,84	175,48
510	4,85	0,31	150,67	53,32	4,99	0,49	345,39	122,24	5,13	0,41	496,71	175,79
520	4,95	0,31	152,40	53,94	5,09	0,49	346,36	122,58	5,23	0,41	496,27	175,64
530	5,06	0,31	150,67	53,32	5,19	0,49	347,98	123,15	5,34	0,41	500,38	177,09
540	5,16	0,31	152,18	53,86	5,30	0,49	349,27	123,61	5,43	0,41	502,32	177,78
550	5,26	0,31	151,75	53,71	5,40	0,49	348,84	123,46	5,53	0,42	500,81	177,24
560	5,37	0,31	153,26	54,24	5,50	0,49	350,89	124,18	5,64	0,42	504,92	178,70
570	5,47	0,31	155,32	54,97	5,60	0,49	352,08	124,61	5,73	0,42	506,86	179,38
580	5,57	0,31	157,05	55,58	5,70	0,49	350,35	123,99	5,84	0,42	509,88	180,45
590	5,67	0,31	158,56	56,12	5,80	0,49	353,05	124,95	5,94	0,42	511,18	180,91
600	5,77	0,31	159,64	56,50	5,90	0,49	352,94	124,91	6,05	0,42	512,91	181,53
610	5,87	0,31	160,18	56,69	6,00	0,49	355,64	125,87	6,14	0,42	510,97	180,84
620	5,98	0,31	158,89	56,23	6,10	0,49	356,07	126,02	6,25	0,42	509,56	180,34
630	6,08	0,31	159,43	56,42	6,20	0,49	355,86	125,94	6,35	0,42	509,99	180,49



Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti prove terre (settore "a") e rocce (settore "b")
D.P.R. 06.06.2001 n.380 art. 59 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n. 52505 del 11.10.2004 e successivi rinnovi
Laboratorio Certificato UNI EN ISO 9001 ICMO n.11353 del 28.10.2011 e successivi rinnovi

Certificato 5886	del 29/12/2023	Accettazione 3549	del 05/12/2023
------------------	----------------	-------------------	----------------

PROVA DI TAGLIO DIRETTO FASE DI ROTTURA ' - DATI SPERIMENTALI

	95,98 kPa				199,20 kPa				294,20 kPa			
	σ_v				σ_v				σ_v			
dt (min)	Sh (mm)	dH (mm)	F (N)	τ (kPa)	Sh (mm)	dH (mm)	F (N)	τ (kPa)	Sh (mm)	dH (mm)	F (N)	τ (kPa)
640	6,18	0,31	159,75	56,54	6,30	0,49	358,45	126,86	6,46	0,42	509,02	180,15
650	6,29	0,31	160,18	56,69	6,40	0,49	360,82	127,70	6,55	0,42	508,80	180,07
660	6,39	0,31	160,40	56,77	6,51	0,49	362,87	128,42	6,65	0,42	510,53	180,68
670	6,50	0,31	162,45	57,49	6,61	0,49	363,20	128,54	6,75	0,42	510,64	180,72
680	6,60	0,31	162,99	57,69	6,71	0,49	363,63	128,69	6,86	0,43	510,64	180,72
690	6,69	0,31	163,21	57,76	6,81	0,49	364,60	129,04	6,96	0,43	509,99	180,49
700	6,80	0,31	162,88	57,65	6,91	0,49	364,71	129,07	7,06	0,43	510,21	180,57
710	6,90	0,31	163,64	57,91	7,01	0,49	367,08	129,91	7,16	0,43	511,29	180,95
720	7,00	0,31	163,64	57,91	7,11	0,49	368,27	130,34	7,25	0,43	511,29	180,95
730	7,10	0,31	164,94	58,37	7,21	0,49	370,32	131,06	7,36	0,43	510,97	180,84
740	7,21	0,31	165,69	58,64	7,31	0,49	371,83	131,60	7,45	0,43	510,64	180,72
750	7,31	0,31	166,34	58,87	7,42	0,49	372,48	131,82	7,55	0,43	511,40	180,99
760	7,41	0,31	166,56	58,95	7,52	0,49	373,66	132,24	7,66	0,43	511,94	181,18
770	7,51	0,31	167,32	59,22	7,62	0,49	373,66	132,24	7,76	0,43	513,99	181,91
780	7,62	0,31	166,23	58,83	7,71	0,49	376,26	133,16	7,85	0,44	514,75	182,18
790	7,72	0,31	165,37	58,53	7,82	0,49	378,85	134,08	7,95	0,44	514,31	182,02
800	7,82	0,31	165,15	58,45	7,92	0,49	379,17	134,19	8,06	0,45	511,94	181,18
810	7,92	0,31	165,69	58,64	8,02	0,50	381,11	134,88	8,17	0,45	513,02	181,56
820	8,02	0,31	164,83	58,34	8,12	0,50	381,44	135,00	8,27	0,45	511,72	181,10
830	8,13	0,31	164,51	58,22	8,23	0,50	383,59	135,76	8,37	0,45	513,56	181,75
840	8,23	0,31	166,23	58,83	8,33	0,50	384,13	135,95	8,47	0,45	513,34	181,68
850	8,33	0,31	165,59	58,60	8,43	0,50	383,59	135,76	8,57	0,45	515,72	182,52
860	8,44	0,31	165,37	58,53	8,53	0,50	382,62	135,42	8,67	0,45	516,58	182,83
870	8,54	0,31	165,80	58,68	8,63	0,50	384,13	135,95	8,77	0,46	518,42	183,48
880	8,64	0,31	165,37	58,53	8,74	0,50	383,06	135,57	8,87	0,46	521,34	184,51
890	8,75	0,31	167,53	59,29	8,84	0,50	382,62	135,42	8,97	0,46	522,42	184,89
900	8,85	0,31	166,67	58,99	8,94	0,50	380,36	134,61	9,09	0,47	524,14	185,50
910	8,94	0,31	166,02	58,76	9,05	0,50	378,41	133,93	9,17	0,47	525,76	186,08
920	9,05	0,31	166,99	59,10	9,15	0,50	378,52	133,96	9,28	0,47	526,63	186,38
930	9,16	0,31	168,29	59,56	9,25	0,51	378,95	134,12	9,39	0,47	525,98	186,15
940	9,26	0,31	168,50	59,64	9,35	0,51	379,71	134,38	9,49	0,47	527,49	186,69
950	9,36	0,31	169,15	59,87	9,46	0,51	381,54	135,03	9,59	0,48	530,63	187,80
960	9,47	0,31	169,37	59,94	9,56	0,51	382,08	135,22	9,69	0,48	533,22	188,71
970	9,57	0,31	166,88	59,06	9,66	0,52	380,79	134,77	9,80	0,49	537,54	190,24
980	9,66	0,31	166,23	58,83	9,76	0,52	380,90	134,80	9,90	0,49	541,32	191,58
990	9,77	0,31	167,42	59,25	9,87	0,52	382,19	135,26	10,00	0,49	544,99	192,88
1000	9,87	0,31	168,29	59,56	9,98	0,52	381,54	135,03	10,10	0,49	549,42	194,45
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,0								



Certificato n.	5875	del	29/12/2023	Accettazione n.	3549	del	05/12/2023
-----------------------	-------------	------------	-------------------	------------------------	-------------	------------	-------------------

SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D6913)	data inizio prova	06/12/2023	data fine prova	19/12/2023
LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)	data inizio prova	06/12/2023	data fine prova	20/12/2023

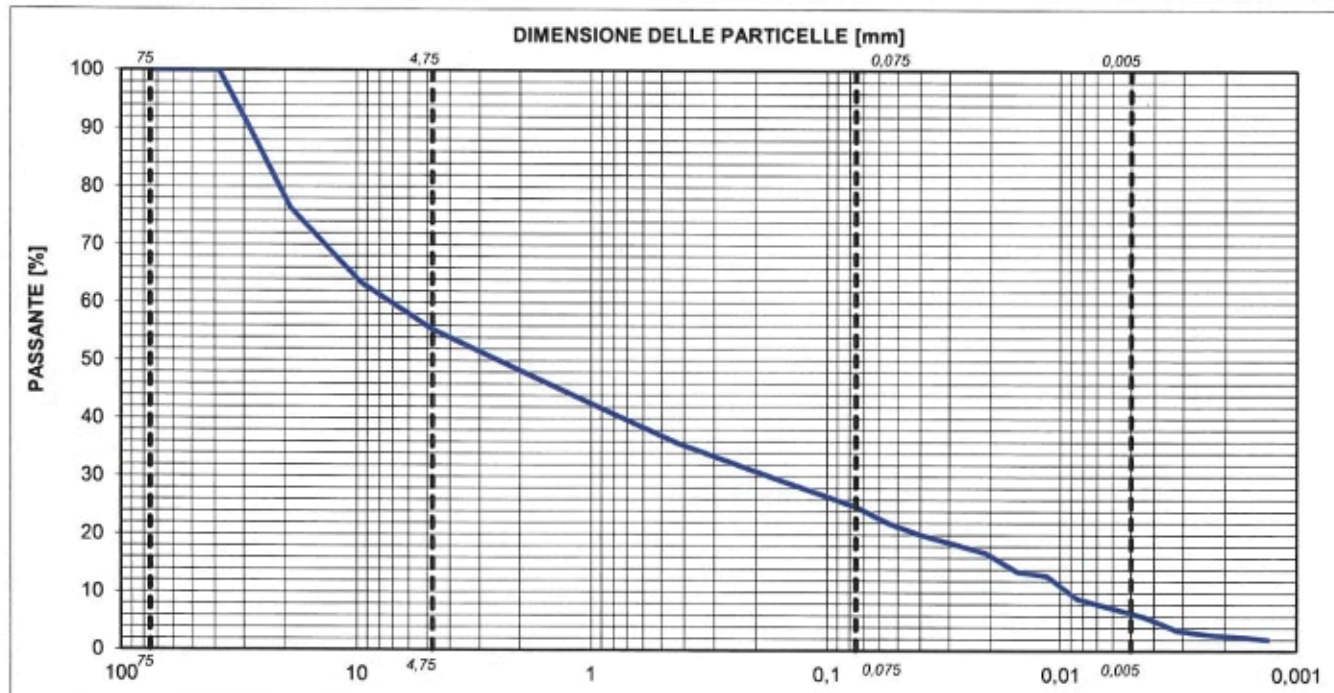
COMMITTENTE:	COMUNE DI LIVIGNO			
COMMESSA:	-			
LOCALITA':	LIVIGNO (SO)			
SONDAGGIO :	PLA-S1	CAMPIONE:	D IN CLASSE Q3	PROFONDITA' : 10,00-11,00 m

ANALISI PER SETACCIATURA				
Peso iniziale	942,9	g		
Diametro massimo	50	mm		
Diametro minimo	20	mm		
Contenuto d'acqua	-	%		
	mm	Sef. in. - No.	Percentuale passante	
Passante	75,0	3	100,00	%
Passante	50,8	2	100,00	%
Passante	38,1	1 1/2	100,00	%
Passante	25,4	1	86,00	%
Passante	19,0	3/4	76,38	%
Passante	9,5	3/8	63,33	%
Passante	4,75	No. 4	55,31	%
Passante	2,0	No. 10	48,25	%
Passante	0,850	No. 20	41,27	%
Passante	0,425	No. 40	35,67	%
Passante	0,254	No. 60	32,33	%
Passante	0,150	No. 100	29,07	%
Passante	0,075	No. 200	24,79	%
Ghiaia g	(19-75)		23,62	%
Ghiaia f	(4,75-19,0)		21,07	%
Sabbia g	(2-4,75)		7,06	%
Sabbia m	(0,425-2)		12,57	%
Sabbia f	(0,075-0,425)		10,89	%
Limo+argilla	(< 0,075)		24,79	%
Limo	(0,005-0,075)		18,33	%
Argilla	(< 0,005)		6,46	%

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE				
Peso iniziale	50	g		
Diametro massimo	0,075	mm		
Diametro	u.m.	Percentuale		
0,0542	mm	21,96	%	
0,0396	mm	20,00	%	
0,0287	mm	18,43	%	
0,0208	mm	16,87	%	
0,0154	mm	13,73	%	
0,0114	mm	12,95	%	
0,0084	mm	9,03	%	
0,0061	mm	7,46	%	
0,0044	mm	5,89	%	
0,0032	mm	3,54	%	
0,0023	mm	2,76	%	
0,0016	mm	2,36	%	
0,0013	mm	1,97	%	

LIMITI DI CONSISTENZA					
Limite Liquido	(WL)	29	%		
Limite Plastico	(WP)	20	%		
Indice di Plasticità	(IP)	9	%		
Indice di Consistenza	(IC)	-	%		
	Tara (g)	Peso umido (g)	Peso secco (g)	Umidità (%)	N. dei colpi
LL	22,22	39,88	35,67	31,30	16
	22,36	47,30	41,57	29,83	23
	22,19	46,20	41,10	26,97	35
LP	24,48	29,71	28,81	20,79	-
	22,39	26,68	25,93	21,19	-

ASTM CLASSIFICATION		
GC		
AASHTO M 145-82		
-		
gs	-	Mg/mc
CU	-	-
CC	-	-



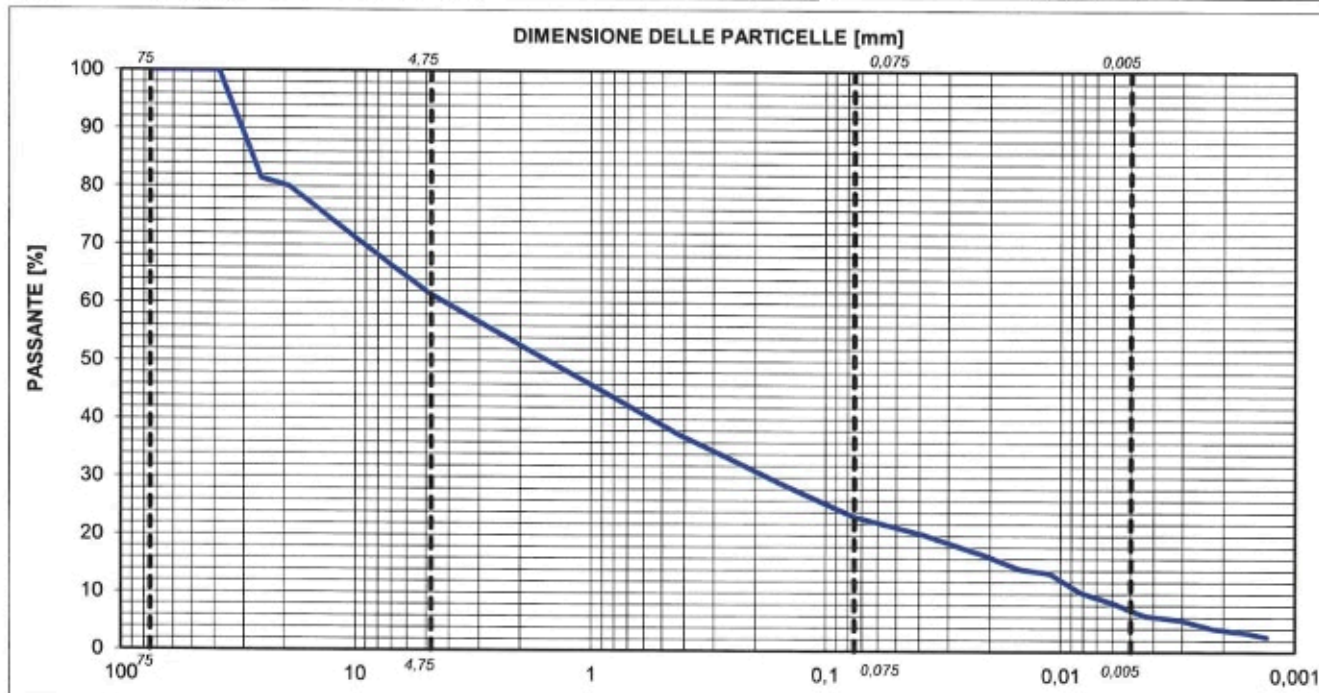
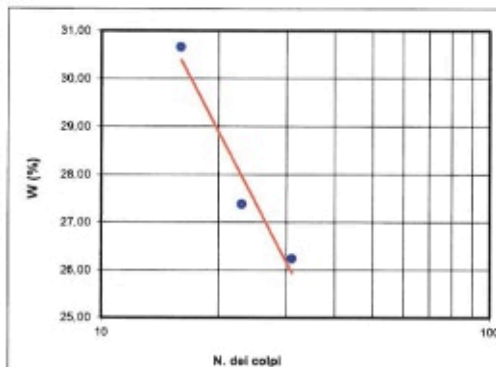


Certificato n. 5876	del 29/12/2023	Accettazione n. 3549	del 05/12/2023
---------------------	----------------	----------------------	----------------

SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D6913)	data inizio prova 06/12/2023	data fine prova 19/12/2023
LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)	data inizio prova 06/12/2023	data fine prova 20/12/2023

COMMITTENTE:	COMUNE DI LIVIGNO		
COMMESSA:	-		
LOCALITA':	LIVIGNO (SO)		
SONDAGGIO :	PLA-S1	CAMPIONE:	E IN CLASSE Q3
		PROFONDITA' :	13,00-14,00 m

ANALISI PER SETACCIATURA				ANALISI PER SEDIMENTAZIONE				LIMITI DI CONSISTENZA				
Peso iniziale	811,6	g		Peso iniziale	50	g		Limite Liquido (WL)	27	%		
Diametro massimo	70	mm		Diametro massimo	0,075	mm		Limite Plastico (WP)	20	%		
Diametro minimo	25	mm						Indice di Plasticità (IP)	7	%		
Contenuto d'acqua	-	%						Indice di Consistenza (IC)	-	%		
	mm	Set. in. No.	Percentuale passante	Diametro	u.m.	Percentuale						
Passante	75,0	3	100,00 %	0,0530	mm	21,70 %						
Passante	50,8	2	100,00 %	0,0386	mm	20,23 %						
Passante	38,1	1 1/2	100,00 %	0,0282	mm	18,39 %						
Passante	25,4	1	81,34 %	0,0206	mm	16,56 %						
Passante	19,0	3/4	79,90 %	0,0151	mm	14,35 %						
Passante	9,5	3/8	70,47 %	0,0111	mm	13,61 %						
Passante	4,75	No. 4	61,36 %	0,0082	mm	10,31 %						
Passante	2,0	No. 10	52,76 %	0,0060	mm	8,47 %						
Passante	0,850	No. 20	44,36 %	0,0043	mm	6,26 %						
Passante	0,425	No. 40	37,32 %	0,0031	mm	5,53 %						
Passante	0,254	No. 60	32,97 %	0,0022	mm	4,06 %						
Passante	0,150	No. 100	28,72 %	0,0016	mm	3,32 %						
Passante	0,075	No. 200	23,25 %	0,0013	mm	2,59 %						
Ghiaia g	(19-75)		20,10 %	ASTM CLASSIFICATION								
Ghiaia f	(4,75-19,0)		18,54 %	GC								
Sabbia g	(2-4,75)		8,60 %	AASHTO M 145-82								
Sabbia m	(0,425-2)		15,44 %	-								
Sabbia f	(0,075-0,425)		14,07 %									
Limo+argilla	(< 0,075)		23,25 %									
Limo	(0,005-0,075)		16,10 %	gs	-	Mg/mc						
Argilla	(< 0,005)		7,15 %	CU	-	-						
				CC	-	-						



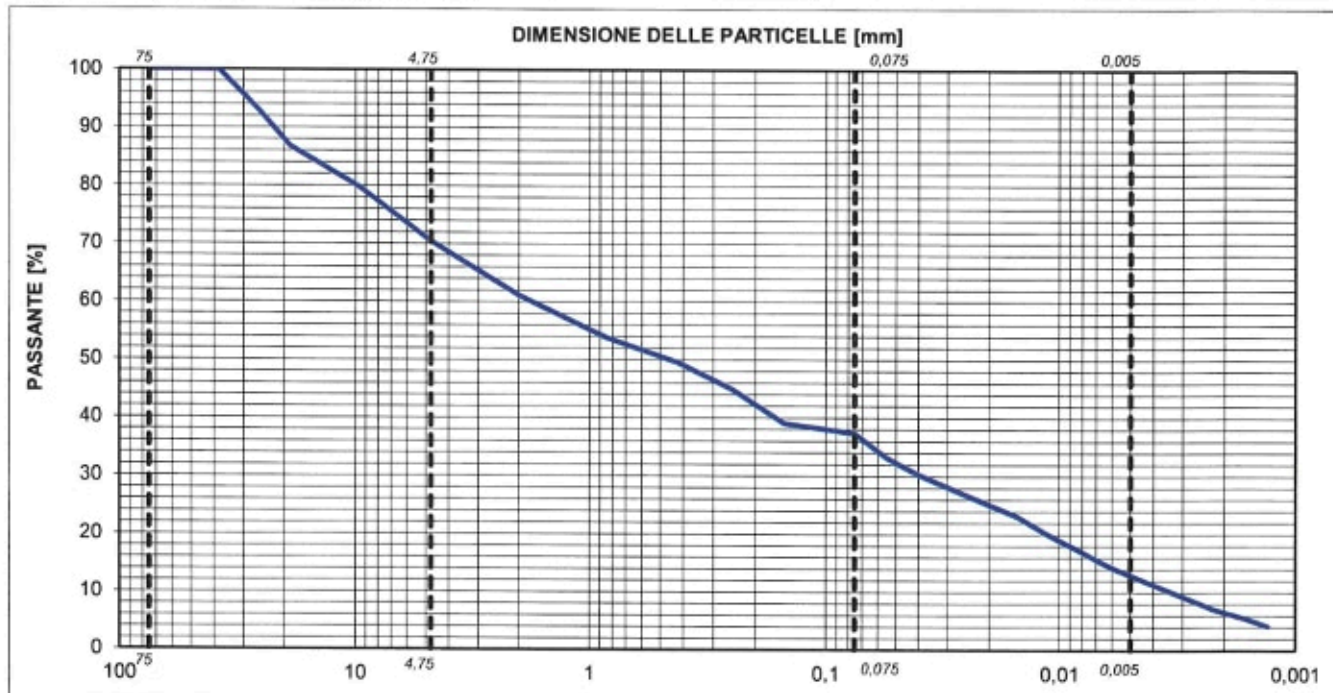


Certificato n. 5877	del 29/12/2023	Accettazione n. 3549	del 05/12/2023
----------------------------	-----------------------	-----------------------------	-----------------------

SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D6913)	data inizio prova 06/12/2023	data fine prova 19/12/2023
LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)	data inizio prova 06/12/2023	data fine prova 20/12/2023

COMMITTENTE:	COMUNE DI LIVIGNO		
COMMESSA:	-		
LOCALITA':	LIVIGNO (SO)		
SONDAGGIO :	PLA-S1	CAMPIONE:	F IN CLASSE Q3
		PROFONDITA' :	16,00-17,00 m

ANALISI PER SETACCIATURA				ANALISI PER SEDIMENTAZIONE				LIMITI DI CONSISTENZA			
Peso iniziale	595,4	g		Peso iniziale	50	g		Limite Liquido (WL)	28	%	
Diametro massimo	40	mm		Diametro massimo	0,075	mm		Limite Plastico (WP)	18	%	
Diametro minimo	25	mm						Indice di Plasticità (IP)	10	%	
Contenuto d'acqua	-	%						Indice di Consistenza (IC)	-	%	
	mm	Set. in. - No.	Percentuale passante	Diametro	u.m.	Percentuale		Tara (g)	Peso umido (g)	Peso secco (g)	Umidità (%)
Passante	75,0	3	100,00 %	0,0542	mm	33,11 %		20,85	45,41	39,60	30,99
Passante	50,8	2	100,00 %	0,0396	mm	30,16 %		21,42	47,78	42,01	28,02
Passante	38,1	1 1/2	100,00 %	0,0287	mm	27,80 %		21,54	50,16	44,06	27,09
Passante	25,4	1	92,46 %	0,0208	mm	25,43 %					
Passante	19,0	3/4	86,77 %	0,0151	mm	23,07 %					
Passante	9,5	3/8	79,56 %	0,0113	mm	20,11 %					
Passante	4,75	No. 4	70,33 %	0,0082	mm	17,16 %					
Passante	2,0	No. 10	61,05 %	0,0059	mm	14,20 %					
Passante	0,850	No. 20	53,85 %	0,0043	mm	11,84 %					
Passante	0,425	No. 40	49,47 %	0,0031	mm	9,48 %					
Passante	0,254	No. 60	44,97 %	0,0022	mm	7,11 %					
Passante	0,150	No. 100	39,07 %	0,0016	mm	5,34 %					
Passante	0,075	No. 200	37,37 %	0,0013	mm	4,16 %					
Ghiaia g	(19-75)		13,23 %	ASTM CLASSIFICATION SC AASHTO M 145-82 -							
Ghiaia f	(4,75-19,0)		16,43 %								
Sabbia g	(2-4,75)		9,29 %								
Sabbia m	(0,425-2)		11,57 %								
Sabbia f	(0,075-0,425)		12,10 %								
Limo+argilla	(< 0,075)		37,37 %	gs	-	Mg/mc					
Limo	(0,005-0,075)		24,51 %	CU	-	-					
Argilla	(< 0,005)		12,86 %	CC	-	-					





Certificato 5887

del 30/12/2023

Accettazione 3549

del 05/12/2023

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

data inizio prova	06/12/2023	data fine prova	28/12/2023
-------------------	------------	-----------------	------------

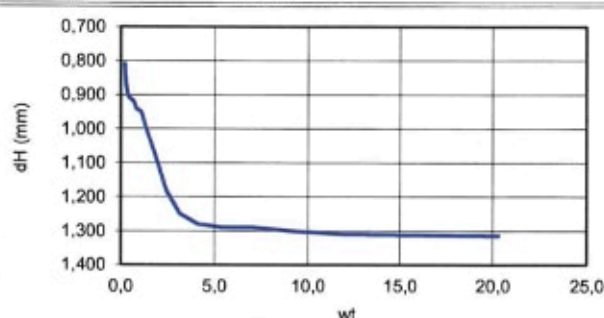
COMMITTENTE:	COMUNE DI LIVIGNO
COMMESSA:	-
LOCALITA':	LIVIGNO (SO)
CAMPIONE:	PLA-S1
SONDAGGIO:	F IN CLASSE Q3
PROFONDITA':	16,00-17,00 m

Dati Provini		σ_v (kPa)	σ_v (kPa)	σ_v (kPa)
		198,6	294,5	387,0
Sezione provino	mm	28255,49	28255,49	28255,49
Altezza iniziale	mm	19,76	19,76	19,76
Altezza finale	mm	17,84	17,36	17,38
Peso tara 1	Mg	4,45E-05	4,45E-05	4,45E-05
Tara + p. umido iniziale	Mg	1,56E-04	1,57E-04	1,57E-04
Peso tara 2	Mg	4,13E-05	5,43E-05	4,24E-05
Tara + p. umido finale	Mg	1,57E-04	1,69E-04	1,58E-04
Tara + p. provino secco	Mg	1,43E-04	1,56E-04	1,45E-04
Peso di volume iniziale	Mg/mc	2,00	2,01	2,01
Peso di volume finale	Mg/mc	2,29	2,33	2,35
Peso di volume secco	Mg/mc	1,83	1,82	1,84
Contenuto acqua iniziale	%	9,63	10,68	9,51
Contenuto acqua finale	%	13,23	12,74	12,47
Saturazione iniziale	%	53,42	58,55	53,93
Saturazione finale	%	100,00	100,00	100,00
Indice dei vuoti iniziale	-	0,49	0,50	0,48
Indice dei vuoti finale	-	0,35	0,31	0,30
Peso vol. secco finale	Mg/mc	2,02	2,07	2,09
Altezza fine consolidazione	mm	18,44	17,88	17,99
Valore t_{100}	min	2,30	2,70	3,10

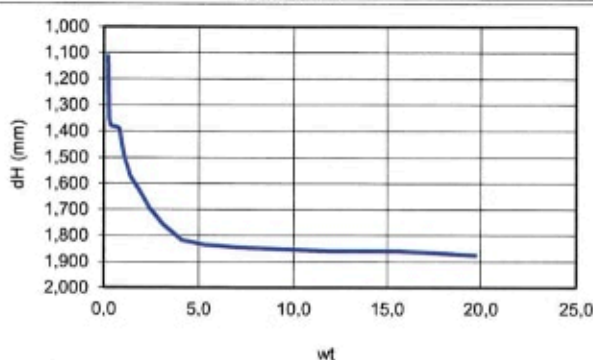
Lecture Tempi - Cedimenti		σ_v (KPa)	σ_v (KPa)	σ_v (KPa)
		198,6	294,5	387,0
[min]	lettura	dH	dH	dH
	n.	[mm]	[mm]	[mm]
0,05	1	0,00	0,00	0,00
0,09	2	0,87	1,35	0,99
0,15	3	0,90	1,38	0,99
0,25	4	0,91	1,38	1,07
0,49	5	0,92	1,39	1,17
0,71	6	0,94	1,39	1,23
1,21	7	0,95	1,50	1,32
2,05	8	1,01	1,58	1,36
3,49	9	1,08	1,63	1,45
5,93	10	1,18	1,70	1,53
10,08	11	1,25	1,76	1,63
17,14	12	1,28	1,82	1,69
29,13	13	1,29	1,84	1,71
49,53	14	1,29	1,85	1,72
84,19	15	1,30	1,85	1,73
143,12	16	1,31	1,86	1,74
153,91	17	1,31	1,86	1,75
413,62	18	1,32	1,88	1,76
0,00	19	0,00	0,00	0,00
0,00	20	0,00	0,00	0,00
0,00	21	0,00	0,00	0,00

Grafici Cedimenti dh/vt

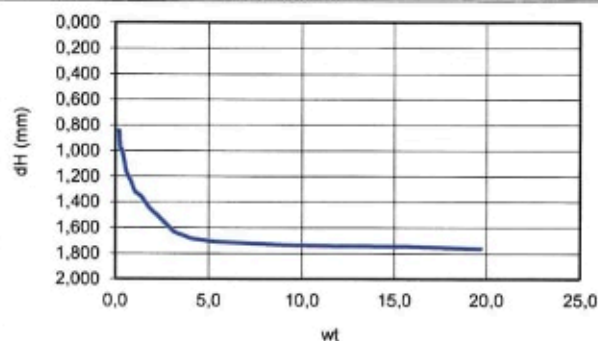
σ_v 198,6 kPa



σ_v 294,5 kPa



σ_v 387,0 kPa



Capitale Sociale € 95.000,00 - i.v. Sede Legale Via E. Pagliano, 37 20149 MILANO

Laboratorio: Via A. Martini, 11 20092 CINISELLO BALSAMO (MI) Tel. 0261293850 r.a. Fax 0261770281

E-mail: info@geolair.it P.E.C.: altair srl@legalmail.it R.E.A. n. 1198777 - Registro Imprese Milano / C.F. / p.IVA n. 08041580153



Certificato 5887

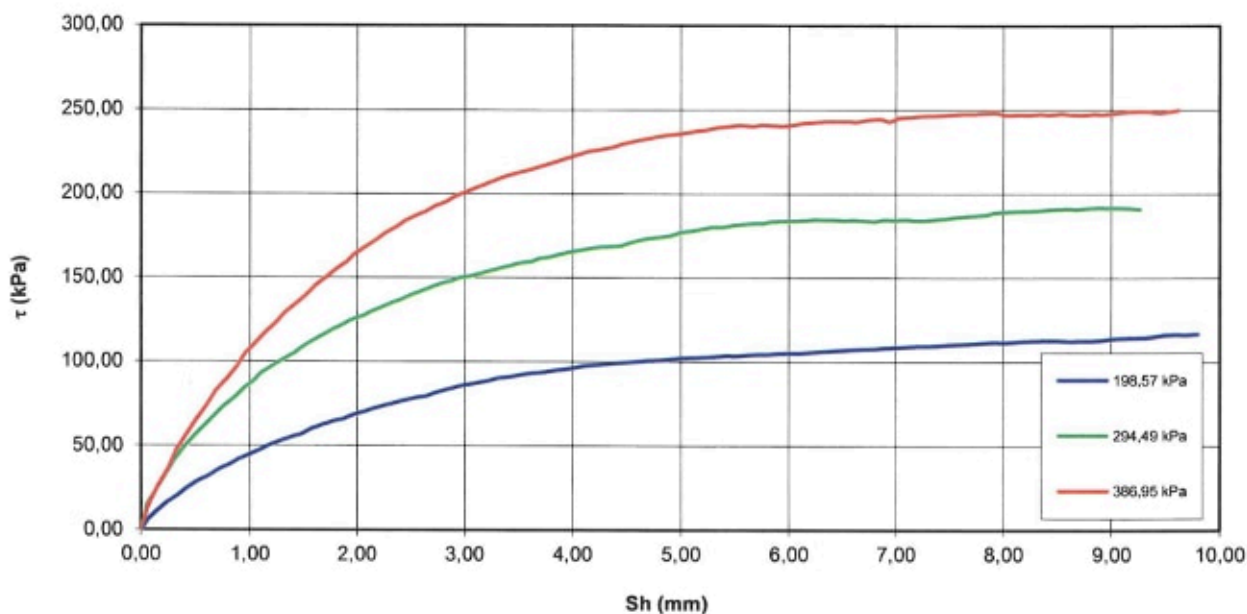
del 30/12/2023

Accettazione 3549

del 05/12/2023

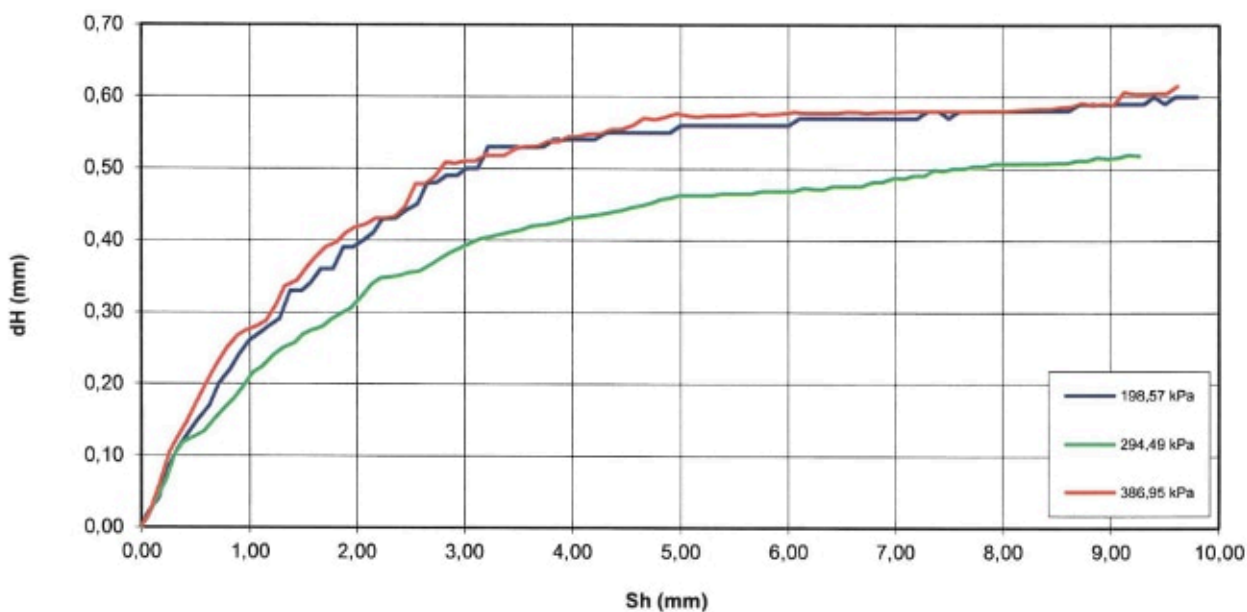
PROVA DI TAGLIO DIRETTO FASE DI ROTTURA

GRAFICO (t Sh) ASTM D3080



PROVA DI TAGLIO DIRETTO FASE DI ROTTURA

GRAFICI (deformazione verticale/scorrimento orizzontale) ASTM D3080





Certificato 5887

del 30/12/2023

Accettazione 3549

del 05/12/2023

PROVA DI TAGLIO DIRETTO FASE DI ROTTURA ' - DATI SPERIMENTALI

dt (min)	σ_v 198,57 kPa				σ_v 294,49 kPa				σ_v 386,95 kPa			
	Sh (mm)	dH (mm)	F (N)	τ (kPa)	Sh (mm)	dH (mm)	F (N)	τ (kPa)	Sh (mm)	dH (mm)	F (N)	τ (kPa)
0	0,00	0,00	-4,30	-1,52	0,00	0,00	-0,80	-0,28	0,00	0,00	-1,80	-0,64
10	0,07	0,02	16,40	5,80	0,06	0,01	41,30	14,62	0,07	0,02	38,70	13,70
20	0,16	0,04	32,40	11,47	0,15	0,04	69,00	24,42	0,16	0,06	73,10	25,87
30	0,24	0,08	45,20	16,00	0,23	0,07	93,80	33,20	0,25	0,10	102,20	36,17
40	0,34	0,11	57,20	20,24	0,31	0,10	116,10	41,09	0,32	0,12	130,70	46,26
50	0,43	0,13	70,00	24,77	0,39	0,12	136,00	48,13	0,42	0,15	159,50	56,45
60	0,52	0,15	81,50	28,84	0,49	0,13	156,00	55,21	0,51	0,18	184,50	65,30
70	0,63	0,17	90,80	32,14	0,58	0,13	173,70	61,47	0,60	0,20	207,70	73,51
80	0,72	0,20	100,60	35,60	0,67	0,15	190,50	67,42	0,69	0,23	232,60	82,32
90	0,82	0,22	109,40	38,72	0,77	0,17	207,40	73,40	0,79	0,25	252,60	89,40
100	0,90	0,24	118,20	41,83	0,86	0,18	221,60	78,43	0,88	0,27	274,20	97,04
110	1,00	0,26	125,30	44,35	0,94	0,20	236,00	83,52	0,96	0,27	295,50	104,58
120	1,09	0,27	133,50	47,25	1,04	0,22	249,10	88,16	1,06	0,28	314,30	111,24
130	1,18	0,28	141,10	49,94	1,11	0,22	262,90	93,04	1,15	0,29	332,20	117,57
140	1,28	0,29	148,30	52,49	1,22	0,24	275,00	97,33	1,25	0,31	348,50	123,34
150	1,38	0,33	154,20	54,57	1,32	0,25	286,10	101,25	1,33	0,34	364,70	129,07
160	1,49	0,33	160,70	56,87	1,42	0,26	295,70	104,65	1,44	0,34	380,90	134,81
170	1,57	0,34	168,40	59,60	1,50	0,27	307,20	108,72	1,53	0,36	395,00	139,80
180	1,67	0,36	174,90	61,90	1,59	0,28	316,90	112,16	1,61	0,38	410,10	145,14
190	1,78	0,36	181,60	64,27	1,68	0,28	325,30	115,13	1,71	0,39	424,30	150,17
200	1,88	0,39	185,50	65,65	1,77	0,29	334,90	118,53	1,81	0,40	438,40	155,16
210	1,97	0,39	192,20	68,02	1,86	0,30	343,00	121,39	1,90	0,41	450,20	159,33
220	2,07	0,40	198,00	70,07	1,95	0,31	351,90	124,54	1,98	0,42	463,90	164,18
230	2,16	0,41	203,00	71,84	2,06	0,32	358,60	126,91	2,09	0,42	477,30	168,92
240	2,25	0,43	207,10	73,30	2,14	0,34	366,30	129,64	2,18	0,43	487,90	172,67
250	2,36	0,43	212,70	75,28	2,23	0,35	372,20	131,73	2,27	0,43	499,10	176,64
260	2,45	0,44	217,30	76,91	2,33	0,35	380,40	134,63	2,36	0,43	508,70	180,04
270	2,57	0,46	222,40	78,71	2,41	0,35	386,30	136,72	2,45	0,45	519,70	183,93
280	2,66	0,48	224,60	79,49	2,51	0,36	393,80	139,37	2,55	0,48	528,80	187,15
290	2,75	0,48	230,30	81,51	2,60	0,36	400,00	141,57	2,64	0,48	535,20	189,41
300	2,84	0,49	235,10	83,21	2,69	0,37	406,40	143,83	2,73	0,49	544,50	192,71
310	2,94	0,49	239,50	84,76	2,78	0,37	412,90	146,13	2,83	0,51	551,90	195,32
320	3,03	0,50	243,20	86,07	2,87	0,38	416,60	147,44	2,91	0,51	560,30	198,30
330	3,13	0,50	247,00	87,42	2,97	0,39	423,20	149,78	3,02	0,51	568,00	201,02
340	3,23	0,53	249,90	88,44	3,07	0,40	426,40	150,91	3,11	0,51	574,70	203,39
350	3,33	0,53	254,40	90,04	3,15	0,40	430,10	152,22	3,20	0,52	581,80	205,91
360	3,43	0,53	256,40	90,74	3,26	0,41	435,30	154,06	3,29	0,52	587,80	208,03
370	3,53	0,53	260,20	92,09	3,36	0,41	440,40	155,86	3,38	0,52	594,50	210,40
380	3,63	0,53	262,90	93,04	3,43	0,41	443,50	156,96	3,49	0,53	600,00	212,35
390	3,74	0,53	264,50	93,61	3,53	0,41	448,00	158,55	3,57	0,53	603,90	213,73
400	3,83	0,54	267,10	94,53	3,63	0,42	450,60	159,47	3,68	0,53	609,20	215,60
410	3,93	0,54	269,10	95,24	3,71	0,42	455,40	161,17	3,78	0,54	614,30	217,41
420	4,02	0,54	272,10	96,30	3,81	0,42	458,20	162,16	3,88	0,54	620,70	219,67
430	4,12	0,54	275,00	97,33	3,90	0,43	462,40	163,65	3,98	0,55	626,50	221,73
440	4,22	0,54	276,60	97,89	3,99	0,43	466,40	165,07	4,06	0,55	631,70	223,57
450	4,32	0,55	278,00	98,39	4,08	0,43	469,40	166,13	4,16	0,55	636,60	225,30
460	4,43	0,55	279,60	98,95	4,19	0,43	472,50	167,22	4,27	0,55	639,50	226,33
470	4,52	0,55	280,90	99,41	4,28	0,44	474,80	168,04	4,37	0,56	643,30	227,67
480	4,62	0,55	282,40	99,95	4,38	0,44	475,60	168,32	4,46	0,56	648,30	229,44
490	4,71	0,55	284,30	100,62	4,46	0,44	477,40	168,96	4,57	0,56	652,90	231,07
500	4,82	0,55	285,00	100,87	4,55	0,45	482,50	170,76	4,67	0,57	656,90	232,49
510	4,91	0,55	286,30	101,33	4,65	0,45	486,60	172,21	4,77	0,57	660,60	233,80
520	5,01	0,56	287,90	101,89	4,73	0,45	489,90	173,38	4,86	0,57	663,20	234,72
530	5,12	0,56	288,50	102,10	4,83	0,46	491,40	173,91	4,97	0,58	665,90	235,67
540	5,21	0,56	289,60	102,49	4,92	0,46	494,20	174,90	5,06	0,57	668,10	236,45
550	5,31	0,56	290,50	102,81	5,00	0,46	498,80	176,53	5,16	0,57	671,70	237,72
560	5,42	0,56	291,90	103,31	5,12	0,46	502,50	177,84	5,25	0,57	673,30	238,29
570	5,51	0,56	291,80	103,27	5,20	0,46	505,20	178,80	5,35	0,57	676,50	239,42
580	5,62	0,56	293,40	103,84	5,29	0,46	508,10	179,82	5,45	0,57	678,80	240,24
590	5,72	0,56	294,00	104,05	5,39	0,47	508,30	179,89	5,55	0,58	680,60	240,87
600	5,81	0,56	294,40	104,19	5,48	0,47	510,90	180,81	5,67	0,58	678,90	240,27
610	5,91	0,56	295,50	104,58	5,58	0,47	512,50	181,38	5,75	0,58	681,10	241,05
620	6,01	0,56	296,20	104,83	5,67	0,47	514,70	182,16	5,85	0,58	680,30	240,77
630	6,11	0,57	296,90	105,08	5,77	0,47	514,70	182,16	5,95	0,58	680,00	240,66

