

**REGIONE AUTONOMA DELLA VALLE D'AOSTA  
REGION AUTONOME DE LA VALLEÉ D'AOSTE**

UNITE' DES COMMUNES VALDOTAINES

**MONT-EMILIUS**

**COLLEGAMENTO DELLA PISTA CICLABILE VELODOIRE 7° LOTTO  
IN COMUNE DI SAINT-MARCEL**

CUP: H39B98000000006 - CIG: 810071055D

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE GEOLOGICA  
E DI COMPATIBILITA' DEFINITIVA**

*ai sensi del 3° comma, art. 12, l.r. 20.06.1996 n° 12  
come modificato dal 6° comma, art. 96, l.r. 06.04.1998 n° 11*

*Committente:*

Unité des Communes Valdôtaines Mont-Emilius

*Raggruppamento Temporaneo di Professionisti (RTP):*

Arch. Andrea MARCHISIO (mandatario)

Ing. Flavio LOVATO

Dott. Forestale Duilio GAL

Arch. Sylvie CERISE

Dott. Geologo Stefano DE LEO

*Data:*

16 aprile 2022



## SOMMARIO

1. GENERALITÀ.....	1
2. CARATTERISTICHE SOMMARIE DELL'OPERA IN PROGETTO .....	2
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO ..	3
4. QUADRO DEI DISSESTI E DEI RELATIVI VINCOLI.....	9
5. VERIFICHE DI CADUTA MASSI .....	12
6. COMPATIBILITA' DELL'INTERVENTO CON LO STATO DI DISSESTO ESISTENTE .....	13
7. ASSETTO STRATIGRAFICO E MODELLO GEOLOGICO DEL TERRENO .....	16
8. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI MATERIALI INTERESSATI E INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	18
9. CARATTERIZZAZIONE E GESTIONE TERRE E ROCCE DA SCAVO.....	20
10. INDICAZIONI E SUGGERIMENTI SULL'OPERA IN PROGETTO .....	22

## ALLEGATI

- Schema geomorfologico e dei dissesti del comprensorio in esame, alla scala 1:5.000;
- Carta geomorfologica e dei dissesti di dettaglio del tratto a valle di Vulmianaz , alla scala 1:1.500;
- Stralcio delle carte degli ambiti per frana (art. 35 L.R. 11/98) e inondazione (art. 36 L.R. 11/98) e colata detritica art. 35 comma 2)
- Allegato sezioni stratigrafiche
- Planimetria indicativa degli interventi.
  - Rapporto indagini geognostiche analisi chimiche sui terreni (ditta GeoBim)
- Allegato verifiche di caduta massi
- Allegato fotografico.

## 1. GENERALITÀ

Su incarico dell'Unità di Comuni M. Emilius e in ottemperanza a quanto disposto dal D.M. 11/03/1988 e dal D.M.18/01/2018 (Norme Tecniche sulle Costruzioni) e dalla L.R. 11/98 e succ. mod., è stato eseguito un rilievo di indagine geologica e di verifica della compatibilità con lo stato di dissesto (D.G.R. 2939/2008) in ordine al progetto definitivo del "*collegamento della pista ciclabile Vélodoire settimo lotto in Comune di St. Marcel*", redatto dall'Arch. Andrea Marchisio, dall'Ing. Flavio Lovato, dal Dr. Duilio Gal e dall'Arch. Gianluca Pecoraro, di Aosta.

La presente relazione, che segue la relazione preliminare del febbraio 2021 e quelle personalmente prodotte a partire dal 1997 in fase di progettazione di massima dell'intero percorso e relativamente i vari lotti in cui si è sviluppato il progetto, sintetizza i risultati dei rilievi di campagna, eseguiti tra il 2018 e il 2022, e fa riferimento a numerosi lavori svolti nella zona dallo scrivente. Essa costituisce un supporto alla progettazione delle opere, grazie anche alle indagini geognostiche specificatamente eseguite, consistite in un rilievo geofisico e in una serie di prove penetrometriche pesanti.

Alla relazione vengono allegati:

- Schema geomorfologico e dei dissesti del comprensorio in esame, alla scala 1:5.000;
- Carta geomorfologica e dei dissesti di dettaglio del tratto a valle di Vulmianaz , alla scala 1:1.500;
- Stralcio delle carte degli ambiti per frana (art. 35 L.R. 11/98) e inondazione (art. 36 L.R. 11/98) e colata detritica art. 35 comma 2)
- Allegato sezioni stratigrafiche
- Planimetria indicativa degli interventi.
  - Rapporto sulle indagini geognostiche e analisi chimiche sui terreni (ditta GeoBim)
- Allegato verifiche di caduta massi.
- Allegato fotografico.



In base alle Cartografie degli Ambiti Inedificabili (L.R. 11/98) del Comune di St. Marcel, si evidenzia che il tracciato proposto ricade in Fascia A e C per inondazione (art. 36), in fascia F1 F2 e F3 per frana (art. 35) e in fascia DF2 e DF3 per trasporto di massa (art. 35 comma 2), per cui gli interventi in progetto richiedono (D.G.R. 2939/2008) la redazione di uno specifico studio sulla compatibilità dell'intervento con i fenomeni di dissesto che possono determinarsi nell'area, rappresentato dal presente documento, che dovrà essere sottoposto a parere da parte degli Uffici Regionali competenti.

## 2. CARATTERISTICHE SOMMARIE DELL'OPERA IN PROGETTO

La presente relazione riguarda il progetto relativo al tratto del percorso ciclabile denominato *collegamento della pista ciclabile Vélodoire settimo lotto in Comune di St. Marcel*, in quanto costituisce l'ultimo lotto di collegamento alla restante pista ciclabile già realizzata o in corso di realizzazione a monte e a valle di questo settore di vallata. Il tratto corre lungo la strada dell'envers tra il margine est dell'area artigianale di St. Marcel e l'attraversamento del canale idroelettrico CVA (vedi tracciato su ortofoto qui sotto).

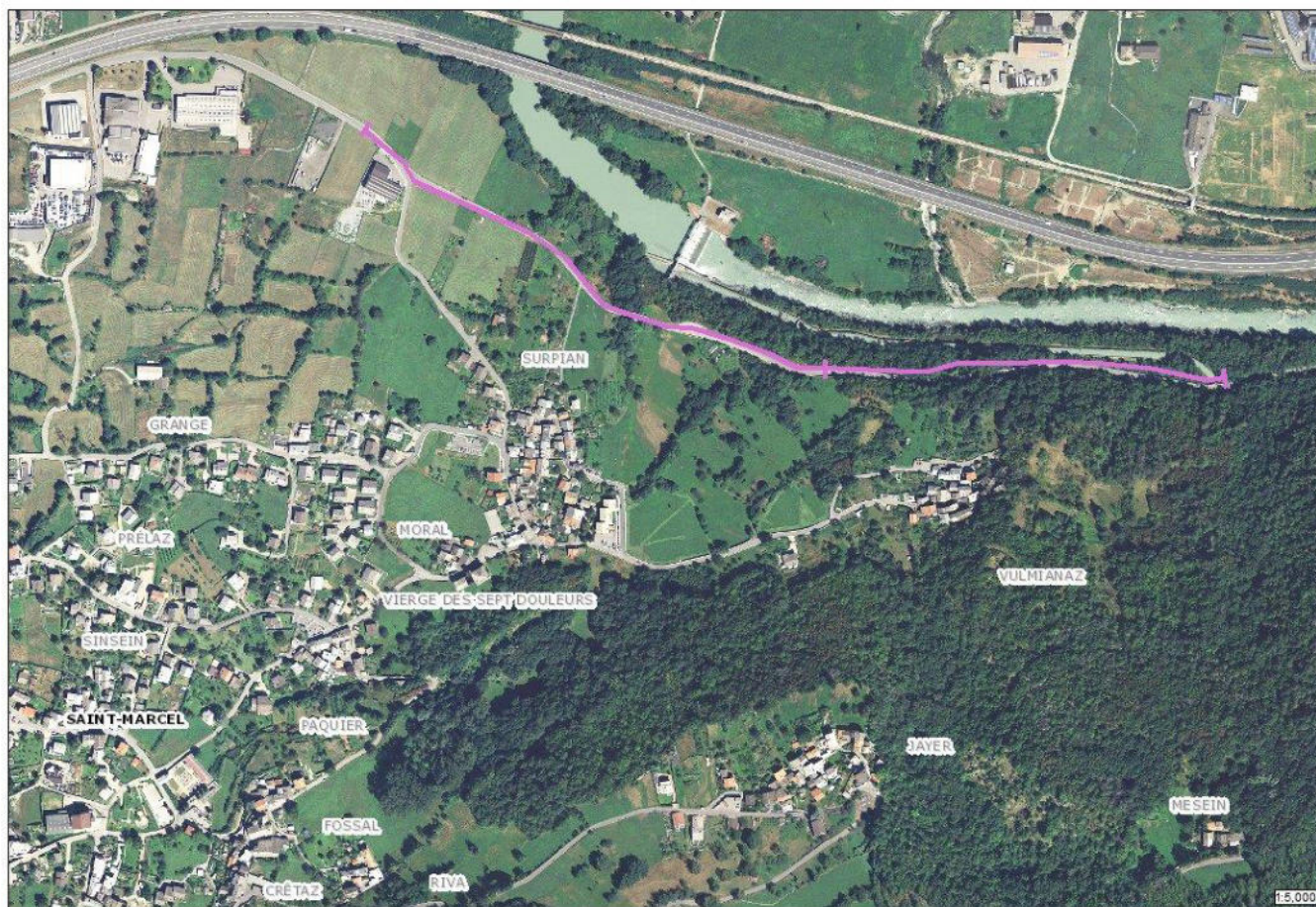
Il progetto prevede per un primo tratto il posizionamento della pista a valle della strada dell'envers, occupando i prati in adiacenza della stessa o occupando il margine esterno della carreggiata, che sarà allargata verso monte per mantenerne la larghezza utile, realizzando alcuni muri di controripa.

In corrispondenza dell'attraversamento dello scarico irriguo proveniente da monte di St. Marcel, dove lo spostamento verso monte della sede stradale comporta interferenza con l'alveo, è previsto l'allungamento verso monte dell'attuale tubazione di attraversamento (diam. 1000 mm).

Dove il versante si fa più acclive e non è più possibile questa soluzione, il progetto prevede la realizzazione di uno sbalzo in c.a. appoggiato sulla muratura di sostegno della strada, che prosegue fino al canale C.V.A.

Poiché il tratto a valle di Vulmianaz è caratterizzato da una ripida scarpata che sovrasta la strada, il progetto prevede una serie di opere di protezione che vanno a sostituire e integrare le attuali strutture, molto vecchie

(barriera paramassi anni '90) o insufficienti allo scopo (locali interventi con rete corticale nel tratto finale del percorso). Sono previsti interventi passivi con barriera paramassi da 500 kJ (h 3 m) e interventi attivi di placcaggio del pendio o di singoli blocchi lapidei con rete a doppia torsione o con pannelli di rete in fune.

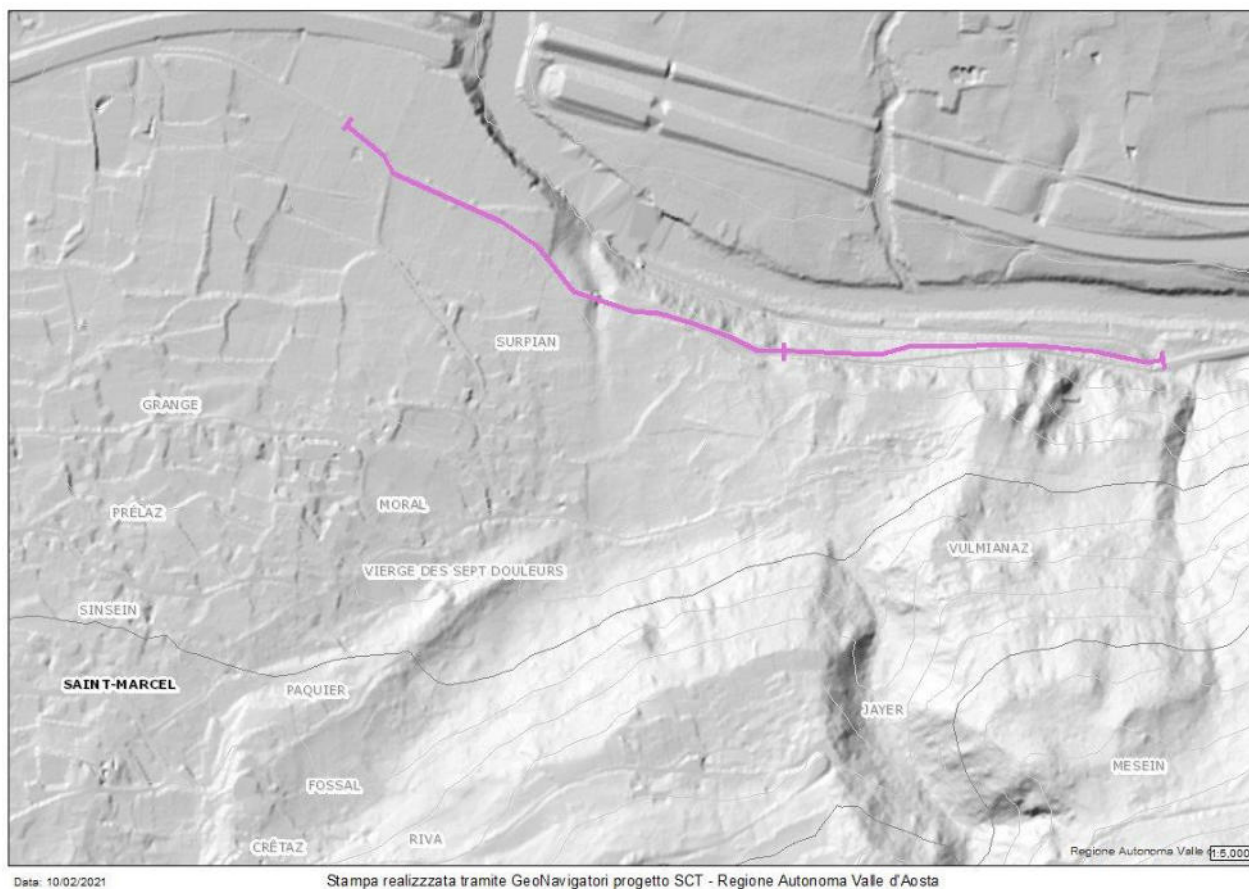


Data: 10/02/2021

Stampa realizzata tramite GeoNavigatori progetto SCT - Regione Autonoma Valle d'Aosta

### 3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

Il percorso in progetto può essere suddiviso, dal punto di vista geomorfologico e idrogeologico, in due distinti tratti: il primo è rappresentato dalle conoidi coalescenti dei Torrenti di St. Marcel e Mayer, il secondo dal versante, a modellamento glaciale e gravitativo, presente tra Vulmianaz e il confine con Fénis (vedi tracciato su modello altimetrico qui sotto).



Data: 10/02/2021

Stampa realizzata tramite GeoNavigatori progetto SCT - Regione Autonoma Valle d'Aosta

### Caratteristiche geologiche

Per quanto riguarda il quaternario (vedi tavv. allegate), il percorso in esame percorre nel primo tratto, tra l'area artigianale di St. Marcel e Vulmianaz, **le conoidi del T. de Saint-Marcel e del Rivo de Jayer**, che sono costituite da materiali alluvionali grossolani, prevalentemente sabbioso-ghiaiosi con frequente presenza di ciottoli e blocchi di dimensioni decimetriche. In superficie i vari depositi alluvionali e di conoide sono ricoperti da uno strato di **terreno vegetale limoso-sabbioso-ciottoloso**, di potenza solitamente compresa tra 1 e 1,5 m.

Nel secondo tratto, a valle di Vulmianaz e fino al termine del lotto in progetto, **affiorano prevalenti depositi glaciali**, fortemente rimaneggiati dall'azione delle acque superficiali e della gravità, con formazione di livelli colluviali e plaghe di deposito detritico sotto i principali affioramenti rocciosi. Molto localmente sono presenti **livelli di deposito detritico-colluviale e lacustre prevalentemente limoso-sabbioso scarsamente addensato**,



come riempimento di depressioni e paleoalvei sepolti che incidono i depositi glaciali, come evidenziato dagli studi personalmente effettuati a seguito del dissesto che ha interessato la strada dell'Envers in questo tratto (vedi oltre).

Molto diffusi risultano i **materiali di riporto** di varia natura, presenti in particolare come materiali di reinterro e della massicciata stradale interessata dai lavori di posa della struttura a sbalzo. Essi sono inoltre presenti a valle della stessa strada, in corrispondenza di alcuni slarghi e a valle della muratura di sostegno.

Il **substrato roccioso** affiora discontinuamente nel tratto finale del lotto, a est di Vulmianaz, sotto forma di una serie di paretine rocciose costituite da pietre verdi della Zona Piemontese, fortemente fratturate.

### **Caratteristiche geomorfologiche**

Come accennato all'inizio del paragrafo, la parte iniziale del tracciato insiste sulla porzione distale delle conoidi coalescenti dei Torrenti di St. Marcel e Jayer Féris (vedi modello altimetrico alle pagine precedenti). Il limite tra le due forme alluvionali è posto in corrispondenza della depressione (probabile scaricatore glaciale) presente subito a est di Surpian (vedi carta geomorfologica), causata dalla presenza del caratteristico dorso allungato, residuo di un antico cordone morenico, sul quale sorgono la Chiesa e il Castello di St. Marcel. Essa è percorsa da un modesto corso d'acqua secondario, che raccoglie le acque prevalentemente irrigue di questo settore di piede di versante. La grande conoide del T. de St. Marcel presenta in questo settore una superficie regolare e prativa in scarsa pendenza. Quella del Rivo di Jayer presenta forma marcatamente convessa, con il rio che ne percorre l'asse; la superficie è in questo caso caratterizzata, in particolare nel tratto inferiore, da depressioni parallele poco marcate (vecchi alvei) e da accumuli di spietramento ("meurdzère") che ne attestano un'attività di deposito relativamente recente.



Panoramica del settore di conoide del T. de St. Marcel attraversato dalla pista ciclabile, che corre lungo la strada dell'Envers (pittometro tratto dal geoportale SCT regionale).

Il secondo tratto del tracciato interessa il settore di versante a modellamento glaciale e gravitativo, che diviene fortemente acclive, con la Dora che ne lambisce il piede e la strada dell'Envers che incide il ripido pendio roccioso e detritico, con importanti murature di sostegno e controripa, dominati da alte scarpate franose che hanno richiesto la posa di lunghi tratti di barriera paramassi (vedi allegato foto).



Unità di Comuni Monte Emilius – Relazione geologica e di compatibilità con lo stato di dissesto sul progetto del “collegamento della pista ciclabile Vélovoie settimo lotto in Comune di St. Marcel”.





Panoramiche del settore di tracciato presso il confine con Fénis, caratterizzato da ripide scarpate franose a monte della strada dell'Envers e della battuta di sponda della Dora (pittometri tratti dal geoportale SCT regionale).

Notiamo che il modellamento di questo settore di versante è stato condizionato dagli effetti del grande movimento di versante (DGPV del Mont Corquet) che si è sovrainposto sulle morfologie glaciali e che si spinge fino al fondovalle nel settore a valle e a est di Vulmianaz (vedi stralcio tav. dissesti più oltre).

### **Caratteristiche idrogeologiche**

In corrispondenza delle conoidi, costituite da materiali molto permeabili, il livello della falda idrica risulta profondo e le circolazioni sotterranee permanenti non sono in grado di interferire con gli interventi previsti.

Nel settore di piede del versante a valle di Vulmianaz e a est del villaggio sono invece presenti diverse linee di deflusso sotterraneo e ipodermico, che danno luogo a sorgenti e zone di imbibizione (vedi tavola di dettaglio), talora fonte di dissesto, come nel caso del cedimento della strada dell'envers proprio a valle del villaggio, provocato molto probabilmente dalle acque sotterranee incanalate da un vecchio alveo sepolto (antico alveo del rivo di Jayer). In questo punto le indagini effettuate nell'ambito dell'intervento di sistemazione del

dissesto prima ricordato hanno evidenziato la presenza di falda idrica ad una profondità di 5-6 m sotto il piano stradale.

Per quanto riguarda le acque superficiali, il tracciato attraversa **due rii secondari** non nominati dalla C.T.R.: **il primo intercetta** la pista a valle di Surpian e corre lungo la depressione di origine glaciale che divide la due conoidi di St. Marcel e Mayer. Nella parte finale l'avvallamento diviene piuttosto profondo, dove incide la scarpata del terrazzo a margine del grande conoide di T. d St. Marcel, subito a valle della strada dell'Envers e del tracciato in oggetto (vedi foto panoramica pag. 6). Attualmente il rio, che non è individuato nelle cartografie degli ambiti inedificabili, risulta alimentato prevalentemente da acque irrigue, che raccoglie sul lato destro del conoide, in corrispondenza del caratteristico avvallamento legato alla presenza del cordone morenico residuale in precedenza descritto e corrispondente probabilmente al corso di un antico scaricatore glaciale, la cui presenza spiegherebbe la profonda incisione del tratto finale del rio. Il rio corre attualmente al di sotto del tracciato stradale in una grossa tubazione (diam. 1000 mm).

**Un secondo rio** è presente poco a est del primo, a valle di Vulmianaz: esso, denominato rivo di Mayer, è alimentato da un più importante bacino, allo sbocco del quale è presente un piccolo ma marcato conoide che si sviluppa tra Surpian e Vulmianaz, lungo il quale il corso d'acqua scorre in un alveo molto modesto e minimamente inciso, per attraversare la strada dell'Envers intubato (tubazione diam. 500 mm - vedi foto 1). Questo corso d'acqua è riconosciuto dagli ambiti inedificabili, che individuano lungo il suo asse una fascia A e lobi di esondazione in Fascia B. Esso è stato inoltre oggetto di Studio di Bacino (cod. 057 – Gruppo n. 11 – DB - 2F), già recepito nelle cartografie degli AA.II., che ne ha riconosciuto le potenzialità di colata detritica, identificando sul conoide Fasce DF1 e DF2.

I principali dati sulle caratteristiche idrauliche del corso d'acqua forniti dallo Studio di Bacino sono i seguenti:

Sup. Bacino: 4,67 kmq

<b>Portate Rivo di Mayer</b>			
	Tr. 20 (mc/s)	Tr 100 (mc/s)	Tr 200 (mc/s)
Q liquida	1.49	3.83	5.42
Q liquido-solido	1.99	5.11	7.23
Q debris-flow			12

Magnitudo evento colata detritica: 22.600 mc

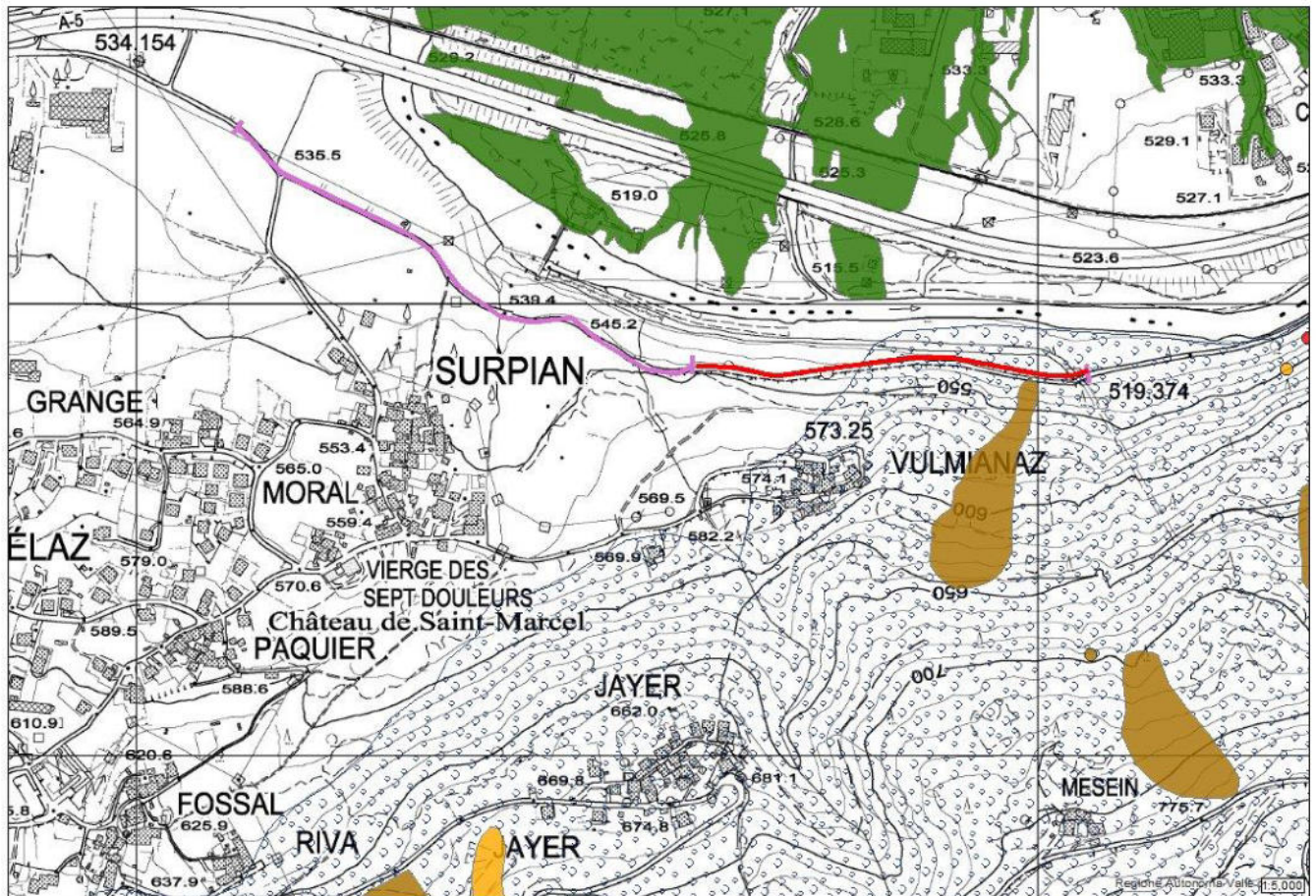
Si segnala inoltre la presenza di **importanti sottoservizi interrati** che percorrono questo settore, spesso al di sotto o in prossimità della strada dell'Envers, quali il metanodotto, l'oleodotto, gasdotto Digrava.

#### 4. QUADRO DEI DISSESTI E DEI RELATIVI VINCOLI

Il settore attraversato dalla pista è **l'unico dei vari lotti della stessa ad essere soggetto a significativi dissesti a carattere gravitativo**, in relazione alla morfologia che caratterizza il tratto a valle di Vulmianaz in precedenza descritta. Questo settore è infatti caratterizzato da importanti scarpate, anticamente incise in roccia e nei depositi glaciali e detritico-colluviali dalla Dora, soggette a ruscellamento superficiale, frane di scivolamento e colamento e a caduta massi. Il catasto dissesti regionale pubblicato sul geoportale SCT indica in questo settore tre tipologie di dissesto (vedi stralcio qui sotto): un dissesto areale che interessa estesamente il versante a monte di Vulmianaz, corrispondente ad una deformazione gravitativa profonda (DGPV del Mont-Corquet), un dissesto areale corrispondente ad un evento di colata che ha interessato nel 2000 il piccolo impluvio a est del villaggio, sul quale si è intervenuti con un vallo in terra (vedi foto in allegato), e un dissesto puntuale (pallino bianco) corrispondente al cedimento del bordo di valle della strada dell'envers, causato dalla presenza di materiali molto scadenti nell'impluvio sepolto in precedenza descritto (foto 29). Il dissesto è stato recentemente sistemato (2019) mediante rifacimento dell'opera di sostegno con struttura posata su micropali.

Per quanto riguarda il fenomeno di DGPV, una verifica dei dati messi a disposizione sul geoportale relativamente al monitoraggio satellitare con tecnica PsInSAR e similari (vedi stralcio qui sotto), indica per questo settore di piede del fenomeno l'assenza di significativi movimenti, con spostamenti dei numerosi punti presenti lungo il tracciato piuttosto omogenei e inferiori a 2-3 mm/anno. Notiamo l'assenza di evidenze del cedimento della strada dell'envers, probabilmente in quanto in quel tratto mancano punti per la presenza della vegetazione, le cui chiome sbordano sulla strada.





Data: 10/02/2021

Stampa realizzata tramite GeoNavigatori progetto SCT - Regione Autonoma Valle d'Aosta



Stralci della carta dei dissesti e dei dati del monitoraggio satellitare tratti dal geoportale SCT regionale.



I rilievi effettuati in questa fase hanno evidenziato, considerando il tracciato lungo la strada dell'envers, che il tratto soggetto a fenomeni di dissesto si estende per circa 420 metri a partire dai pressi dell'abitato di Vulmianaz (vedi tav. interventi e tabella qui di seguito) fino al termine della tratta (passerella su canale CVA). Nel settore iniziale (220 m ca. – situazioni G-H-I-L), a valle dell'abitato, la ripida scarpata è soggetta a fenomeni di instabilità corticale dei depositi glaciali e detritico-colluviali (foto 17-23), caratterizzati anche da presenza di circolazioni idriche superficiali e profonde che seguono l'antico alveo del Rio di Vulmianaz, che scendeva in questa direzione prima di essere deviato a ovest del villaggio. A queste problematiche si ricollega anche il cedimento della strada dell'envers, che ha richiesto il recente intervento di sistemazione della sua porzione di valle (foto 29). Il tratto finale del percorso (200 m ca. – situazioni A-B-C-D-E-F) è caratterizzato dalla presenza di un versante a monte della viabilità ancora più acclive, con presenza di affioramenti sparsi di roccia fratturata, soggetti a distacchi di blocchi in gran parte di modesta pezzatura (0,2-0,5 mc max: vedi foto 1-11), e del ripido impluvio soggetto a colamenti detritici (evento sulla strada nel corso dell'alluvione del 2000) segnalato dal catasto dissesti e sistemato con vallo in terra (foto 24).

Le problematiche descritte hanno richiesto la realizzazione (anni '90) di opere di protezione, costituite da barriere elasto-plastiche in fune d'acciaio e rete metallica a doppia torsione di altezza pari a 2 metri intestate a tergo del muro in pietrame e malta (vedi foto 23 e 28), che coprono però solo parzialmente il settore a rischio. Nel tratto terminale del lotto sono infatti presenti solo locali interventi attivi con rete corticale, che lasciano però scoperti, come in precedenza illustrato, ampi tratti da cui possono provenire distacchi di blocchi.

La situazione descritta ha comportato la zonizzazione di questo settore in ambito F1 e F2 ad alta e media pericolosità (vedi stralci in allegato).

Per quanto riguarda i dissesti **legati alla dinamica dei torrenti, su questo lato del conoide il T. St. Marcel**, che scorre dalla parte opposta dello stesso, a molte centinaia di metri di distanza, non presenta significative potenzialità di dissesto. Il tratto che corre nell'ambito di questo conoide è infatti inserito in fascia C e DF3 a bassa pericolosità per inondazione e colata

<b>TABELLA BLOCCHI E SITUAZIONI DI DISSESTO</b>			
<b>Numero blocchi</b>	<b>Volume (mc)</b>	<b>Dimensioni (cm)</b>	<b>Note</b>
1	~0.1	60 x 50 x 30	Blocco recente distaccatosi dalla situazione di dissesto B.
2	~0.1	60 x 50 x 30	Maggiore dei blocchi di crollo recente alla base della situazione di dissesto C
3	~0.2	80 x 50 x 40	Blocchi al piede dell'affioramento cche costituisce la situazione di dissesto D
4	1.4	180 x 50 x 150	Blocco adagiato al piede dell'affioramento della situazione E
5	0.5	150 x 70 x 50	Blocco staccato al piede dell'affioramento roccioso della situazione E
6	~0.1	60 x 50 x 40	Blocco pencolante in settore strapiombante dell'affioramento della situazione E
<b>Situazioni di dissesto</b>	<b>Dimensioni attese dei blocchi (mc)</b>	<b>Note</b>	
A	~0.1	Roccia notevolmente fratturata poco a monte della strada. Diversi blocchi di crollo trattenuti dalla vegetazione	
B	~0.1	Roccia notevolmente fratturata oggetto di intervento di sistemazione.	
C	~0.1	Roccia fratturata con alcuni blocchi recenti alla base dell'affioramento	
D	~0.1	Bancata rocciosa interessata da intervento di sistemazione con posa di rete corticale.	
E	max 2.0	Comparto roccioso visibilmente fratturato dall'apparato radicale della vegetazione, con diversi blocchi pencolanti ed già distaccati.	
F	~0.1 / 0.2	Nicchia di crollo recente a valle della situazione E, con blocchi appoggiati contro la vegetazione.	
G	-	Settore di terreni imbibiti interessati da scivolamenti superficiali	
H	>3mc	Blocco di origine glaciale scalzato alla base e altri settori di pendio interessati da blocchi facilmente mobilizzabili a causa dello scivolamento del terreno e della vegetazione.	
I	>3mc	Terrazzamento agricolo ammalorato con grande blocco glaciale facilmente mobilizzabile	
L	~0.1	Scarpata direttamente a monte della barriera esistente con alcuni blocchi distaccati ed appoggiati alla rete	
M	~0.1 / 0.2	Affioramento disarticolato con recenti segni di crolli a quota 570m	
N	~0.1 / 0.2	Terrazzamento agricolo ammalorato	

detritica. Anche il Rivo di Jayer, pur evidenziando forme che ne testimoniano un'attività più significativa (vedi foto), non ha dato luogo a dissesti negli ultimi decenni. Il suo ambito, oggetto dello SdB recepito dal Comune, nel tratto attraversato dal tracciato è inserito in fascia C di inondazione (fascia A per l'alveo torrentizio) e al margine inferiore del lobo in fascia DF2 che caratterizza il conoide.

## 5. VERIFICHE DI CADUTA MASSI

Per studiare la tipologia e consentire il dimensionamento delle opere di protezione dai fenomeni gravitativi descritti sono state eseguite **una serie di verifiche di caduta massi** lungo una serie di profili rappresentativi delle varie situazioni riscontrate (vedi tav. dei dissesti). La modellizzazione è stata eseguita mediante il software RocFall 4.0 della Rocscience.

La funzione delle verifiche traiettografiche è quella di ottenere i dati di ingresso per il dimensionamento delle opere di difesa passiva, come previsto dalla normativa UNI 11211, corrispondenti alle altezze di volo ( $H_{95\%}$ ) e alle velocità di transito ( $V_{95\%}$ ) al 95esimo percentile dei blocchi in corrispondenza della progressiva dell'opera in progetto. Tali valori sono individuati partendo da simulazioni con un numero di lanci tale da permettere una buona convergenza del modello, che per il caso di studio è pari a 1000 blocchi di verifica per ogni profilo traiettografico.

Nella simulazione sono stati utilizzati "blocchi di progetto" da 0.5 e 2 mc a seconda delle situazioni di dissesto riscontrate (vedi tabella dissesti). Le verifiche sono state effettuate cautelativamente senza considerare l'effetto della barriera attualmente presente, in quanto, come in precedenza specificato, essa è vecchia (anni '90) e priva di omologazione e/o dati sulla sua resistenza.

I risultati ottenuti sono illustrati dai tabulati allegati al fondo della relazione dove si trova anche una tabella di sintesi degli stessi.

## **6. COMPATIBILITA' DELL'INTERVENTO CON LO STATO DI DISSESTO ESISTENTE**

Per quanto riguarda la “compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente e sull'adeguatezza delle condizioni di sicurezza in atto e di quelle conseguibili con le opere di mitigazione del rischio indicate”, sulla base di quanto argomentato nelle pagine precedenti, facendo riferimento allo schema proposto per le relazioni di compatibilità nella D.G.R. 2939/2008, si precisa quanto segue.

### **1) Individuazione della classificazione urbanistico-edilizia dell'intervento proposto**

L'intervento in oggetto si configura come una nuova edificazione di una struttura lineare assimilabile ad un intervento di tipo stradale.

### **2) Caratterizzazione dei vincoli presenti in base agli artt. 35, 36 e 37 della l.r. n. 11/1998**

Come in precedenza indicato e come evidenziato negli stralci allegati, l'area in esame risulta inserita **in Fascia A e C per inondazione** (art. 36), **in fascia F1 F2 e F3 per frana** (art. 35) e **in fascia DF2 e DF3 per trasporto di massa** (art. 35 comma 2).

Il settore oggetto di studio non è soggetto a vincoli valanga ai sensi della L.R. 11/98 art. 37.

### **3) Individuazione e illustrazione delle dinamiche e della pericolosità dei fenomeni che caratterizzano il vincolo**

Come in precedenza illustrato, le dinamiche di dissesto che possono interessare parte del tracciato sono legate alle potenzialità di esondazione della del T. de St. Marcel e del Rivo di Jayer, quest'ultimo soggetto anche a fenomeni di trasporto di massa. La posizione marginale del tracciato rispetto ai fenomeni lo rende eventualmente soggetto a effetti a ridotta o media intensità, legati a flussi a ridotto battente e velocità.

Per quanto riguarda le dinamiche gravitative, che danno luogo ad ambito a media e alta pericolosità in relazione principalmente a problematiche di caduta massi, si rimanda a quanto riportato nello paragrafo sui dissesti.

#### **4) Valutazione della compatibilità dell'intervento con il fenomeno di dissesto considerato, con la sua dinamica e con la sua pericolosità**

**Rispetto alle dinamiche di esondazione e colata detritica** che possono interessare il primo tratto del tracciato, questo presenta ridotta vulnerabilità ai fenomeni attesi, per cui non esistono significative problematiche di compatibilità. In corrispondenza dell'attraversamento del rio ad alimentazione prevalentemente irrigua che scende ad est di St. Marcel, lo spostamento verso monte della sede stradale comporta l'allungamento verso monte di circa 2 m dell'attuale tubazione di attraversamento, mantenendone l'attuale ampia sezione di 1 m, che ne garantisce anche l'ispezionabilità e l'eventuale manutenzione per evitarne l'intasamento.

Per quanto riguarda il tratto in corrispondenza del Rivo di Jayer, la pista in questo tratto corre a sbalzo a valle della carreggiata e non interferisce con il sottostante tubo di attraversamento che consente lo scarico del corso d'acqua a valle della strada.

**Per quanto riguarda il rischio per gli utenti rispetto alla pericolosità idraulica, esso è comunque limitato** dal fatto che, nelle condizioni climatiche particolarmente avverse in cui potrebbero verificarsi i fenomeni di dissesto potenzialmente attesi, è improbabile che si debbano avere persone lungo il tracciato. Esso dovrebbe essere in ogni caso oggetto di **misure di protezione civile, che prevedano la chiusura di questo tratto di pista in caso di allerta per condizioni particolarmente avverse e pericolo di grandi piene, problematica peraltro già esistente su gran parte del tracciato, che costeggia le sponde della Dora e attraversa numerosi torrenti.**

**Per quanto riguarda le dinamiche gravitative** che interessano la seconda parte della pista, esse richiedono gli interventi di protezione in precedenza illustrati, che prevedono interventi di consolidamento delle scarpate rocciose e detritiche e la posa di barriera paramassi per la protezione rispetto ai fenomeni di

caduta massi. Grazie a questi interventi, **l'opera in progetto potrà quindi ritenersi compatibile col quadro prospettato, così come evidenziato anche dall'analisi di rischio effettuata anche per questo tratto, in analogia a quanto prodotto per il lotto 5 della pista, in continuità col tratto oggetto di questo progetto e caratterizzato dalle medesime problematiche.**

**5) Valutazione della vulnerabilità dell'opera da realizzare in relazione anche agli usi alla quale essa è destinata**

**La struttura della pista risulta scarsamente vulnerabile rispetto alle problematiche di dissesto attese** nel primo tratto, che lambisce le conoidi dei torrenti di St. Marcel e Jayet.

**Rispetto alle dinamiche per caduta massi** che interessano il tratto a valle e a est di Vulmianaz, l'opera in progetto, anche se posta in posizione discosta sul margine di valle della carreggiata, **risulta potenzialmente vulnerabile** ai fenomeni **e richiede pertanto delle opere di protezione** che ne garantiscano un adeguato livello di sicurezza. Esse sono state quindi previste in progetto, come illustrato alle pagine precedenti.

**6) Definizione degli interventi di protezione adottati per ridurre la pericolosità del fenomeno, ove possibile, e/o la vulnerabilità dell'opera e valutazione della loro efficacia ed efficienza rispetto al fenomeno di dissesto ipotizzato**

In relazione alle condizioni di vulnerabilità appena illustrate, per il tratto soggetto alle dinamiche di caduta massi **è stata prevista la realizzazione di opere di protezione attive e passive** che vengono descritte nel dettaglio nel seguito della relazione. Per quanto riguarda le dinamiche di tipo alluvionale, il progetto prevede, nel tratto dove l'allargamento della sede stradale verso monte comporta interferenza col corso d'acqua, l'allungamento verso monte della tubazione di attraversamento, mantenendone l'attuale, ampia sezione di deflusso.

**7) Conclusioni della verifica che dichiarino che l'intervento, così come progettato, risulta compatibile con le condizioni di pericolosità indicate dalla cartografia degli ambiti ai sensi della l.r. n. 11/1998.**

Nel complesso quindi, sulla base di quanto in precedenza argomentato e grazie agli interventi di gestione e protezione previsti, **l'intervento in progetto risulta compatibile con le condizioni di pericolosità indicate dalla cartografia degli ambiti ai sensi della L.R. 11/98 e succ. mod..**

## **7. ASSETTO STRATIGRAFICO E MODELLO GEOLOGICO DEL TERRENO**

Nel complesso, richiamando quanto in precedenza illustrato per quanto riguarda gli aspetti geolitologici, materiali interessati dagli interventi sono riconducibili a tre litotipi principali: **terreni alluvionali delle conoidi nel primo tratto del tracciato (tratto area artigianale di St. Marcel-settore valle Vulmianaz), depositi detritici e glaciali rimaneggiati nel secondo tratto (settore valle di Vulmianaz-attraversamento canale DEVAL), terreni di riporto e reinterro** a tergo delle murature di sostegno o comunque rimaneggiati dall'intervento antropico (compreso terreno agricolo e vegetale di copertura).

I primi sono come abbiamo visto rappresentati in grande prevalenza da ghiaie-sabbiose o sabbie-ghiaiose con ciottoli e blocchi e scarsa matrice limosa, mediamente addensati. I secondi sono costituiti da un associazione molto eterogenea di ciottoli e blocchi in abbondante matrice sabbioso-limosa, con grado di addensamento molto variabile a seconda del rimaneggiamento subito. Potrebbero anche essere presenti localmente **livelli di deposito detritico-colluviale e lacustre prevalentemente limoso-sabbioso scarsamente addensato**, come riempimento di depressioni e paleoalvei sepolti che incidono i depositi glaciali, come evidenziato dagli studi personalmente effettuati a seguito del dissesto che ha interessato la strada dell'Envers in questo tratto. Queste litologie, come abbiamo visto, sono legate a situazioni molto particolari e difficilmente individuabili senza delle specifiche indagini geognostiche.



Per definire l'**assetto stratigrafico** dei terreni interessati dalle principali opere in progetto è **stata realizzata una campagna geognostica** che ha previsto le seguenti indagini, realizzate dalla ditta GeoBim di Milano:

- 1) **Realizzazione di indagine geofisica mediante tomografia sismica**, con stendimento eseguito alla base del muro di sostegno sul quale è prevista la posa della struttura a sbalzo. L'indagine è stata realizzata per consentire di individuare la presenza di eventuali altri settori caratterizzati da sfavorevole situazione stratigrafica, simile a quella riscontrata nel tratto di strada dell'envers interessato da cedimento del muro di sostegno, e di eseguire quindi in maniera mirata le prove penetrometriche per indagare le consistenza dei terreni nei settori caratterizzati da situazione meno favorevole. L'indagine (vedi rapporto GeoBim e relative tavole in allegato), ha evidenziato la presenza di un substrato roccioso ad una profondità variabile dagli 8 ai 15 m, sovrastato da una coltre di terreni detritici sciolti. Una serie di anomalie nella stratigrafia sono state riscontrate nel tratto orientale dello stendimento, dove sono state poi concentrate le prove penetrometriche.
- 2) **Realizzazione di prove penetrometriche dinamiche** con penetrometro pesante (DPSH) e penetrometro leggero DL30. Sono state realizzate 10 prove DPSH, principalmente lungo il bordo esterno della strada nel tratto interessato dalla realizzazione della struttura a sbalzo (vedi planimetria delle indagini nell'allegato), e due prove con penetrometro leggero a valle della strada. Le prove hanno raggiunto una profondità variabile da 2.5 a 9.6 m, indicando gli spessori maggiori di deposito di copertura scarsamente addensato nel settore est della tratta.
- 3) **Realizzazione di carotaggi** (prof. 1 metro) per il prelievo dei campioni di terra interessati dallo scavo per la realizzazione dello sbalzo e dell'allargamento verso mente della strada.

Le indagini effettuate hanno evidenziato **una situazione stratigrafica piuttosto complessa, che consente di definire il seguente modello geologico** schematico (vedi anche sezioni geologiche in allegato):

- **Livello 1:** si tratta della massicciata stradale e dei terreni di riporto e reinterro granulari e ben addensati presenti al di sotto del nastro stradale nel tratto che percorre il ripido versante a valle e a est di Vulmianaz, caratterizzato da importanti murature di sostegno e controripa. Lo spessore di tale livello è solitamente attorno al metro, ma talora raggiunge i 2-2.5 m.

- **Livello 2:** deposito di riporto scarsamente addensato, che costituisce la parti più profonde del cuneo di reinterro a tergo del muro di sostegno, costituito da materiale scadente e che non ha risentito della compattazione artificiale cui sono stato sottoposti i livelli più superficiali e di migliore qualità impiegati per formare la massicciata stradale. Esso spesso poggia sopra un deposito detritico o colluviale naturale scarsamente addensato che presenta circa la stessa consistenza e che non si riesce a distinguere con la prova penetrometrica, per cui viene accorpato in questo livello. Lo spessore di questo livello è piuttosto variabile: da 1.5-2 m a oltre 5 m (prove DPSH 1 e 3).

- **Livello 3:** deposito prevalentemente detritico o glaciale ben addensato.

- **Livello 4:** si tratta del terreno presente ai due lati dell'impluvio alle sez. 17-19, dove deve essere realizzato il muro di sostegno della porzione di strada in ampliamento verso monte (vedi sezione stratigrafica). Esso è costituito da una consistente coltre (2-2.6 m) di suolo vegetale e deposito eluvio-colluviale scarsamente addensato.

- **Livello 5:** deposito alluvionale di conoide ben addensato, presente al di sotto del precedente livello.

## **8. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI MATERIALI INTERESSATI E INDAGINI GEOGNOSTICHE**

Il complesso assetto stratigrafico non rende agevole la definizione dei parametri geotecnici del terreno, che possono presentare notevole variabilità all'interno dello stesso livello. Schematicamente, sulla base delle risultanze delle prove effettuate, si può proporre il seguente prospetto:

	Angolo di attrito (°)	Coesione	Peso di Volume (kN/mc)
LIVELLO 1	34-38	/	1.9
LIVELLO 2	29-31 (25-26 DPSH 5)	/	1.7
LIVELLO 3	33-36	/	1.8
LIVELLO 4	29-30	/	1.7
LIVELLO 5	36-38	/	1.9

Notiamo (vedi sezioni stratigrafiche in allegato) che le murature di sostegno presenti a valle della strada e sulle quali dovrà essere poggiata la struttura a sbalzo della pista ciclabile dovrebbero insistere, se la profondità della fondazione corrisponde a quella rilevata nel tratto di strada franato (pari a 1.6 m ca.), sul livello 3 di buona consistenza. Tale assunzione è dubbia in corrispondenza della sez. 37 (prova DPSH 5), dove è presente un livello 2 dalle caratteristiche geotecniche molto scarse (angolo di attrito 25-26 gradi) fino alla profondità di circa 4 m, assimilabile a quanto riscontrato anche a profondità maggiore nel tratto di strada franato, posto poche decine di metri più a ovest.