Certificato 5887del 30/12/2023

Accettazione 3549

del 05/12/2023

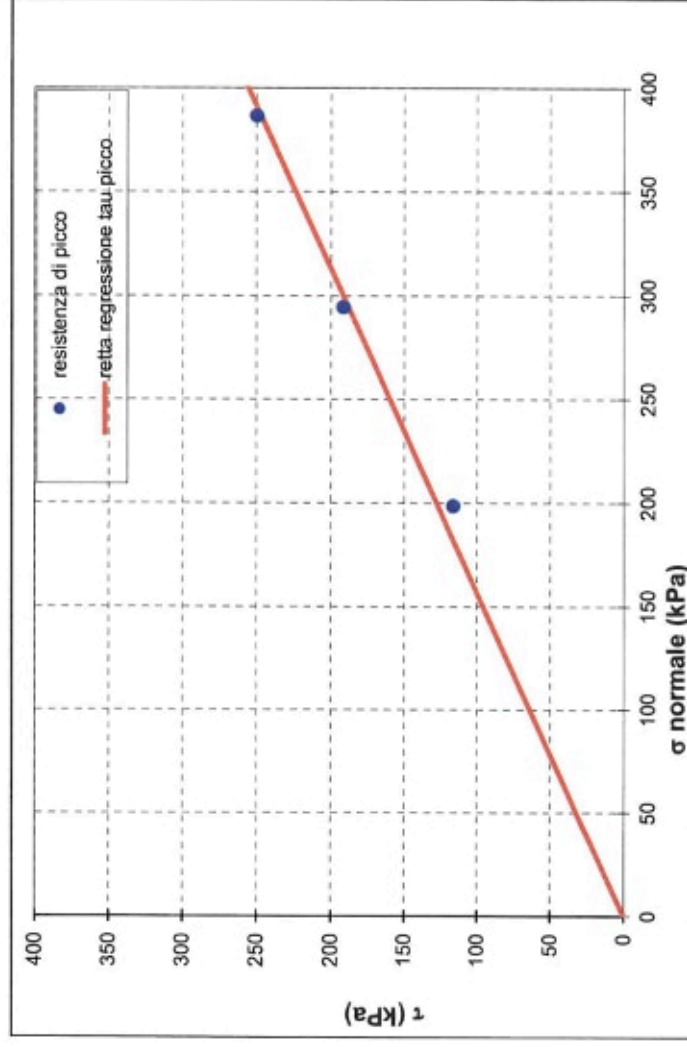
PROVA DI TAGLIO DIRETTO FASE DI ROTTURA ' - DATI SPERIMENTALI

	σ_v 198,57 kPa				σ_v 294,49 kPa				σ_v 386,95 kPa			
dt (min)	Sh (mm)	dH (mm)	F (N)	τ (kPa)	Sh (mm)	dH (mm)	F (N)	τ (kPa)	Sh (mm)	dH (mm)	F (N)	τ (kPa)
640	6,21	0,57	298,20	105,54	5,84	0,47	517,70	183,22	6,06	0,58	681,50	241,19
650	6,31	0,57	299,30	105,93	5,95	0,47	518,20	183,40	6,14	0,58	684,60	242,29
660	6,41	0,57	300,50	106,35	6,05	0,47	518,90	183,65	6,25	0,58	685,70	242,68
670	6,51	0,57	301,50	106,70	6,15	0,47	519,20	183,75	6,34	0,58	686,90	243,10
680	6,60	0,57	302,50	107,06	6,25	0,47	520,90	184,35	6,45	0,58	686,80	243,07
690	6,70	0,57	303,60	107,45	6,34	0,47	520,60	184,25	6,54	0,58	687,20	243,21
700	6,81	0,57	304,10	107,63	6,42	0,48	520,20	184,11	6,64	0,58	686,70	243,03
710	6,91	0,57	305,40	108,09	6,51	0,48	519,40	183,82	6,74	0,58	689,60	244,06
720	7,01	0,57	305,80	108,23	6,61	0,48	520,00	184,04	6,85	0,58	691,20	244,63
730	7,11	0,57	307,10	108,69	6,69	0,48	519,40	183,82	6,94	0,58	686,10	242,82
740	7,21	0,57	307,90	108,97	6,80	0,48	518,00	183,33	7,03	0,58	693,50	245,44
750	7,31	0,58	308,20	109,08	6,89	0,48	520,50	184,21	7,14	0,58	694,20	245,69
760	7,41	0,58	309,80	109,64	7,00	0,49	519,90	184,00	7,24	0,58	696,10	246,36
770	7,50	0,57	310,90	110,03	7,09	0,49	521,10	184,42	7,34	0,58	696,50	246,50
780	7,60	0,58	311,60	110,28	7,19	0,49	519,60	183,89	7,44	0,58	697,50	246,85
790	7,72	0,58	312,90	110,74	7,28	0,49	519,40	183,82	7,53	0,58	698,90	247,35
800	7,81	0,58	313,80	111,06	7,37	0,50	520,90	184,35	7,64	0,58	699,70	247,63
810	7,91	0,58	314,80	111,41	7,46	0,50	522,70	184,99	7,73	0,58	700,00	247,74
820	8,01	0,58	314,30	111,24	7,55	0,50	524,50	185,63	7,83	0,58	700,90	248,06
830	8,10	0,58	315,50	111,66	7,65	0,50	526,80	186,44	7,93	0,58	701,20	248,16
840	8,19	0,58	316,90	112,16	7,74	0,50	527,80	186,80	8,04	0,58	697,90	247,00
850	8,29	0,58	317,30	112,30	7,85	0,50	529,20	187,29	8,14	0,58	698,90	247,35
860	8,40	0,58	317,80	112,47	7,93	0,51	532,50	188,46	8,23	0,58	698,10	247,07
870	8,50	0,58	317,70	112,44	8,02	0,51	533,60	188,85	8,33	0,58	699,80	247,67
880	8,61	0,58	316,70	112,08	8,12	0,51	534,90	189,31	8,43	0,58	699,00	247,39
890	8,70	0,59	317,10	112,23	8,21	0,51	535,40	189,49	8,53	0,59	700,30	247,85
900	8,81	0,59	317,40	112,33	8,30	0,51	535,80	189,63	8,63	0,59	699,00	247,39
910	8,91	0,59	318,20	112,62	8,40	0,51	537,50	190,23	8,73	0,59	698,40	247,17
920	9,00	0,59	320,30	113,36	8,51	0,51	538,90	190,72	8,83	0,59	700,00	247,74
930	9,10	0,59	321,40	113,75	8,59	0,51	539,60	190,97	8,92	0,59	699,20	247,46
940	9,19	0,59	322,40	114,10	8,69	0,51	538,70	190,65	9,03	0,59	700,80	248,02
950	9,31	0,59	322,80	114,24	8,79	0,51	540,60	191,33	9,12	0,61	702,70	248,70
960	9,40	0,60	325,10	115,06	8,88	0,52	541,10	191,50	9,22	0,61	703,90	249,12
970	9,50	0,59	327,80	116,01	8,98	0,51	541,00	191,47	9,33	0,61	703,90	249,12
980	9,60	0,60	328,10	116,12	9,08	0,52	540,90	191,43	9,44	0,61	701,40	248,23
990	9,69	0,60	327,70	115,98	9,17	0,52	540,30	191,22	9,52	0,61	703,60	249,01
1000	9,80	0,60	329,20	116,51	9,27	0,52	538,90	190,72	9,62	0,62	706,10	249,90
1010	0,00	0,00	329,60	0,00	0,00	0,00	539,60	0,00	0,00	0,00	705,20	0,00
1019	0,00	0,00	332,00	0,00	0,00	0,00	541,70	0,00	0,00	0,00	708,40	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - INVILUPPO A ROTTURA $\tau - \sigma$

COMMITTENTE:	COMUNE DI LIVIGNO
COMMESSA:	-
LOCALITA':	LIVIGNO (SO)
SONDAGGIO:	PLA-S1
CAMPIONE:	F IN CLASSE Q3
PROFONDITA':	16,00-17,00 m

Caratteristiche dei provini	H ₀	A ₀	γ _n	γ _d	W ₀	W _f	σ normale	τ di picco	Sh	Velocità
	mm	cm ²	Mg/mc	Mg/mc	%	%	[kPa]	[kPa]	mm	mm/min
T1	19,76	28,26	2,00	1,83	9,63	13,23	198,6	116,51	9,80	0,01
T2	19,76	28,26	2,01	1,82	10,68	12,74	294,5	191,50	8,88	0,01
T3	19,76	28,26	2,01	1,84	9,51	12,47	387,0	249,90	9,62	0,01



Note

Provini ricostituiti utilizzando il passante al selaccio da 4,75 mm

Regression lineare spinta a zero

[illegible]

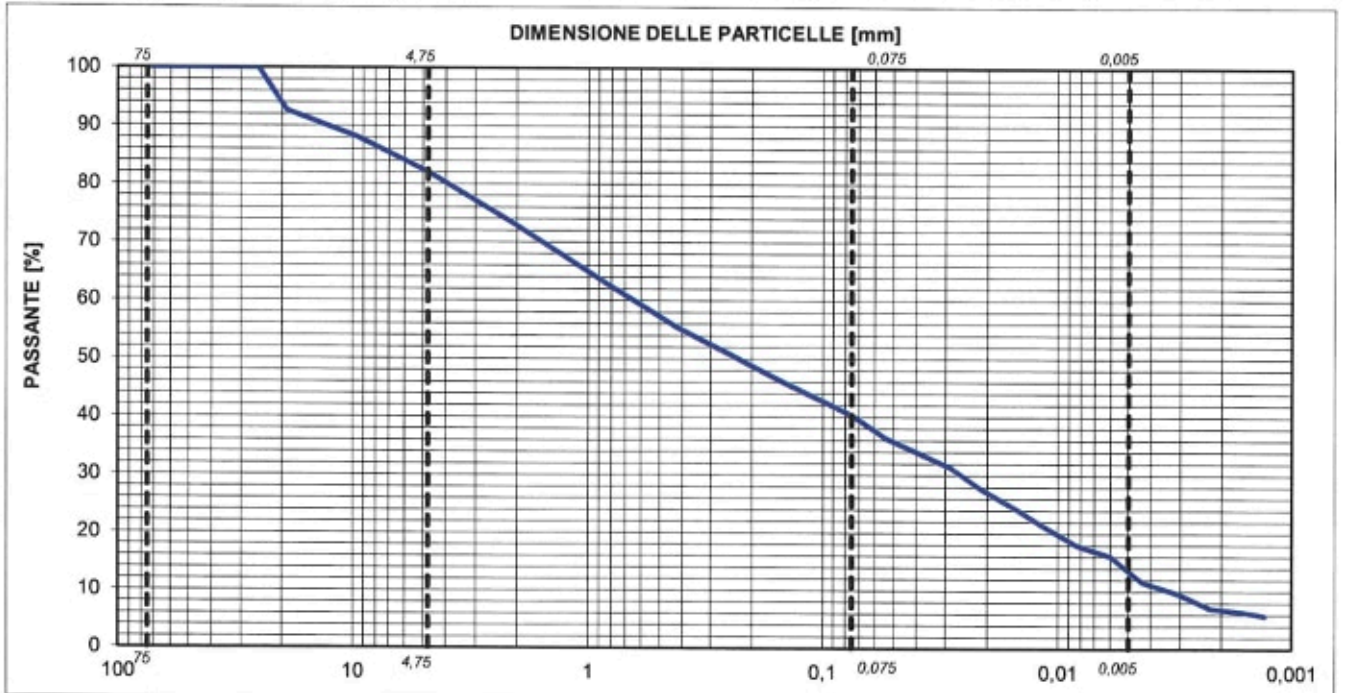
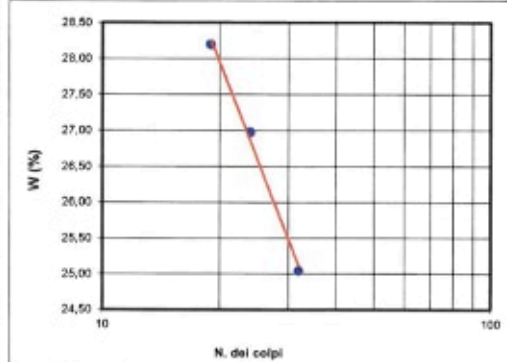


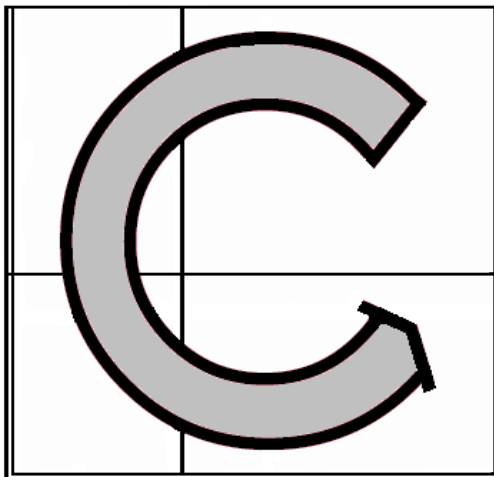
Certificato n. 5878	del 29/12/2023	Accettazione n. 3549	del 05/12/2023
----------------------------	-----------------------	-----------------------------	-----------------------

SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D6913)	data inizio prova 06/12/2023	data fine prova 19/12/2023
LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)	data inizio prova 06/12/2023	data fine prova 20/12/2023

COMMITTENTE:	COMUNE DI LIVIGNO		
COMMESSA:	-		
LOCALITA':	LIVIGNO (SO)		
SONDAGGIO :	PLA-S1	CAMPIONE:	G IN CLASSE Q3
		PROFONDITA' :	19,00-20,00 m

ANALISI PER SETACCIATURA				ANALISI PER SEDIMENTAZIONE				LIMITI DI CONSISTENZA				
Peso iniziale	799,8	g		Peso iniziale	50	g		Limite Liquido (WL)	26	%		
Diametro massimo	45	mm		Diametro massimo	0,075	mm		Limite Plastico (WP)	15	%		
Diametro minimo	20	mm						Indice di Plasticità (IP)	11	%		
Contenuto d'acqua	-	%						Indice di Consistenza (IC)	-	%		
mm	Set. in. - No.	Percentuale passante		Diametro	u.m.	Percentuale						
Passante 75,0	3	100,00	%	0,0538	mm	36,34	%	LL	Tara (g)	Peso umido (g)	Peso secco (g)	Umidità (%)
Passante 50,8	2	100,00	%	0,0391	mm	33,79	%		21,63	42,41	37,84	28,19
Passante 38,1	1 1/2	100,00	%	0,0284	mm	31,24	%		21,35	39,85	35,92	26,97
Passante 25,4	1	100,00	%	0,0208	mm	27,42	%		21,32	37,40	34,18	25,04
Passante 19,0	3/4	92,58	%	0,0151	mm	24,23	%	LP				
Passante 9,5	3/8	88,07	%	0,0114	mm	21,05	%		24,48	30,47	29,66	15,64
Passante 4,75	No. 4	82,08	%	0,0082	mm	17,86	%		22,86	29,39	28,48	16,19
Passante 2,0	No. 10	72,91	%	0,0059	mm	15,95	%					
Passante 0,850	No. 20	63,11	%	0,0043	mm	11,49	%					
Passante 0,425	No. 40	55,42	%	0,0031	mm	9,58	%					
Passante 0,254	No. 60	50,82	%	0,0022	mm	7,03	%					
Passante 0,150	No. 100	46,20	%	0,0016	mm	6,39	%					
Passante 0,075	No. 200	40,29	%	0,0013	mm	5,76	%					
Ghiaia g (19-75)		7,42	%	ASTM CLASSIFICATION SC AASHTO M 145-82 -								
Ghiaia f (4,75-19,0)		10,50	%									
Sabbia g (2-4,75)		9,16	%	gs	-	Mg/mc						
Sabbia m (0,425-2)		17,49	%	CU	-	-						
Sabbia f (0,075-0,425)		15,13	%	CC	-	-						
Limo+argilla (< 0,075)		40,29	%									
Limo (0,005-0,075)		26,91	%									
Argilla (< 0,005)		13,38	%									





STUDIO TECNICO

Geom. UGO CELOTTI S.R.L.

VIA MINCIO 22 - CAP 20139 MILANO - TEL. 025393977 r.a. - 025392262 FAX
e-mail: studiocelotti@studiocelotti.it

INDAGINI GEOGNOSTICHE - PROVE SU TERRENI DI FONDAZIONE
RICERCHE IDROLOGICHE AMBIENTALI - STRUMENTAZIONI GEOTECNICHE
PERFORAZIONI PROFONDE PER GEOTERMIA PER DISPERSORI PER STRUMENTAZIONI
RILIEVI TOPOGRAFICI - PROSPEZIONI GEOFISICHE E GEOELETTICHE

COMUNE DI LIVIGNO
Plaza dal Comun n. 93 - LIVIGNO (Sondrio)

Indagini geognostiche, geotecniche ed ambientali eseguite nei terreni interessati dall'opera pubblica denominata Venues - Sedi ed Impianti Olimpici - Collegamento dei versanti sciistici est ed ovest in comune di Livigno (Sondrio) - Via Freita.

PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Disegno n. 7530/1Da

Data: Dicembre 2023

N.B. - Lo zero di riferimento delle profondità coincide con il piano d'inizio dei sondaggi.

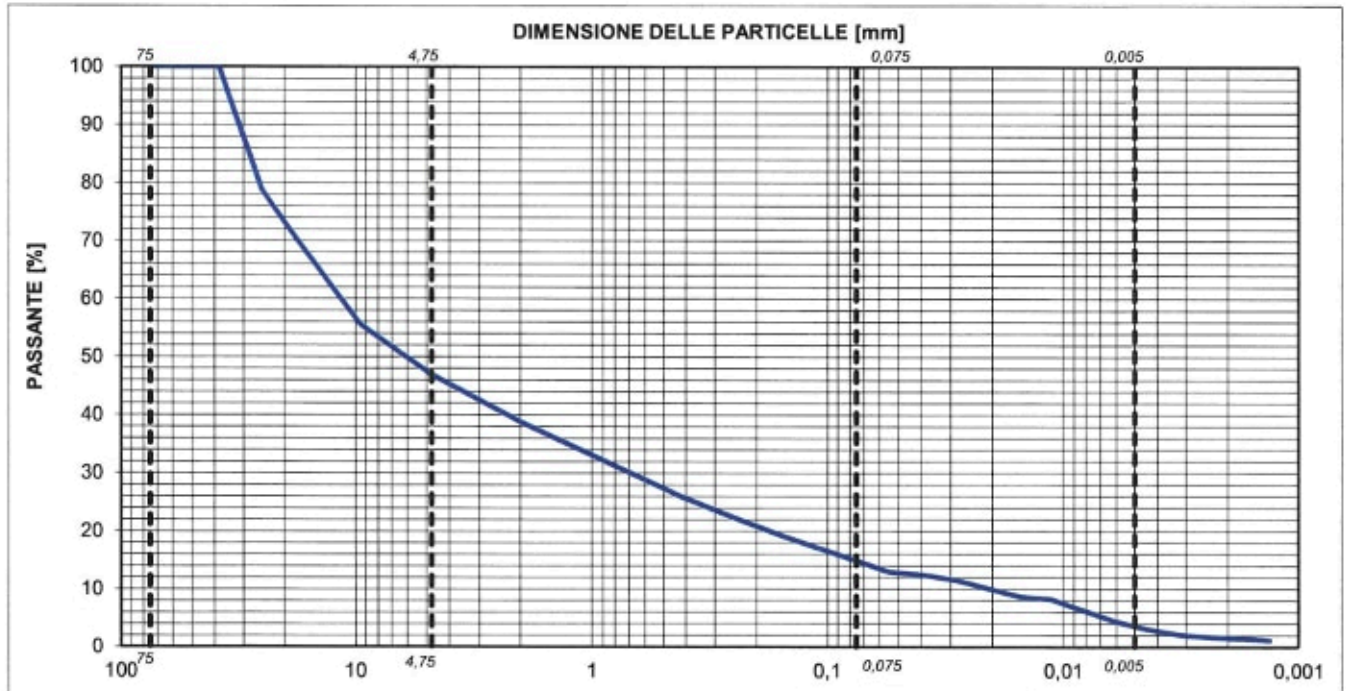
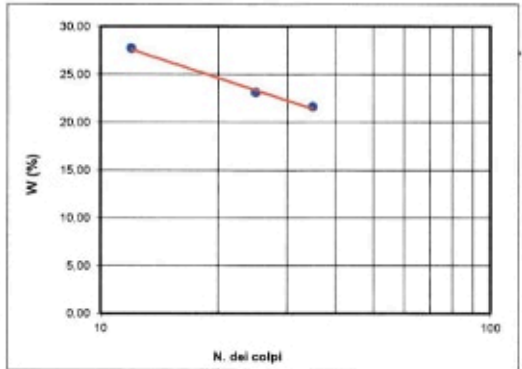


Certificato n. 5879	del 29/12/2023	Accettazione n. 3549	del 05/12/2023
----------------------------	-----------------------	-----------------------------	-----------------------

SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D6913)	data inizio prova 06/12/2023	data fine prova 19/12/2023
LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)	data inizio prova 06/12/2023	data fine prova 20/12/2023

COMMITTENTE:	COMUNE DI LIVIGNO		
COMMESSA:	-		
LOCALITA':	LIVIGNO (SO)		
SONDAGGIO :	FRE-S1	CAMPIONE:	A IN CLASSE Q3
		PROFONDITA' :	2,00-3,00 m

ANALISI PER SETACCIATURA				ANALISI PER SEDIMENTAZIONE			LIMITI DI CONSISTENZA					
Peso iniziale	944,1	g		Peso iniziale	50	g	Limite Liquido (WL)	23	%			
Diametro massimo	65	mm		Diametro massimo	0,075	mm	Limite Plastico (WP)	np	%			
Diametro minimo	25	mm					Indice di Plasticità (IP)	nd	%			
Contenuto d'acqua	-	%					Indice di Consistenza (IC)	-	%			
	mm	Set. In. - No.	Percentuale passante	Diametro	u.m.	Percentuale						
Passante	75,0	3	100,00 %	0,0545	mm	12,96 %						
Passante	50,8	2	100,00 %	0,0391	mm	12,49 %						
Passante	38,1	1 1/2	100,00 %	0,0284	mm	11,55 %						
Passante	25,4	1	78,77 %	0,0208	mm	10,13 %						
Passante	19,0	3/4	71,80 %	0,0152	mm	8,72 %						
Passante	9,5	3/8	55,54 %	0,0112	mm	8,25 %						
Passante	4,75	No. 4	46,87 %	0,0083	mm	6,37 %						
Passante	2,0	No. 10	38,75 %	0,0061	mm	4,48 %						
Passante	0,850	No. 20	31,68 %	0,0044	mm	3,07 %						
Passante	0,425	No. 40	25,92 %	0,0032	mm	2,13 %						
Passante	0,254	No. 60	22,30 %	0,0023	mm	1,66 %						
Passante	0,150	No. 100	18,94 %	0,0016	mm	1,42 %						
Passante	0,075	No. 200	14,89 %	0,0013	mm	1,19 %						
Ghiaia g (19-75)			28,20 %	ASTM CLASSIFICATION GM AASHTO M 145-82 -								
Ghiaia f (4,75-19,0)			24,93 %									
Sabbia g (2-4,75)			8,13 %	gs	-	Mg/mc						
Sabbia m (0,425-2)			12,83 %	CU	-	-						
Sabbia f (0,075-0,425)			11,03 %	CC	-	-						
Limo+argilla (< 0,075)			14,89 %									
Limo (0,005-0,075)			11,33 %									
Argilla (< 0,005)			3,56 %									



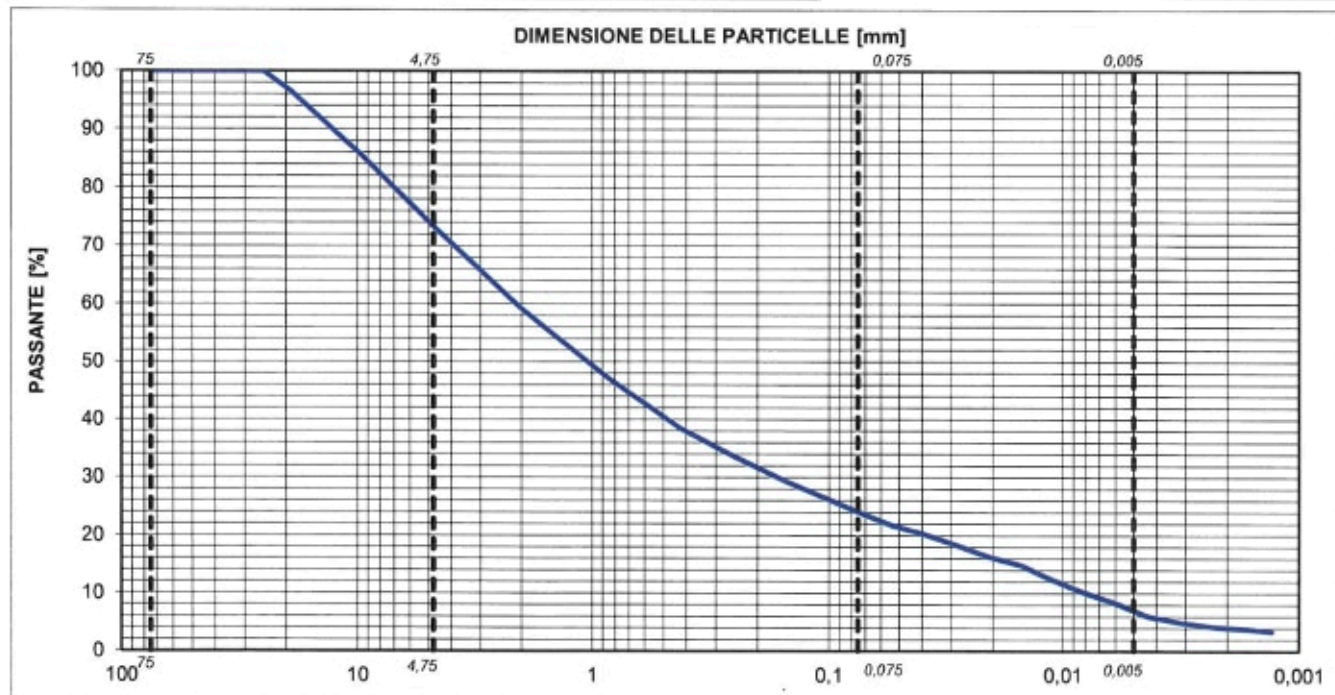
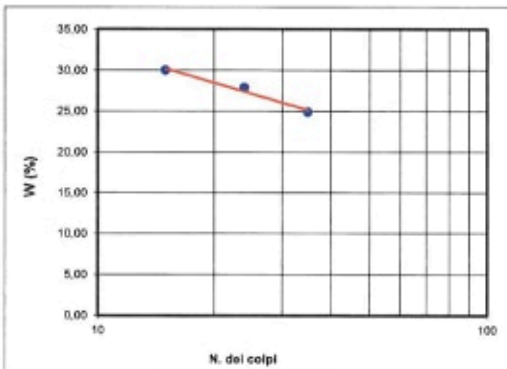


Certificato n. 5880	del 29/12/2023	Accettazione n. 3549	del 05/12/2023
---------------------	----------------	----------------------	----------------

SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D6913)	data inizio prova 06/12/2023	data fine prova 19/12/2023
LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)	data inizio prova 06/12/2023	data fine prova 20/12/2023

COMMITTENTE:	COMUNE DI LIVIGNO		
COMMESSA:	-		
LOCALITA':	LIVIGNO (SO)		
SONDAGGIO :	FRE-S1	CAMPIONE:	B IN CLASSE Q3
		PROFONDITA' :	5,00-6,00 m

ANALISI PER SETACCIATURA				ANALISI PER SEDIMENTAZIONE			LIMITI DI CONSISTENZA				
Peso iniziale	862	g		Peso iniziale	50	g	Limite Liquido (WL)	27	%		
Diametro massimo	45	mm		Diametro massimo	0,075	mm	Limite Plastico (WP)	19	%		
Diametro minimo	20	mm					Indice di Plasticità (IP)	8	%		
Contenuto d'acqua	-	%					Indice di Consistenza (IC)	-	%		
	mm	Set. in- No.	Percentuale passante	Diametro	u.m.	Percentuale					
Passante	75,0	3	100,00 %	0,0538	mm	21,68 %					
Passante	50,8	2	100,00 %	0,0391	mm	20,16 %					
Passante	38,1	1 1/2	100,00 %	0,0286	mm	18,26 %					
Passante	25,4	1	100,00 %	0,0208	mm	16,36 %					
Passante	19,0	3/4	96,42 %	0,0151	mm	14,84 %					
Passante	9,5	3/8	85,33 %	0,0114	mm	12,55 %					
Passante	4,75	No. 4	73,23 %	0,0083	mm	10,27 %					
Passante	2,0	No. 10	59,12 %	0,0060	mm	8,37 %					
Passante	0,850	No. 20	47,10 %	0,0044	mm	6,09 %					
Passante	0,425	No. 40	38,39 %	0,0031	mm	4,95 %					
Passante	0,254	No. 60	33,55 %	0,0022	mm	4,19 %					
Passante	0,150	No. 100	29,20 %	0,0016	mm	3,81 %					
Passante	0,075	No. 200	24,03 %	0,0013	mm	3,43 %					
Ghiaia g	(19-75)		3,58 %	ASTM CLASSIFICATION SC AASHTO M 145-82 -							
Ghiaia f	(4,75-19,0)		23,19 %								
Sabbia g	(2-4,75)		14,11 %	gs	-	Mg/mc					
Sabbia m	(0,425-2)		20,72 %	CU	-	-					
Sabbia f	(0,075-0,425)		14,36 %	CC	-	-					
Limo+argilla	(< 0,075)		24,03 %								
Limo	(0,005-0,075)		17,05 %								
Argilla	(< 0,005)		6,98 %								





Certificato 5888

del 30/12/2023

Accettazione 3549

del 05/12/2023

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

data inizio prova 06/12/2023

data fine prova 22/12/2023

COMMITTENTE: COMUNE DI LIVIGNO

COMMESSA: -

LOCALITA': LIVIGNO (SO)

CAMPIONE: FRE-S1

SONDAGGIO: B IN CLASSE Q3

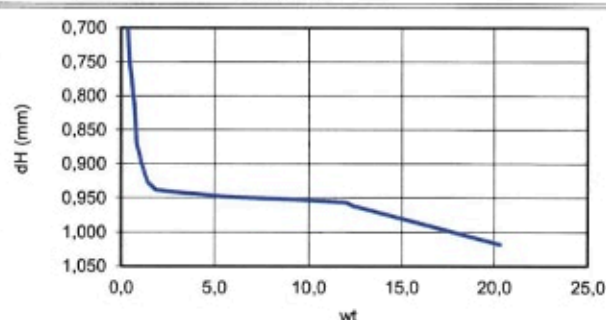
PROFONDITA': 5,00-6,00 m

Dati Provini		σ_v (kPa)	σ_v (kPa)	σ_v (kPa)
		96,0	199,2	294,2
Sezione provino	mmq	28255,49	28255,49	28255,49
Altezza iniziale	mm	19,76	19,76	19,76
Altezza finale	mm	18,63	18,35	18,04
Peso tara 1	Mg	4,49E-05	4,45E-05	4,45E-05
Tara + p. umido iniziale	Mg	1,70E-04	1,69E-04	1,70E-04
Peso tara 2	Mg	3,94E-05	4,60E-05	5,22E-05
Tara + p. umido finale	Mg	1,61E-04	1,66E-04	1,74E-04
Tara + p. provino secco	Mg	1,48E-04	1,53E-04	1,61E-04
Peso di volume iniziale	Mg/mc	2,24	2,24	2,25
Peso di volume finale	Mg/mc	2,32	2,31	2,39
Peso di volume secco	Mg/mc	1,94	1,92	1,94
Contenuto acqua iniziale	%	15,26	16,56	15,64
Contenuto acqua finale	%	12,61	11,88	12,18
Saturazione iniziale	%	100,00	100,00	100,00
Saturazione finale	%	100,00	100,00	100,00
Indice dei vuoti iniziale	-	0,40	0,42	0,40
Indice dei vuoti finale	-	0,32	0,32	0,28
Peso vol. secco finale	Mg/mc	2,06	2,07	2,13
Altezza fine consolidazione	mm	18,74	18,47	18,19
Valore t_{100}	min	1,20	1,40	1,80

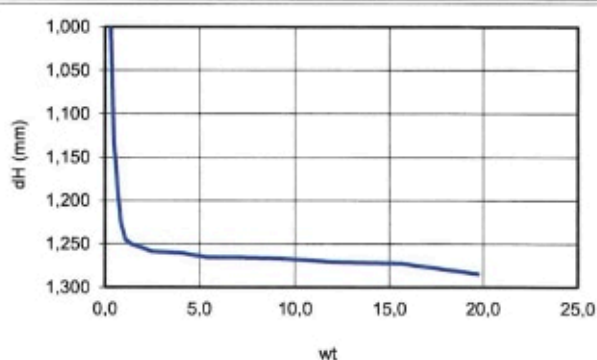
Letture Tempi - Cedimenti		σ_v (KpA)	σ_v (KpA)	σ_v (KpA)
		96,0	199,2	294,2
[min]	letture	dH	dH	dH
	n.	[mm]	[mm]	[mm]
0,05	1	0,00	0,00	0,00
0,09	2	0,67	0,99	1,18
0,15	3	0,71	1,07	1,27
0,25	4	0,76	1,13	1,36
0,49	5	0,81	1,18	1,42
0,71	6	0,87	1,22	1,46
1,21	7	0,90	1,25	1,48
2,05	8	0,93	1,25	1,49
3,49	9	0,94	1,25	1,50
5,93	10	0,94	1,26	1,51
10,08	11	0,94	1,26	1,51
17,14	12	0,94	1,26	1,52
29,13	13	0,95	1,27	1,52
49,53	14	0,95	1,27	1,52
84,19	15	0,95	1,27	1,53
143,12	16	0,96	1,27	1,53
153,91	17	0,96	1,27	1,54
413,62	18	1,02	1,29	1,57
0,00	19	0,00	0,00	0,00
0,00	20	0,00	0,00	0,00
0,00	21	0,00	0,00	0,00

Grafici Cedimenti dh/vt

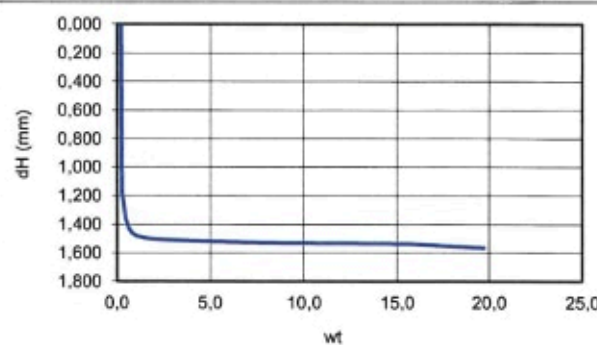
σ_v 96,0 kPa



σ_v 199,2 kPa



σ_v 294,2 kPa



Capitale Sociale € 95.000,00.- i.v. Sede Legale Via E. Pagliano, 37 20149 MILANO

Laboratorio: Via A. Martini, 11 20092 CINISELLO BALSAMO (MI) Tel. 0261293850 r.a. Fax 0261770281

E-mail: info@geotair.it P.E.C.: altair srl@legalmail.it R.E.A. n. 1198777 - Registro Imprese Milano / C.F. / p.IVA n. 08041580153



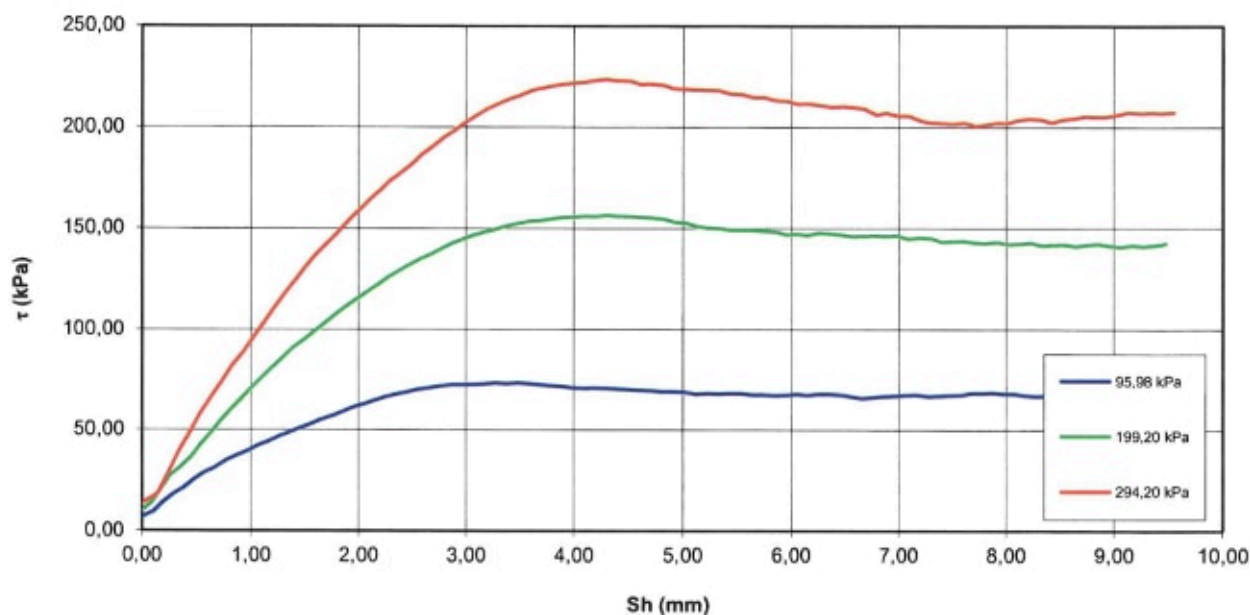
Certificato 5888

del 30/12/2023

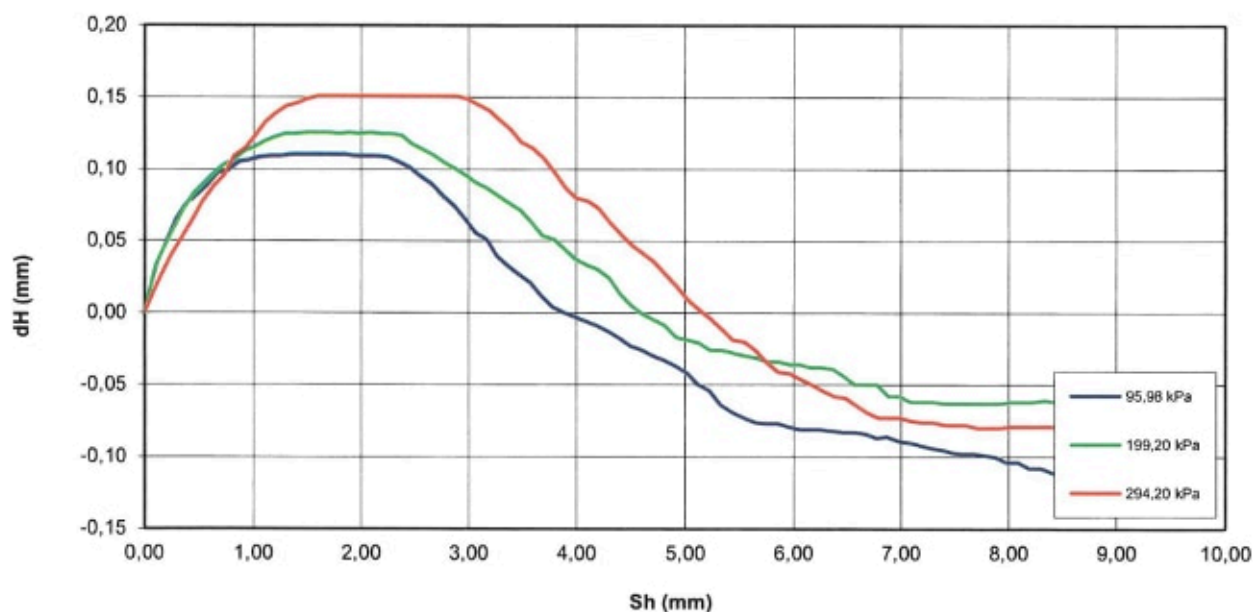
Accettazione 3549

del 05/12/2023

PROVA DI TAGLIO DIRETTO FASE DI ROTTURA GRAFICO (t Sh) ASTM D3080



PROVA DI TAGLIO DIRETTO FASE DI ROTTURA GRAFICI (deformazione verticale/scorrimento orizzontale) ASTM D3080





Certificato 5888

del 30/12/2023

Accettazione 3549

del 05/12/2023

PROVA DI TAGLIO DIRETTO FASE DI ROTTURA ' - DATI SPERIMENTALI

dt (min)	95,98 kPa				199,20 kPa				294,20 kPa			
	σ_v	Sh (mm)	dH (mm)	τ (kPa)	σ_v	Sh (mm)	dH (mm)	τ (kPa)	σ_v	Sh (mm)	dH (mm)	τ (kPa)
0	0,00	0,00	19,02	6,73	0,00	0,00	27,42	9,70	0,00	0,00	37,16	13,15
10	0,10	0,03	26,05	9,22	0,10	0,03	39,94	14,13	0,15	0,02	50,88	18,01
20	0,20	0,05	39,56	14,00	0,18	0,05	60,66	21,47	0,24	0,04	81,45	28,83
30	0,29	0,06	50,58	17,90	0,26	0,06	77,17	27,31	0,35	0,05	111,27	39,38
40	0,38	0,08	59,77	21,15	0,36	0,07	88,83	31,44	0,44	0,06	136,87	48,44
50	0,47	0,08	70,80	25,06	0,45	0,08	103,29	36,56	0,53	0,08	162,47	57,50
60	0,57	0,09	81,06	28,69	0,54	0,09	120,45	42,63	0,63	0,09	186,67	66,07
70	0,67	0,10	87,44	30,95	0,64	0,10	136,10	48,17	0,74	0,10	209,79	74,25
80	0,77	0,10	97,71	34,58	0,72	0,10	153,48	54,32	0,82	0,11	230,74	81,66
90	0,87	0,11	105,06	37,18	0,83	0,11	170,00	60,16	0,93	0,12	250,30	88,58
100	0,97	0,11	111,22	39,36	0,92	0,11	185,43	65,63	1,03	0,12	272,01	96,27
110	1,06	0,11	118,46	41,92	1,01	0,12	201,08	71,16	1,12	0,13	291,13	103,04
120	1,16	0,11	124,51	44,07	1,11	0,12	215,11	76,13	1,21	0,14	311,76	110,34
130	1,25	0,11	131,32	46,48	1,21	0,12	229,57	81,25	1,31	0,14	331,86	117,45
140	1,35	0,11	136,62	48,35	1,30	0,12	243,07	86,02	1,41	0,15	350,11	123,91
150	1,45	0,11	143,00	50,61	1,40	0,12	255,80	90,53	1,50	0,15	369,23	130,68
160	1,56	0,11	148,83	52,67	1,50	0,13	267,78	94,77	1,60	0,15	387,60	137,18
170	1,65	0,11	154,99	54,85	1,60	0,13	279,87	99,05	1,71	0,15	402,94	142,61
180	1,76	0,11	160,18	56,69	1,70	0,13	291,53	103,18	1,81	0,15	418,28	148,03
190	1,86	0,11	166,45	58,91	1,80	0,12	303,72	107,49	1,90	0,15	433,08	153,27
200	1,96	0,11	172,18	60,94	1,90	0,13	314,95	111,46	2,00	0,15	449,17	158,97
210	2,05	0,11	176,94	62,62	1,99	0,12	324,56	114,86	2,10	0,15	463,87	164,17
220	2,15	0,11	181,58	64,26	2,09	0,13	335,13	118,61	2,20	0,15	476,83	168,76
230	2,25	0,11	186,66	66,06	2,19	0,12	344,85	122,05	2,30	0,15	490,44	173,57
240	2,35	0,11	190,88	67,55	2,28	0,12	355,10	125,67	2,40	0,15	501,89	177,63
250	2,45	0,10	193,80	68,59	2,38	0,12	363,95	128,81	2,50	0,15	514,64	182,14
260	2,55	0,10	197,69	69,96	2,48	0,12	372,26	131,75	2,59	0,15	527,28	186,61
270	2,66	0,09	200,28	70,88	2,58	0,11	380,36	134,61	2,70	0,15	539,70	191,01
280	2,76	0,08	202,34	71,61	2,68	0,11	387,70	137,21	2,79	0,15	550,93	194,98
290	2,87	0,07	204,17	72,26	2,78	0,10	395,79	140,08	2,89	0,15	560,98	198,54
300	2,97	0,07	204,06	72,22	2,88	0,10	402,91	142,60	2,99	0,15	572,00	202,44
310	3,07	0,06	204,82	72,49	2,98	0,10	408,64	144,62	3,09	0,15	581,40	205,76
320	3,17	0,05	205,58	72,76	3,08	0,09	414,03	146,53	3,19	0,14	590,90	209,13
330	3,27	0,04	206,87	73,22	3,18	0,09	418,24	148,02	3,29	0,14	597,39	211,42
340	3,38	0,03	206,23	72,99	3,28	0,08	422,23	149,43	3,39	0,13	604,30	213,87
350	3,48	0,03	206,87	73,22	3,38	0,08	426,77	151,04	3,49	0,12	609,38	215,67
360	3,58	0,02	206,01	72,91	3,48	0,07	430,11	152,22	3,59	0,12	615,86	217,96
370	3,68	0,01	204,17	72,26	3,58	0,06	433,03	153,25	3,69	0,11	619,96	219,41
380	3,78	0,00	202,55	71,69	3,69	0,05	433,89	153,56	3,80	0,10	623,10	220,52
390	3,89	0,00	202,01	71,49	3,79	0,05	436,59	154,51	3,90	0,09	625,80	221,48
400	3,99	0,00	200,28	70,88	3,89	0,04	438,21	155,09	4,00	0,08	626,99	221,90
410	4,09	-0,01	199,42	70,58	4,00	0,04	439,40	155,51	4,11	0,08	628,39	222,40
420	4,19	-0,01	199,74	70,69	4,10	0,03	440,48	155,89	4,21	0,07	631,52	223,50
430	4,29	-0,01	199,20	70,50	4,20	0,03	440,26	155,81	4,31	0,06	632,28	223,77
440	4,40	-0,02	198,55	70,27	4,30	0,02	441,88	156,39	4,41	0,06	630,66	223,20
450	4,50	-0,02	197,47	69,89	4,40	0,01	440,48	155,89	4,51	0,05	630,23	223,05
460	4,61	-0,03	196,93	69,70	4,51	0,01	440,04	155,74	4,61	0,04	625,69	221,44
470	4,71	-0,03	196,39	69,51	4,61	0,00	439,40	155,51	4,71	0,04	626,12	221,59
480	4,81	-0,03	195,09	69,05	4,71	-0,01	438,10	155,05	4,82	0,03	624,50	221,02
490	4,92	-0,04	195,09	69,05	4,82	-0,01	436,81	154,59	4,92	0,02	619,64	219,30
500	5,02	-0,04	193,80	68,59	4,92	-0,02	432,49	153,06	5,03	0,01	618,45	218,88
510	5,12	-0,05	191,09	67,63	5,02	-0,02	430,98	152,53	5,13	0,00	617,26	218,46
520	5,22	-0,05	191,96	67,94	5,13	-0,02	426,44	150,92	5,23	0,00	616,94	218,34
530	5,32	-0,06	191,63	67,82	5,23	-0,03	423,96	150,05	5,33	-0,01	616,61	218,23
540	5,43	-0,07	192,07	67,98	5,34	-0,03	423,21	149,78	5,44	-0,02	611,75	216,51
550	5,54	-0,07	192,07	67,98	5,44	-0,03	421,26	149,09	5,54	-0,02	611,32	216,35
560	5,64	-0,08	190,23	67,32	5,55	-0,03	421,05	149,01	5,65	-0,03	606,57	214,67
570	5,74	-0,08	190,45	67,40	5,65	-0,03	421,16	149,05	5,75	-0,03	606,89	214,79
580	5,85	-0,08	189,36	67,02	5,75	-0,03	419,54	148,48	5,86	-0,04	602,90	213,37
590	5,95	-0,08	190,01	67,25	5,86	-0,03	418,78	148,21	5,96	-0,04	602,14	213,11
600	6,05	-0,08	191,20	67,67	5,96	-0,04	414,57	146,72	6,06	-0,05	598,25	211,73
610	6,15	-0,08	189,69	67,13	6,06	-0,04	415,87	147,18	6,17	-0,05	598,68	211,88
620	6,25	-0,08	191,31	67,71	6,16	-0,04	413,38	146,30	6,27	-0,05	596,20	211,00
630	6,36	-0,08	191,20	67,67	6,26	-0,04	417,49	147,75	6,38	-0,06	594,04	210,24

Certificato 5888del 30/12/2023

Accettazione 3549

del 05/12/2023

PROVA DI TAGLIO DIRETTO FASE DI ROTTURA ' - DATI SPERIMENTALI

	95,98 kPa				199,20 kPa				294,20 kPa			
	σ_v				σ_v				σ_v			
dt (min)	Sh (mm)	dH (mm)	F (N)	τ (kPa)	Sh (mm)	dH (mm)	F (N)	τ (kPa)	Sh (mm)	dH (mm)	F (N)	τ (kPa)
640	6,46	-0,08	190,45	67,40	6,36	-0,04	415,97	147,22	6,48	-0,06	594,58	210,43
650	6,56	-0,08	187,85	66,48	6,47	-0,04	414,57	146,72	6,58	-0,06	593,61	210,08
660	6,66	-0,08	185,80	65,76	6,57	-0,05	412,09	145,84	6,68	-0,07	591,12	209,21
670	6,77	-0,09	186,66	66,06	6,67	-0,05	412,84	146,11	6,79	-0,07	583,23	206,41
680	6,87	-0,09	188,18	66,60	6,78	-0,05	413,28	146,26	6,89	-0,07	585,40	207,18
690	6,97	-0,09	188,50	66,71	6,89	-0,06	412,52	146,00	6,99	-0,07	581,51	205,80
700	7,07	-0,09	189,69	67,13	6,99	-0,06	413,06	146,19	7,09	-0,08	581,51	205,80
710	7,17	-0,09	190,23	67,32	7,09	-0,06	408,74	144,66	7,20	-0,08	575,24	203,59
720	7,27	-0,09	188,18	66,60	7,20	-0,06	410,89	145,35	7,30	-0,08	572,00	202,44
730	7,38	-0,10	188,50	66,71	7,30	-0,06	409,50	144,93	7,40	-0,08	571,24	202,17
740	7,47	-0,10	189,58	67,10	7,41	-0,06	404,64	143,21	7,51	-0,08	570,16	201,79
750	7,58	-0,10	190,01	67,25	7,51	-0,06	405,29	143,44	7,61	-0,08	571,57	202,29
760	7,67	-0,10	192,28	68,05	7,61	-0,06	405,83	143,63	7,71	-0,08	567,57	200,87
770	7,78	-0,10	192,50	68,13	7,72	-0,06	403,13	142,67	7,81	-0,08	569,19	201,44
780	7,88	-0,10	192,93	68,28	7,81	-0,06	402,81	142,56	7,92	-0,08	571,78	202,36
790	7,98	-0,10	191,74	67,86	7,92	-0,06	403,99	142,98	8,02	-0,08	571,24	202,17
800	8,09	-0,10	191,42	67,75	8,02	-0,06	401,51	142,10	8,11	-0,08	575,67	203,74
810	8,19	-0,11	189,04	66,90	8,13	-0,06	401,84	142,21	8,21	-0,08	577,73	204,46
820	8,29	-0,11	188,28	66,64	8,23	-0,06	403,45	142,79	8,31	-0,08	576,21	203,93
830	8,40	-0,11	189,26	66,98	8,33	-0,06	399,35	141,34	8,42	-0,08	572,11	202,48
840	8,50	-0,11	188,72	66,79	8,44	-0,06	400,86	141,87	8,52	-0,08	575,89	203,81
850	8,61	-0,12	188,07	66,56	8,54	-0,06	401,08	141,95	8,63	-0,08	578,48	204,73
860	8,71	-0,12	189,58	67,10	8,65	-0,06	398,38	140,99	8,72	-0,08	580,53	205,46
870	8,81	-0,12	188,28	66,64	8,75	-0,06	400,65	141,79	8,83	-0,08	580,21	205,34
880	8,91	-0,12	188,28	66,64	8,85	-0,06	401,84	142,21	8,92	-0,08	580,10	205,31
890	9,02	-0,12	188,50	66,71	8,96	-0,06	399,24	141,30	9,03	-0,08	583,02	206,34
900	9,12	-0,12	189,04	66,90	9,06	-0,06	397,73	140,76	9,13	-0,08	586,15	207,45
910	9,22	-0,13	186,88	66,14	9,17	-0,06	399,89	141,53	9,24	-0,08	585,40	207,18
920	9,33	-0,13	188,72	66,79	9,27	-0,06	398,38	140,99	9,35	-0,08	585,83	207,33
930	9,44	-0,13	188,28	66,64	9,37	-0,06	399,78	141,49	9,44	-0,08	585,18	207,10
940	9,53	-0,13	187,74	66,44	9,48	-0,06	402,59	142,48	9,55	-0,08	586,15	207,45
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0			

PROVA DI TAGLIO DIRETTO *. INVILUPPO A ROTTURA $\tau - \sigma$

COMMITTENTE:	COMUNE DI LIVIGNO
COMMESSA:	-
LOCALITA':	LIVIGNO (SO)
SONDAGGIO:	FRE-S1
CAMPIONE:	B IN CLASSE Q3
PROFONDITA':	5,00-6,00 m

Caratteristiche dei provini											
Provino	H ₀	A ₀	γ _n	γ _d	W ₀	W _f	σ normale	τ di picco	Sh	Velocità	
	mm	cm ²	Mg/mc	Mg/mc	%	%	[kPa]	[kPa]	mm	mm/min	
T1	19,76	28,26	2,24	1,94	15,26	12,61	96,0	73,22	3,27	0,01	
T2	19,76	28,26	2,24	1,92	16,56	11,88	199,2	156,39	4,30	0,01	
T3	19,76	28,26	2,25	1,94	15,64	12,18	294,2	223,77	4,31	0,01	

resistenza di picco

retta regressione tau picco

σ normale (kPa)	τ (kPa)
100	75
200	150
300	225
350	275



Certificato n. 5881	del 29/12/2023	Accettazione n. 3549	del 05/12/2023
----------------------------	-----------------------	-----------------------------	-----------------------

SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D6913)	data inizio prova	06/12/2023	data fine prova	19/12/2023
LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)	data inizio prova	06/12/2023	data fine prova	20/12/2023

COMMITTENTE:	COMUNE DI LIVIGNO			
COMMESSA:	-			
LOCALITA':	LIVIGNO (SO)			
SONDAGGIO :	FRE-S1	CAMPIONE:	C IN CLASSE Q3	PROFONDITA' : 8,00-9,00 m

ANALISI PER SETACCIATURA

Peso iniziale	734,7	g
Diametro massimo	55	mm
Diametro minimo	20	mm
Contenuto d'acqua	-	%
mm	Set. in. - No.	Percentuale passante
Passante 75,0	3	100,00 %
Passante 50,8	2	100,00 %
Passante 38,1	1 1/2	100,00 %
Passante 25,4	1	92,81 %
Passante 19,0	3/4	88,45 %
Passante 9,5	3/8	73,70 %
Passante 4,75	No. 4	62,40 %
Passante 2,0	No. 10	51,78 %
Passante 0,850	No. 20	41,91 %
Passante 0,425	No. 40	34,33 %
Passante 0,254	No. 60	30,00 %
Passante 0,150	No. 100	26,04 %
Passante 0,075	No. 200	21,34 %

Ghiaia g (19-75)	11,55 %
Ghiaia f (4,75-19,0)	26,05 %
Sabbia g (2-4,75)	10,61 %
Sabbia m (0,425-2)	17,45 %
Sabbia f (0,075-0,425)	12,99 %
Limo+argilla (< 0,075)	21,34 %
Limo (0,005-0,075)	14,05 %
Argilla (< 0,005)	7,30 %

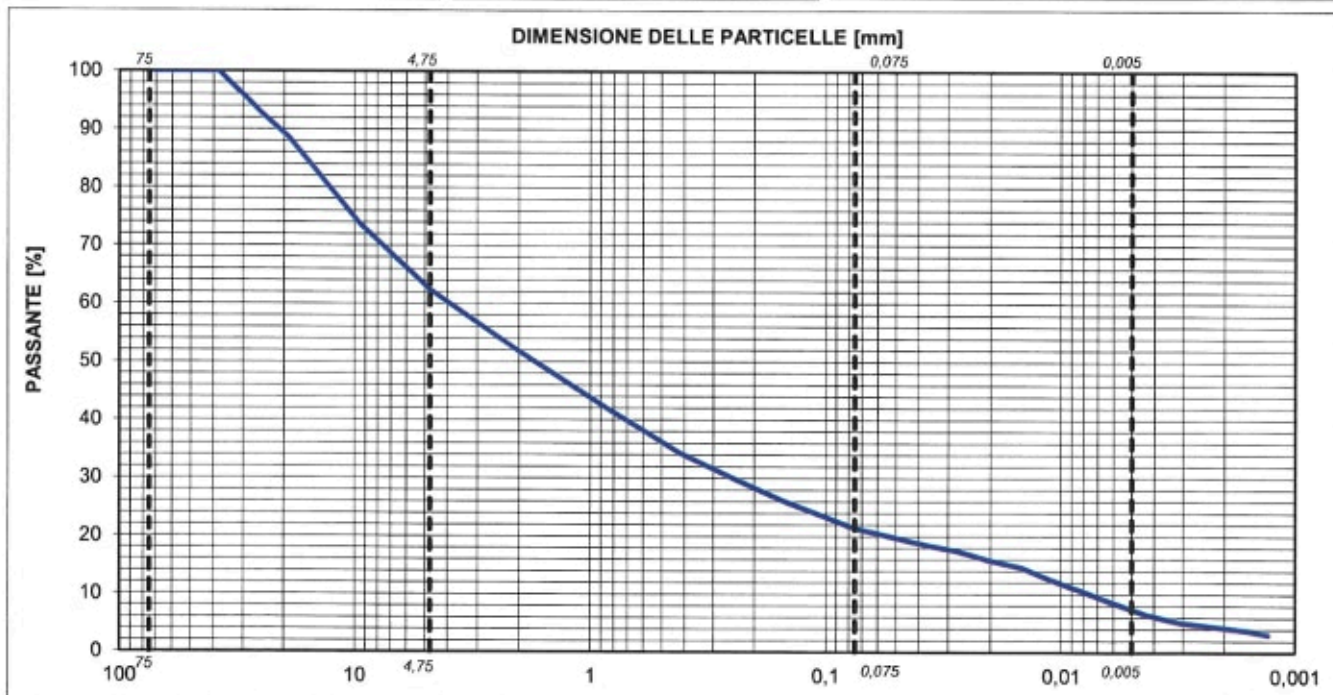
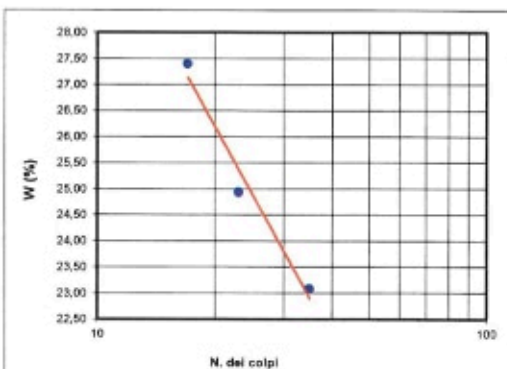
ANALISI PER SEDIMENTAZIONE

Peso iniziale	50	g
Diametro massimo	0,075	mm
Diametro	u.m.	Percentuale
0,0530	mm	19,92 %
0,0386	mm	18,57 %
0,0278	mm	17,56 %
0,0203	mm	15,87 %
0,0147	mm	14,52 %
0,0111	mm	12,50 %
0,0081	mm	10,47 %
0,0059	mm	8,45 %
0,0043	mm	6,42 %
0,0031	mm	5,07 %
0,0022	mm	4,40 %
0,0016	mm	3,72 %
0,0013	mm	3,05 %

ASTM CLASSIFICATION		
SC-SM		
AASHTO M 145-82		
-		
gs	-	Mg/mc
CU	-	-
CC	-	-

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite Liquido	(WL)	25	%		
Limite Plastico	(WP)	19	%		
Indice di Plasticità	(IP)	6	%		
Indice di Consistenza	(IC)	-	%		
	Tare (g)	Peso umido (g)	Peso secco (g)	Umidità (%)	N. dei colpi
LL	23,15	39,15	35,71	27,39	17
	22,51	39,20	35,87	24,93	23
	23,48	39,64	36,61	23,08	35
LP	23,49	28,56	27,75	19,01	-
	23,29	29,61	28,60	19,02	-



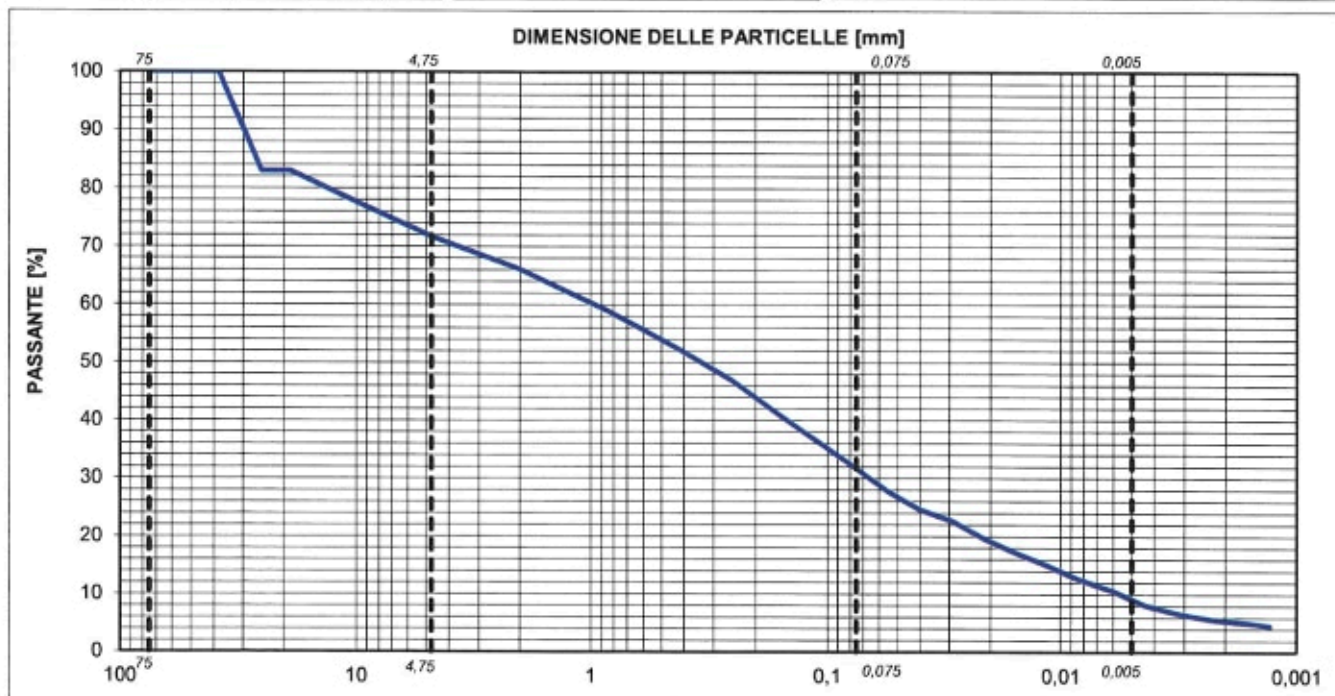
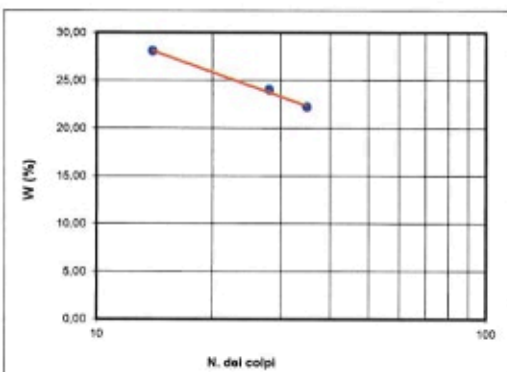


Certificato n. 5882	del 29/12/2023	Accettazione n. 3549	del 05/12/2023
---------------------	----------------	----------------------	----------------

SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D6913)	data inizio prova 06/12/2023	data fine prova 19/12/2023
LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)	data inizio prova 06/12/2023	data fine prova 20/12/2023

COMMITTENTE:	COMUNE DI LIVIGNO		
COMMESSA:	-		
LOCALITA':	LIVIGNO (SO)		
SONDAGGIO :	FRE-S1	CAMPIONE:	D IN CLASSE Q3
		PROFONDITA' :	11,00-12,00 m

ANALISI PER SETACCIATURA				ANALISI PER SEDIMENTAZIONE				LIMITI DI CONSISTENZA					
Peso iniziale	881,7	g		Peso iniziale	50	g		Limite Liquido (WL)	24	%			
Diametro massimo	75	mm		Diametro massimo	0,075	mm		Limite Plastico (WP)	18	%			
Diametro minimo	20	mm						Indice di Plasticità (IP)	6	%			
Contenuto d'acqua	-	%						Indice di Consistenza (IC)	-	%			
	mm	Set. in. - No.	Percentuale passante	Diametro	u.m.	Percentuale							
Passante	75,0	3	100,00 %	0,0545	mm	27,57 %							
Passante	50,8	2	100,00 %	0,0401	mm	24,56 %							
Passante	38,1	1 1/2	100,00 %	0,0291	mm	22,56 %							
Passante	25,4	1	82,97 %	0,0213	mm	19,55 %							
Passante	19,0	3/4	82,97 %	0,0155	mm	17,05 %							
Passante	9,5	3/8	77,25 %	0,0115	mm	15,05 %							
Passante	4,75	No. 4	71,67 %	0,0084	mm	12,54 %							
Passante	2,0	No. 10	66,06 %	0,0060	mm	10,54 %							
Passante	0,850	No. 20	58,90 %	0,0044	mm	8,03 %							
Passante	0,425	No. 40	52,25 %	0,0031	mm	6,53 %							
Passante	0,254	No. 60	46,83 %	0,0022	mm	5,53 %							
Passante	0,150	No. 100	40,23 %	0,0016	mm	5,03 %							
Passante	0,075	No. 200	31,68 %	0,0013	mm	4,53 %							
Ghiaia g	(19-75)		17,03 %	ASTM CLASSIFICATION SC-SM AASHTO M 145-82 -									
Ghiaia f	(4,75-19,0)		11,30 %										
Sabbia g	(2-4,75)		5,61 %	gs	-	Mg/mc							
Sabbia m	(0,425-2)		13,80 %	CU	-	-							
Sabbia f	(0,075-0,425)		20,58 %	CC	-	-							
Limo+argilla	(< 0,075)		31,68 %										
Limo	(0,005-0,075)		22,69 %										
Argilla	(< 0,005)		8,99 %										





Certificato 5889

del 30/12/2023

Accettazione 3549

del 05/12/2023

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

data inizio prova 06/12/2023

data fine prova 22/12/2023

COMMITTENTE: COMUNE DI LIVIGNO

COMMESSA: -

LOCALITA': LIVIGNO (SO)

CAMPIONE: FRE-S1

SONDAGGIO: D IN CLASSE Q3

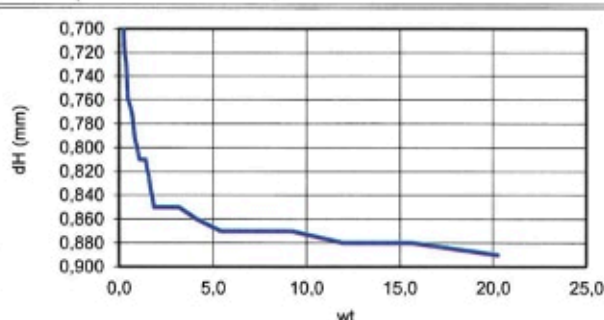
PROFONDITA': 11,00-12,00 m

Dati Provini		σ_v (kPa)	σ_v (kPa)	σ_v (kPa)
		198,6	294,5	387,0
Sezione provino	mm	28255,49	28255,49	28255,49
Altezza iniziale	mm	19,76	19,76	19,76
Altezza finale	mm	18,83	18,63	18,29
Peso tara 1	Mg	4,45E-05	4,45E-05	4,45E-05
Tara + p. umido iniziale	Mg	1,67E-04	1,64E-04	1,67E-04
Peso tara 2	Mg	5,41E-05	4,74E-05	4,97E-05
Tara + p. umido finale	Mg	1,75E-04	1,66E-04	1,70E-04
Tara + p. provino secco	Mg	1,62E-04	1,54E-04	1,57E-04
Peso di volume iniziale	Mg/mc	2,19	2,14	2,19
Peso di volume finale	Mg/mc	2,27	2,26	2,33
Peso di volume secco	Mg/mc	1,93	1,91	1,92
Contenuto acqua iniziale	%	13,39	11,70	14,00
Contenuto acqua finale	%	11,58	11,16	12,25
Saturazione iniziale	%	89,70	75,59	91,32
Saturazione finale	%	92,64	89,20	100,00
Indice dei vuoti iniziale	-	0,41	0,42	0,42
Indice dei vuoti finale	-	0,34	0,34	0,31
Peso vol. secco finale	Mg/mc	2,03	2,03	2,07
Altezza fine consolidazione	mm	18,87	18,86	18,41
Valore t_{100}	min	1,20	1,40	1,80

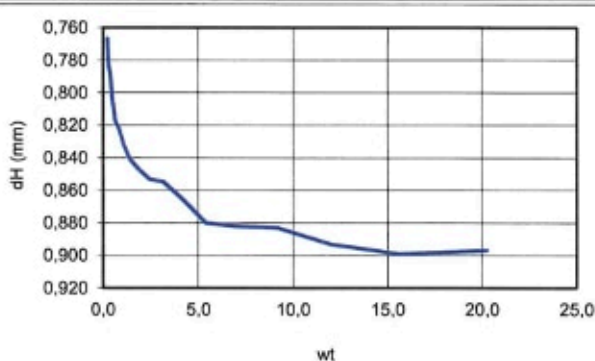
Lecture Tempi - Cedimenti		σ_v (KPa)	σ_v (KPa)	σ_v (KPa)
		198,6	294,5	387,0
[min]	lettura	dH	dH	dH
	n.	[mm]	[mm]	[mm]
0,05	1	0,00	0,00	0,00
0,09	2	0,72	0,78	1,21
0,15	3	0,73	0,79	1,23
0,25	4	0,76	0,80	1,24
0,47	5	0,77	0,82	1,25
0,71	6	0,79	0,82	1,26
1,21	7	0,81	0,83	1,29
2,05	8	0,81	0,84	1,29
3,49	9	0,85	0,85	1,30
5,93	10	0,85	0,85	1,31
10,08	11	0,85	0,86	1,32
17,14	12	0,86	0,87	1,33
29,13	13	0,87	0,88	1,33
49,52	14	0,87	0,88	1,34
84,19	15	0,87	0,88	1,34
143,12	16	0,88	0,89	1,35
243,31	17	0,88	0,90	1,35
411,19	18	0,89	0,90	1,35
0,00	19	0,00	0,00	0,00
0,00	20	0,00	0,00	0,00
0,00	21	0,00	0,00	0,00

Grafici Cedimenti dh/vt

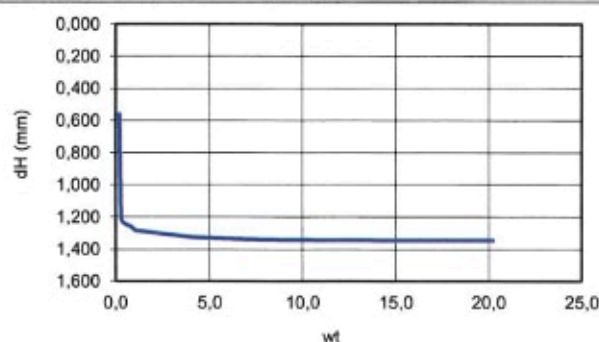
σ_v 198,6 kPa



σ_v 294,5 kPa



σ_v 387,0 kPa



Capitale Sociale € 95.000,00 - i.v. Sede Legale Via E. Pagliano, 37 20149 MILANO

Laboratorio: Via A. Martini, 11 20092 CINISELLO BALSAMO (MI) Tel. 0261293850 r.a. Fax 0261770281

E-mail: info@geolhair.it P.E.C.: altair srl@legalmail.it R.E.A. n. 1198777 - Registro Imprese Milano / C.F. / p.IVA n. 08041580153



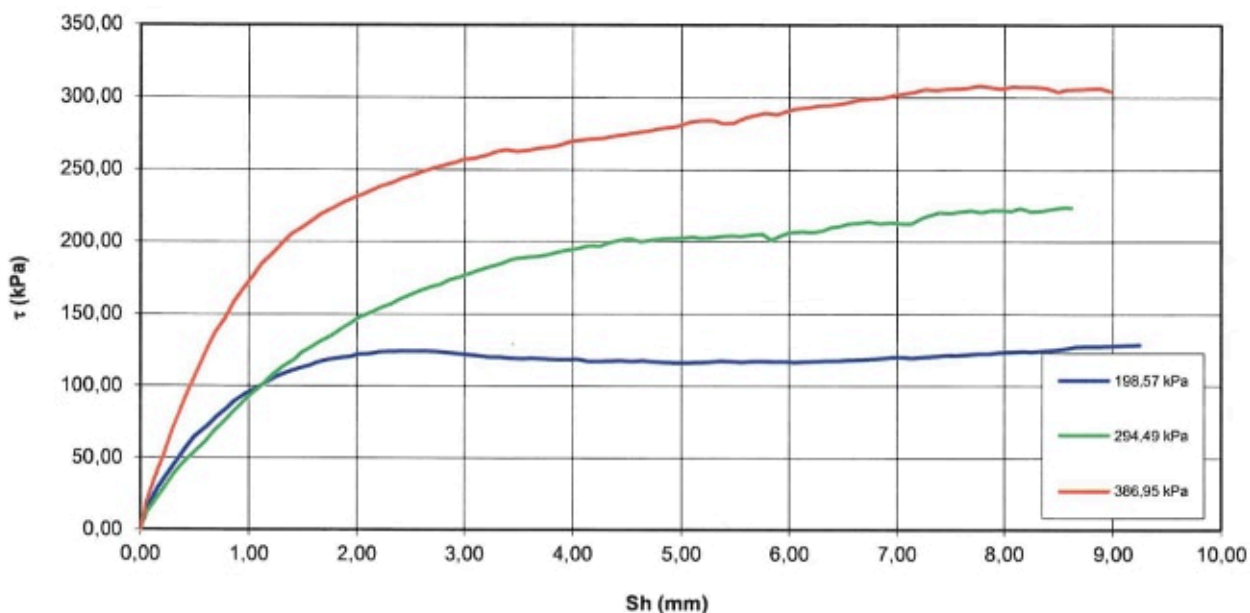
Certificato 5889

del 30/12/2023

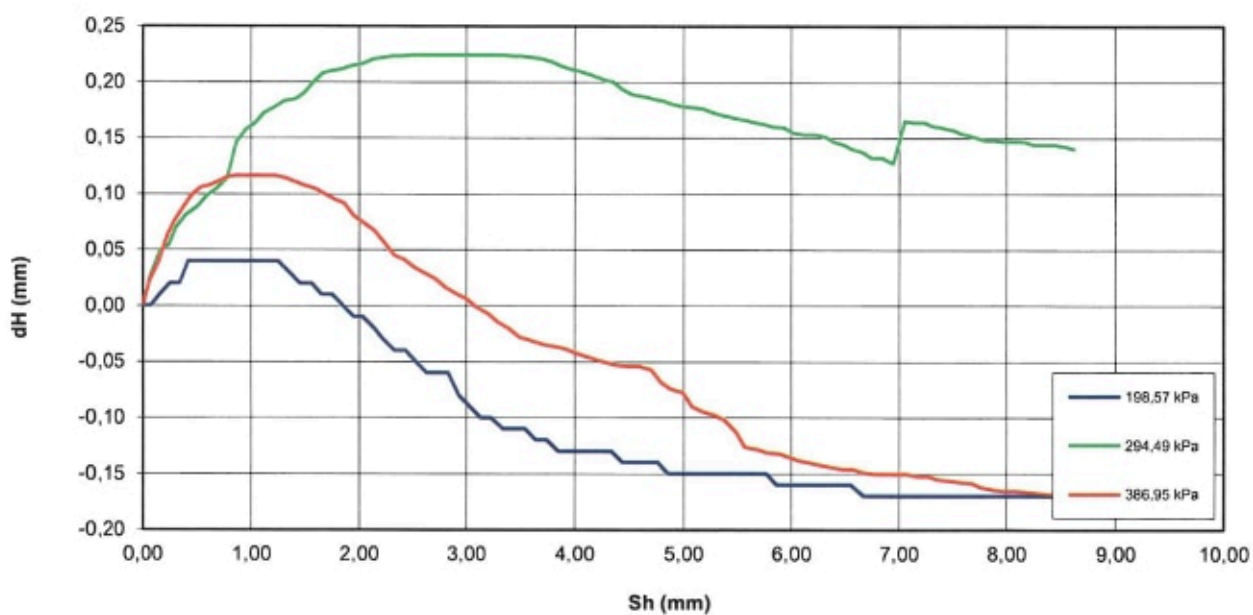
Accettazione 3549

del 05/12/2023

PROVA DI TAGLIO DIRETTO FASE DI ROTTURA GRAFICO (t Sh) ASTM D3080



PROVA DI TAGLIO DIRETTO FASE DI ROTTURA GRAFICI (deformazione verticale/scorrimento orizzontale) ASTM D3080





Certificato 5889

del 30/12/2023

Accettazione 3549

del 05/12/2023

PROVA DI TAGLIO DIRETTO FASE DI ROTTURA ' - DATI SPERIMENTALI

dt (min)	198,57 kPa				294,49 kPa				386,95 kPa			
	σ_v	Sh (mm)	dH (mm)	τ (kPa)	σ_v	Sh (mm)	dH (mm)	τ (kPa)	σ_v	Sh (mm)	dH (mm)	τ (kPa)
0	0,00	0,00	-0,70	-0,25	0,00	0,00	-0,40	-0,14	0,00	0,00	-0,77	-0,27
10	0,08	0,00	46,40	16,42	0,07	0,03	34,00	12,03	0,06	0,02	55,25	19,55
20	0,16	0,01	80,00	28,31	0,16	0,05	61,70	21,84	0,14	0,04	105,23	37,24
30	0,25	0,02	109,20	38,65	0,24	0,05	86,30	30,54	0,22	0,06	149,94	53,07
40	0,34	0,02	135,10	47,81	0,31	0,07	109,00	38,58	0,29	0,08	194,06	68,68
50	0,42	0,04	159,70	56,52	0,40	0,08	130,70	46,26	0,37	0,09	235,28	83,27
60	0,50	0,04	181,90	64,38	0,50	0,09	152,10	53,83	0,45	0,10	276,17	97,74
70	0,61	0,04	201,70	71,38	0,59	0,10	170,40	60,31	0,53	0,11	313,99	111,13
80	0,70	0,04	220,40	78,00	0,68	0,10	192,10	67,99	0,61	0,11	351,99	124,57
90	0,79	0,04	236,00	83,52	0,78	0,11	212,40	75,17	0,69	0,11	385,90	136,58
100	0,87	0,04	252,10	89,22	0,86	0,15	231,40	81,90	0,79	0,12	415,82	147,16
110	0,97	0,04	266,00	94,14	0,95	0,16	250,00	88,48	0,86	0,12	445,06	157,51
120	1,07	0,04	277,50	98,21	1,04	0,16	267,80	94,78	0,95	0,12	472,35	167,17
130	1,16	0,04	288,90	102,25	1,12	0,17	282,00	99,80	1,04	0,12	496,32	175,65
140	1,25	0,04	298,90	105,78	1,21	0,18	301,00	106,53	1,12	0,12	520,54	184,23
150	1,35	0,03	308,00	109,01	1,31	0,18	318,60	112,76	1,22	0,12	541,11	191,51
160	1,45	0,02	314,90	111,45	1,42	0,19	333,00	117,85	1,31	0,11	560,83	198,49
170	1,56	0,02	321,70	113,85	1,49	0,19	347,50	122,98	1,39	0,11	577,66	204,44
180	1,65	0,01	328,90	116,40	1,58	0,20	357,70	126,59	1,49	0,11	591,60	209,38
190	1,75	0,01	334,40	118,35	1,67	0,21	369,40	130,74	1,59	0,10	606,31	214,58
200	1,85	0,00	337,90	119,59	1,76	0,21	379,70	134,38	1,67	0,10	618,63	218,94
210	1,95	-0,01	339,40	120,12	1,86	0,21	394,20	139,51	1,76	0,10	628,24	222,34
220	2,03	-0,01	344,40	121,89	1,95	0,22	405,80	143,62	1,86	0,09	639,63	226,37
230	2,14	-0,02	346,20	122,52	2,03	0,22	416,90	147,55	1,95	0,08	648,64	229,56
240	2,22	-0,03	348,90	123,48	2,13	0,22	425,30	150,52	2,05	0,07	656,29	232,27
250	2,33	-0,04	349,80	123,80	2,23	0,22	435,50	154,13	2,14	0,07	665,38	235,49
260	2,43	-0,04	350,50	124,05	2,32	0,22	442,40	156,57	2,23	0,06	673,29	238,28
270	2,53	-0,05	350,20	123,94	2,40	0,22	451,60	159,83	2,33	0,05	679,92	240,63
280	2,63	-0,06	350,10	123,91	2,50	0,22	460,10	162,84	2,42	0,04	688,93	243,82
290	2,73	-0,06	349,70	123,76	2,59	0,22	468,50	165,81	2,52	0,03	694,54	245,81
300	2,83	-0,06	348,10	123,20	2,68	0,22	475,10	168,14	2,61	0,03	701,51	248,27
310	2,93	-0,08	346,10	122,49	2,78	0,22	481,40	170,37	2,71	0,02	708,65	250,80
320	3,03	-0,09	343,10	121,43	2,86	0,22	489,40	173,21	2,81	0,02	713,92	252,66
330	3,13	-0,10	341,40	120,83	2,96	0,22	495,50	175,36	2,90	0,01	719,44	254,62
340	3,23	-0,10	339,30	120,08	3,05	0,22	502,20	177,74	3,00	0,01	725,90	256,91
350	3,34	-0,11	339,00	119,98	3,14	0,22	509,00	180,14	3,09	0,00	727,86	257,60
360	3,44	-0,11	336,40	119,06	3,25	0,22	516,00	182,62	3,20	-0,01	733,72	259,67
370	3,54	-0,11	336,20	118,99	3,35	0,22	521,70	184,64	3,29	-0,01	740,01	255,00
380	3,64	-0,12	336,40	119,06	3,43	0,22	529,00	187,22	3,39	-0,02	745,20	263,73
390	3,74	-0,12	335,50	118,74	3,51	0,22	533,00	188,64	3,49	-0,03	741,20	262,32
400	3,85	-0,13	334,50	118,38	3,61	0,22	535,30	189,45	3,59	-0,03	743,92	263,28
410	3,95	-0,13	334,10	118,24	3,69	0,22	535,50	189,52	3,69	-0,03	748,17	264,79
420	4,05	-0,13	335,00	118,56	3,79	0,22	540,60	191,33	3,79	-0,04	750,21	265,51
430	4,15	-0,13	331,30	117,25	3,88	0,21	544,90	192,85	3,90	-0,04	754,97	267,19
440	4,24	-0,13	330,90	117,11	3,97	0,21	549,20	194,37	3,98	-0,04	760,75	269,24
450	4,34	-0,13	331,80	117,43	4,07	0,21	551,80	195,29	4,09	-0,05	764,07	270,41
460	4,44	-0,14	332,60	117,71	4,16	0,21	557,20	197,20	4,19	-0,05	766,70	271,35
470	4,55	-0,14	331,20	117,22	4,26	0,20	556,90	197,09	4,29	-0,05	768,06	271,83
480	4,65	-0,14	332,20	117,57	4,35	0,20	563,60	199,47	4,39	-0,05	771,89	273,18
490	4,76	-0,14	329,60	116,65	4,44	0,19	567,50	200,85	4,49	-0,05	775,29	274,38
500	4,86	-0,15	328,50	116,26	4,52	0,19	571,00	202,08	4,59	-0,05	778,86	275,65
510	4,96	-0,15	327,90	116,05	4,63	0,19	564,80	199,89	4,70	-0,06	782,17	276,82
520	5,06	-0,15	327,40	115,87	4,71	0,19	567,60	200,88	4,79	-0,07	786,08	278,20
530	5,15	-0,15	328,20	116,15	4,81	0,18	570,30	201,84	4,88	-0,07	788,12	278,93
540	5,25	-0,15	329,10	116,47	4,90	0,18	571,50	202,26	4,99	-0,08	792,37	280,43
550	5,35	-0,15	331,60	117,36	4,99	0,18	572,30	202,54	5,08	-0,09	798,83	282,72
560	5,45	-0,15	330,50	116,97	5,10	0,18	573,90	203,11	5,19	-0,10	801,81	283,77
570	5,56	-0,15	329,00	116,44	5,18	0,18	572,30	202,54	5,28	-0,10	802,15	283,89
580	5,66	-0,15	330,70	117,04	5,28	0,17	573,10	202,83	5,38	-0,10	796,71	281,96
590	5,77	-0,15	330,60	117,00	5,37	0,17	575,20	203,57	5,49	-0,11	797,30	282,18
600	5,86	-0,16	330,10	116,83	5,46	0,17	576,30	203,96	5,57	-0,13	805,04	284,91
610	5,96	-0,16	329,90	116,76	5,55	0,17	575,40	203,64	5,68	-0,13	812,52	287,56
620	6,05	-0,16	328,60	116,30	5,65	0,16	578,50	204,74	5,78	-0,13	816,51	288,97
630	6,15	-0,16	329,90	116,76	5,75	0,16	580,30	205,38	5,89	-0,13	813,54	287,92



Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti prove terre (settore "a") e rocce (settore "b")
D.P.R. 06.06.2001 n.380 art. 59 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n. 52505 del 11.10.2004 e successivi rinnovi
Laboratorio Certificato UNI EN ISO 9001 ICMQ n.11353 del 28.10.2011 e successivi rinnovi

Certificato 5889	del 30/12/2023	Accettazione 3549	del 05/12/2023
------------------	----------------	-------------------	----------------

PROVA DI TAGLIO DIRETTO FASE DI ROTTURA ' - DATI SPERIMENTALI

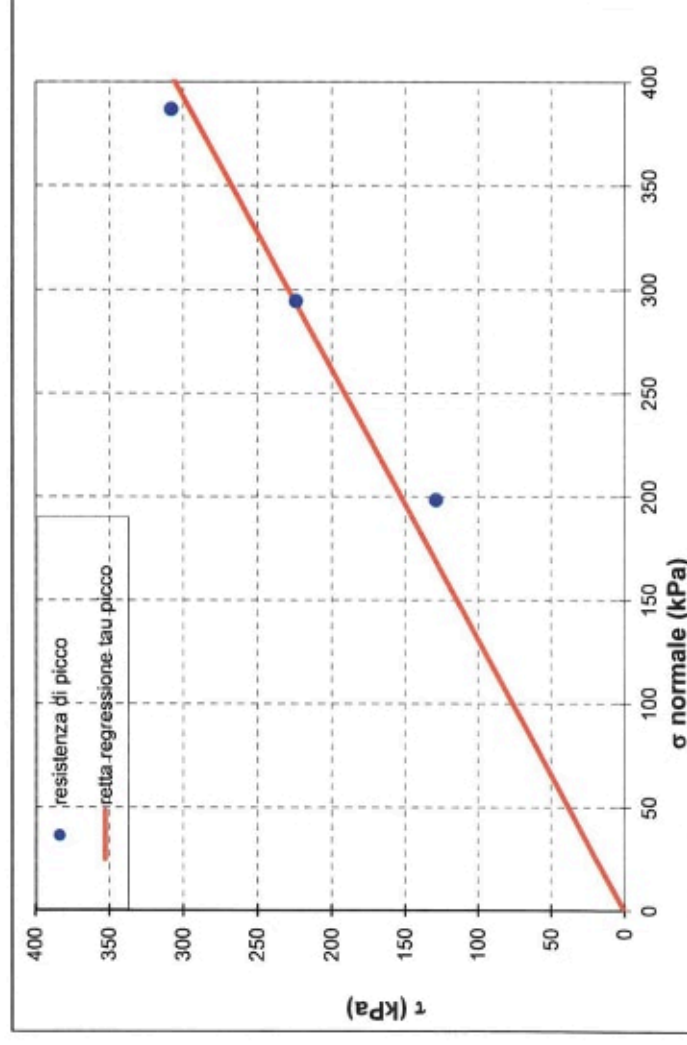
	σ_v	198,57 kPa				σ_v	294.49 kPa				σ_v	386,95 kPa			
dt (min)	Sh (mm)	dH (mm)	F (N)	τ (kPa)	Sh (mm)	dH (mm)	F (N)	τ (kPa)	Sh (mm)	dH (mm)	F (N)	τ (kPa)			
640	6,25	-0,16	331,20	117,22	5,83	0,16	567,80	200,95	5,98	-0,14	820,25	290,30			
650	6,35	-0,16	332,70	117,75	5,93	0,16	576,90	204,17	6,07	-0,14	825,61	292,19			
660	6,45	-0,16	332,30	117,61	6,01	0,16	583,00	206,33	6,17	-0,14	827,99	293,04			
670	6,55	-0,16	333,40	117,99	6,12	0,15	585,00	207,04	6,27	-0,14	830,71	294,00			
680	6,67	-0,17	334,00	118,21	6,22	0,15	583,40	206,47	6,38	-0,14	832,24	294,54			
690	6,77	-0,17	335,20	118,63	6,31	0,15	586,80	207,68	6,47	-0,15	834,28	295,26			
700	6,86	-0,17	336,50	119,09	6,40	0,15	593,60	210,08	6,57	-0,15	838,44	296,74			
710	6,96	-0,17	338,90	119,94	6,48	0,14	595,60	210,79	6,67	-0,15	843,54	298,54			
720	7,06	-0,17	338,80	119,91	6,56	0,14	600,30	212,45	6,77	-0,15	845,50	299,23			
730	7,14	-0,17	337,10	119,30	6,66	0,14	602,20	213,13	6,87	-0,15	846,09	299,44			
740	7,25	-0,17	339,70	120,22	6,74	0,13	604,90	214,08	6,97	-0,15	851,79	301,46			
750	7,35	-0,17	340,90	120,65	6,84	0,13	600,80	212,63	7,07	-0,15	854,76	302,51			
760	7,46	-0,17	342,60	121,25	6,94	0,13	602,70	213,30	7,17	-0,15	858,59	303,86			
770	7,56	-0,17	342,70	121,29	7,05	0,17	600,50	212,53	7,27	-0,15	863,01	305,43			
780	7,66	-0,17	343,60	121,60	7,14	0,16	600,80	212,63	7,36	-0,16	861,73	304,98			
790	7,76	-0,17	345,60	122,31	7,23	0,16	610,70	216,14	7,47	-0,16	863,60	305,64			
800	7,86	-0,17	346,10	122,49	7,31	0,16	616,80	218,29	7,57	-0,16	864,45	305,94			
810	7,95	-0,17	348,30	123,27	7,40	0,16	622,10	220,17	7,67	-0,16	866,58	306,69			
820	8,06	-0,17	349,40	123,66	7,50	0,16	620,80	219,71	7,77	-0,16	870,32	308,02			
830	8,17	-0,17	350,60	124,08	7,58	0,15	623,20	220,56	7,88	-0,16	867,51	307,02			
840	8,26	-0,17	350,00	123,87	7,69	0,15	626,30	221,66	7,97	-0,17	864,37	305,91			
850	8,36	-0,17	351,70	124,47	7,79	0,15	622,20	220,21	8,07	-0,17	868,45	307,35			
860	8,46	-0,17	352,90	124,90	7,88	0,15	626,10	221,59	8,18	-0,17	868,19	307,26			
870	8,56	-0,17	355,90	125,96	7,97	0,15	626,30	221,66	8,27	-0,17	868,02	307,20			
880	8,66	-0,17	359,40	127,20	8,07	0,15	625,30	221,30	8,37	-0,17	866,49	306,66			
890	8,76	-0,17	359,70	127,30	8,15	0,15	630,70	223,21	8,49	-0,17	858,33	303,77			
900	8,86	-0,17	359,80	127,34	8,25	0,14	624,10	220,88	8,58	-0,17	862,58	305,28			
910	8,96	-0,17	360,60	127,62	8,35	0,14	625,90	221,51	8,68	-0,17	863,09	305,46			
920	9,06	-0,17	362,10	128,15	8,44	0,14	629,50	222,79	8,78	-0,17	864,45	305,94			
930	9,15	-0,17	362,90	128,44	8,55	0,14	632,60	223,89	8,87	-0,17	865,13	306,18			
940	9,25	-0,17	363,50	128,65	8,62	0,14	631,60	223,53	8,98	-0,17	859,35	304,14			
946	0,00	0,00	365,80	0,00	0,00	0,00	632,40	0,00	0,00	0,00	854,34	0,00			
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						

PROVA DI TAGLIO DIRETTO *- INVILUPPO A ROTTURA $\tau - \sigma$

COMMITTENTE:	COMUNE DI LIVIGNO
COMMESSA:	-
LOCALITA':	LIVIGNO (SO)
SONDAGGIO:	FRE-S1
CAMPIONE:	D IN CLASSE Q3
PROFONDITA':	11,00-12,00 m

Caratteristiche dei provini

Provino	H ₀	A ₀	γ _n	γ _d	W ₀	W _f	σ normale	τ di picco	Sh	Velocità
	mm	cm ²	Mg/mc	Mg/mc	%	%	[kPa]	[kPa]	mm	mm/min
T1	19,76	28,26	2,19	1,93	13,39	11,58	198,6	128,65	9,25	0,01
T2	19,76	28,26	2,14	1,91	11,70	11,16	294,5	223,89	8,55	0,01
T3	19,76	28,26	2,19	1,92	14,00	12,25	387,0	308,02	7,77	0,01