Anche in corrispondenza della sezione 39 (prova DPSH 3) il livello 2, in questo caso con caratteristiche migliori ma ancora modeste (31-32 gradi), si spinge fino a 5.1 m di profondità.

**Queste condizioni stratigrafiche e geotecniche hanno cautelativamente suggerito**, in questa fase progettuale, di adottare in questi due tratti, per una trentina di metri ciascuno, **un tipologia di appoggio della struttura a sbalzo su micropali profondamente ancorati** nella porzione più consistente del deposito sottostante il muro. **La reale necessità e l'estensione di questo tipo di intervento dovrà essere determinata a seguito di ulteriori indagini geognostiche mirate**, consistenti in prove penetrometriche con penetrometro leggero, che potranno essere realizzate direttamente alla base dell'attuale muro di sostegno per verificare la consistenza del terreno direttamente sotto la sua fondazione, abbinate a scavi manuali (l'acclività del terreno rende difficile accedere con mezzi meccanici) per verificarne la profondità (se la situazione corrisponde a quanto riscontrato nel tratto franato l'estradosso del dado di fondazione dovrebbe essere a circa 1 metro di profondità). Per questo tipo di indagine si può conteggiare una spesa complessiva nell'ordine dei 2000 €.

**Per quanto riguarda la caratterizzazione del terreno** per il suo inquadramento nelle categorie di cui alle Norme Tecniche del 2018 in materia di criteri generali **per la classificazione sismica del territorio, per quanto riguarda il tratto di pista che corre a sbalzo a valle della sede viabile** nel ripido tratto a valle e a est di Vulmianaz (dalla sezione 30 in poi), si può fare riferimento alle indagini eseguite. Lo stendimento sismico indica infatti la presenza del substrato roccioso a 10-15 m dal piano campagna alla base del muro di sostegno. Le prove penetrometriche evidenziano d'altra parte la locale presenza di terreni scadenti nei primi metri di sottosuolo che, se si considera che le sollecitazioni imposte sul terreno dalle opere in progetto si esplicano essenzialmente a partire dal piano di appoggio del muro di sostegno su cui insiste lo sbalzo, presentano uno spessore limitato a 2-3 metri. Se consideriamo che tale spessore viene mediato con gli strati sottostanti a elevata consistenza che raggiungono il substrato, **l'intera sequenza può essere classificata in categoria "B" delle norme tecniche.**

**Per il tratto di intervento che insiste sui depositi alluvionali delle conoidi** dei rivi di St. Marcel e Jayer (fino alla sezione 30), le indagini effettuate e l'assetto stratigrafico tipico di queste situazioni, con spessa coltre di deposito alluvionale grossolano ben addensato al di sotto di un limitato livello di coltre di suolo ed eluvio-colluviale (inferiore a 3 m) **consente di classificare il sottosuolo in categoria "B".**

## **9. CARATTERIZZAZIONE E GESTIONE TERRE E ROCCE DA SCAVO**

In relazione alla **problematica della gestione delle terre da scavo** (art. 185 D. Lgs. 152/2006 e L. 164/2014 e D.P.R. 120/2017), nel corso delle indagini geognostiche descritte è stato effettuato il prelievo dei campioni rappresentativi delle varie situazioni che caratterizzano i lavori in progetto. In particolare, sono state prelevati campioni sotto la sede stradale dell'envers nello spessore di circa 1 metro interessato dalle scavo per la posa dello sbalzo e sul bordo della strada nel tratto dove è previsto l'allargamento verso monte.

In previsione di questi interventi sono stati effettuati dalla ditta GeoBim tre prelievi di campioni da avviare all'analisi come terre e rocce da scavo (vedi planimetria GeoBim in allegato):

- **Campione C1:** terreno al di sotto dello strato di asfalto, relativo allo spessore di circa 1 metro da asportare per la realizzazione dello sbalzo (campionato tramite carotatrice);
- **Campione C2:** idem alcune centinaia di metri più a ovest;
- **Campione C3:** terreno interessato dallo scavo dell'attuale banchina e del terreno prativo per la realizzazione della massicciata stradale in allargamento verso monte (campionato tramite carotatrice);
- **Campione MIX 1+2:** miscela dei campioni 1 e 2 per la verifica dell'eluato (Allegato 3 D.M. 05/04/2006 n°186 – “test di Cessione”).

Come si può verificare dai bollettini allegati (nel rapporto GeoBim), **i due campioni prelevati al di sotto dell'asfalto hanno evidenziato la presenza di contaminazione da idrocarburi pesanti, con valori superiori alla soglia di riferimento della Colonna A della Tab.1 - D.Lgs 152/06 - All. p.te IV, all.5 al tit.V (aree residenziali ed agricole), ma contenuti nei limiti dei valori soglia della Colonna B (Aree industriali e artigianali).** Il campione C2 presenta inoltre valori sopra soglia rispetto alla Colonna A anche per alcuni metalli pesanti (Cobalto, Cromo tot., Nichel). Quest'ultimo tipo di contaminazione **rientra in una casistica ormai nota per questo settore di territorio**, come più volte verificato in occasione di altre indagini, ascrivibile a un **superamento per contaminazione naturale** legata al particolare tipo di rocce che costituisce il versante a monte. Il Campione C3, prelevato nei terreni prativi al margine di monte della strada nel tratto più a ovest del lotto in progetto, presenta soltanto la problematica legata alla presenza di metalli pesanti.

**Risulta quindi evidente che la contaminazione da idrocarburi pesanti è legata alla posizione del terreno campionato subito al di sotto dell'asfalto** per i due campioni caratterizzati da questa collocazione e può essere giustificata sia dalla lisciviazione e dal deposito di tali sostanze per percolazione attraverso la pavimentazione stradale, sia per contaminazione legata alla modalità di prelievo dei campioni (con carotatrice, per evitare di

sollevare una significativa porzione di asfalto in un momento di forte gelo con conseguente difficoltà di ripristinare il manto stradale).

**Il “test di Cessione”,** effettuato sul mix di campioni 1-2, **evidenzia per questo materiale** prelevato sotto l’asfalto **una ridotta tendenza a cedere i contaminanti**: esso risulta infatti coerente con le soglie previste dalla normativa.

Si evidenzia infine che **l’analisi dell’asfalto** ai fini del suo smaltimento in fase di cantiere **ha evidenziato che la composizione dello stesso consente di classificarlo come rifiuto non pericoloso** (D.lgs. 152/06 s.m.i. e ai sensi della Decisione 2000/532/CE modificata dalla decisione 2014/955/UE, dal regolamento UE 1357/2014 e dal regolamento UE 2017/997)

Stante la situazione descritta, a seguito di un confronto con i tecnici dell’A.R.P.A. e degli Uffici Regionali preposti, è stata concordata la seguente soluzione tecnica. Tutto il terreno interessato dagli scavi nell’ambito del cantiere sarà impiegato in loco come materiale di riporto per reinterri e per la formazione di rilevati. In particolare i materiali caratterizzati dalla doppia contaminazione naturale e antropica verrebbero utilizzati:

- **Nella maggior misura possibile per il reinterro a tergo della muratura di sostegno della strada** in allargamento verso monte in corrispondenza dell’avvallamento dove corre il rio che scende da Surpian. In questo caso il materiale resterebbe “sigillato” al di sotto del manto stradale in asfalto, quindi protetto da fenomeni di lisciviazione. Il nastro stradale inoltre in questo caso può essere assimilato ad una zona di tipo industriale-artigianale, per cui i materiali scavati rientrano nel parametro di norma rappresentato dalla colonna B del D.Lgs 152/06.

- **per la realizzazione del rilevato della pista ciclabile di accesso ai due lati del canale idroelettrico ex-ENEL.** In questo caso il terrapieno verrebbe protetto in parte della pavimentazione della pista stessa, in parte, lungo la scarpata a valle, da una guaina impermeabile ricoperta da uno strato di materiale terroso privo di contaminazione da idrocarburi (terreno scavato nel tratto prativo iniziale) dello spessore di circa 1 m, accuratamente costipato e reinverdito.

E' stato infine concordato di **eseguire ulteriori analisi in corso d'opera sul materiale da escavare al di sotto dell'asfalto**, provvedendo in questo caso al suo prelievo una volta asportato lo stesso, in maniera da verificare se permangono le condizioni attualmente riscontrate anche a seguito di un diverso tipo di campionamento. In questo modo, se le nuove indagini dovessero dare risultato favorevole, previo nuovo confronto con ARPA e gli Uffici Regionali, potrà essere evitata la posa della guaina protettiva e valutata, se utile ai fini della migliore e più economica gestione del cantiere, una diversa collocazione dei materiali scavati.

## **10. CONCLUSIONI E INDICAZIONI E SUGGERIMENTI SULL'OPERA IN PROGETTO**

Le osservazioni effettuate hanno consentito di verificare la fattibilità degli interventi previsti con **problemi di ordine geologico-tecnico concentrati nel tratto dove è prevista la realizzazione dello sbalzo a valle della sede viabile della strada dell'Envers**, che coincide in gran parte anche con la parte di tracciato soggetta al rischio di caduta massi.

In questo settore **è stata quindi eseguita la campagna di indagini geognostiche prevista in sede di progettazione preliminare**, illustrate nel corso della relazione e allegate al fondo della stessa (rapporto della ditta GeBim, incaricata delle indagini).

**I fenomeni di dissesto in precedenza descritti richiedono la progettazione di opere di difesa.** La presenza di una vecchia barriera priva di certificazioni, ancorché in buono stato di conservazione, e di altri interventi localizzati e il fatto che essi non coprono in ogni caso tutta la tratta oggetto di intervento, non garantiscono un'adeguata protezione, per cui è stato necessario cautelativamente prevedere su tutta la tratta la posa di opere di difesa. In accordo coi progettisti, sono state quindi proposte le seguenti opere di protezione (vedi anche tav. schematica in allegato e tavole progettuali).

### **INTERVENTI ATTIVI**

- A) Disgaggio + rete doppia torsione armata su pendio detritico
- B) Placcaggio blocco con pannello rete in fune o rete a doppia torsione fittamente armata

- C) Placcaggio blocco con pannello rete in fune o rete a doppia torsione fittamente armata
- D) Placcaggio sperone roccioso con pannelli rete in fune o rete a doppia torsione fittamente armata
- E) Rete doppia torsione armata a completamento dall'attuale intervento su scarpata detritica (chiusura sul lato est)
- F) Rete doppia torsione armata su sperone roccioso
- G) Rete doppia torsione armata su estesa scarpata detritica e rocciosa.

### **INTERVENTI DI MANUTENZIONE**

- A) Manutenzione rete doppia torsione (da svuotare sacche detrito e aggiungere qualche ancoraggio (chiodi imboiaccati)
- B) Manutenzione barriera paramassi attuale (antiruggine)

### **INTERVENTO BARRIERA PARAMASSI (500 kJ H. 3 m)**

E' in progetto la posa di 6 tratte di barriera (vedi planimetria schematica) di vario sviluppo. In alcuni tratti le condizioni morfologiche (presenza di speroni rocciosi) rendono difficile la posa delle tre campate necessarie per il corretto funzionamento della barriera e la sua omologazione (tratto 3 e 5), per cui potrà essere necessario prevedere delle campate di lunghezza ridotta rispetto ai 10 metri standard.

Nel corso della relazione è stata evidenziata **l'interferenza dell'opera con le fasce di vincolo degli ambiti inedificabili per frana e inondazione**, in relazione ai problemi di caduta massi dalle scarpate a monte della strada dell'Envers e alla dinamica dei torrenti St. Marcel e Jayer. Rispetto a questi ultimi, l'opera in progetto risulta scarsamente vulnerabile e non si ravvisano quindi significativi problemi per la sua compatibilità, che, come d'altra parte per gran parte del tracciato della pista ciclabile "Vélodoire", sarà anche legata alle misure gestionali da prevedere in caso di previsione di condizioni meteo particolarmente avverse. **Rispetto alle potenzialità di frana**, è stato evidenziato che esse saranno **efficacemente contrastate grazie alle opere previste in progetto e appena illustrate, come confermato anche dall'analisi di rischio specificatamente eseguita (relazione a parte), per cui anche in questo caso si può affermare la compatibilità dell'opera con la situazione di dissesto in atto ai sensi della D.G.R. 2939/2008.**

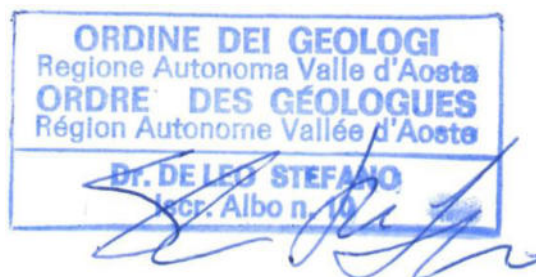
A seguito delle indagini geognostiche eseguite, è stato possibile caratterizzare dal punto di vista stratigrafico e geotecnico i terreni interessati dai lavori, riscontrando una situazione piuttosto complessa. Su gran parte del



tracciato i parametri riscontrati consentono di intervenire con le opere previste, rappresentate in particolare dallo sbalzo in c.a. posato sulla fondazione esistente. In due punti la situazione stratigrafica e le caratteristiche dei terreni delineati dalle indagini eseguite **hanno cautelativamente suggerito**, in questa fase progettuale, di adottare in questi due tratti, per una trentina di metri ciascuno, **un tipologia di appoggio della struttura a sbalzo su micropali profondamente ancorati** nella porzione più consistente del deposito sottostante il muro. Come meglio indicato nello specifico paragrafo, **la reale necessità e l'estensione di questo tipo di intervento dovrà essere determinata a seguito di ulteriori indagini geognostiche mirate**, consistenti in prove penetrometriche con penetrometro leggero realizzate alla base del muro. Per questo tipo di indagine su può conteggiare una spesa complessiva nell'ordine dei 2.000 €.

E' stata infine evidenziata la problematica relativa alla gestione delle **terre e rocce da scavo**, per le quali le analisi eseguite sui campioni prelevati nel corso dell'indagine geognostica **hanno indicato la presenza, come usuale in questo settore della Valle, di inquinanti naturali sopra la soglia prevista dalla normativa**. Esse hanno però evidenziato anche **la presenza, nei campioni prelevati sotto l'asfalto, di idrocarburi pesanti**. A seguito di tale riscontro è stato avviato un confronto con l'A.R.P.A. e gli Uffici Regionali, che ha consentito di concordare una procedura di gestione dei materiali che ne preveda il riutilizzo in loco mediante opportuni accorgimenti (protezione con guaina impermeabile), come estesamente illustrato nel paragrafo 9.

Aosta, 14/04/2022



## SOMMARIO

1. GENERALITÀ.....	1
2. CARATTERISTICHE SOMMARIE DELL'OPERA IN PROGETTO .....	2
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO ..	3
4. QUADRO DEI DISSESTI E DEI RELATIVI VINCOLI.....	9
5. VERIFICHE DI CADUTA MASSI .....	12
6. COMPATIBILITA' DELL'INTERVENTO CON LO STATO DI DISSESTO ESISTENTE .....	13
7. ASSETTO STRATIGRAFICO E MODELLO GEOLOGICO DEL TERRENO .....	16
8. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI MATERIALI INTERESSATI E INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	18
9. CARATTERIZZAZIONE E GESTIONE TERRE E ROCCE DA SCAVO.....	20
10. INDICAZIONI E SUGGERIMENTI SULL'OPERA IN PROGETTO .....	23

## ALLEGATI

- Schema geomorfologico e dei dissesti del comprensorio in esame, alla scala 1:5.000;
- Carta geomorfologica e dei dissesti di dettaglio del tratto a valle di Vulmianaz , alla scala 1:1.500;
- Stralcio delle carte degli ambiti per frana (art. 35 L.R. 11/98) e inondazione (art. 36 L.R. 11/98) e colata detritica art. 35 comma 2)
- Allegato sezioni stratigrafiche
- Planimetria indicativa degli interventi.
  - Rapporto indagini geognostiche analisi chimiche sui terreni (ditta GeoBim)
- Allegato verifiche di caduta massi
- Allegato fotografico.









## **ALLEGATO CARTOGRAFICO**

## Stralcio carta GEOLOGICA-GEOMORFOLOGICA



LEGENDA

SCALA 1:5.000

### Copertura quaternaria

	art	Accumuli di riporto, rilevati artificiali, colmate
	df	Detrito di falda
	al-dc	Depositi detritico-alluvionali di conoide
	al-c	Depositi alluvionali di conoide
	al	Depositi alluvionali recenti
	f	Frane di scivolamento/colamento
	dm	Depositi detritici di genesi mista
	ga	Depositi glaciali indifferenziati

### Substrato roccioso

	Cs	Zona Piemontese: Calcescisti e Micascisti prevalenti.
	Pr-an	Zona Piemontese: Pietreversi prevalenti

### Tettonica gravitativa

		Settore di versante soggetto a DGPV
---	--	-------------------------------------

### Simboli

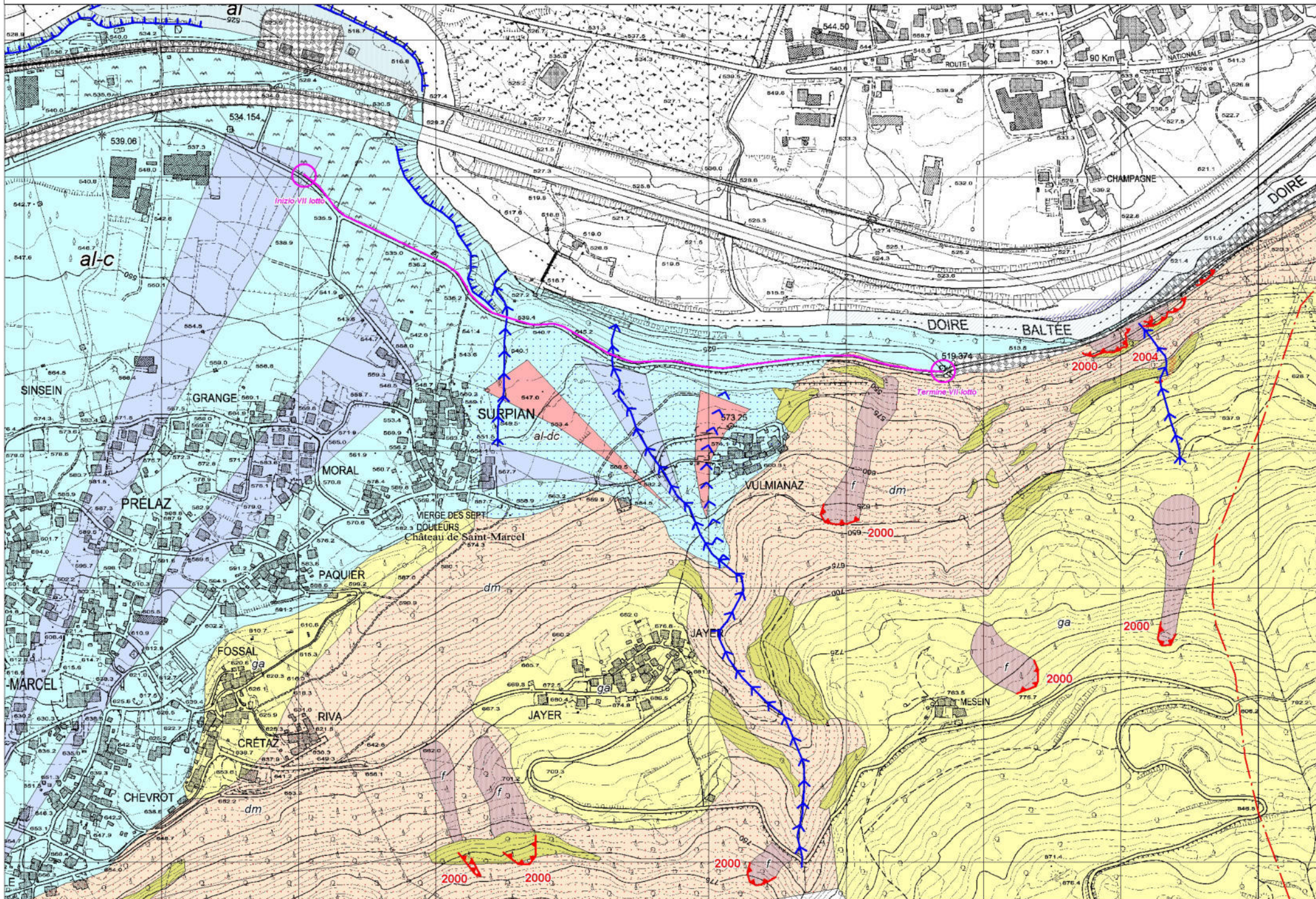
		Conoidi
		Terreni imbibiti
		Sorgente / sorgente captata
		Frana puntuale
		Asta torrentizia principale
		Orlo di scarpata fluviale
		Orlo di terrazzo di erosione
		Nicchia di distacco di frana
		Scarpata di erosione
		Linea di frattura
<b>Opere</b>		
		Tracciato pista ciclabile in progetto

Autorizzazione uso cartografia regionale  
n.272 del 09.01.2001 e n. 378 del 05.07.2001

Studio Geologico Stefano DE LEO  
Via Kaolack, n.13 Aosta

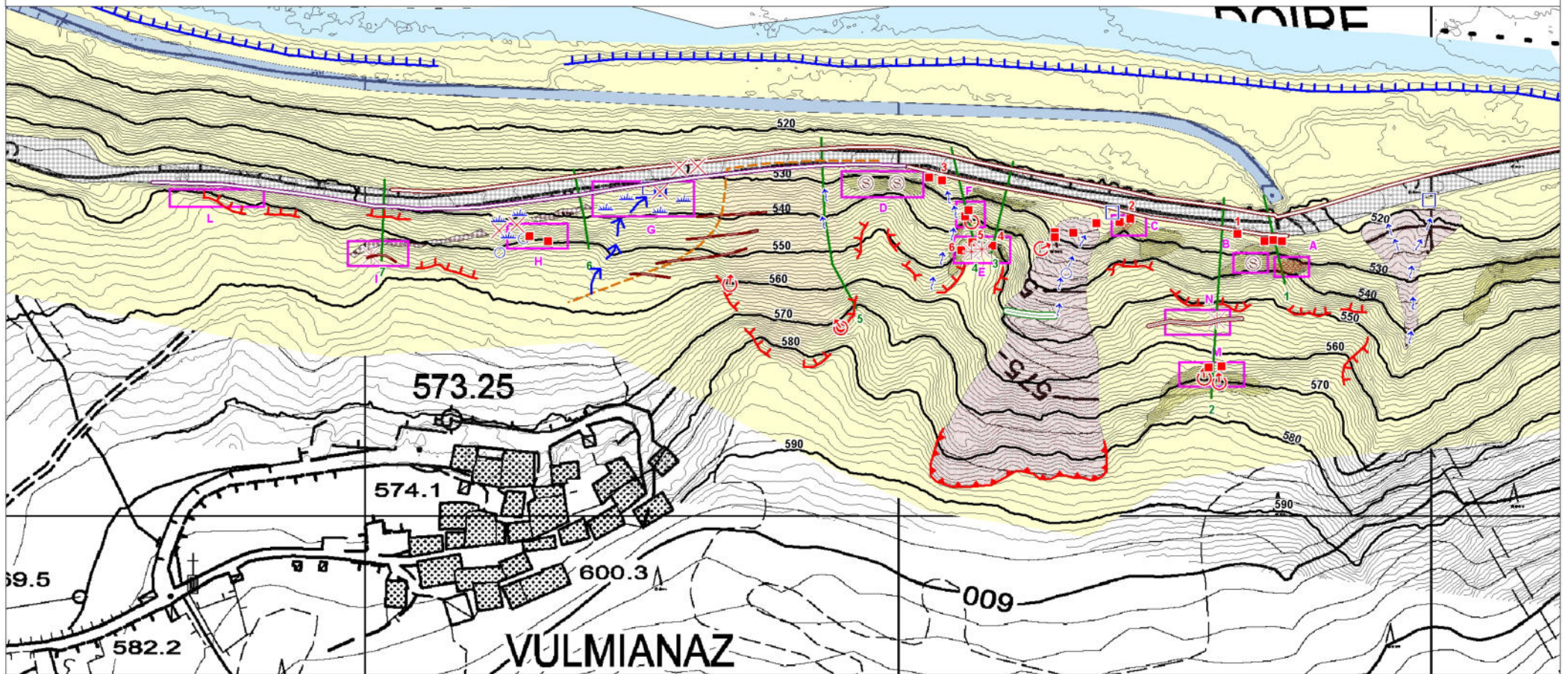


Stralcio carta GEOLOGICA-GEOMORFOLOGICA





Carta GEOMORFOLOGICA e dei DISSESTI di dettaglio



LEGENDA

SCALA 1:1'500

Elementi antropici

- Situazioni di dissesto
- Simulazione traiettografica
- Palificate di stabilizzazione
- Metanodotto
- Terrazzamento ammalorato
- Muratura in pietra e malta sormontata da barriera paramassi rigida da 2m
- Muratura in pietra e malta
- Vallo
- Intervento di stabilizzazione
- Pista forestale
- Rilevato SR Envers
- Canale di derivazione CVA

Simboli

- Vasca di raccolta delle acque
- Diretrici preferenziali delle acque superficiali
- Terreni imbibiti
- Tombinatura
- Terrazzo di erosione fluviale
- Sorgente
- Ruscello
- Opere antropiche danneggiate
- Situazione di marcata instabilità
- Nicchia di frana/crollo recenti
- Settore con roccia fratturata
- Blocco di crollo recente
- Terrazzo di erosione

Quaternario

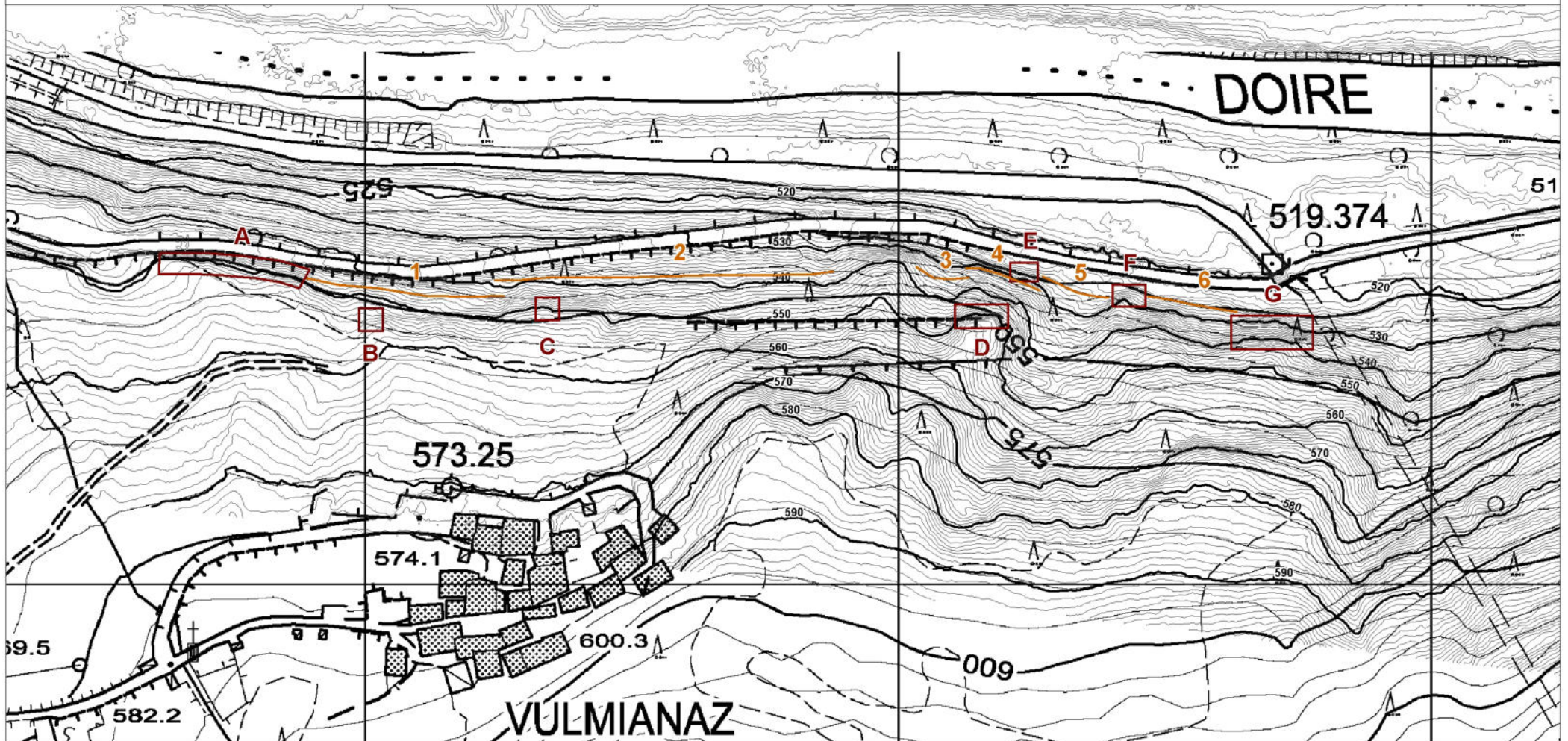
- Depositi alluvionali recenti di fondovalle
- Area interessata da fenomeni di frana (Alluvione 2000)
- Depositi di genesi mista e/o depositi glaciali

Substrato roccioso

- Zona Piemontese: Pietreversi prevalenti



SCHEMA DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO



LEGENDA

SCALA 1:1'500

Interventi attivi

- A) Disgaggio più rete doppia torsione armata
- B) Placcaggio blocco con pannello rete in fune
- C) Placcaggio blocco con pannello rete in fune
- D) Placcaggio sperone roccioso con pannelli rete in fune
- E) Rete doppia torsione armata
- F) Rete doppia torsione armata
- G) Rete doppia torsione armata



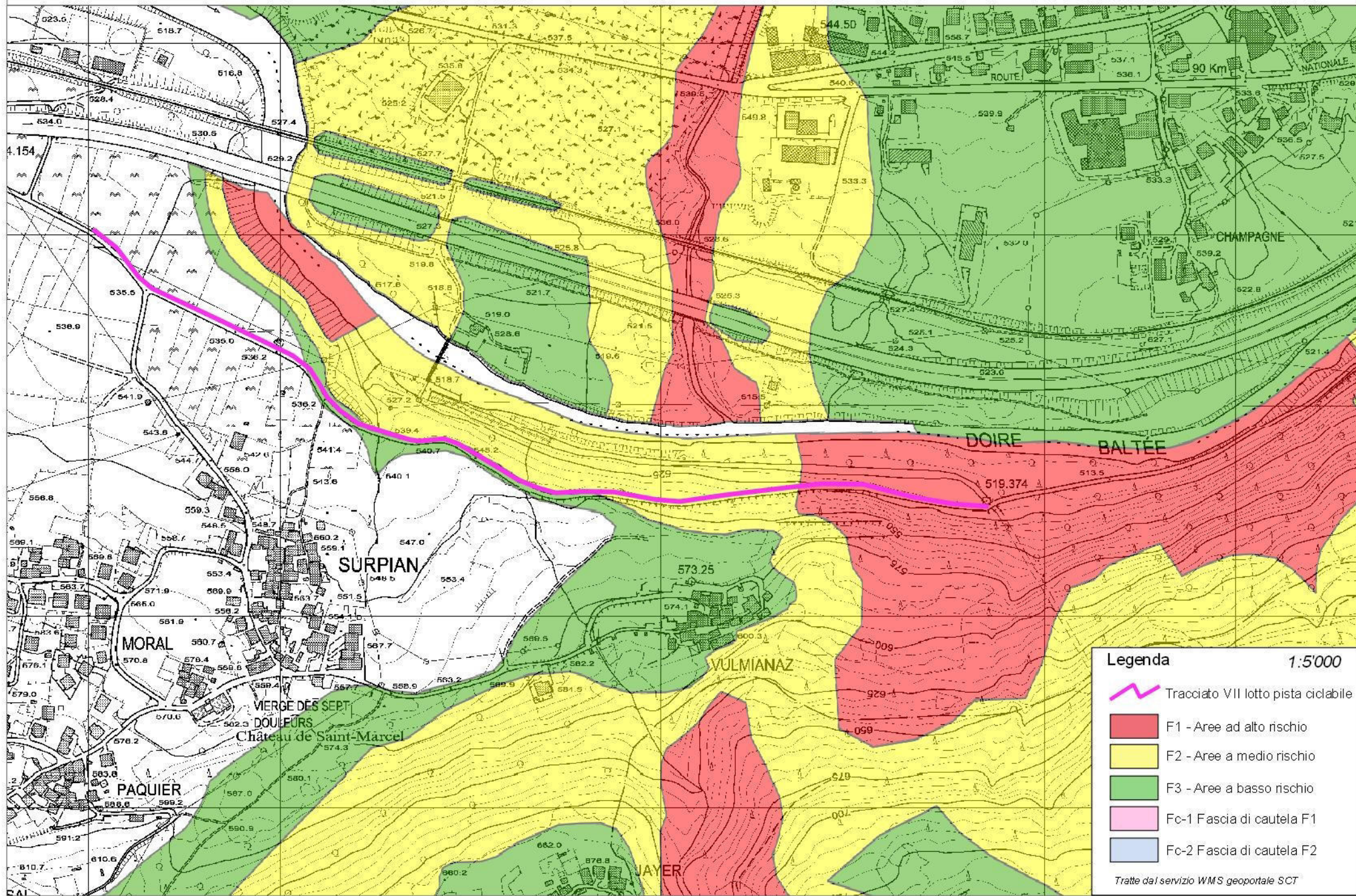
Interventi passivi - Barriera paramassi 500kJ H.3m

**STRALCI CARTOGRAFIE AMBITI INEDIFICABILI  
(ai sensi della L.R. 11/98)**

**E DELLO STUDIO DI BACINO SUL T. DE ST. MARCEL E VULMIANAZ**

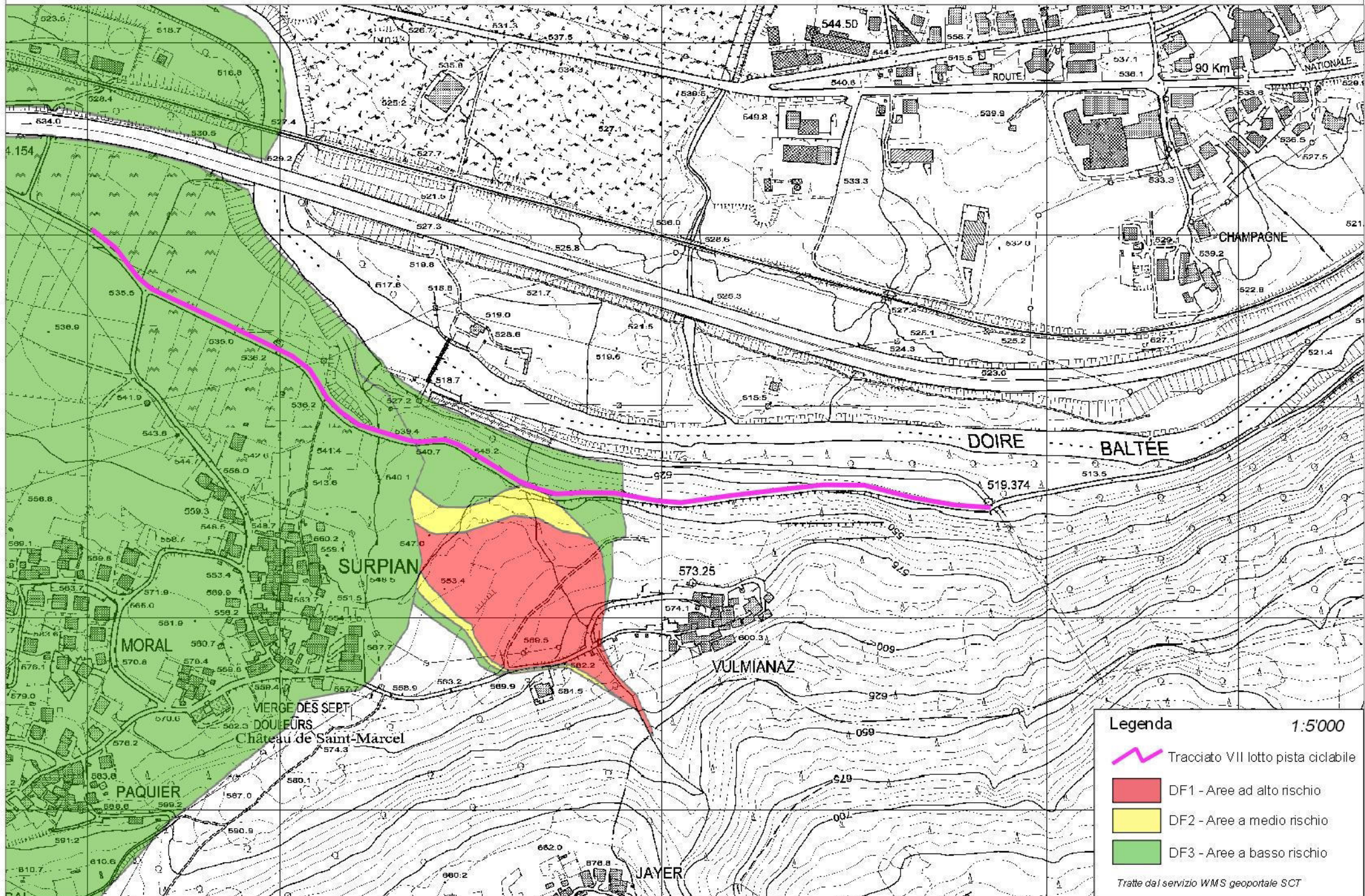


Stralcio degli ambiti inedificabil per il rischio di frana Art. 35 LR 11/98 dei comuni di St. Marcel e Nus



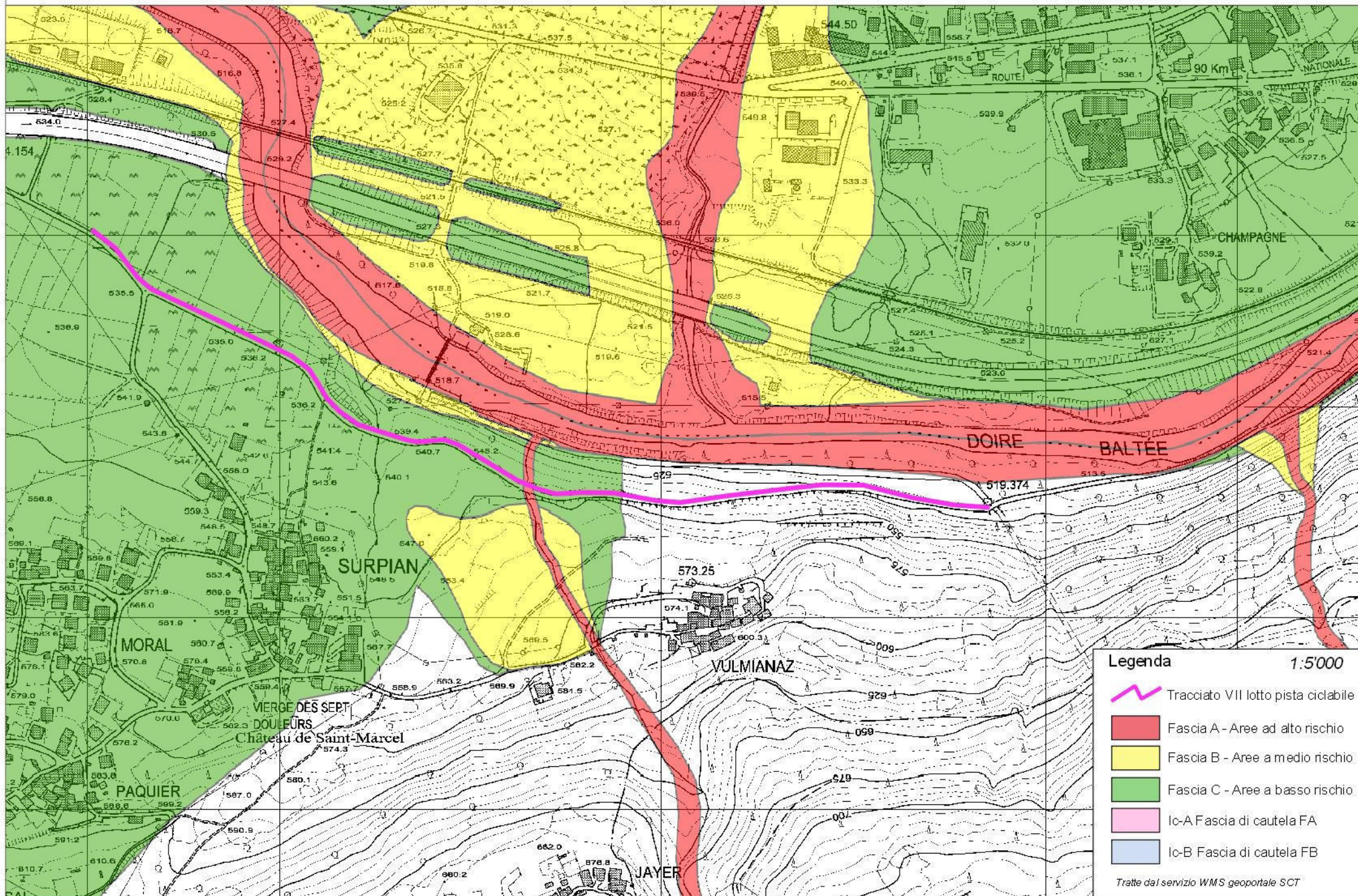


Stralcio degli ambiti inedificabili per il rischio di trasporto di massa Art. 35 comma 2 LR 11/98 dei comuni di St. Marcel e Nus





Stralcio degli ambiti inedificabili per il rischio di inondazione Art. 36 LR 11/98 dei comuni di St. Marcel e Nus





**ALLEGATO SEZIONI STRATIGRAFICHE**



# COMUNE DI SAINT MARCEL

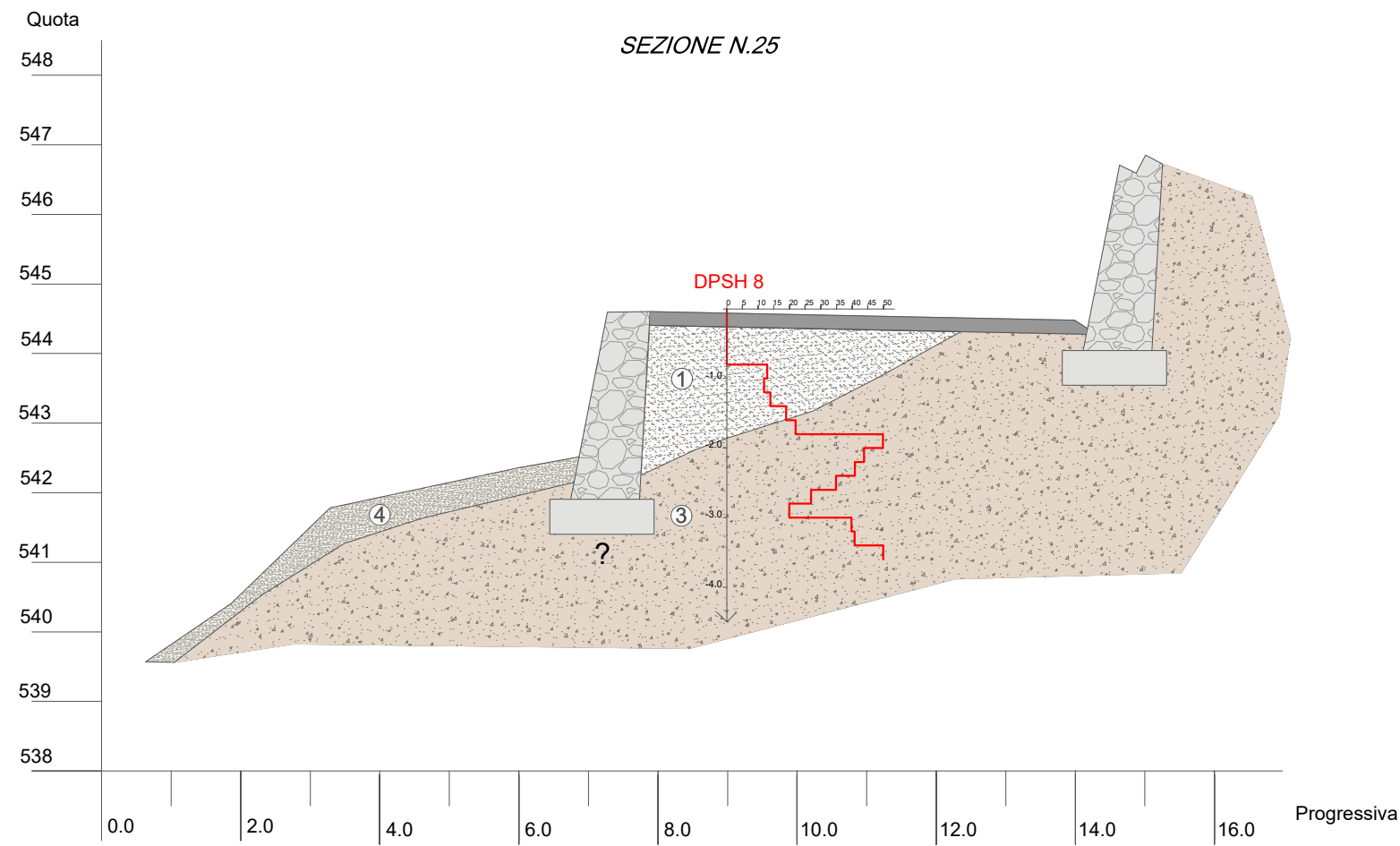
## VELODOIRE VII LOTTO

### SEZIONI GEOLOGICHE - STRATIGRAFICHE SU SEZIONI DI PROGETTO

Geol. DE LEO Stefano  
Via Kaolack n. 13  
11100 - Aosta (AO)

Aprile 2022

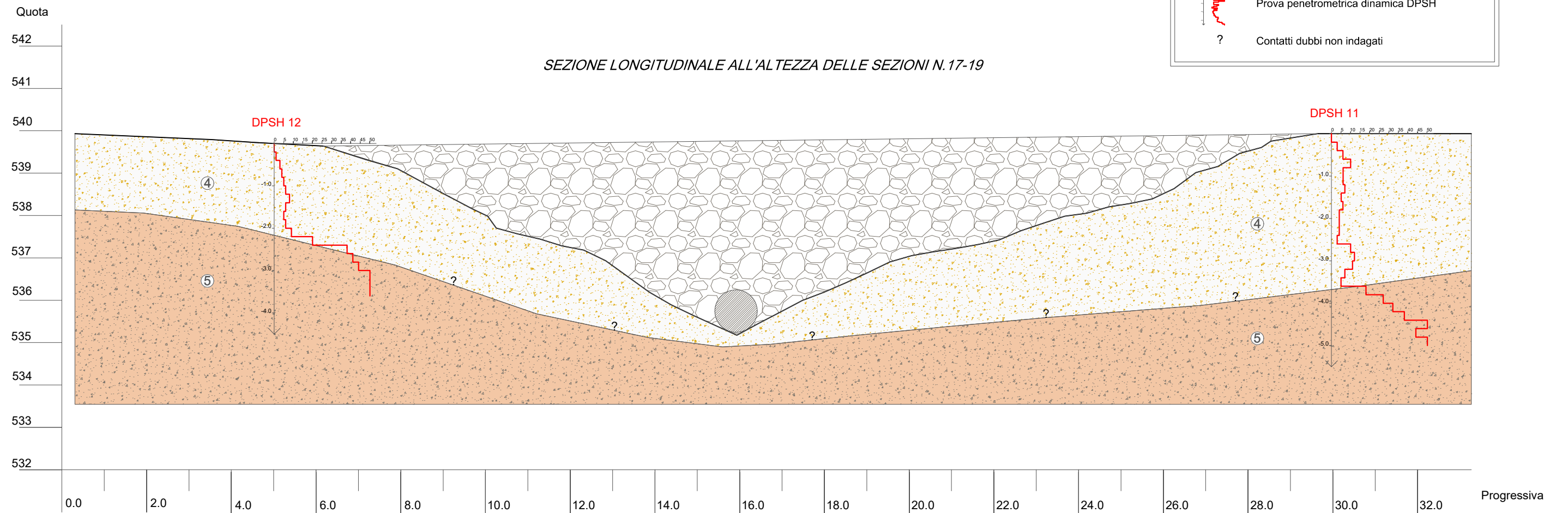
Rev.0.0



#### LEGENDA

Scala 1:100

- ① Massiccata stradale, riporto ben addensato
- ② Materiali di riporto e reinterro scarsamente addensati e/o detrito colluviale scarsamente addensato
- ③ Deposito prevalentemente detritico ben addensato
- ④ Suolo vegetale e eluvio-colluviale scarsamente addensato
- ⑤ Deposito alluvionale di conoide ben addensato
- Prova penetrometrica dinamica DPSH
- ? Contatti dubbi non indagati