Note

Provini ricostituiti utilizzando il passante al setaccio da 4,75 mm

Regression lineare spinta a zero

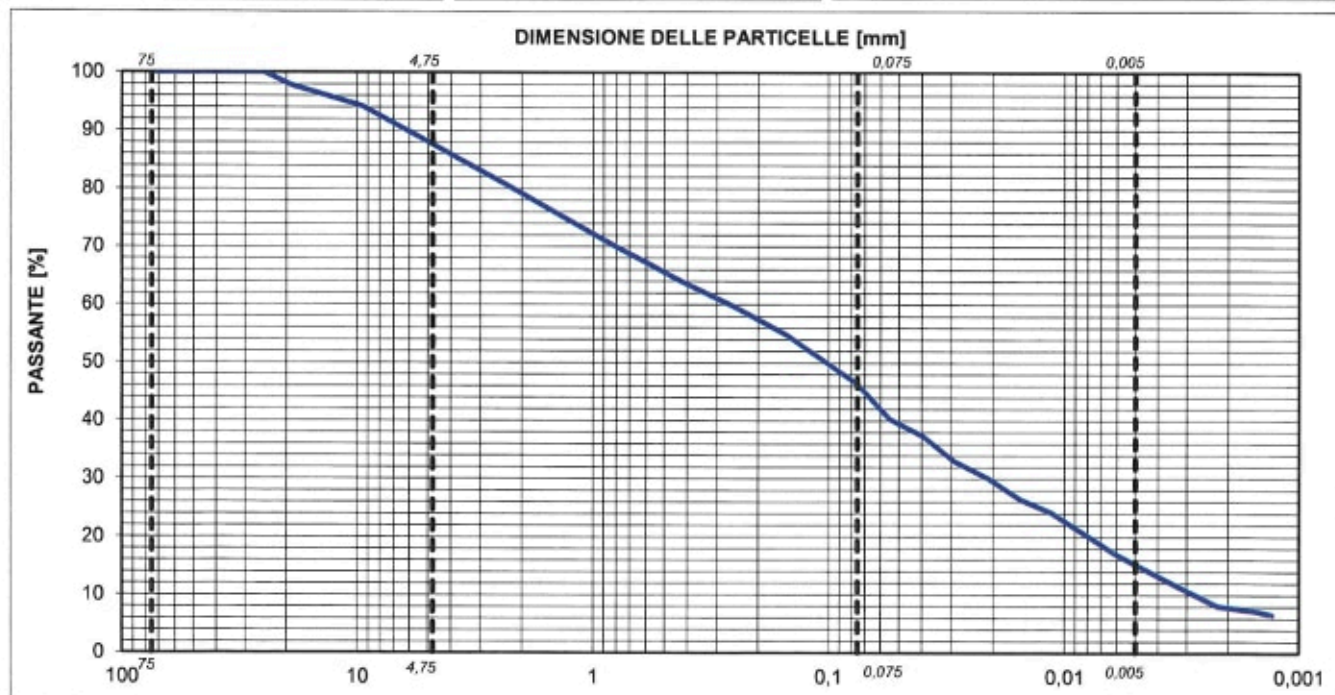
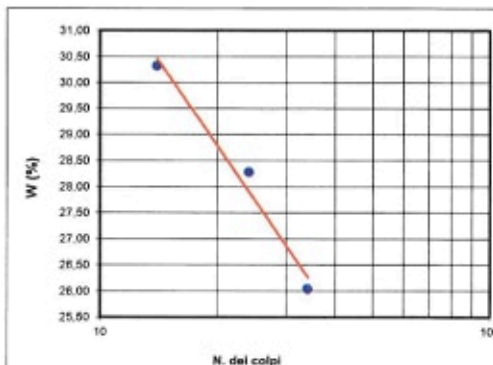


Certificato n. 5883	del 29/12/2023	Accettazione n. 3549	del 05/12/2023
----------------------------	-----------------------	-----------------------------	-----------------------

SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D6913)	data inizio prova 06/12/2023	data fine prova 19/12/2023
LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)	data inizio prova 06/12/2023	data fine prova 20/12/2023

COMMITTENTE:	COMUNE DI LIVIGNO		
COMMESSA:	-		
LOCALITA':	LIVIGNO (SO)		
SONDAGGIO :	FRE-S1	CAMPIONE:	E IN CLASSE Q3
		PROFONDITA' :	14,00-15,00 m

ANALISI PER SETACCIATURA				ANALISI PER SEDIMENTAZIONE				LIMITI DI CONSISTENZA					
Peso iniziale	712,6	g		Peso iniziale	50	g		Limite Liquido (WL)	27	%			
Diametro massimo	40	mm		Diametro massimo	0,075	mm		Limite Plastico (WP)	18	%			
Diametro minimo	20	mm						Indice di Plasticità (IP)	9	%			
Contenuto d'acqua	-	%						Indice di Consistenza (IC)	-	%			
	mm	Set. in. - No.	Percentuale passante	Diametro	u.m.	Percentuale							
Passante	75,0	3	100,00 %	0,0545	mm	40,31 %							
Passante	50,8	2	100,00 %	0,0396	mm	37,38 %							
Passante	38,1	1 1/2	100,00 %	0,0291	mm	32,98 %							
Passante	25,4	1	100,00 %	0,0211	mm	30,05 %							
Passante	19,0	3/4	97,70 %	0,0153	mm	26,39 %							
Passante	9,5	3/8	94,20 %	0,0114	mm	24,19 %							
Passante	4,75	No. 4	87,53 %	0,0082	mm	20,53 %							
Passante	2,0	No. 10	79,15 %	0,0060	mm	16,87 %							
Passante	0,850	No. 20	70,55 %	0,0043	mm	13,94 %							
Passante	0,425	No. 40	63,90 %	0,0031	mm	11,01 %							
Passante	0,254	No. 60	59,62 %	0,0022	mm	8,08 %							
Passante	0,150	No. 100	54,78 %	0,0016	mm	7,35 %							
Passante	0,075	No. 200	46,31 %	0,0013	mm	6,62 %							
Ghiaia g	(19-75)		2,30 %	ASTM CLASSIFICATION SC AASHTO M 145-82 -									
Ghiaia f	(4,75-19,0)		10,16 %										
Sabbia g	(2-4,75)		8,38 %										
Sabbia m	(0,425-2)		15,25 %										
Sabbia f	(0,075-0,425)		17,59 %										
Limo+argilla	(< 0,075)		46,31 %										
Limo	(0,005-0,075)		31,15 %										
Argilla	(< 0,005)		15,16 %										
				gs	-	Mg/mc							
				CU	-	-							
				CC	-	-							



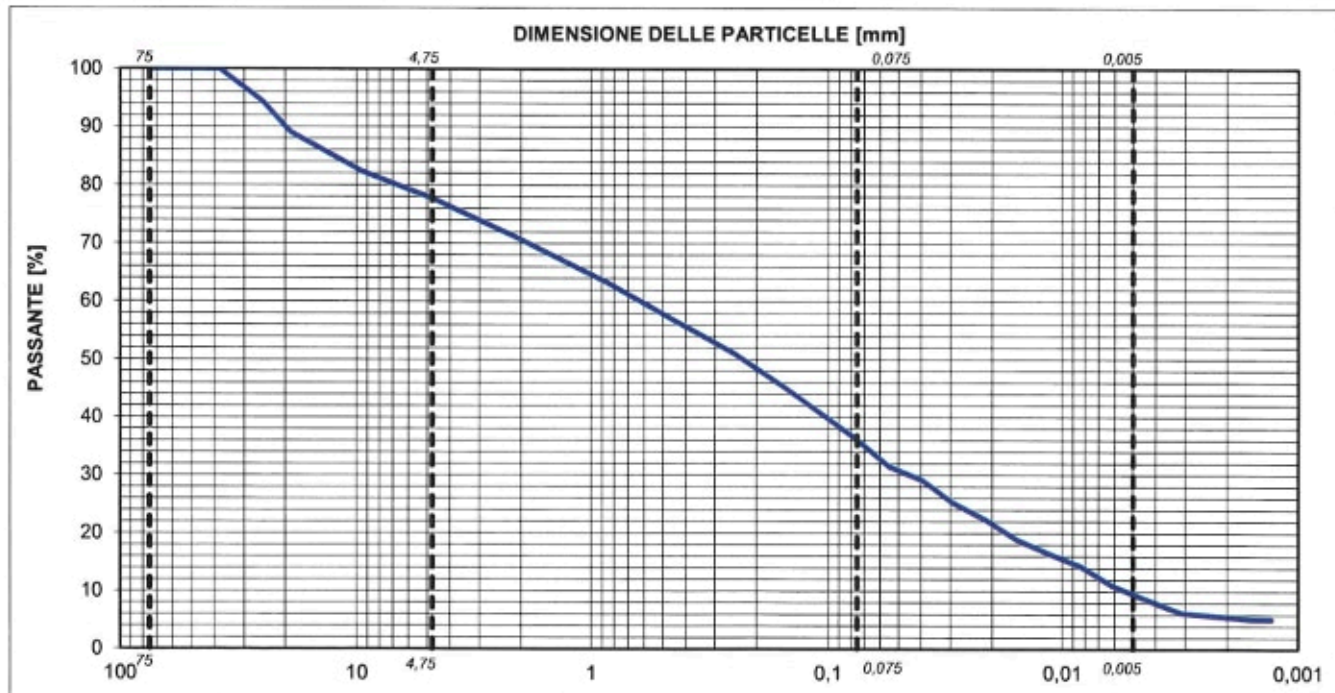
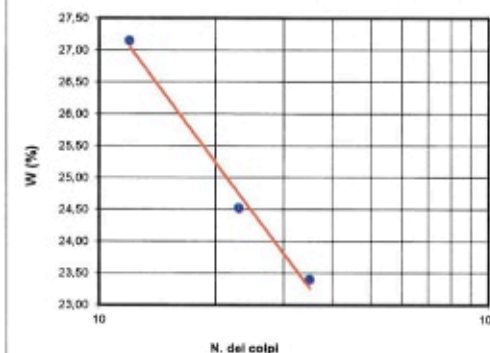


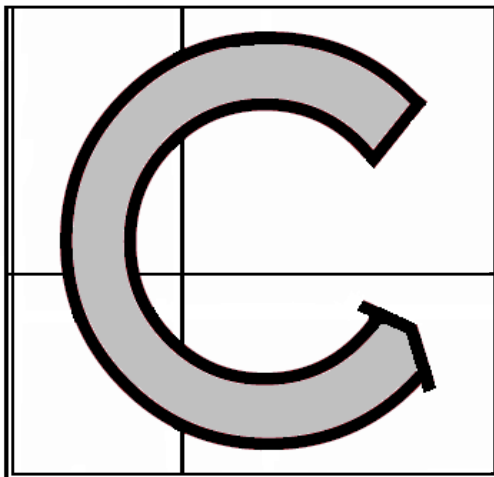
Certificato n. 5884	del 29/12/2023	Accettazione n. 3549	del 05/12/2023
---------------------	----------------	----------------------	----------------

SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D6913)	data inizio prova 06/12/2023	data fine prova 19/12/2023
LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)	data inizio prova 06/12/2023	data fine prova 20/12/2023

COMMITTENTE:	COMUNE DI LIVIGNO		
COMMESSA:	-		
LOCALITA':	LIVIGNO (SO)		
SONDAGGIO :	FRE-S1	CAMPIONE:	F IN CLASSE Q3
		PROFONDITA' :	17,00-18,00 m

ANALISI PER SETACCIATURA				ANALISI PER SEDIMENTAZIONE				LIMITI DI CONSISTENZA					
Peso iniziale	782,3	g		Peso iniziale	50	g		Limite Liquido (WL)	24	%			
Diametro massimo	35	mm		Diametro massimo	0,075	mm		Limite Plastico (WP)	17	%			
Diametro minimo	20	mm						Indice di Plasticità (IP)	7	%			
Contenuto d'acqua	-	%						Indice di Consistenza (IC)	-	%			
	mm	Set. in. - No.	Percentuale passante	Diametro	u.m.	Percentuale							
Passante	75,0	3	100,00 %	0,0545	mm	31,44 %							
Passante	50,8	2	100,00 %	0,0396	mm	29,15 %							
Passante	38,1	1 1/2	100,00 %	0,0293	mm	25,15 %							
Passante	25,4	1	94,40 %	0,0213	mm	22,30 %							
Passante	19,0	3/4	89,08 %	0,0156	mm	18,87 %							
Passante	9,5	3/8	82,35 %	0,0116	mm	16,58 %							
Passante	4,75	No. 4	77,68 %	0,0084	mm	14,30 %							
Passante	2,0	No. 10	70,71 %	0,0061	mm	10,87 %							
Passante	0,850	No. 20	63,24 %	0,0044	mm	8,59 %							
Passante	0,425	No. 40	56,19 %	0,0032	mm	6,30 %							
Passante	0,254	No. 60	51,05 %	0,0022	mm	5,73 %							
Passante	0,150	No. 100	45,01 %	0,0016	mm	5,16 %							
Passante	0,075	No. 200	36,12 %	0,0013	mm	5,16 %							
Ghiaia g	(19-75)		10,92 %	ASTM CLASSIFICATION SC AASHTO M 145-82 -									
Ghiaia f	(4,75-19,0)		11,40 %										
Sabbia g	(2-4,75)		6,97 %										
Sabbia m	(0,425-2)		14,51 %										
Sabbia f	(0,075-0,425)		20,07 %										
Limo+argilla	(< 0,075)		36,12 %	gs	-	Mg/mc							
Limo	(0,005-0,075)		26,71 %	CU	-	-							
Argilla	(< 0,005)		9,41 %	CC	-	-							





STUDIO TECNICO

Geom. UGO CELOTTI S.R.L.

VIA MINCIO 22 - CAP 20139 MILANO - TEL. 025393977 r.a. - 025392262 FAX
e-mail: studiocelotti@studiocelotti.it

INDAGINI GEOGNOSTICHE - PROVE SU TERRENI DI FONDAZIONE
RICERCHE IDROLOGICHE AMBIENTALI - STRUMENTAZIONI GEOTECNICHE
PERFORAZIONI PROFONDE PER GEOTERMIA PER DISPERSORI PER STRUMENTAZIONI
RILIEVI TOPOGRAFICI - PROSPEZIONI GEOFISICHE E GEOELETTICHE

COMUNE DI LIVIGNO
Plaza dal Comun n. 93 - LIVIGNO (Sondrio)

Indagini geognostiche, geotecniche ed ambientali eseguite nei terreni interessati dall'opera pubblica denominata Venues - Sedi ed Impianti Olimpici - Collegamento dei versanti sciistici est ed ovest in comune di Livigno (Sondrio) - Località Teola.

PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Disegno n. 7530/1Eb

Data: Dicembre 2023

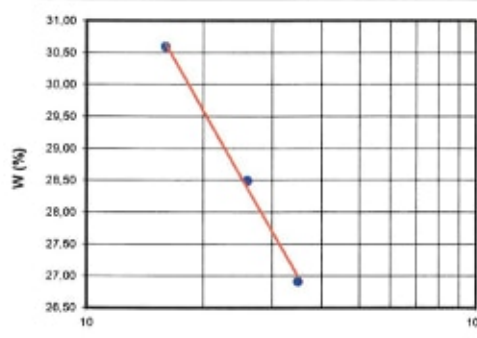
N.B. - Lo zero di riferimento delle profondità coincide con il piano d'inizio dei sondaggi.

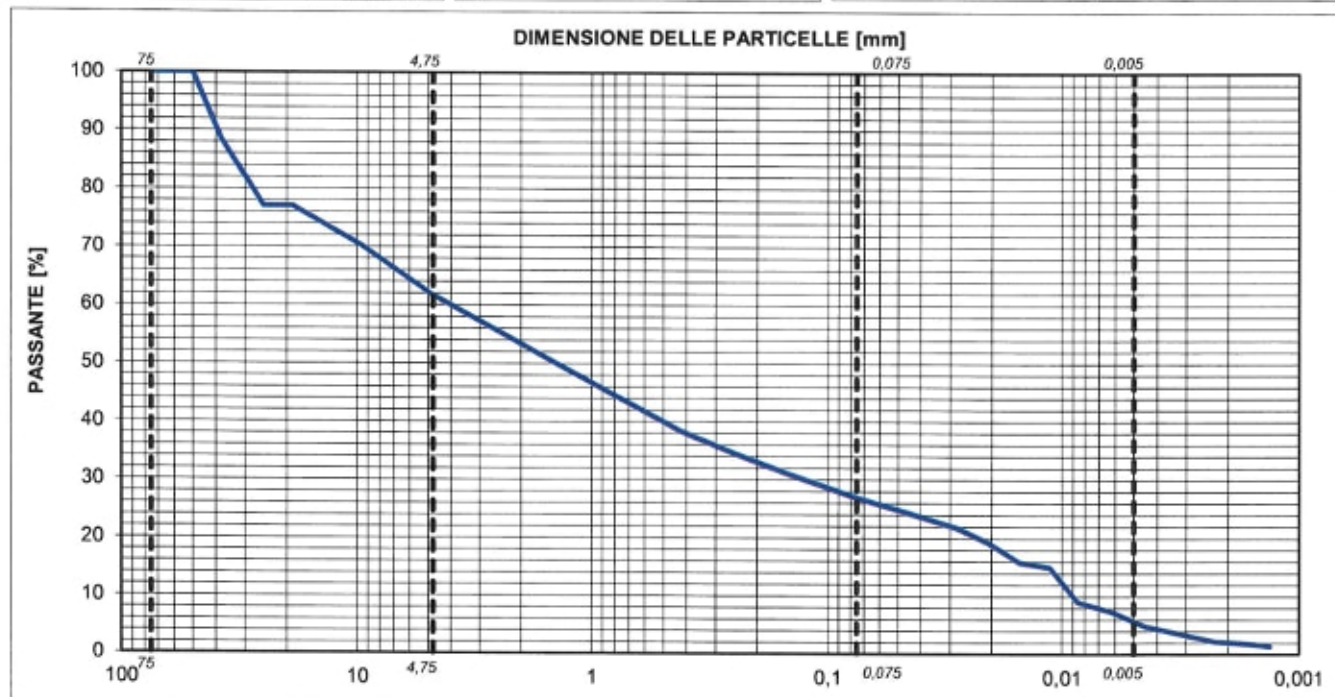


Certificato n. 5885	del 29/12/2023	Accettazione n. 3549	del 05/12/2023
---------------------	----------------	----------------------	----------------

SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D6913)	data inizio prova 06/12/2023	data fine prova 19/12/2023
LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)	data inizio prova 06/12/2023	data fine prova 20/12/2023

COMMITTENTE:	COMUNE DI LIVIGNO		
COMMESSA:	-		
LOCALITA':	LIVIGNO (SO)		
SONDAGGIO :	TEO-S1	CAMPIONE: A IN CLASSE Q3	PROFONDITA' : 1,00-2,00 m

ANALISI PER SETACCIATURA				ANALISI PER SEDIMENTAZIONE			LIMITI DI CONSISTENZA				
Peso iniziale	832,3	g		Peso iniziale	50	g	Limite Liquido (WL)	28	%		
Diametro massimo	75	mm		Diametro massimo	0,075	mm	Limite Plastico (WP)	23	%		
Diametro minimo	15	mm					Indice di Plasticità (IP)	5	%		
Contenuto d'acqua	-	%					Indice di Consistenza (IC)	-	%		
	mm	Set. in. - No.	Percentuale passante	Diametro	u.m.	Percentuale					
Passante	75,0	3	100,00 %	0,0530	mm	25,08 %	LL	Tara (g)	Peso umido (g)	Peso secco (g)	Umidità (%)
Passante	50,8	2	100,00 %	0,0386	mm	23,38 %		22,08	52,35	45,26	30,59
Passante	38,1	1 1/2	88,66 %	0,0280	mm	21,68 %		21,80	44,22	39,25	28,48
Passante	25,4	1	77,04 %	0,0206	mm	19,13 %	LP	22,55	50,95	44,93	26,90
Passante	19,0	3/4	77,04 %	0,0152	mm	15,73 %		21,90	28,58	27,31	23,48
Passante	9,5	3/8	70,09 %	0,0112	mm	14,88 %		22,51	29,08	27,86	22,80
Passante	4,75	No. 4	61,67 %	0,0085	mm	8,94 %					
Passante	2,0	No. 10	53,31 %	0,0061	mm	7,24 %					
Passante	0,850	No. 20	45,09 %	0,0045	mm	4,69 %					
Passante	0,425	No. 40	38,28 %	0,0032	mm	3,41 %					
Passante	0,254	No. 60	34,47 %	0,0023	mm	2,14 %					
Passante	0,150	No. 100	31,08 %	0,0016	mm	1,71 %					
Passante	0,075	No. 200	26,87 %	0,0013	mm	1,29 %					
Ghiaia g	(19-75)		22,96 %	ASTM CLASSIFICATION GM AASHTO M 145-82 -							
Ghiaia f	(4,75-19,0)		15,36 %								
Sabbia g	(2-4,75)		8,36 %	gs	-	Mg/mc					
Sabbia m	(0,425-2)		15,04 %	CU	-	-					
Sabbia f	(0,075-0,425)		11,41 %	CC	-	-					
Limo+argilla	(< 0,075)		26,87 %								
Limo	(0,005-0,075)		21,36 %								
Argilla	(< 0,005)		5,51 %								





Certificato 5890

del 30/12/2023

Accettazione 3549

del 05/12/2023

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

data inizio prova 06/12/2023

data fine prova 20/12/2023

COMMITTENTE: COMUNE DI LIVIGNO

COMMESSA: -

LOCALITA': LIVIGNO (SO)

CAMPIONE: TEO-S1

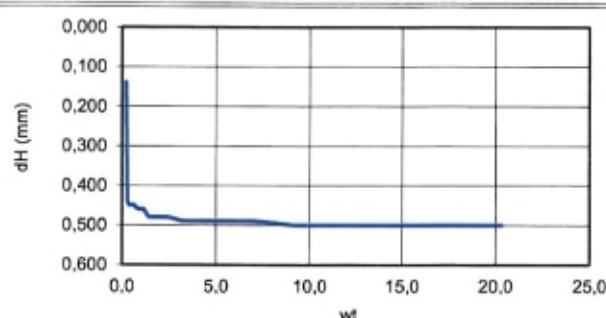
SONDAGGIO: A IN CLASSE Q3

PROFONDITA': 1,00-2,00 m

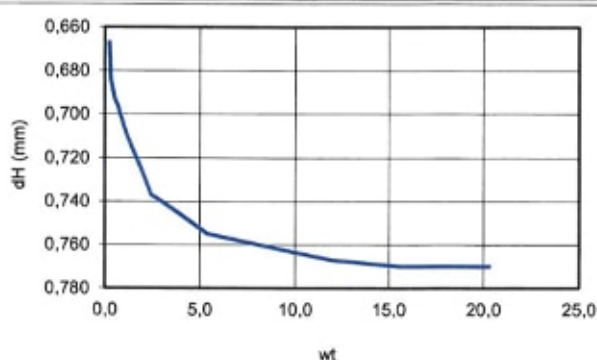
Dati Proveni		σ_v (kPa)	σ_v (kPa)	σ_v (kPa)
		95,3	198,6	294,5
Sezione provino	mmq	28255,49	28255,49	28255,49
Altezza iniziale	mm	19,76	19,76	19,76
Altezza finale	mm	19,23	18,80	18,01
Peso tara 1	Mg	4,43E-05	4,45E-05	4,45E-05
Tara + p. umido iniziale	Mg	1,61E-04	1,58E-04	1,60E-04
Peso tara 2	Mg	4,97E-05	4,92E-05	4,45E-05
Tara + p. umido finale	Mg	1,67E-04	1,62E-04	1,59E-04
Tara + p. provino secco	Mg	1,52E-04	1,49E-04	1,45E-04
Peso di volume iniziale	Mg/mc	2,08	2,03	2,06
Peso di volume finale	Mg/mc	2,15	2,13	2,26
Peso di volume secco	Mg/mc	1,83	1,78	1,81
Contenuto acqua iniziale	%	13,57	14,14	14,15
Contenuto acqua finale	%	14,32	13,79	13,81
Saturazione iniziale	%	76,23	72,81	76,14
Saturazione finale	%	87,67	82,61	100,00
Indice dei vuoti iniziale	-	0,48	0,53	0,51
Indice dei vuoti finale	-	0,44	0,45	0,37
Peso vol. secco finale	Mg/mc	1,88	1,87	1,98
Altezza fine consolidazione	mm	19,25	18,98	18,31
Valore t_{100}	min	1,40	1,70	1,90

Grafici Cedimenti dh/vt

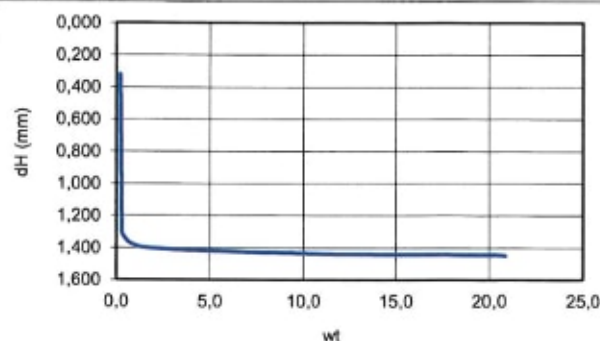
σ_v 95,3 kPa



σ_v 198,6 kPa



σ_v 294,5 kPa



Lecture Tempi - Cedimenti		σ_v (KPa)	σ_v (KPa)	σ_v (KPa)
		95,3	198,6	294,5
[min]	lettura	dH [mm]	dH [mm]	dH [mm]
0,05	1	0,00	0,00	0,00
0,09	2	0,44	0,68	1,30
0,15	3	0,45	0,69	1,33
0,25	4	0,45	0,69	1,34
0,42	5	0,45	0,70	1,37
0,77	6	0,46	0,70	1,38
1,32	7	0,46	0,71	1,39
2,05	8	0,48	0,72	1,40
3,49	9	0,48	0,72	1,40
5,93	10	0,48	0,74	1,41
10,08	11	0,49	0,74	1,41
17,14	12	0,49	0,75	1,42
29,13	13	0,49	0,76	1,42
49,52	14	0,49	0,76	1,43
84,19	15	0,50	0,76	1,43
143,13	16	0,50	0,77	1,44
243,31	17	0,50	0,77	1,44
413,62	18	0,50	0,77	1,44
437,02	19	0,51	0,77	1,45
0,00	20	0,00	0,00	0,00
0,00	21	0,00	0,00	0,00

Capitale Sociale € 95.000,00.- i.v. Sede Legale Via E. Pagliano, 37 20149 MILANO

Laboratorio: Via A. Martini, 11 20092 CINISELLO BALSAMO (MI) Tel. 0261293850 r.a. Fax 0261770281

E-mail: info@geotair.it P.E.C.: altairsrl@legalmail.it R.E.A. n. 1198777 - Registro Imprese Milano / C.F. / p.IVA n. 08041580153



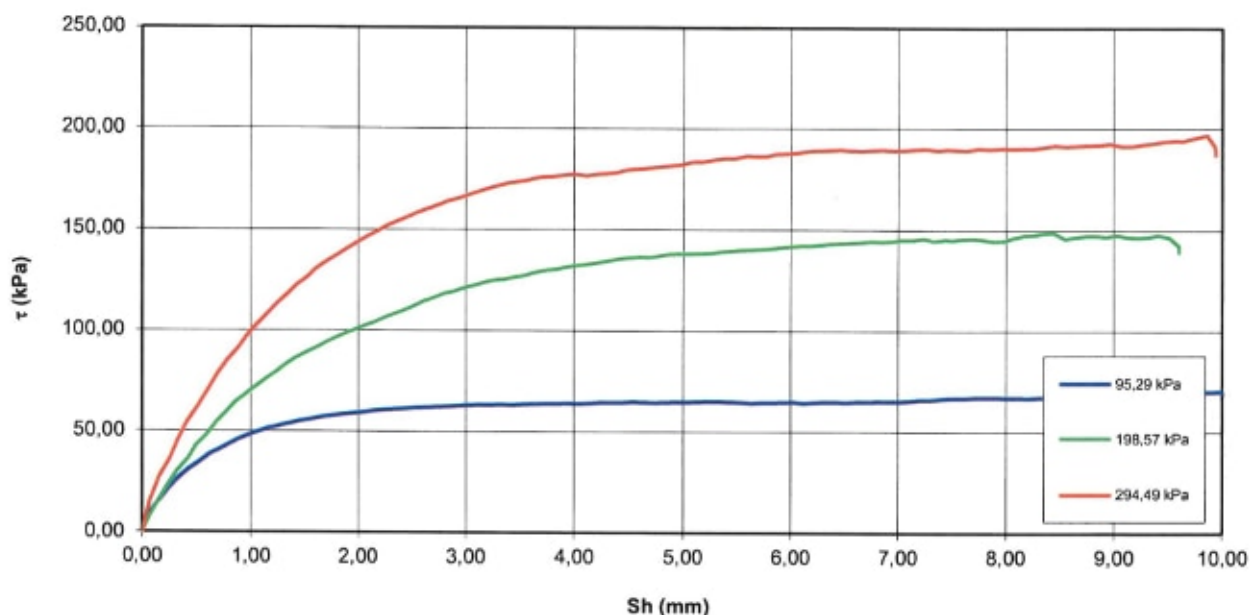
Certificato 5890

del 30/12/2023

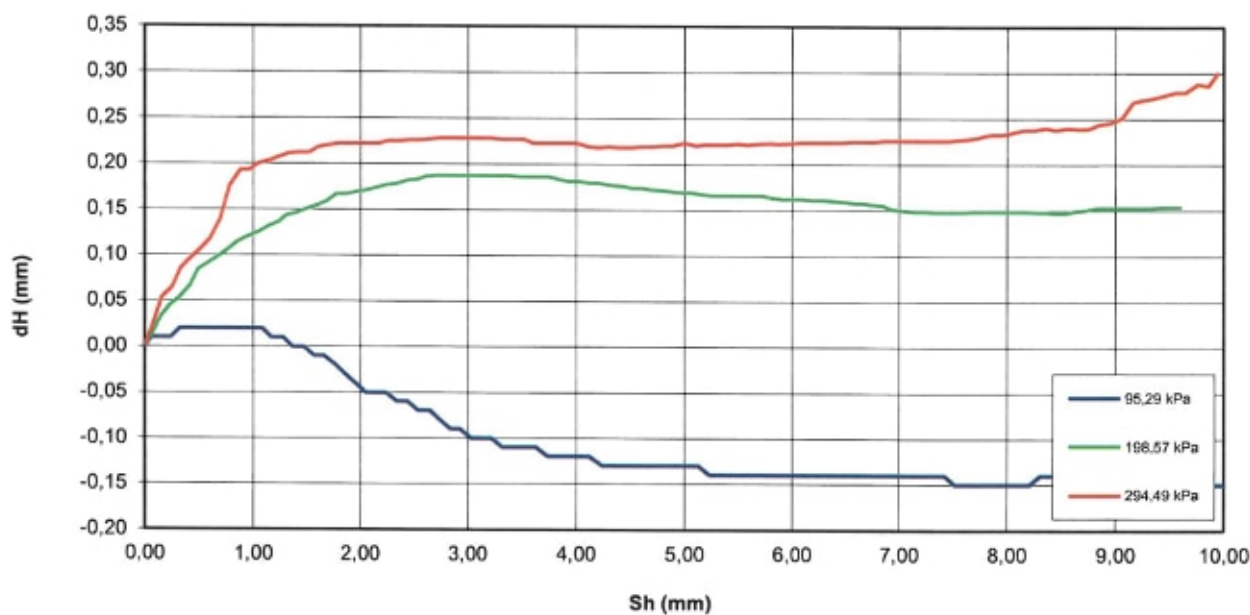
Accettazione 3549

del 05/12/2023

PROVA DI TAGLIO DIRETTO FASE DI ROTTURA GRAFICO (t Sh) ASTM D3080



PROVA DI TAGLIO DIRETTO FASE DI ROTTURA GRAFICI (deformazione verticale/scorrimento orizzontale) ASTM D3080





Certificato 5890

del 30/12/2023

Accettazione 3549

del 05/12/2023

PROVA DI TAGLIO DIRETTO FASE DI ROTTURA ' - DATI SPERIMENTALI

dt (min)	σ_v 95,29 kPa				σ_v 198,57 kPa				σ_v 294,49 kPa			
	Sh (mm)	dH (mm)	F (N)	τ (kPa)	Sh (mm)	dH (mm)	F (N)	τ (kPa)	Sh (mm)	dH (mm)	F (N)	τ (kPa)
0	0,00	0,00	-1,60	-0,57	0,00	0,00	-1,40	-0,50	0,00	0,00	-1,60	-0,57
10	0,07	0,01	24,40	8,64	0,07	0,01	20,60	7,29	0,07	0,02	43,10	15,25
20	0,16	0,01	44,00	15,57	0,15	0,03	43,30	15,32	0,15	0,05	76,20	26,97
30	0,24	0,01	60,10	21,27	0,23	0,05	64,00	22,65	0,25	0,07	102,60	36,31
40	0,33	0,02	74,00	26,19	0,32	0,05	83,90	29,69	0,33	0,09	128,90	45,62
50	0,43	0,02	88,00	31,14	0,42	0,07	101,80	36,03	0,41	0,10	153,80	54,43
60	0,53	0,02	98,70	34,93	0,49	0,08	119,20	42,19	0,51	0,11	176,60	62,50
70	0,62	0,02	108,30	38,33	0,59	0,09	135,60	47,99	0,60	0,12	199,30	70,53
80	0,71	0,02	115,50	40,88	0,68	0,10	152,80	54,08	0,69	0,14	221,40	78,36
90	0,80	0,02	123,10	43,57	0,77	0,11	167,30	59,21	0,78	0,18	240,40	85,08
100	0,89	0,02	129,40	45,80	0,85	0,11	180,40	63,85	0,88	0,19	258,00	91,31
110	0,98	0,02	135,20	47,85	0,95	0,12	191,40	67,74	0,97	0,19	275,00	97,33
120	1,08	0,02	140,90	49,87	1,05	0,13	203,40	71,99	1,05	0,20	289,70	102,53
130	1,17	0,01	145,40	51,46	1,14	0,13	213,80	75,67	1,15	0,20	305,60	108,16
140	1,28	0,01	148,80	52,66	1,24	0,14	223,80	79,21	1,24	0,21	318,80	112,83
150	1,37	0,00	152,20	53,87	1,31	0,14	232,30	82,21	1,34	0,21	332,40	117,64
160	1,47	0,00	155,40	55,00	1,41	0,15	242,40	85,79	1,42	0,21	345,00	122,10
170	1,57	-0,01	158,00	55,92	1,51	0,15	250,50	88,66	1,53	0,21	357,00	126,35
180	1,66	-0,01	160,80	56,91	1,62	0,16	258,60	91,52	1,61	0,22	368,50	130,42
190	1,77	-0,02	163,30	57,79	1,69	0,16	264,30	93,54	1,70	0,22	378,30	133,89
200	1,86	-0,03	164,90	58,36	1,78	0,17	271,20	95,98	1,80	0,22	387,50	137,14
210	1,96	-0,04	166,20	58,82	1,87	0,17	276,80	97,96	1,90	0,22	396,60	140,36
220	2,05	-0,05	167,70	59,35	1,96	0,17	282,40	99,95	1,99	0,22	404,90	143,30
230	2,14	-0,05	169,90	60,13	2,06	0,17	288,30	102,03	2,08	0,22	413,30	146,27
240	2,24	-0,05	171,00	60,52	2,16	0,17	293,80	103,98	2,18	0,22	420,70	148,89
250	2,34	-0,06	171,80	60,80	2,25	0,18	300,00	106,17	2,27	0,23	428,90	151,79
260	2,44	-0,06	173,00	61,23	2,34	0,18	305,60	108,16	2,37	0,23	435,10	153,99
270	2,54	-0,07	174,40	61,72	2,44	0,18	310,80	110,00	2,46	0,23	441,00	156,08
280	2,65	-0,07	175,00	61,93	2,54	0,18	317,50	112,37	2,56	0,23	447,20	158,27
290	2,74	-0,08	175,60	62,15	2,61	0,19	323,10	114,35	2,65	0,23	452,30	160,08
300	2,84	-0,09	176,10	62,32	2,71	0,19	328,40	116,23	2,74	0,23	457,20	161,81
310	2,93	-0,09	177,20	62,71	2,80	0,19	333,70	118,10	2,84	0,23	463,80	164,15
320	3,03	-0,10	177,90	62,96	2,90	0,19	337,40	119,41	2,94	0,23	467,10	165,31
330	3,13	-0,10	178,20	63,07	2,99	0,19	341,90	121,00	3,03	0,23	472,30	167,15
340	3,22	-0,10	178,40	63,14	3,08	0,19	345,20	122,17	3,13	0,23	476,80	168,75
350	3,32	-0,11	178,60	63,21	3,19	0,19	350,00	123,87	3,22	0,23	481,60	170,44
360	3,43	-0,11	178,30	63,10	3,28	0,19	353,00	124,93	3,32	0,23	485,50	171,83
370	3,54	-0,11	179,30	63,46	3,38	0,19	354,20	125,36	3,40	0,23	488,70	173,00
380	3,63	-0,11	179,50	63,53	3,48	0,19	357,70	126,59	3,52	0,23	491,00	173,77
390	3,74	-0,12	179,90	63,67	3,58	0,19	360,60	127,62	3,60	0,22	493,60	174,69
400	3,83	-0,12	180,20	63,78	3,65	0,19	364,30	128,93	3,71	0,22	497,10	175,93
410	3,93	-0,12	180,30	63,81	3,75	0,19	367,00	129,89	3,81	0,22	498,00	176,25
420	4,03	-0,12	180,10	63,74	3,85	0,18	368,60	130,45	3,91	0,22	499,50	176,78
430	4,12	-0,12	180,60	63,92	3,93	0,18	371,30	131,41	4,00	0,22	500,90	177,28
440	4,24	-0,13	181,80	64,34	4,04	0,18	373,60	132,22	4,11	0,22	498,90	176,57
450	4,32	-0,13	181,60	64,27	4,13	0,18	375,20	132,79	4,22	0,22	501,10	177,35
460	4,43	-0,13	181,60	64,27	4,21	0,18	376,90	133,39	4,30	0,22	501,70	177,56
470	4,53	-0,13	182,40	64,55	4,32	0,18	379,90	134,45	4,41	0,22	504,10	178,41
480	4,64	-0,13	182,30	64,52	4,42	0,18	382,60	135,41	4,50	0,22	507,50	179,61
490	4,73	-0,13	181,80	64,34	4,51	0,17	383,80	135,83	4,60	0,22	508,70	180,04
500	4,83	-0,13	182,10	64,45	4,61	0,17	385,10	136,29	4,70	0,22	509,90	180,46
510	4,94	-0,13	182,40	64,55	4,69	0,17	384,80	136,19	4,80	0,22	511,40	180,99
520	5,03	-0,13	182,60	64,62	4,78	0,17	386,90	136,93	4,90	0,22	513,20	181,63
530	5,13	-0,13	183,60	64,98	4,88	0,17	389,70	137,92	5,00	0,22	515,00	182,27
540	5,23	-0,14	183,80	65,05	4,97	0,17	389,80	137,96	5,10	0,22	516,30	183,43
550	5,32	-0,14	183,80	65,05	5,06	0,17	389,80	137,96	5,18	0,22	518,70	183,57
560	5,43	-0,14	183,40	64,91	5,15	0,17	390,40	138,17	5,29	0,22	521,50	184,57
570	5,54	-0,14	182,60	64,62	5,25	0,17	390,90	138,34	5,39	0,22	523,00	185,10
580	5,63	-0,14	181,50	64,24	5,35	0,17	393,00	139,09	5,49	0,22	523,60	185,31
590	5,73	-0,14	182,30	64,52	5,45	0,17	394,00	139,44	5,59	0,22	527,10	186,55
600	5,83	-0,14	182,10	64,45	5,54	0,17	394,90	139,76	5,68	0,22	526,60	186,37
610	5,93	-0,14	182,50	64,59	5,63	0,17	395,70	140,04	5,79	0,22	526,50	186,34
620	6,03	-0,14	182,90	64,73	5,72	0,17	397,00	140,50	5,87	0,22	529,50	187,40
630	6,12	-0,14	181,40	64,20	5,81	0,16	397,50	140,68	5,98	0,22	529,90	187,54

Certificato 5890del 30/12/2023Accettazione 3549del 05/12/2023

PROVA DI TAGLIO DIRETTO FASE DI ROTTURA ' - DATI SPERIMENTALI

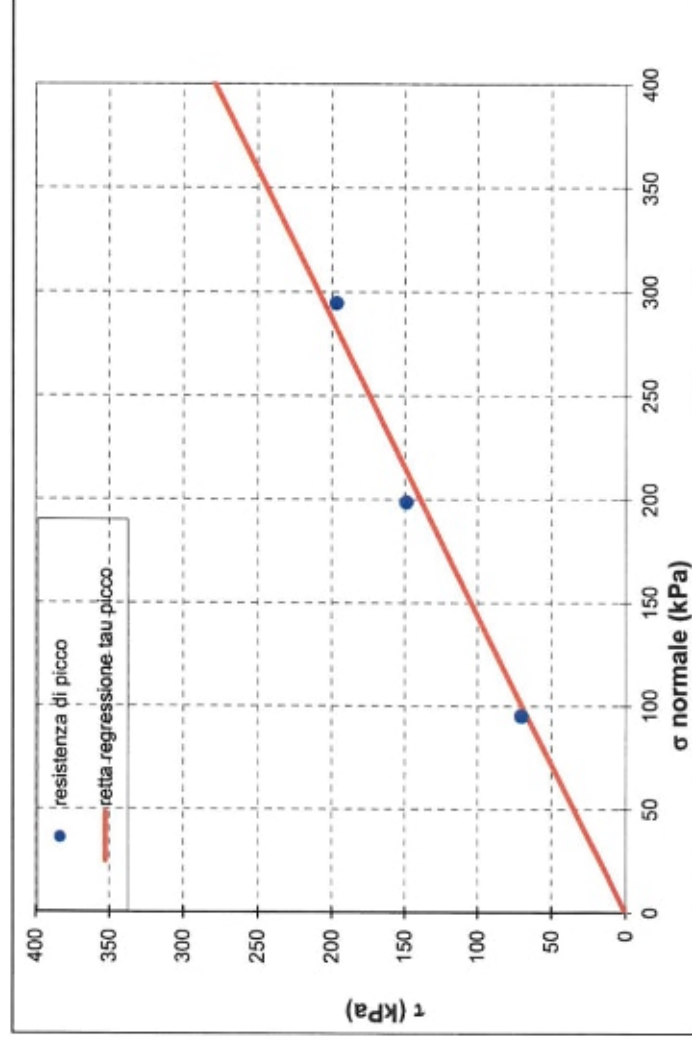
	95,29 kPa				198,57 kPa				294,49 kPa			
	σ_v				σ_v				σ_v			
dt (min)	Sh (mm)	dH (mm)	F (N)	τ (kPa)	Sh (mm)	dH (mm)	F (N)	τ (kPa)	Sh (mm)	dH (mm)	F (N)	τ (kPa)
640	6,22	-0,14	182,50	64,59	5,91	0,16	399,50	141,39	6,08	0,22	531,90	188,25
650	6,31	-0,14	183,20	64,84	6,01	0,16	400,30	141,67	6,19	0,22	534,10	189,03
660	6,41	-0,14	183,60	64,98	6,10	0,16	401,50	142,10	6,27	0,22	534,80	189,27
670	6,52	-0,14	182,60	64,62	6,19	0,16	401,40	142,06	6,37	0,22	535,10	189,38
680	6,63	-0,14	183,70	65,01	6,29	0,16	403,30	142,73	6,46	0,22	536,20	189,77
690	6,72	-0,14	183,90	65,08	6,39	0,16	404,60	143,19	6,56	0,23	534,60	189,20
700	6,83	-0,14	184,20	65,19	6,49	0,16	404,80	143,26	6,68	0,23	534,30	189,10
710	6,92	-0,14	184,30	65,23	6,58	0,16	405,90	143,65	6,76	0,23	535,20	189,41
720	7,02	-0,14	184,20	65,19	6,66	0,16	406,50	143,87	6,86	0,23	535,60	189,56
730	7,12	-0,14	185,20	65,54	6,75	0,16	408,00	144,40	6,96	0,23	534,70	189,24
740	7,21	-0,14	186,30	65,93	6,85	0,16	407,40	144,18	7,06	0,23	535,40	189,49
750	7,31	-0,14	186,30	65,93	6,93	0,15	408,00	144,40	7,16	0,23	536,60	189,91
760	7,42	-0,14	188,10	66,57	7,04	0,15	409,90	145,07	7,26	0,23	537,30	190,16
770	7,52	-0,15	189,20	66,96	7,14	0,15	410,20	145,18	7,36	0,23	535,10	189,38
780	7,62	-0,15	188,90	66,85	7,24	0,15	411,80	145,74	7,46	0,23	536,40	189,84
790	7,72	-0,15	189,80	67,17	7,33	0,15	408,90	144,72	7,56	0,23	535,80	189,63
800	7,83	-0,15	189,80	67,17	7,43	0,15	410,40	145,25	7,64	0,23	535,10	189,38
810	7,91	-0,15	189,90	67,21	7,51	0,15	409,90	145,07	7,75	0,23	538,10	190,44
820	8,01	-0,15	189,30	67,00	7,60	0,15	411,30	145,56	7,85	0,23	536,90	190,02
830	8,10	-0,15	189,60	67,10	7,69	0,15	411,80	145,74	7,95	0,23	538,30	190,51
840	8,21	-0,15	189,20	66,96	7,78	0,15	410,90	145,42	8,05	0,24	537,80	190,33
850	8,31	-0,14	189,70	67,14	7,89	0,15	408,50	144,57	8,16	0,24	538,10	190,44
860	8,41	-0,14	190,10	67,28	7,99	0,15	409,10	144,79	8,25	0,24	538,20	190,48
870	8,51	-0,14	191,30	67,70	8,08	0,15	413,00	146,17	8,36	0,24	539,80	191,04
880	8,61	-0,15	193,40	68,45	8,18	0,15	416,40	147,37	8,45	0,24	542,00	191,82
890	8,71	-0,15	194,10	68,69	8,27	0,15	417,20	147,65	8,55	0,24	540,70	191,36
900	8,81	-0,15	194,10	68,69	8,35	0,15	420,00	148,64	8,65	0,24	541,80	191,75
910	8,91	-0,15	194,80	68,94	8,44	0,15	420,60	148,86	8,75	0,24	542,60	192,03
920	9,01	-0,15	194,80	68,94	8,55	0,15	411,30	145,56	8,85	0,24	543,00	192,18
930	9,10	-0,15	195,40	69,15	8,64	0,15	414,30	146,63	8,96	0,25	545,00	192,88
940	9,20	-0,15	194,10	68,69	8,75	0,15	416,10	147,26	9,06	0,25	541,10	191,50
950	9,31	-0,15	194,20	68,73	8,83	0,15	415,90	147,19	9,16	0,27	541,40	191,61
960	9,40	-0,15	195,10	69,05	8,93	0,15	414,90	146,84	9,26	0,27	543,90	192,49
970	9,50	-0,15	195,50	69,19	9,03	0,15	417,30	147,69	9,36	0,27	545,60	193,10
980	9,60	-0,15	196,30	69,47	9,13	0,15	414,50	146,70	9,46	0,28	548,20	194,02
990	9,70	-0,15	197,30	69,83	9,23	0,15	413,40	146,31	9,56	0,28	549,50	194,48
1000	9,80	-0,15	197,40	69,86	9,32	0,15	414,80	146,80	9,65	0,28	548,70	194,19
1010	9,89	-0,15	197,90	70,04	9,41	0,15	417,10	147,62	9,76	0,29	553,30	195,82
1020	9,99	-0,15	198,30	70,18	9,51	0,15	414,00	146,52	9,86	0,29	556,30	196,88
1030	10,07	-0,15	189,90	67,21	9,60	0,15	401,90	142,24	9,93	0,30	541,30	191,57
1040	10,07	-0,15	186,30	65,93	9,60	0,15	395,50	139,97	9,94	0,30	532,20	188,35
1050	10,07	-0,15	185,00	65,47	9,60	0,15	393,00	139,09	9,94	0,30	528,80	187,15
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							

PROVA DI TAGLIO DIRETTO ' INVLUPPO A ROTTURA $\tau - \sigma$

COMMITTENTE:	COMUNE DI LIVIGNO
COMMESSA:	-
LOCALITA':	LIVIGNO (SO)
SONDAGGIO:	TEO-S1
CAMPIONE:	A IN CLASSE Q3
PROFONDITA':	1,00-2,00 m

Caratteristiche dei provini

Provino	H ₀	A ₀	γ _n	γ _d	W ₀	W _t	σ normale	τ di picco	Sh	Velocità
	mm	cm ²	Mg/mc	Mg/mc	%	%	[kPa]	[kPa]	mm	mm/min
T1	19,76	28,26	2,08	1,83	13,57	14,32	95,3	70,18	9,99	0,01
T2	19,76	28,26	2,03	1,78	14,14	13,79	198,6	148,86	8,44	0,01
T3	19,76	28,26	2,06	1,81	14,15	13,81	294,5	196,88	9,86	0,01

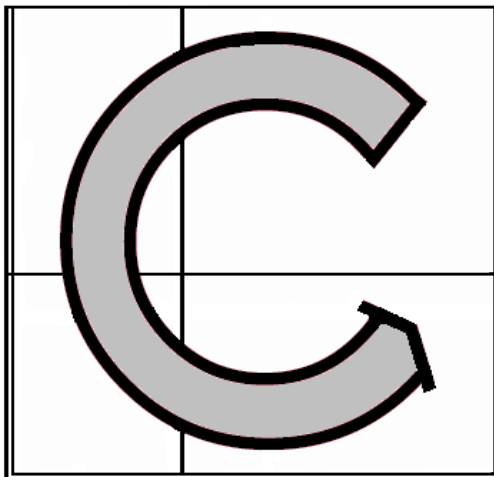


Note

Provini ricostituiti utilizzando il passante al setaccio da 4,75 mm

Regression lineare spinta a zero

[illegible]



STUDIO TECNICO

Geom. UGO CELOTTI S.R.L.