# COMUNE DI SAINT MARCEL

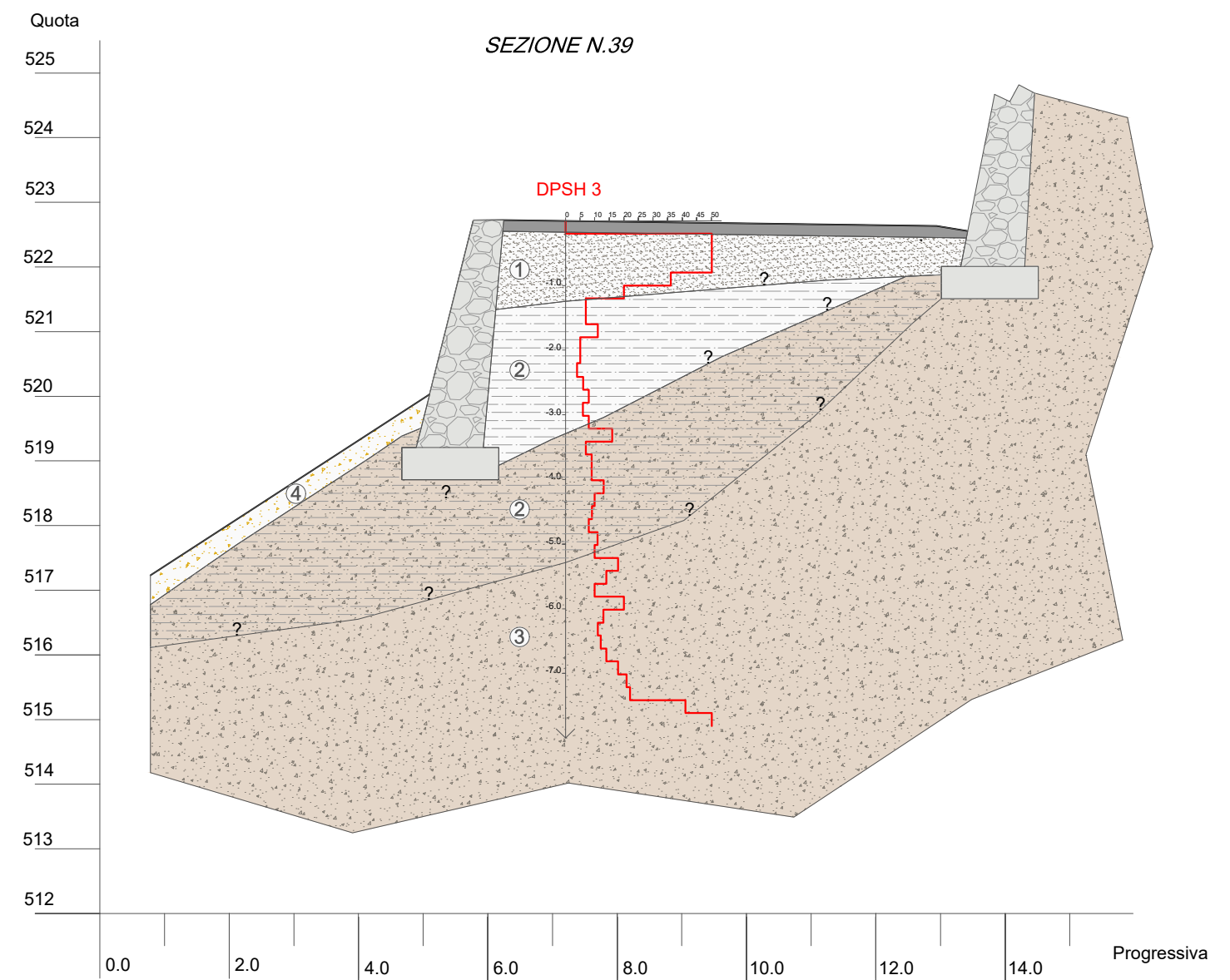
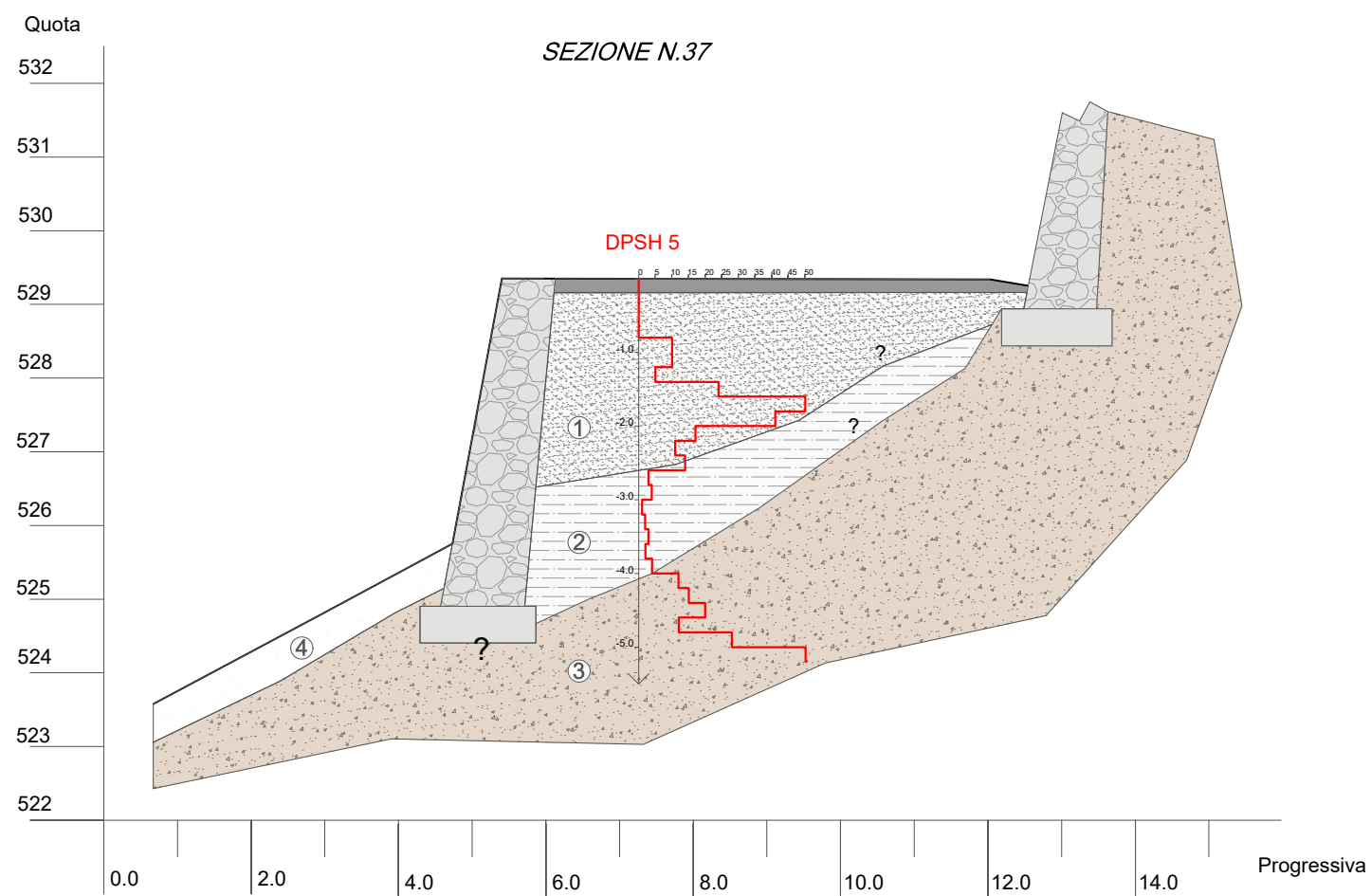
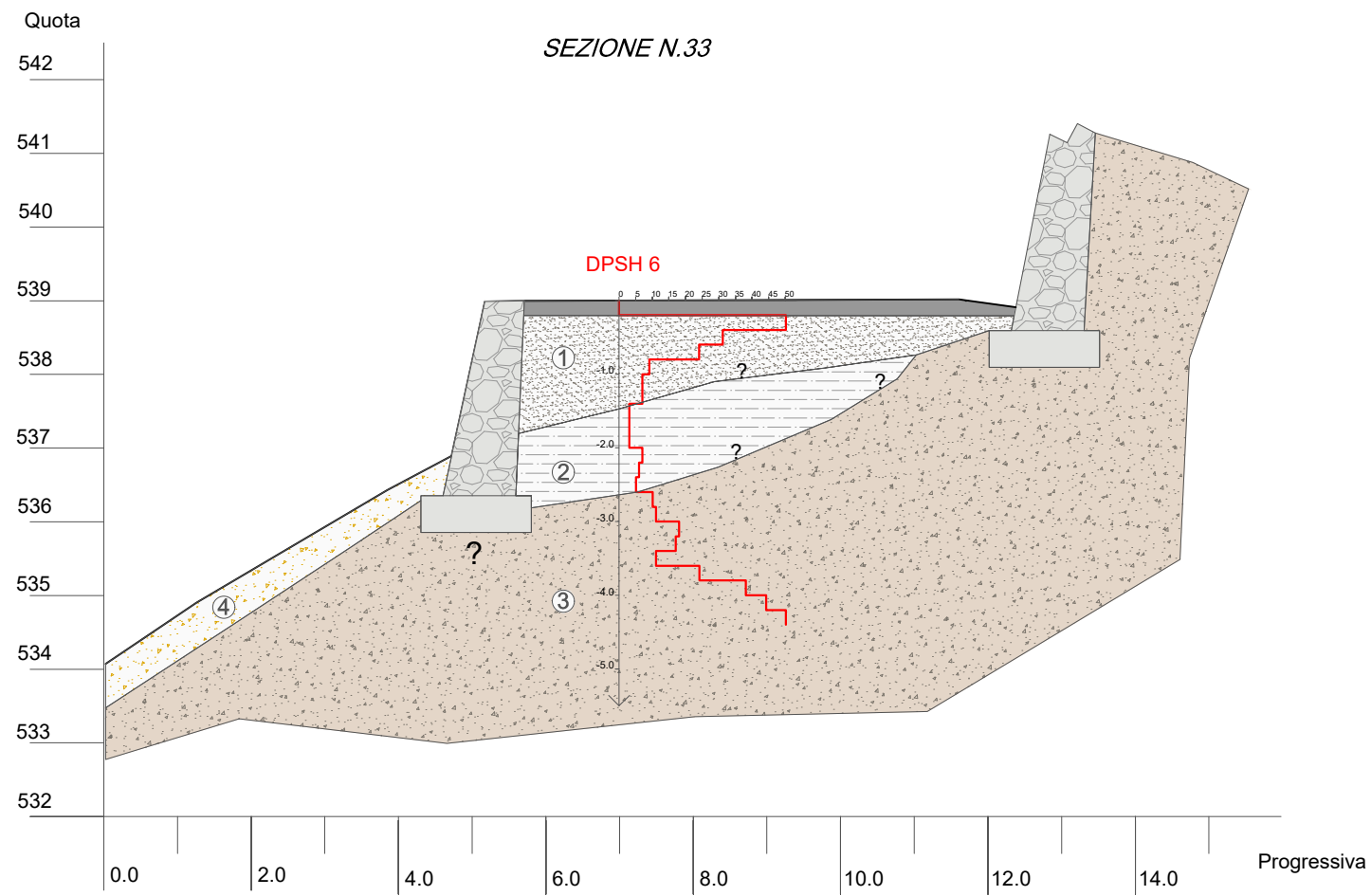
## VELODOIRE VII LOTTO

### SEZIONI GEOLOGICHE - STRATIGRAFICHE SU SEZIONI DI PROGETTO

Geol. DE LEO Stefano  
Via Kaolack n. 13  
11100 - Aosta (AO)

Aprile 2022

Rev.0.0

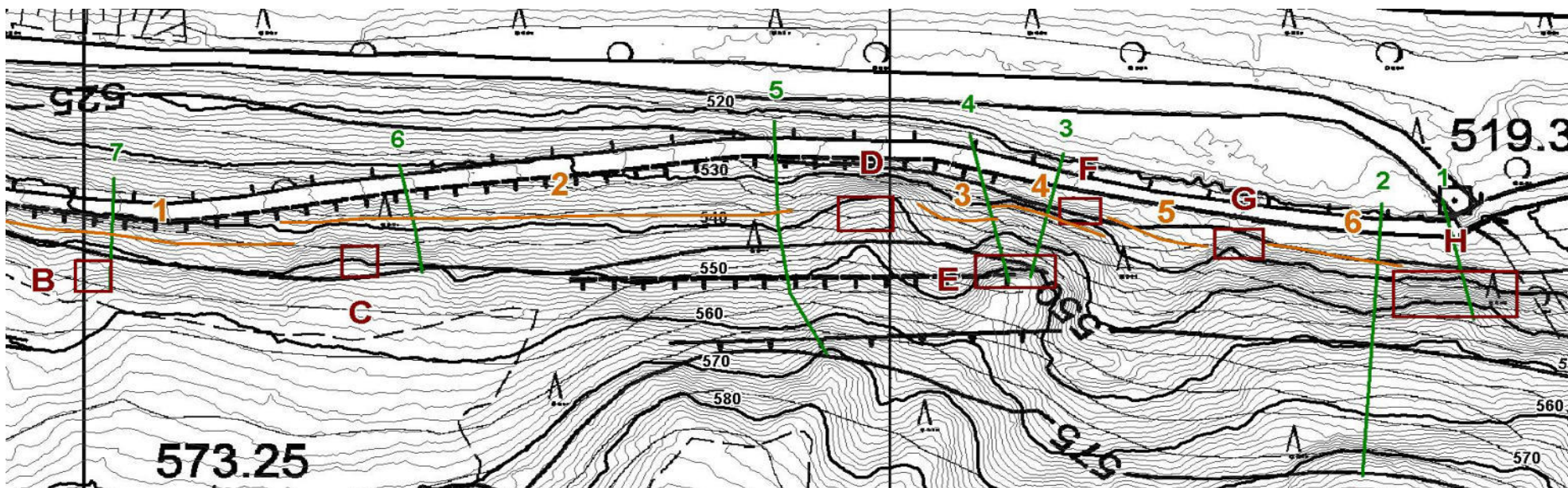


**ALLEGATO VERIFICHE DI CADUTA MASSI**



**RIASSUNTO RISULTATI PROFILI TRAIETTOGRAFICI - Pista ciclabile VII lotto**

Profili	Transiti (%)	Altezza progr. barriera (m)	Velocità (m/s)	Vol. (mc)	Energie UNI (kJ)	Energia barr. MEL (kJ)
1	98.6	1.9	8.6	0.5	76.9	416.7
2	21.9	1.5	14.2	0.5	209.7	416.7
3	100.0	2.0	16.5	0.5	283.2	416.7
4	100.0	1.1	15.9	0.5	262.9	416.7
5	22.7	0.5	8.3	2.0	286.6	416.7
6	27.2	0.5	7.1	2.0	209.7	416.7
7	48.9	0.5	7.5	2.0	234.0	416.7



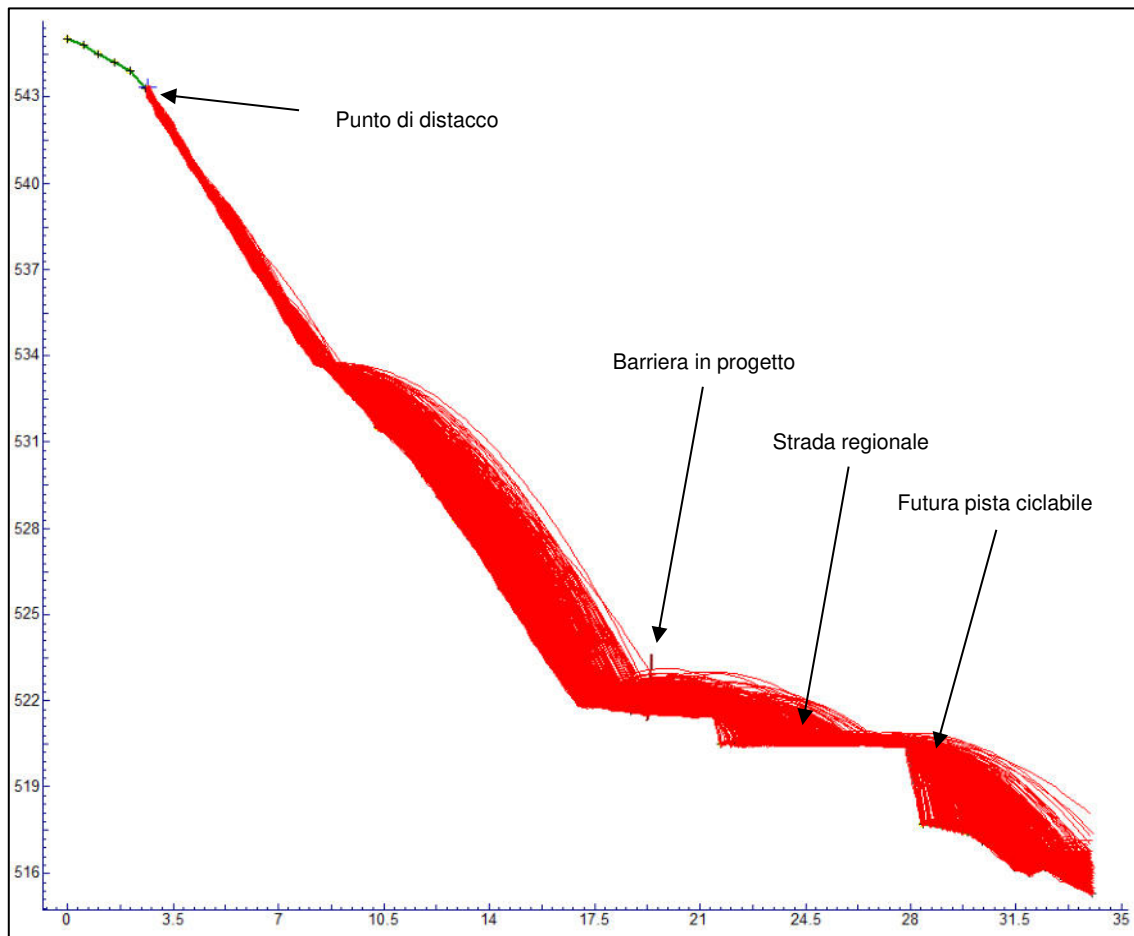
## PROFILO 1 - Pista ciclabile VII lotto

### COEFFICIENTI DI RESTITUZIONE DEI MATERIALI COSTITUENTI IN PENDIO:

Roccia compatta:	Rn (0,42 St. Dev.0,04)	Rt. (0,92 St. Dev.0,04)	Friction Angle (10° St. Dev. 2°)	Slope Rougnes (2°)
Roccia fratt. con vegetata:	Rn (0,37 St. Dev.0,04)	Rt. (0,87 St. Dev.0,04)	Friction Angle (15° St. Dev. 2°)	Slope Rougnes (2°)
Falda detritica attiva:	Rn (0,33 St. Dev.0,04)	Rt. (0,82 St. Dev.0,04)	Friction Angle (35° St. Dev. 2°)	Slope Rougnes (3°)
Falda detritica vegetata:	Rn (0,32 St. Dev.0,04)	Rt. (0,82 St. Dev.0,04)	Friction Angle (30° St. Dev. 2°)	Slope Rougnes (2°)
Coltre prativa:	Rn (0,28 St. Dev.0,04)	Rt. (0,78 St. Dev.0,04)	Friction Angle (15° St. Dev. 2°)	Slope Rougnes (2°)
Asfalto:	Rn (0,37 St. Dev.0,04)	Rt. (0,85 St. Dev.0,04)	Friction Angle (30° St. Dev. 2°)	Slope Rougnes (0°)
Murature:	Rn (0,40 St. Dev.0,04)	Rt. (0,85 St. Dev.0,04)	Friction Angle (15° St. Dev. 2°)	Slope Rougnes (2°)

### PARAMETRI DI CALCOLO DEL MODELLO:

Densità della roccia:	2'700Kg/mc	Blocco di progetto:	0.5mc
Numero di scendimenti:	1000	Velocità partenza - cut off	1m/s - 0.1m/s
Standard deviarions nodi profilo	0.1	Coeff. di correzione per velocità	-



Progressiva intervento	Blocco di progetto		0.5	mc
V. 95% (m/s)	8.6	m/s	Franco minimo	0.50
H. 95% (m)	1.9	m	UNI11211-4 (2018)	m

### VERIFICA BARRIERA NORMA UNI11211-1 su blocco di progetto

Velocità 95% (Vt)	Vt	8.6	m/s	Y <sub>Tr</sub>	Y <sub>Dp</sub>
Coeff. Correzione velocità (γF)		1.12		1.1	1.02
<b>Velocità di progetto (Vd)</b>		9.65	m/s		
Volume progetto (Vol b)		0.5	mc		
Peso specifico roccia (γ)		2700.0	Kg/mc	Y <sub>roccia</sub>	Y <sub>VolF1</sub>
Coeff. Sicurezza Vol. Blocco (γm)		1.02		1.02	1.00
<b>Massa blocco di progetto (md)</b>		1377.0	mc		
<b>Azione di impatto (Ed)</b>		64.1	kJ		

Coeff. di correzione su Ed in funzione del bene da proteggere			
1	1.05	1.1	1.2
Modesti	Riparabili	Diff. Riparabili	Non riparabili

<b>Azione Ed corretta</b>	76.9	kJ		
Prestazione opera in progetto	500	kJ	MEL	SEL
<b>Prestazione opera corretta</b>	416.7	kJ	1.2	1.1
Altezza impatto 95%	1.90	m	Y <sub>Tr</sub>	Y <sub>Dp</sub>
Coeff. Correzione altezza	1.12		1.1	1.02
Altezza impatto 95% corretta	2.13	m		
Franco minimo	0.50	m		
<b>Altezza minima dell'opera</b>	2.6	m		

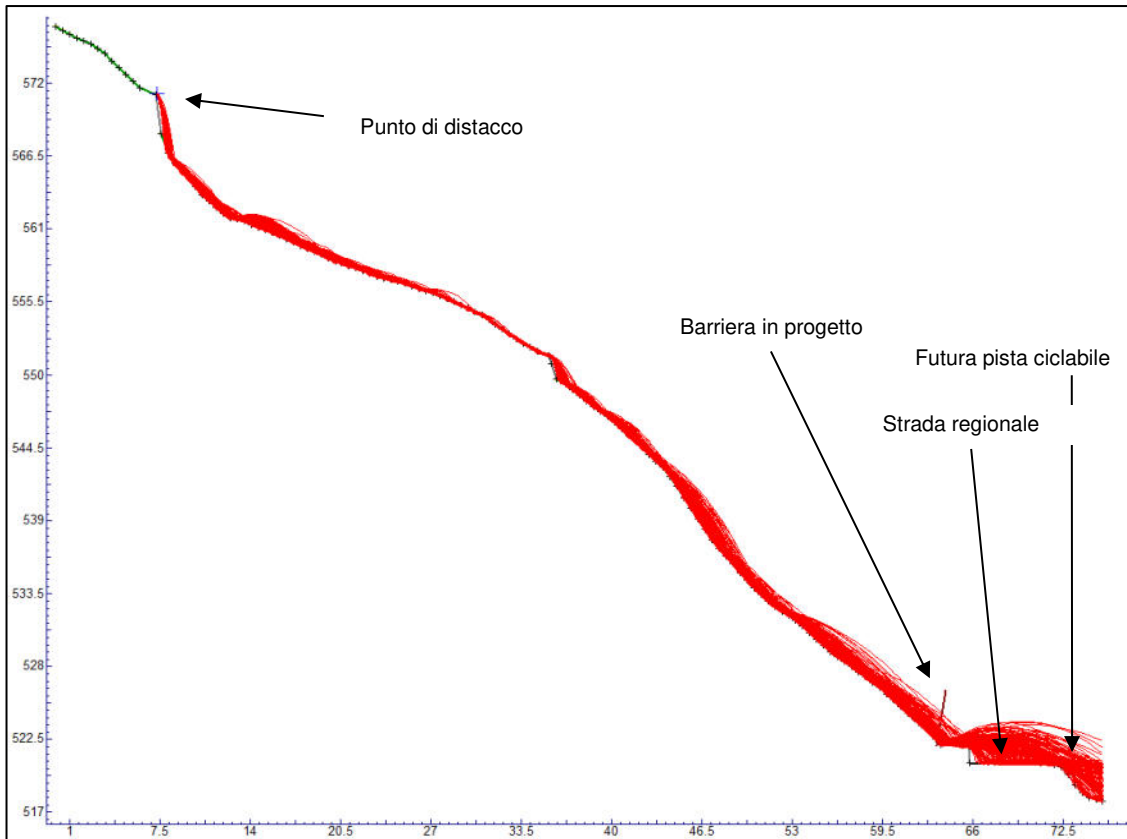
## PROFILO 2 - Pista ciclabile VII lotto

### COEFFICIENTI DI RESTITUZIONE DEI MATERIALI COSTITUENTI IN PENDIO:

Roccia compatta:	Rn (0,42 St. Dev.0,04)	Rt. (0,92 St. Dev.0,04)	Friction Angle (10° St. Dev. 2°)	Slope Rougnes (2°)
Roccia fratt. con vegetata:	Rn (0,37 St. Dev.0,04)	Rt. (0,87 St. Dev.0,04)	Friction Angle (15° St. Dev. 2°)	Slope Rougnes (2°)
Falda detritica attiva:	Rn (0,33 St. Dev.0,04)	Rt. (0,82 St. Dev.0,04)	Friction Angle (35° St. Dev. 2°)	Slope Rougnes (3°)
Falda detritica vegetata:	Rn (0,32 St. Dev.0,04)	Rt. (0,82 St. Dev.0,04)	Friction Angle (30° St. Dev. 2°)	Slope Rougnes (2°)
Coltre prativa:	Rn (0,28 St. Dev.0,04)	Rt. (0,78 St. Dev.0,04)	Friction Angle (15° St. Dev. 2°)	Slope Rougnes (2°)
Asfalto:	Rn (0,37 St. Dev.0,04)	Rt. (0,85 St. Dev.0,04)	Friction Angle (30° St. Dev. 2°)	Slope Rougnes (0°)
Murature:	Rn (0,40 St. Dev.0,04)	Rt. (0,85 St. Dev.0,04)	Friction Angle (15° St. Dev. 2°)	Slope Rougnes (2°)

### PARAMETRI DI CALCOLO DEL MODELLO:

Densità della roccia:	2'700Kg/mc	Blocco di progetto:	0.5mc
Numero di scendimenti:	1000	Velocità partenza - cut off	1m/s - 0.1m/s
Standard deviarions nodi profilo	0.1	Coeff. di correzione per velocità	-



Progressiva intervento	Blocco di progetto	0.5 mc
V. 95% (m/s)	14.2 m/s	Franco minimo
H. 95% (m)	1.5 m	UNI11211-4 (2018)
		0.50 m

### VERIFICA BARRIERA NORMA UNI11211-1 su blocco di progetto

Velocità 95% (Vt)	Vt	14.2 m/s	Y <sub>Tr</sub>	Y <sub>Dp</sub>
Coeff. Correzione velocità (γF)		1.12	1.1	1.02
<b>Velocità di progetto (Vd)</b>		15.93 m/s		
Volume progetto (Vol b)		0.5 mc		
Peso specifico roccia (γ)		2700.0 Kg/mc	Y <sub>roccia</sub>	Y <sub>VolF1</sub>
Coeff. Sicurezza Vol. Blocco (γm)		1.02	1.02	1.00
<b>Massa blocco di progetto (md)</b>		1377.0 mc		
<b>Azione di impatto (Ed)</b>		174.8 kJ		

Coeff. di correzione su Ed in funzione del bene da proteggere			
1	1.05	1.1	1.2
Modesti	Riparabili	Diff. Riparabili	Non riparabili

<b>Azione Ed corretta</b>	209.7 kJ		
Prestazione opera in progetto	500 kJ	MEL	SEL
<b>Prestazione opera corretta</b>	416.7 kJ	1.2	1.1
Altezza impatto 95%	1.50 m	Y <sub>Tr</sub>	Y <sub>Dp</sub>
Coeff. Correzione altezza	1.12	1.1	1.02
Altezza impatto 95% corretta	1.68 m		
Franco minimo	0.50 m		
<b>Altezza minima dell'opera</b>	2.2 m		



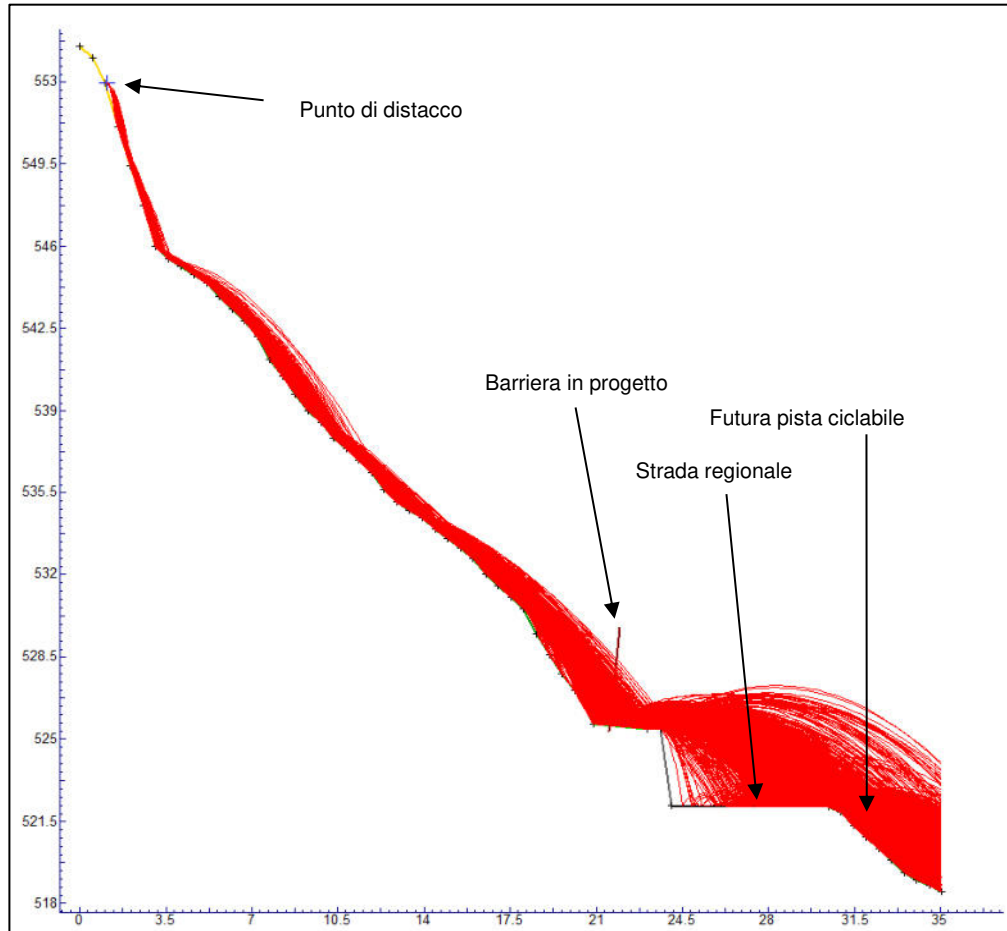
### PROFILO 3 - Pista ciclabile VII lotto

**COEFFICIENTI DI RESTITUZIONE DEI MATERIALI COSTITUENTI IN PENDIO:**

Roccia compatta:	Rn (0,42 St. Dev.0,04)	Rt. (0,92 St. Dev.0,04)	Friction Angle (10° St. Dev. 2°)	Slope Rougnes (2°)
Roccia fratt. con vegetata:	Rn (0,37 St. Dev.0,04)	Rt. (0,87 St. Dev.0,04)	Friction Angle (15° St. Dev. 2°)	Slope Rougnes (2°)
Falda detritica attiva:	Rn (0,33 St. Dev.0,04)	Rt. (0,82 St. Dev.0,04)	Friction Angle (35° St. Dev. 2°)	Slope Rougnes (3°)
Falda detritica vegetata:	Rn (0,32 St. Dev.0,04)	Rt. (0,82 St. Dev.0,04)	Friction Angle (30° St. Dev. 2°)	Slope Rougnes (2°)
Coltre prativa:	Rn (0,28 St. Dev.0,04)	Rt. (0,78 St. Dev.0,04)	Friction Angle (15° St. Dev. 2°)	Slope Rougnes (2°)
Asfalto:	Rn (0,37 St. Dev.0,04)	Rt. (0,85 St. Dev.0,04)	Friction Angle (30° St. Dev. 2°)	Slope Rougnes (0°)
Murature:	Rn (0,40 St. Dev.0,04)	Rt. (0,85 St. Dev.0,04)	Friction Angle (15° St. Dev. 2°)	Slope Rougnes (2°)

**PARAMETRI DI CALCOLO DEL MODELLO:**

Densità della roccia:	2'700Kg/mc	Blocco di progetto:	0.5mc
Numero di scendimenti:	1000	Velocità partenza - cut off	1m/s - 0.1m/s
Standard deviarions nodi profilo	0.1	Coeff. di correzione per velocità	-



Progressiva intervento	Blocco di progetto		<b>0.5</b> mc
V. 95% (m/s)	<b>16.5</b>	m/s	Franco minimo
H. 95% (m)	<b>2.0</b>	m	UNI11211-4 (2018)
			<b>0.50</b> m

**VERIFICA BARRIERA NORMA UNI11211-1 su blocco di progetto**

Velocità 95% (Vt)	Vt	16.5 m/s	Y <sub>Tr</sub>	Y <sub>Dp</sub>
Coeff. Correzione velocità (γF)		1.12	1.1	1.02
<b>Velocità di progetto (Vd)</b>		<b>18.51</b> m/s		
Volume progetto (Vol b)		0.5 mc		
Peso specifico roccia (γ)		2700.0 Kg/mc	Y <sub>roccia</sub>	Y <sub>VolF1</sub>
Coeff. Sicurezza Vol. Blocco (γm)		1.02	1.02	1.00
<b>Massa blocco di progetto (md)</b>		<b>1377.0</b> mc		
<b>Azione di impatto (Ed)</b>		<b>236.0</b> kJ		

Coeff. di correzione su Ed in funzione del bene da proteggere			
1	1.05	1.1	1.2
Modesti	Riparabili	Diff. Riparabili	Non riparabili

<b>Azione Ed corretta</b>	<b>283.2</b> kJ		
Prestazione opera in progetto	500 kJ	MEL	SEL
<b>Prestazione opera corretta</b>	<b>416.7</b> kJ	1.2	1.1
Altezza impatto 95%	2.00 m	Y <sub>Tr</sub>	Y <sub>Dp</sub>
Coeff. Correzione altezza	1.12	1.1	1.02
Altezza impatto 95% corretta	2.24 m		
Franco minimo	0.50 m		
<b>Altezza minima dell'opera</b>	<b>2.7</b> m		

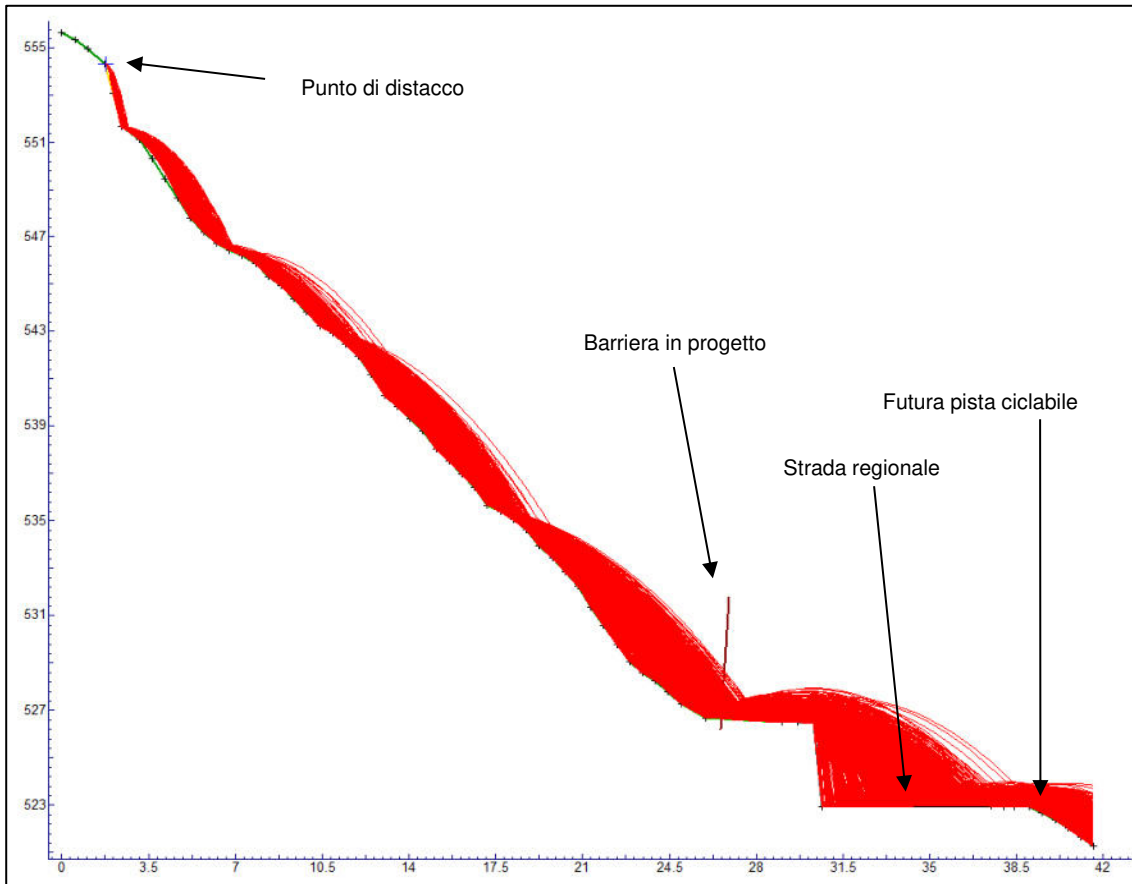
## PROFILO 4 - Pista ciclabile VII lotto

### COEFFICIENTI DI RESTITUZIONE DEI MATERIALI COSTITUENTI IN PENDIO:

Roccia compatta:	Rn (0,42 St. Dev.0,04)	Rt. (0,92 St. Dev.0,04)	Friction Angle (10° St. Dev. 2°)	Slope Rougnes (2°)
Roccia fratt. con vegetata:	Rn (0,37 St. Dev.0,04)	Rt. (0,87 St. Dev.0,04)	Friction Angle (15° St. Dev. 2°)	Slope Rougnes (2°)
Falda detritica attiva:	Rn (0,33 St. Dev.0,04)	Rt. (0,82 St. Dev.0,04)	Friction Angle (35° St. Dev. 2°)	Slope Rougnes (3°)
Falda detritica vegetata:	Rn (0,32 St. Dev.0,04)	Rt. (0,82 St. Dev.0,04)	Friction Angle (30° St. Dev. 2°)	Slope Rougnes (2°)
Coltre prativa:	Rn (0,28 St. Dev.0,04)	Rt. (0,78 St. Dev.0,04)	Friction Angle (15° St. Dev. 2°)	Slope Rougnes (2°)
Asfalto:	Rn (0,37 St. Dev.0,04)	Rt. (0,85 St. Dev.0,04)	Friction Angle (30° St. Dev. 2°)	Slope Rougnes (0°)
Murature:	Rn (0,40 St. Dev.0,04)	Rt. (0,85 St. Dev.0,04)	Friction Angle (15° St. Dev. 2°)	Slope Rougnes (2°)

### PARAMETRI DI CALCOLO DEL MODELLO:

Densità della roccia:	2'700Kg/mc	Blocco di progetto:	0.5mc
Numero di scendimenti:	1000	Velocità partenza - cut off	1m/s - 0.1m/s
Standard deviarions nodi profilo	0.1	Coeff. di correzione per velocità	-



Progressiva intervento	Blocco di progetto	0.5 mc
V. 95% (m/s)	15.9 m/s	Franco minimo
H. 95% (m)	1.1 m	UNI11211-4 (2018)
		0.50 m

### VERIFICA BARRIERA NORMA UNI11211-1 su blocco di progetto

Velocità 95% (Vt)	Vt	15.9 m/s	Y <sub>Tr</sub>	Y <sub>Dp</sub>
Coeff. Correzione velocità (γF)		1.12	1.1	1.02
<b>Velocità di progetto (Vd)</b>		17.84 m/s		
Volume progetto (Vol b)		0.5 mc		
Peso specifico roccia (γ)		2700.0 Kg/mc	Y <sub>roccia</sub>	Y <sub>VolF1</sub>
Coeff. Sicurezza Vol. Blocco (γm)		1.02	1.02	1.00
<b>Massa blocco di progetto (md)</b>		1377.0 mc		
<b>Azione di impatto (Ed)</b>		219.1 kJ		

Coeff. di correzione su Ed in funzione del bene da proteggere			
1	1.05	1.1	1.2
Modesti	Riparabili	Diff. Riparabili	Non riparabili

<b>Azione Ed corretta</b>	262.9 kJ		
Prestazione opera in progetto	500 kJ	MEL	SEL
<b>Prestazione opera corretta</b>	416.7 kJ	1.2	1.1
Altezza impatto 95%	1.10 m	Y <sub>Tr</sub>	Y <sub>Dp</sub>
Coeff. Correzione altezza	1.12	1.1	1.02
Altezza impatto 95% corretta	1.23 m		
Franco minimo	0.50 m		
<b>Altezza minima dell'opera</b>	1.7 m		

## PROFILO 5 - Pista ciclabile VII lotto

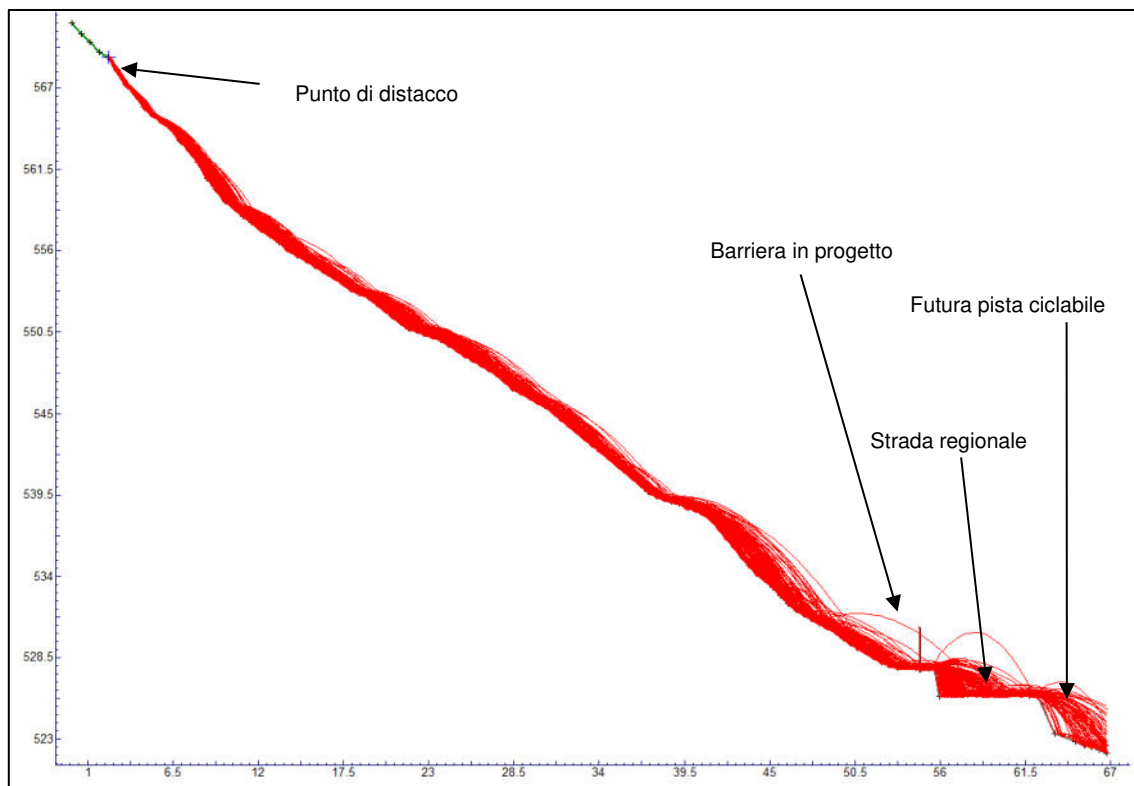
### COEFFICIENTI DI RESTITUZIONE DEI MATERIALI COSTITUENTI IN PENDIO:

Roccia compatta:	Rn (0,42 St. Dev.0,04)	Rt. (0,92 St. Dev.0,04)	Friction Angle (10° St. Dev. 2°)	Slope Rougnes (2°)
Roccia fratt. con vegetetata:	Rn (0,37 St. Dev.0,04)	Rt. (0,87 St. Dev.0,04)	Friction Angle (15° St. Dev. 2°)	Slope Rougnes (2°)
Falda detritica attiva:	Rn (0,33 St. Dev.0,04)	Rt. (0,82 St. Dev.0,04)	Friction Angle (35° St. Dev. 2°)	Slope Rougnes (3°)
Falda detritica vegetata:	Rn (0,32 St. Dev.0,04)	Rt. (0,82 St. Dev.0,04)	Friction Angle (30° St. Dev. 2°)	Slope Rougnes (2°)
Coltre prativa:	Rn (0,28 St. Dev.0,04)	Rt. (0,78 St. Dev.0,04)	Friction Angle (15° St. Dev. 2°)	Slope Rougnes (2°)
Asfalto:	Rn (0,37 St. Dev.0,04)	Rt. (0,85 St. Dev.0,04)	Friction Angle (30° St. Dev. 2°)	Slope Rougnes (0°)
Murature:	Rn (0,40 St. Dev.0,04)	Rt. (0,85 St. Dev.0,04)	Friction Angle (15° St. Dev. 2°)	Slope Rougnes (2°)

### PARAMETRI DI CALCOLO DEL MODELLO:

Densità della roccia:	2'700Kg/mc	Blocco di progetto:	2.0mc
Numero di scendimenti:	1000	Velocità partenza - cut off	1m/s - 0.1m/s
Standard deviarions nodi profilo	0.1	Coeff. di correzione per velocità	-

Progressiva intervento		Blocco di progetto	<b>2.0</b> mc
V. 95% (m/s)	<b>8.3</b>	m/s	Franco minimo
H. 95% (m)	<b>0.5</b>	m	UNI11211-4 (2018)
			<b>0.78</b> m



### VERIFICA BARRIERA NORMA UNI11211-1 su blocco di progetto

Velocità 95% (Vt)	Vt	<b>8.3</b> m/s	$Y_{Tr}$	$Y_{Dp}$
Coeff. Correzione velocità ( $\gamma F$ )		<b>1.12</b>	<b>1.1</b>	<b>1.02</b>
<b>Velocità di progetto (Vd)</b>		<b>9.31</b> m/s		
Volume progetto (Vol b)		<b>2.0</b> mc		
Peso specifico roccia ( $\gamma$ )		<b>2700.0</b> Kg/mc	$Y_{roccia}$	$Y_{VolF1}$
Coeff. Sicurezza Vol. Blocco ( $\gamma m$ )		<b>1.02</b>	<b>1.02</b>	<b>1.00</b>
<b>Massa blocco di progetto (md)</b>		<b>5508.0</b> mc		
<b>Azione di impatto (Ed)</b>		<b>238.8</b> kJ		