VIA MINCIO 22 - CAP 20139 MILANO - TEL. 025393977 r.a. - 025392262 FAX
e-mail: studiocelotti@studiocelotti.it

INDAGINI GEOGNOSTICHE - PROVE SU TERRENI DI FONDAZIONE
RICERCHE IDROLOGICHE AMBIENTALI - STRUMENTAZIONI GEOTECNICHE
PERFORAZIONI PROFONDE PER GEOTERMIA PER DISPERSORI PER STRUMENTAZIONI
RILIEVI TOPOGRAFICI - PROSPEZIONI GEOFISICHE E GEOELETTRICHE

COMUNE DI LIVIGNO
Plaza dal Comun n. 93 - LIVIGNO (Sondrio)

Indagini geognostiche, geotecniche ed ambientali eseguite nei terreni interessati dall'opera pubblica denominata Venues - Sedi ed Impianti Olimpici - Collegamento dei versanti sciistici est ed ovest in comune di Livigno (Sondrio) - Piazza Placheda.

PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Disegno n. 7530/2Ab

Data: Novembre 2024

N.B. - Lo zero di riferimento delle profondità coincide con il piano d'inizio dei sondaggi.

ALTAIR SRL

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti per prove in laboratorio "a" e "b" e per prove in campo
D.P.R. 66/06/2001 e 430/01 art. 59 - Circ. 7618/STC del 08/05/2010 Autorizzazione n. 52595 del 13/05/2004 e successive rinnovi
Laboratorio Certificato UNI EN ISO 9001:2015 n. 11353 del 28/10/2011 e successiva rinnovo



Certificato n. 4855	del 07/11/2024	Accettazione n. 3751	del 18/10/2024
---------------------	----------------	----------------------	----------------

SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D6913)	data inizio prova 22/10/2024	data fine prova 30/10/2024
LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)	data inizio prova 22/10/2024	data fine prova 28/10/2024

COMMITTENTE:	COMUNE DI LIVIGNO				
COMMESSA:	-				
LOCALITA'	LIVIGNO (SO)				
SONDAGGIO:	PLA S2	CAMPIONE	A IN CLASSE Q3		PROFONDITA': 4.00-5.00 m

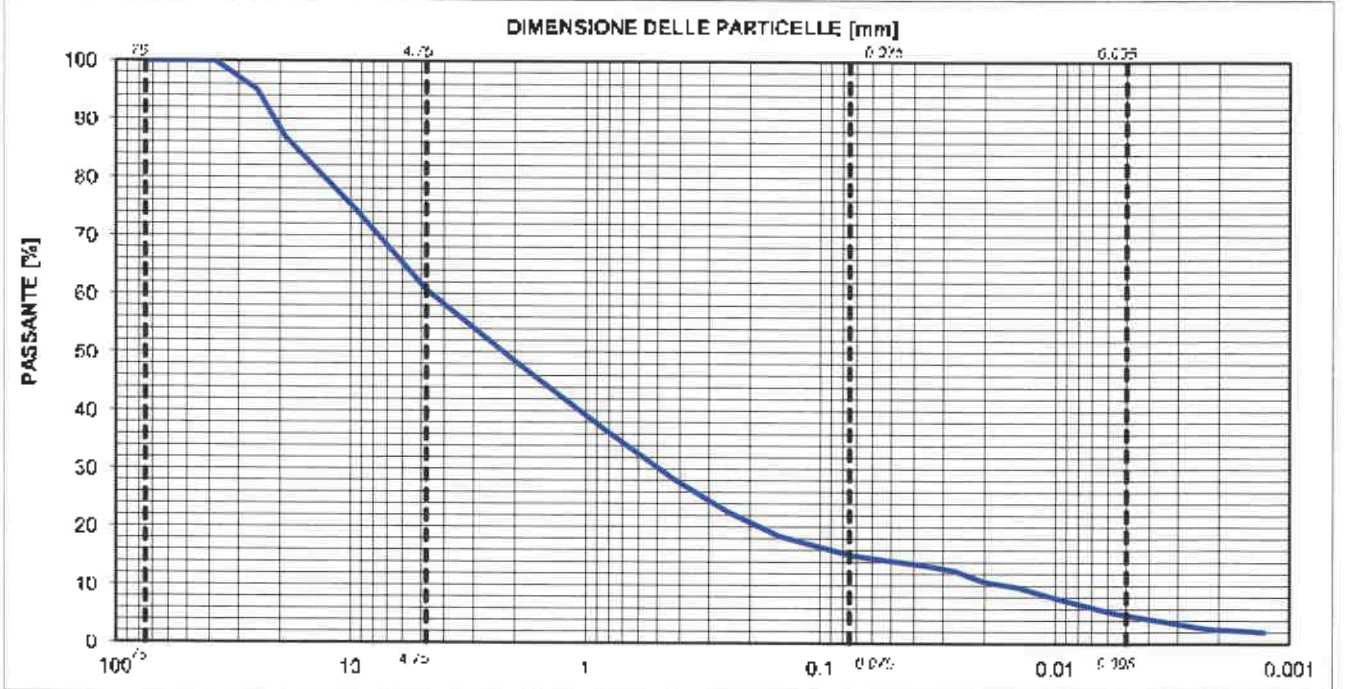
ANALISI PER SETACCIATURA			
Peso iniziale	991.4	g	
Diametro massimo	45	mm	
Diametro minimo	20	mm	
Contenuto d'acqua	-	%	
	mm	Sgt. In. No.	Percentuale passante
Passante	75.0	3	100.00 %
Passante	50.8	2	100.00 %
Passante	38.1	1-2	100.00 %
Passante	25.4	1	94.36 %
Passante	19.0	3/4	86.89 %
Passante	9.5	3/8	74.38 %
Passante	4.75	No. 4	60.75 %
Passante	2.0	No. 10	48.47 %
Passante	0.850	No. 20	36.91 %
Passante	0.425	No. 40	28.02 %
Passante	0.250	No. 60	22.56 %
Passante	0.150	No. 100	18.38 %
Passante	0.075	No. 200	15.21 %
Ghiaia g	(19-75)		13.11 %
Ghiaia f	(4.75-19.0)		26.14 %
Sabbia g	(2-4.75)		12.28 %
Sabbia m	(0.425-2)		20.44 %
Sabbia f	(0.075-0.425)		12.87 %
Limo-argilla	(< 0.075)		15.21 %
Limo	(0.005-0.075)		10.38 %
Argilla	(< 0.005)		4.83 %

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE			
Peso iniziale g	50	g	
Diametro massimo	0.075	mm	
Diametro	u.m.	Percentuale	
0.0620	mm	14.24 %	
0.0375	mm	13.91 %	
0.0273	mm	12.55 %	
0.0203	mm	10.63 %	
0.0147	mm	9.67 %	
0.0111	mm	8.22 %	
0.0081	mm	6.78 %	
0.0058	mm	5.34 %	
0.0042	mm	4.38 %	
0.0030	mm	3.41 %	
0.0022	mm	2.45 %	
0.0015	mm	2.21 %	
0.0013	mm	1.91 %	

LIMITI DI CONSISTENZA			
Limite Liquido (WL)	32	%	
Limite Plastico (WP)	25	%	
Indice di Plasticità (IP)	7	%	
Indice di Consistenza (IC)	-	%	
	mm	Flow Limit (g)	Flow Limit (g)
L	21.43	47.12	40.45
	21.17	52.37	44.56
	22.30	54.55	46.74
IP	24.48	33.25	31.47
	24.39	31.37	30.41

ASTM CLASSIFICATION			
SM			
AASHTO M 145-82			
BS	-	Mg/mc	
CL	-	-	
CC	-	-	

4. de c/cpl



Capitale Sociale € 95.000,00 - s.r.l. Sede Legale Via E. Pogliano, 37 20149 MILANO
 Indirizzo: Via A. Martini, 11 20092 CINISELLO BALSAMO (MI) Tel. 0261293850 e Fax 0261770281
 E-mail: info@altair.it P.E.C. : altair.srl@legalmail.it R.E.A. n. 1192777 - Registro Imprese di Milano n. 09041590153
 DIEGO ITALIANO

LO SPERIMENTATORE: G. L. L.

IL DIRETTORE:

ALTAIR SRL

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti prove (segno "a") e (segno "b")
D.P.R. 06.06.2001 n. 386 art. 59 - Circo. 7614/STC del 08.09.2019 Autorizzazione n. 52305 del 11.10.2004 e successivi rinnovi
Laboratorio Certificato UNI EN ISO 9001 ICMQ n. 11353 del 28.10.2011 e successivi rinnovi

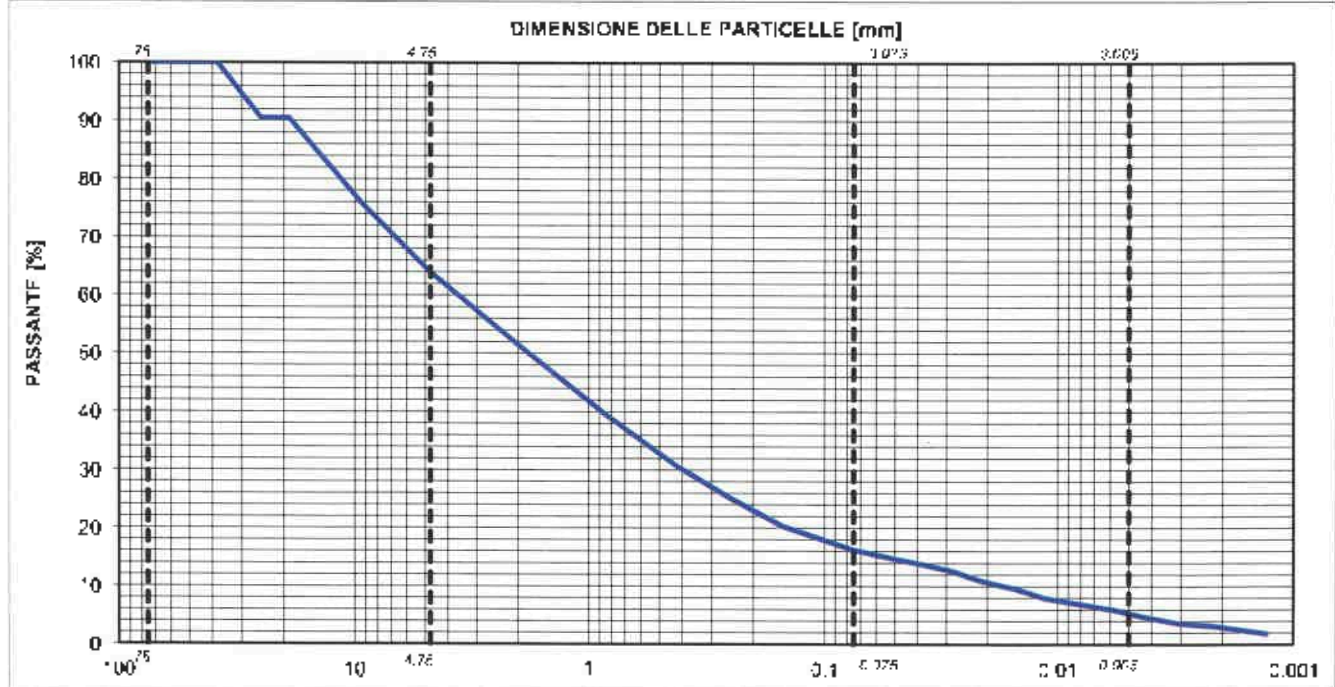
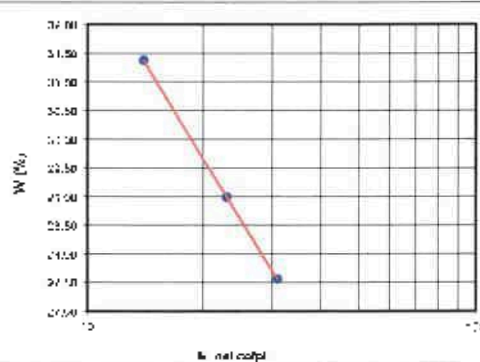


Certificato n.	4856	del	07/11/2024	Accettazione n.	3751	del	18/10/2024
----------------	------	-----	------------	-----------------	------	-----	------------

SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D6913)	data inizio prova	22/10/2024	data fine prova	30/10/2024
LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)	data inizio prova	22/10/2024	data fine prova	28/10/2024

COMMITTENTE	COMUNE DI LIVIGNO				
COPIESIA	-				
LOCALITA'	LIVIGNO (SO)				
SONDAGGIO :	FLA-S7	CAMPIONE-	3 IN CLASSE Q3	PROFONDITA'	13.00 14.00 m

ANALISI PER SETACCIATURA				ANALISI PER SEDIMENTAZIONE				LIMITI DI CONSISTENZA					
Peso iniziale	718.8	g		Peso iniziale	50	g		Limite liquido (WL)	28	%			
Diametro massimo	45	mm		Diametro massimo	0.075	mm		Limite plastico (WP)	20	%			
Diametro minimo	20	mm						Indice di Plasticità (IP)	8	%			
Contenuto d'acqua	-	%						Indice di Consistenza (IC)	-	%			
	mm	Set. in. No.	Percentuale passante	Diametro	mm	Percentuale							
Passante	75.0	3	100.00 %	0.053	mm	14.88 %							
Passante	50.8	2	100.00 %	0.038	mm	13.84 %							
Passante	38.1	1.2	100.00 %	0.028	mm	17.56 %							
Passante	25.4	1	90.46 %	0.020	mm	13.77 %							
Passante	19.0	3/4	90.45 %	0.015	mm	3.49 %							
Passante	9.5	3/8	76.12 %	0.011	mm	7.06 %							
Passante	4.75	No. 4	64.02 %	0.008	mm	5.94 %							
Passante	2.0	No. 10	51.47 %	0.006	mm	5.91 %							
Passante	0.85	No. 20	39.52 %	0.004	mm	4.64 %							
Passante	0.425	No. 40	30.51 %	0.003	mm	3.61 %							
Passante	0.25	No. 60	25.51 %	0.002	mm	3.10 %							
Passante	0.15	No. 100	20.22 %	0.001	mm	2.34 %							
Passante	0.075	No. 200	16.18 %	0.001	mm	1.82 %							
Chiaia g	(18-75)		9.54 %	ASTM C1 ASSIFICATION									
Chiaia f	(4.75-19.0)		26.44 %	SC									
Setta g	(2-4.75)		12.54 %	AASHTO M 145-82									
Sabbia m	(0.425-2)		20.37 %										
Sabbia f	(0.075-0.425)		14.35 %										
Limo+argilla	(< 0.075)		16.18 %										
Limo	(0.005-0.075)		10.33 %										
Argilla	(< 0.005)		5.17 %										



Capitale Sociale F95 906.00 - ex Sede Legale Via L. Pagliaro, 57 20149 MILANO
Laboratoria: Via A. Morini, 11 20092 CINISELLO BALZAMO (MI) Tel. 02/61293850 e Fax 02/61770261
E-mail: info@altair.it P.E.C.: altair@legitimail.it R.E.A. n. 1198777 - Registro Imprese Milano 03084310969 ALTAIR SRL 04041536153
DIEGO ITALIANO

LO SPERIMENTATORE: G. L. L.

IL DIRETTORE:

ALTAIR SRL

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti prov. tor. (settore "a", e nat. (settore "b")
D.P.R. 06.06.2001 n.380 art. 39 - Circ. 7618/STC del 09.09.2019 Autorizzazione n. 52505 del 11.10.2004 e successivi rinnovi
Laboratorio Certificato UNI EN ISO 9001 (CMQ) n. 11353 del 28.10.2011 e successive rinnovi

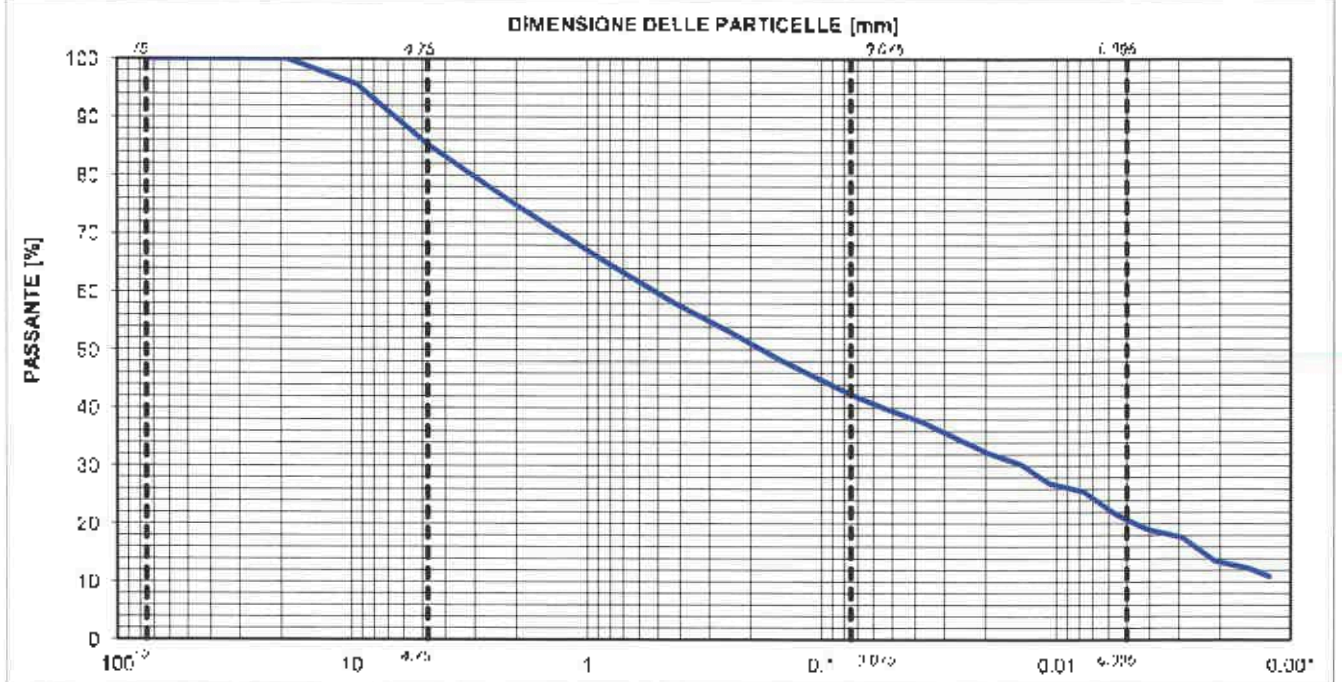
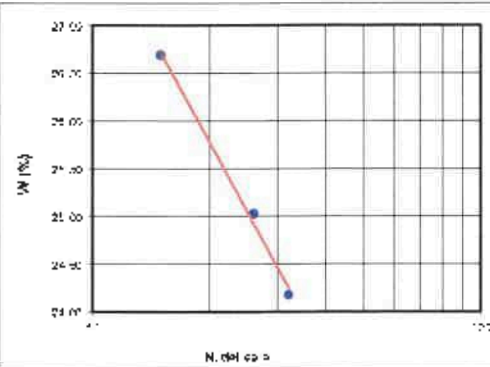


Certificato n.	4857	del	07/11/2024	Accettazione n.	3751	del	18/10/2024
----------------	------	-----	------------	-----------------	------	-----	------------

SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D6913)	data inizio prova	22/10/2024	data fine prova	30/10/2024
LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)	data inizio prova	22/10/2024	data fine prova	28/10/2024

COMMITTENTE:	COMUNE DI LIVIGNO				
COMMESSA:	-				
LOCALITA':	LIVIGNO (SO)				
SONDAGGIO:	PLA-S2	CAMPIONE	G IN CLASSE G3	PROFONDITA'	23.00-24.00 m

ANALISI PER SETACCIATURA				ANALISI PER SEDIMENTAZIONE				LIMITI DI CONSISTENZA					
Peso iniziale	614.7 g			Peso iniziale	50 g			Limite Liquido (WL)	25	%			
Diametro massimo	20 mm			Diametro massimo	0.075 mm			Limite Plastico (WP)	15	%			
Diametro minimo	10 mm							Indice di Plasticità (IP)	10	%			
Contenuto d'acqua	-							Indice di Consistenza (IC)	-	%			
	mm	Sot. m. No.	Percentuale passante	Diametro	u.m.	Percentuale							
Passante	75.0	3	100.00 %	0.0520	mm	39.60 %							
Passante	50.8	2	100.00 %	0.0375	mm	37.50 %							
Passante	38.1	1 1/2	100.00 %	0.0273	mm	34.91 %							
Passante	25.4	1	100.00 %	0.0198	mm	37.24 %							
Passante	19.0	3/4	100.00 %	0.0143	mm	30.23 %							
Passante	9.5	3/8	95.34 %	0.0107	mm	25.89 %							
Passante	4.75	No. 4	85.37 %	0.0077	mm	25.55 %							
Passante	2.0	No. 10	74.93 %	0.0058	mm	21.54 %							
Passante	0.850	No. 20	65.28 %	0.0040	mm	18.86 %							
Passante	0.425	No. 40	57.96 %	0.0028	mm	17.52 %							
Passante	0.250	No. 60	53.23 %	0.0021	mm	13.51 %							
Passante	0.150	No. 100	48.21 %	0.0015	mm	12.17 %							
Passante	0.075	No. 200	42.30 %	0.0012	mm	10.83 %							
Ghiaie g	(19-75)			ASTM CLASSIFICATION									
Ghiaie f	(4.75-19.0)			SC									
Sabbia g	(2.0-4.75)			AASHTO M 145-82									
Sabbia m	(0.425-2.0)			-									
Sabbia f	(0.075-0.425)												
- mo+argilla	(< 0.075)												
- mo	(0.005-0.075)												
Argilla	(< 0.005)												



Capitale Sociale € 95.000,00 - (v. Sede Legale Via E. Pughana, 57 20149 MILANO)
Laboratorio: Via A. Martini, 11 20092 CINISELLO BALZANO (MI) Tel. 02/61293233 r.a. Fax 02/61770131
E-mail: info@altair.it - altair.srl@regionalnet.it R.E.A. n. 1198777 Registro Imprese Milano, digitalmente firmato da
DIEGO ITALIANO

LO SPERIMENTATORE: G. L. L.

IL DIRETTORE:

ALTAIR SRL

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti prove terra (settore "a") e prove (settore "b")
D.P.R. 26.06.2001 n. 380 art. 37 Cir. 7618/STC del 08/07/2010 Autorizzazione n. 52305 del 11.10.2004 e successivi rinnovi
Laboratorio Certificato UNI EN ISO 9001 ICMQ n.11233 del 28.10.2011 e successivi rinnovi



Certificato n. 4858	del 07/11/2024	Accettazione n. 3751	del 18/10/2024
----------------------------	-----------------------	-----------------------------	-----------------------

SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D6913)	data inizio prova 22/10/2024	data fine prova 30/10/2024
LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)	data inizio prova 22/10/2024	data fine prova 28/10/2024

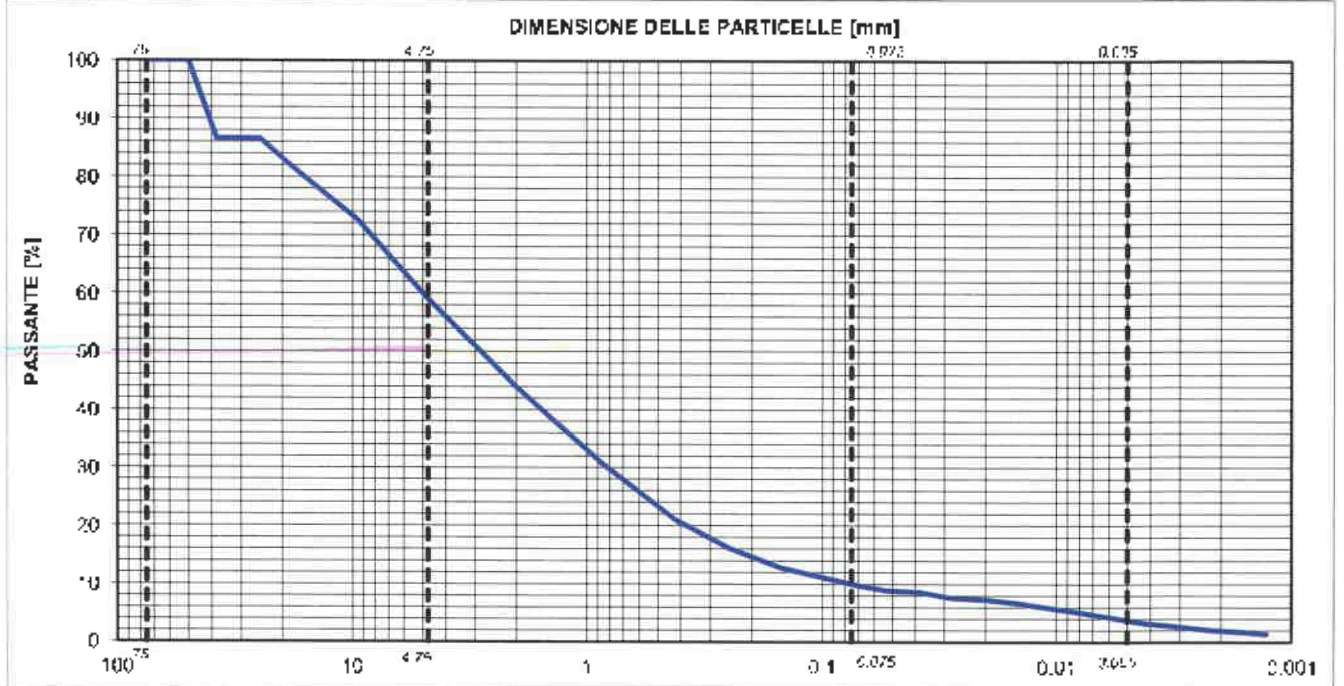
COMMITTENTE	COMUNE DI LIVIGNO		
COMMESSA	-		
LOCALITA'	LIVIGNO (SO)		
SONDAGGIO :	FLA-S2	CAMPIONE:	4° IN CLASSE G3
			PROFONDITA' : 25.00-26.00 m

ANALISI PER SETACCIATURA			
Peso iniziale	1319.4	g	
Diametro massimo	10	mm	
Diametro minimo	40	mm	
Contenuto d'acqua		%	
	mm	Set. in No.	Percentuale passante
Passante	75.0	3	100.00 %
Passante	50.8	2	100.00 %
Passante	38.1	1.0	86.55 %
Passante	25.4	1	86.55 %
Passante	19.0	3/4	82.25 %
Passante	9.5	3/8	72.51 %
Passante	4.75	No. 4	58.88 %
Passante	2.0	No. 10	43.90 %
Passante	0.850	No. 20	30.63 %
Passante	0.425	No. 40	20.99 %
Passante	0.254	No. 60	16.37 %
Passante	0.150	No. 100	12.12 %
Passante	0.075	No. 200	9.94 %
Ghiaia g	(19-75)		11.14 %
Ghiaia f	(4.75-19.0)		23.27 %
Sabbia g	(2-4.75)		15.03 %
Sabbia m	(0.425-2)		22.91 %
Sabbia f	(0.25-0.425)		11.04 %
Limo+argilla	(< 0.075)		9.94 %
Limo	(0.005-0.075)		6.28 %
Argilla	(< 0.005)		3.66 %

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE			
Peso iniziale	50	g	
Diametro massimo	0.075	mm	
Diametro	μm.	Percentuale	
0.0531	mm	8.84	%
0.0361	mm	6.52	%
0.0250	mm	1.58	%
0.0200	mm	7.26	%
0.0145	mm	6.64	%
0.0106	mm	5.85	%
0.0075	mm	5.06	%
0.0058	mm	4.12	%
0.0042	mm	3.18	%
0.0030	mm	2.55	%
0.0022	mm	1.92	%
0.0015	mm	1.60	%
0.0013	mm	1.29	%

ASTM CLASSIFICATION			
SW-SC			
AASHTO M 145-82			
-			
gr	-	Mq/mc	
CU		85.8	-
CC		17	-

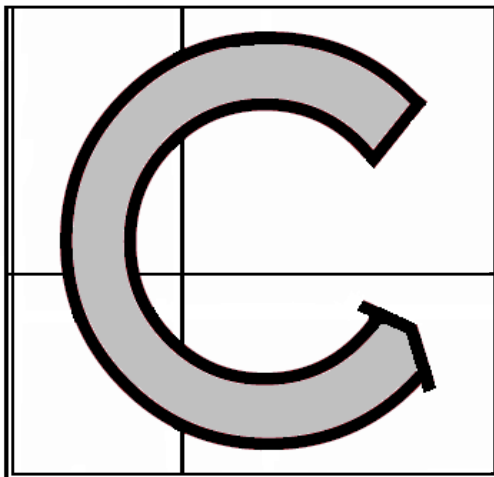
LIMITI DI CONSISTENZA				
Limite Liquido (WL)		22	%	
Limite Plastico (WP)		16	%	
Indice di Plasticità (IP)		6	%	
Indice di Consistenza (IC)		-	%	
	Testo	Peso a secco	Consistenza	Indice di Consistenza
LL	21.31	43.72	39.28	24.71
	21.40	48.42	43.58	21.82
	21.76	51.64	46.75	19.57
LP	22.06	29.16	28.15	16.58
	22.35	30.25	29.11	16.86



Capitale Sociale € 91.000.000 - i.v. Sede Legale Via S. Fagiano 37 20149 MILANO
Laboratorio: Via A. Morini, 11 20092 CINISELLO BALSAMO (MI) Tel. 02/61705870 e Fax 02/61779281
E-mail: info@geosurvey.it P.E.C. altair.srl@geosurvey.it R.E.A. n. 1198777 Registro Imprese Milano, C.A.B. 05/941580153
DIEGO ITALIANO

LO SPERIMENTATORE: G. L. L.

IL DIRETTORE:



STUDIO TECNICO

Geom. UGO CELOTTI S.R.L.

VIA MINCIO 22 - CAP 20139 MILANO - TEL. 025393977 r.a. - 025392262 FAX
e-mail: studiocelotti@studiocelotti.it

INDAGINI GEOGNOSTICHE - PROVE SU TERRENI DI FONDAZIONE
RICERCHE IDROLOGICHE AMBIENTALI - STRUMENTAZIONI GEOTECNICHE
PERFORAZIONI PROFONDE PER GEOTERMIA PER DISPERSORI PER STRUMENTAZIONI
RILIEVI TOPOGRAFICI - PROSPEZIONI GEOFISICHE E GEOELETTICHE

COMUNE DI LIVIGNO
Plaza dal Comun n. 93 - LIVIGNO (Sondrio)

Indagini geognostiche, geotecniche ed ambientali eseguite nei terreni interessati dall'opera pubblica denominata Venues - Sedi ed Impianti Olimpici - Collegamento dei versanti sciistici est ed ovest in comune di Livigno (Sondrio) - Tronco 1.

PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Disegno n. 7530/2Ba

Data: Novembre 2024

N.B. - Lo zero di riferimento delle profondità coincide con il piano d'inizio degli scavi.

Certificato n. 4865	del 07/11/2024	Accettazione n. 3751	del 18/10/2024
---------------------	----------------	----------------------	----------------

SETAGGIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D6913)	data inzio prova	22/10/2024	data fine prova	30/10/2024
LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)	data inizio prova	23/10/2024	data fine prova	28/10/2024

COMMITTENTE:	COMUNE DI LIVIGNO		
COMMESSA:			
LOCALITA':	LIVIGNO (SO)		
SONDAGGIO:	TR1-TP1	CAMPIONE:	A N° CLASSE Q3
			PROFONDITA': 0.00-1.00 m

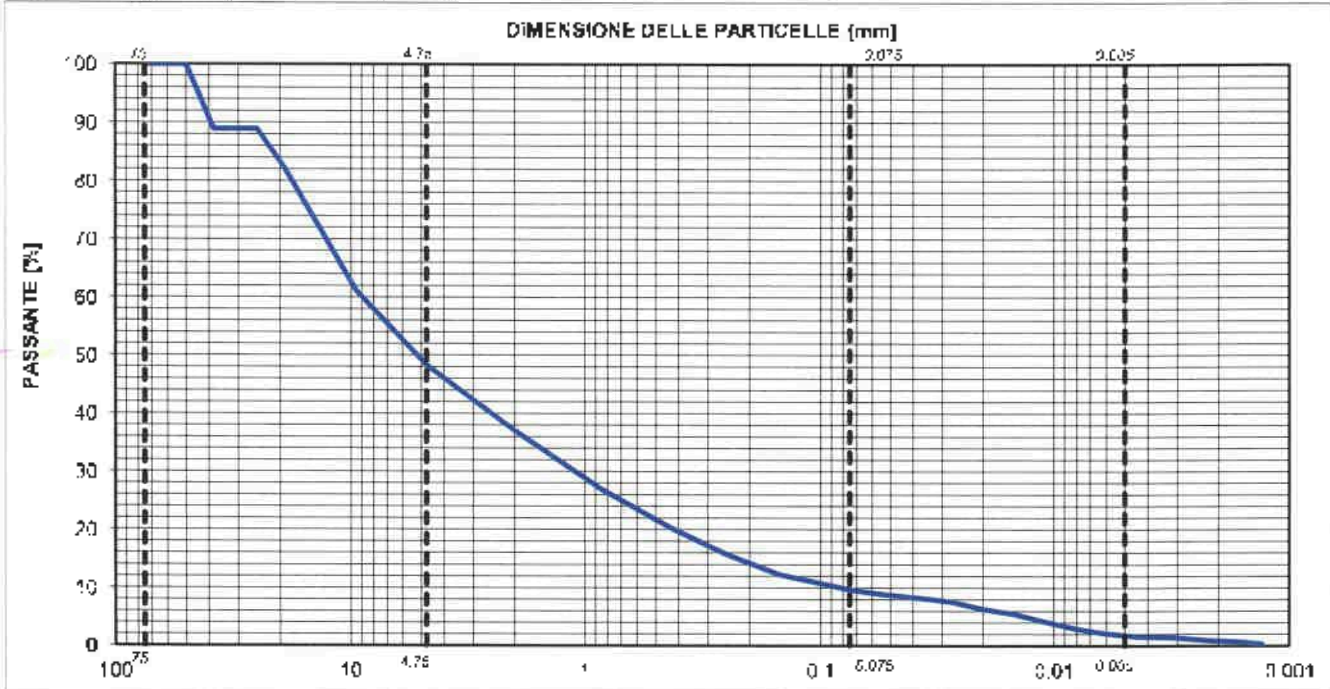
ANALISI PER SETACCIATURA			
Peso iniziale	1084.2	g	
Diametro massimo	85	mm	
Diametro minimo	25	mm	
Contenuto d'acqua	-	%	
	mm	Set. m. No.	Percentuale passante
Passante	75.0	3	100.00 %
Passante	50.8	2	100.00 %
Passante	38.1	1-2	88.89 %
Passante	25.4	1	88.88 %
Passante	19.0	3/4	81.93 %
Passante	9.5	3/8	61.07 %
Passante	4.75	No. 4	48.35 %
Passante	2.0	No. 10	37.00 %
Passante	0.850	No. 20	26.87 %
Passante	0.425	No. 40	19.88 %
Passante	0.254	No. 60	15.72 %
Passante	0.150	No. 100	12.26 %
Passante	0.075	No. 200	9.61 %
Gr% a g (19-75)			18.57 %
Gr% a f (4,75-19,0)			33.58 %
Sabbia g (2-4,75)			1.35 %
Sabbia m (0,425-2)			7.01 %
Sabbia f (0,075-0,425)			0.39 %
Limo+argilla (< 0,075)			9.61 %
Limo (0,035-0,075)			7.84 %
Argilla (< 0,005)			1.77 %

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE			
Peso iniziale	50	g	
Diametro massimo	0.075	mm	
Diametro	mm	Percentuale	
0.0524	mm	8.84	%
0.0381	mm	9.23	%
0.0278	mm	7.63	%
0.0205	mm	6.41	%
0.0150	mm	5.90	%
0.0114	mm	4.28	%
0.0084	mm	3.07	%
0.0061	mm	2.16	%
0.0044	mm	1.55	%
0.0031	mm	1.40	%
0.0022	mm	0.94	%
0.0016	mm	0.64	%
0.0013	mm	0.33	%

ASTM CLASSIFICATION			
GW-GC			
AASHTO M 145-82			
-			
g%	-	Mg/mc	
CU		107.8	-
CC		16	

LIMITI DI CONSISTENZA					
Limite liquido (w _L)	49	%			
Limite Plastico (w _P)	20	%			
Indice di Plasticità (IP)	29	%			
Indice di Consistenza (IC)	-	%			
	mm	Peso secco (g)	Peso secco (g)	Il sabb (%)	
LL	19.63	44.80	35.49	58.70	12
	22.68	48.32	38.49	49.53	23
	21.30	55.21	41.12	45.06	33
PL	22.90	32.23	30.59	21.33	-
	20.85	29.34	27.94	19.75	

The chart plots Plasticity Index (w_p) on the y-axis (0.00 to 1.00) against Liquid Limit (L_L) on the x-axis (10 to 50). Data points are plotted for LL (circles) and PL (squares). A best-fit line is drawn through the LL points, and a horizontal line is drawn at w_p = 0.25. The chart is used to determine the soil classification based on the AASHTO M 145-82 system.



Capitale Sociale €55.000.000 - r.v. Sede Legale Via E. Paghano, 37 26149 MILANO
Laboratorio: Via A. Manzoni 11 20099 CINISELLO BALSAO (MI) Tel. 0261293856 r.a. Fax 0261770281
E-mail: info@geomatic.it P.E.C.: info@geomatic.it R.E.A. n. 1198777 - Registro Imprese Milano 0261293856
DIEGO ITALIANO

LO SPERIMENTATORE: G. L. L.

IL DIRETTORE:

Certificato n.	4866	del 07/11/2024	Accettazione n.	3751	del 18/10/2024
----------------	------	----------------	-----------------	------	----------------

SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D6913)	data inizio prova	22/10/2024	data fine prova	30/10/2024
LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)	data inizio prova	22/10/2024	data fine prova	28/10/2024

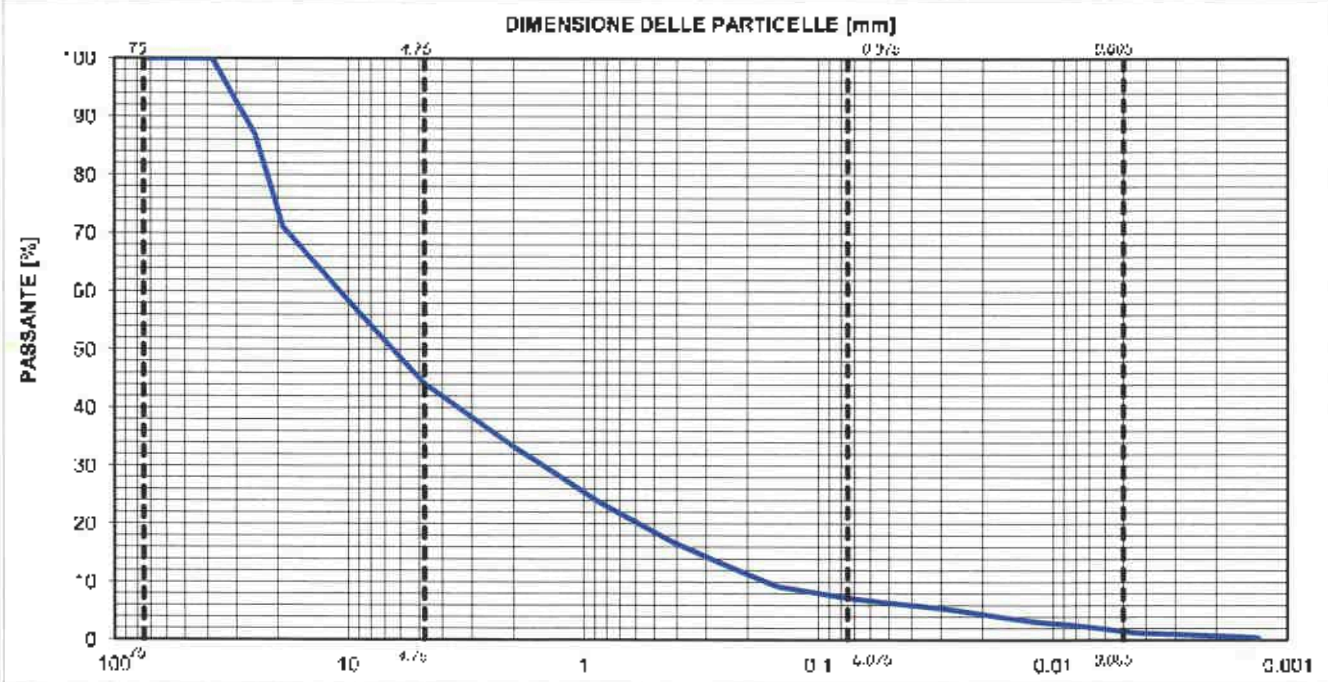
COMMITTENTE:	COMUNE DI LIVIGNO				
COMMESSA:	A				
LOCALITA':	LIVIGNO (SO)				
SONDAGGIO:	TR1-TP1	CAMPIONE:	B IN CLASSE Q3	PRO-CND LA:	1.00 2.00 m

ANALISI PER SETACCIATURA			
Peso iniziale	1060.3	g	
Diámetro massimo	60	mm	
Diámetro minimo	25	mm	
Contenuto d'acqua	-	%	
	mm	Set. In. - No.	Percentuale passante
Passante	75.0	3	100.00 %
Passante	60.0	2	100.00 %
Passante	38.1	1.0	100.00 %
Passante	25.4	1	86.92 %
Passante	19.0	3/4	71.02 %
Passante	9.5	3/8	57.37 %
Passante	4.75	No. 4	44.15 %
Passante	2.0	No. 10	33.19 %
Passante	0.850	No. 20	23.60 %
Passante	0.425	No. 40	16.93 %
Passante	0.250	No. 60	12.90 %
Passante	0.150	No. 100	9.26 %
Passante	0.075	No. 200	7.19 %
Ghiaia g	(19-75)		28.98 %
Ghiaia l	(4.75-19.0)		26.87 %
Sabbia g	(2-4.75)		10.90 %
Sabbia m	(0.425-2)		16.26 %
Sabbia f	(0.075-0.425)		9.74 %
Limo+argilla	(< 0.075)		7.19 %
Limo	(0.005-0.075)		5.70 %
Argilla	(< 0.005)		1.49 %

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE			
Peso iniziale	50	g	
Diámetro massimo	0.075	mm	
Diámetro	u.m.		Percentuale
0.0537	mm		6.50 %
0.0393	mm		5.93 %
0.0287	mm		5.36 %
0.0211	mm		4.58 %
0.0155	mm		3.77 %
0.0117	mm		3.09 %
0.0084	mm		2.63 %
0.0061	mm		1.95 %
0.0044	mm		1.27 %
0.0032	mm		1.04 %
0.0023	mm		0.81 %
0.0016	mm		0.58 %
0.0013	mm		0.30 %

LIMITI DI CONSISTENZA					
Limite Liquido	(WL)	28	%		
Limite Plastico	(WP)	np	%		
Indice di Plasticità	(IP)	nd	%		
Indice di Consistenza	(IC)	-	%		
	Tempo	1 min (20°C)	10 min (20°C)	10 min (15°C)	10 min (10°C)
LL	23.54	53.76	48.30	32.78	12
	23.15	57.60	49.57	30.39	22
	22.74	51.06	45.16	26.37	31
LP	23.48				-
	22.86				-

ASTM CLASSIFICATION	
CW-CM	
AASHTO M 145-B2	
g	Mg/mc



Capitale Sociale € 95.000,00 - I.v. Sede Legale Via E. Fagnano 37 20149 MILANO
Laboratorio: Via A. Manzoni, 11 20092 CINISELLO BALZANO (MI) Tel. 02/61294830 e.fax 02/61770781
E-mail: info@legisignature.it P.E.C. alcasarsign@legisignature.it R.E.A. n. 1198777 Registro Imprese di Milano n. 05041580153

LO SPERIMENTATORE: G. L. L.