Coeff. di correzione su Ed in funzione del bene da proteggere			
<b>1</b>	<b>1.05</b>	<b>1.1</b>	<b>1.2</b>
Modesti	Riparabili	Diff. Riparabili	Non riparabili

<b>Azione Ed corretta</b>	<b>286.6</b> kJ		
Prestazione opera in progetto	<b>500</b> kJ	<b>MEL</b>	<b>SEL</b>
<b>Prestazione opera corretta</b>	<b>416.7</b> kJ	<b>1.2</b>	<b>1.1</b>
Altezza impatto 95%	<b>0.50</b> m	$Y_{Tr}$	$Y_{Dp}$
Coeff. Correzione altezza	<b>1.12</b>	<b>1.1</b>	<b>1.02</b>
Altezza impatto 95% corretta	<b>0.56</b> m		
Franco minimo	<b>0.78</b> m		
<b>Altezza minima dell'opera</b>	<b>1.3</b> m		



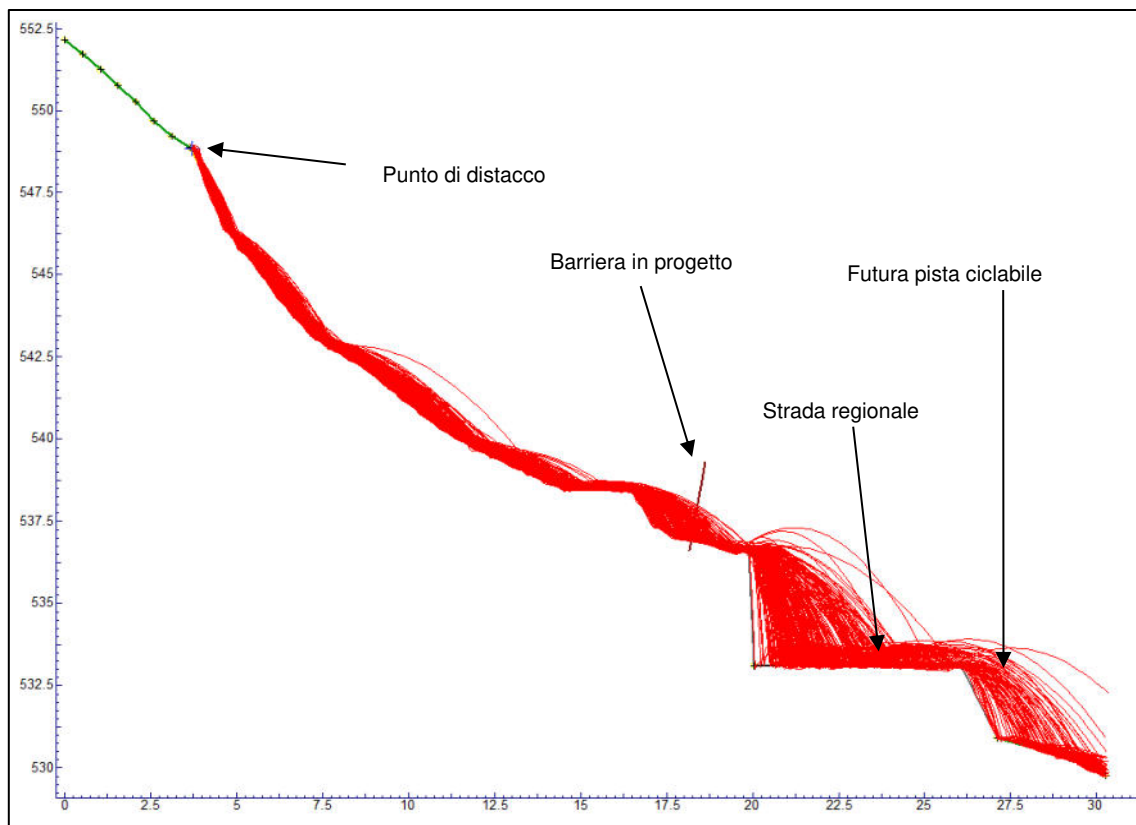
## PROFILO 6 - Pista ciclabile VII lotto

### COEFFICIENTI DI RESTITUZIONE DEI MATERIALI COSTITUENTI IN PENDIO:

Roccia compatta:	Rn (0,42 St. Dev.0,04)	Rt. (0,92 St. Dev.0,04)	Friction Angle (10° St. Dev. 2°)	Slope Rougnes (2°)
Roccia fratt. con vegetata:	Rn (0,37 St. Dev.0,04)	Rt. (0,87 St. Dev.0,04)	Friction Angle (15° St. Dev. 2°)	Slope Rougnes (2°)
Falda detritica attiva:	Rn (0,33 St. Dev.0,04)	Rt. (0,82 St. Dev.0,04)	Friction Angle (35° St. Dev. 2°)	Slope Rougnes (3°)
Falda detritica vegetata:	Rn (0,32 St. Dev.0,04)	Rt. (0,82 St. Dev.0,04)	Friction Angle (30° St. Dev. 2°)	Slope Rougnes (2°)
Coltre prativa:	Rn (0,28 St. Dev.0,04)	Rt. (0,78 St. Dev.0,04)	Friction Angle (15° St. Dev. 2°)	Slope Rougnes (2°)
Asfalto:	Rn (0,37 St. Dev.0,04)	Rt. (0,85 St. Dev.0,04)	Friction Angle (30° St. Dev. 2°)	Slope Rougnes (0°)
Murature:	Rn (0,40 St. Dev.0,04)	Rt. (0,85 St. Dev.0,04)	Friction Angle (15° St. Dev. 2°)	Slope Rougnes (2°)

### PARAMETRI DI CALCOLO DEL MODELLO:

Densità della roccia:	2'700Kg/mc	Blocco di progetto:	2.0mc
Numero di scendimenti:	1000	Velocità partenza - cut off	1m/s - 0.1m/s
Standard deviarions nodi profilo	0.1	Coeff. di correzione per velocità	-



Progressiva intervento	Blocco di progetto	2.0	mc
V. 95% (m/s)	7.1	m/s	Franco minimo
H. 95% (m)	0.5	m	UNI11211-4 (2018)
			0.78
			m

### VERIFICA BARRIERA NORMA UNI11211-1 su blocco di progetto

Velocità 95% (Vt)	Vt	7.1	m/s	Y <sub>Tr</sub>	Y <sub>Dp</sub>
Coeff. Correzione velocità (γF)		1.12		1.1	1.02
<b>Velocità di progetto (Vd)</b>		7.97	m/s		
Volume progetto (Vol b)		2.0	mc		
Peso specifico roccia (γ)		2700.0	Kg/mc	Y <sub>roccia</sub>	Y <sub>VolF1</sub>
Coeff. Sicurezza Vol. Blocco (γm)		1.02		1.02	1.00
<b>Massa blocco di progetto (md)</b>		5508.0	mc		
<b>Azione di impatto (Ed)</b>		174.8	kJ		

Coeff. di correzione su Ed in funzione del bene da proteggere			
1	1.05	1.1	1.2
Modesti	Riparabili	Diff. Riparabili	Non riparabili

<b>Azione Ed corretta</b>	209.7	kJ		
Prestazione opera in progetto	500	kJ	MEL	SEL
<b>Prestazione opera corretta</b>	416.7	kJ	1.2	1.1
Altezza impatto 95%	0.50	m	Y <sub>Tr</sub>	Y <sub>Dp</sub>
Coeff. Correzione altezza	1.12		1.1	1.02
Altezza impatto 95% corretta	0.56	m		
Franco minimo	0.78	m		
<b>Altezza minima dell'opera</b>	1.3	m		

## PROFILO 7 - Pista ciclabile VII lotto

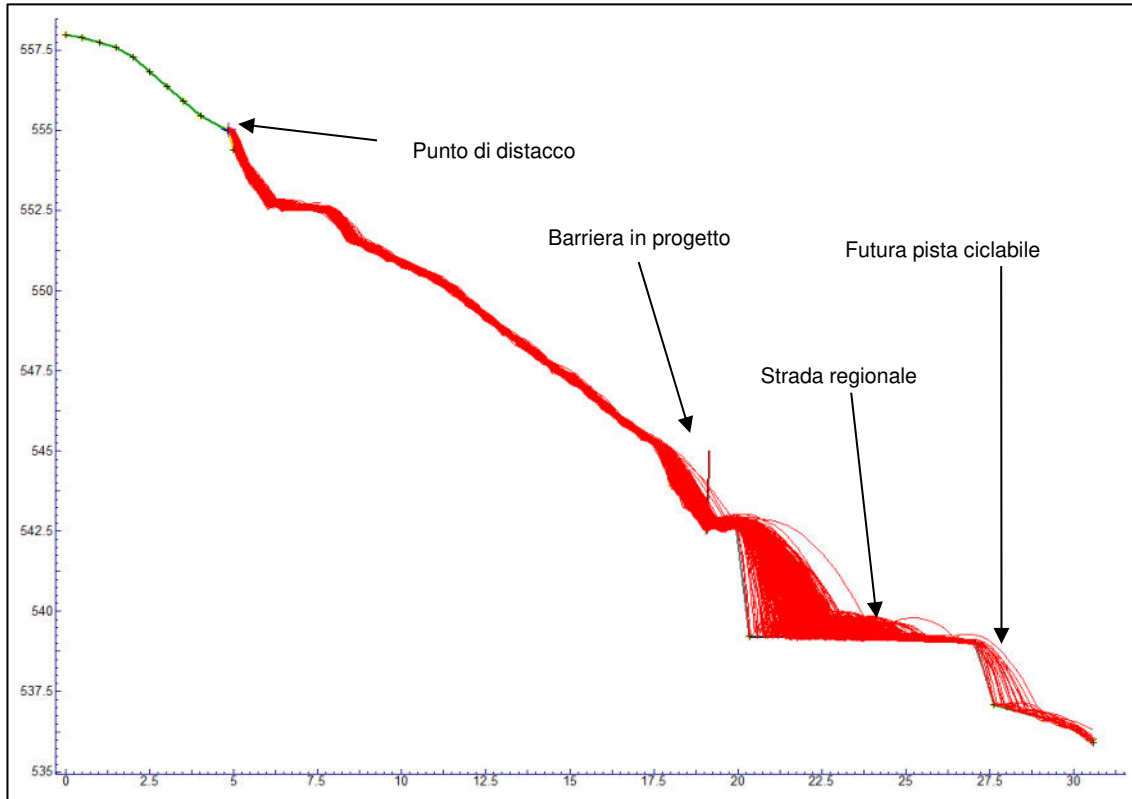
### COEFFICIENTI DI RESTITUZIONE DEI MATERIALI COSTITUENTI IN PENDIO:

Roccia compatta:	Rn (0,42 St. Dev.0,04)	Rt. (0,92 St. Dev.0,04)	Friction Angle (10° St. Dev. 2°)	Slope Rougnes (2°)
Roccia fratt. con vegetata:	Rn (0,37 St. Dev.0,04)	Rt. (0,87 St. Dev.0,04)	Friction Angle (15° St. Dev. 2°)	Slope Rougnes (2°)
Falda detritica attiva:	Rn (0,33 St. Dev.0,04)	Rt. (0,82 St. Dev.0,04)	Friction Angle (35° St. Dev. 2°)	Slope Rougnes (3°)
Falda detritica vegetata:	Rn (0,32 St. Dev.0,04)	Rt. (0,82 St. Dev.0,04)	Friction Angle (30° St. Dev. 2°)	Slope Rougnes (2°)
Coltre prativa:	Rn (0,28 St. Dev.0,04)	Rt. (0,78 St. Dev.0,04)	Friction Angle (15° St. Dev. 2°)	Slope Rougnes (2°)
Asfalto:	Rn (0,37 St. Dev.0,04)	Rt. (0,85 St. Dev.0,04)	Friction Angle (30° St. Dev. 2°)	Slope Rougnes (0°)
Murature:	Rn (0,40 St. Dev.0,04)	Rt. (0,85 St. Dev.0,04)	Friction Angle (15° St. Dev. 2°)	Slope Rougnes (2°)

### PARAMETRI DI CALCOLO DEL MODELLO:

Densità della roccia:	2'700Kg/mc	Blocco di progetto:	2.0mc
Numero di scendimenti:	1000	Velocità partenza - cut off	1m/s - 0.1m/s
Standard deviarions nodi profilo	0.1	Coeff. di correzione per velocità	-

Progressiva intervento	Blocco di progetto		2.0	mc
V. 95% (m/s)	7.5	m/s	Franco minimo	
H. 95% (m)	0.5	m	0.78	m
			UNI11211-4 (2018)	



### VERIFICA BARRIERA NORMA UNI11211-1 su blocco di progetto

Velocità 95% (Vt)	Vt	7.5	m/s	Y <sub>Tr</sub>	Y <sub>Dp</sub>
Coeff. Correzione velocità (γF)		1.12		1.1	1.02
<b>Velocità di progetto (Vd)</b>		8.42	m/s		
Volume progetto (Vol b)		2.0	mc		
Peso specifico roccia (γ)		2700.0	Kg/mc	Y <sub>roccia</sub>	Y <sub>VolF1</sub>
Coeff. Sicurezza Vol. Blocco (γm)		1.02		1.02	1.00
<b>Massa blocco di progetto (md)</b>		5508.0	mc		
<b>Azione di impatto (Ed)</b>		195.0	kJ		

Coeff. di correzione su Ed in funzione del bene da proteggere			
1	1.05	1.1	1.2
Modesti	Riparabili	Diff. Riparabili	Non riparabili

<b>Azione Ed corretta</b>	234.0	kJ		
Prestazione opera in progetto	500	kJ	MEL	SEL
<b>Prestazione opera corretta</b>	416.7	kJ	1.2	1.1
Altezza impatto 95%	0.50	m	Y <sub>Tr</sub>	Y <sub>Dp</sub>
Coeff. Correzione altezza	1.12		1.1	1.02
Altezza impatto 95% corretta	0.56	m		
Franco minimo	0.78	m		
<b>Altezza minima dell'opera</b>	1.3	m		

**RAPPORTO INDAGINI GEOGNOSTICHE E ANALISI CHIMICHE SUI  
TERRENI**

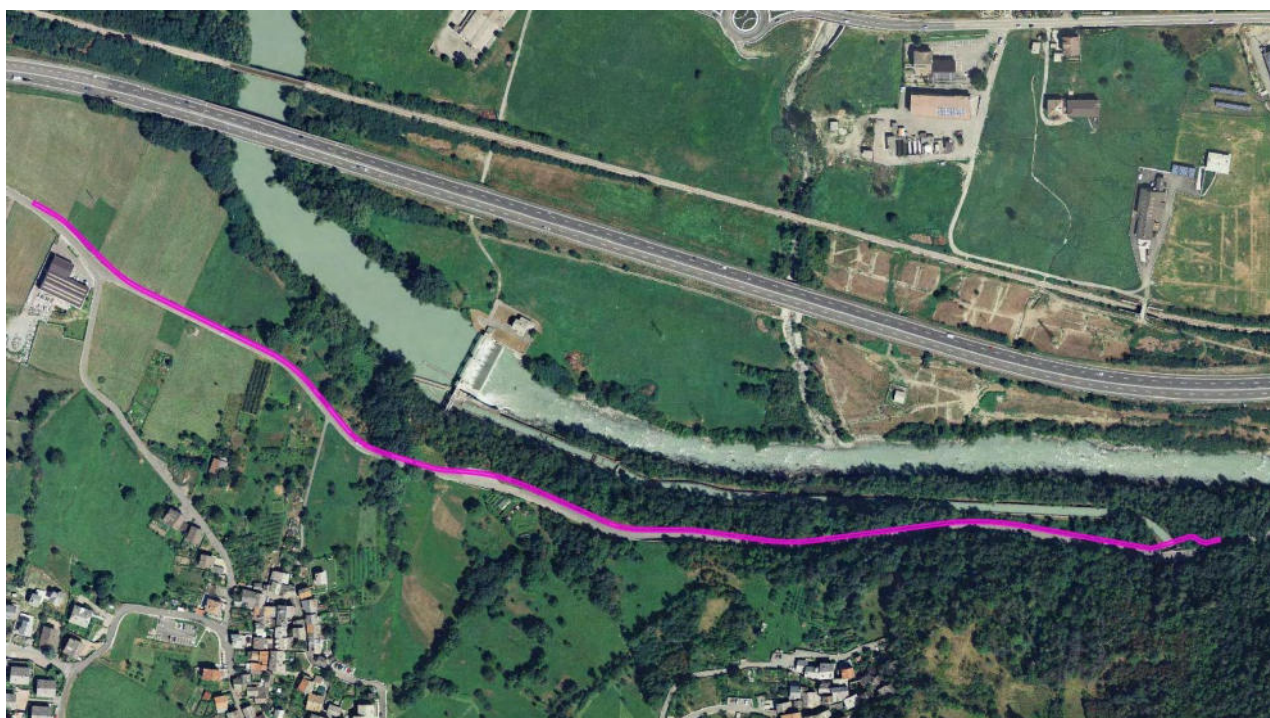


**REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA**  
**REGION AUTONOME VALLEE D'AOSTE**

**COMUNE DI SAINT MARCEL**

INDAGINI GEOGNOSTICHE A SUPPORTO DELLA PROGETTAZIONE  
DEL TRACCIATO DELLA PISTA CICLABILE VELODOIRE  
VII LOTTO DALLA SEZIONE 10 ALLA 43

**Rapporto di indagini geognostiche**



**GEO BIM S.r.l.**  
Via Savona n.69  
20144 – Milano (MI)  
Sede locale  
Via Kaolack n.13  
11100 – Aosta (AO)

**GEO BIM S.R.L.**  
Via Savona 69, 20144 Milano  
Email: amministrazione@geobim.it  
PEC: geobim@pec.it  
P.IVA/C.F. 10864220966

Tecnici incaricati:  
Geol. TEDESCO Michele  
Geol. MORESCHI Luca

Committente

**Unité des Communes valdôtaines**  
**Mont-Émilius**  
Località Champeille  
11020 – Quart (AO)

Data / Rev.00

**Febbraio 2022**

## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>ESIGENZE DA SODDISFARE</b> .....	<b>2</b>
2.1	OBBIETTIVI DELL'INDAGINE .....	2
2.2	INDAGINI SVOLTE E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA .....	2
<b>3</b>	<b>INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE</b> .....	<b>3</b>
3.1	INTERPRETAZIONE DEL MODELLO.....	4
3.2	CONCLUSIONI DEL MODELLO .....	6
<b>4</b>	<b>ESECUZIONE DI PROVE SULLE MALTE CEMENTIZIE DEL MURO DI SOSTEGNO</b> .....	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>PROVE PENETROMETRICHE DPSH</b> .....	<b>7</b>
<b>6</b>	<b>MICROCAROTAGGI E ANALISI CHIMICHE DEI MATERIALI</b> .....	<b>9</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONI</b> .....	<b>10</b>

Al presente rapporto tecnico si allega:

Allegato A – Allegato cartografico

Allegato B – Teoria della tecnica della sismica a rifrazione

Allegato D – Rapporti di prova delle indagini condotte sui giunti della muratura di sostegno della carreggiata

Allegato E – Tabulati prove penetrometriche DPSH

Allegato F – Certificati di analisi TRS

Allegato G – Allegato fotografico

Allegati fuori testo

Allegato C – Tavola indagine geofisica

## 1 PREMESSA

Su incarico dell'Unité des Communes valdôtaines Mont-Émilis con prot. N. 11322 del 30/07/2021 (CIG.Z5C32AB6F8) è stata condotta nell'autunno 2021 e nel gennaio 2022 una campagna di indagini geognostiche per la caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione e dei materiali costituenti le murature di sostegno del tratto di strada comunale che ospiterà il VII lotto del VELODOIRE, nel comune di Saint Marcel.

Partendo dalla soluzione progettuale proposta in sede di fattibilità tecnico-economica, è stato concordato con il gruppo di progettazione un piano di indagini incentrato sui terreni di fondazione della muratura di sostegno dell'attuale carreggiata stradale. Oltre alle prove geognostiche, sono state condotte alcune prove specifiche per la caratterizzazione delle malte cementizie costituenti i giunti dell'attuale muratura di sostegno, in quanto quest'ultima sosterrà la struttura a mensola su cui si svilupperà la pista ciclabile. A completamento delle attività sono stati eseguiti una serie di campionamenti ambientali per la caratterizzazione chimica dei depositi interessati dagli scavi, come previsto dal DPR 120 del 2017 e successive norme regionali.

La fascia di territorio indagata si attesta al piede del versante orografico destro della Dora Baltea, poco a monte del passaggio con i depositi alluvionali di fondovalle, in un contesto morfologico caratterizzato da pendenze elevate e dalla presenza di depositi quaternari poco addensati con la sporadica emersione del substrato roccioso. Inoltre, l'assetto naturale è in parte viziato dai manufatti antropici presenti nell'area, che oltre al tracciato della strada comunale vedono la presenza di un importante intervento di sistemazione della carreggiata ed il tracciato del metanodotto Perosa-Aosta, che corre per buona parte del tratto di interesse lungo la corsia di monte della strada.

Le attività sono state condotte dai tecnici della GeoBim S.r.l. ad eccezione delle prove sulle malte cementizie e delle analisi di laboratorio, per le quali ci si è avvalsi della collaborazione di laboratori certificati (Tecno Piemonte S.p.a. e Ambiente Analisi S.r.l.). Nel presente rapporto tecnico saranno organizzate per capitoli gli esiti delle attività commissionate, partendo dalle indagini geofisiche fino alle analisi chimiche condotte sui terreni campionati in occasione dei microcarotaggi.



Figura 1 - Estratto cartografico del tratto di pista ciclabile con indicate le sezioni di progetto



## 2 ESIGENZE DA SODDISFARE

---

### 2.1 OBIETTIVI DELL'INDAGINE

L'obiettivo delle indagini è quello di caratterizzare il tratto compreso tra le sezioni n.10 e n.43 del progetto di fattibilità tecnico-economica. Le attività eseguite sono articolate in:

- A. Tomografia sismica a rifrazione lungo la base dell'attuale muro di sostegno della carreggiata. L'attività ha il fine di determinare l'andamento del contatto depositi quaternari – substrato roccioso ed individuare eventuali anomalie su cui concentrare le valutazioni geologiche di accompagnamento al progetto definitivo. Sulla base dello studio geofisico sono state posizionate le prove penetrometriche DPSH necessarie per la caratterizzazione geotecnica dei depositi;
- B. Esecuzione di prove sulle malte cementizie costituenti i giunti dell'attuale muratura. Questa attività ha il fine di fornire un'indicazione sullo stato di conservazione della muratura su cui verranno posati i manufatti di sostegno della pista ciclabile;
- C. Prove penetrometriche DPSH per la caratterizzazione geotecnica dei depositi costituenti la massicciata stradale ed i terreni di fondazione della stessa. Queste sono state posizionate sulla base degli esiti dell'indagine geofisica e spinte in profondità fino a rifiuto;
- D. Microcarotaggi ed analisi chimiche dei materiali costituenti la massicciata stradale ed i depositi naturali posti a monte dell'attuale viabilità, il cui fine è quello di provvedere ad una caratterizzazione chimica delle terre e rocce da scavo (di seguito TRS) per valutare un loro riutilizzo presso il sito o altro cantiere.

### 2.2 INDAGINI SVOLTE E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

L'indagine geofisica è stata condotta con l'impiego di un acquisitore PASI GEA 24 associato a 24 geofoni verticali da 10Hz. Si tratta di trasduttori di velocità in grado di tradurre in segnale elettrico la velocità con cui il suolo si "sposta" al passaggio delle onde sismiche, sia longitudinali che trasversali, prodotte da una specifica sorgente. La distanza intergeofonica è stata fissata a 2.0m, da cui deriva una lunghezza complessiva delle singole stese di 46.0m, a cui vanno aggiunte le stazioni fuori linea. Nel complesso, sono state effettuate 8 energizzazioni interne, spaziate ogni 2 geofoni e 16 esterne. Queste sono state divise in due gruppi di 8 intervallate ogni 6m disposte su ciascun lato dello stendimento. Per ogni punto di energizzazione sono stati effettuati diversi stack di battuta con mazza battente da 8Kg, al fine di minimizzare le interferenze antropiche e al contempo raffinare la qualità del segnale acquisito.

Le prove sulle malte cementizie eseguite dalla ditta Tecno Piemonte S.p.a. sono state articolate in due tipologie di indagine: il "Drill Energy Test" e la prova penetrometrica su malta con sonda WP-2000. La prima tipologia prevede la perforazione di un piccolo spessore di malta da cui si ottiene, mediante la stima della resistenza alla torsione, una indicazione sulla qualità del materiale. La seconda tipologia prevede l'infissione di un perno, il cui grado di penetrazione all'interno del giunto fornisce una indicazione sulla resistenza della malta

Le prove penetrometriche DPSH sono state condotte mediante l'impiego di un penetrometro dinamico PAGANI TG 63-100, opportunamente attrezzato ed utilizzato nel rispetto della Norma Tecnica UNI EN ISO 22476-2:2005 "Geotechnical Investigation and testing – Field testing – Part.2: Dynamic probing (Tabella 1, pagine 9) – DPSH-B, della ISSMFE Technical Committee on Penetration Testing (1988) (oggi IMSSGE) "Dynamic Probing (DP) e della A.G.I. Associazione Geotecnica Italiana (1977) "Raccomandazioni sulla Programmazione ed Esecuzione delle Indagini Geotecniche" – DPSH.

Infine, i carotaggi per il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi chimica per la caratterizzazione delle TRS sono stati eseguiti mediante carotatrice manuale, con avanzamento a secco o con minimi quantitativi di acqua per il raffreddamento della corona di perforazione. Nel complesso, sono stati eseguiti n.2 carotaggi lungo la sede viaria e n.1 in corrispondenza di un appezzamento privato posto all'estremità occidentale del tratto di interesse. In tutti i casi, la massima profondità raggiunta è stata di ca. 1.0m e fatta eccezione dei livelli più superficiali, lungo l'orizzonte campionato sono state prelevate le aliquote da destinare ad analisi. Oltre ai terreni, è stato analizzato anche l'asfalto, in quanto parte della carreggiata stradale verrà demolita per la realizzazione della piattaforma in c.a. che sosterrà il tracciato della pista ciclabile.

### 3 INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE

Al fine di coprire l'intero sviluppo del tratto oggetto di studio, l'indagine è stata impostata mediante la tecnica "roll-along", con l'esecuzione di n.20 stendimenti sovrapposti li uni con gli altri per il 50% del loro sviluppo. Nel complesso, il progetto di acquisizione è articolato in:

PARAMETRI TOMOGRAFIA SISMICA A RIFRAZIONE	
Geofoni stesa sismica	252
Punti di energizzazione	480
Energizzazioni complessive	1440
Lunghezza complessiva dello stendimento	504m
Dislivello complessivo della stesa	24.3m

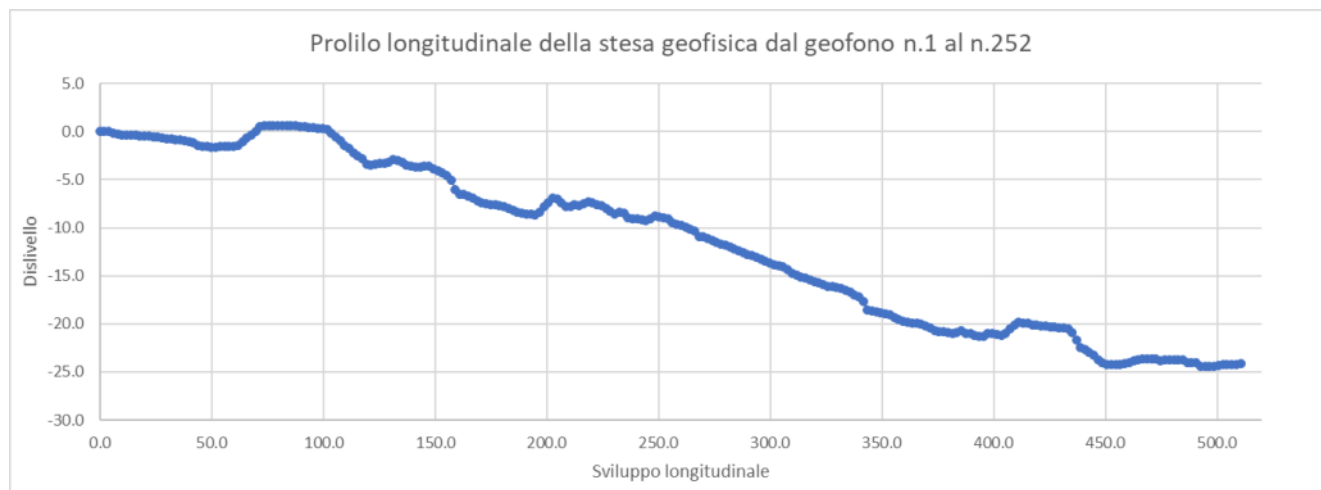


Figura 2 – Profilo altimetrico dello stendimento si sismica a rifrazione

Il geofono n.1 è stato posizionato in corrispondenza dell'estremità occidentale della stesa, all'altezza dell'estremità est della piazzola di manovra posta a valle della frazione di Surpian, mentre il geofono n.252 si attesta a ca.30m dall'intersezione tra il canale derivatore della CVA e la viabilità comunale (Vd. estratto cartografico).

A causa della topografia accidentata, della presenza di molteplici interferenze legate ai manufatti antropici, agli scarichi dei canali irrigui provenienti da monte e dell'andamento "curvo" della viabilità non è stato possibile mantenere una distanza costante tra lo stendimento geofisico e la base del muro di sostegno della carreggiata. In genere si è cercato di mantenere un offset di 2/3m, con variazioni massime comprese tra 1m e 5m.

Nonostante l'andamento accidentato della superficie topografica, che in alcuni punti presenta salti di quota nell'ordine di 1-2m, si è cercato di mantenere il più possibile una interdistanza geofonica costante, con alcune minime deviazioni in corrispondenza dei principali ostacoli (attraversamenti rii, rovi, ecc...). Dopo l'acquisizione di ogni stendimento, la linea di acquisizione è stata rilevata mediante l'impiego di un GPS a cui sono seguite misure dirette mediante triplometri per via delle interferenze legate alla vegetazione locale.

La fase di interpretazione del dato ha visto l'impiego del Software RAYFRACT, che permette di realizzare dettagliati modelli di velocità del sottosuolo con le più evolute tecniche tomografiche e caratterizzare i termini sismo-stratigrafici gli orizzonti attraversati. Per i cenni teorici si rimanda all'Allegato B, mentre si riportano nel seguito le valutazioni tecniche emerse dall'analisi dello stendimento.

### 3.1 INTERPRETAZIONE DEL MODELLO

Il processing dei dati acquisiti in sismica a rifrazione è stato eseguito con la tecnica di inversione tomografica WET "Wavepath Eikonal Traveltime", che permette il calcolo delle traiettorie d'onda "Wavepath" (Vd. Figura 3 - Estratto del "Waypath" relativo alla propagazione delle traiettorie d'onda Figura 3) attraverso le soluzioni alle differenze finite dell'equazione che esprime le modalità di propagazione di un'onda all'interno di un mezzo isotropo.

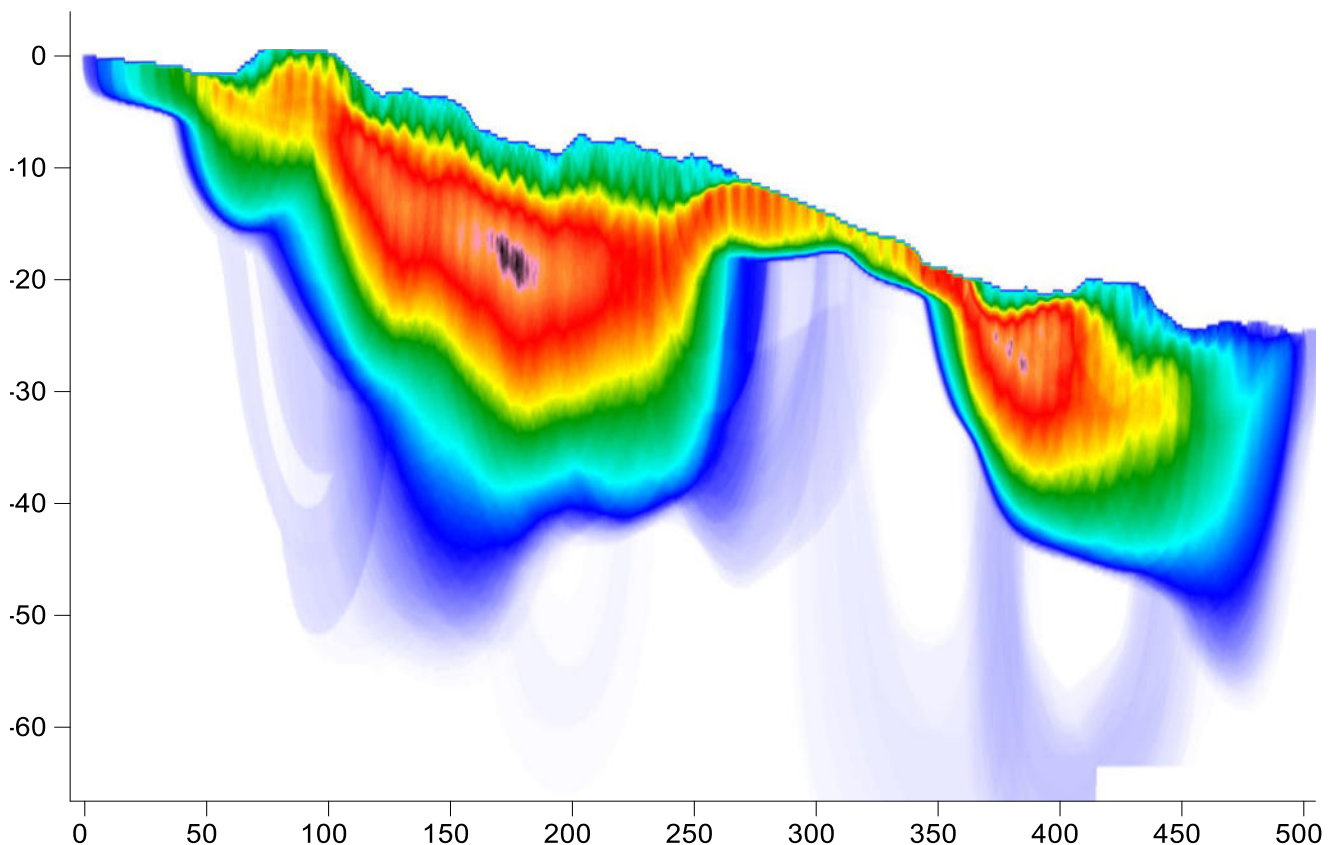


Figura 3 - Estratto del "Waypath" relativo alla propagazione delle traiettorie d'onda

Dall'analisi del "Waypath" riportato in Figura 3 si evidenzia che fino alla progressiva 250m è presente un solido campionamento delle onde di compressione P, con un'alta densità dei raggi, da cui deriva una buona attendibilità del modello. Nel caso specifico, l'elevato campionamento del dato permette una discreta attendibilità del modello fino ad una profondità di ca.30m, oltre la quale il risultato è fortemente influenzato



dalle velocità imposte per gli strati più superficiali con cui l'algoritmo tenta di risolvere la tomografia. Infatti, il software genera il modello iniziale applicando un progressivo aumento delle velocità all'aumentare della profondità per far sì che siano soddisfatti i parametri che permettono di avere delle rifrazioni risolvibili. Le iterazioni che seguono tale passaggio calcolano i possibili percorsi e le velocità che li giustificano. In presenza di un basso numero di "Waypath", il modello risulta poco determinato, da cui deriva la creazione di artefatti che influenzano fortemente l'attendibilità del modello stesso.

Nel caso in esame, oltre la progressiva 250m, si verifica una repentina diminuzione dei "Waypath" che comporta una severa perdita di efficienza del modello fino alla progressiva 350m. Tale condizione potrebbe essere legata alla recente opera di sistemazione (muratura in c.a. tirantata) realizzata a supporto della carreggiata stradale a seguito di un dissesto che ha causato l'interruzione della viabilità. I materiali particolarmente rigidi della struttura uniti alla vicinanza tra la base del muro e lo stendimento geofisico (legata principalmente ai ridotti spazi) hanno fatto sì che l'onda di testa (Vd. teoria in allegato) si sviluppasse lungo il manufatto. Questo, infatti, presenta una netta prevalenza rispetto ai depositi naturali presenti nell'area, i quali sono caratterizzati da materiali molto arenati, aridi e ricchi di materiale organico in corrispondenza dei livelli più superficiali. Tale condizione non ha permesso il "Crossver" dei dati rifratti in profondità, condizione ben evidente nei sismogrammi relativi ai colpi eseguiti in prossimità del muro.

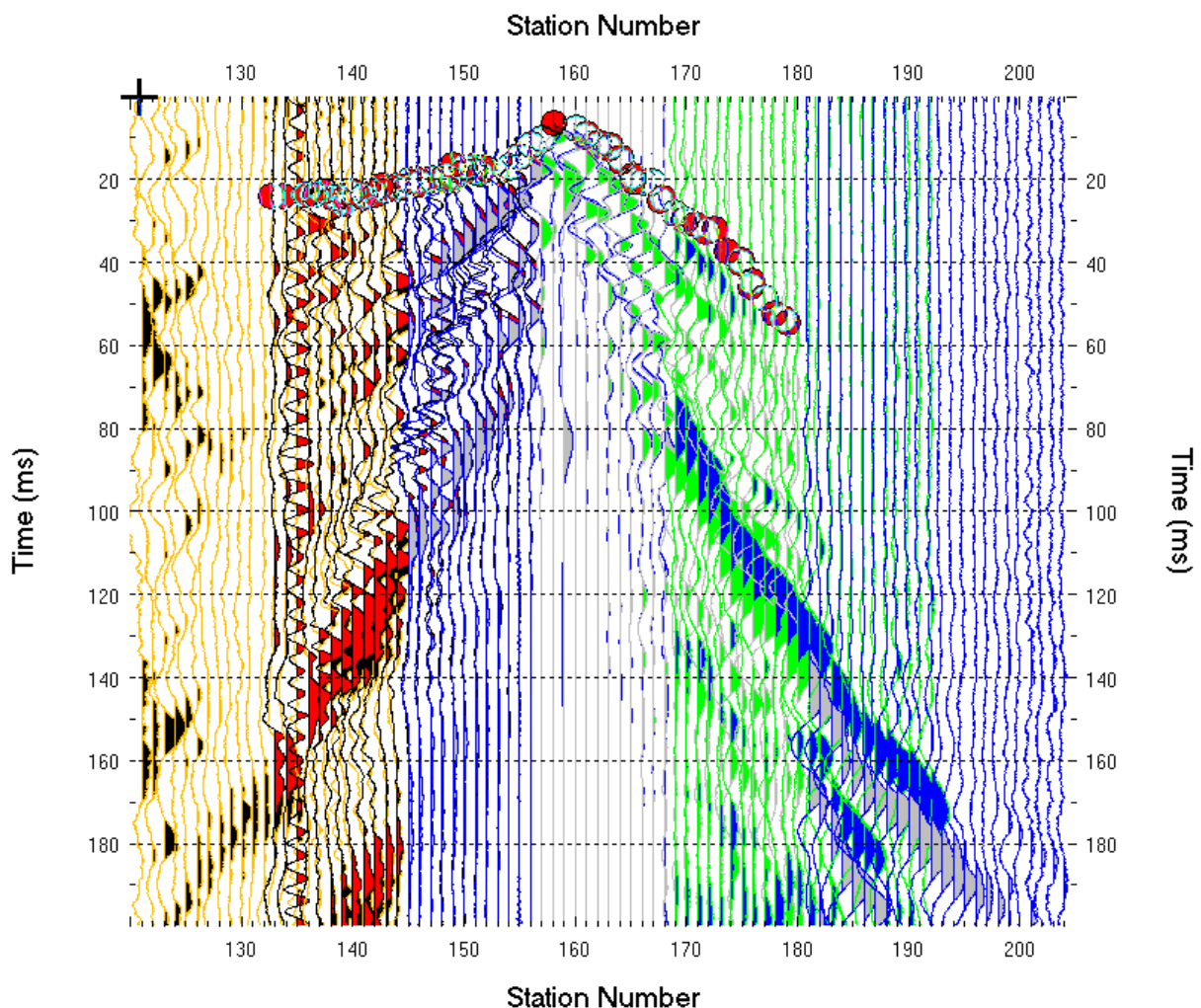


Figura 4 - Particolare dello scoppio al geofono n.168, il quale mostra una netta asimmetria (a SX gli arrivi riconducibili alla presenza del muro)

Questa problematica ha comportato la creazione di un'anomalia di velocità tra la progressiva 250m e la 300m che non ha poi permesso di individuare le rifrazioni provenienti dagli strati più profondi. Inoltre, il modello ha trasposto in profondità le velocità impostate per i livelli superficiali creando un artefatto grafico.

Constatata questa problematica, si è provveduto a verificare l'attendibilità del modello dopo la progressiva 330m, generando un secondo modello escludendo dall'elaborazione tutti i dati acquisiti dal geofono 1 al geofono n.166, il quale corrisponde alla progressiva n.330m. Dall'analisi del dettaglio (Vd. allegato) si evince un andamento delle velocità difforme rispetto a quello del modello complessivo per via dell'assenza dell'influenza del muro in c.a. di sostegno della carreggiata. L'analisi dei Waypath evidenzia una buona attendibilità del modello per il range di profondità compreso tra 0 e -20m dal piano campagna, a quote inferiori, i dati effettivamente utilizzabili sono pochi, in quanto molto influenzati dalla soluzione tomografica iniziale che risente dell'errore legato al muro in c.a. Tuttavia, si evidenzia che le velocità determinate per questo settore variano dai 600m/s ai 1100m/s, le quali possono comunque essere attribuite ad una roccia notevolmente fratturata e detensionata con l'assenza di circolazione idrica interstiziale.

### 3.2 CONCLUSIONI DEL MODELLO

Dall'interpretazione dei dati raccolti è stato possibile identificare il probabile contatto tra i depositi detritici di versante ed il sottostante substrato roccioso. Il passaggio litologico, compreso tra i 16.0m ed i 8.0/9.0m dal piano campagna, appare meglio determinato fino alla progressiva 250m, in quanto non vi sono elementi di disturbo che hanno viziato l'indagine. La superficie di contatto si presenta omogenea, priva di avvallamenti e/o strutture sepolte di entità rilevanti ad eccezione del tratto compreso tra le progressive 240m e 280m (Vd. allegato), dove è presente un avvallamento già identificato in occasione delle indagini geognostiche condotte in occasione dei recenti interventi di sistemazione della carreggiata. Di particolare interesse è anche l'approfondimento del substrato nel tratto che precede la progressiva 100m, in quanto descrive un andamento coerente con l'assetto morfologico locale, che vede una maggiore importanza dei depositi di conoide spostandosi da est verso ovest.

A partire dalla progressiva 250m il contatto appare incerto per via delle interferenze legate al muro in c.a., che ha fortemente influenzato il modello di rifrazione. Pertanto, per il tratto successivo alla progressiva 300m di rimando al modello di dettaglio elaborato escludendo i geofoni posti prima della progressiva 310m, dove sono evidenziati due possibili livelli di contatto tra i depositi sciolti ed il sottostante substrato roccioso.

Si evidenzia che il range di velocità compreso tra le due superfici ricade nell'intervallo compreso tra  $V_p$  1'000m/s e 1'300m/s, il quale rappresenta delle condizioni miste in quanto tali velocità possono essere ritenute valide sia per dei depositi detritici molto addensati che per un substrato roccioso fratturato, detensionato e privo di circolazione idrica interstiziale. Un contatto più netto si ha nuovamente a partire dalla progressiva 440m, oltre la quale il substrato sembrerebbe attestarsi tra i 6.0m e gli 8.0m dal piano campagna, con un progressivo approfondimento in corrispondenza dell'estremità est della stesa.

Sulla base di quanto descritto nelle sezioni precedenti, si ritengono soddisfatti gli obiettivi dell'indagine di tomografia sismica a rifrazione. Nel tratto di versante indagato non sono state riscontrate anomalie rilevanti nell'andamento del substrato roccioso quali avvallamenti, repentini cambi di quota e/o macrostrutture sepolte, sebbene permanga un certo grado di incertezza nel tratto compreso tra le progressive 310m – 370m. Sulla base di tali informazioni, sono state concordate con la committenza le posizioni delle prove DPSH, per le quali si rimanda al punto n.5.

## 4 ESECUZIONE DI PROVE SULLE MALTE CEMENTIZIE DEL MURO DI SOSTEGNO

Le prove sulle malte cementizie sono state commissionate alla ditta Tecnopiemonte S.p.a ed eseguite lungo la muratura in pietra e malta di sostegno della carreggiata stradale, in corrispondenza di tratti omogenei concordati con il gruppo di progettazione in quanto rappresentativi dello stato di conservazione dei manufatti.

Le indagini sono state articolate in prove penetrometriche su malta (Norma di riferimento ASTM C803) e in “drill energy test” (Norma di riferimento RILEM 127 MDT.D.1). La prima tecnica permette di valutare le proprietà meccaniche della malta di riempimento dei giunti costituenti una muratura e si basa sulla misura della cavità prodotta dalla penetrazione di una punta di acciaio all’interno del giunto. La prova viene eseguita su 4 determinazioni condotte su giunti omogenei, con la correzione della profondità di infissione mediante apposite tabelle di resistenza. Il drill energy test invece misura l’energia applicata per eseguire una perforazione standard di 5mm con apposita strumentazione calibrata e viene eseguita su 15 determinazioni contigue, con interdistanza di ca. 2mm sul medesimo giunto di malta, previa scarificazione manuale dello strato superficiale alterato.

Si sintetizzano nel seguito i risultati ottenuti, per i cui dettagli si rimanda ai tabulati di analisi redatti dalla ditta Tecnopiemonte S.p.a.

PROVE PENETROMETRICHE SU MALTA		
n. Prova	Progr. di progetto tracciato VII lotto Pista Ciclabile	Valore medio di resistenza a compressione (Mpa)
1	ca. 610.5m	23.9
2	ca. 622.5m	10.4
3	ca. 706.0m	3.2
4	ca. 730.0m	<0.7
5	ca. 747.5m	4.3
6	ca. 777.5m	5.7
7	ca. 867.0m	1.7
8	ca. 902.5m	9.1
DRILL ENERGY TEST		
n. Prova	Progr. di progetto tracciato VII lotto Pista Ciclabile	Valore medio di resistenza (N/mm <sup>2</sup> )
1	ca. 610.5m	26.1
2	ca. 706.0m	2.7
3	ca. 777.5m	11.0

## 5 PROVE PENETROMETRICHE DPSH

La caratterizzazione geotecnica dei materiali costituenti il corpo stradale ed il sottostante terreno di fondazione è stata eseguita per mezzo di una serie di prove penetrometriche pesanti DPSH. Queste sono state distribuite lungo il tracciato (Vd. allegato) ed eseguite lungo la corsia di valle della carreggiata, dove è prevista la posa della struttura portante della pista ciclabile. Tutte le prove sono state spinte in profondità fino al raggiungimento della condizione di “rifiuto”, coincidente con un numero di colpi per avanzamento superiore a 50, il che rappresenta l’intercettazione di blocchi e trovanti che impediscono l’approfondimento della prova o ne viziano eccessivamente i risultati.



Per l'indagine è stato utilizzato un penetrometro superpesante PAGANI modello TG 63-100, attrezzato con opportuna batteria di aste di infissione, il quale è inquadrato per caratteristiche strumentali come Penetrometro Dinamico Super Pesante (DPSH) e rispetta le seguenti norme:

- Norma Tecnica UNI EN ISO 22476-2:2005 "Geotechnical Investigation and testing – Field testing – Part.2: Dynamic probing (Tabella 1, pagine 9) – DPSH-B;
- ISSMFE Technical Committee on Penetration Testing (1988) (oggi IMSSGE) "Dynamic Probing (DP) : International Reference Test Procedure. Proc. ISOPT-I, Orlando (USA) – DPSH ;
- A.G.I. Associazione Geotecnica Italiana (1977) "Raccomandazioni sulla Programmazione ed Esecuzione delle Indagini Geotecniche" – DPSH.

**CARATTERISTICHE DEL PENETROMETRO PAGANI TG 100-63**

Norme	DIN 4094	Peso aste a metro	6.31Kg/m
Peso massa battente	63.5Kg	Profondità pre-infissione	0.2m
Altezza di caduta libera	0.75m	Avanzamento punto	0.2m
Peso sistema di battuta	0.63Kg	Numero colpi per avanzamento	N (20)
Diametro punta conica	51.0mm	Coefficiente di correlazione proposto	1.47
Area di base punta	20.43cmq	Rivestimento (essenziale in caso di fanghi)	NO
Lunghezza delle aste	1.0m	Angolo di apertura punta	90°

In corrispondenza delle prove n.9 e n.10 si è optato invece nell'utilizzare un penetrometro manuale medio DPM 30 della Sunda, in quanto queste sono state eseguite alla base del muro di sostegno della strada, in un contesto di difficile accesso per i mezzi carrellati.

**CARATTERISTICHE DEL PENETROMETRO SUNDA DPM-30**

Norme	DIN 4094	Peso aste a metro	2.4Kg/m
Peso massa battente	30.0Kg	Profondità pre-infissione	0.1m
Altezza di caduta libera	0.20m	Avanzamento punto	0.1m
Peso sistema di battuta	13.60Kg	Numero colpi per avanzamento	N (10)
Diametro punta conica	35.7mm	Coefficiente di correlazione proposto	0.76-0.81
Area di base punta	10.0cmq	Rivestimento (essenziale in caso di fanghi)	NO
Lunghezza delle aste	1.0m	Angolo di apertura punta	90°

Nella fase di approntamento delle attività di cantiere sono stati condotti i controlli per verificare il corretto funzionamento dell'attrezzatura (altezza di caduta del maglio, condizioni generali del sistema di infissione, corretto funzionale del sistema di sgancio del maglio, rettilineità delle aste, ecc...) essenziali per la corretta esecuzione delle prove. I punti di indagine sono stati concordati preventivamente con il gruppo di progettazione e verificati con i tecnici SNAM per via della vicinanza con la tubazione del metanodotto Perosa-Aosta. Fatta eccezione delle prove eseguite sui depositi naturali, tutte le indagini condotte su strada sono state precedute da pre-scavi mediante l'impiego di carotatrice da 9", al fine di eliminare la copertura di asfalto ed il sottofondo che avrebbero potuto interferire con gli avanzamenti. In corrispondenza di ciascuna prova DPSH, si è verificato che l'inclinazione del sistema di battuta non superasse il 2% rispetto alla verticale e che la frequenza dei colpi per l'infissione delle aste restasse in un range compreso tra i 15 ed i 30 colpi al minuto. Ad ogni manovra è stato verificato, previa rotazione manuale della colonna, che la batteria di infissione restasse libera, in posizione verticale e priva di rilevanti attriti laterali. A fine prova, in corrispondenza di ciascun foro di indagine è stata misurata la quota di soggiacenza della falda per mezzo di un freaticometro, il quale, negli istanti immediatamente

successivi all'estrazione della colonna di infissione, è stato calato all'interno del foro di sondaggio prima che questo collassasse su sé stesso.

I dati acquisiti sono stati elaborati mediante l'impiego del software "Dynamic Probing" della GeoStru Software s.a.s., il quale ha permesso di calcolare la resistenza dinamica alla punta  $R_{DP}$  e correlare il numero degli  $N_{20}$  con gli  $N_{SPT}$ , considerando le opportune correzioni legate alla presenza o meno della falda e al carico litostatico alla quota di riferimento. A titolo di cautela, nell'interpretazione dei dati si è optato nel non considerare il numero di colpi dell'ultimo avanzamento che ha causato il rifiuto della prova e gli eventuali picchi registrati durante l'approfondimento legati alla presenza di blocchi e trovanti demoliti durante l'avanzamento della prova.

I risultati delle prove sono riportati in allegato, dove per ogni DPSH è stato prodotto un tabulato con riportato l'andamento della prova e la stratigrafia desunta. Quest'ultima è stata discriminata in:

STRATIGRAFIA DESUNTA DALLE PROVE PENETROMETRICHE	
Strato	Descrizione
Strato 1	Materiali di origine antropica costituenti le porzioni più superficiali del corpo stradale, da mediamente a molto addensati con la presenza di blocchi e trovanti
Strato 2	Prevalenti depositi naturali formati da detrito da poco a mediamente addensato e/o coltri superficiali di alterazione
Strato 3	Depositi detritici o di origine glaciale ben addensati, con la presenza di blocchi e trovanti

Per ogni livello individuato in ciascuna prova, si riporta in allegato il riepilogo dei principali parametri geotecnici stimati con alcune correlazioni empiriche consultabili in letteratura geotecnica. Si ricorda che queste formulazioni sono suscettibili di un certo grado di interpretazione, in quanto ritenute pienamente affidabili solo nell'ambito di applicazione nel quale sono state stimate e testate con un numero rappresentativo di casi di studio. Pertanto, i valori proposti dovranno essere recepiti in chiave critica nella predisposizione del modello geologico e geotecnico dei terreni oggetto di indagine.

## 6 MICROCAROTAGGI E ANALISI CHIMICHE DEI MATERIALI

Per la caratterizzazione ambientale delle terre e rocce da scavo (di seguito TRS), sono stati concordati con il gruppo di progettazione n.3 siti di prelievo, di cui n.2 su strada e n.1 su depositi naturali, per la cui ubicazione si rimanda all'allegato cartografico. In corrispondenza di ciascun punto di prelievo è stata eseguito un carotaggio manuale profondo 1.0m con diametro 9" per l'estrazione di un orizzonte rappresentativo dei depositi che saranno interessati dalle attività di scavo e movimento terra. Nel caso dei campioni eseguiti su strada, il campionamento non ha interessato i primi 30cm di profondità, in quanto composti quasi esclusivamente da asfalto e blocchi di sottofondo. Le analisi chimiche sono state eseguite dal laboratorio certificato Ambiente Analisi S.r.l. e sono state articolate in Metalli Pesanti, Idrocarburi Policiclici Aromatici, Idrocarburi Totali e Amianto.

Inoltre, è stato eseguito un test di cessione su un campione miscelato dei C1-C2 ed una caratterizzazione dell'asfalto, in quanto il progetto prevede la produzione di rifiuti con CER 17 03 02 in occasione della demolizione di parte dell'attuale manto stradale.

Si riassumono nel seguito i risultati delle analisi:

ANALISI TRS		
Campione	Superamenti	
C1	C>12	Colonna A
C2	Cobalto	Colonna A
	Cromo totale	Colonna A
	Nichel	Colonna A
	C>12	Colonna A
C3	Cobalto	Colonna A
	Cromo totale	Colonna A
	Nichel	Colonna A

Per quanto concerne i metalli pesanti, si evidenzia che il campione C1, anche se non presenta dei superamenti dei valori soglia della Colonna A (D.Lgs152/2006), presenta dei valori elevati dei parametri Cobalto, Cromo totale e Nichel (Vd. certificati). Il superamento di questi elementi anche nel campione C3, che è stato prelevato in un contesto di terreno agricolo presumibilmente privo di importanti rimaneggiamenti antropici fa supporre ad un'alta soglia di fondo naturale.

## 7 CONCLUSIONI

Nelle sezioni precedenti sono stati sintetizzati gli esiti delle indagini condotte lungo il tratto della pista ciclabile oggetto di studio, per i cui dettagli si rimanda ai relativi allegati. Quanto svolto fornisce gli elementi necessari per la predisposizione del modello geologico e geotecnico del tratto di versante interessato dall'intervento, oltre a fornire un inquadramento ambientale delle TRS e delle valide indicazioni in merito allo stato di conservazione delle murature di sostegno del corpo stradale.

Relativamente all'indagine geofisica, permane un certo grado di incertezza nella caratterizzazione stratigrafica di alcuni tratti del tracciato per via delle interferenze antropiche e naturali riscontrate in occasione delle indagini (Vd. punto n.3). Ciò nonostante, si ritengono soddisfatti gli obiettivi dell'indagine, in quanto su buona parte della stesa è stato identificato con successo il probabile contatto tra i depositi quaternari ed il sottostante substrato roccioso.

Aosta, 22 febbraio 2022



**ALLEGATO A**

ALLEGATO CARTOGRAFICO



PLANIMETRIA INDAGINI GEOGNOSTICHE VELODOIRE VII LOTTO



Legenda 1:1'500

- Buffer 10m asse metanodotto
- Metanodotto SNAM
- Indagini geognostiche programmate
- Carotaggi Prof. < 1.0m per campioni TRS
- Penetrometriche DPSH
- ★ Prove sui giunti della muratura di sostegno della carreggiata
- Stendimento indagine geofisica



**ALLEGATO B**

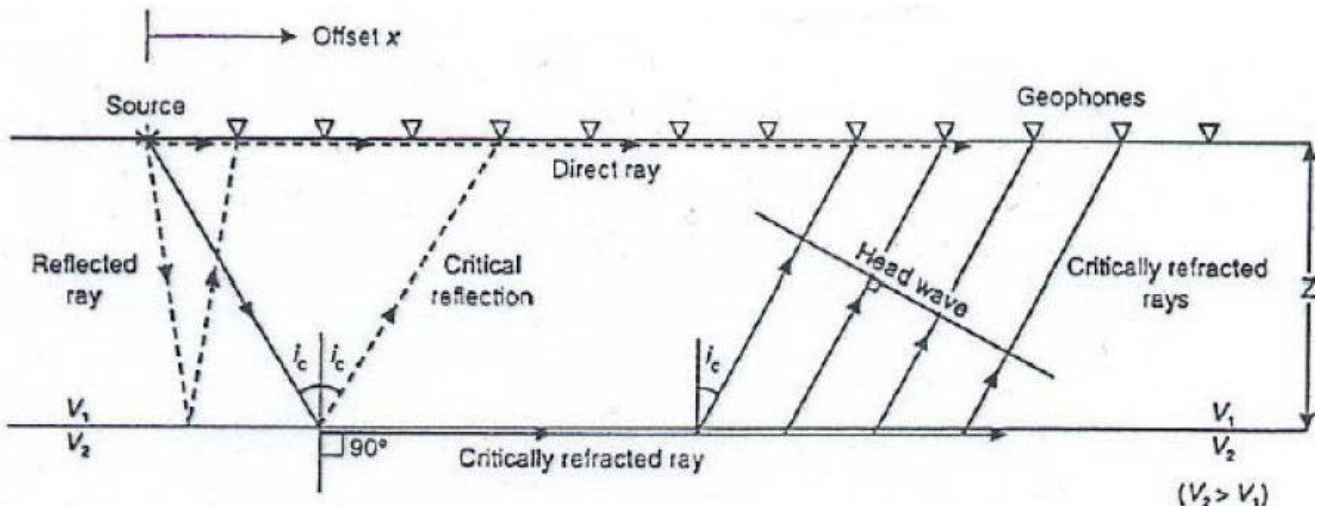
TEORIA DELLA TECNICA DELLA SISMICA A RIFRAZIONE

## CENNI TEORICI DELLA SISMICA A RIFRAZIONE

Le indagini sismiche a rifrazione sono finalizzate all'individuazione della propagazione delle onde longitudinali (P) nel sottosuolo per la caratterizzazione litostratigrafica. Esse permettono la ricostruzione areale delle geometrie e degli spessori dei depositi di copertura, la profondità del substrato (entro i limiti di penetrazione delle onde sismiche indotte), la verifica di eventuali discontinuità laterali nonché di determinare, nelle condizioni ottimali, i moduli elastici dinamici.

Il metodo si basa sul concetto della bi-rifrazione delle onde elastiche a seguito del fronte d'onda conico. Dato un punto di energizzazione di onde elastiche (stazione sorgente) ed uno stendimento di geofoni (stazioni riceventi), la sollecitazione sismica indotta giungerà fino alla stessa geofonica con onde dirette, onde riflesse ed onde coniche o bi-rifratte "head wave".

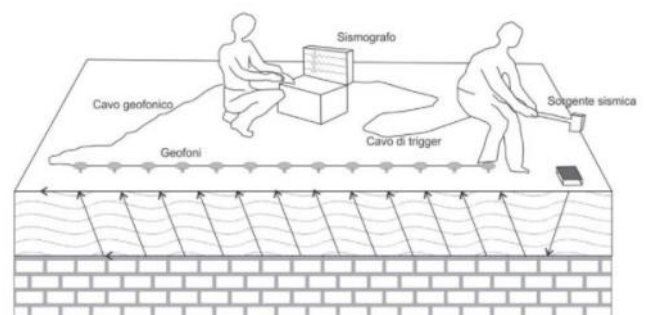
Nel caso di studio sono state analizzate le onde birifratte, vale a dire quelle che una volta raggiunta una superficie di separazione con un angolo di incidenza critico (seconda legge di Snell) vengono rifratte con un angolo di  $90^\circ$  propagarsi parallelamente alla superficie rifrangente per poi essere nuovamente rifratte con un angolo pari a quello di incidenza. Disponendo di una serie di ricevitori in corrispondenza della superficie del suolo, ad una determinata energizzazione si noterà che fino ad una certa distanza dalla sorgente arriverà prima l'onda diretta, mentre l'onda riflessa arriverà sempre per ultima. Quando l'onda birifratta avrà percorso sufficiente distanza alla velocità  $V_2$  essa arriverà prima di quella diretta, come mostrato in figura.



I contrasti di proprietà che determinano la presenza di una superficie rifrangente sono principalmente legati a cause stratigrafiche, strutturali e idrologiche. Esse rappresentano di fatto una superficie di separazione, più o meno netta, tra due materiali con comportamento elastico differente.

La strumentazione necessaria all'esecuzione dell'indagine comprende:

- Sismografo (acquisitore);
- n. geofoni (stazioni riceventi);
- Cavi di connessione;
- Sistema di energizzazione;
- Sistema "starter" o "trigger";
- Strumenti per rilievo topografico della stesa.
- Software di interpretazione e rappresentazione grafica del dato acquisito;





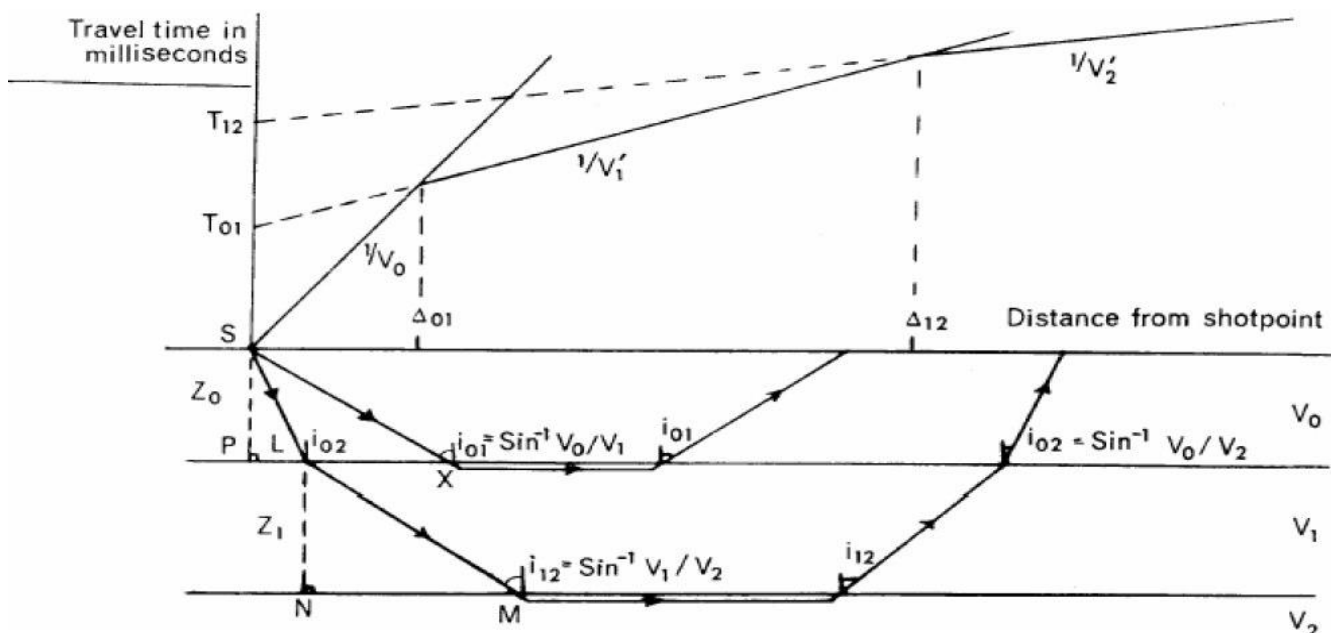
Utilizzando quindi le distanze tra il punto di energizzazione e quello di ricezione e i tempi di primo arrivo dei segnali sismici, vengono ricavate le domocrone (curve tempi-distanze), dalle quali si risale, tramite opportuni programmi di calcolo, alle velocità reali nei singoli strati, al loro spessore, profondità, forma ed inclinazione.

Per registrare simultaneamente gli impulsi sismici a diverse progressive è necessario utilizzare una strumentazione elettronica multicanale, a bassissimo rumore interno, ad alta velocità di campionamento, dotata di supporto magnetico per la registrazione dei dati ottenuti dopo opportuna amplificazione, filtraggio e conversione.

Conformemente a quanto indicato nelle linee guida per le indagini in sismica a rifrazione (ASTM D 5777 - 95 - Standard Guide for Using the Seismic Refraction Method for Subsurface Investigation) la configurazione geofonica minima deve essere di almeno 24 canali, con più stack di battuta e deve prevedere l'impiego di geofoni verticali a frequenza propria compresa tra 8 e 40Hz. Il numero di "tiri" può essere variabile in funzione del target da investigare e dalla geometria dello stendimento, ma generalmente non dovrà essere meno di n.1 punto di energizzazione ogni 3-4 stazioni riceventi. Inoltre, dovranno essere condotti anche dei tiri esterni allo stendimento, di almeno 2 posizioni su ogni estremo. La spaziatura geofonica è funzione del dettaglio che si vuole ottenere, ma generalmente dovrà rispettare i rapporti di 1/4 - 1/5 della profondità del target.

Targhet	Distanza geofonica ottimale
10m	2.0m – 2.5m
20m	4.0m – 5.0m
50m	10.0m – 12.0m
100m	20.0m – 25.0m

A titolo di esempio, si riporta lo schema di propagazione dell'impulso sismico all'interno di un modello a tre strati. Il coefficiente angolare della dromocrona passante per l'origine rappresenta l'inverso della velocità di propagazione delle onde elastine nel primo strato ( $V_0$ ), mentre i coefficienti angolari delle altre 2 dromocrone rappresentano l'inverso delle velocità dei due strati sottostanti ( $V_1$  e  $V_2$ ). Ne consegue che un modello a 3 strati è caratterizzato da 2 rifrattori che separano 3 materiali caratterizzati da un differente comportamento meccanico di tipo elastico omogeneo, continuo ed isotropo.



L'intersezione tra due dromocrone è detto "punto di ginocchio" e rappresenta il punto in cui arrivano contemporaneamente le onde rifratte da due rifrattori adiacenti. Pertanto, in un'indagine di sismica a rifrazione sarà possibile individuare un numero di punti di ginocchio pari al numero di rifrattori investigati. Inoltre, più è profondo il rifratore, più sarà distante dalla sorgente il rispettivo punto di ginocchio, da cui deriva che questo

tipo di impulsi possono essere ricevuti solo a partire da una certa distanza, la quale sarà funzione della profondità del rifrattore e della geometria dello stendimento (lunghezza dello stendimento e spaziatura geofonica).

Un limite importante della tecnica a rifrazione sta nell'impossibilità teorica di rilevare successioni stratigrafiche composte da strati a velocità decrescente con la profondità. In tali circostanze, gli strati più "lenti" non possono essere messi in evidenza dalle onde rifratte, in quanto l'energia incidente, al contatto fra la sommità dello strato e la base dello strato sovrastante a più alta velocità, subisce una flessione verso il basso e non viene rifratta. Tale situazione è nota in letteratura come "orizzonte muto", il quale causa oltre alla mancata individuazione dello strato a basse velocità, la sovrastima dello spessore dello strato sovrastante. Altra importante limitazione sta nello spessore degli strati attraversati, in caso ve ne sia uno di spessore molto ridotto, non si produce alcun cambiamento di pendenza sulle dromocrone diventando sismicamente non rilevabile, condizione conosciuta come "orizzonte nascosto". Affinché uno strato possa essere rilevato in fase di acquisizione e analisi del dato, lo stesso deve essere campionato da almeno 2 geofoni, da cui deriva il concetto che, in determinate condizioni, il margine di errore del metodo sta nel doppio della spaziatura geofonica.

Condizioni complesse si creano invece qualora la superficie rifrangente abbia una inclinazione differente rispetto a quella del piano campagna su cui sono posizionati i ricevitori. In tali circostanze, le limitazioni del metodo possono essere superate mediante l'impiego di specifiche tecniche quali il "delay-time" o "plus minus", che richiedono specifiche configurazioni geometriche rispetto ai punti di energizzazione.

L'interpretazione dei dati prevede l'attribuzione delle coordinate specifiche ai singoli geofoni ed ai punti di energizzazione, l'estrazione delle dromocrone registrate e l'individuazione dei primi arrivi su tutti i canali mediante la procedura di "picking". Tali informazioni vengono poi recepite dal software di interpretazione per l'elaborazione dell'immagine tomografica.

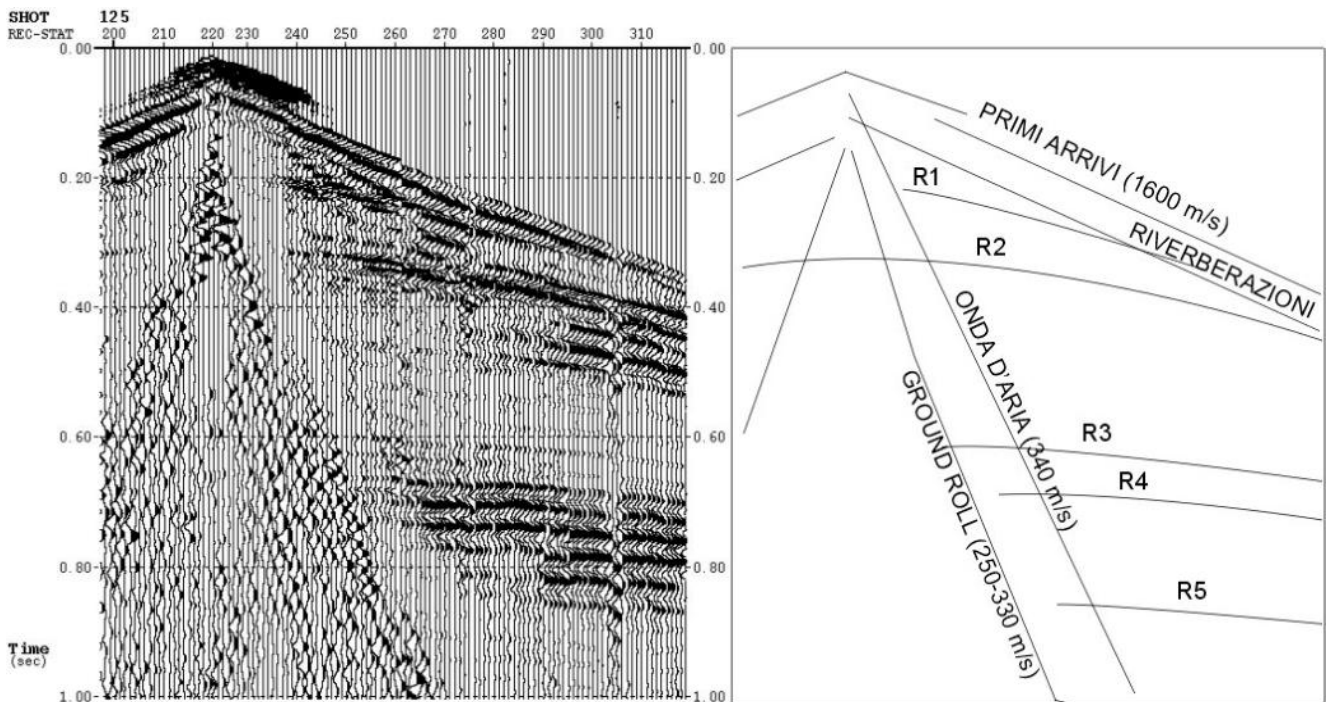
A titolo di esempio, si riporta nel seguito una tabella riepilogativa delle velocità caratteristiche  $V_p$  e  $V_s$  di alcuni dei materiali naturali che possono essere interessati da un'indagine sismica.

		$V_p$		$V_s$	
		Minimo	Massimo	Minimo	Massimo
<b>Sedimenti non consolidati</b>	Sabbia	400	900	176	396
	Sabbia satura	700	1450	286	592
	Argilla	750	1600	280	500
	Limi e argille	650	1250	241	464
	Limi e sabbie	500	1000	212	425
<b>Sedimenti consolidati</b>	Argilla	1500	1850	557	687
	Calcere fratturato	750	1450	330	638
	Calcere	1400	2000	616	880
	Arenaria fratturata	800	2100	363	954
	Arenaria	2000	3500	935	1637
	Dolomia	2500	4500	1200	2162
<b>Rocce</b>	Basalto fratturato	950	1350	489	695
	Basalto	1800	3000	995	1658
	Granitoidi fratturati	1000	1750	514	900
	Granitoidi	1600	2800	884	1548
	Metamorfiti fratturate	1500	2000	772	1029
	Metamorfiti	1800	3500	1039	2021

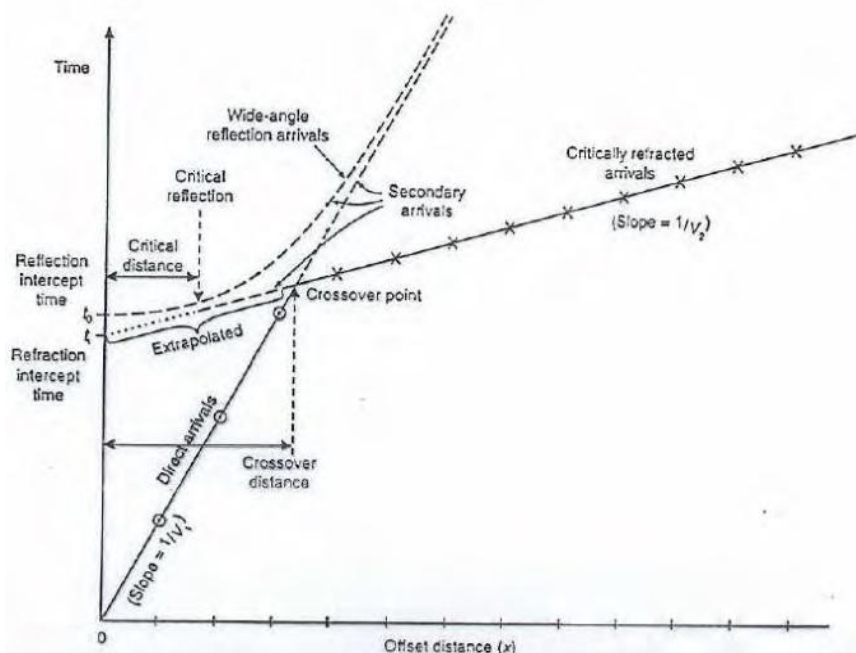
## LIMITI DELLA SISMICA A RIFRAZIONE

U singolo sismogramma contiene al suo interno le seguenti componenti:

- Onde dirette – Rappresentano la perturbazione che attraversando il primo strato si sposta dalla sorgente di energia al geofono ricevente;
- Onde riflesse – Perturbazioni che vengono riflesse dalle superfici di discontinuità;
- Onde superficiali – Notoriamente conosciute come “Ground Roll”;
- Onde rifratte o bi-rifratte – Rappresentano la perturbazione che percorrendo la superficie di discontinuità tra due mezzi con velocità differenti raggiunge il geofono ricevitore. L’angolo critico di incidenza dipende dal rapporto delle velocità di propagazione delle onde sismiche nei due materiali secondo la legge di Snell



La rifrazione si genera nei primi arrivi di due o più rette “spezzate” (in funzione dei livelli rinfrangenti) a condizione che le velocità aumentino a che vi sia la condizione di “Crossover”, vale a dire il sorpasso tra l’onda diretta e quella rifratta. Qualora non vi siano tali condizioni, a seguito di una energizzazione sismica si genererà la sola onda diretta.



Pertanto, qualora non si verifichi la condizione di “Crossover”, si registrerà la sola onda diretta. Come mostrato nelle figure precedenti, per ogni domocrona si hanno dei punti che possono essere relativi alle onde dirette e alle onde rifratte. I primi arrivi sono quelli relativi alle onde dirette, che si propagano attraverso il primo strato. Ad una certa distanza, detta anche “distanza critica” o di “Crossover” il tempo impiegato dalla perturbazione sismica per arrivare al geofono ricevitore è inferiore a quello dei primi arrivi che si propagano nel primo strato. Tale condizione si genera in quanto il segnale sismico, partendo dalla sorgente, segue il percorso più veloce che è rappresentato dal tetto dello strato sottostante (testa d’onda).

I punti relativi agli arrivi che attraversano mezzi con differenti velocità si allineano lungo una retta avente una pendenza  $1/V_x$ , che presenterà diverse spezzate in funzione del numero degli strati attraversati. Il tempo che corrisponde all’intersezione di ciascun segmento di retta con l’asse dei tempi è detto “tempo intercetto”, il quale, insieme alla distanza critica, dipendono direttamente dalla velocità dei materiali e dallo spessore degli strati e pertanto possono essere impiegati per profondità dei passaggi litologici. Nei casi in cui le interfacce non siano piano e/o parallele al piano campagna (come nel caso in esame) le profondità dei riflettori e le velocità degli strati si possono ottenere con diversi metodi analitici (delay times, Plus-Minus, GRM) e come nel caso specifico, dai “metodi analitici tomografici”. Quest’ultimi sono in grado di restituire dei modelli di velocità delle onde sismiche che possono giustificare tutte le domocrone acquisite con topografie accidentate e con sensibili variazioni morfologiche degli strati indagati.

Tra limitazioni più importanti del metodo, vi è il comportamento delle onde “P” o di “compressione e dilatazione” all’interno dei differenti materiali ed in concomitanza delle differenti caratteristiche che possono presentare lo stesso litotipo. La velocità di propagazione delle onde diminuisce col grado di alterazione e fessurazione dell’ammasso. Generalmente aumenta con la profondità ed è soggetta a forti oscillazioni in funzione del grado di saturazione dei materiali per via del fatto che le onde compressive si diffondono all’interno dell’acqua. Ne deriva che litotipi differenti possono avere velocità delle onde sismiche uguali o molto simili (roccia fortemente fratturata e materiale detritico saturo presentano velocità delle onde P nell’ordine dei 1400-1700m/s). Pertanto, l’analisi sismografica non può essere automaticamente correlata ad una reale situazione geologico-stratigrafica, ma deve necessariamente essere sempre interpretata in funzione dell’assetto morfologico ed idrogeologico locale.

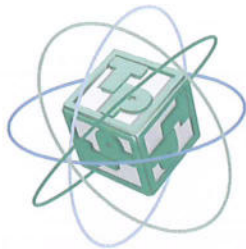
Inoltre, come in parte già accennato nelle sezioni precedenti, il metodo sismico a rifrazione presenta le seguenti limitazioni:

- Un determinato livello potrà essere identificato soltanto se la sua velocità di trasmissione delle onde longitudinali risulterà maggiore di quella dei livelli soprastanti;
- Un livello di spessore limitato rispetto al passo dei geofoni può risultare non rilevabile;
- Un livello di velocità intermedia compreso tra uno strato sovrastante a velocità minore ed uno sottostante a velocità sensibilmente maggiore può risultare non rilevabile perché mascherato dagli arrivi dello strato sottostante;
- Aumentando la lunghezza dello stendimento e conseguentemente la distanza tra i geofoni, aumenta anche la profondità di investigazione ma si determina una riduzione della precisione nella determinazione dei passaggi litologici.



**ALLEGATO D**

RAPPORTI DI PROVA DELLE INDAGINI CONDOTTE SUI GIUNTI DELLA MURATURA DI  
SOSTEGNO DELLA CARREGGIATA



# TECNO PIEMONTE S.p.A.

CENTRO PROVE – RICERCHE – AMBIENTE – SERVIZI PER INGEGNERIA  
AUT. MIN.: INTERNO - SALUTE - SVILUPPO ECONOMICO – ISTRUZIONE UNIVERSITA' E RICERCA  
INFRASTRUTTURE E TRASPORTI ART. 20 LEGGE 1086/71 – DPR. 380/01  
INDAGINI – GEOTECNICA TERRENI E ROCCE - MARCATURA CE ORGANISMO NOTIFICATO N° 1372





Committente: **GEO BIM S.r.l.**  
Frazione Les Cors, 61  
11020 FENIS (AO)

<b>RAPPORTO DI PROVA N°</b>	<b>00796/V</b>	<b>DEL</b>	<b>24/01/2022</b>	<b>pagina 1 di 10</b>
Verbale di accettazione n°	1316/GT	del	23/11/2021	Vs. rif.: -

<b>SETTORE</b>	<b>INDAGINI IN SITO SU MURATURE</b>
----------------	-------------------------------------

<b>CANTIERE</b>	Strada dell'Envers - St. Marcel (AO)	
<b>ENTE APPALTANTE</b>	-	
<b>DIRETTORE DEI LAVORI</b>	-	
<b>PROVE ESEGUITE</b>	determinazione delle caratteristiche di resistenza dei giunti di malta - prove penetrometriche mediante Windsor pin system	<b>NORMA DI RIFERIMENTO</b>  ASTM C803
<b>DATA PROVE</b>	23/11/2021	
<b>ALLEGATI</b>	-	

I risultati si riferiscono esclusivamente ai campioni sottoposti a prova (UNI CEI EN ISO/IEC 17025)

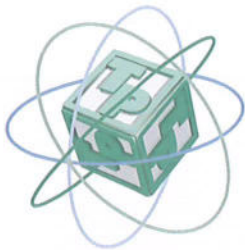
<b>LO SPERIMENTATORE</b>	Dott. Geol. Mauro BIANCO 
<b>IL DIRETTORE DEL LABORATORIO</b>	dott. geol. Marco Bettio 

Sede Amministrativa  
Statale Valsesia, 20  
13035 Lenta (Vc)  
Tel. +39-0163.885.111  
Fax +39-0163.885.028

Unità operativa n. 1  
Statale Valsesia, 20  
13035 Lenta (Vc)  
Tel. +39-0163.885.111  
Fax +39-0163.885.028

Unità operativa n. 2  
Via Ponte Romano, 228-230  
11027 Saint-Vincent (Ao)  
Tel. +39-0166.537.780  
Fax +39-0166.510.914

Sede legale  
Via C. Pizzorno, 12 - 28078  
Romagnano Sesia (No)  
tecnopiemonte@tecnopiemonte.com  
www.tecnopiemonte.com



verbale di accettazione n. 1316/GT rapporto di prova n. 00796/V pagina 2 di 10

## PROVE SU STRUTTURE IN MURATURA - Prove penetrometriche su giunti di malta (caratteristiche di resistenza)

### ATTREZZATURA DI PROVA

Si utilizza il penetrometro Windsor (mod. W-P-2000), costituito da una pistola a molla calibrata secondo la norma ASTM C803 che spara apposite sonde normalizzate in acciaio.

Le misure di penetrazione vengono effettuate mediante micrometro meccanico (precisione 0,001 in).

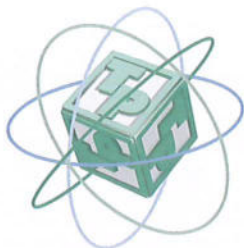
Campo di misura della resistenza a compressione: 0,7-40,5 MPa.

### DESCRIZIONE DELLA PROVA

Questa tecnica permette di valutare le proprietà meccaniche della malta di riempimento dei giunti presenti tra gli elementi costituenti una muratura. E' un metodo cosiddetto di "indentazione" basato sulla misura della cavità prodotta dalla penetrazione di una punta di acciaio nel giunto di malta. La profondità di infissione viene correlata mediante apposite tabelle alla resistenza a compressione del materiale ed il valore misurato rappresenta la media di n. 4 determinazioni eseguite su giunti omogenei di porzioni limitate di muratura (circa 0,5 m<sup>2</sup>).







Committente:	GEO BIM S.r.l.		
Rapporto di prova n.:	00796/V	del	24/01/2022
Verbale di accettazione n.:	1316/GT	del	23/11/2021
Vs. rif.:	-		

Pagina 3 di 10

## PROVE SU STRUTTURE IN MURATURA - Prove penetrometriche su giunti di malta (caratteristiche di resistenza)

### dati identificativi della prova

Normativa di riferimento:	ASTM C803		
Progetto/Cantiere:	Strada dell'Envers - St. Marcel (AO)		
Opera/Struttura:	muro di sostegno	Prova n.:	A
Ubicazione/posizione:	picchetto 112	Data prova:	23/11/2021

### caratteristiche dell'attrezzatura

Tipologia/Produttore: Windsor Pin System mod. W-P-2000 James Instruments Inc.  
micrometro meccanico (precisione 0,001 in)  
Campo di misura della resistenza a compressione: 0,7-40,5 MPa.

### caratteristiche dell'area di prova

Muratura in blocchi irregolari di roccia. Giunti di malta a prevalente frazione sabbioso-ghiaiosa ( $\varnothing$  max 4-5 mm)  
Spessore medio dei giunti: -

### risultati

Letture micrometrica (in)	Penetrazione (in)	Resistenza malta (MPa)
0,840	0,160	26,8
0,815	0,185	24,5
0,806	0,194	23,6
0,774	0,226	20,7

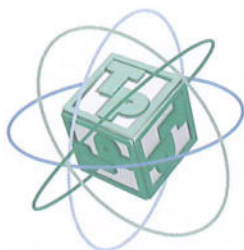
Resistenza a compressione (valore medio): 23,9 MPa

### NOTE:

I valori riscontrati identificano una tipologia di malta meccanicamente equiparabile ad una malta di classe M 20 (NTC 2008)







Committente:	GEO BIM S.r.l.		
Rapporto di prova n.:	00796/IV	del	24/01/2022
Verbale di accettazione n.:	1316/GT	del	23/11/2021
Vs. rif.:	-		

Pagina 4 di 10

PROVE SU STRUTTURE IN MURATURA - Prove penetrometriche su giunti di malta (caratteristiche di resistenza)			
<b>dati identificativi della prova</b>			
Normativa di riferimento:	ASTM C803		
Progetto/Cantiere:	Strada dell'Envers - St. Marcel (AO)		
Opera/Struttura:	muro di sostegno	Prova n.:	B
Ubicazione/posizione:	picchetto 118	Data prova:	23/11/2021
<b>caratteristiche dell'attrezzatura</b>			
Tipologia/Produttore:	Windsor Pin System mod. W-P-2000 James Instruments Inc. micrometro meccanico (precisione 0,001 in) Campo di misura della resistenza a compressione: 0,7-40,5 MPa.		
<b>caratteristiche dell'area di prova</b>			
Muratura in blocchi irregolari di roccia. Giunti di malta a prevalente frazione sabbioso-ghiaiosa ( $\varnothing$ max 4-5 mm) Spessore medio dei giunti: -			

#### risultati

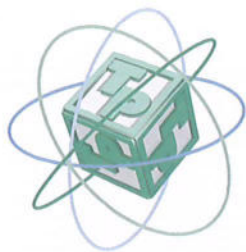
Letture micrometrica (in)	Penetrazione (in)	Resistenza malta (MPa)
0,716	0,284	12,8
0,702	0,298	11,6
0,713	0,287	12,6
0,621	0,379	4,6

Resistenza a compressione (valore medio): 10,4 MPa

#### NOTE:

I valori riscontrati identificano una tipologia di malta meccanicamente equiparabile ad una malta di classe M 10 (NTC 2008)





Committente:	GEO BIM S.r.l.		
Rapporto di prova n.:	00796/IV	del	24/01/2022
Verbale di accettazione n.:	1316/GT	del	23/11/2021
Vs. rif.:	-		

Pagina 5 di 10

## PROVE SU STRUTTURE IN MURATURA - Prove penetrometriche su giunti di malta (caratteristiche di resistenza)

### dati identificativi della prova

Normativa di riferimento:	ASTM C803		
Progetto/Cantiere:	Strada dell'Envers - St. Marcel (AO)		
Opera/Struttura:	muro di sostegno	Prova n.:	C
Ubicazione/posizione:	picchetto 160	Data prova:	23/11/2021

### caratteristiche dell'attrezzatura

Tipologia/Produttore: Windsor Pin System mod. W-P-2000 James Instruments Inc.  
micrometro meccanico (precisione 0,001 in)  
Campo di misura della resistenza a compressione: 0,7-40,5 MPa.

### caratteristiche dell'area di prova

Muratura in blocchi irregolari di roccia. Giunti di malta a prevalente frazione sabbioso-ghiaiosa ( $\varnothing$  max 4-5 mm)  
Spessore medio dei giunti: -

### risultati

Letture micrometrica (in)	Penetrazione (in)	Resistenza malta (MPa)
0,618	0,382	4,4
0,602	0,398	3,0
0,563	0,437	<0,7
0,592	0,408	2,1

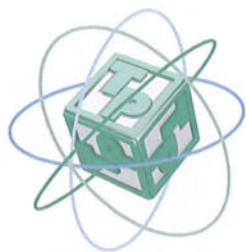
Resistenza a compressione (valore medio): 3,2 MPa

### NOTE:

I valori riscontrati identificano una tipologia di malta meccanicamente equiparabile ad una malta inferiore alla classe M 2,5 (NTC 2008)







Committente:	GEO BIM S.r.l.		
Rapporto di prova n.:	00796/IV	del	24/01/2022
Verbale di accettazione n.:	1316/GT	del	23/11/2021
Vs. rif.:	-		

Pagina 6 di 10

## PROVE SU STRUTTURE IN MURATURA - Prove penetrometriche su giunti di malta (caratteristiche di resistenza)

### dati identificativi della prova

Normativa di riferimento: ASTM C803

Progetto/Cantiere: Strada dell'Envers - St. Marcel (AO)

Opera/Struttura: muro di sostegno

Prova n.: D

Ubicazione/posizione: picchetto 172

Data prova: 23/11/2021

### caratteristiche dell'attrezzatura

Tipologia/Produttore: Windsor Pin System mod. W-P-2000 James Instruments Inc.  
micrometro meccanico (precisione 0,001 in)  
Campo di misura della resistenza a compressione: 0,7-40,5 MPa.

### caratteristiche dell'area di prova

Muratura in blocchi irregolari di roccia. Giunti di malta a prevalente frazione sabbioso-ghiaiosa ( $\emptyset$  max 4-5 mm)  
Spessore medio dei giunti: -

### risultati

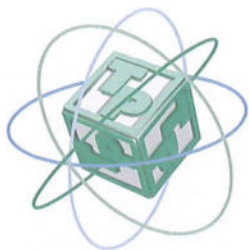
Letture micrometrica (in)	Penetrazione (in)	Resistenza malta (MPa)
0,487	0,513	<0,7
0,525	0,475	<0,7
0,495	0,505	<0,7
0,507	0,493	<0,7

Resistenza a compressione (valore medio): <0,7 MPa

### NOTE:

I valori riscontrati identificano una tipologia di malta meccanicamente equiparabile ad una malta inferiore alla classe M 2,5 (NTC 2008)





Committente:	GEO BIM S.r.l.		
Rapporto di prova n.:	00796/IV	del	24/01/2022
Verbale di accettazione n.:	1316/GT	del	23/11/2021
Vs. rif.:	-		

Pagina 7 di 10

PROVE SU STRUTTURE IN MURATURA - Prove penetrometriche su giunti di malta (caratteristiche di resistenza)			
<b>dati identificativi della prova</b>			
Normativa di riferimento:	ASTM C803		
Progetto/Cantiere:	Strada dell'Envers - St. Marcel (AO)		
Opera/Struttura:	muro di sostegno	Prova n.:	E
Ubicazione/posizione:	picchetto 181	Data prova:	23/11/2021
<b>caratteristiche dell'attrezzatura</b>			
Tipologia/Produttore:	Windsor Pin System mod. W-P-2000 James Instruments Inc. micrometro meccanico (precisione 0,001 in) Campo di misura della resistenza a compressione: 0,7-40,5 MPa.		
<b>caratteristiche dell'area di prova</b>			
Muratura in blocchi irregolari di roccia. Giunti di malta a prevalente frazione sabbioso-ghiaiosa ( $\varnothing$ max 4-5 mm) Spessore medio dei giunti: -			

#### risultati

Letture micrometrica (in)	Penetrazione (in)	Resistenza malta (MPa)
0,613	0,387	3,9
0,555	0,445	<0,7
0,547	0,453	<0,7
0,622	0,378	4,7

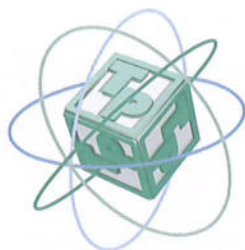
Resistenza a compressione (valore medio): 4,3 MPa

#### NOTE:

I valori riscontrati identificano una tipologia di malta meccanicamente equiparabile ad una malta di classe M 2,5 (NTC 2008)







Committente:	GEO BIM S.r.l.		
Rapporto di prova n.:	00796/IV	del	24/01/2022
Verbale di accettazione n.:	1316/GT	del	23/11/2021
Vs. rif.:	-		

Pagina 8 di 10

## PROVE SU STRUTTURE IN MURATURA - Prove penetrometriche su giunti di malta (caratteristiche di resistenza)

### dati identificativi della prova

Normativa di riferimento:	ASTM C803		
Progetto/Cantiere:	Strada dell'Envers - St. Marcel (AO)		
Opera/Struttura:	muro di sostegno	Prova n.:	F
Ubicazione/posizione:	picchetto 196	Data prova:	23/11/2021

### caratteristiche dell'attrezzatura

Tipologia/Produttore: Windsor Pin System mod. W-P-2000 James Instruments Inc.  
micrometro meccanico (precisione 0,001 in)  
Campo di misura della resistenza a compressione: 0,7-40,5 MPa.

### caratteristiche dell'area di prova

Muratura in blocchi irregolari di roccia. Giunti di malta a prevalente frazione sabbioso-ghiaiosa ( $\varnothing$  max 4-5 mm)  
Spessore medio dei giunti: -

### risultati

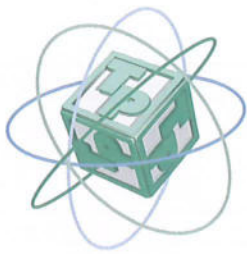
Letture micrometrica (in)	Penetrazione (in)	Resistenza malta (MPa)
0,621	0,379	4,6
0,616	0,384	4,2
0,664	0,336	8,3
0,632	0,368	5,6

Resistenza a compressione (valore medio): 5,7 MPa

### NOTE:

I valori riscontrati identificano una tipologia di malta meccanicamente equiparabile ad una malta inferiore alla classe M 2,5 (NTC 2008)





Committente:	GEO BIM S.r.l.		
Rapporto di prova n.:	00796/V	del	24/01/2022
Verbale di accettazione n.:	1316/GT	del	23/11/2021
Vs. rif.:	-		

Pagina 9 di 10

## PROVE SU STRUTTURE IN MURATURA - Prove penetrometriche su giunti di malta (caratteristiche di resistenza)

### **dati identificativi della prova**

Normativa di riferimento:	ASTM C803		
Progetto/Cantiere:	Strada dell'Envers - St. Marcel (AO)		
Opera/Struttura:	muro di sostegno	Prova n.:	<b>G</b>
Ubicazione/posizione:	picchetto 241	Data prova:	23/11/2021

### **caratteristiche dell'attrezzatura**

Tipologia/Produttore: Windsor Pin System mod. W-P-2000 James Instruments Inc.  
micrometro meccanico (precisione 0,001 in)  
Campo di misura della resistenza a compressione: 0,7-40,5 MPa.