IL DIRETTORE:

ALTAIR SRL

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti prove terro (solture "a") e rocce (solture "b")
D.P.R. 06/06/2001 n. 369 art. 59 Cir. 7618/STC del 08/09/2010 Autorizzazione n. 52505 del 11/10/2004 e successivi rinnovi
Laboratorio Certificato UNI EN ISO 9001:2015 n. 11253 del 28/10/2013 e successivi rinnovi



Certificato n.	4867	del	07/11/2024	Accettazione n.	3751	del	18/10/2024
----------------	------	-----	------------	-----------------	------	-----	------------

SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D6913)	data inizio prova	22/10/2024	data fine prova	30/10/2024
LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)	data inizio prova	22/10/2024	data fine prova	26/10/2024

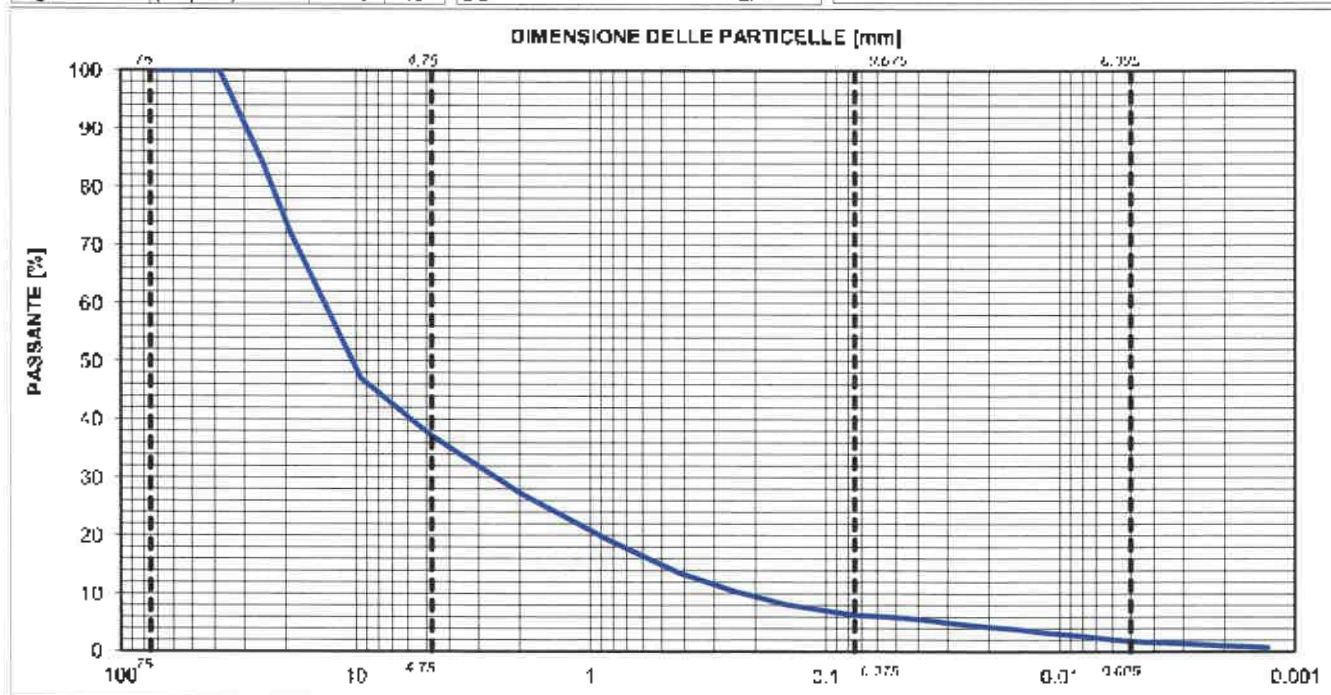
COMMITTENTE:	COMUNE DI LIVIGNO		
CONVESSA:	-		
LOCALITÀ:	LIVIGNO (SO)		
SONDAGGIO:	TR1-TP1	CAMPIONE:	C IN CLASSE Q3
		PROFONDITÀ:	2.00 - 3.30 m

ANALISI PER SETACCIATURA				
Peso iniziale	924.1	g		
Diametro massimo	50	mm		
Diametro minimo	15	mm		
Contenuto d'acqua	-	%		
	mm	Sel. in- No.	Percentuale passante	
Passante	75.0	3	100.00 %	
Passante	50.0	2	100.00 %	
Passante	38.1	1 1/2	100.00 %	
Passante	25.4	1	84.12 %	
Passante	19.0	3/4	71.89 %	
Passante	9.5	3/8	46.86 %	
Passante	4.75	No. 4	37.11 %	
Passante	2.0	No. 10	27.31 %	
Passante	0.850	No. 20	19.32 %	
Passante	0.425	No. 40	13.49 %	
Passante	0.250	No. 60	10.43 %	
Passante	0.150	No. 100	8.14 %	
Passante	0.075	No. 200	6.32 %	
Ghiaia g	(19-75)		28.11 %	
Ghiaia f	(4.75-19.0)		34.78 %	
Sabbia g	(2-4.75)		9.80 %	
Sabbia m	(0.425-2)		13.83 %	
Sabbia f	(0.075-0.425)		7.17 %	
Lima-argilla	(< 0.075)		6.32 %	
Limo	(0.005-0.075)		4.51 %	
Argilla	(< 0.005)		1.81 %	

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE				
Peso iniziale	50	g		
Diametro massimo	0.075	mm		
Diametro	U.m.	Percentuale		
0.0525	mm	6.0 %		
0.0385	mm	5.5 %		
0.0283	mm	4.9 %		
0.0208	mm	4.3 %		
0.0151	mm	3.8 %		
0.0114	mm	3.2 %		
0.0083	mm	2.7 %		
0.0060	mm	2.1 %		
0.0044	mm	1.6 %		
0.0031	mm	1.4 %		
0.0022	mm	1.1 %		
0.0016	mm	0.9 %		
0.0013	mm	0.7 %		

LIMITI DI CONSISTENZA				
Limite liquido	(WL)	25	%	
Limite plastico	(WP)	10	%	
Indice di Plasticità	(IP)	15	%	
Indice di Consistenza	(IC)			
	Ten. G	Peso anidro (g)	Peso anidro (g)	Umidità (%)
=	23.04	53.83	48.97	26.92
	24.42	48.73	43.75	28.02
	24.50	55.50	49.88	22.14
n	23.00			-
	22.9*			-

ASTM CLASSIFICATION GW-GM AASHTO M 145-82 -				
g	-	Mg/m ³		
CU	60	-		
CC	2	-		



Capitale Sociale € 95.000,00 - Sede Legale Via H. Magliano, 37 20149 MILANO
Laboratorio: Via A. Merlini, 11 20092 CINISELLO BALSAMO (MI) Tel. 0261293850 r.a. fax 0261776281
E-mail: info@geonit.it P.E.C. altair srl@legalmail.it R.E.A. n. 1195777 - Registro Imprese di Milano n. 08041380153
DIEGO ITALIANO

LO SPERIMENTATORE: G. L. L.

G. L. L.

IL DIRETTORE:

ALTAIR SRL

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti prove terra (settore "a") e rocce (settore "b")
D.P.R. 06/06/2001 n. 340 art. 59 - Cir. 7618/STC del 08/09/2010 Autorizzazione n. 52505 del 11/10/2014 e successive rinnovi
Laboratorio Certificato UNI EN ISO 9001 ICMQ n. 11353 del 28/10/2011 e successive rinnovi

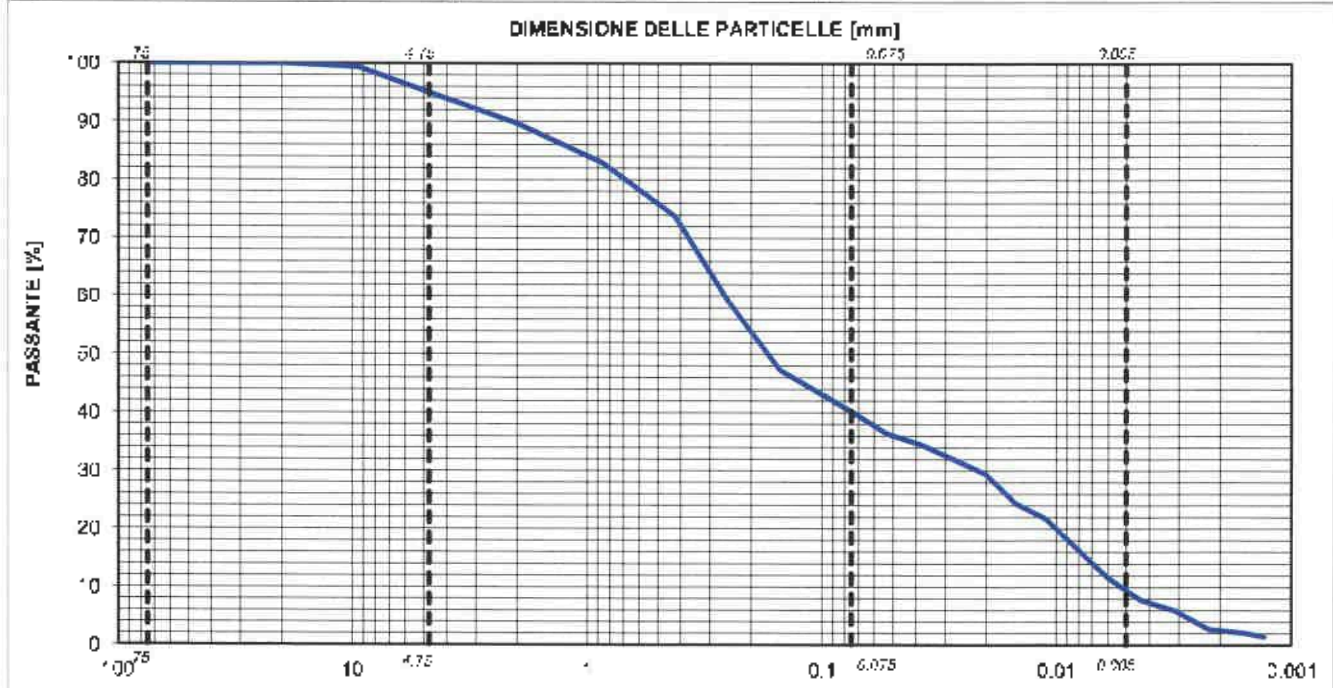
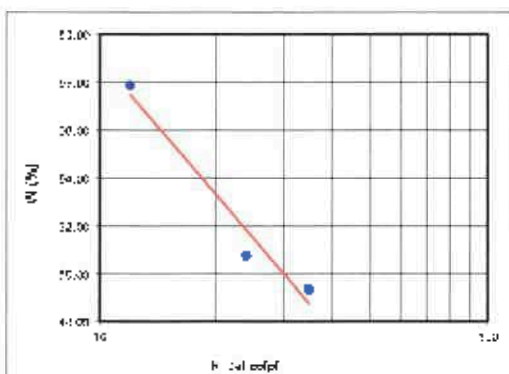


Certificato n. 4868	del 07/11/2024	Accettazione n. 3751	del 18/10/2024
----------------------------	-----------------------	-----------------------------	-----------------------

SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487 D422-D6913)	data inizio prova 22/10/2024	data fine prova 30/10/2024
LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)	data inizio prova 22/10/2024	data fine prova 28/10/2024

COMMITTENTE	COMUNE DI LIVIGNO		
COMMESSA	-		
LOCALITÀ	LIVIGNO (SO)		
SONDAGGIO:	TR1-TP2	CAMPIONE:	A N CLASSE Q3
		PROFONDITÀ:	0,00-1,00 m

ANALISI PER SETACCIATURA				ANALISI PER SEDIMENTAZIONE				LIMITI DI CONSISTENZA			
Peso iniziale	510.7	g		Peso iniziale	50	g		Limite Liquido (WL)	52	%	
Diametro massimo	75	mm		Diametro massimo	2.075	mm		Limite Plastico (WP)	np	%	
Diametro minimo	5	mm						Indice di Plasticità (P)	nd	%	
Contenuto d'acqua	-	%						Indice di Consistenza (C)	-	%	
	mm	Set. n. - No	Percentuale passante	Diametro	μm	Percentuale					
Passante	75.0	3	100.00 %	3.0528	mm	35.52 %					
Passante	50.8	2	100.00 %	3.0361	mm	34.41 %					
Passante	38.1	1 1/2	100.00 %	3.0276	mm	31.87 %					
Passante	25.4	1	100.00 %	3.0200	mm	29.33 %					
Passante	19.0	3/4	100.00 %	3.0148	mm	24.25 %					
Passante	9.5	3/8	99.40 %	3.0111	mm	21.71 %					
Passante	4.75	No 4	94.98 %	3.0082	mm	16.63 %					
Passante	2.0	No 10	89.68 %	3.0060	mm	11.56 %					
Passante	0.850	No 20	82.88 %	3.0043	mm	7.75 %					
Passante	0.425	No 40	73.71 %	3.0031	mm	5.84 %					
Passante	0.250	No 60	59.16 %	3.0022	mm	2.67 %					
Passante	0.150	No 100	47.18 %	3.0018	mm	2.03 %					
Passante	0.075	No 200	40.15 %	3.0013	mm	1.40 %					
Ghiaia g	(19-75)		0.00 %	ASTM CLASSIFICATION SC AASHTO M 145-B2							
Ghiaia f	(2.75-19.0)		5.07 %								
Sabbia g	(2-4.75)		6.30 %	ASTM CLASSIFICATION SC AASHTO M 145-B2							
Sabbia m	(0.425-2)		15.97 %								
Sabbia c	(0.075-0.425)		33.58 %	ASTM CLASSIFICATION SC AASHTO M 145-B2							
Limo e argilla	(< 0.075)		40.15 %								
Limo	(0.005-0.075)		30.88 %	ASTM CLASSIFICATION SC AASHTO M 145-B2							
Argilla	(< 0.005)		9.27 %								



Capitale Sociale € 95.000.000 - s.r.l. Sede Legale: Via E. Pagnani, 37 20149 MILANO
Laboratorio: Via A. Merello, 11 20092 CINISELLO BALSAMO (MI), Tel. 02/61293550 r.a. Fax 02/61770281
E-mail: info@altair.it P.B.C.: altair srl@legaimail.it R.P.A. n. 1198777 - Registro Imprese di Milano n. 08041586153
DIEGO ITALIANO

LO SPERIMENTATORE: G. L. L.

IL DIRETTORE:

ALTAIR SRL

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti prove terra (lettore "a") e rocce (lettore "b")
D.P.R. 96/06/2001 n. 350 art. 59 - Circ. 7618/STC del 98/09/2010 Autorizzazione n. 52505 del 11/10/2004 e successivi rinnovi
Laboratorio Certificato UNI EN ISO 9001 ICMQ n. 11353 del 28/10/2011 e successivi rinnovi

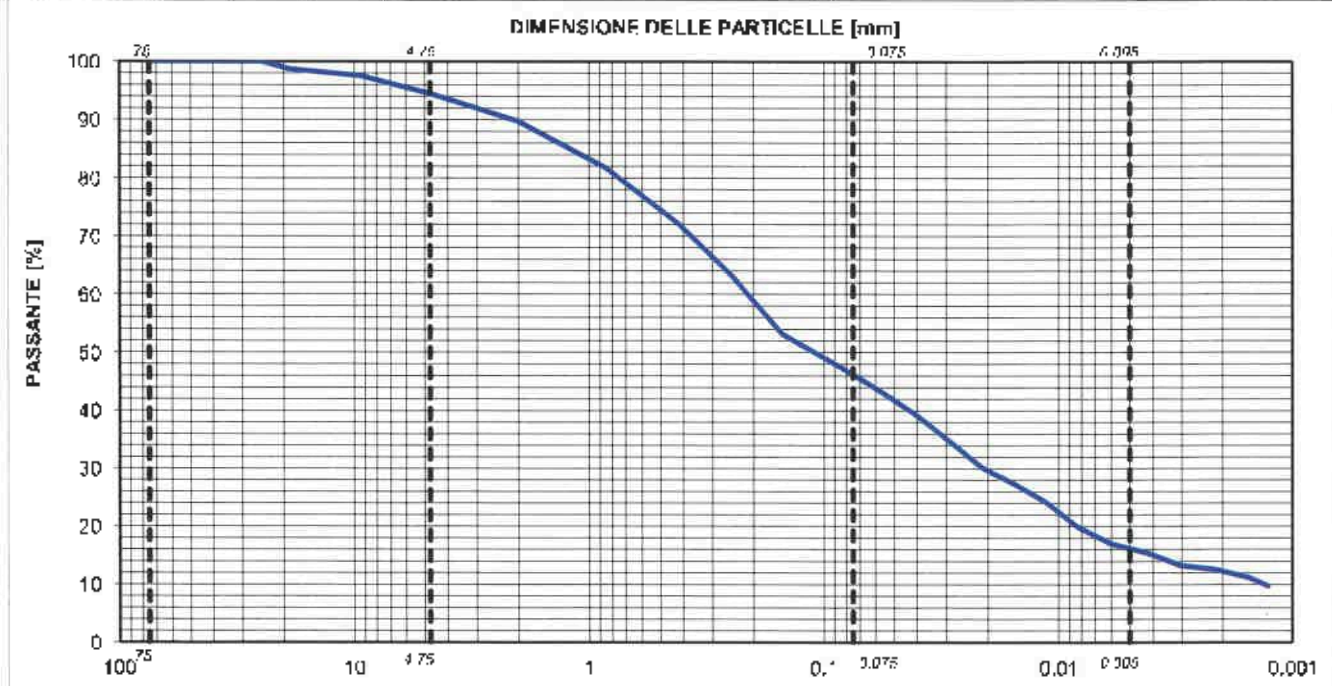
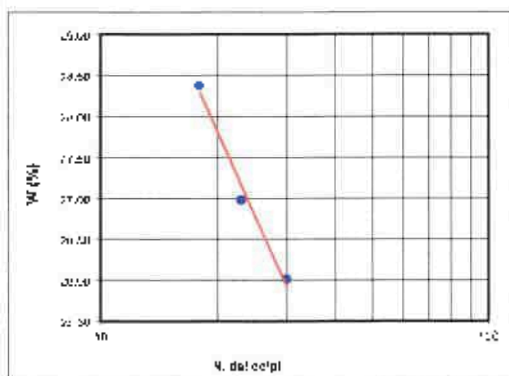


Certificato n. 4869	del 07/11/2024	Accettazione n. 3751	del 18/10/2024
---------------------	----------------	----------------------	----------------

SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D6913)	data inizio prova 22/10/2024	data fine prova 30/10/2024
LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)	data inizio prova 22/10/2024	data fine prova 28/10/2024

COMMITTENTE	COMUNE DI LIVIGNO		
COMMESSA	-		
LOCALITÀ	LIVIGNO (SO)		
SONDAGGIO	TR1-TP2	CAMPIONE:	B IN CLASSE Q3
		PROFONDITÀ:	1.00-2.00 m

ANALISI PER SETACCIATURA				ANALISI PER SEDIMENTAZIONE				LIMITI DI CONSISTENZA				
Peso iniziale	751.3	g		Peso iniziale	50	g		Limite Liquido (WL)	26	%		
Diametro massimo	40	mm		Diametro massimo	0.075	mm		Limite Plastico (WP)	20	%		
Diametro minimo	5	mm						Indice di Plasticità (IP)	6	%		
Contenuto d'acqua	-	%						Indice di Consistenza (IC)	-	%		
	mm	Set. in- No.	Percentuale passante		Diametro	mm	Percentuale					
Passante	75.0	3	100.00 %		0.0533	mm	42.51 %					
Passante	50.8	2	100.00 %		0.0390	mm	38.85 %					
Passante	38.1	1/2	100.00 %		0.0287	mm	34.46 %					
Passante	25.4	1	100.00 %		0.0210	mm	30.08 %					
Passante	19.0	3/4	98.68 %		0.0152	mm	27.15 %					
Passante	9.5	3/8	97.54 %		0.0113	mm	24.23 %					
Passante	4.75	No. 4	94.47 %		0.0083	mm	19.84 %					
Passante	2.0	No. 10	89.71 %		0.0060	mm	16.92 %					
Passante	0.850	No. 20	81.78 %		0.0043	mm	15.46 %					
Passante	0.425	No. 40	72.16 %		0.0031	mm	13.26 %					
Passante	0.254	No. 60	63.35 %		0.0022	mm	12.53 %					
Passante	0.150	No. 100	53.14 %		0.0015	mm	11.07 %					
Passante	0.075	No. 200	46.23 %		0.0013	mm	9.61 %					
Ghiaia g (19-75)			1.37 %		ASTM CLASSIFICATION							
Ghiaia f (4.75-19.0)			4.21 %		SC-SM							
Sabbia g (2.0-7.5)			4.76 %		AASHTO M 145-82							
Sabbia m (0.425-2.0)			17.55 %		-							
Sabbia f (0.075-0.425)			25.93 %									
Limo+argilla (< 0.075)			46.23 %									
Limo (0.005-0.075)			30.14 %									
Argilla (< 0.005)			16.09 %									



Capitale Sociale € 95.000,00 - i.v. Sede Legale Via E. Pagnano, 37 20149 MILANO
Laboratorio: Via A. Martini, 11 20092 CINISELLO BALSAMO (MI) Tel. 02/61293850 r.a. Fax 02/61770261
E-mail: info@gecaltair.it P.E.C.: altairsrl@legalmail.it R.E.A. n. 1198777 - Registro Imprese Milano 03041580133
Firmato digitalmente da DIEGO ITALIANO

LO SPERIMENTATORE: G. L. L.

G. L. L.

IL DIRETTORE:

ALTAIR SRL

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (provvedimento "a") e (provvedimento "b")
D.P.R. (6/6/2001) n. 245 art. 59 - Circol. (6/8/2001) del 08/09/2010 Autorizzazione n. 52505 del 11/10/2004 e successivi rinnovi
Laboratorio Certificato UNI EN ISO 9001:2008 n. 11353 del 28/10/2011 e successivi rinnovi



Certificato n. 4870	del 07/11/2024	Accettazione n. 3751	del 18/10/2024
---------------------	----------------	----------------------	----------------

SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487 D422-D6913)	data inizio prova 22/10/2024	data fine prova 30/10/2024
LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)	data inizio prova 22/10/2024	data fine prova 28/10/2024

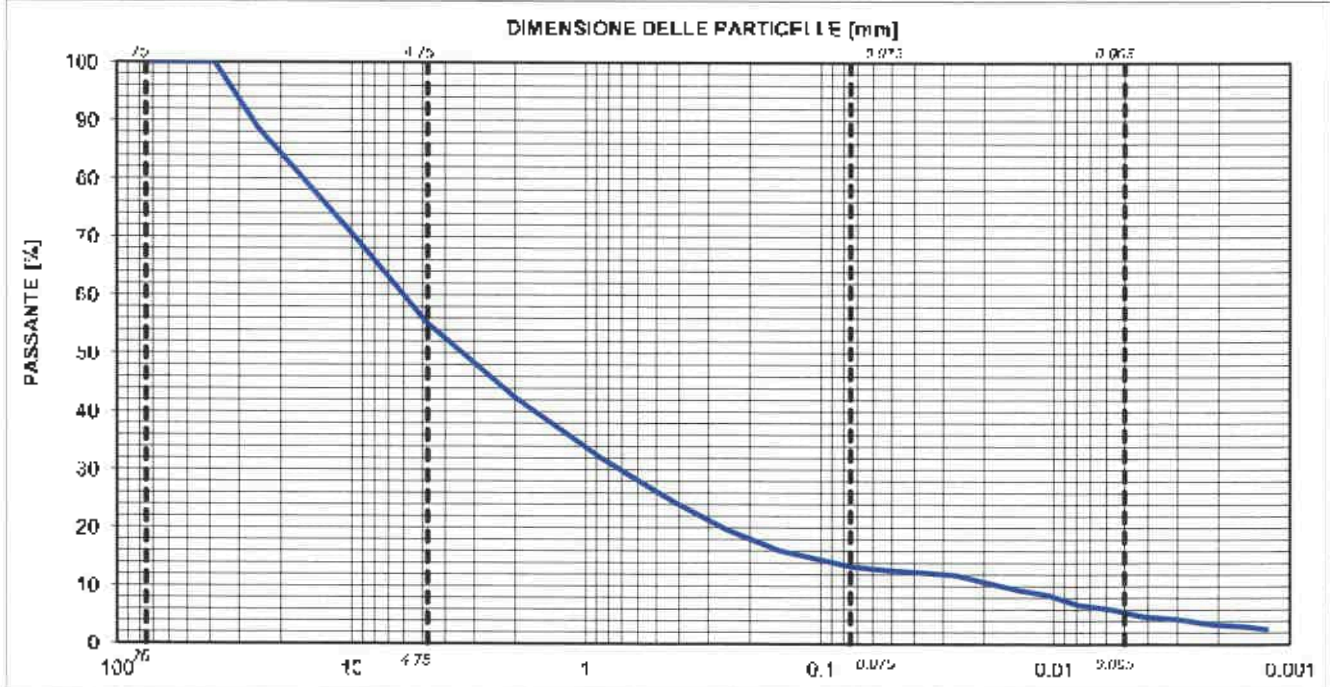
COMMITTENTE:	COMUNE DI LIVIGNO				
COMMESSA:	-				
LOCALITA':	LIVIGNO (SO)				
SONDAGGIO:	TR1 IP2	CAMPIONE:	C IN CLASSE Q3	PROFONDITA' :	2.00-3.00 m

ANALISI PER SETACCIATURA				
Peso iniziale	959		g	
Diametro massimo	65		mm	
Diametro minimo	20		mm	
Contenuto d'acqua			%	
	mm	Set. In. No.	Percentuale passante	
Passante	75.0	3	100.00	%
Passante	50.8	2	100.00	%
Passante	30.0	1.18	100.00	%
Passante	25.0	-	88.69	%
Passante	19.0	3/4	63.29	%
Passante	9.5	3/8	69.49	%
Passante	4.75	No. 4	55.09	%
Passante	2.0	No. 10	42.57	%
Passante	0.850	No. 20	31.92	%
Passante	0.425	No. 40	24.44	%
Passante	0.250	No. 60	19.66	%
Passante	0.150	No. 100	16.05	%
Passante	0.075	No. 200	12.33	%
Ghiaia g	(10-75)		16.71	%
Ghiaia f	(4.75-10.0)		28.19	%
Sabbia g	(2.4-75)		12.57	%
Sabbia m	(0.425-2)		18.08	%
Sabbia f	(0.075-0.425)		11.11	%
Limo-argilla	(< 0.075)		13.33	%
Limo	(0.005-0.075)		7.96	%
Argilla	(< 0.005)		5.37	%

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE				
Peso iniziale	50		g	
Diametro massimo	0.075		mm	
Diametro	u.m.	Percentuale		
0.0517	mm	12.60	%	
0.0370	mm	12.27	%	
0.0268	mm	11.85	%	
0.0195	mm	10.58	%	
0.0143	mm	9.32	%	
0.0107	mm	8.48	%	
0.0079	mm	6.79	%	
0.0057	mm	5.95	%	
0.0042	mm	4.66	%	
0.0030	mm	4.26	%	
0.0021	mm	3.42	%	
0.0015	mm	2.99	%	
0.0013	mm	2.57	%	

LIMITI DI CONSISTENZA				
Limite Liquido (WL)	32	%		
Limite Plastico (WP)	np	%		
Indice di Plasticità (P)	np	%		
Indice di Consistenza (C)	-	%		
	19.62	48.30	40.80	31.77
L.L.	22.68	45.27	39.78	32.11
	22.51	45.25	40.08	29.43
U.P.	22.32	33.28	28.75	23.79
	21.55	29.99	28.40	23.21

ASTM CLASSIFICATION				
GM				
AASHTO M 145-82				
-				
gr	-	Mg/mc		
CU	-	-		
CC	-	-		

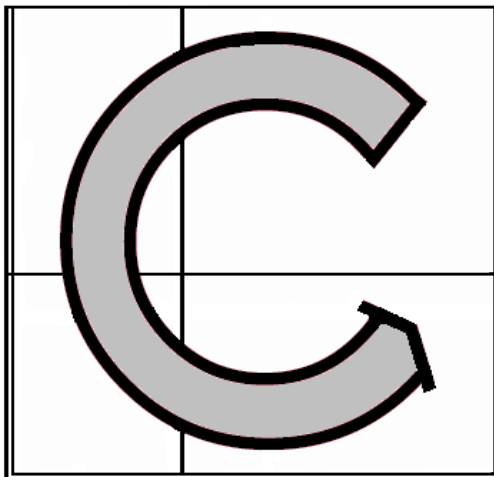


Centrale Sociale 595 060,69 - Liv. Sede Legale Via F. Paghiani, 37 20149 MILANO
Laboratorio: Via A. Martini, 11 26092 CENISELLO BALSARNO (MI) tel. 0261291830 e Fax 0261270281
E-mail: info@altair.it P.I.C. altair@altair.it & E.A. n. 1138777 Registro Imprese (altair) n. 03041980153
Dit:GO ITALIANO

LO SPERIMENTATORE: G. L. L.

[Signature]

IL DIRETTORE:



STUDIO TECNICO

Geom. UGO CELOTTI S.R.L.

VIA MINCIO 22 - CAP 20139 MILANO - TEL. 025393977 r.a. - 025392262 FAX
e-mail: studiocelotti@studiocelotti.it

INDAGINI GEOGNOSTICHE - PROVE SU TERRENI DI FONDAZIONE
RICERCHE IDROLOGICHE AMBIENTALI - STRUMENTAZIONI GEOTECNICHE
PERFORAZIONI PROFONDE PER GEOTERMIA PER DISPERSORI PER STRUMENTAZIONI
RILIEVI TOPOGRAFICI - PROSPEZIONI GEOFISICHE E GEOELETTRICHE

COMUNE DI LIVIGNO
Plaza dal Comun n. 93 - LIVIGNO (Sondrio)

Indagini geognostiche, geotecniche ed ambientali eseguite nei terreni interessati dall'opera pubblica denominata Venues - Sedi ed Impianti Olimpici - Collegamento dei versanti sciistici est ed ovest in comune di Livigno (Sondrio) - Tronco 2.

PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Disegno n. 7530/2Ca

Data: Novembre 2024

N.B. - Lo zero di riferimento delle profondità coincide con il piano d'inizio degli scavi.

ALTAIR SRL

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti prove terra (settore "a") e rocce (settore "b")
D.P.E. 06.06.2001 n.340 art. 59 - Cir. 7618/SVC del 08/09/2011: Autorizzazione n. 52505 del 11.10.2004 e successivi rinnovi
Laboratorio Certificato UNI EN ISO 9001 ICMQ n.11353 del 28/10/2011 e successivi rinnovi

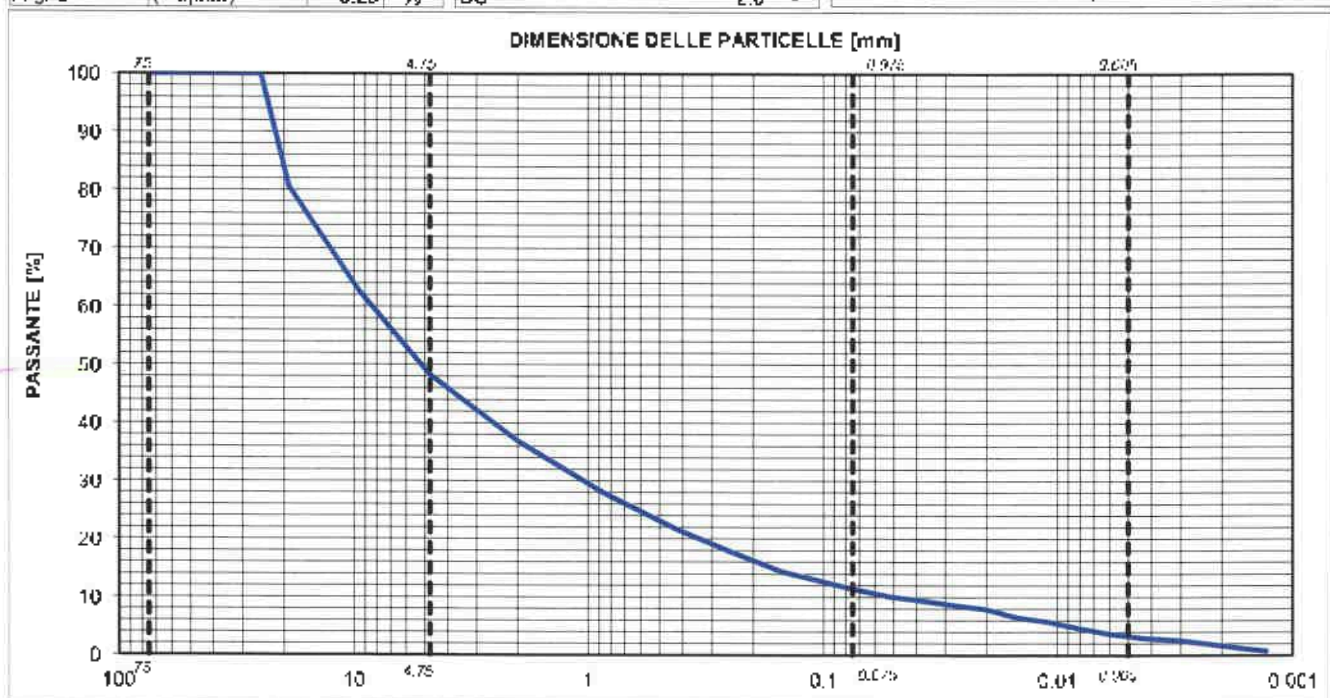
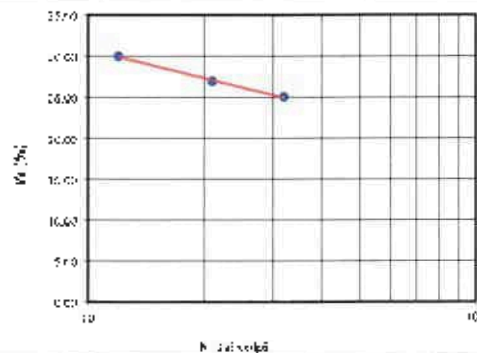


Certificato n. 4871	del 07/11/2024	Accettazione n. 3751	del 18/10/2024
---------------------	----------------	----------------------	----------------

SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D7487 D422 D6913)	data inizio prova 22/10/2024	data fine prova 30/10/2024
LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)	data inizio prova 22/10/2024	data fine prova 28/10/2024

COMMITTENTE:	COMUNE DI LIVIGNO		
COMMESSA:	-		
LOCAZIONE:	LIVIGNO (SO)		
SONDAGGIO:	TR2 TP1	CAMPIONE:	A IN CLASSE Q3
		PROFONDITA':	0,00-1,00 m

ANALISI PER SETACCIATURA				ANALISI PER SEDIMENTAZIONE			LIMITI DI CONSISTENZA				
Peso iniziale	884.3	g		Peso iniziale	50	g	Limite Liquido (WL)	26	%		
Diametro massimo	50	mm		Diametro massimo	0.075	mm	Limite Plastico (WP)	np	%		
Diametro minimo	15	mm					Indice di Plasticità (IP)	nd	%		
Contenuto d'acqua	-	%					Indice di Consistenza (IC)	-	%		
	mm	Sel. m. - No	Percentuale passante	Diametro	u.m.	Percentuale					
Passante	75.0	3	100.00 %	0.0531	mm	10.18 %					
Passante	50.0	2	100.00 %	0.0386	mm	9.46 %					
Passante	38.1	1.2	100.00 %	0.0280	mm	8.73 %					
Passante	25.4	1	100.00 %	0.0203	mm	8.01 %					
Passante	19.0	0.84	80.52 %	0.0150	mm	5.56 %					
Passante	9.5	0.38	62.55 %	0.0112	mm	5.83 %					
Passante	4.75	No 4	48.36 %	0.0082	mm	4.75 %					
Passante	2.0	No 10	36.89 %	0.0059	mm	3.66 %					
Passante	0.850	No 20	27.83 %	0.0043	mm	2.94 %					
Passante	0.425	No 40	21.64 %	0.0030	mm	2.57 %					
Passante	0.254	No 60	17.87 %	0.0022	mm	1.95 %					
Passante	0.150	No 100	14.41 %	0.0016	mm	1.12 %					
Passante	0.075	No 200	11.46 %	0.0013	mm	0.76 %					
Ghiaia g	(19-75)		19.48 %	ASTM CLASSIFICATION GW-GM AASHTO M 145-82							
Ghiaia f	(4.75-19.0)		32.16 %								
Sabbia g	(2-4.75)		11.47 %								
Sabbia m	(0.425-2)		15.25 %								
Sabbia f	(0.075-0.425)		10.18 %								
Limo-argilla	(< 0.075)		11.46 %								
Limo	(0.005-0.075)		8.20 %								
Argilla	(< 0.005)		3.26 %								
				gr	-	Mg/m³					
				CU	185.9	-					
				CC	2.6	-					



Capitale Sociale €95.000.000 - L.v. Sede Legale Via E. Pagnaro, 37 20149 MILANO
Laboratorio Via A. Martin, 11 20092 CINISELLO BALSAMO (MI) Tel. 02/61293830 e Fax 02/61770251
E-mail: info@gruppaltair.it P. R. C. - Tribunale di Legnano n. R.E.A. n. 1198777 - Registro Imprese di Milano n. 01/047870401586153
Firma digitale per via di DIEGO ITALIANO

LO SPERIMENTATORE: G. L. L.

[Signature]

IL DIRETTORE:

ALTAIR SRL

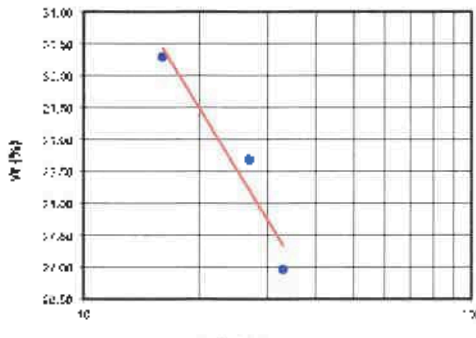
Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti prove (sedure "a") e ruote (sedure "b")
D.P.R. 06.06.2001 n. 380 art. 59 - Circa 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n. 52505 del 11.10.2004 e successivi rinnovi
Laboratorio Certificato UNI EN ISO 9001 TCMQ n. 11353 del 28.10.2011 e successivi rinnovi

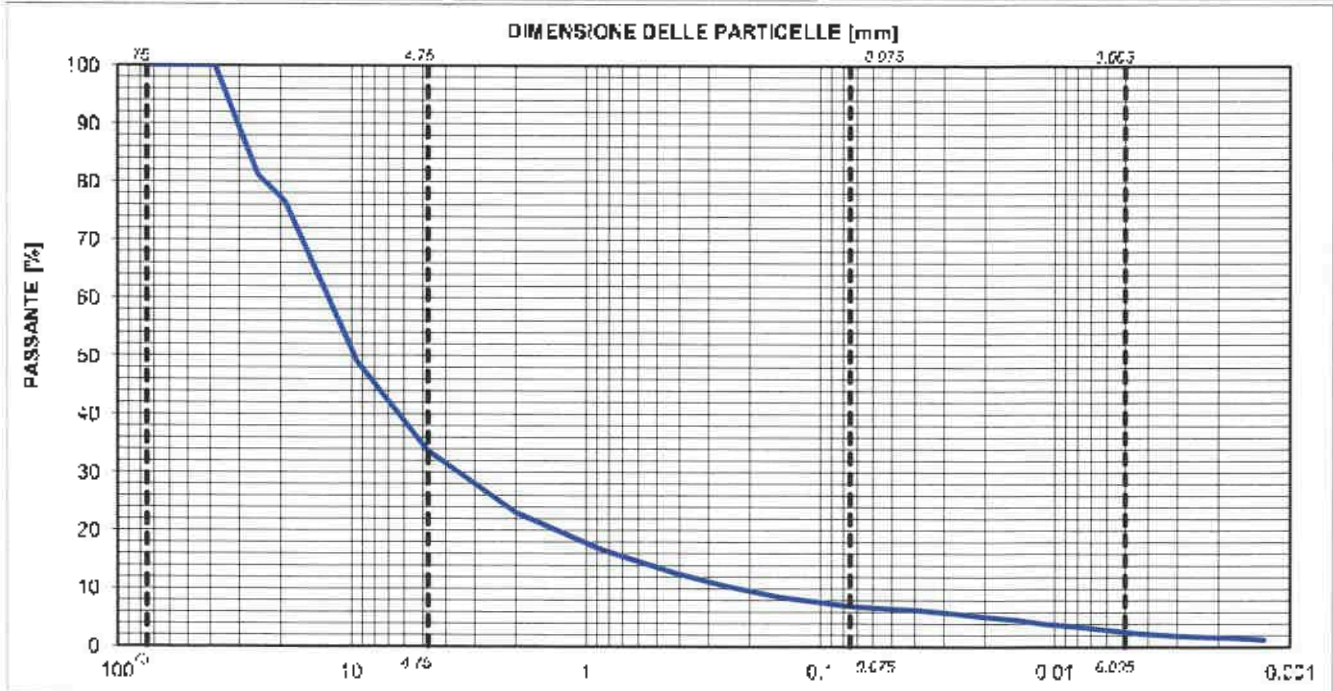


Certificato n.	4872	del	07/11/2024	Accettazione n.	3751	del	18/10/2024
----------------	------	-----	------------	-----------------	------	-----	------------

SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487 / D422-D6913)	data inizio prova	22/10/2024	data fine prova	30/10/2024
LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)	data inizio prova	22/10/2024	data fine prova	28/10/2024

COMMITTENTE:	COMLINE DI LIVIGNO					
COMMESSA:	-					
LOCALITÀ:	LIVIGNO (SO)					
SONDAGGIO:	TR2 TP1	CAMPIONE:	B N CLASSE U3		PROFONDITÀ : 1.00-2.00 m	

ANALISI PER SETACCIATURA				ANALISI PER SEDIMENTAZIONE				LIMITI DI CONSISTENZA			
Peso iniziale		1186.7	g	Peso iniziale		50	g	Limite Liquido (WL)		28	%
Diametro massimo		60	mm	Diametro massimo		0.075	mm	Limite Plastico (WP)		np	%
Diametro minimo		15	mm					Indice di Plasticità (IP)		nd	%
Contenuto d'acqua		-	%					Indice di Consistenza (IC)		-	%
	mm	Ser in - No.	Percentuale passante	Diametro	μm	Percentuale					
Passante	75.0	3	100.00 %	0.0525	mm	6.64 %		LL	22.97	42.24	37.76
Passante	50.0	2	100.00 %	0.0375	mm	6.31 %			22.60	51.12	44.76
Passante	38.1	1.2	100.00 %	0.0278	mm	5.76 %			23.47	51.68	45.69
Passante	25.0	*	81.18 %	0.0203	mm	5.20 %		LP	23.49		
Passante	19.0	3/4	76.34 %	0.0148	mm	4.65 %			23.3		
Passante	9.5	3/8	49.08 %	0.0112	mm	3.99 %					
Passante	4.75	No. 4	33.74 %	0.0081	mm	3.65 %					
Passante	2.0	No. 10	23.11 %	0.0059	mm	2.69 %					
Passante	0.850	No. 20	16.64 %	0.0043	mm	2.33 %					
Passante	0.425	No. 40	12.70 %	0.0031	mm	1.88 %					
Passante	0.254	No. 60	10.42 %	0.0022	mm	1.67 %					
Passante	0.150	No. 100	8.62 %	0.0016	mm	1.45 %					
Passante	0.075	No. 200	6.98 %	0.0013	mm	1.23 %					
Ghiaia g (19-75)				23.66 %							
Ghiaia f (4.75-19.0)				42.60 %							
Sabbia g (2-4.75)				10.63 %				ASTM CLASSIFICATION GW-GM AASHTO M 145-82 -			
Sabbia m (0.425-2)				10.40 %							
Sabbia f (0.075-0.425)				5.72 %				gs - Mg/mc			
Limo+argilla (< 0.075)				6.98 %							
Limo (0.005-0.075)				4.39 %				CU 56.5 - CC 4.4 -			
Argilla (< 0.005)				2.59 %							



Capitale Sociale € 95.000,00 - i.v. Sede Legale: Via F. Pugetano, 37 26144 Mantova
Laboratorio: Via A. Martin, 11 38093 CORTINA D'AMPEZZO (TN) Tel. 0261293856 e Fax 0261770251
E-mail: info@altair.it e P.B.C. (altair@infotelecom.it) R.E.A. n. 1194777 - Registro Imprese di Mantova n. 02641350153
DIEGO ITALIANO

LO SPERIMENTATORE: G. L. L.