### **caratteristiche dell'area di prova**

Muratura in blocchi irregolari di roccia. Giunti di malta a prevalente frazione sabbioso-ghiaiosa ( $\varnothing$  max 4-5 mm)  
Spessore medio dei giunti: -

### **risultati**

Letture micrometrica (in)	Penetrazione (in)	Resistenza malta (MPa)
0,565	0,435	<0,7
0,574	0,426	<0,7
0,587	0,413	1,7
0,571	0,429	<0,7

**Resistenza a compressione (valore medio): 1,7 MPa**

### **NOTE:**

I valori riscontrati identificano una tipologia di malta meccanicamente equiparabile ad una malta inferiore alla classe M 2,5 (NTC 2008)







Committente:	GEO BIM S.r.l.		
Rapporto di prova n.:	00796/V	del	24/01/2022
Verbale di accettazione n.:	1316/GT	del	23/11/2021
Vs. rif.:	-		

Pagina 10 di 10

## PROVE SU STRUTTURE IN MURATURA - Prove penetrometriche su giunti di malta (caratteristiche di resistenza)

### dati identificativi della prova

Normativa di riferimento:	ASTM C803		
Progetto/Cantiere:	Strada dell'Envers - St. Marcel (AO)		
Opera/Struttura:	muro di sostegno	Prova n.:	H
Ubicazione/posizione:	picchetto 259	Data prova:	23/11/2021

### caratteristiche dell'attrezzatura

Tipologia/Produttore: Windsor Pin System mod. W-P-2000 James Instruments Inc.  
micrometro meccanico (precisione 0,001 in)  
Campo di misura della resistenza a compressione: 0,7-40,5 MPa.

### caratteristiche dell'area di prova

Muratura in blocchi irregolari di roccia. Giunti di malta a prevalente frazione sabbioso-ghiaiosa ( $\varnothing$  max 4-5 mm)  
Spessore medio dei giunti: -

### risultati

Letture micrometrica (in)	Penetrazione (in)	Resistenza malta (MPa)
0,639	0,361	6,2
0,731	0,269	14,1
0,654	0,346	7,5
0,668	0,332	8,7

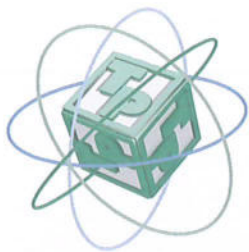
**Resistenza a compressione (valore medio): 9,1 MPa**

### NOTE:

I valori riscontrati identificano una tipologia di malta meccanicamente equiparabile ad una malta di classe M 5 (NTC 2008)







# TECNO PIEMONTE S.p.A.

CENTRO PROVE – RICERCHE – AMBIENTE – SERVIZI PER INGEGNERIA  
AUT. MIN.: INTERNO - SALUTE - SVILUPPO ECONOMICO – ISTRUZIONE UNIVERSITA' E RICERCA  
INFRASTRUTTURE E TRASPORTI ART. 20 LEGGE 1086/71 – DPR. 380/01  
INDAGINI – GEOTECNICA TERRENI E ROCCE - MARCATURA C€ ORGANISMO NOTIFICATO N° 1372



Committente:

GEO BIM S.r.l.  
Frazione Les Cors, 61  
11020 FENIS (AO)

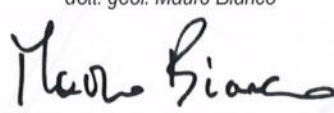
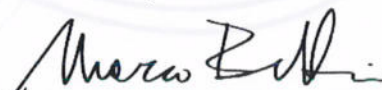
RAPPORTO DI PROVA N° 00797/V DEL 24/01/2022 pagina 1 di 5

Verbale di accettazione n° 1316/GT del 23/11/2021 Vs. rif.: -

SETTORE INDAGINI IN SITO SU MURATURE

CANTIERE	Strada dell'Envers - St. Marcel (AO)	
ENTE APPALTANTE	-	
DIREZIONE LAVORI	-	
PROVE ESEGUITE	determinazione delle caratteristiche di resistenza dei giunti di malta - prove penetrometriche mediante drill energy test	NORMA DI RIFERIMENTO  RILEM 127 MDT.D.1
DATA PROVE	23/11/2021	
ALLEGATI	-	

I risultati si riferiscono esclusivamente ai campioni sottoposti a prova (UNI CEI EN ISO/IEC 17025)

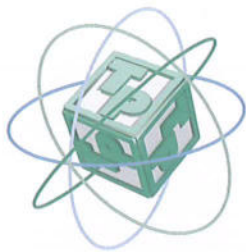
LO SPERIMENTATORE	dott. geol. Mauro Bianco 
IL DIRETTORE DEL LABORATORIO	dott. geol. Marco Bettio 

Sede Amministrativa  
Statale Valsesia, 20  
13035 Lenta (Vc)  
Tel. +39-0163.885.111  
Fax +39-0163.885.028

Unità operativa n. 1  
Statale Valsesia, 20  
13035 Lenta (Vc)  
Tel. +39-0163.885.111  
Fax +39-0163.885.028

Unità operativa n. 2  
Via Ponte Romano, 228-230  
11027 Saint-Vincent (Ao)  
Tel. +39-0166.537.780  
Fax +39-0166.510.914

Sede legale  
Via C. Pizzorno, 12 - 28078  
Romagnano Sesia (No)  
tecnopiemonte@tecnopiemonte.com  
www.tecnopiemonte.com



verbale di accettazione n. 1316/GT rapporto di prova n. 00797/V pagina 2 di 5

**Determinazione indiretta della resistenza superficiale di una malta di riempimento di giunti in muratura mediante "Drill energy test"  
(RILEM 127 MDT.D.1)**

Il "Drill energy test" rappresenta una metodologia di indagine idonea a valutare le caratteristiche meccaniche delle malte di riempimento di giunti in murature lapidee o in laterizio; attraverso la misura dell'energia applicata per eseguire una perforazione standard di 5 mm si ottiene un parametro molto significativo correlato alla resistenza a compressione della malta.

L'attrezzatura di prova è costituita da uno specifico trapano a batteria dotato di un gruppo meccanico di definizione e di guida della "corsa", progettato per eseguire fori di profondità max. di 5 mm con punta in widia Ø 4mm; il trapano è strumentato con circuito elettronico corredato di scheda Bluetooth e software applicativo su sistema operativo Android V. 4.3.

Questo applicativo consente l'utilizzo di uno smartphone come centralina di misura e memorizzazione dei dati.

Per ciascuna zona caratteristica, rappresentativa della muratura indagata, vengono effettuate n. 15 determinazioni contigue, con interdistanza di circa 2 cm, sul medesimo giunto di malta o su giunti limitrofi, previa scarifica manuale dello strato di alterazione superficiale.

I risultati della prova vengono determinati selezionando la media aritmetica dei 6 valori centrali U(6) dei 15 misurati e applicando la seguente legge di correlazione:

$$f_m = [U(6) + 22]/134$$







Committente:	GEO BIM S.r.l.		
Rapporto di prova n.:	00797/V	del	24/01/2022
Verbale di accettazione n.:	1316/GT	del	23/11/2021
Vs. rif.:	-		

Pagina 3 di 5

## PROVE SU STRUTTURE IN MURATURA

Determinazione indiretta della resistenza superficiale di una malta di riempimento di giunti in muratura mediante "Drill energy test"

### dati identificativi della prova

Normativa di riferimento:	RILEM 127 MDT.D.1		
Progetto/Cantiere:	Strada dell'Envers - St. Marcel (AO)		
Opera/Struttura:	muro di sostegno	Prova n.:	A
Ubicazione/posizione:	picchetto 112	Data prova:	23/11/2021

### caratteristiche dell'attrezzatura

Tipologia/Produttore:	penetrometro per malte PNT-G2 - Pizzi Instruments		
Ø punta:	4 mm	profondità di penetrazione:	5 mm

### caratteristiche dell'area di prova

Muratura in blocchi irregolari di roccia. Giunti di malta a prevalente frazione sabbioso-ghiaiosa (Ø max 4-5 mm)  
Spessore medio dei giunti: -

### risultati

Valori di penetrazione prossimi al valore medio (n. 6 di 15 misure eseguite)

2239,9	2660,1	3318,1	4136,8	4238,5	4246,1
--------	--------	--------	--------	--------	--------

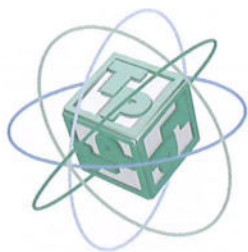
valore medio U(6) 3473,3

resistenza media stimata  $f_m = 26,1$  N/mm<sup>2</sup>

NOTE: -







Committente:	GEO BIM S.r.l.		
Rapporto di prova n.:	00797/V	del	24/01/2022
Verbale di accettazione n.:	1316/GT	del	23/11/2021
Vs. rif.:	-		

Pagina 4 di 5

## PROVE SU STRUTTURE IN MURATURA

Determinazione indiretta della resistenza superficiale di una malta di riempimento di giunti in muratura mediante "Drill energy test"

### dati identificativi della prova

Normativa di riferimento:	RILEM 127 MDT.D.1		
Progetto/Cantiere:	Strada dell'Envers - St. Marcel (AO)		
Opera/Struttura:	muro di sostegno	Prova n.:	C
Ubicazione/posizione:	picchetto 160	Data prova:	23/11/2021

### caratteristiche dell'attrezzatura

Tipologia/Produttore:	penetrometro per malte PNT-G2 - Pizzi Instruments		
Ø punta:	4 mm	profondità di penetrazione:	5 mm

### caratteristiche dell'area di prova

Muratura in blocchi irregolari di roccia. Giunti di malta a prevalente frazione sabbioso-ghiaiosa (Ø max 4-5 mm)  
Spessore medio dei giunti: -

### risultati

Valori di penetrazione prossimi al valore medio (n. 6 di 15 misure eseguite)

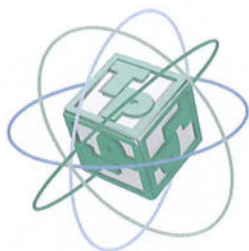
224,4	241,3	287,7	336,0	461,4	464,0
-------	-------	-------	-------	-------	-------

valore medio U(6) 335,8

resistenza media stimata  $f_m = 2,7$  N/mm<sup>2</sup>

NOTE: -





Committente:	GEO BIM S.r.l.		
Rapporto di prova n.:	00797/V	del	24/01/2022
Verbale di accettazione n.:	1316/GT	del	23/11/2021
Vs. rif.:	-		

Pagina 5 di 5

## PROVE SU STRUTTURE IN MURATURA

Determinazione indiretta della resistenza superficiale di una malta di riempimento di giunti in muratura mediante "Drill energy test"

### dati identificativi della prova

Normativa di riferimento:	RILEM 127 MDT.D.1		
Progetto/Cantiere:	Strada dell'Envers - St. Marcel (AO)		
Opera/Struttura:	muro di sostegno	Prova n.:	F
Ubicazione/posizione:	picchetto 196	Data prova:	23/11/2021

### caratteristiche dell'attrezzatura

Tipologia/Produttore:	penetrometro per malte PNT-G2 - Pizzi Instruments		
Ø punta:	4 mm	profondità di penetrazione:	5 mm

### caratteristiche dell'area di prova

Muratura in blocchi irregolari di roccia. Giunti di malta a prevalente frazione sabbioso-ghiaiosa (Ø max 4-5 mm)  
Spessore medio dei giunti: -

### risultati

Valori di penetrazione prossimi al valore medio (n. 6 di 15 misure eseguite)

1032,1	1291,1	1294,7	1633,7	1742,9	1755,4
--------	--------	--------	--------	--------	--------

valore medio U(6) 1458,3

resistenza media stimata  $f_m = 11,0$  N/mm<sup>2</sup>

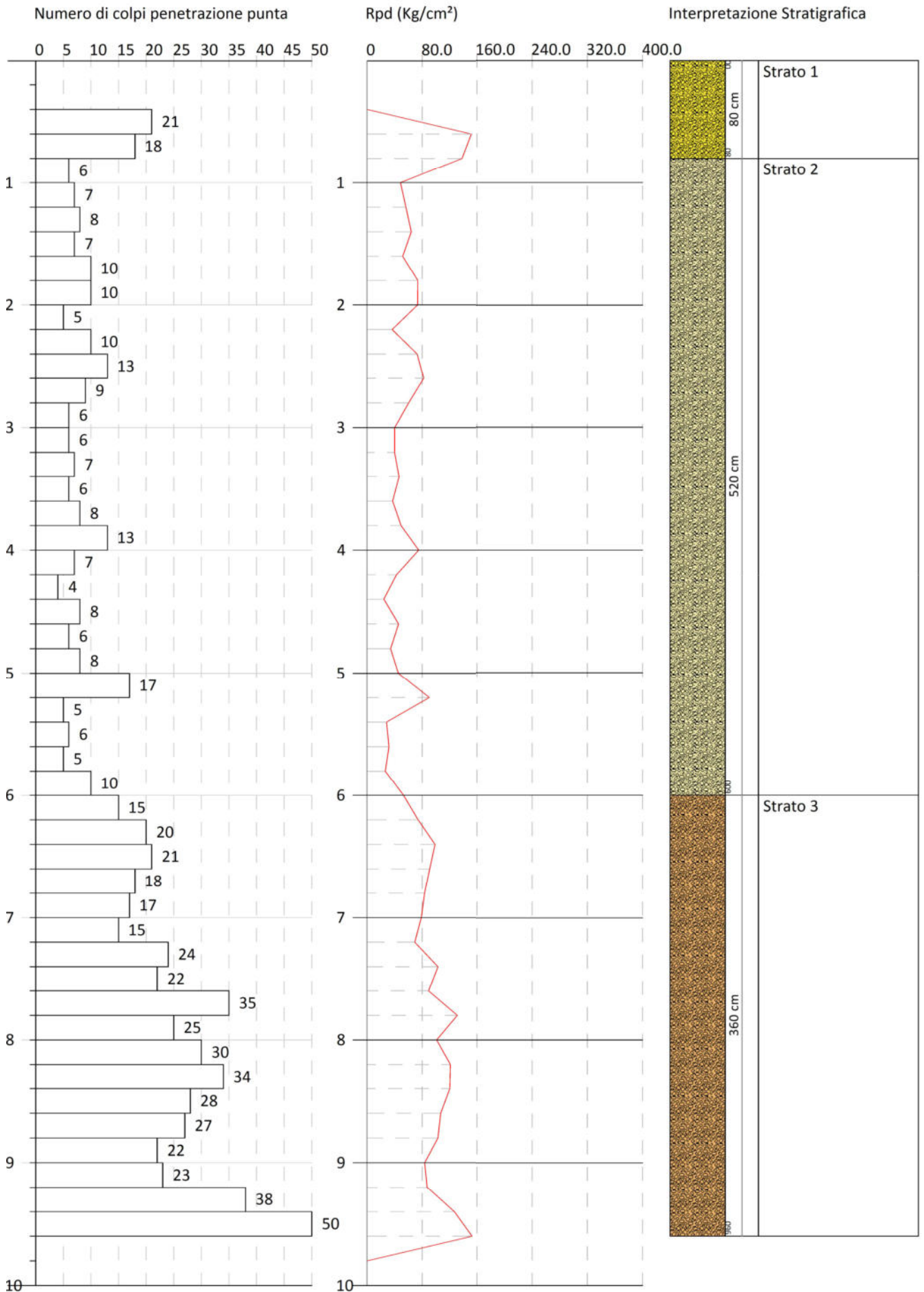
NOTE:

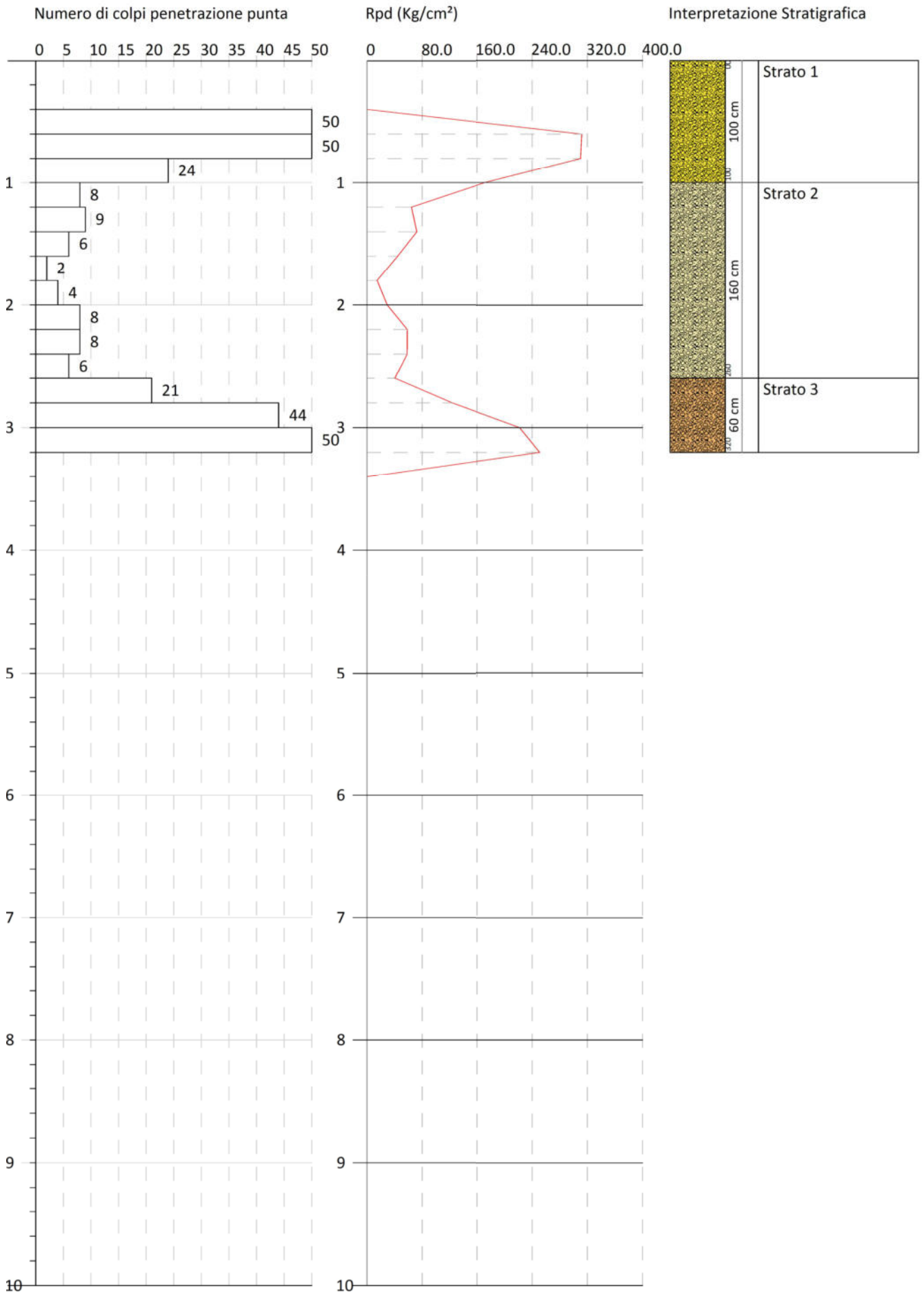


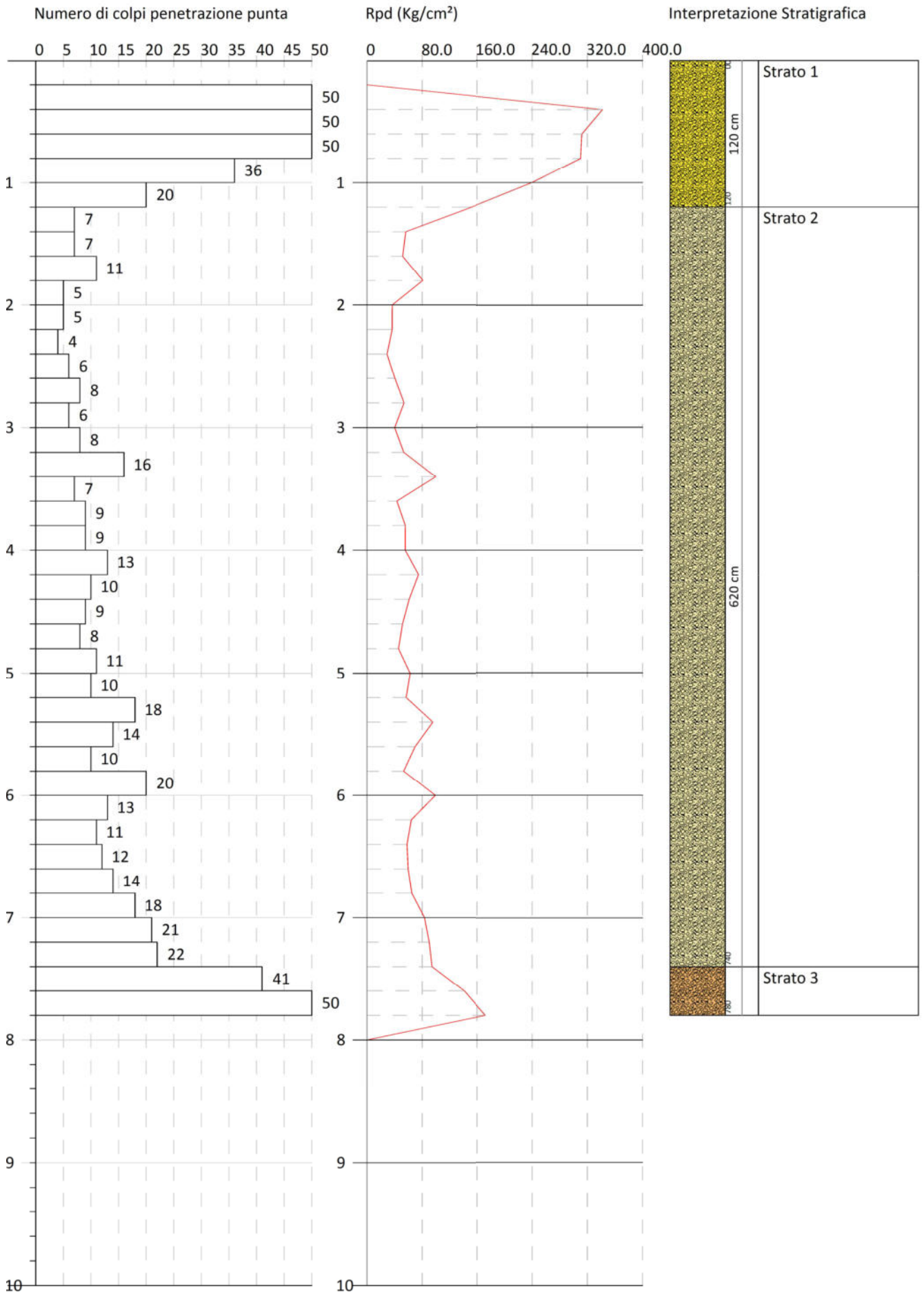
**ALLEGATO E**

TABULATI PROVE PENETROMETRICHE DPSH

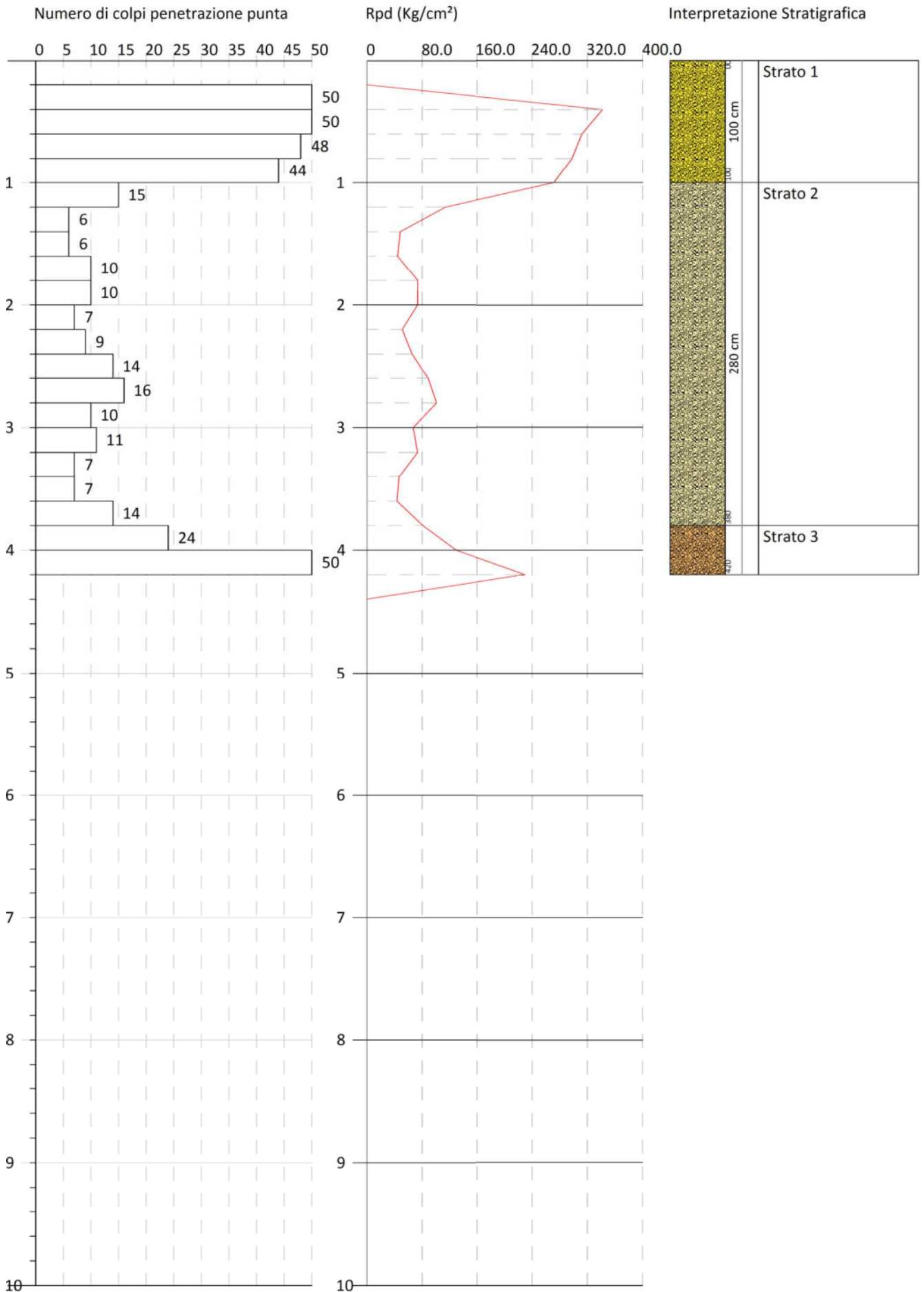


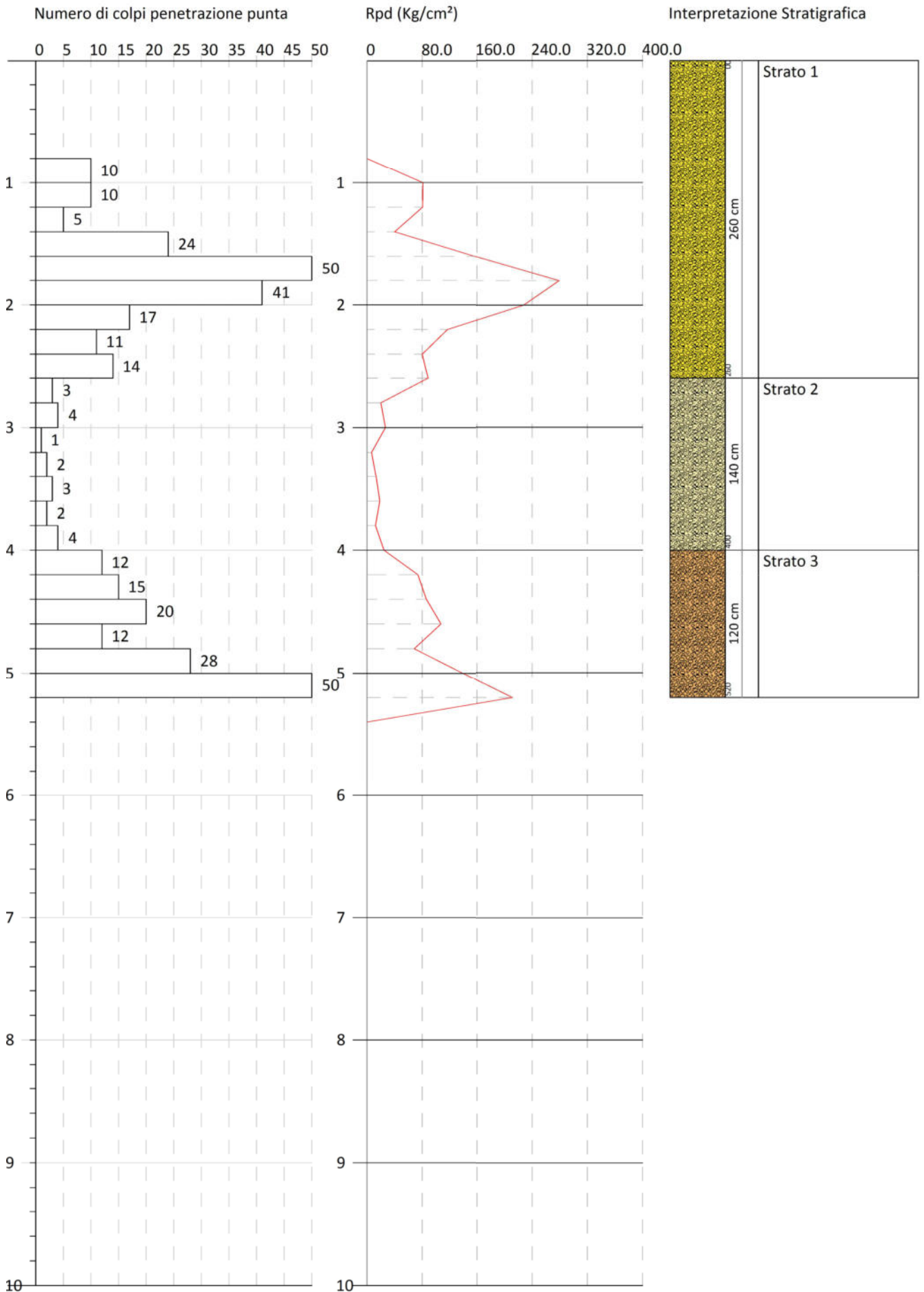


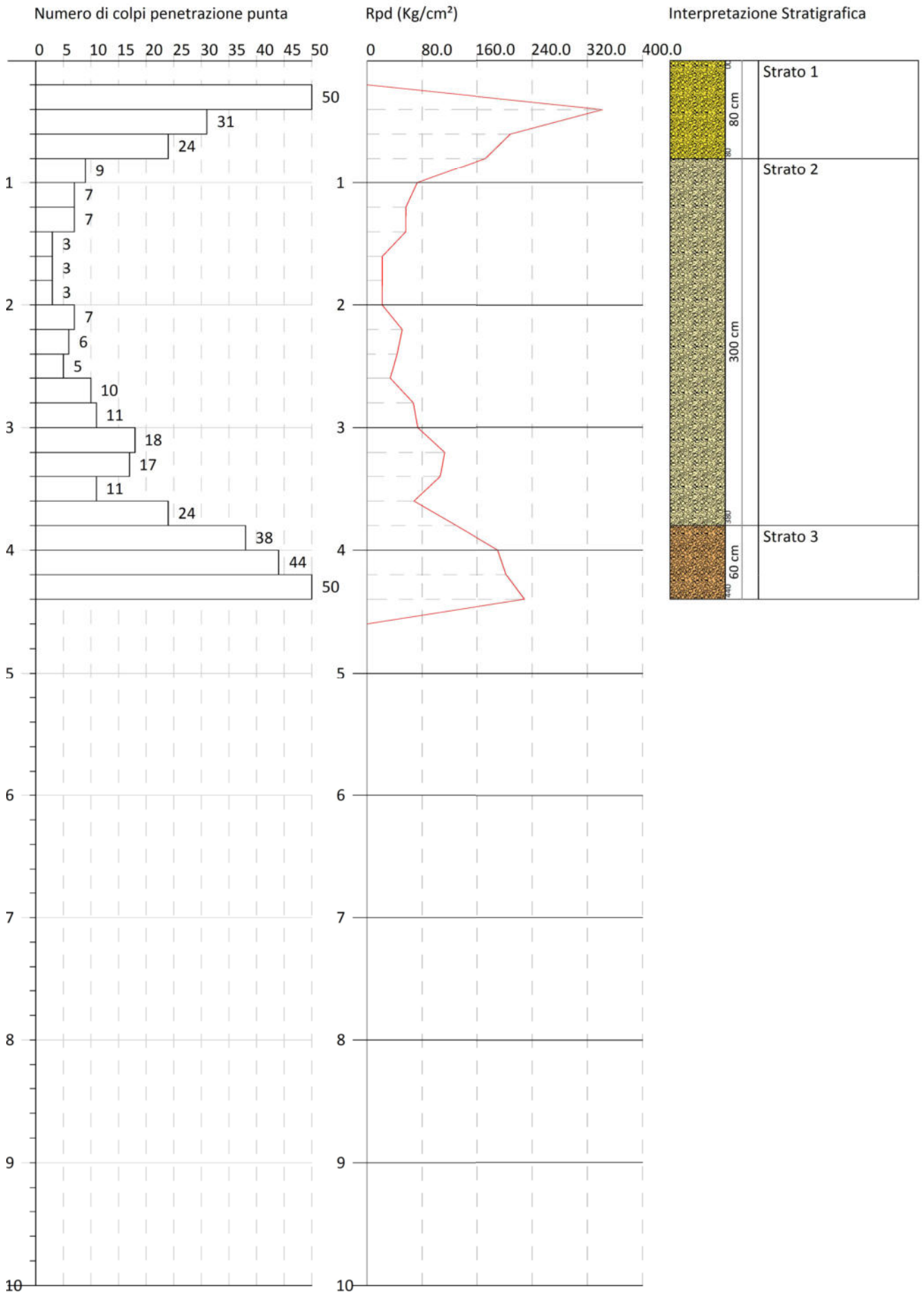




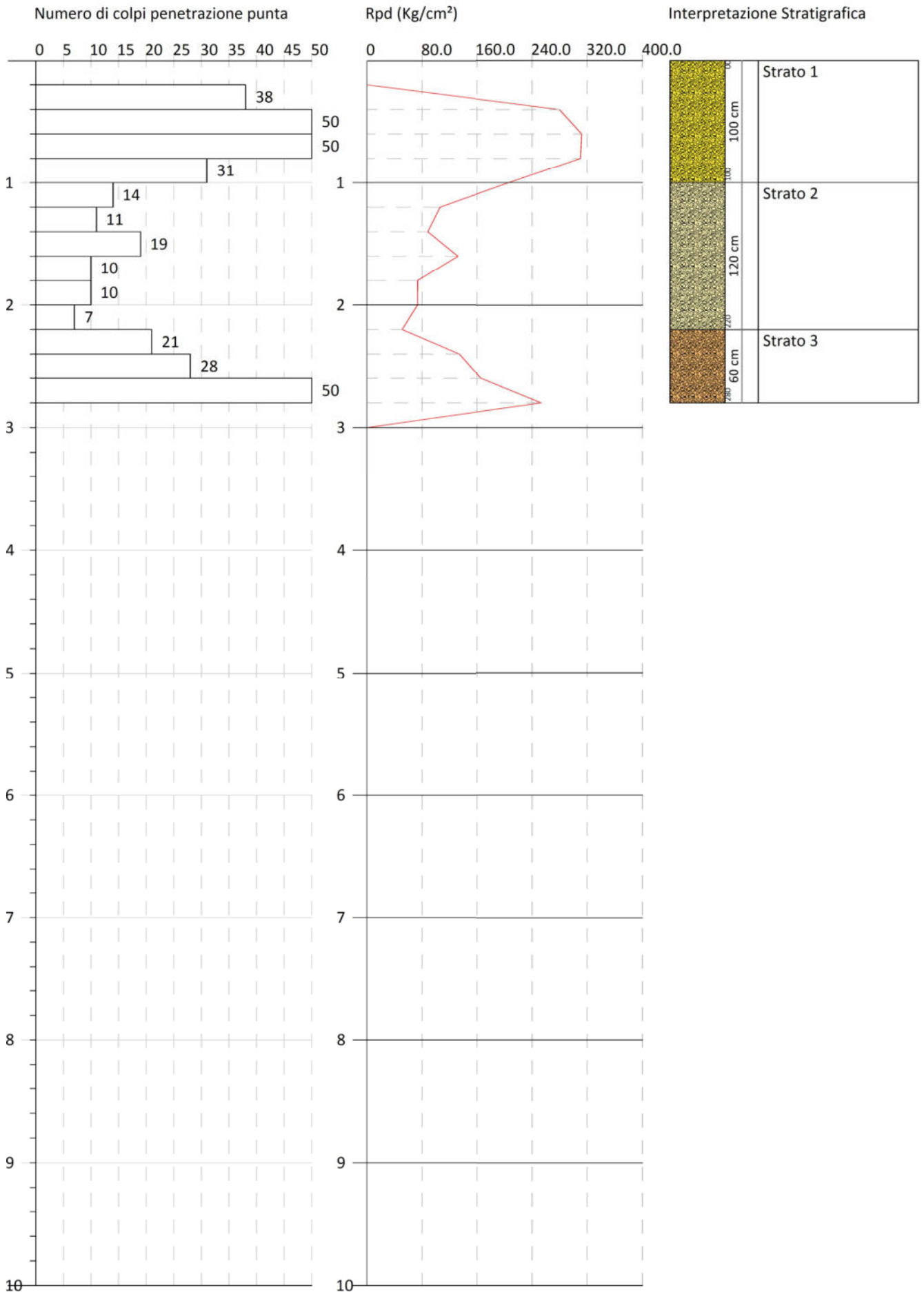


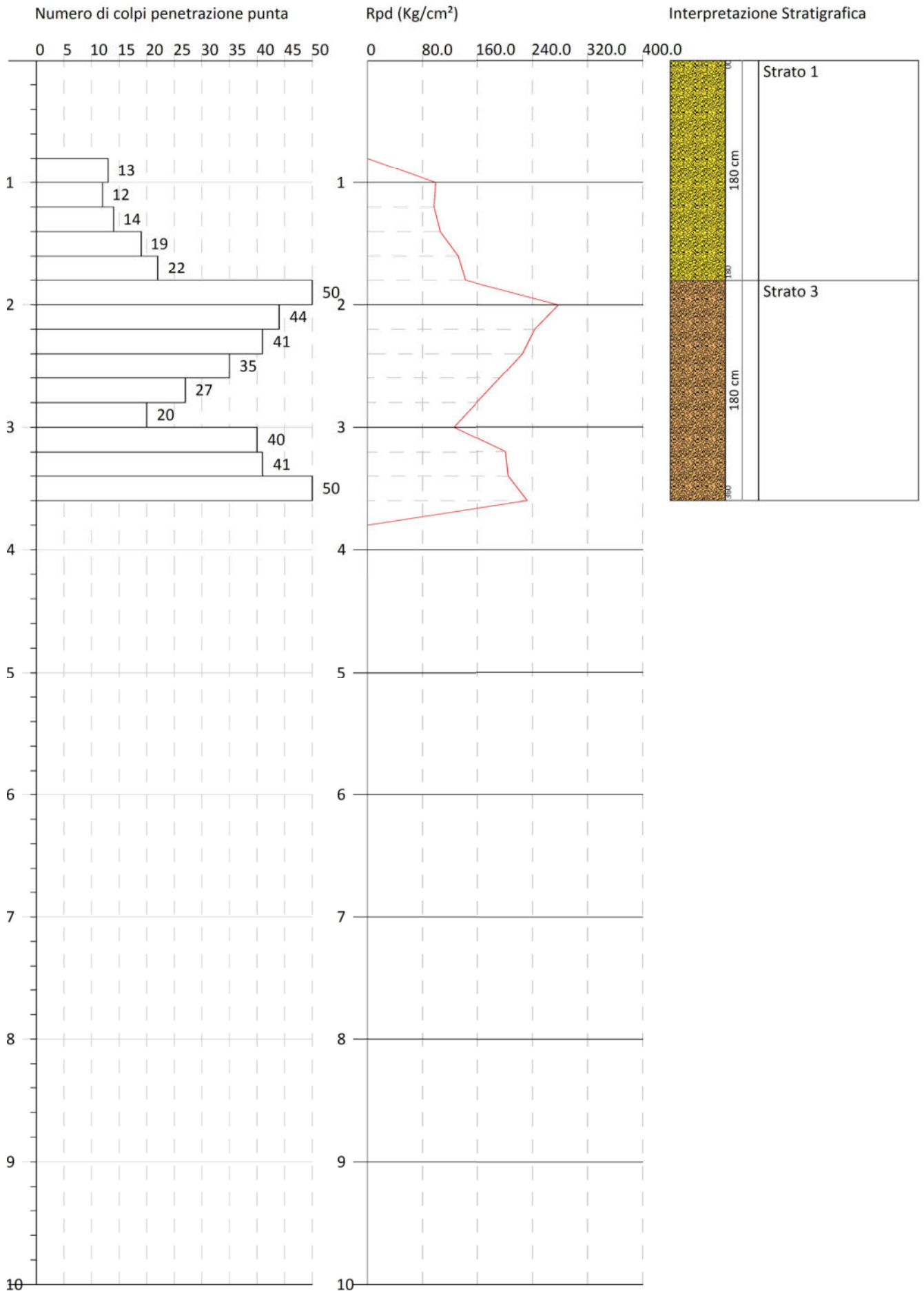


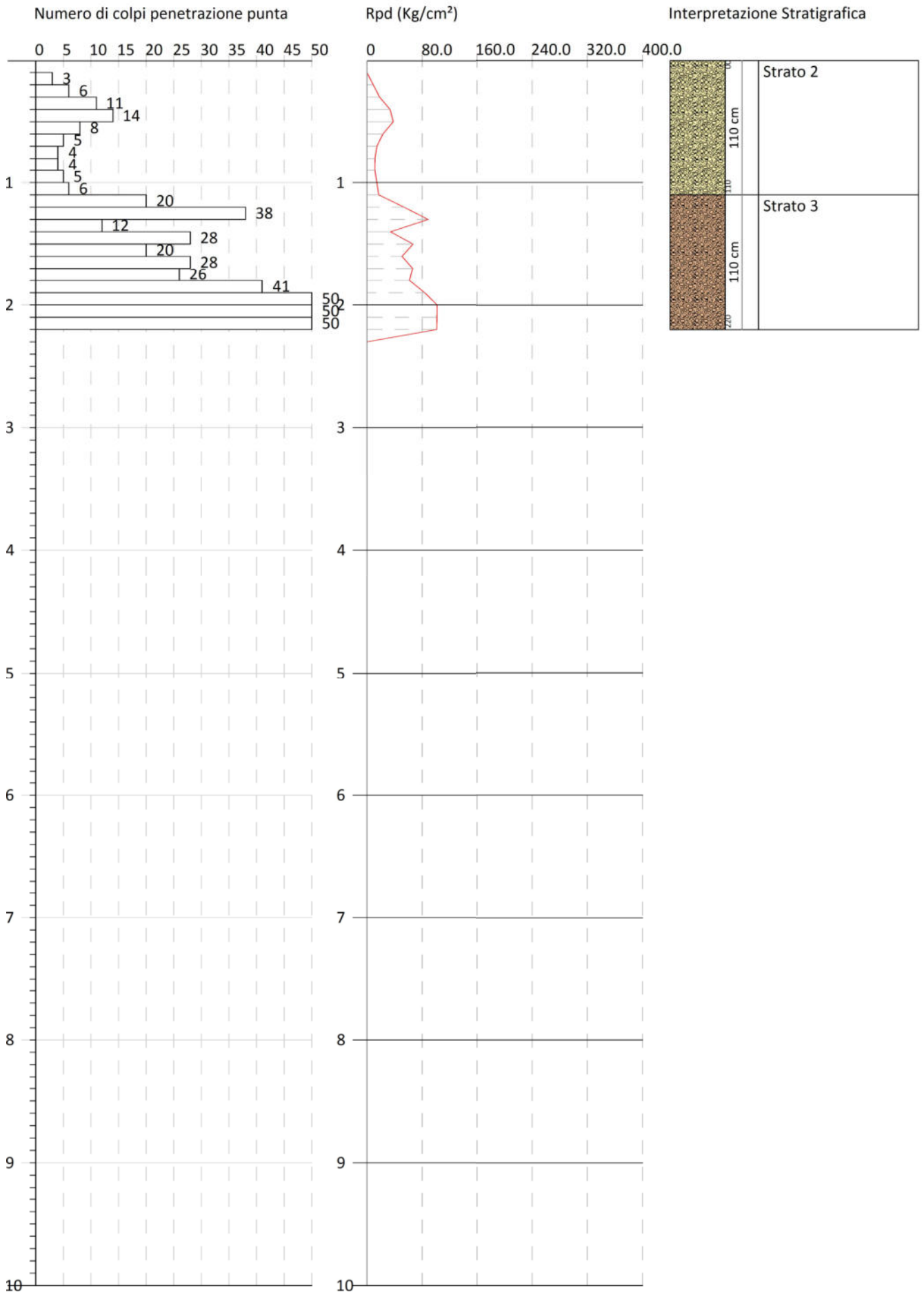




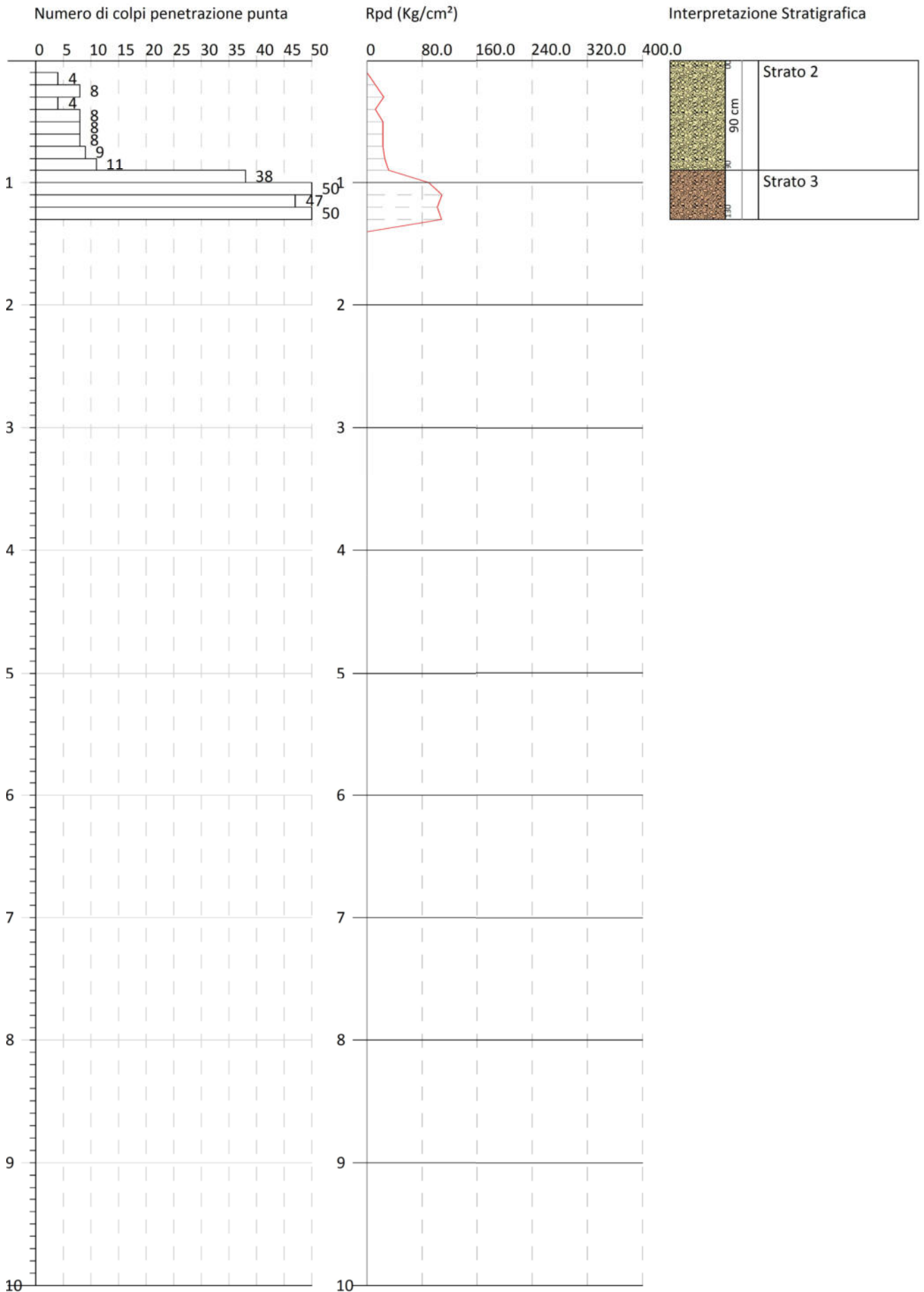


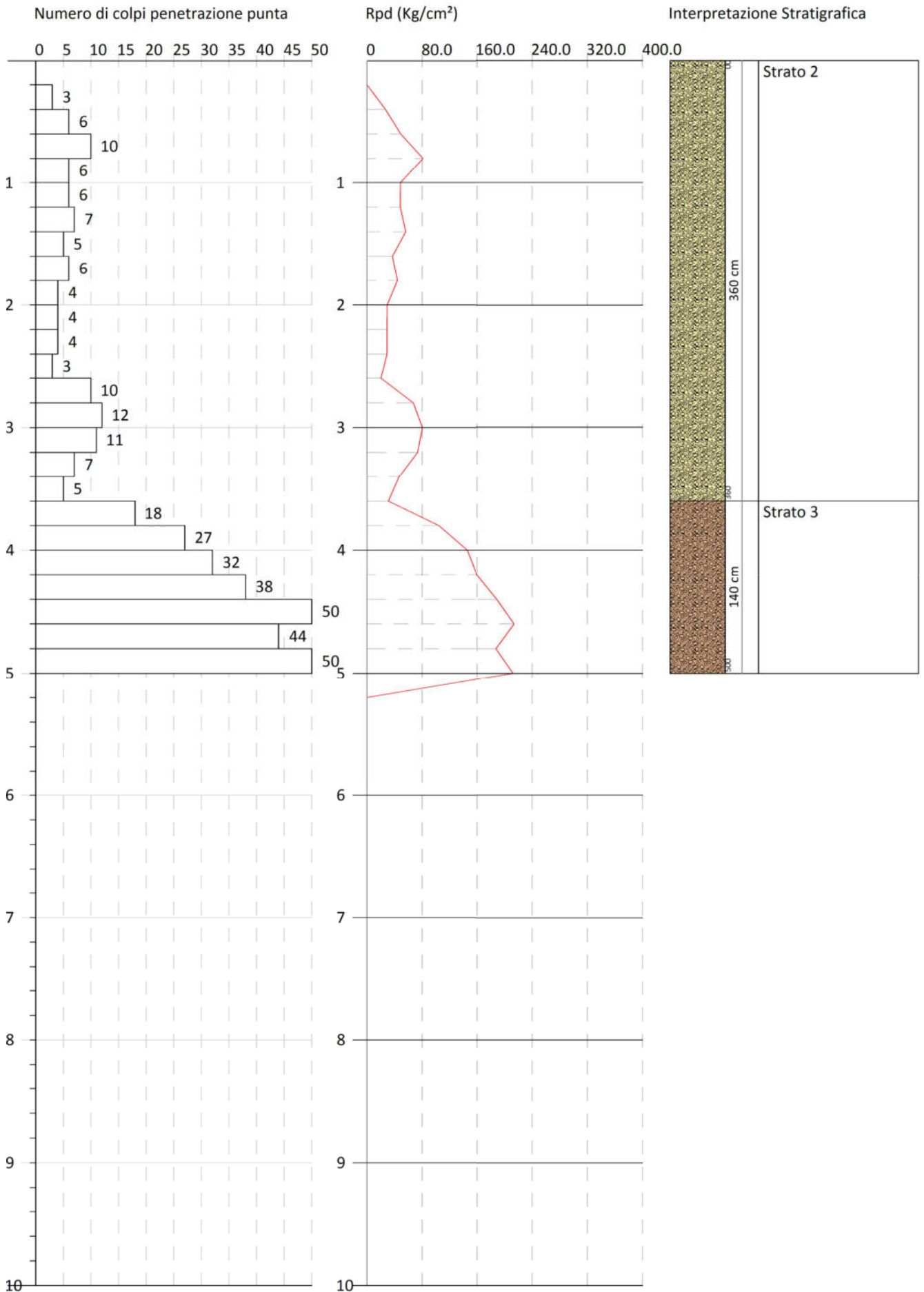


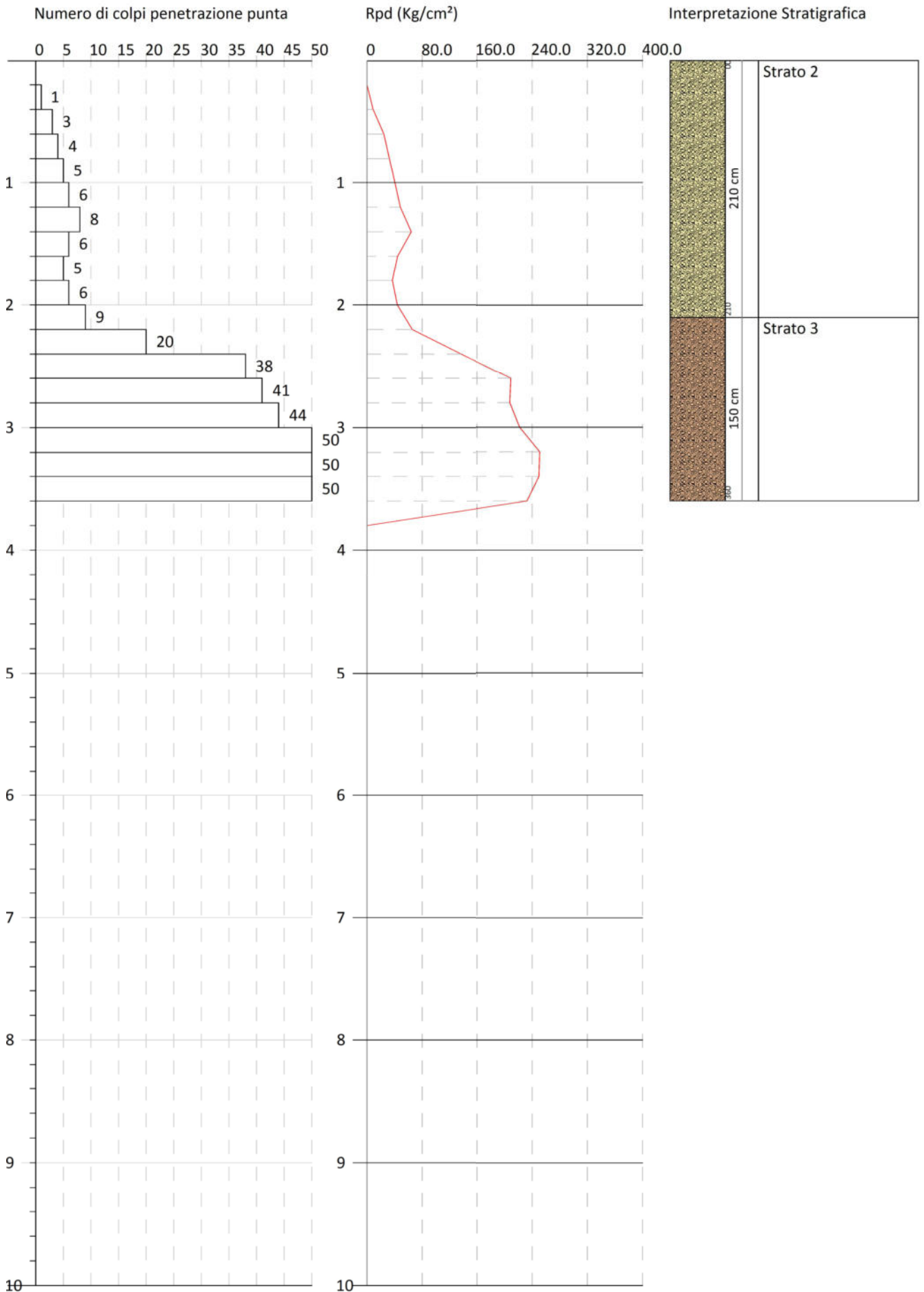














## PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Committente: Comunità Montana Mont Emilius Descrizione: Indagine geognostica Localita': Saint Marcel	Codice commessa: 20210225MT
--	-----------------------------

### Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH TG 63-100 PAGANI

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63.5 Kg
Altezza di caduta libera	0.75 m
Peso sistema di battuta	0.63 Kg
Diametro punta conica	51.00 mm
Area di base punta	20.43 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6.31 Kg/m
Profondita' giunzione prima asta	0.40 m
Avanzamento punta	0.20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1.47
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

### Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPM (DL 030 SUNDA)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	30 Kg
Altezza di caduta libera	0.20 m
Peso sistema di battuta	18 Kg
Diametro punta conica	35.68 mm
Area di base punta	10 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	2.4 Kg/m
Profondita' giunzione prima asta	0.40 m
Avanzamento punta	0.10 m
Numero colpi per punta	N(10)
Coeff. Correlazione	0.783
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

**PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE**  
**(DYNAMIC PROBING)**  
**DPSH – DPM (... scpt ecc.)**

**Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici**

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'inghiottire nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi d) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

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

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

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

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

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

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

- tipo LEGGERO (DPL);
- tipo MEDIO (DPM);
- tipo PESANTE (DPH);
- tipo SUPERPESANTE (DPSH).

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

<b>Tipo</b>	<b>Sigla di riferimento</b>	<b>peso della massa M (kg)</b>	<b>prof. max indagine battente (m)</b>
Leggero	DPL (Light)	M ≤ 10	8
Medio	DPM (Medium)	10 < M < 40	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	40 ≤ M < 60	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	M ≥ 60	25

**penetrometri in uso in Italia**

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)  
massa battente M = 30 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento d = 10 cm, punta conica (a=60-90°), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm<sup>2</sup> rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)  
massa battente M = 20 kg, altezza di caduta H=0.20 m, avanzamento d = 10 cm, punta conica (a= 60-90°), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm<sup>2</sup> rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)  
 massa battente  $M = 73 \text{ kg}$ , altezza di caduta  $H = 0.75 \text{ m}$ , avanzamento  $d = 30 \text{ cm}$ , punta conica  
 ( $\alpha = 60^\circ$ ), diametro  $D = 50.8 \text{ mm}$ , area base cono  $A = 20.27 \text{ cm}^2$  rivestimento: previsto secondo precise  
 indicazioni;

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)  
 massa battente  $M = 63.5 \text{ kg}$ , altezza caduta  $H = 0.75 \text{ m}$ , avanzamento  $d = 20\text{-}30 \text{ cm}$ , punta conica conica ( $\alpha =$   
 $60^\circ\text{-}90^\circ$ ) diametro  $D = 50.5 \text{ mm}$ , area base cono  $A = 20 \text{ cm}^2$ , rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

### Correlazione con $N_{spt}$

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi  $N_{spt}$  ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di riportare il numero di colpi di una prova dinamica con  $N_{spt}$ . Il passaggio viene dato da:

$$N_{SPT} = \beta_t \cdot N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui  $Q$  è l'energia specifica per colpo e  $Q_{spt}$  è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

$M$  peso massa battente.  
 $M'$  peso aste.  
 Haltezza di caduta.  
 A area base punta conica.  
 $d$  passo di avanzamento.

### Valutazione resistenza dinamica alla punta $R_{pd}$

Formula Olandesi

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

$R_{pd}$  resistenza dinamica punta (area  $A$ ).  
 $e$  infissione media per colpo ( $d/N$ ).  
 $M$  peso massa battente (altezza caduta  $H$ ).  
 $P$  peso totale aste e sistema battuta.

### Calcolo di $(N_1)_{60}$

$(N_1)_{60}$  è il numero di colpi normalizzato definito come segue:

$$(N_1)_{60} = CN \cdot N_{60} \text{ con } CN = \sqrt{(Pa'/\sigma_{vo})} \quad CN < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa (Liao e Whitman 1986)}$$

$$N_{60} = N_{SPT} \cdot (ER/60) \cdot C_S \cdot C_r \cdot C_d$$

$ER/60$  rendimento del sistema di infissione normalizzato al 60%.  
 $C_S$  parametro funzione della controcamicia (1.2 se assente).  
 $C_d$  funzione del diametro del foro (1 se compreso tra 65-115mm).  
 $C_r$  parametro di correzione funzione della lunghezza delle aste.



### **Metodologia di Elaborazione.**

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini (1983) - Meyerhof (1956) - Desai (1968) - Borowczyk-Frankowsky (1981).

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenze alla punta.

### **Valutazioni statistiche e correlazioni**

#### **Elaborazione Statistica**

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

#### **Media**

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Media minima**

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Massimo**

Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Minimo**

Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Scarto quadratico medio**

Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Media deviata**

Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Media (+ s)**

Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Media (- s)**

Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Distribuzione normale R.C.**

Il valore di  $N_{SPT,k}$  viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, secondo la seguente relazione:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}})$$

dove  $\sigma_{N_{spt}}$  è la deviazione standard di  $N_{spt}$

### **Distribuzione normale R.N.C.**

Il valore di  $N_{spt,k}$  viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, trattando i valori medi di  $N_{spt}$  distribuiti normalmente:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}}) / \sqrt{n}$$

dove  $n$  è il numero di letture.

### **Pressione ammissibile**

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 m ed immersione  $d = 1$  m.

### **Correlazioni geotecniche terreni incoerenti**

#### **Liquefazione**

Permette di calcolare utilizzando dati  $N_{spt}$  il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi). Attraverso la relazione di *SHI-MING (1982)*, applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se  $N_{spt}$  dello strato considerato risulta inferiore a  $N_{spt}$  critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

#### **Correzione $N_{spt}$ in presenza di falda**

$$N_{spt\ corretto} = 15 + 0.5 \cdot (N_{spt} - 15)$$

$N_{spt}$  è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

#### **Angolo di Attrito**

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956) - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 m; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 m per terreni sopra falda e < 8 m per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof (1956) - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers (1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 m. sopra falda e < 7 m per terreni in falda)  $s > 5$  t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38° .
- Malcev (1964) - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m e per valori di angolo di attrito < 38° ).
- Schmertmann (1977)- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da Dr %.
- Shioi-Fukuni (1982) - ROAD BRIDGE SPECIFICATION, Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda)  $s > 15$  t/mq.
- Shioi-Fukuni (1982) - JAPANESE NATIONALE RAILWAY, Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda)  $s > 15$  t/mq.
- Meyerhof (1965) - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 m e con (%) di limo > 5% a profondità < 3 m.

- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

#### **Densità relativa (%)**

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie  $D_r$  viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di  $D_r$  % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC, metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di  $D_r$  % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

#### **Modulo Di Young ( $E_y$ )**

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici.
- Schultze-Menzenbach, correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970), correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia.
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

#### **Modulo Edometrico**

Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia

- Buismann-Sanglerat, correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

#### **Stato di consistenza**

- Classificazione A.G.I. 1977

#### **Peso di Volume**

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

#### **Peso di volume saturo**

- Terzaghi-Peck (1948-1967)

#### **Modulo di poisson**

- Classificazione A.G.I.

#### **Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)**

- Seed-Idriss (1978-1981). Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio  $t$  e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

#### **Velocità onde di taglio $V_s$ (m/s)**

- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

#### **Modulo di deformazione di taglio ( $G$ )**

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

#### **Modulo di reazione ( $K_o$ )**

- Navfac (1971-1982) - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.



### **Resistenza alla punta del Penetrometro Statico ( $Q_c$ )**

- Robertson (1983) -  $Q_c$

### **Correlazioni geotecniche terreni coesivi**

#### **Coazione non drenata**

- Benassi & Vannelli- correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA (1983).
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con  $N_{spt} < 8$  , argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948).  $C_u$  (min-max).
- Sanglerat , da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi , tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensibilità  $> 5$  , per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat , (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche  $< 10$  colpi, per resistenze penetrometriche  $> 10$  l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche " di Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coazione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità , ( $C_u$ - $N_{spt}$ -grado di plasticità).
- Schmertmann (1975),  $C_u$  (Kg/cm<sup>2</sup>) (valori medi), valida per **argille e limi argillosi** con  $N_c = 20$  e  $Q_c/N_{spt} = 2$ .
- Schmertmann (1975),  $C_u$  (Kg/cm<sup>2</sup>) (valori minimi), valida per argille NC .
- Fletcher (1965), (Argilla di Chicago) . Coazione non drenata  $C_u$  (Kg/cm<sup>2</sup>), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità.
- Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
- Shioi-Fukuni (1982), valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
- Begemann.
- De Beer.

### **Resistenza alla punta del Penetrometro Statico ( $Q_c$ )**

- Robertson (1983) -  $Q_c$

#### **Modulo Edometrico-Confinato ( $M_o$ )**

- Stroud e Butler (1975),- per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità ( $IP < 20$ ), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità ( $IP < 20$ ) - da esperienze su argille glaciali .
- Vesic (1970), correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato - $M_o$  (Eed) (Kg/cm<sup>2</sup>)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto  $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$ ).
- Buismann- Sanglerat, valida per argille compatte ( $N_{spt} < 30$ ) medie e molli (  $N_{spt} < 4$ ) e argille sabbiose ( $N_{spt} = 6-12$ ).

#### **Modulo Di Young ( $E_\gamma$ )**

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P.  $> 15$ .
- D'Appollonia ed altri (1983), correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

#### **Stato di consistenza**

- Classificazione A.G.I. 1977.

#### **Peso di Volume**

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

#### **Peso di volume saturo**

- Meyerhof ed altri.

**PROVA ...DPSH 1**

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-100 PAGANI

Prova eseguita in data 11.01.22

Profondita' prova 9.6 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	0	0.855	0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	0	0.851	0.00	0.00	0.00	0.00
0.60	21	0.747	151.28	202.51	7.56	10.13
0.80	18	0.793	137.71	173.58	6.89	8.68
1.00	6	0.840	48.59	57.86	2.43	2.89
1.20	7	0.836	56.45	67.50	2.82	3.38
1.40	8	0.833	64.25	77.15	3.21	3.86
1.60	7	0.830	51.74	62.38	2.59	3.12
1.80	10	0.826	73.63	89.11	3.68	4.46
2.00	10	0.823	73.35	89.11	3.67	4.46
2.20	5	0.820	36.54	44.55	1.83	2.23
2.40	10	0.817	72.81	89.11	3.64	4.46
2.60	13	0.764	82.28	107.66	4.11	5.38
2.80	9	0.811	60.48	74.54	3.02	3.73
3.00	6	0.809	40.18	49.69	2.01	2.48
3.20	6	0.806	40.05	49.69	2.00	2.48
3.40	7	0.803	46.57	57.97	2.33	2.90
3.60	6	0.801	37.17	46.41	1.86	2.32
3.80	8	0.798	49.41	61.88	2.47	3.09
4.00	13	0.746	75.02	100.56	3.75	5.03
4.20	7	0.794	42.98	54.15	2.15	2.71
4.40	4	0.791	24.49	30.94	1.22	1.55
4.60	8	0.789	45.82	58.06	2.29	2.90
4.80	6	0.787	34.27	43.54	1.71	2.18
5.00	8	0.785	45.57	58.06	2.28	2.90
5.20	17	0.733	90.43	123.37	4.52	6.17
5.40	5	0.781	28.34	36.28	1.42	1.81
5.60	6	0.779	31.95	41.00	1.60	2.05
5.80	5	0.777	26.56	34.17	1.33	1.71
6.00	10	0.775	53.00	68.34	2.65	3.42
6.20	15	0.724	74.19	102.51	3.71	5.13
6.40	20	0.722	98.69	136.68	4.93	6.83
6.60	21	0.670	90.91	135.61	4.55	6.78
6.80	18	0.719	83.55	116.24	4.18	5.81
7.00	17	0.717	78.73	109.78	3.94	5.49
7.20	15	0.716	69.32	96.87	3.47	4.84
7.40	24	0.664	102.94	154.99	5.15	7.75
7.60	22	0.663	89.24	134.66	4.46	6.73
7.80	35	0.611	130.96	214.23	6.55	10.71
8.00	25	0.660	100.98	153.02	5.05	7.65
8.20	30	0.659	120.93	183.63	6.05	9.18
8.40	34	0.607	126.37	208.11	6.32	10.41
8.60	28	0.656	106.85	162.88	5.34	8.14
8.80	27	0.655	102.83	157.07	5.14	7.85
9.00	22	0.653	83.63	127.98	4.18	6.40
9.20	23	0.652	87.27	133.80	4.36	6.69
9.40	38	0.601	132.88	221.06	6.64	11.05
9.60	50	0.550	152.40	277.12	7.62	13.86

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
------------------	------	--------------------------	------	-------------------	---	--	---	------------------------------	------	-------------

0.8	19.5	188.05	Incoerente	0	2.12	2.03	0.08	1.47	28.67	Strato 1
6	7.96	64.35	Incoerente	0	1.79	1.93	0.64	1.47	11.7	Strato 2
9.6	24.35	149.95	Incoerente	0	2.18	2.08	1.49	1.47	35.79	Strato 3

#### TERRENI INCOERENTI

##### Densita' relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Strato 1	28.67	0.80	65.55	100	100	62.13
[2] - Strato 2	11.7	6.00	32.5	62.17	62.47	36.62
[3] - Strato 3	35.79	9.60	46.44	84.84	85.21	68.89

##### Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerh of 1956	Meyerh of (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerh of (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fu kuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFIC ATION)	Japanes e National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Strato 1	28.67	0.80	28.67	35.19	28.19	36.03	35.79	39.37	42	32-35	35.74	35.6	31.4	38.95
[2] - Strato 2	11.7	6.00	11.7	30.34	23.34	31.28	29.97	34.3	36.7	<30	28.25	30.51	25.91	30.3
[3] - Strato 3	35.79	9.60	35.79	37.23	30.23	38.02	29.93	40.81	39.88	32-35	38.17	37.74	26.89	41.75

##### Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menz enbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Strato 1	28.67	0.80	28.67	382.19	229.36	339.01	395.02	218.35
[2] - Strato 2	11.7	6.00	11.7	244.15	93.60	138.76	267.75	133.50
[3] - Strato 3	35.79	9.60	35.79	427.02	286.32	423.02	448.43	253.95

##### Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglera t (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Strato 1	28.67	0.80	28.67	172.02	86.35	203.56	165.87
[2] - Strato 2	11.7	6.00	11.7	70.20	51.50	83.07	90.18
[3] - Strato 3	35.79	9.60	35.79	214.74	100.98	254.11	197.62

##### Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato 1	28.67	0.80	28.67	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[2] - Strato 2	11.7	6.00	11.7	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] - Strato 3	35.79	9.60	35.79	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

##### Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato 1	28.67	0.80	28.67	Meyerhof et al.	2.12
[2] - Strato 2	11.7	6.00	11.7	Meyerhof et al.	1.79
[3] - Strato 3	35.79	9.60	35.79	Meyerhof et al.	2.18

##### Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato 1	28.67	0.80	28.67	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.03
[2] - Strato 2	11.7	6.00	11.7	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.93

[3] - Strato 3	35.79	9.60	35.79	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.08
----------------	-------	------	-------	----------------------------	------





			falda			ghiaiosa)	(Sabbia)	
[1] - Strato 1	35.28	1.00	35.28	423.97	282.24	417.00	444.60	251.40
[2] - Strato 2	9.38	2.60	9.38	---	75.04	111.38	---	---
[3] - Strato 3	47.78	3.20	47.78	493.39	382.24	564.50	538.35	313.90

Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglera t (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Strato 1	35.28	1.00	35.28	211.68	99.93	250.49	195.35
[2] - Strato 2	9.38	2.60	9.38	---	46.73	66.60	79.83
[3] - Strato 3	47.78	3.20	47.78	286.68	125.61	339.24	251.10

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato 1	35.28	1.00	35.28	Classificazione A.G.I	ADDENSATO
[2] - Strato 2	9.38	2.60	9.38	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[3] - Strato 3	47.78	3.20	47.78	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato 1	35.28	1.00	35.28	Meyerhof et al.	2.18
[2] - Strato 2	9.38	2.60	9.38	Meyerhof et al.	1.71
[3] - Strato 3	47.78	3.20	47.78	Meyerhof et al.	2.23

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato 1	35.28	1.00	35.28	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.07
[2] - Strato 2	9.38	2.60	9.38	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.91
[3] - Strato 3	47.78	3.20	47.78	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.15

**PROVA ...DPSH 3**

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-100 PAGANI

Prova eseguita in data 11.01.22

Profondita' prova 7.8 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	0	0.855	0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	50	0.651	341.89	525.36	17.09	26.27
0.60	50	0.647	311.97	482.17	15.60	24.11
0.80	50	0.643	310.20	482.17	15.51	24.11
1.00	36	0.690	239.46	347.16	11.97	17.36
1.20	20	0.786	151.65	192.87	7.58	9.64
1.40	7	0.833	56.22	67.50	2.81	3.38
1.60	7	0.830	51.74	62.38	2.59	3.12
1.80	11	0.826	81.00	98.02	4.05	4.90
2.00	5	0.823	36.68	44.55	1.83	2.23
2.20	5	0.820	36.54	44.55	1.83	2.23
2.40	4	0.817	29.13	35.64	1.46	1.78
2.60	6	0.814	40.46	49.69	2.02	2.48
2.80	8	0.811	53.76	66.25	2.69	3.31
3.00	6	0.809	40.18	49.69	2.01	2.48
3.20	8	0.806	53.40	66.25	2.67	3.31
3.40	16	0.753	99.83	132.51	4.99	6.63
3.60	7	0.801	43.37	54.15	2.17	2.71
3.80	9	0.798	55.59	69.62	2.78	3.48
4.00	9	0.796	55.42	69.62	2.77	3.48
4.20	13	0.744	74.79	100.56	3.74	5.03
4.40	10	0.791	61.22	77.36	3.06	3.87
4.60	9	0.789	51.55	65.31	2.58	3.27
4.80	8	0.787	45.70	58.06	2.28	2.90
5.00	11	0.785	62.67	79.83	3.13	3.99
5.20	10	0.783	56.82	72.57	2.84	3.63
5.40	18	0.731	95.49	130.62	4.77	6.53
5.60	14	0.729	69.76	95.68	3.49	4.78
5.80	10	0.777	53.12	68.34	2.66	3.42
6.00	20	0.725	99.16	136.68	4.96	6.83
6.20	13	0.724	64.30	88.84	3.21	4.44
6.40	11	0.772	58.04	75.18	2.90	3.76
6.60	12	0.770	59.70	77.49	2.98	3.87
6.80	14	0.719	64.98	90.41	3.25	4.52
7.00	18	0.717	83.37	116.24	4.17	5.81
7.20	21	0.666	90.27	135.61	4.51	6.78
7.40	22	0.664	94.36	142.07	4.72	7.10
7.60	41	0.563	141.21	250.96	7.06	12.55
7.80	50	0.561	171.78	306.04	8.59	15.30

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
1.2	28	270.02	Incoerente	0	2.21	2.11	0.13	1.47	41.16	Strato 1
7.4	11.03	81.33	Incoerente	0	1.91	1.96	0.86	1.47	16.21	Strato 2
7.8	41	250.96	Incoerente	0	2.29	2.17	1.5	1.47	60.27	Strato 3

**TERRENI INCOERENTI**

Densita' relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986

[1] - Strato 1	41.16	1.20	74.51	100	100	73.29
[2] - Strato 2	16.21	7.40	36.25	67.75	67.48	45.16
[3] - Strato 3	60.27	7.80	59.47	100	100	90.36

#### Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerh of 1956	Meyerh of (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerh of (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Strato 1	41.16	1.20	41.16	38.76	31.76	39.52	35.41	41.63	42	35-38	39.85	39.35	32.59	43.69
[2] - Strato 2	16.21	7.40	16.21	31.63	24.63	32.54	29.85	35.88	37.49	30-32	30.59	31.86	26.3	33.01
[3] - Strato 3	60.27	7.80	60.27	44.22	37.22	44.88	30.77	42.66	42	>38	45.07	45.08	28.86	49.72

#### Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menz enbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Strato 1	41.16	1.20	41.16	457.94	329.28	486.39	488.70	280.80
[2] - Strato 2	16.21	7.40	16.21	287.38	129.68	191.98	301.57	156.05
[3] - Strato 3	60.27	7.80	60.27	554.14	482.16	711.89	632.03	376.35

#### Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Strato 1	41.16	1.20	41.16	246.96	112.01	292.24	221.57
[2] - Strato 2	16.21	7.40	16.21	97.26	60.76	115.09	110.30
[3] - Strato 3	60.27	7.80	60.27	361.62	151.26	427.92	306.80

#### Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato 1	41.16	1.20	41.16	Classificazione A.G.I	ADDENSATO
[2] - Strato 2	16.21	7.40	16.21	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] - Strato 3	60.27	7.80	60.27	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

#### Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato 1	41.16	1.20	41.16	Meyerhof et al.	2.21
[2] - Strato 2	16.21	7.40	16.21	Meyerhof et al.	1.91
[3] - Strato 3	60.27	7.80	60.27	Meyerhof et al.	2.29

#### Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato 1	41.16	1.20	41.16	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.11
[2] - Strato 2	16.21	7.40	16.21	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.96
[3] - Strato 3	60.27	7.80	60.27	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.17



**PROVA ... DPSH 4**

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-100 PAGANI

Prova eseguita in data 11.01.22

Profondita' prova 4.2 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	0	0.855	0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	50	0.651	341.89	525.36	17.09	26.27
0.60	50	0.647	311.97	482.17	15.60	24.11
0.80	48	0.643	297.79	462.89	14.89	23.14
1.00	44	0.640	271.46	424.31	13.57	21.22
1.20	15	0.786	113.73	144.65	5.69	7.23
1.40	6	0.833	48.19	57.86	2.41	2.89
1.60	6	0.830	44.35	53.47	2.22	2.67
1.80	10	0.826	73.63	89.11	3.68	4.46
2.00	10	0.823	73.35	89.11	3.67	4.46
2.20	7	0.820	51.16	62.38	2.56	3.12
2.40	9	0.817	65.53	80.20	3.28	4.01
2.60	14	0.764	88.61	115.94	4.43	5.80
2.80	16	0.761	100.89	132.51	5.04	6.63
3.00	10	0.809	66.97	82.82	3.35	4.14
3.20	11	0.806	73.43	91.10	3.67	4.55
3.40	7	0.803	46.57	57.97	2.33	2.90
3.60	7	0.801	43.37	54.15	2.17	2.71
3.80	14	0.748	81.05	108.30	4.05	5.41
4.00	24	0.696	129.22	185.65	6.46	9.28
4.20	50	0.594	229.63	386.78	11.48	19.34

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
1	44	424.31	Incoerente	0	2.33	2.18	0.12	1.47	64.68	Strato 1
3.8	10.14	87.11	Incoerente	0	1.88	1.95	0.5	1.47	14.91	Strato 2
4.2	24	185.65	Incoerente	0	2.18	2.07	0.8	1.47	35.28	Strato 3

**TERRENI INCOERENTI**

Densita' relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Strato 1	64.68	1.00	89.27	100	100	95.88
[2] - Strato 2	14.91	3.80	39.87	74.14	74.83	42.85
[3] - Strato 3	35.28	4.20	55.26	100	99.56	68.45

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof of 1956	Meyerhof of (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof of (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Strato 1	64.68	1.00	64.68	45.48	38.48	46.11	36.42	42.49	42	>38	46.15	46.4	34.37	50.97
[2] - Strato 2	14.91	3.80	14.91	31.26	24.26	32.17	30.9	35.44	38.38	30-32	29.95	31.47	27.36	32.27
[3] - Strato 3	35.28	4.20	35.28	37.08	30.08	37.88	31.25	40.72	42	32-35	38	37.58	29.46	41.56

Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menz enbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Strato 1	64.68	1.00	64.68	574.06	517.44	763.92	665.10	398.40
[2] - Strato 2	14.91	3.80	14.91	275.62	119.28	176.64	291.83	149.55
[3] - Strato 3	35.28	4.20	35.28	423.97	282.24	417.00	444.60	251.40

Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglera t (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Strato 1	64.68	1.00	64.68	388.08	160.32	459.23	326.47
[2] - Strato 2	14.91	3.80	14.91	89.46	58.09	105.86	104.50
[3] - Strato 3	35.28	4.20	35.28	211.68	99.93	250.49	195.35

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato 1	64.68	1.00	64.68	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO
[2] - Strato 2	14.91	3.80	14.91	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] - Strato 3	35.28	4.20	35.28	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato 1	64.68	1.00	64.68	Meyerhof et al.	2.33
[2] - Strato 2	14.91	3.80	14.91	Meyerhof et al.	1.88
[3] - Strato 3	35.28	4.20	35.28	Meyerhof et al.	2.18

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato 1	64.68	1.00	64.68	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.18
[2] - Strato 2	14.91	3.80	14.91	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.95
[3] - Strato 3	35.28	4.20	35.28	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.07

**PROVA ...DPSH 5**

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-100 PAGANI

Prova eseguita in data 11.01.22

Profondita' prova 5.2 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	0	0.855	0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	0	0.851	0.00	0.00	0.00	0.00
0.60	0	0.847	0.00	0.00	0.00	0.00
0.80	0	0.843	0.00	0.00	0.00	0.00
1.00	10	0.840	80.98	96.43	4.05	4.82
1.20	10	0.836	80.64	96.43	4.03	4.82
1.40	5	0.833	40.16	48.22	2.01	2.41
1.60	24	0.730	156.02	213.86	7.80	10.69
1.80	50	0.626	279.05	445.54	13.95	22.28
2.00	41	0.623	227.68	365.34	11.38	18.27
2.20	17	0.770	116.66	151.48	5.83	7.57
2.40	11	0.817	80.10	98.02	4.00	4.90
2.60	14	0.764	88.61	115.94	4.43	5.80
2.80	3	0.811	20.16	24.85	1.01	1.24
3.00	4	0.809	26.79	33.13	1.34	1.66
3.20	1	0.806	6.68	8.28	0.33	0.41
3.40	2	0.803	13.31	16.56	0.67	0.83
3.60	3	0.801	18.59	23.21	0.93	1.16
3.80	2	0.798	12.35	15.47	0.62	0.77
4.00	4	0.796	24.63	30.94	1.23	1.55
4.20	12	0.794	73.68	92.83	3.68	4.64
4.40	15	0.741	86.03	116.03	4.30	5.80
4.60	20	0.739	107.29	145.14	5.36	7.26
4.80	12	0.787	68.54	87.08	3.43	4.35
5.00	28	0.685	139.19	203.19	6.96	10.16
5.20	50	0.583	211.54	362.85	10.58	18.14

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
2.6	16.5	148.21	Incoerente	0	2.07	2.01	0.27	1.47	24.26	Strato 1
4	2.71	21.78	Incoerente	0	1.49	1.88	0.64	1.47	3.98	Strato 2
5.2	17.4	128.85	Incoerente	0	2.08	2.01	0.87	1.47	25.58	Strato 3

**TERRENI INCOERENTI**

Densita' relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Strato 1	24.26	2.60	56.11	100	100	57.04
[2] - Strato 2	3.98	4.00	12.72	36.16	37.19	18.06
[3] - Strato 3	25.58	5.20	46.3	84.72	83.56	58.65

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerh of 1956	Meyerh of (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerh of (1965)	Schmert mann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fu kuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFIC ATION)	Japanes e National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	24.26	2.60	24.26	33.93	26.93	34.79	33.02	38.28	42	30-32	34.08	34.28	30.07	37.03

Strato 1														
[2] - Strato 2	3.98	4.00	3.98	28.14	21.14	29.11	28.2	31.24	0	<30	22.73	28.19	21.8	23.92
[3] - Strato 3	25.58	5.20	25.58	34.31	27.31	35.16	30.55	38.62	39.86	32-35	34.59	34.67	27.98	37.62

#### Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Strato 1	24.26	2.60	24.26	351.57	194.08	286.97	361.95	196.30
[2] - Strato 2	3.98	4.00	3.98	---	31.84	---	---	---
[3] - Strato 3	25.58	5.20	25.58	361.01	204.64	302.54	371.85	202.90

#### Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglera t (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Strato 1	24.26	2.60	24.26	145.56	77.30	172.25	146.20
[2] - Strato 2	3.98	4.00	3.98	---	35.64	28.26	55.75
[3] - Strato 3	25.58	5.20	25.58	153.48	80.01	181.62	152.09

#### Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato 1	24.26	2.60	24.26	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[2] - Strato 2	3.98	4.00	3.98	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
[3] - Strato 3	25.58	5.20	25.58	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

#### Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato 1	24.26	2.60	24.26	Meyerhof et al.	2.07
[2] - Strato 2	3.98	4.00	3.98	Meyerhof et al.	1.49
[3] - Strato 3	25.58	5.20	25.58	Meyerhof et al.	2.08

#### Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato 1	24.26	2.60	24.26	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.01
[2] - Strato 2	3.98	4.00	3.98	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.88
[3] - Strato 3	25.58	5.20	25.58	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.01



**PROVA ...DPSH 6**

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-100 PAGANI

Prova eseguita in data 11.01.22

Profondita' prova 4.4 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	0	0.855	0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	50	0.651	341.89	525.36	17.09	26.27
0.60	31	0.697	208.37	298.95	10.42	14.95
0.80	24	0.743	172.04	231.44	8.60	11.57
1.00	9	0.840	72.88	86.79	3.64	4.34
1.20	7	0.836	56.45	67.50	2.82	3.38
1.40	7	0.833	56.22	67.50	2.81	3.38
1.60	3	0.830	22.18	26.73	1.11	1.34
1.80	3	0.826	22.09	26.73	1.10	1.34
2.00	3	0.823	22.01	26.73	1.10	1.34
2.20	7	0.820	51.16	62.38	2.56	3.12
2.40	6	0.817	43.69	53.47	2.18	2.67
2.60	5	0.814	33.72	41.41	1.69	2.07
2.80	10	0.811	67.20	82.82	3.36	4.14
3.00	11	0.809	73.67	91.10	3.68	4.55
3.20	18	0.756	112.70	149.07	5.63	7.45
3.40	17	0.753	106.07	140.79	5.30	7.04
3.60	11	0.801	68.15	85.09	3.41	4.25
3.80	24	0.698	129.66	185.65	6.48	9.28
4.00	38	0.646	189.90	293.95	9.49	14.70
4.20	44	0.594	202.07	340.36	10.10	17.02
4.40	50	0.591	228.75	386.78	11.44	19.34

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.8	27.5	265.2	Incoerente	0	2.2	2.11	0.09	1.47	40.42	Strato 1
3.8	9.4	79.58	Incoerente	0	1.85	1.94	0.45	1.47	13.82	Strato 2
4.4	41	317.15	Incoerente	0	2.29	2.17	0.8	1.47	60.27	Strato 3

**TERRENI INCOERENTI**

Densita' relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Strato 1	40.42	0.80	75.4	100	100	72.7
[2] - Strato 2	13.82	3.80	38.94	72.69	73.88	40.83
[3] - Strato 3	60.27	4.40	69.87	100	100	90.36

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerh of 1956	Meyerh of (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerh of (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Strato 1	40.42	0.80	40.42	38.55	31.55	39.32	36.27	41.53	42	35-38	39.62	39.13	32.69	43.43
[2] - Strato 2	13.82	3.80	13.82	30.95	23.95	31.87	30.97	35.06	38.18	30-32	29.4	31.15	27.23	31.63
[3] - Strato 3	60.27	4.40	60.27	44.22	37.22	44.88	32.13	42.66	42	>38	45.07	45.08	31.5	49.72



**PROVA ...DPSH 7**

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-100 PAGANI

Prova eseguita in data 11-01-22

Profondita' prova 2.8 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	0	0.855	0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	38	0.701	279.80	399.28	13.99	19.96
0.60	50	0.647	311.97	482.17	15.60	24.11
0.80	50	0.643	310.20	482.17	15.51	24.11
1.00	31	0.690	206.20	298.95	10.31	14.95
1.20	14	0.786	106.15	135.01	5.31	6.75
1.40	11	0.833	88.35	106.08	4.42	5.30
1.60	19	0.780	131.98	169.31	6.60	8.47
1.80	10	0.826	73.63	89.11	3.68	4.46
2.00	10	0.823	73.35	89.11	3.67	4.46
2.20	7	0.820	51.16	62.38	2.56	3.12
2.40	21	0.717	134.20	187.13	6.71	9.36
2.60	28	0.714	165.62	231.89	8.28	11.59
2.80	50	0.611	253.18	414.08	12.66	20.70

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
1	42.25	415.64	Incoerente	0	2.31	2.17	0.12	1.47	62.11	Strato 1
2.2	11.83	108.5	Incoerente	0	1.94	1.96	0.35	1.47	17.39	Strato 2
2.8	33	277.7	Incoerente	0	2.23	2.16	0.53	1.47	48.51	Strato 3

## TERRENI INCOERENTI

## Densita' relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Strato 1	62.11	1.00	87.97	100	100	92.55
[2] - Strato 2	17.39	2.20	46.17	85.57	88.42	47.15
[3] - Strato 3	48.51	2.80	69.01	100	100	79.13

## Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Strato 1	62.11	1.00	62.11	44.75	37.75	45.39	36.38	42.61	42	>38	45.52	45.63	34.22	50.24
[2] - Strato 2	17.39	2.20	17.39	31.97	24.97	32.87	31.92	36.26	39.98	30-32	31.15	32.22	28.51	33.65
[3] - Strato 3	48.51	2.80	48.51	40.86	33.86	41.58	32.66	42.37	42	35-38	41.97	41.55	31.7	46.15

Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menz enbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Strato 1	62.11	1.00	62.11	562.54	496.88	733.60	645.83	385.55
[2] - Strato 2	17.39	2.20	17.39	297.66	139.12	205.90	310.42	161.95

[3] - Strato 3	48.51	2.80	48.51	497.15	388.08	573.12	543.83	317.55
----------------	-------	------	-------	--------	--------	--------	--------	--------

Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglera t (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Strato 1	62.11	1.00	62.11	372.66	155.04	440.98	315.01
[2] - Strato 2	17.39	2.20	17.39	104.34	63.18	123.47	115.56
[3] - Strato 3	48.51	2.80	48.51	291.06	127.11	344.42	254.35

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato 1	62.11	1.00	62.11	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO
[2] - Strato 2	17.39	2.20	17.39	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] - Strato 3	48.51	2.80	48.51	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato 1	62.11	1.00	62.11	Meyerhof et al.	2.31
[2] - Strato 2	17.39	2.20	17.39	Meyerhof et al.	1.94
[3] - Strato 3	48.51	2.80	48.51	Meyerhof et al.	2.23

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato 1	62.11	1.00	62.11	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.17
[2] - Strato 2	17.39	2.20	17.39	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.96
[3] - Strato 3	48.51	2.80	48.51	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.16



**PROVA ...DPSH 8**

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-100 PAGANI

Prova eseguita in data 11.01.22

Profondita' prova 3.6 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	0	0.855	0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	0	0.851	0.00	0.00	0.00	0.00
0.60	0	0.847	0.00	0.00	0.00	0.00
0.80	0	0.843	0.00	0.00	0.00	0.00
1.00	13	0.790	99.01	125.36	4.95	6.27
1.20	12	0.836	96.77	115.72	4.84	5.79
1.40	14	0.783	105.69	135.01	5.28	6.75
1.60	19	0.780	131.98	169.31	6.60	8.47
1.80	22	0.726	142.39	196.04	7.12	9.80
2.00	50	0.623	277.65	445.54	13.88	22.28
2.20	44	0.620	243.14	392.08	12.16	19.60
2.40	41	0.617	225.47	365.34	11.27	18.27
2.60	35	0.664	192.54	289.86	9.63	14.49
2.80	27	0.711	159.08	223.61	7.95	11.18
3.00	20	0.759	125.66	165.63	6.28	8.28
3.20	40	0.606	200.75	331.27	10.04	16.56
3.40	41	0.603	204.88	339.55	10.24	16.98
3.60	50	0.601	232.40	386.78	11.62	19.34

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
1.8	16	148.29	Incoerente	0	2.06	2.0	0.19	1.47	23.52	Strato 1
3.6	35.43	301.05	Incoerente	0	2.25	2.15	0.57	1.47	52.08	Strato 3

**TERRENI INCOERENTI**

Densita' relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Strato 1	23.52	1.80	57.39	100	100	56.1
[2] - Strato 3	52.08	3.60	70.14	100	100	82.15

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof of 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Strato 1	23.52	1.80	23.52	33.72	26.72	34.59	33.77	38.08	42	30-32	33.78	34.06	30.27	36.69
[2] - Strato 3	52.08	3.60	52.08	41.88	34.88	42.58	32.61	42.58	42	>38	42.95	42.62	31.81	47.27

Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menz enbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Strato 1	23.52	1.80	23.52	346.17	188.16	278.24	356.40	192.60
[2] - Strato 3	52.08	3.60	52.08	515.12	416.64	615.24	570.60	335.40

Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglera t (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Strato 1	23.52	1.80	23.52	141.12	75.78	166.99	142.90
[2] - Strato 3	52.08	3.60	52.08	312.48	134.44	369.77	270.28

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato 1	23.52	1.80	23.52	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[2] - Strato 3	52.08	3.60	52.08	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato 1	23.52	1.80	23.52	Meyerhof et al.	2.06
[2] - Strato 3	52.08	3.60	52.08	Meyerhof et al.	2.25

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato 1	23.52	1.80	23.52	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.00
[2] - Strato 3	52.08	3.60	52.08	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.15



		(m)	per presenza falda		(1978) (Sabbie)	enbach (Sabbia ghiaiosa)	altri 1970 (Sabbia)	Sabbia Media
[1] - Strato 2	5.17	1.10	5.17	---	41.36	---	---	---
[2] - Strato 3	20.84	2.20	20.84	325.85	166.72	246.61	336.30	179.20

Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglera t (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Strato 2	5.17	1.10	5.17	---	38.08	36.71	61.06
[2] - Strato 3	20.84	2.20	20.84	125.04	70.27	147.96	130.95

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato 2	5.17	1.10	5.17	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[2] - Strato 3	20.84	2.20	20.84	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato 2	5.17	1.10	5.17	Meyerhof et al.	1.55
[2] - Strato 3	20.84	2.20	20.84	Meyerhof et al.	2.01

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato 2	5.17	1.10	5.17	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.89
[2] - Strato 3	20.84	2.20	20.84	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.99



**PROVA ...DPM 10**

Strumento utilizzato... DPM (DL 030 SUNDA)  
 Prova eseguita in data 11.01.22  
 Profondita' prova 1.3 mt  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.10	0	0.857	0.00	0.00	0.00	0.00
0.20	4	0.855	12.21	14.29	0.61	0.71
0.30	8	0.853	24.36	28.57	1.22	1.43
0.40	4	0.851	12.15	14.29	0.61	0.71
0.50	8	0.849	23.15	27.27	1.16	1.36
0.60	8	0.847	23.10	27.27	1.16	1.36
0.70	8	0.845	23.05	27.27	1.15	1.36
0.80	9	0.843	25.88	30.68	1.29	1.53
0.90	11	0.842	31.56	37.50	1.58	1.88
1.00	38	0.690	89.35	129.55	4.47	6.48
1.10	50	0.638	108.75	170.45	5.44	8.52
1.20	47	0.636	101.95	160.23	5.10	8.01
1.30	50	0.635	108.16	170.45	5.41	8.52