[Signature]

IL DIRETTORE:

ALTAIR SRL

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti prove terre (settore "a") e rocce (settore "b")
D.P.R. 06.06.2001 n.386 art. 39 - Cir. 7518/STC del 09.09.2010 Autorizzazione n. 52505 del 11.10.2014 e successivi rinnovi
Laboratorio Certificato UNI EN ISO 9001 (CMQ) n. 11353 del 28.10.2011 e successivi rinnovi

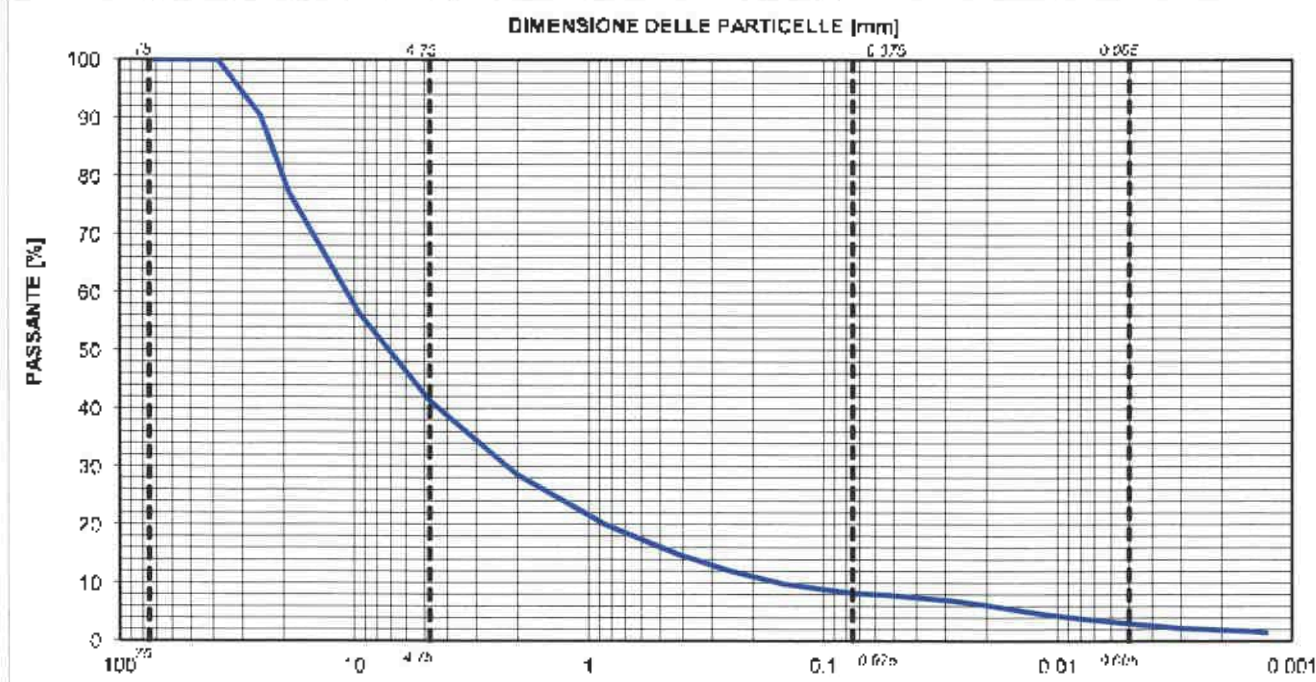
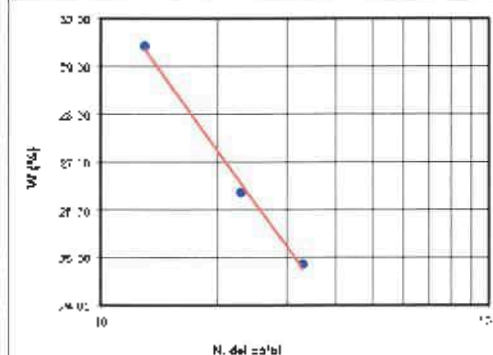


Certificato n.	4873	del 07/11/2024	Accettazione n.	3751	del 18/10/2024
----------------	------	----------------	-----------------	------	----------------

SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D6913)	data inizio prova	22/10/2024	data fine prova	30/10/2024
LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)	data inizio prova	22/10/2024	data fine prova	28/10/2024

COMMITTENTE:	COMUNE DI LIVIGNO			
COMMESSA:	.			
LOCALITA':	LIVIGNO (SO)			
SONDACCIO:	TR2-TP1	CAMPIONE:	C N CLASSF C2	PROFONDITA': 2.03-2.73 m

ANALISI PER SETACCIATURA				ANALISI PER SEDIMENTAZIONE				LIMITI DI CONSISTENZA				
Peso iniziale	1179.9	g		Peso iniziale	50	g		Limite Liquido (WL)	26	%		
Diametro massimo	70	mm		Diametro massimo	0.075	mm		Limite Plastico (WP)	np	%		
Diametro minimo	20	mm						Indice di Plasticità (IP)	nd	%		
Contenuto d'acqua	-	%						Indice di Consistenza (IC)	-	%		
	mm	Set. in - No.	Percentuale passante	Diametro	u.m.	Percentuale						
Passante	75.0	3	100.00 %	0.0521	mm	7.90 %						
Passante	50.8	2	100.00 %	0.0379	mm	7.39 %						
Passante	38.1	1 1/2	100.00 %	0.0276	mm	6.87 %						
Passante	25.4	1	90.25 %	0.0201	mm	6.22 %						
Passante	19.0	3/4	77.19 %	0.0149	mm	5.32 %						
Passante	9.5	3/8	56.28 %	0.0112	mm	4.54 %						
Passante	4.75	No. 4	41.33 %	0.0081	mm	3.90 %						
Passante	2.0	No. 10	28.53 %	0.0059	mm	3.25 %						
Passante	0.850	No. 20	19.87 %	0.0043	mm	2.73 %						
Passante	0.425	No. 40	14.87 %	0.0031	mm	2.22 %						
Passante	0.254	No. 60	11.97 %	0.0022	mm	1.96 %						
Passante	0.150	No. 100	9.80 %	0.0016	mm	1.70 %						
Passante	0.075	No. 200	8.18 %	0.0013	mm	1.44 %						
Ghiaia g (4.75-75)			27.81 %	ASTM CLASSIFICATION								
Ghiaia f (4.75-19.0)			35.86 %	GW-2M								
Sabbia g (2.0-4.75)			12.80 %	AASHTO M 145-B2								
Sabbia m (0.425-2.0)			13.66 %									
Sabbia f (0.075-0.425)			6.70 %									
Limo+argilla (< 0.075)			8.18 %									
Limo (0.005-0.075)			5.21 %									
Argilla (< 0.005)			2.97 %									
				gs	-	Mg/mc						
				GU		68.3	-					
				CC		2.9	-					



Capitale Sociale: € 95.000,00 - Sede Legale: Via E. Pagliaro, 37 20149 MILANO
Laboratorio: Via A. Martini, 11 20092 CINISELLO BALSAMO (MI) Tel. 02/61293830 r.a. Fax 02/61773281
E-mail: info@altairsrl.it P.E.C.: altairsrl@legalmail.it R.E.A. n. 1198777 - Registro Imprese di Milano n. 06041550153
Firmato digitalmente da DIEGO ITALIANO

LO SPERIMENTATORE: G. L. L.

[Signature]

IL DIRETTORE:

ALTAIR SRL

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti prova terra (valore "a") e rocce (valore "b"),
 D.P.R. 96/06/2001 n. 480 art. 19 - Cir. 7616/STC del 08.09.2016 Autorizzazione n. 52565 del 11.16.2014 e successivi rinnovi
 Laboratorio Certificato UNI EN ISO 9001 ICMQ n. 11353 del 28.10.2011 e successivi rinnovi

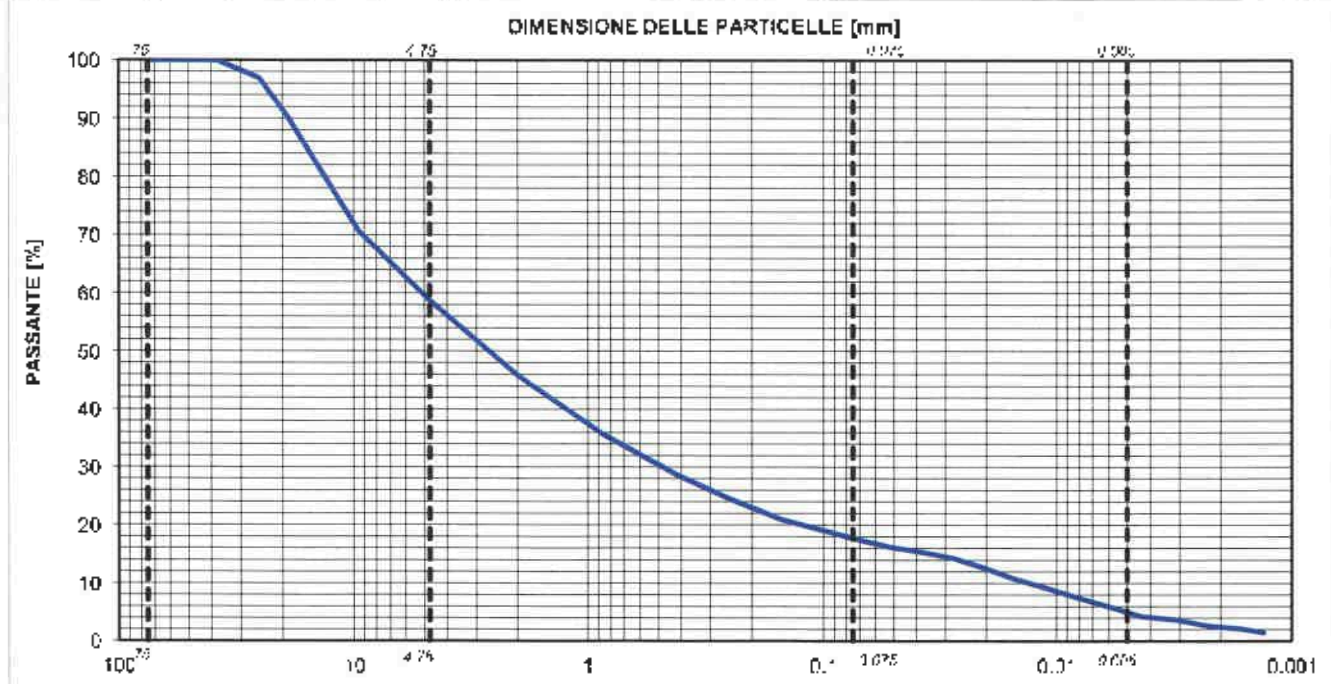
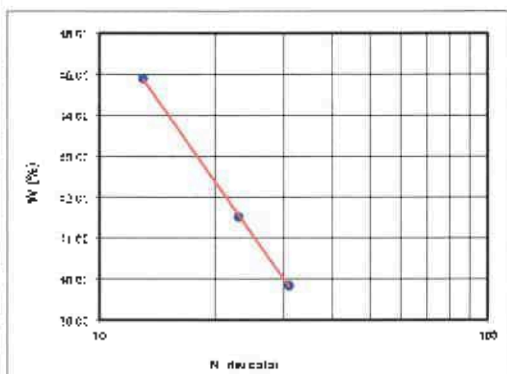


Certificato n.	4874	del	07/11/2024	Accettazione n.	3751	del	18/10/2024
----------------	------	-----	------------	-----------------	------	-----	------------

SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D6913)	data inizio prova	22/10/2024	data fine prova	30/10/2024
LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)	data in zig prova	22/10/2024	data fine prova	28/10/2024

COMMITTENTE:	COMUNE DI LIVIGNO		
COMMESSA:	-		
LOCALITA':	LIVIGNO (SO)		
SONDAGGIO:	TR2-TP2	CAMPIONE:	A IN CLASSE Q3
		PROFONDITA':	0.00-1.00 m

ANALISI PER SETACCIATURA				ANALISI PER SEDIMENTAZIONE				LIMITI DI CONSISTENZA			
Peso inziale	820.4 g			Peso iniziale	50 g			Limite Liquido (WL)	41	%	
Diametro massimo	45 mm			Diametro massimo	0.075 mm			Limite Plastico (WP)	31	%	
Diametro minimo	20 mm							Indice di Plasticità (IP)	10	%	
Contenuto d'acqua	-							Indice di Consistenza (IC)	-	%	
	mm	Set. in. - No.	Percentuale passante	Diametro	u.m.	Percentuale					
Passante	75.0	3	100.00 %	0.0533	mm	16.23 %					
Passante	50.8	2	100.00 %	0.0385	mm	15.40 %					
Passante	38.1	1 1/2	100.00 %	0.0279	mm	14.28 %					
Passante	25.4	1	96.90 %	0.0205	mm	12.60 %					
Passante	19.0	3/4	90.32 %	0.0151	mm	10.65 %					
Passante	14.9	3/8	70.57 %	0.0113	mm	9.26 %					
Passante	11.8	No. 4	58.67 %	0.0083	mm	7.58 %					
Passante	9.5	No. 10	45.83 %	0.0060	mm	5.90 %					
Passante	7.5	No. 20	35.46 %	0.0044	mm	4.23 %					
Passante	6.0	No. 40	28.67 %	0.0031	mm	3.67 %					
Passante	4.75	No. 60	24.54 %	0.0022	mm	2.55 %					
Passante	3.75	No. 100	20.89 %	0.0016	mm	1.99 %					
Passante	3.0	No. 200	17.66 %	0.0013	mm	1.43 %					
Ghiaia g	(4.75-75)		9.68 %	ASTM CLASSIFICATION GM AASHTO M 145-82 -							
Ghiaia f	(4.75-19.0)		31.66 %								
Sabbia g	(75-4.75)		12.84 %	gu							
Sabbia m	(0.425-75)		17.16 %								
Sabbia f	(0.075-0.425)		11.01 %	Mq/mc							
Limo+argilla	(< 0.075)		17.66 %								
Limo	(0.005-0.075)		12.79 %	CU							
Argilla	(< 0.005)		4.87 %								
				CC							



Laboratorio: Via A. Marconi 11 20992 CINISELLO BALSAMO (MI) Tel. 02/61203250 r.a. Fax 02/61770281
 E-mail: info@geotec.it P.E.C. altairsrl@legalmail.it R.E.A. n. 1198777 - Registro Imprese di Milano n. 06941590153
 Firmato digitalmente da DIEGO ITALIANO

LO SPERIMENTATORE: G. L. L.

IL DIRETTORE:



Certificato n. 4875	del 07/11/2024	Accettazione n. 3751	del 18/10/2024
---------------------	----------------	----------------------	----------------

SETACCIAZIONE - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D6913)	data rls c prova	22/10/2024	data fine prova	30/10/2024
LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)	data inizio prova	22/10/2024	data fine prova	28/10/2024

COMMITTENTE:	COMUNE DI LIVIGNO		
COMMESSA:	-		
LOCALITA':	LIVIGNO (SO)		
SONDAGGIO:	TR3-TP2	CAMPIONE:	E' IN CLASSE G3
			PROFONDITA': 1.00-2.00 m

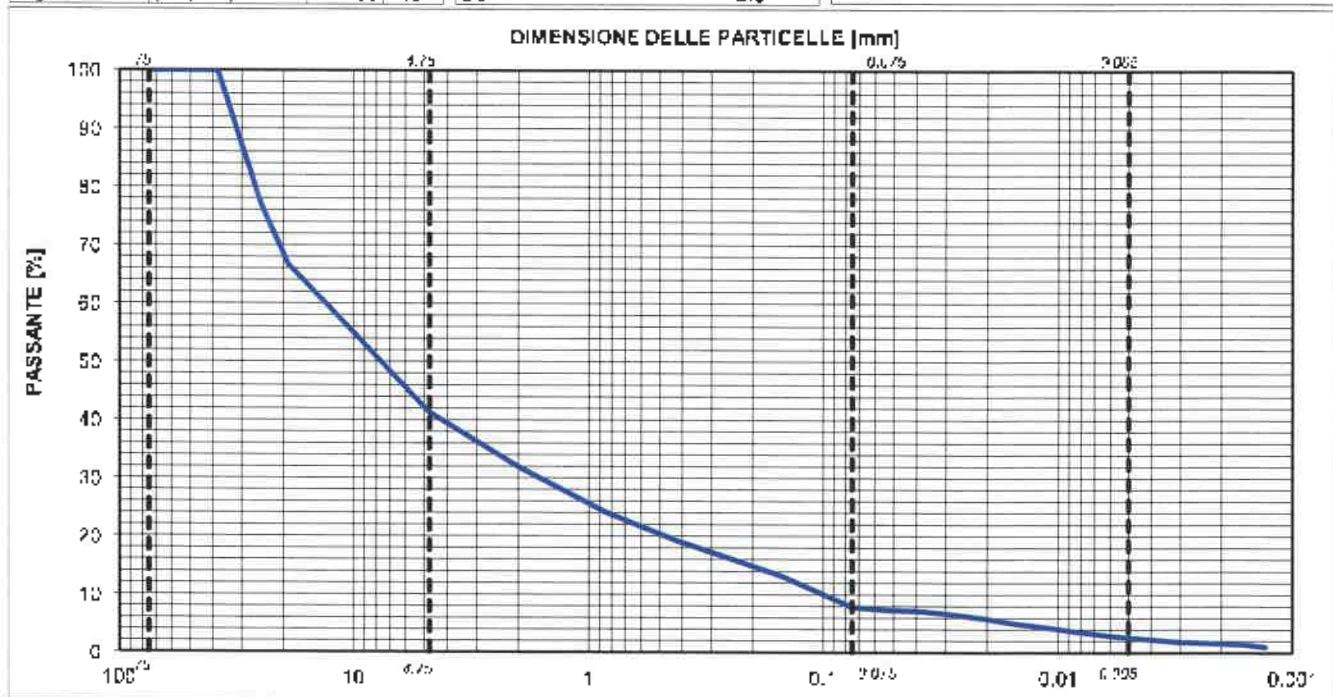
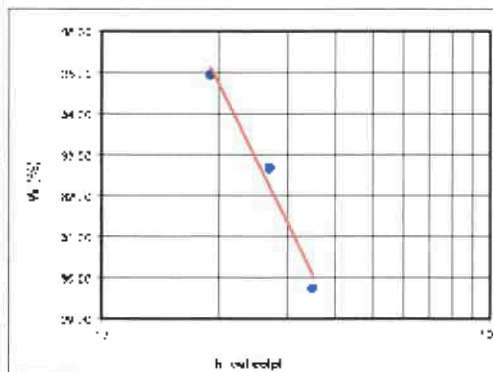
ANALISI PER SETACCIATURA			
Peso iniziale	1350.3	g	
Diametro massimo	75	mm	
Diametro minimo	25	mm	
Contenuto d'acqua	-	%	
	mm	Set in. - No.	Percentuale passante
Passante	75.0	3	100.00 %
Passante	50.8	2	100.00 %
Passante	38.1	1 1/2	100.00 %
Passante	25.4	1	77.35 %
Passante	19.0	3/4	66.67 %
Passante	9.5	3/8	54.10 %
Passante	4.75	No. 4	41.32 %
Passante	2.0	No. 10	31.82 %
Passante	0.850	No. 20	24.07 %
Passante	0.425	No. 40	19.11 %
Passante	0.254	No. 60	16.05 %
Passante	0.150	No. 100	13.00 %
Passante	0.075	No. 200	7.77 %
Ghiaia g	(19-75)		33.33 %
Ghiaia f	(4.75-19.0)		25.35 %
Sabbia g	(2-4.75)		9.50 %
Sabbia m	(0.425-2)		12.70 %
Sabbia f	(0.075-0.425)		11.34 %
Limo + argilla	(< 0.075)		7.77 %
Limo	(0.005-0.075)		5.21 %
Argilla	(< 0.005)		2.56 %

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE			
Peso iniziale	50	g	
Diametro massimo	0.075	mm	
Diametro	u.m.	Percentuale	
0.0529	mm	1.21 %	
0.0378	mm	7.02 %	
0.0276	mm	6.63 %	
0.0203	mm	5.78 %	
0.0149	mm	4.63 %	
0.0112	mm	4.32 %	
0.0082	mm	3.58 %	
0.0060	mm	2.84 %	
0.0043	mm	2.35 %	
0.0031	mm	1.85 %	
0.0022	mm	1.61 %	
0.0016	mm	1.37 %	
0.0013	mm	1.02 %	

LIMITI DI CONSISTENZA				
Limite Liquido	(WL)	33	%	
Limite Plastico	(WP)	24	%	
Indice di Plasticità	(IP)	9	%	
Indice di Consistenze	(CI)	-	%	
	Testo	Testo	Testo	Testo
	21.65	44.59	39.65	34.94
	22.75	50.02	43.30	32.73
	21.43	40.43	38.07	29.78
	21.66	30.36	28.64	24.64
	22.75	30.03	28.80	24.44

ASTM CLASSIFICATION		
GW-GM		
AASHTO M 145-B2		
-		
gr:	-	Mo/mo
CU		131.1
CC		2.0
		-

Liquid Limit Chart



Capitale Sociale € 95.000,00 - i.v. Sede Legale Via E. Paghina, 37 20149 MILANO
Laboratorio: Via A. Martini, 11 20092 CINISELLO BALSAMO (MI) Tel. 0261293830 r.a. Fax 0261770251
E-mail: info@regalini.it P.E.C. ultimar@infolegalmail.it R.E.A. n. 118377 Registro Imprese Milano n. 02641580153

LO SPERIMENTATORE: G. L. L.

IL DIRETTORE:

ALTAIR SRL

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti prove terra (Settore "a") e rocce (Settore "b")
D.P.R. 66.06.2001 n.380 art. 39 - Circo. 7413/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n. 32305 del 11.10.2014 e successivi rinnovi
Laboratorio Certificato UNI EN ISO 9001 ICMQ n.11353 del 22.10.2011 e successivi rinnovi

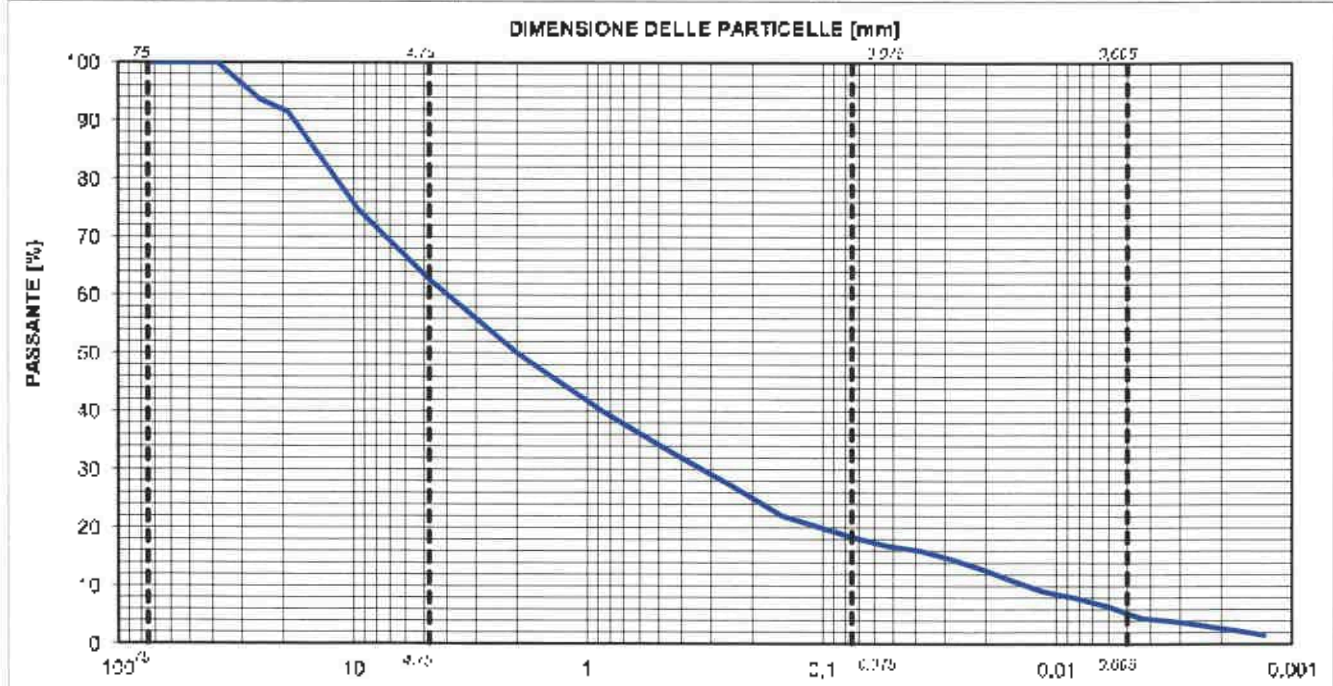


Certificato n.	4876	del 07/11/2024	Accettazione n.	3751	del 18/10/2024
----------------	------	----------------	-----------------	------	----------------

SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D6913)	data inizio prova	22/10/2024	data fine prova	30/10/2024
LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)	data inizio prova	22/10/2024	data fine prova	28/10/2024

COMMITTENTE	COMUNE DI LIVIGNO			
COMMESSA	-			
LOCALITA'	LIVIGNO (SO)			
SONDAGGIO	TR2-TP2	CAMPIONE:	C IN CLASSE Q3	
		PROFONDITA'	2.00-3.00 m	

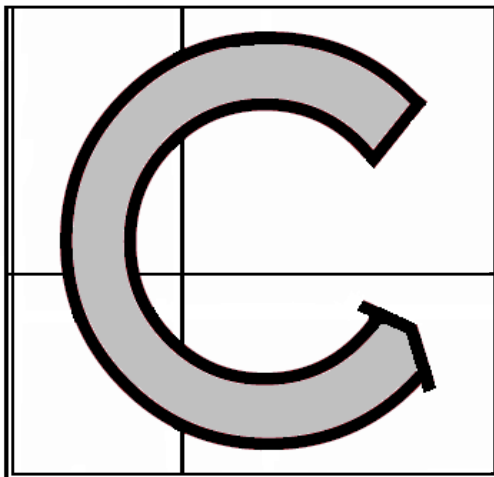
ANALISI PER SETACCIATURA				ANALISI PER SEDIMENTAZIONE				LIMITI DI CONSISTENZA			
Peso iniziale	1128 g			Peso iniziale	50 g			Limite Liquido (WL)	34	%	
Diametro massimo	55 mm			Diametro massimo	0,075 mm			Limite Plastico (WP)	25	%	
Diametro minimo	20 mm							Indice di Plasticità (IP)	9	%	
Contenuto d'acqua	-							Indice di Consistenza (IC)	-	%	
	mm	Set. in No.	Percentuale passante	Diametro	μm	Percentuale					
Passante	75.0	3	100.00 %	0.0633	mm	13.87 %	LL	21.36	47.94	40.95	35.68
Passante	50.8	2	100.00 %	0.0365	mm	16.00 %		21.81	58.08	48.22	34.51
Passante	38.1	1.0	100.00 %	0.0251	mm	14.55 %		22.35	54.14	48.26	32.96
Passante	25.4	1	93.57 %	0.0205	mm	12.81 %	LP	22.51	32.84	30.72	25.82
Passante	19.0	3/4	91.43 %	0.0152	mm	10.78 %		21.93	34.57	32.07	24.65
Passante	9.5	3/8	74.49 %	0.0115	mm	9.04 %					
Passante	4.75	No. 4	62.70 %	0.0083	mm	7.88 %					
Passante	2.0	No. 10	50.34 %	0.0060	mm	6.43 %					
Passante	0.850	No. 20	39.82 %	0.0044	mm	4.39 %					
Passante	0.425	No. 40	32.43 %	0.0031	mm	3.61 %					
Passante	0.250	No. 60	27.37 %	0.0022	mm	2.94 %					
Passante	0.150	No. 100	22.00 %	0.0015	mm	2.07 %					
Passante	0.075	No. 200	18.35 %	0.0013	mm	1.49 %					
Ghiaia g	(19-75)		8.57 %	ASTM CLASSIFICATION SM AASHTO M 145-82 -							
Ghiaia f	(4.75-19.0)		28.73 %								
Sabbia g	(2-4.75)		12.33 %	g = - Mg/mc							
Sabbia m	(0.425-2)		17.91 %								
Sabbia f	(0.075-0.425)		14.38 %	CU - -							
Limofargilla	(< 0.075)		18.35 %								
Lito	(0.005-0.075)		13.17 %	CC - -							
Argilla	(< 0.005)		5.18 %								



Capitale Sociale € 98.090.06,- i.v. Sede Legale Via E. Pagnano, 37 20149 MILANO
Laboratorio: Via A. Mantica, 11 20092 CINISELLO BALSAMO (MI) tel. 0261291350 r.a. fax 0261770221
E-mail: info@gecultura.it P.E.C. albertelli@legalmail.it r.l.b. A. n. 1198777 Registro Imprese di Milano n. 0261770221
Firma autorizzata da
DIEGO ITALIANO

LO SPERIMENTATORE: G. L. L.

IL DIRETTORE:



STUDIO TECNICO

Geom. UGO CELOTTI S.R.L.

VIA MINCIO 22 - CAP 20139 MILANO - TEL. 025393977 r.a. - 025392262 FAX
e-mail: studiocelotti@studiocelotti.it

INDAGINI GEOGNOSTICHE - PROVE SU TERRENI DI FONDAZIONE
RICERCHE IDROLOGICHE AMBIENTALI - STRUMENTAZIONI GEOTECNICHE
PERFORAZIONI PROFONDE PER GEOTERMIA PER DISPERSORI PER STRUMENTAZIONI
RILIEVI TOPOGRAFICI - PROSPEZIONI GEOFISICHE E GEOELETTICHE

COMUNE DI LIVIGNO
Plaza dal Comun n. 93 - LIVIGNO (Sondrio)

Indagini geognostiche, geotecniche ed ambientali eseguite nei terreni interessati dall'opera pubblica denominata Venues - Sedi ed Impianti Olimpici - Collegamento dei versanti sciistici est ed ovest in comune di Livigno (Sondrio) - Via Freita.

PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Disegno n. 7530/2Da

Data: Novembre 2024

N.B. - Lo zero di riferimento delle profondità coincide con il piano d'inizio dei sondaggi.

ALTAIR SRL

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti prove prove (settore "A") e prove (settore "B")
D.P.R. 06.06.2001 n. 340 art. 59 - Circo. 16/8/2001 del 04/08/2019 Autorizzazione n. 52503 del 11.10.2004 e successivi rinnovi
Laboratorio Certificato UNI EN ISO 9001:2015 n. 11333 del 28.10.2011 e successivi rinnovi



Certificato n.	4859	del	07/11/2024	Accettazione n.	3751	del	18/10/2024
----------------	------	-----	------------	-----------------	------	-----	------------

SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-C422-D6913)	data inizio prova	22/10/2024	data fine prova	30/10/2024
LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)	data inizio prova	22/10/2024	data fine prova	28/10/2024

COMMITTENTE:	COMUNE DI LIVIGNO						
COMMESSA:	-						
LOCALITA':	LIVIGNO (SO)						
SONDAGGIO:	FRE-S2	CAMPIONE:	3 IN CLASSE Q3			PROFONDITA':	5.00-6.00 m

ANALISI PER SETACCIATURA			
Peso iniziale	719	g	
Diametro massimo	45	mm	
Diametro minimo	15	mm	
Contenuto d'acqua	-	%	
	mm	Sel. in No.	Percentuale passante
Passante	75.0	3	100.00 %
Passante	50.8	2	100.00 %
Passante	38.1	1 1/2	100.00 %
Passante	25.4	1	89.05 %
Passante	19.0	3/4	85.84 %
Passante	9.5	3/8	75.68 %
Passante	4.75	No. 4	63.03 %
Passante	2.0	No. 10	50.33 %
Passante	0.850	No. 20	40.48 %
Passante	0.425	No. 40	32.84 %
Passante	0.250	No. 60	27.38 %
Passante	0.150	No. 100	23.17 %
Passante	0.075	No. 200	18.95 %
Chiaia g	(19-75)		14.36 %
Chiaia f	(4,75-0.075)		22.55 %
Sabbia g	(2-4,75)		12.45 %
Sabbia m	(0,125-2)		17.53 %
Sabbia f	(0,075-0.425)		14.09 %
Limo+argilla	(< 0,075)		18.95 %
Limo	(0.005-0.075)		12.89 %
Argilla	(< 0,005)		6.17 %

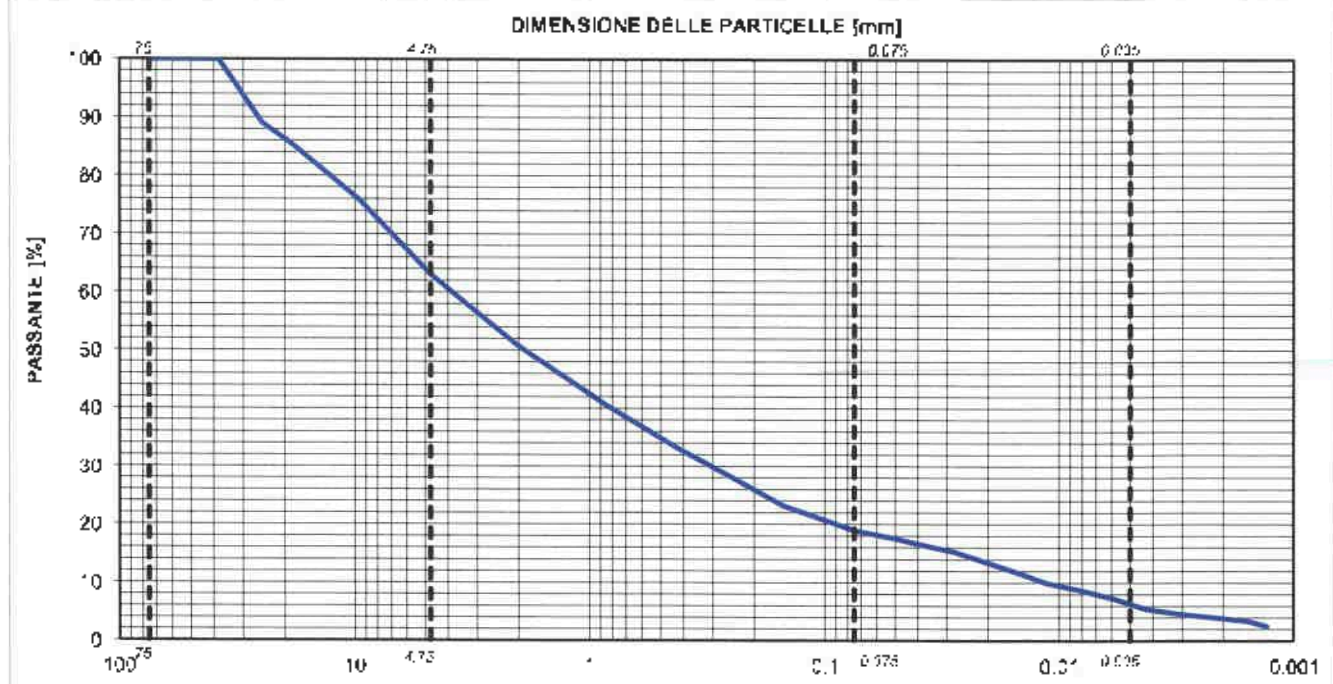
ANALISI PER SEDIMENTAZIONE			
Peso iniziale	50	g	
Diametro massimo	0.075	mm	
Diametro	L.m.	Percentuale	
0.0529	mm	17.63	%
0.0385	mm	16.44	%
0.0279	mm	15.25	%
0.0205	mm	13.46	%
0.0150	mm	11.67	%
0.0113	mm	9.88	%
0.0085	mm	8.69	%
0.0058	mm	7.20	%
0.0043	mm	5.41	%
0.0031	mm	4.51	%
0.0022	mm	3.92	%
0.0016	mm	3.32	%
0.0013	mm	2.43	%

LIMITI DI CONSISTENZA					
Limite liquido	(WL)	29	%		
Limite Plastico	(WP)	23	%		
Indice di Plasticità	(IP)	6	%		
Indice di Consistenza	(IC)	-	%		
	Limite	Passante (mm)	Passante (mm)	Limite (mm)	Limite (mm)
LL		23.51	53.83	46.47	32.08
		23.32	49.38	43.45	29.46
		22.62	53.05	46.55	27.16
LP		22.98	31.10	29.54	23.76
		23.48	31.04	29.60	23.63

ASTM CLASSIFICATION			
SV			
AASHTO M 145-82			
gs	-	Mg/m³	
CU	-	-	
CC	-	-	

W (%)

N. de colpi



Capitale Sociale € 95.000,00 - Sede Legale Via E. Pagnola, 11/20149 MILANO
Laboratorio Via A. Marini, 11 22097 LINSELLO BALSAMO (MB) Tel. 02/61293550 e.p. Fax 02/61770281
e-mail: info@geotest.it P.B.C. altairent@geotest.it R.E.A. n. 1198777 - Registro Imprese di Milano n. 00041380152
DIEGO ITALIANO

LO SPERIMENTATORE: G. L. L.

IL DIRETTORE:

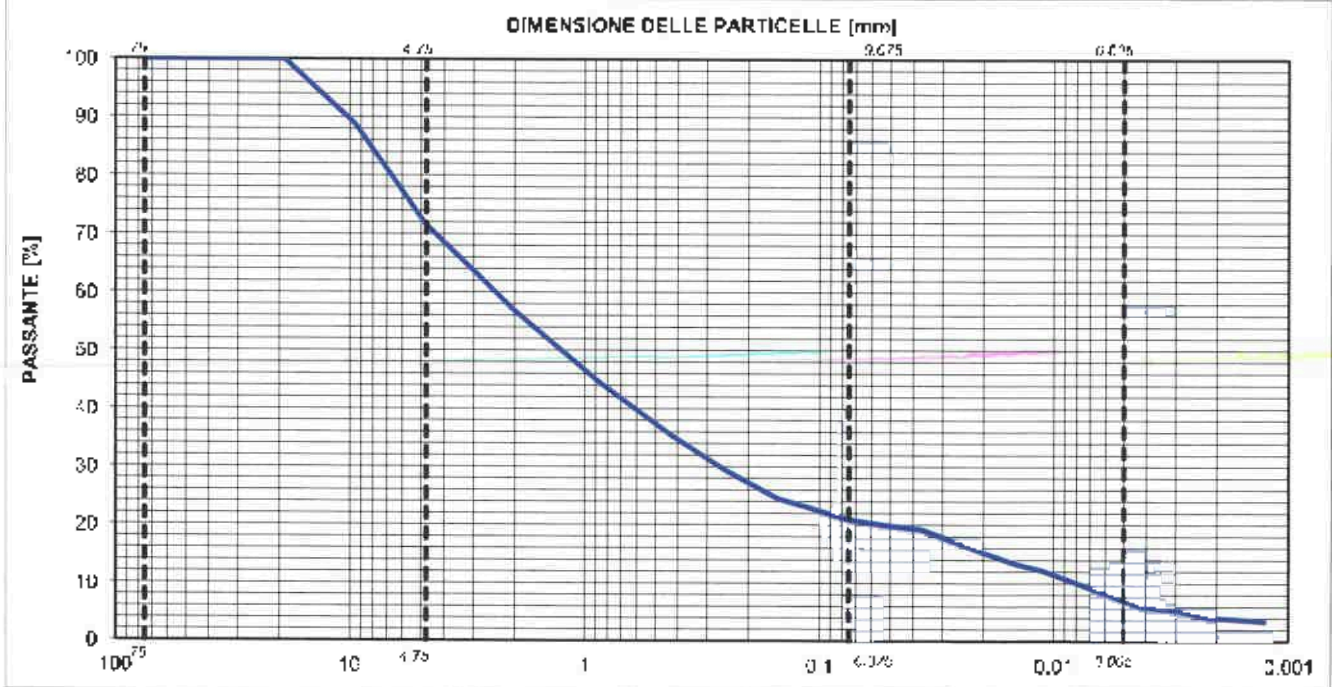
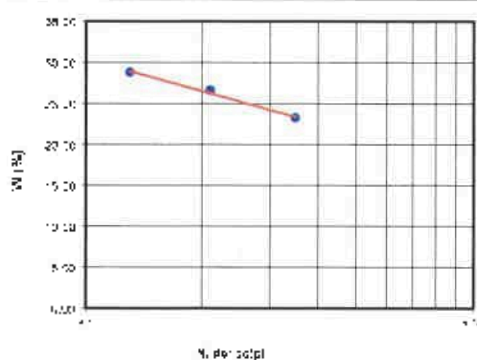


Certificato n.	4860	del	07/11/2024	Accettazione n.	3751	del	18/10/2024
----------------	------	-----	------------	-----------------	------	-----	------------

SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D6913)	data inizio prova	22/10/2024	data fine prova	30/10/2024
LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)	data inizio prova	22/10/2024	data fine prova	28/10/2024

COMMITTENTE:	COMUNE DI LIVIGNO		
COMMESSA:	-		
LOCALITÀ:	LIVIGNO (SO)		
SONDAGGIO:	FRE S2	CAMPIONE:	C IN CLASSE G3
		PROFONDITÀ:	3.00-9.00 m

ANALISI PER SETACCIATURA				ANALISI PER SEDIMENTAZIONE				LIMITI DI CONSISTENZA					
Peso iniziale	754.7	g		Peso iniziale	50	g		Limite Liquido (WL)	25	%			
Diametro massimo	30	mm		Diametro massimo	0.075	mm		Limite Plastico (WP)	20	%			
Diametro minimo	15	mm						Indice di Plasticità (IP)	5	%			
Contenuto d'acqua	-	%						Indice di Consistenza (IC)	-	%			
	mm	Set. in. - No.	Percentuale passante	Diametro	u.m.	Percentuale							
Passante	75.0	3	100.00 %	0.0517	mm	19.39 %							
Passante	50.0	2	100.00 %	0.0370	mm	19.23 %							
Passante	38.1	1 1/2	100.00 %	0.0273	mm	17.24 %							
Passante	25.0	1	100.00 %	0.0200	mm	15.26 %							
Passante	19.0	3/4	100.00 %	0.0147	mm	13.28 %							
Passante	9.5	3/8	88.79 %	0.0110	mm	11.96 %							
Passante	4.75	No. 4	71.55 %	0.0080	mm	9.98 %							
Passante	2.0	No. 10	56.83 %	0.0058	mm	7.99 %							
Passante	0.850	No. 20	44.27 %	0.0042	mm	6.01 %							
Passante	0.425	No. 40	35.22 %	0.0030	mm	5.35 %							
Passante	0.250	No. 60	29.36 %	0.0022	mm	4.03 %							
Passante	0.150	No. 100	24.51 %	0.0015	mm	3.70 %							
Passante	0.075	No. 200	20.89 %	0.0013	mm	3.37 %							
Grass g	(19.75)		0.00 %	ASTM CLASSIFICATION									
Grass g	(4.75-19.0)		28.45 %	SC-SM									
Sabbia g	(2-4.75)		14.72 %	AASHTO M 145-82									
Sabbia r	(0.425-2)		21.61 %										
Sabbie f	(0.075-0.425)		14.33 %										
Lito+argilla	(< 0.075)		20.89 %										
Lito	(0.005-0.075)		13.97 %										
Argilla	(< 0.005)		6.97 %										



ALTAIR SRL

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti prove terra (settori "a") e rocce (settori "b")
D.P.R. 06/06/2001 n.380 art. 59 - Circo. 7618/812 del 08/05/2010 Autorizzazione n. 52505 del 11/10/2004 e successivi rinnovi
Laboratorio Certificato UNI EN ISO 9001 (CMAQ) n.11353 del 24/10/2011 e successivi rinnovi

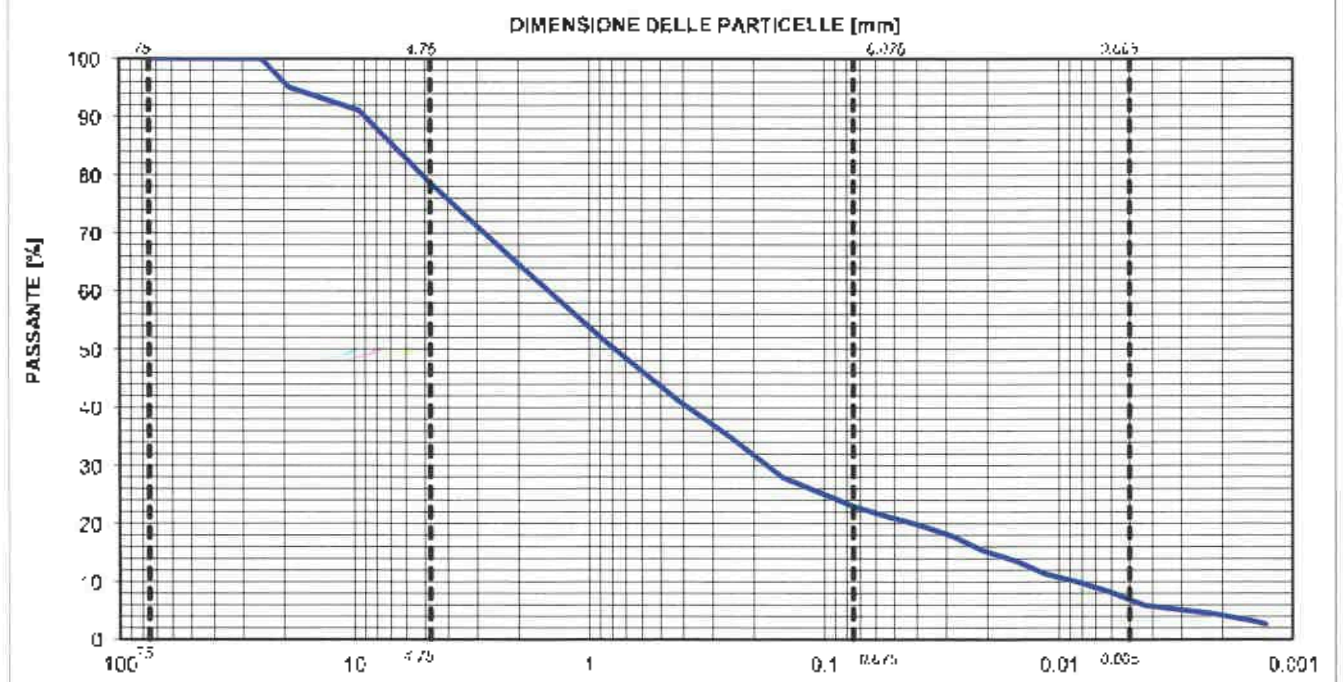
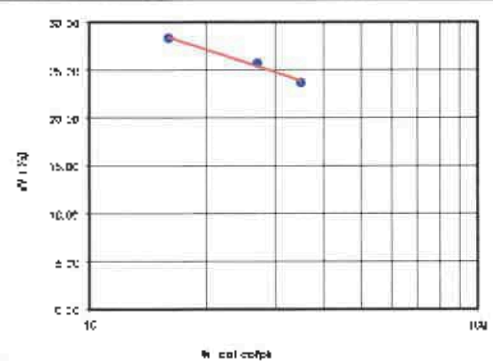


Certificato n.	4861	del	07/11/2024	Accettazione n.	3751	del	18/10/2024
-----------------------	-------------	------------	-------------------	------------------------	-------------	------------	-------------------

SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D59.13)	data inizio prova	22/10/2024	data fine prova	30/10/2024
LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)	data inizio prova	22/10/2024	data fine prova	28/10/2024

COMMITTENTE:	COMUNE DI LIVIGNO			
COMMESSA:				
LOCALITA':	LIVIGNO (SO)			
SONDAGGIO:	FRS-52	CAMPIONE	D IN CLASSE G3	PROFONDITA': 11.00-12.00 m

ANALISI PER SETACCIATURA				ANALISI PER SEDIMENTAZIONE				LIMITI DI CONSISTENZA				
Peso iniziale	732.1	g		Peso residuo	52	g		Limite Liquido (WL)	28	%		
Diámetro massimo	45	mm		Diámetro massimo	0.075	mm		Limite Plastico (WP)	15	%		
Diámetro minimo	20	mm						Indice di Plasticità (IP)	13	%		
Contenuto d'acqua	-	%						Indice di Consistenza (IC)	-	%		
	mm	Sel. in No.	Percentuale passante	Diámetro	mm	Percentuale						
Passante	75.0	3	100.00 %	0.0533	mm	21.13 %						
Passante	50.0	2	100.00 %	0.0387	mm	19.65 %						
Passante	38.0	1	100.00 %	0.0283	mm	17.83 %						
Passante	25.0	-	100.00 %	0.0209	mm	15.78 %						
Passante	19.0	3/4	95.01 %	0.0152	mm	13.48 %						
Passante	9.5	3/8	90.99 %	0.0115	mm	11.30 %						
Passante	4.75	No. 4	78.71 %	0.0083	mm	9.85 %						
Passante	2.0	No. 10	54.70 %	0.0060	mm	8.03 %						
Passante	0.850	No. 20	51.27 %	0.0044	mm	5.86 %						
Passante	0.425	No. 40	41.18 %	0.0031	mm	5.13 %						
Passante	0.250	No. 60	34.79 %	0.0022	mm	4.41 %						
Passante	0.150	No. 100	27.65 %	0.0016	mm	3.22 %						
Passante	0.075	No. 200	22.95 %	0.0013	mm	2.50 %						
Ghiaia g	(19-75)		4.99 %	ASTM CLASSIFICATION SM AASHTO M 145-82 -								
Ghiaia f	(4.75-19.0)		18.30 %									
Sabbia g	(2-4.75)		14.00 %	AS - Mg/mc CU - - CC - -								
Sabbia m	(0.425-2)		23.53 %									
Sabbia f	(0.075-0.425)		19.23 %									
Limo-argilla	(< 0.075)		22.95 %									
Limo	(0.005-0.075)		18.23 %									
Argilla	(< 0.005)		5.72 %									



Capitale Sociale € 95.700.000 - e.v. Sede Legale: Via E. Pughano, 37 20149 MILANO
Laboratorio: Via A. Marini, 11 20092 CINISELLO BALSAMO (MI) Tel. 0261293850 - e.a. Fax 0261770241
E-mail: info@altair.it P.E.C.: altair@post.legalmail.it R.E.A. n. 1198277 - Registro Imprese di Milano n. 08041530153
Esumato digitalmente da DIEGO ITALIANO

LO SPERIMENTATORE: G. L. L.