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.9	7.5	25.89	Incoerente	0	1.58	1.89	0.07	0.78	5.87	Strato 2
1.3	42.5	144.89	Incoerente	0	2.16	2.06	0.19	0.78	33.28	Strato 3

**TERRENI INCOERENTI**

Densita' relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Strato 2	5.87	0.90	28.59	57.94	79.73	23.12
[2] - Strato 3	33.28	1.30	66.79	100	100	66.66

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerh of 1956	Meyerh of (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerh of (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanes e National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Strato 2	5.87	0.90	5.87	28.68	21.68	29.64	33.61	32.03	0	<30	24.38	28.76	25.44	25.84
[2] - Strato 3	33.28	1.30	33.28	36.51	29.51	37.32	34.34	40.35	42	32-35	37.34	36.98	31.58	40.8

Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menz enbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Strato 2	5.87	0.90	5.87	---	46.96	---	---	---
[2] - Strato 3	33.28	1.30	33.28	411.78	266.24	393.40	429.60	241.40

Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglera t (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia
--	------	------------------	----------------------------------	-----------------------------	---------------------------	--------------	-----------------------------

					sabbia)		media)
[1] - Strato 2	5.87	0.90	5.87	---	39.52	41.68	64.18
[2] - Strato 3	33.28	1.30	33.28	199.68	95.82	236.29	186.43

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato 2	5.87	0.90	5.87	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[2] - Strato 3	33.28	1.30	33.28	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato 2	5.87	0.90	5.87	Meyerhof et al.	1.58
[2] - Strato 3	33.28	1.30	33.28	Meyerhof et al.	2.16

**PROVA ...DPSH 11**

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-100 PAGANI

Prova eseguita in data 12.01.22

Profondita' prova 5.0 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	0	0.855	0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	3	0.851	26.82	31.52	1.34	1.58
0.60	6	0.847	49.01	57.86	2.45	2.89
0.80	10	0.843	81.33	96.43	4.07	4.82
1.00	6	0.840	48.59	57.86	2.43	2.89
1.20	6	0.836	48.39	57.86	2.42	2.89
1.40	7	0.833	56.22	67.50	2.81	3.38
1.60	5	0.830	36.96	44.55	1.85	2.23
1.80	6	0.826	44.18	53.47	2.21	2.67
2.00	4	0.823	29.34	35.64	1.47	1.78
2.20	4	0.820	29.23	35.64	1.46	1.78
2.40	4	0.817	29.13	35.64	1.46	1.78
2.60	3	0.814	20.23	24.85	1.01	1.24
2.80	10	0.811	67.20	82.82	3.36	4.14
3.00	12	0.809	80.37	99.38	4.02	4.97
3.20	11	0.806	73.43	91.10	3.67	4.55
3.40	7	0.803	46.57	57.97	2.33	2.90
3.60	5	0.801	30.98	38.68	1.55	1.93
3.80	18	0.748	104.21	139.24	5.21	6.96
4.00	27	0.696	145.37	208.86	7.27	10.44
4.20	32	0.644	159.34	247.54	7.97	12.38
4.40	38	0.641	188.55	293.95	9.43	14.70
4.60	50	0.589	213.80	362.85	10.69	18.14
4.80	44	0.587	187.46	319.30	9.37	15.97
5.00	50	0.585	212.27	362.85	10.61	18.14

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
3.6	6.41	50.05	Incoerente	0	1.71	1.91	0.31	1.47	9.42	Strato 2
5	31.8	241.78	Incoerente	0	2.23	2.15	0.77	1.47	46.75	Strato 3

**TERRENI INCOERENTI**

Densita' relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Strato 2	9.42	3.60	33.38	64.2	68.09	31.7
[2] - Strato 3	46.75	5.00	63.25	100	100	77.7

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerh of 1956	Meyerh of (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerh of (1965)	Schmert mann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fu kuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFIC ATION)	Japanes e National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Strato 2	9.42	3.60	9.42	29.69	22.69	30.64	31.19	33.45	0	<30	26.89	29.83	26.33	28.73
[2] - Strato 3	46.75	5.00	46.75	40.36	33.36	41.09	31.79	42.23	42	35-38	41.48	41.03	30.64	45.58

Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menz enbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Strato 2	9.42	3.60	9.42	---	75.36	111.86	---	---
[2] - Strato 3	46.75	5.00	46.75	488.05	374.00	552.35	530.62	308.75

Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglera t (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Strato 2	9.42	3.60	9.42	---	46.81	66.88	80.01
[2] - Strato 3	46.75	5.00	46.75	280.50	123.49	331.92	246.51

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato 2	9.42	3.60	9.42	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[2] - Strato 3	46.75	5.00	46.75	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato 2	9.42	3.60	9.42	Meyerhof et al.	1.71
[2] - Strato 3	46.75	5.00	46.75	Meyerhof et al.	2.23



**PROVA ...DPSH 12**

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-100 PAGANI

Prova eseguita in data 12.01.22

Profondita' prova 3.6 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	0	0.855	0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	1	0.851	8.94	10.51	0.45	0.53
0.60	3	0.847	24.50	28.93	1.23	1.45
0.80	4	0.843	32.53	38.57	1.63	1.93
1.00	5	0.840	40.49	48.22	2.02	2.41
1.20	6	0.836	48.39	57.86	2.42	2.89
1.40	8	0.833	64.25	77.15	3.21	3.86
1.60	6	0.830	44.35	53.47	2.22	2.67
1.80	5	0.826	36.82	44.55	1.84	2.23
2.00	6	0.823	44.01	53.47	2.20	2.67
2.20	9	0.820	65.77	80.20	3.29	4.01
2.40	20	0.767	136.72	178.22	6.84	8.91
2.60	38	0.664	209.04	314.70	10.45	15.74
2.80	41	0.611	207.61	339.55	10.38	16.98
3.00	44	0.609	221.80	364.39	11.09	18.22
3.20	50	0.606	250.94	414.08	12.55	20.70
3.40	50	0.603	249.86	414.08	12.49	20.70
3.60	50	0.601	232.40	386.78	11.62	19.34

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
2.1	4.89	45.86	Incoerente	0	1.63	1.9	0.17	1.47	7.19	Strato 2
3.6	30.4	255.41	Incoerente	0	2.22	2.13	0.51	1.47	44.69	Strato 3

**TERRENI INCOERENTI**

Densita' relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Strato 2	7.19	2.10	30.52	60.33	69.79	26.44
[2] - Strato 3	44.69	3.60	67.15	100	100	76.07

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof of 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Strato 2	7.19	2.10	7.19	29.05	22.05	30.01	32.03	32.57	0	<30	25.39	29.16	25.83	26.99
[2] - Strato 3	44.69	3.60	44.69	39.77	32.77	40.51	32.62	42.04	42	35-38	40.89	40.41	31.47	44.9

Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menz enbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Strato 2	7.19	2.10	7.19	---	57.52	---	---	---
[2] - Strato 3	44.69	3.60	44.69	477.17	357.52	528.04	515.17	298.45

Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglera t (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Strato 2	7.19	2.10	7.19	---	42.23	51.05	70.07
[2] - Strato 3	44.69	3.60	44.69	268.14	119.26	317.30	237.32

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato 2	7.19	2.10	7.19	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[2] - Strato 3	44.69	3.60	44.69	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato 2	7.19	2.10	7.19	Meyerhof et al.	1.63
[2] - Strato 3	44.69	3.60	44.69	Meyerhof et al.	2.22

**ALLEGATO F**

CERTIFICATI ANALISI TRS



LAB N° 1601 L

**Rapporto di Prova n° 2022457 del 10/02/2022**

Spett.le

**Unité des Communes Valdôtaines Mont-Emilius**

Località Champeille, 8

11020 Quart (AO)

**DATI RELATIVI AL CAMPIONE**

**N.ro Accettazione:** 2022457  
**Data arrivo campione:** 17/01/2022  
**Campione consegnato da:** GEO BIM S.r.l.  
**Prodotto:** Terreni  
**Descrizione:** Campione 1

[R]

**DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO**

**Data di prelievo:** 16/01/2022 [R]  
**Prelevatore:** Personale Esterno [R]  
**Prelevato presso:** Strada comunale dell'Envers tra i comuni di St. Marcel e Fénis (AO) [R]

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data inizio/ fine analisi
Sottovaglio a 2 mm *	%	41.08				D.M. 13/09/1999 Metodo II.1	17/01/22 - 19/01/22
Umidità *	%	9.37				D.M. 13/09/1999 Metodo II.2	17/01/22 - 19/01/22
Arsenico	mg/kg s.s.	<2		≤ 20 <sup>(1)</sup>	≤ 50 <sup>(1#)</sup>	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	17/01/22 - 21/01/22
Cobalto	mg/kg s.s.	11.6	± 1.5	≤ 20 <sup>(1)</sup>	≤ 250 <sup>(1#)</sup>	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	17/01/22 - 21/01/22
Cadmio	mg/kg s.s.	<0.2		≤ 2 <sup>(1)</sup>	≤ 15 <sup>(1#)</sup>	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	17/01/22 - 21/01/22
Cromo totale	mg/kg s.s.	128	± 30	≤ 150 <sup>(1)</sup>	≤ 800 <sup>(1#)</sup>	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	17/01/22 - 21/01/22
Cromo VI *	mg/kg s.s.	<0.1		≤ 2 <sup>(1)</sup>	≤ 15 <sup>(1#)</sup>	CNR IRSA Q 64 Volume 3 metodo 16	17/01/22 - 21/01/22
Mercurio	mg/kg s.s.	<0.1		≤ 1 <sup>(1)</sup>	≤ 5 <sup>(1#)</sup>	EPA 7473 2007	17/01/22 - 21/01/22
Nichel	mg/kg s.s.	93.8	± 12.6	≤ 120 <sup>(1)</sup>	≤ 500 <sup>(1#)</sup>	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	17/01/22 - 21/01/22
Piombo	mg/kg s.s.	3.2	± 0.7	≤ 100 <sup>(1)</sup>	≤ 1000 <sup>(1#)</sup>	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	17/01/22 - 21/01/22
Rame	mg/kg s.s.	67.8	± 10.0	≤ 120 <sup>(1)</sup>	≤ 600 <sup>(1#)</sup>	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	17/01/22 - 21/01/22
Zinco	mg/kg s.s.	40.8	± 5.6	≤ 150 <sup>(1)</sup>	≤ 1500 <sup>(1#)</sup>	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	17/01/22 - 21/01/22
<b>IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI:</b>							
Benzo(a)antracene *	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 <sup>(1)</sup>	≤ 10 <sup>(1#)</sup>	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	17/01/22 - 26/01/22





LAB N° 1601 L



## Rapporto di Prova n° 2022457 del 10/02/2022

Spett.le

Unité des Communes Valdotaïnes Mont-Emilius

Località Champeille, 8

11020 Quart (AO)

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data inizio/ fine analisi
Benzo(a)pirene *	mg/kg s.s.	0.02		≤ 0.1 <sup>(1)</sup>	≤ 10 <sup>(1#)</sup>	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	17/01/22 - 26/01/22
Benzo(b)fluorantene *	mg/kg s.s.	0.03		≤ 0.5 <sup>(1)</sup>	≤ 10 <sup>(1#)</sup>	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	17/01/22 - 26/01/22
Benzo(g,h,i)perilene *	mg/kg s.s.	0.04		≤ 0.1 <sup>(1)</sup>	≤ 10 <sup>(1#)</sup>	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	17/01/22 - 26/01/22
Benzo(k)fluorantene *	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 <sup>(1)</sup>	≤ 10 <sup>(1#)</sup>	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	17/01/22 - 26/01/22
Crisene *	mg/kg s.s.	0.03		≤ 5 <sup>(1)</sup>	≤ 50 <sup>(1#)</sup>	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	17/01/22 - 26/01/22
Dibenzo(a,e)pirene *	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 <sup>(1)</sup>	≤ 10 <sup>(1#)</sup>	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	17/01/22 - 26/01/22
Dibenzo(a,h)antracene *	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 <sup>(1)</sup>	≤ 10 <sup>(1#)</sup>	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	17/01/22 - 26/01/22
Dibenzo(a,h)pirene *	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 <sup>(1)</sup>	≤ 10 <sup>(1#)</sup>	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	17/01/22 - 26/01/22
Dibenzo(a,i)pirene *	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 <sup>(1)</sup>	≤ 10 <sup>(1#)</sup>	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	17/01/22 - 26/01/22
Dibenzo(a,l)pirene *	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 <sup>(1)</sup>	≤ 10 <sup>(1#)</sup>	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	17/01/22 - 26/01/22
Indeno(1,2,3-c,d)pirene *	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 <sup>(1)</sup>	≤ 5 <sup>(1#)</sup>	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	17/01/22 - 26/01/22
Pirene *	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 <sup>(1)</sup>	≤ 50 <sup>(1#)</sup>	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	17/01/22 - 26/01/22
<b>IDROCARBURI:</b>							
Idrocarburi leggeri C <sub>≤12</sub> *	mg/kg s.s.	<5		≤ 10 <sup>(1)</sup>	≤ 250 <sup>(1#)</sup>	EPA 5021A 2014 + EPA 8015D 2003	17/01/22 - 26/01/22
Idrocarburi pesanti C <sub>&gt;12</sub>	mg/kg s.s.	236 •	± 58	≤ 50 <sup>(1)</sup>	≤ 750 <sup>(1#)</sup>	UNI EN ISO 16703:2011	17/01/22 - 26/01/22
Amianto *	mg/kg s.s.	<100		≤ 1000 <sup>(1)</sup>	≤ 1000 <sup>(1#)</sup>	D.M. 06/09/94 All. 1-B	17/01/22 - 31/01/22

(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



LAB N° 1601 L



## Rapporto di Prova n° 2022457 del 10/02/2022

Spett.le

**Unité des Communes Valdostaines Mont-Emilius**

Località Champeille, 8

11020 Quart (AO)

Il Responsabile del Laboratorio

Dott. Andrea Marchesi

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

[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](mailto:info@ambienteanalisi.it)

Sito web. [www.ambienteanalisi.it](http://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.00



LAB N° 1601 L

**Rapporto di Prova n° 2022467 del 10/02/2022**

Spett.le

**Unité des Communes Valdôtaines Mont-Emilius**

Località Champeille, 8

11020 Quart (AO)

**DATI RELATIVI AL CAMPIONE**

**N.ro Accettazione:** 2022467  
**Data arrivo campione:** 17/01/2022  
**Campione consegnato da:** GEO BIM S.r.l.  
**Prodotto:** Terreni  
**Descrizione:** Campione 2

[R]

**DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO**

**Data di prelievo:** 16/01/2022 [R]  
**Prelevatore:** Personale Esterno [R]  
**Prelevato presso:** Strada comunale dell'Envers tra i comuni di St. Marcel e Fénis (AO) [R]

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data inizio/ fine analisi
Sottovaglio a 2 mm *	%	70.92				D.M. 13/09/1999 Metodo II.1	17/01/22 - 19/01/22
Umidità *	%	9.58				D.M. 13/09/1999 Metodo II.2	17/01/22 - 19/01/22
Arsenico	mg/kg s.s.	<2		≤ 20 <sup>(1)</sup>	≤ 50 <sup>(1#)</sup>	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	17/01/22 - 21/01/22
Cadmio	mg/kg s.s.	<0.2		≤ 2 <sup>(1)</sup>	≤ 15 <sup>(1#)</sup>	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	17/01/22 - 21/01/22
Cobalto	mg/kg s.s.	22.6 •	± 2.9	≤ 20 <sup>(1)</sup>	≤ 250 <sup>(1#)</sup>	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	17/01/22 - 21/01/22
Cromo totale	mg/kg s.s.	164 •	± 38	≤ 150 <sup>(1)</sup>	≤ 800 <sup>(1#)</sup>	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	17/01/22 - 21/01/22
Cromo VI *	mg/kg s.s.	<0.1		≤ 2 <sup>(1)</sup>	≤ 15 <sup>(1#)</sup>	CNR IRSA Q 64 Volume 3 metodo 16	17/01/22 - 21/01/22
Mercurio	mg/kg s.s.	<0.1		≤ 1 <sup>(1)</sup>	≤ 5 <sup>(1#)</sup>	EPA 7473 2007	17/01/22 - 21/01/22
Nichel	mg/kg s.s.	128 •	± 17	≤ 120 <sup>(1)</sup>	≤ 500 <sup>(1#)</sup>	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	17/01/22 - 21/01/22
Piombo	mg/kg s.s.	5.0	± 1.1	≤ 100 <sup>(1)</sup>	≤ 1000 <sup>(1#)</sup>	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	17/01/22 - 21/01/22
Rame	mg/kg s.s.	99.6	± 14.7	≤ 120 <sup>(1)</sup>	≤ 600 <sup>(1#)</sup>	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	17/01/22 - 21/01/22
Zinco	mg/kg s.s.	65.2	± 9.0	≤ 150 <sup>(1)</sup>	≤ 1500 <sup>(1#)</sup>	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	17/01/22 - 21/01/22
<b>IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI:</b>							
Benzo(a)antracene *	mg/kg s.s.	0.02		≤ 0.5 <sup>(1)</sup>	≤ 10 <sup>(1#)</sup>	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	17/01/22 - 26/01/22



LAB N° 1601 L

**Rapporto di Prova n° 2022467 del 10/02/2022**

Spett.le

**Unité des Communes Valdôtaines Mont-Emilius**

Località Champeille, 8

11020 Quart (AO)

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data inizio/ fine analisi
Benzo(a)pirene *	mg/kg s.s.	0.03		≤ 0.1 <sup>(1)</sup>	≤ 10 <sup>(1#)</sup>	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	17/01/22 - 26/01/22
Benzo(b)fluorantene *	mg/kg s.s.	0.04		≤ 0.5 <sup>(1)</sup>	≤ 10 <sup>(1#)</sup>	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	17/01/22 - 26/01/22
Benzo(g,h,i)perilene *	mg/kg s.s.	0.04		≤ 0.1 <sup>(1)</sup>	≤ 10 <sup>(1#)</sup>	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	17/01/22 - 26/01/22
Benzo(k)fluorantene *	mg/kg s.s.	0.01		≤ 0.5 <sup>(1)</sup>	≤ 10 <sup>(1#)</sup>	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	17/01/22 - 26/01/22
Crisene *	mg/kg s.s.	0.03		≤ 5 <sup>(1)</sup>	≤ 50 <sup>(1#)</sup>	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	17/01/22 - 26/01/22
Dibenzo(a,e)pirene *	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 <sup>(1)</sup>	≤ 10 <sup>(1#)</sup>	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	17/01/22 - 26/01/22
Dibenzo(a,h)antracene *	mg/kg s.s.	0.03		≤ 0.1 <sup>(1)</sup>	≤ 10 <sup>(1#)</sup>	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	17/01/22 - 26/01/22
Dibenzo(a,h)pirene *	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 <sup>(1)</sup>	≤ 10 <sup>(1#)</sup>	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	17/01/22 - 26/01/22
Dibenzo(a,i)pirene *	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 <sup>(1)</sup>	≤ 10 <sup>(1#)</sup>	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	17/01/22 - 26/01/22
Dibenzo(a,l)pirene *	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 <sup>(1)</sup>	≤ 10 <sup>(1#)</sup>	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	17/01/22 - 26/01/22
Indeno(1,2,3-c,d)pirene *	mg/kg s.s.	0.03		≤ 0.1 <sup>(1)</sup>	≤ 5 <sup>(1#)</sup>	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	17/01/22 - 26/01/22
Pirene *	mg/kg s.s.	0.02		≤ 5 <sup>(1)</sup>	≤ 50 <sup>(1#)</sup>	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	17/01/22 - 26/01/22
<b>IDROCARBURI:</b>							
Idrocarburi leggeri C <sub>≤12</sub> *	mg/kg s.s.	<5		≤ 10 <sup>(1)</sup>	≤ 250 <sup>(1#)</sup>	EPA 5021A 2014 + EPA 8015D 2003	17/01/22 - 26/01/22
Idrocarburi pesanti C <sub>&gt;12</sub>	mg/kg s.s.	75 •	± 18	≤ 50 <sup>(1)</sup>	≤ 750 <sup>(1#)</sup>	UNI EN ISO 16703:2011	17/01/22 - 26/01/22
Amianto *	mg/kg s.s.	<100		≤ 1000 <sup>(1)</sup>	≤ 1000 <sup>(1#)</sup>	D.M. 06/09/94 All. 1-B	17/01/22 - 31/01/22

(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





LAB N° 1601 L



## Rapporto di Prova n° 2022467 del 10/02/2022

Spett.le

**Unité des Communes Valdostaines Mont-Emilius**

Località Champeille, 8

11020 Quart (AO)

Il Responsabile del Laboratorio

Dott. Andrea Marchesi

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

[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](mailto:info@ambienteanalisi.it)

Sito web. [www.ambienteanalisi.it](http://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° 2022469 del 10/02/2022**

Spett.le

**Unité des Communes Valdôtaines Mont-Emilius**

Località Champeille, 8

11020 Quart (AO)

**DATI RELATIVI AL CAMPIONE**

**N.ro Accettazione:** 2022469  
**Data arrivo campione:** 17/01/2022  
**Campione consegnato da:** GEO BIM S.r.l.  
**Prodotto:** Terreni  
**Descrizione:** Campione 3

[R]

**DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO**

**Data di prelievo:** 16/01/2022  
**Prelevatore:** Personale Esterno  
**Prelevato presso:** Strada comunale dell'Envers tra i comuni di St. Marcel e Fénis (AO)

[R]

[R]

[R]

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data inizio/ fine analisi
Sottovaglio a 2 mm *	%	90.62				D.M. 13/09/1999 Metodo II.1	17/01/22 - 19/01/22
Umidità *	%	15.19				D.M. 13/09/1999 Metodo II.2	17/01/22 - 19/01/22
Arsenico	mg/kg s.s.	<2		≤ 20 <sup>(1)</sup>	≤ 50 <sup>(1#)</sup>	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	17/01/22 - 21/01/22
Cadmio	mg/kg s.s.	<0.2		≤ 2 <sup>(1)</sup>	≤ 15 <sup>(1#)</sup>	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	17/01/22 - 21/01/22
Cobalto	mg/kg s.s.	32.3 •	± 4.2	≤ 20 <sup>(1)</sup>	≤ 250 <sup>(1#)</sup>	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	17/01/22 - 21/01/22
Cromo totale	mg/kg s.s.	202 •	± 47	≤ 150 <sup>(1)</sup>	≤ 800 <sup>(1#)</sup>	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	17/01/22 - 21/01/22
Cromo VI *	mg/kg s.s.	<0.1		≤ 2 <sup>(1)</sup>	≤ 15 <sup>(1#)</sup>	CNR IRSA Q 64 Volume 3 metodo 16	17/01/22 - 21/01/22
Mercurio	mg/kg s.s.	<0.1		≤ 1 <sup>(1)</sup>	≤ 5 <sup>(1#)</sup>	EPA 7473 2007	17/01/22 - 21/01/22
Nichel	mg/kg s.s.	161 •	± 22	≤ 120 <sup>(1)</sup>	≤ 500 <sup>(1#)</sup>	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	17/01/22 - 21/01/22
Piombo	mg/kg s.s.	10.3	± 2.2	≤ 100 <sup>(1)</sup>	≤ 1000 <sup>(1#)</sup>	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	17/01/22 - 21/01/22
Rame	mg/kg s.s.	112	± 17	≤ 120 <sup>(1)</sup>	≤ 600 <sup>(1#)</sup>	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	17/01/22 - 21/01/22
Zinco	mg/kg s.s.	99.3	± 13.7	≤ 150 <sup>(1)</sup>	≤ 1500 <sup>(1#)</sup>	UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	17/01/22 - 21/01/22
<b>IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI:</b>							
Benzo(a)antracene *	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 <sup>(1)</sup>	≤ 10 <sup>(1#)</sup>	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	17/01/22 - 26/01/22



LAB N° 1601 L

**Rapporto di Prova n° 2022469 del 10/02/2022**

Spett.le

**Unité des Communes Valdôtaines Mont-Emilius**

Località Champeille, 8

11020 Quart (AO)

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Limiti	Metodo	Data inizio/ fine analisi
Benzo(a)pirene *	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 <sup>(1)</sup>	≤ 10 <sup>(1#)</sup>	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	17/01/22 - 26/01/22
Benzo(b)fluorantene *	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 <sup>(1)</sup>	≤ 10 <sup>(1#)</sup>	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	17/01/22 - 26/01/22
Benzo(g,h,i)perilene *	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 <sup>(1)</sup>	≤ 10 <sup>(1#)</sup>	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	17/01/22 - 26/01/22
Benzo(k)fluorantene *	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.5 <sup>(1)</sup>	≤ 10 <sup>(1#)</sup>	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	17/01/22 - 26/01/22
Crisene *	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 <sup>(1)</sup>	≤ 50 <sup>(1#)</sup>	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	17/01/22 - 26/01/22
Dibenzo(a,e)pirene *	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 <sup>(1)</sup>	≤ 10 <sup>(1#)</sup>	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	17/01/22 - 26/01/22
Dibenzo(a,h)antracene *	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 <sup>(1)</sup>	≤ 10 <sup>(1#)</sup>	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	17/01/22 - 26/01/22
Dibenzo(a,h)pirene *	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 <sup>(1)</sup>	≤ 10 <sup>(1#)</sup>	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	17/01/22 - 26/01/22
Dibenzo(a,i)pirene *	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 <sup>(1)</sup>	≤ 10 <sup>(1#)</sup>	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	17/01/22 - 26/01/22
Dibenzo(a,l)pirene *	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 <sup>(1)</sup>	≤ 10 <sup>(1#)</sup>	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	17/01/22 - 26/01/22
Indeno(1,2,3-c,d)pirene *	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 0.1 <sup>(1)</sup>	≤ 5 <sup>(1#)</sup>	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	17/01/22 - 26/01/22
Pirene *	mg/kg s.s.	<0.01		≤ 5 <sup>(1)</sup>	≤ 50 <sup>(1#)</sup>	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	17/01/22 - 26/01/22
<b>IDROCARBURI:</b>							
Idrocarburi leggeri C≤12 *	mg/kg s.s.	<5		≤ 10 <sup>(1)</sup>	≤ 250 <sup>(1#)</sup>	EPA 5021A 2014 + EPA 8015D 2003	17/01/22 - 26/01/22
Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg s.s.	<25		≤ 50 <sup>(1)</sup>	≤ 750 <sup>(1#)</sup>	UNI EN ISO 16703:2011	17/01/22 - 26/01/22

(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° 2022469 del 10/02/2022

Spett.le

**Unité des Communes Valdostaines Mont-Emilius**

Località Champeille, 8

11020 Quart (AO)

[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](mailto:info@ambienteanalisi.it)

Sito web. [www.ambienteanalisi.it](http://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° 2022470 del 10/02/2022**

Spett.le

**Unité des Communes Valdotaines Mont-Emilius**

Località Champeille, 8

11020 Quart (AO)

**DATI RELATIVI AL CAMPIONE**

**N.ro Accettazione:** 2022470  
**Data arrivo campione:** 17/01/2022  
**Campione consegnato da:** GEO BIM S.r.l.  
**Prodotto:** Rifiuti solidi  
**Descrizione:** Asfalto [R]  
**Codice CER:** 17 03 02 - Miscele bituminose diverse da quelle di cui alla voce 17 03 01 [R]

**DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO**

**Data di prelievo:** 16/01/2022 [R]  
**Prelevatore:** Personale Esterno [R]  
**Prelevato presso:** Strada comunale dell'Envers tra i comuni di St. Marcel e Fénis (AO) [R]

Parametro	UM	Risultato	Limiti	Limiti	Metodo	Data inizio/ fine analisi
Stato fisico *	-	solido non polverulento o			-	17/01/22 - 26/01/22
Odore *	-	odore non molesto			-	17/01/22 - 26/01/22
Residuo 105 °C	%	96.52			UNI EN 14346:2007	17/01/22 - 26/01/22
Residuo 600 °C *	%	91.46			CNR IRSA Q 64 Volume 2 metodo 2	17/01/22 - 26/01/22
pH *	-	7.96			CNR IRSA Q 64 Volume 3 metodo 1	17/01/22 - 26/01/22
<b>IDROCARBURI TOTALI:</b>						
Idrocarburi C <sub>≤10</sub> *	mg/kg	<10			EPA 5021A 2014 + EPA 8015D 2003	17/01/22 - 24/01/22
Idrocarburi C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub>	mg/kg	1680			UNI EN 14039:2005	17/01/22 - 20/01/22
<b>IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI:</b>						
Benzo(a)antracene *	mg/kg	<1	≤ 1000 <sup>(1#)</sup>		EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	17/01/22 - 20/01/22
Benzo(a)pirene *	mg/kg	<1	≤ 50 <sup>(1#)</sup>		EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	17/01/22 - 20/01/22
Benzo(e)pirene *	mg/kg	<1	≤ 1000 <sup>(1#)</sup>		EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	17/01/22 - 20/01/22



LAB N° 1601 L

**Rapporto di Prova n° 2022470 del 10/02/2022**

Spett.le

**Unité des Communes Valdostaines Mont-Emilius**

Località Champeille, 8

11020 Quart (AO)

Parametro	UM	Risultato	Limiti	Limiti	Metodo	Data inizio/ fine analisi
Benzo(b)fluorantene *	mg/kg	<1	≤ 1000 <sup>(1#)</sup>		EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	17/01/22 - 20/01/22
Benzo(k)fluorantene *	mg/kg	<1	≤ 1000 <sup>(1#)</sup>		EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	17/01/22 - 20/01/22
Benzo(j)fluorantene *	mg/kg	<1	≤ 1000 <sup>(1#)</sup>		EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	17/01/22 - 20/01/22
Crisene *	mg/kg	<1	≤ 1000 <sup>(1#)</sup>		EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	17/01/22 - 20/01/22
Dibenzo(a,h)antracene *	mg/kg	<1	≤ 100 <sup>(1#)</sup>		EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	17/01/22 - 20/01/22
Naftalene *	mg/kg	<1	≤ 2500 <sup>(1#)</sup>		EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	17/01/22 - 20/01/22
Antimonio	mg/kg	<5			UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	17/01/22 - 19/01/22
Arsenico	mg/kg	<5			UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	17/01/22 - 19/01/22
Cadmio	mg/kg	<0.5			UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	17/01/22 - 19/01/22
Cobalto	mg/kg	10.3			UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	17/01/22 - 19/01/22
Cromo totale	mg/kg	152			UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	17/01/22 - 19/01/22
Cromo VI *	mg/kg	<1			CNR IRSA Q 64 Volume 3 metodo 16	17/01/22 - 19/01/22
Mercurio	mg/kg	<1			UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	17/01/22 - 19/01/22
Nichel	mg/kg	18.0			UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	17/01/22 - 19/01/22
Piombo	mg/kg	<5			UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	17/01/22 - 19/01/22
Rame	mg/kg	11.0			UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	17/01/22 - 19/01/22
Selenio *	mg/kg	<5			UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	17/01/22 - 19/01/22
Stagno	mg/kg	<5			UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	17/01/22 - 19/01/22
Tallio *	mg/kg	<1			UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	17/01/22 - 19/01/22



LAB N° 1601 L



## Rapporto di Prova n° 2022470 del 10/02/2022

Spett.le

Unité des Communes Valdotaïnes Mont-Emilius

Località Champeille, 8

11020 Quart (AO)

Parametro	UM	Risultato	Limiti	Limiti	Metodo	Data inizio/ fine analisi
Vanadio	mg/kg	21.8			UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	17/01/22 - 19/01/22
Zinco	mg/kg	25.2			UNI EN 13657:2004 cap 9.2 + UNI EN 16170:2016	17/01/22 - 19/01/22
<i>SOLVENTI ORGANICI CLORURATI:</i>						
Clorometano *	mg/kg	<10	≤ 10000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
Cloruro di vinile *	mg/kg	<10	≤ 1000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
Cloroetano *	mg/kg	<10	≤ 10000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
1,1-Dicloroetilene *	mg/kg	<10	≤ 10000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
Diclorometano *	mg/kg	<10	≤ 10000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
1,2-Dicloroetilene *	mg/kg	<10	≤ 225000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
1,1-Dicloroetano *	mg/kg	<10	≤ 200000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
2,2-Dicloropropano *	mg/kg	<10	≤ 200000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
Triclorometano (Cloroformio) *	mg/kg	<10	≤ 10000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
1,1,1-Tricloroetano *	mg/kg	<10	≤ 1000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
Tetracloruro di carbonio *	mg/kg	<10	≤ 1000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
1,2-Dicloroetano *	mg/kg	<10	≤ 1000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
Tricloroetilene *	mg/kg	<10	≤ 1000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
1,2-Dicloropropano *	mg/kg	<10	≤ 10000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
1,1,2-Tricloroetano *	mg/kg	<10	≤ 10000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
Tetracloroetilene *	mg/kg	<10	≤ 10000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
1,3-Dicloropropano *	mg/kg	<10	≤ 200000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22



LAB N° 1601 L

**Rapporto di Prova n° 2022470 del 10/02/2022**

Spett.le

**Unité des Communes Valdostaines Mont-Emilius**

Località Champeille, 8

11020 Quart (AO)

Parametro	UM	Risultato	Limiti	Limiti	Metodo	Data inizio/ fine analisi
1,1,1,2-Tetracloroetano *	mg/kg	<10	≤ 2500 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
1,1,2,2-Tetracloroetano *	mg/kg	<10	≤ 2500 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
1,2,3-Tricloropropano *	mg/kg	<10	≤ 1000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
Pentacloroetano *	mg/kg	<10	≤ 10000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
Esaclorobutadiene *	mg/kg	<10	≤ 100 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
3-Cloropropene *	mg/kg	<10	≤ 10000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
Cloroprene *	mg/kg	<10	≤ 1000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
Bromoclorometano *	mg/kg	<10	≤ 1000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
1,1-Dicloropropene *	mg/kg	<10	≤ 50000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
Bromodiclorometano *	mg/kg	<10	≤ 1000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
cis-1,3-Dicloropropene *	mg/kg	<10	≤ 2500 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
trans-1,3-Dicloropropene *	mg/kg	<10	≤ 2500 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
Dibromoclorometano *	mg/kg	<10	≤ 200000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
1,2-Dibromo-3-Cloropropano *	mg/kg	<10	≤ 1000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
<b>SOLVENTI ORGANICI AROMATICI:</b>						
Benzene *	mg/kg	<10	≤ 1000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
Toluene *	mg/kg	<10	≤ 30000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
Xilene *	mg/kg	<10	≤ 200000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
Stirene *	mg/kg	<10	≤ 30000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
2-Clorotoluene *	mg/kg	<10	≤ 25000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22



LAB N° 1601 L

**Rapporto di Prova n° 2022470 del 10/02/2022**

Spett.le

**Unité des Communes Valdotaines Mont-Emilius**

Località Champeille, 8

11020 Quart (AO)

Parametro	UM	Risultato	Limiti	Limiti	Metodo	Data inizio/ fine analisi
Isopropilbenzene *	mg/kg	<10	≤ 25000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
n-Propilbenzene *	mg/kg	<10	≤ 25000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
1,3,5-Trimetilbenzene *	mg/kg	<10	≤ 25000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
ter-Butilbenzene *	mg/kg	<10	≤ 200000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
1,2,4-Trimetilbenzene *	mg/kg	<10	≤ 25000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
sec-Butilbenzene *	mg/kg	<10	≤ 25000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
4-Isopropiltoluene *	mg/kg	<10	≤ 100000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
n-Butilbenzene *	mg/kg	<10	≤ 2500 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
1,2,4-Triclorobenzene *	mg/kg	<10	≤ 2500 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
1,3-Diclorobenzene *	mg/kg	<10	≤ 25000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
1,2-Diclorobenzene *	mg/kg	<10	≤ 2500 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
1,4-Diclorobenzene *	mg/kg	<10	≤ 2500 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
Clorobenzene *	mg/kg	<10	≤ 25000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
1,2,3-Triclorobenzene *	mg/kg	<10	≤ 2500 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
Bromobenzene *	mg/kg	<10	≤ 25000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
Etilbenzene *	mg/kg	<10	≤ 100000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
<b>ALTRI SOLVENTI ORGANICI:</b>						
Acetone *	mg/kg	<10	≤ 200000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
Solfuro di carbonio *	mg/kg	<10	≤ 10000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
Etere etilico *	mg/kg	<10	≤ 250000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22





LAB N° 1601 L

**Rapporto di Prova n° 2022470 del 10/02/2022**

Spett.le

**Unité des Communes Valdostaines Mont-Emilius**

Località Champeille, 8

11020 Quart (AO)

Parametro	UM	Risultato	Limiti	Limiti	Metodo	Data inizio/ fine analisi
ter-Butanolo *	mg/kg	<10	≤ 200000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
Metil ter butil etere (MTBE) *	mg/kg	<10	≤ 200000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
Acetato di vinile *	mg/kg	<10	≤ 10000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
Metil etil chetone (MEK) *	mg/kg	<10	≤ 200000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
Etilacetato *	mg/kg	<10	≤ 200000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
Tetraidrofurano *	mg/kg	<10	≤ 10000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
Cicloesano *	mg/kg	<10	≤ 2500 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
Esametildisilossano *	mg/kg	<10	≤ 25000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
Isopropilacetato *	mg/kg	<10	≤ 200000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
Propil acetato *	mg/kg	<10	≤ 200000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
1,4-Diossano *	mg/kg	<10	≤ 10000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
Metil isobutil chetone (MIBK) *	mg/kg	<10	≤ 200000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
2-Esanone *	mg/kg	<10	≤ 10000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
Butilacetato *	mg/kg	<10			EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
Cicloesanone *	mg/kg	<10	≤ 225000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
Metilmetacrilato *	mg/kg	<10	≤ 100000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
Etilmetacrilato *	mg/kg	<10	≤ 100000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
n-Pentano *	mg/kg	<10	≤ 25000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
n-Esano *	mg/kg	<10	≤ 25000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22



LAB N° 1601 L



## Rapporto di Prova n° 2022470 del 10/02/2022

Spett.le

Unité des Communes Valdotaïnes Mont-Emilius

Località Champeille, 8

11020 Quart (AO)

Parametro	UM	Risultato	Limiti	Limiti	Metodo	Data inizio/ fine analisi
n-Eptano *	mg/kg	<10	≤ 2500 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
n-Octano *	mg/kg	<10	≤ 2500 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
n-Nonano *	mg/kg	<10	≤ 2500 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
n-Decano *	mg/kg	<10	≤ 100000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
n-Dodecano *	mg/kg	<10	≤ 100000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
Diclorodifluorometano (CFC 12) *	mg/kg	<10	≤ 1000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
1,2-Diclorotetrafluoroetano (Freon 114) *	mg/kg	<10	≤ 1000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
Bromometano *	mg/kg	<10	≤ 1000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
Triclorofluorometano (CFC 11) *	mg/kg	<10	≤ 1000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
1,1,2-Triclorotrifluoroetano (CFC 113) *	mg/kg	<10	≤ 1000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
Iodometano *	mg/kg	<10	≤ 10000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
Dibromometano *	mg/kg	<10	≤ 225000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
1,2-Dibromoetano *	mg/kg	<10	≤ 1000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
Tribromometano (Bromoformio) *	mg/kg	<10	≤ 35000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
1-Butanolo *	mg/kg	<10	≤ 200000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
Alcol isobutilico *	mg/kg	<10	≤ 200000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
2-Butossietanolo *	mg/kg	<10	≤ 200000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
Isobutilacetato *	mg/kg	<10			EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
Alcol isopropilico *	mg/kg	<10	≤ 200000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22



LAB N° 1601 L



## Rapporto di Prova n° 2022470 del 10/02/2022

Spett.le

**Unité des Communes Valdotaines Mont-Emilius**

Località Champeille, 8

11020 Quart (AO)

Parametro	UM	Risultato	Limiti	Limiti	Metodo	Data inizio/ fine analisi
Etanolo *	mg/kg	<10			EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
Metanolo *	mg/kg	<10	≤ 10000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
Dipentene *	mg/kg	<10	≤ 2500 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
1,3-Butadiene *	mg/kg	<10	≤ 1000 <sup>(1#)</sup>		EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22
Etil ter butil etere (ETBE) *	mg/kg	<10			EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	17/01/22 - 24/01/22

(1#) Direttiva 2008/98/CE s.m.i.

\* Prova non accreditata Accredia

### Pareri ed interpretazioni – non oggetto dell'accREDITAMENTO ACCREDIA

Il produttore ha individuato come codice rifiuto:

CER 170302 - miscele bituminose diverse da quelle di cui alla voce 170301

Essendo questo un codice a specchio si è proceduto ad effettuare le analisi chimiche per verificare la presenza di sostanze in concentrazione tale da attribuire al rifiuto una classe di pericolo e conseguentemente classificarlo come pericoloso.

Visti:

I risultati sul campione esaminato, relativamente ai parametri richiesti e ricercati sulla base delle informazioni ricevute dal produttore.

Considerato che:

La natura del rifiuto, le informazioni avute dal produttore ed il suo comportamento durante le operazioni di analisi (contatto con acqua e acidi, riduzione delle dimensioni, essiccamento...) non hanno evidenziato la necessità e l'opportunità di valutare le classi di pericolo HP1, HP2, HP3, HP12, HP15 in quanto non ci sono indicazioni tali per cui ci sia il sospetto che queste debbano essere attribuite al rifiuto.

Non ci sono composti in concentrazione tale per cui debba essere attribuita una delle classi di pericolo HP4, HP5, HP6, HP7, HP8, HP10, HP11, HP13, HP14.

Il rifiuto può essere classificato, in riferimento al D.lgs. 152/06 s.m.i. e ai sensi della Decisione 2000/532/CE modificata dalla decisione 2014/955/UE, dal regolamento UE 1357/2014 e dal regolamento UE 2017/997 come:

RIFIUTO NON PERICOLOSO



LAB N° 1601 L



## Rapporto di Prova n° 2022470 del 10/02/2022

Spett.le

**Unité des Communes Valdostaines Mont-Emilius**

Località Champeille, 8

11020 Quart (AO)

Il Responsabile del Laboratorio

Dott. Andrea Marchesi

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

[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](mailto:info@ambienteanalisi.it)

Sito web. [www.ambienteanalisi.it](http://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° 20221336 del 10/02/2022

Spett.le

**Unité des Communes Valdotaines Mont-Emilius**

Località Champeille, 8

11020 Quart (AO)

### DATI RELATIVI AL CAMPIONE

**N.ro Accettazione:** 20221336  
**Data arrivo campione:** 17/01/2022  
**Campione consegnato da:** GEO BIM S.r.l.  
**Prodotto:** Terreni  
**Descrizione:** Mix 1+2

[R]

### DATI RELATIVI AL CAMPIONAMENTO

**Data di prelievo:** 16/01/2022  
**Prelevatore:** Personale Esterno  
**Prelevato presso:** Strada comunale dell'Envers tra i comuni di St. Marcel e Fénis (AO)

[R]

[R]

[R]

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Metodo	Data inizio/ fine analisi
<b>Eluato Allegato 3 D.M. 05/04/2006 n°186</b>						
Frazione di dimensioni eccedenti i 4 mm *	%	23.9			-	17/01/22 - 08/02/22
Frazione non macinabile *	%	<0.1			-	17/01/22 - 08/02/22
Massa della porzione di prova *	g	99			-	17/01/22 - 08/02/22
Metodo di riduzione delle dimensioni *	-	mulino a mascelle			-	17/01/22 - 08/02/22
Temperatura *	°C	22.7			-	17/01/22 - 08/02/22
Volume di agente lisciviante *	ml	887			-	17/01/22 - 08/02/22
Conducibilità elettrica specifica a 20°C *	µS/cm	147			UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 2030 Man.29 2003	17/01/22 - 04/02/22
Nitrati (come NO <sub>3</sub> )	mg/l	<1		≤ 50 <sup>(1)</sup>	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009	17/01/22 - 04/02/22
Fluoruri (come F)	mg/l	<0.2		≤ 1.5 <sup>(1)</sup>	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009	17/01/22 - 04/02/22
Solfati (come SO <sub>4</sub> )	mg/l	10.8	± 2.1	≤ 250 <sup>(1)</sup>	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009	17/01/22 - 04/02/22
Cloruri (come Cl)	mg/l	16.7	± 3.1	≤ 100 <sup>(1)</sup>	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009	17/01/22 - 04/02/22
Cianuri (come CN) *	µg/l	<10		≤ 10 <sup>(1)</sup>	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 335.2 1980	17/01/22 - 08/02/22
Bario	mg/l	<0.01		≤ 1 <sup>(1)</sup>	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016	17/01/22 - 04/02/22
Rame	mg/l	0.039	± 0.008	≤ 0.05 <sup>(1)</sup>	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016	17/01/22 - 04/02/22





LAB N° 1601 L

**Rapporto di Prova n° 20221336 del 10/02/2022**

Spett.le

**Unité des Communes Valdotaines Mont-Emilius**

Località Champeille, 8

11020 Quart (AO)

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Limiti	Metodo	Data inizio/ fine analisi
Zinco	mg/l	0.017	± 0.004	≤ 3 <sup>(1)</sup>	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016	17/01/22 - 04/02/22
Berillio	µg/l	<0.2		≤ 10 <sup>(1)</sup>	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016	17/01/22 - 04/02/22
Cobalto	µg/l	1.4	± 0.4	≤ 250 <sup>(1)</sup>	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016	17/01/22 - 04/02/22
Nichel	µg/l	9.3	± 2.1	≤ 10 <sup>(1)</sup>	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016	17/01/22 - 04/02/22
Vanadio	µg/l	19.7	± 3.1	≤ 250 <sup>(1)</sup>	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016	17/01/22 - 04/02/22
Arsenico	µg/l	3.5	± 0.9	≤ 50 <sup>(1)</sup>	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016	17/01/22 - 04/02/22
Cadmio	µg/l	<0.2		≤ 5 <sup>(1)</sup>	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016	17/01/22 - 04/02/22
Cromo totale	µg/l	4.0	± 0.9	≤ 50 <sup>(1)</sup>	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016	17/01/22 - 04/02/22
Piombo	µg/l	<1		≤ 50 <sup>(1)</sup>	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016	17/01/22 - 04/02/22
Selenio	µg/l	<1		≤ 10 <sup>(1)</sup>	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016	17/01/22 - 04/02/22
Mercurio	µg/l	0.26	± 0.09	≤ 1 <sup>(1)</sup>	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016	17/01/22 - 04/02/22
Amianto *	mg/l	<10		≤ 30 <sup>(1)</sup>	UNI EN 12457-2:2004 + D.M. 06/09/94 All. 1-B	17/01/22 - 08/02/22
Richiesta chimica di ossigeno (COD)	mg/l	10	± 2	≤ 30 <sup>(1)</sup>	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 15705:2002 cap 10.2	17/01/22 - 04/02/22
pH *	-	9.45		[5.5 - 12] <sup>(1)</sup>	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 2060 Man.29 2003	17/01/22 - 04/02/22

(1) D.M. 05/04/2006, n.186 - tabella allegato 3

\* 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° 20221336 del 10/02/2022

Spett.le

**Unité des Communes Valdotaines Mont-Emilius**

Località Champeille, 8

11020 Quart (AO)

[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](mailto:info@ambienteanalisi.it)

Sito web. [www.ambienteanalisi.it](http://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.00

**ALLEGATO G**

ALLEGATO FOTOGRAFICO





*Fasi esecutive dell'indagine sismica a rifrazione (Ottobre-Novembre 2021)*





*Fasi esecutive dell'indagine sismica a rifrazione (Ottobre-Novembre 2021)*





*Tracciamento del metanodotto Perosa-Aosta per il posizionamento delle prove DPSH (Novembre 2021)*



*Particolare delle fasi esecutive delle prove DPSH lungo la carreggiata stradale (Gennaio 2021)*