[Signature]

IL DIRETTORE:

ALTAIR SRL

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti prove tarre (settore "a") e rocce (settore "b")
D.P.R. 66/96/2093 n.380 art. 59 - Cir. 161/98/STC del 68/99/2010 Autorizzazione n. 52505 del 11.10.2004 e successivi rinnovi
Laboratorio Certificato UNI EN ISO 9001:2015 n.11353 del 28.10.2011 e successivi rinnovi

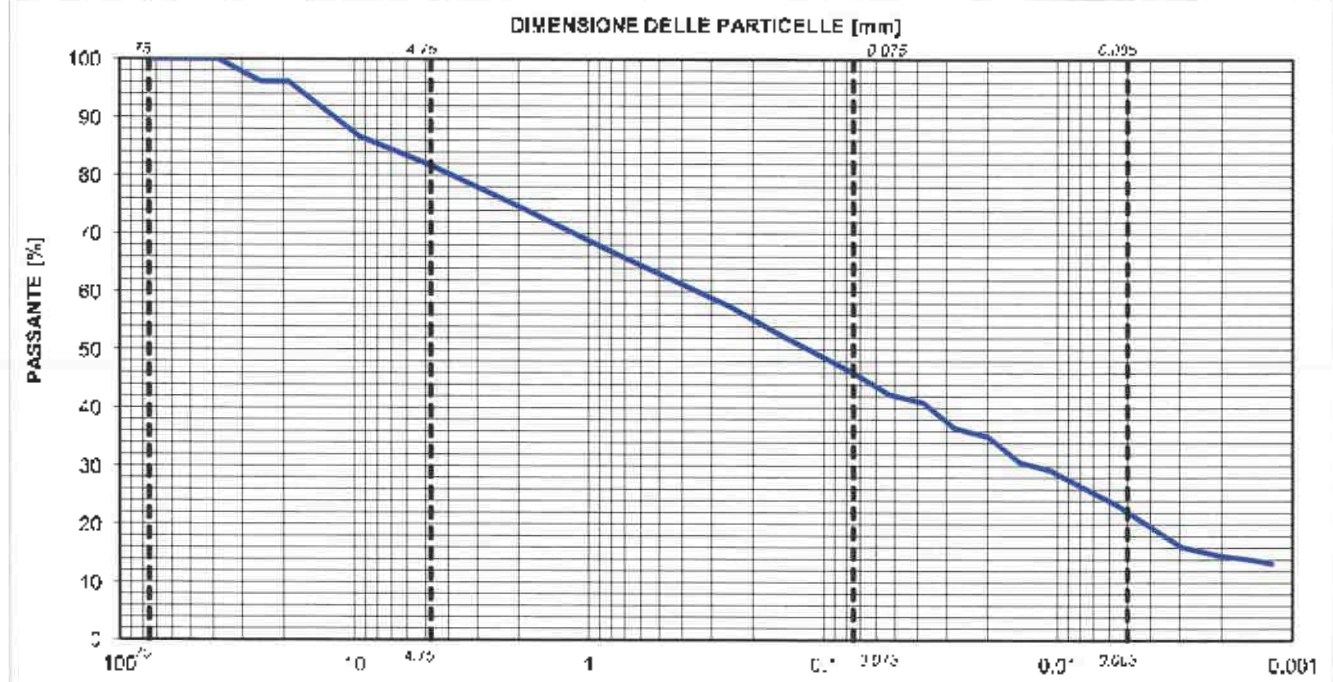
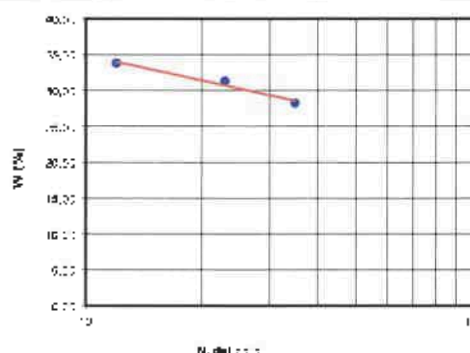


Certificato n.	4862	del	07/11/2024	Accettazione n.	3751	del	18/10/2024
----------------	------	-----	------------	-----------------	------	-----	------------

SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D6913)	data inizio prova	22/10/2024	data fine prova	30/10/2024
LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)	data inizio prova	22/10/2024	data fine prova	28/10/2024

COMMITTENTE:	COMUNE DI L'VIGNO						
CONMESSA:	-						
LOCALITA':	L'VIGNO (SO)						
SONDACCIO:	TR-S2	CAMPIONE:	F IN CLASSE Q3		PROFONDITA':	* 7.00-7.800 m	

ANALISI PER SETACCIATURA				ANALISI PER SEDIMENTAZIONE				LIMITI DI CONSISTENZA					
Peso iniziale	727.5	g		Peso Iniziale	50	g		Limite Liquido (WL)	30	%			
Diametro massimo	40	mm		Diametro massimo	0.075	mm		Limite Plastico (WP)	19	%			
Diametro minimo	20	mm						Indice di Plasticità (IP)	11	%			
Contenuto d'acqua	-	%						Indice di Consistenza (IC)	-	%			
	mm	Set in - No.	Percentuale Passante	Diametro	u.m.	Percentuale							
Passante	75.0	3	100.00 %	0.0524	mm	42.34 %							
Passante	50.8	2	100.00 %	0.0378	mm	40.93 %							
Passante	35.4	1.12	100.00 %	0.0276	mm	36.52 %							
Passante	25.0	1	95.13 %	0.0198	mm	35.07 %							
Passante	19.0	3/4	93.13 %	0.0145	mm	30.70 %							
Passante	9.5	3/8	83.64 %	0.0107	mm	29.25 %							
Passante	4.75	No. 4	81.69 %	0.0077	mm	28.34 %							
Passante	2.0	No. 10	74.59 %	0.0056	mm	23.43 %							
Passante	0.850	No. 20	67.44 %	0.0041	mm	19.79 %							
Passante	0.425	No. 40	61.64 %	0.0029	mm	18.15 %							
Passante	0.250	No. 60	57.41 %	0.0021	mm	14.70 %							
Passante	0.150	No. 100	52.36 %	0.0015	mm	13.97 %							
Passante	0.075	No. 200	43.01 %	0.0012	mm	13.24 %							
Chiazza g	(19-75)		3.87 %	ASTM CLASSIFICATION									
Chiazza f	(4.75-19.0)		14.44 %	SC									
Sabbia g	(2-4.75)		7.10 %	AASHTO M 145-32									
Sabbia m	(0.425-2)		12.94 %	-									
Sabbia f	(0.075-0.425)		15.64 %										
Limo-argilla	(< 0.075)		45.01 %										
Limo	(0.005-0.075)		23.98 %										
Argilla	(< 0.005)		22.02 %										



Capitale Sociale € 25.000,00 - I.v. Sede Legale Via E. Paganini, 32 20149 MILANO
Laboratorio: Via A. Mattei, 11 36092 CINISELLO BALSAMO (MI) Tel. (0361) 93350 r.a. Fax 0361 776281
E-mail: info@geotest.it P.E.C. altair@geotest.it R.E.A. n. 1198777 - Registro Imprese di Milano n. 08041580153
Firma digitale di DIEGO ITALIANO

LO SPERIMENTATORE: G. I. I.

IL DIRETTORE:

Certificato n.	4863	del	07/11/2024	Accettazione n.	3751	del	18/10/2024
----------------	------	-----	------------	-----------------	------	-----	------------

SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D6913)	data inizio prova	22/10/2024	data fine prova	30/10/2024
LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)	data inizio prova	22/10/2024	data fine prova	28/10/2024

COMMITTENTE:	COMUNE DI LIVIGNO		
COMMESSA:			
LOCALITA':	LIVIGNO (SO)		
SONDAGGIO:	GRE-S2	CAMPIONE:	A1 N CLASSE S2
			PROFONDITA': 19 00-19 20 m

ANALISI PER SETACCIATURA			
Peso iniziale	303.3	g	
Diametro tassito	-	mm	
Diametro minimo	-	mm	
Contenuto d'acqua	-	%	
	mm	Sel. in- No	Percentuale passante
Passante	75.0	3	100.00 %
Passante	50.8	2	100.00 %
Passante	38.1	1 1/2	100.00 %
Passante	25.4	1	100.00 %
Passante	19.0	3/4	100.00 %
Passante	9.5	3/8	100.00 %
Passante	4.75	No 4	100.00 %
Passante	2.0	No 10	99.94 %
Passante	0.850	No 20	98.80 %
Passante	0.425	No 40	98.25 %
Passante	0.250	No 60	98.55 %
Passante	0.150	No 100	97.73 %
Passante	0.075	No 200	95.87 %
Ghiaia g	(19-75)		0.00 %
Ghiaia f	(4.75-19.0)		0.00 %
Sabbia g	(2-4.75)		0.06 %
Sabbia m	(0.425-2)		0.69 %
Sabbia f	(0.075-0.425)		3.38 %
Limo-argilla	(< 0.075)		55.87 %
Limo	(0.005-0.075)		48.89 %
Argilla	(< 0.005)		45.98 %

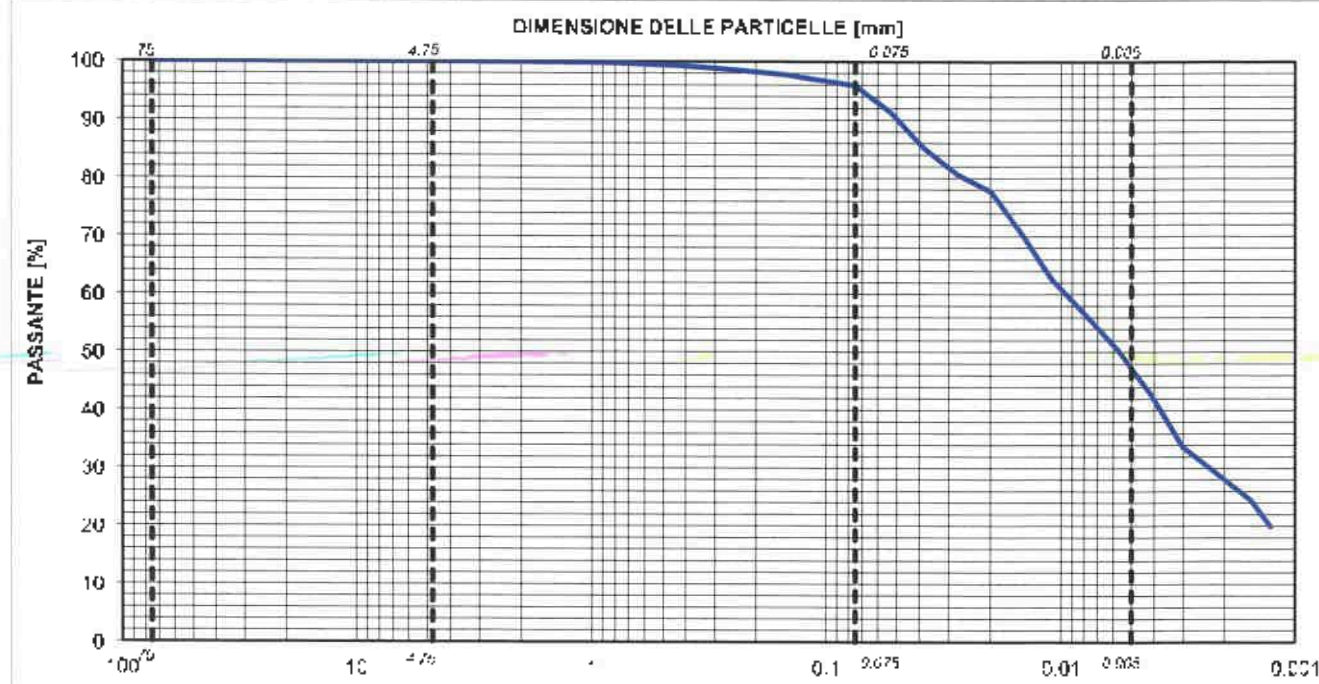
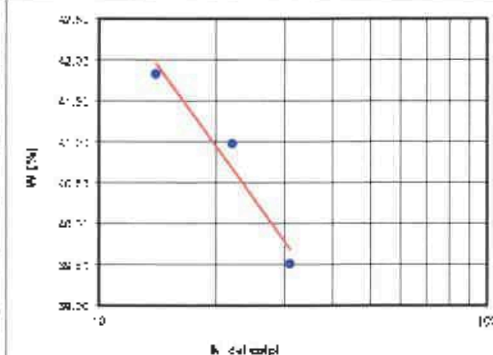
ANALISI PER SEDIMENTAZIONE			
Peso iniziale	50	g	
Diametro massimo	0.075	mm	
Diametro	μm		Percentuale
0.0525	mm	97.18	%
0.0392	mm	95.11	%
0.0276	mm	90.56	%
0.0198	mm	77.53	%
0.0144	mm	69.95	%
0.0103	mm	67.37	%
0.0073	mm	56.31	%
0.0052	mm	50.24	%
0.0041	mm	42.66	%
0.0033	mm	33.57	%
0.0021	mm	29.02	%
0.0015	mm	24.47	%
0.0013	mm	19.92	%

LIMITI DI CONSISTENZA					
Limite liquido	(WL)	40	%		
Limite Plastico	(WP)	21	%		
Indice di Plasticità	(IP)	19	%		
Indice di Consistenza	(IC)	-	%		
	Flow (%)	Flow ratio (%)	Flow ratio (%)	Flow ratio (%)	Flow ratio (%)
L	22.33	62.75	53.83	41.92	14
	22.35	60.68	49.54	40.97	22
	22.37	55.74	46.28	39.51	21
U	21.36	28.10	27.69	22.27	-
	22.20	28.40	28.19	21.73	-

ASTM CLASSIFICATION	
CL o OL	
AASHTO M 145-62	

35	
-	Mg/mc

CL	
-	-
CC	
-	-



Capitale Sociale € 95.900.000 - r.v. Sede Legale Via E. Paganini 11 20149 MILANO
 Laboratorio: Via A. Manzoni 11 20099 CINISELLO BALSAAMO (MB) Tel. 02/61293836 e.a. Fax 02/61779264
 E-mail info@condine.it P.E.C. info@condine.it Legemaster R.E.A. n. 1198777 - Registro Imprese Milano n. 09041366153

LO SPERIMENTATORE: G. L. L.

IL DIRETTORE:

ALTAIR SRL



Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti prove terra (settore "a") e rocce (settore "b")
D.P.R. 06.06.2001 n.380 art. 59 - Circ. 767/EST del 04.09.2010 Autorizzazione n. 50505 del 11.10.2004 e successivi rinnovi
Laboratorio Certificato UNI EN ISO 9001 TCMQ n. 11333 del 28.10.2011 e successivi rinnovi

Certificato	4878	del 11/11/2024	Accettazione 3751	del 18/10/2024
-------------	------	----------------	-------------------	----------------

PROVA EDOMETRICA A GRADINI DI CARICO (ASTM D2435)

data inizio prova	22/10/2024	data fine prova	11/11/2024
-------------------	------------	-----------------	------------

COMMITTENTE:	COMUNE DI LIVIGNO
COMMESSA:	-
LOCALITA':	LIVIGNO (SO)
SONDAGGIO :	FRE-S2
CAMPIONE:	A1 IN CLASSE Q3
PROFONDITA' :	19.00-19.20 m

Dati provino

Sezione provino	2.00E-03 m ²	Peso di volume iniziale	2,06 Mg/m ³
Altezza iniziale	0,020 m	Peso di volume finale	1,97 Mg/m ³
Altezza finale	0,020 m	Peso di volume secco	1,86 Mg/m ³
Num tara 1	1	Contenuto acqua iniziale	23,52 %
Peso tara 1	5,56E-05 Mg	Contenuto acqua finale	18,64 %
Tara + p. umido iniziale	1,35E-04 Mg	Saturazione iniziale	100,00 %
Num tara 2	2	Saturazione finale	80,88 %
Peso tara 2	3,93E-05 Mg	Indice dei vuoti iniziale	0,62 -
Tara + p. umido finale	1,18E-04 Mg	Indice dei vuoti finale	0,62 -
Tara + p. provino secco	1,08E-04 Mg	Peso vol. secco finale	1,86 Mg/m ³
Peso specifico grani	2.700 Mg/m ³		

Capitale Sociale € 93.000,00 - Sede Legale Via E. Pugliese, 37 20146 MILANO
Laboratorio: Via A. Martini 11 26093 CINISELLO BALSAMO (MI) Tel. 0261293850 r.a. Fax 0261770241
E-mail: info@geolabz.it P.E.C.: altairsrl@legalmail.it R.E.A. n. 1193777 - Registro Imprese Tribunale di Milano n. 08041280153
DIEGO ITALIANO

LO SPERIMENTATORE: G. L. L.

IL DIRETTORE:



Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti prove terra (estiro "a", e voce (serie "b")
C. P. N. 36.06.2001 n. 300 art. 39 - Cae 1616/93 C. del 18.09.1979 Autorizzazione n. 52.505 del 11.10.2004 e successive rinnovi
Laboratorio Certificato UNI EN ISO 9001 (CIMP n. 11253 del 28.10.2011 e successive rinnovi

Certificato 4878	del 11/11/2024	Accettazione 3751	del 18/10/2024
------------------	----------------	-------------------	----------------

PROVA EDOMETRICA A GRADINI DI CARICO (ASTM D2435) - Letture cedimenti in funzione del tempo in scala logaritmica

dl	Passo 1 2.5 kPa qH	Passo 2 25 kPa qH	Passo 3 50 kPa qH	Passo 4 100 kPa qH	Passo 5 200 kPa qH	Passo 6 400 kPa qH	Passo 7 800 kPa qH	Passo 8 1600 kPa qH	Passo 9 3200 kPa qH	Passo 10 6400 kPa qH	Passo 11 1600 kPa qH	Passo 12 400 kPa qH	Passo 13 100 kPa qH	Passo 14 25 kPa qH	Passo 15 50 kPa qH	Passo 16 100 kPa qH	Passo 17 200 kPa qH	Passo 18 400 kPa qH	Passo 19 800 kPa qH	Passo 20 1600 kPa qH	Passo 21 3200 kPa qH	Passo 22 6400 kPa qH
0.1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.05	0.0563	0.13	0.273	0.373	0.665	0.89	1.23	1.80	2.112	2.82	3.17	2.93	2.56									
0.03	0.0563	0.13	0.235	0.417	0.670	0.94	1.29	1.71	2.159	2.68	3.17	2.50	2.50									
0.14	0.0520	0.13	0.242	0.425	0.570	0.97	1.31	1.72	2.190	2.75	3.17	2.28	2.34									
0.25	0.0563	0.14	0.243	0.431	0.585	0.98	1.33	1.74	2.212	2.77	3.18	2.84	2.53									
0.42	0.0540	0.14	0.247	0.436	0.606	1.00	1.34	1.76	2.241	2.81	3.14	2.81	2.52									
0.71	0.0563	0.14	0.251	0.444	0.705	1.01	1.36	1.78	2.276	2.85	3.11	2.79	2.51									
1.21	0.0563	0.14	0.255	0.450	0.714	1.03	1.39	1.81	2.321	2.91	3.01	2.76	2.51									
2.05	0.0550	0.14	0.260	0.460	0.723	1.05	1.41	1.84	2.371	2.97	2.97	2.73	2.48									
3.49	0.0630	0.15	0.265	0.474	0.743	1.08	1.45	1.88	2.417	3.02	2.95	2.70	2.45									
5.93	0.0670	0.15	0.272	0.490	0.763	1.10	1.48	1.92	2.459	3.08	2.94	2.66	2.42									
10.08	0.0740	0.16	0.287	0.503	0.782	1.13	1.51	1.94	2.475	3.08	2.94	2.64	2.36									
17.14	0.0840	0.16	0.302	0.527	0.807	1.15	1.53	1.96	2.490	3.09	2.94	2.62	2.34									
23.13	0.0860	0.17	0.317	0.548	0.827	1.17	1.54	1.97	2.503	3.10	2.93	2.61	2.30									
43.52	0.1070	0.18	0.331	0.565	0.843	1.18	1.56	1.98	2.513	3.11	2.93	2.60	2.26									
84.19	0.1120	0.18	0.341	0.577	0.855	1.19	1.57	1.99	2.523	3.12	2.92	2.60	2.26									
143.12	0.1150	0.19	0.349	0.587	0.869	1.20	1.57	2.00	2.530	3.13	2.92	2.59	2.25									
243.30	0.1150	0.19	0.357	0.595	0.871	1.21	1.58	2.00	2.539	3.14	2.92	2.58	2.24									
413.62	0.1180	0.20	0.361	0.599	0.876	1.22	1.58	2.01	2.548	3.15	2.91	2.56	2.24									
703.15	0.1180	0.21	0.366	0.604	0.884	1.22	1.59	2.02	2.557	3.16	2.91	2.56	2.22									
1196.35	0.1190	0.21	0.372	0.606	0.885	1.22	1.60	2.03	2.565	3.17	2.91	2.56	2.22									
2032.12	0.1230	0.21	0.373	0.611	0.891	1.23	1.60	2.04	2.570	3.17	2.91	2.57	2.22									
3454.60	0.0030	0.00	0.600	0.616	0.090	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00									
5672.62	0.0030	0.00	0.600	0.600	0.090	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00									
e (%)	0.335	0.393	1.671	2.544	4.265	5.956	7.617	9.743	12.436	15.296	14.530	12.862	11.135									
a	0.617	0.606	0.595	0.572	0.553	0.526	0.499	0.464	0.421	0.374	0.389	0.414	0.441									

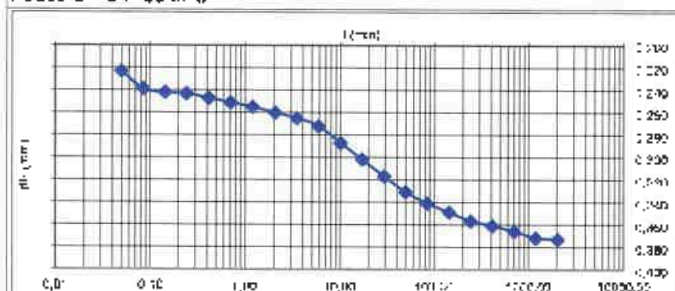


Certificato	4878	del 11/11/2024	Accettazione 3751	del 18/10/2024
-------------	------	----------------	-------------------	----------------

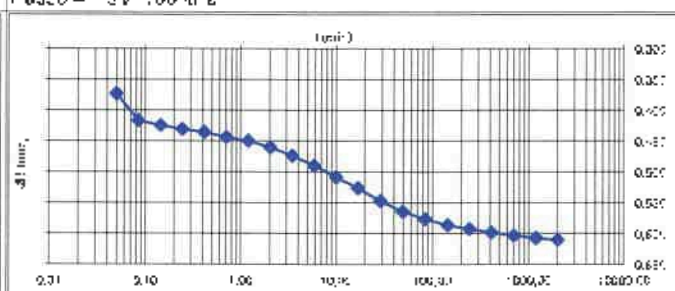
PROVA EDOMETRICA A GRADINI DI CARICO (ASTM D2435) Diagrammi cedimento- log del tempo

COMMITTENTE:	COMUNE DI LIVIGNO
COMMESSA:	-
LOCALITA':	LIVIGNO (SO)
SONDAGGIO:	FRE-S2
CAMPIONE:	A1 IN CLASSE Q3
PROFONDITA':	19.00-19.20 m

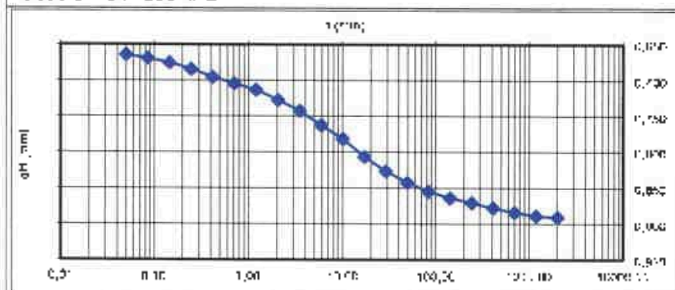
Passo 3 - sv 50 kPa



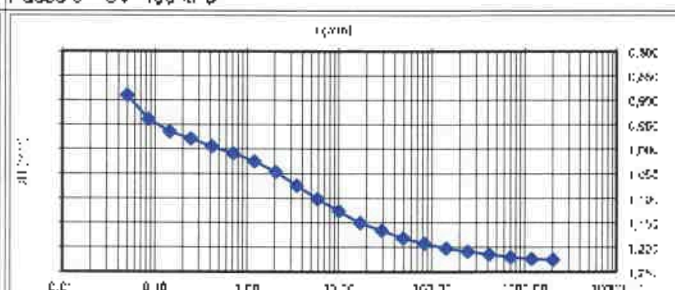
Passo 4 - sv 100 kPa



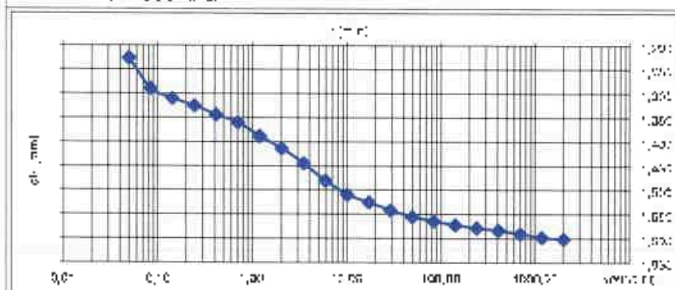
Passo 5 - sv 200 kPa



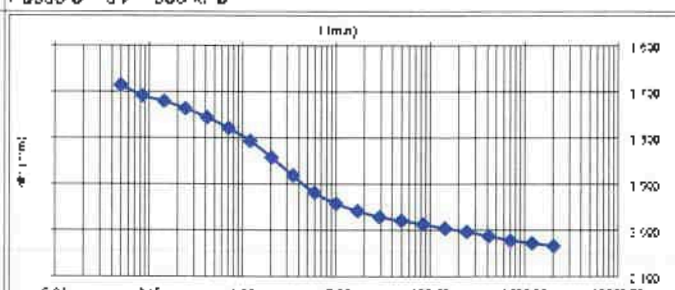
Passo 6 - sv 400 kPa



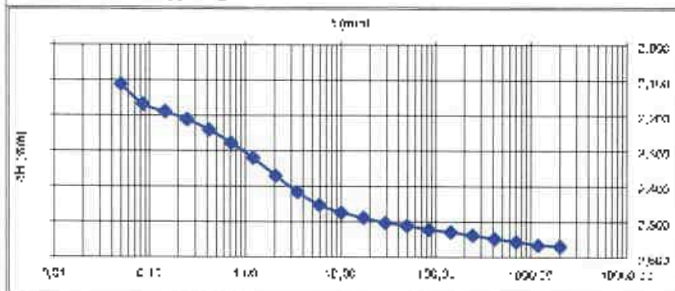
Passo 7 - sv 800 kPa



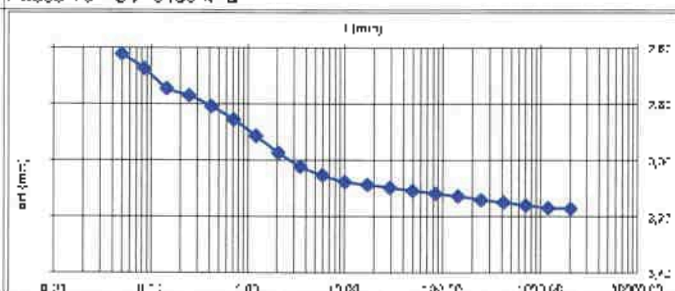
Passo 8 - sv 1500 kPa



Passo 9 - sv 3200 kPa



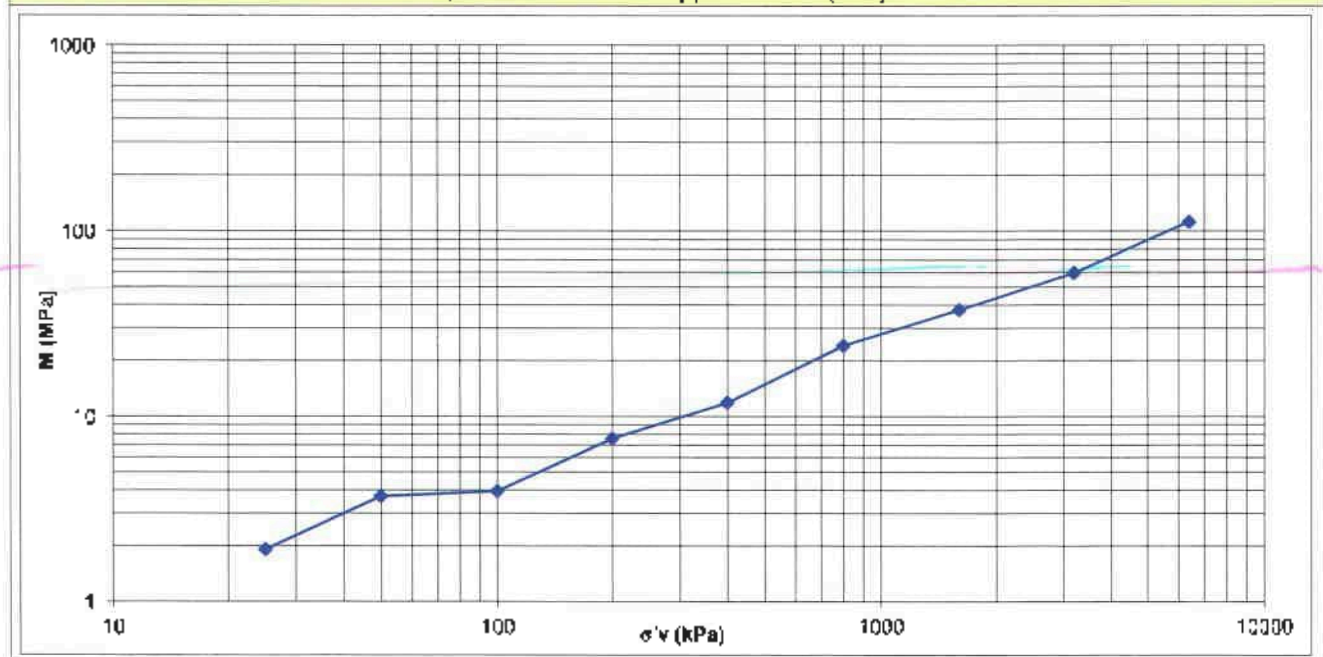
Passo 10 - sv 6400 kPa



Certificato	4878	del 11/11/2024	Accettazione	3751	del 18/10/2024
-------------	------	----------------	--------------	------	----------------

PROVA EDOMETRICA A GRADINI DI CARICO (ASTM D2435) Tabella riassuntiva[illegible]

Grafico di confronto tra la pressione verticale applicata σ'_v (kPa) e il modulo edometrico M

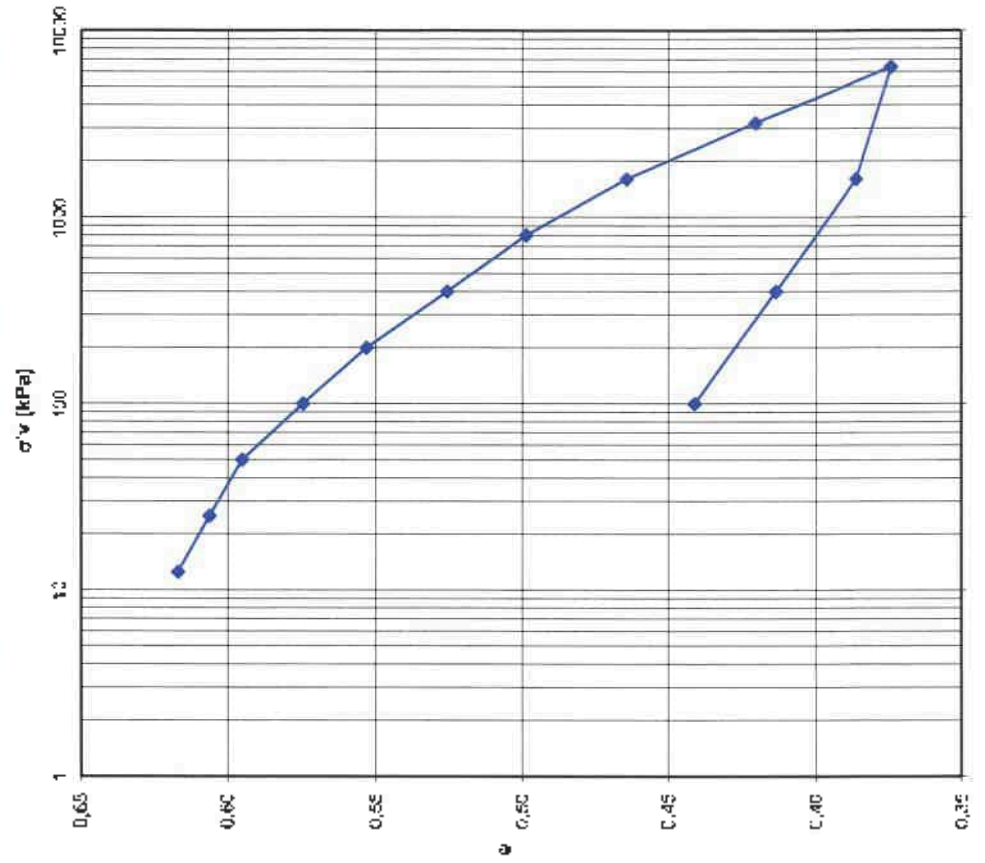
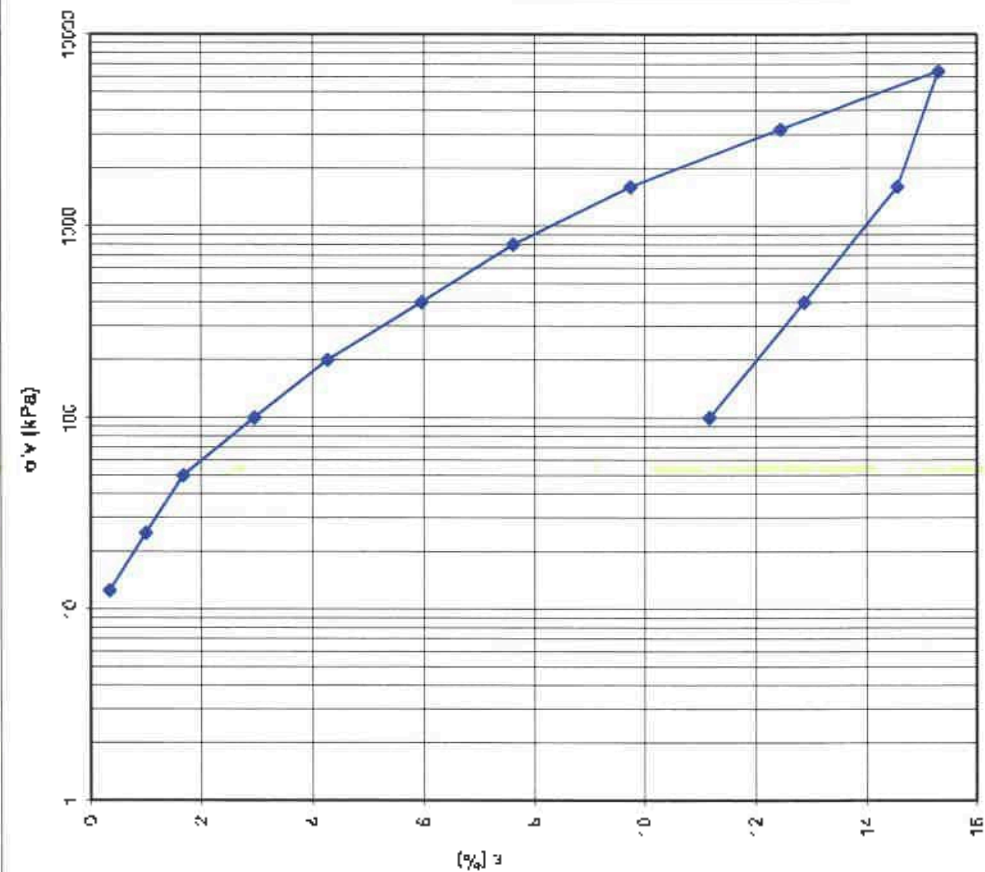




Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti per le prove (settori "a") e (settori "b")
 D.P.R. 06.06.2001 n.380 art. 59 - Circol. 7614/SSTO del 09.09.2010, Autorizzazione n. 52365 del 11.10.2004 e successivi rinnovi
 Laboratorio Certificato UNI EN ISO 9001:2015 n.11353 del 24.10.2011 e successivi rinnovi

Certificato	4878	del 11/11/2024	Accettazione	3751	del 18/10/2024
-------------	------	----------------	--------------	------	----------------

PROVA EDOMETRICA A GRADINI DI CARICO (ASTM D2435) Grafici tra la pressione verticale σ'_v (kPa), la deformazione verticale ϵ e l'indice dei vuoti e



ALTAIR SRL

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti prove terre (settore "a") e rocce (settore "b")
 D.P.R. 05.06.2001 n.380 art. 19 - Circ. 7618/STC del 6.9.92.2019 Autorizzazione n. 52505 del 11.10.2004 e successivi rinnovi
 Laboratorio Certificato UNI EN ISO 9001 (CMC) n.11353 del 28.10.2011 e successivi rinnovi

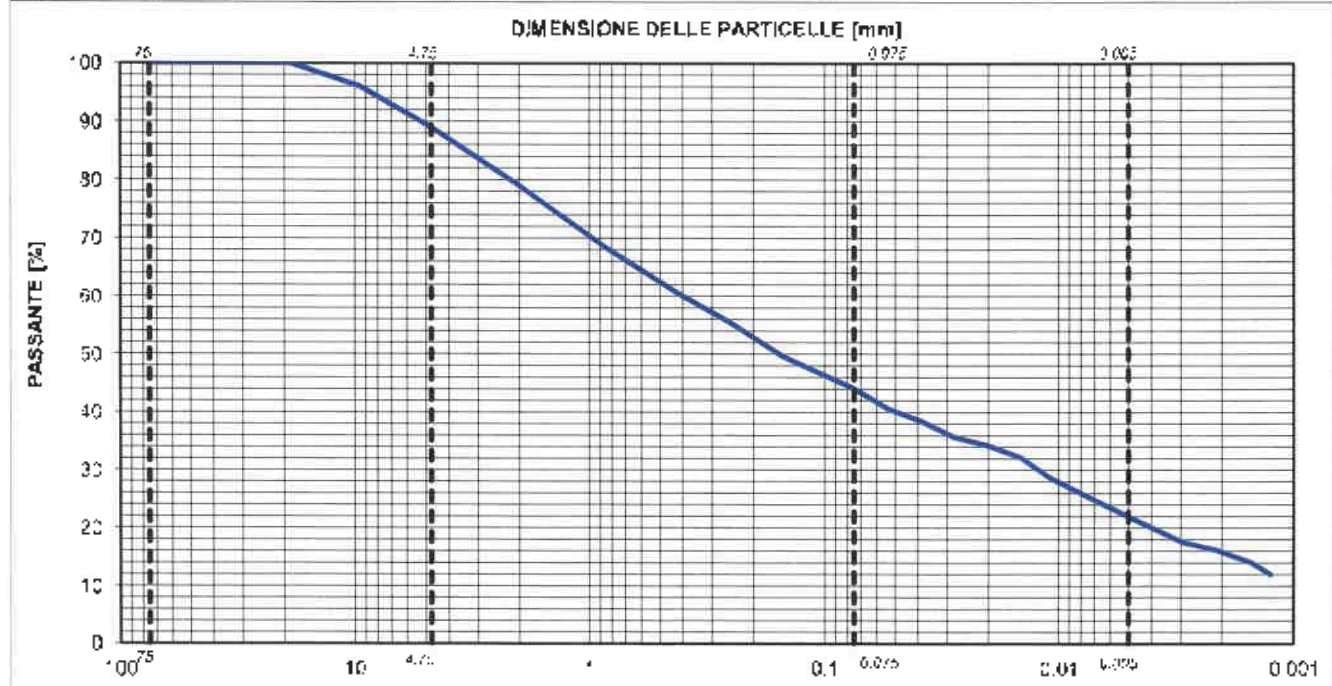
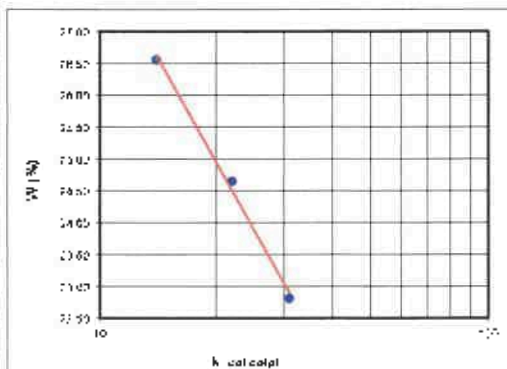


Certificato n.	4864	del	07/11/2024	Accettazione n.	3751	del	18/10/2024
----------------	------	-----	------------	-----------------	------	-----	------------

SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D5913)	data inizio prova	22/10/2024	data fine prova	30/10/2024
LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)	data inizio prova	22/10/2024	data fine prova	28/10/2024

COMMITTENTE:	COMUNE DI LIVIGNO				
COMMESSA:					
LOCALITA':	LIVIGNO (SO)				
SONDAGGIO:	GRE-S2	CAMPIONE:	G IN C. ASSF Q3	PROFONDITA':	20.00-21.00 m

ANALISI PER SETACCIATURA				ANALISI PER SEDIMENTAZIONE				LIMITI DI CONSISTENZA					
Peso iniziale	579	g		Peso iniziale	50	g		Limite Liquido (WL)	24	%			
Diametro massimo	25	mm		Diametro massimo	0.075	mm		Limite Plastico (WP)	16	%			
Diametro minimo	10	mm						Indice di Plasticità (IP)	8	%			
Contenuto d'acqua	-	%						Indice di Consistenza (IC)	-	%			
	mm	Sof. in. - No	Percentuale passante		Diametro	µm	Percentuale						
Passante	75.0	3	100.00 %	0.0533	mm		40.48 %						
Passante	50.0	2	100.00 %	0.0385	mm		38.39 %						
Passante	38.1	1 1/2	100.00 %	0.0279	mm		35.81 %						
Passante	25.4	1	100.00 %	0.0200	mm		34.21 %						
Passante	19.0	3/4	100.00 %	0.0144	mm		32.12 %						
Passante	9.5	3/8	95.94 %	0.0106	mm		28.64 %						
Passante	4.75	No. 4	88.89 %	0.0078	mm		25.86 %						
Passante	2.0	No. 10	78.91 %	0.0057	mm		23.07 %						
Passante	0.850	No. 20	68.31 %	0.0041	mm		20.29 %						
Passante	0.425	No. 40	60.41 %	0.0030	mm		17.50 %						
Passante	0.250	No. 60	55.31 %	0.0021	mm		16.11 %						
Passante	0.150	No. 100	49.53 %	0.0015	mm		14.02 %						
Passante	0.075	No. 200	44.03 %	0.0013	mm		11.93 %						
Ch. a g.	(19-75)		0.50 %	ASTM CLASSIFICATION SC AASHTO M 145-82 -									
Ch. a f.	(4.75-19.0)		11.11 %										
Sabbia g.	(2-4.75)		9.38 %										
Sabbia f.	(0.425-2)		16.50 %										
Sabbia e.	(0.375-0.425)		16.38 %										
Limo+argilla	(< 0.075)		44.03 %										
Limo	(0.375-0.075)		22.14 %										
Argilla	(< 0.005)		21.89 %										



Capitale Sociale € 95.000.00 - ex Sede Legale Via E. Pagliaro, 37 20149 MILANO
 Laboratorio Via A. Manzoni, 11 20092 CINISELLO BALSAMO (MI), Tel. 02/61293856 e Fax 02/61770281
 E-mail: info@geotest.it, P.D.C. (altair@geotest.it), legalmail@altair.it, n. 1198777 - Registro Imprese Milano n. 09641560153
 DIEGO ITALIANO

LO SPERIMENTATORE: G. L. L.

IL DIRETTORE: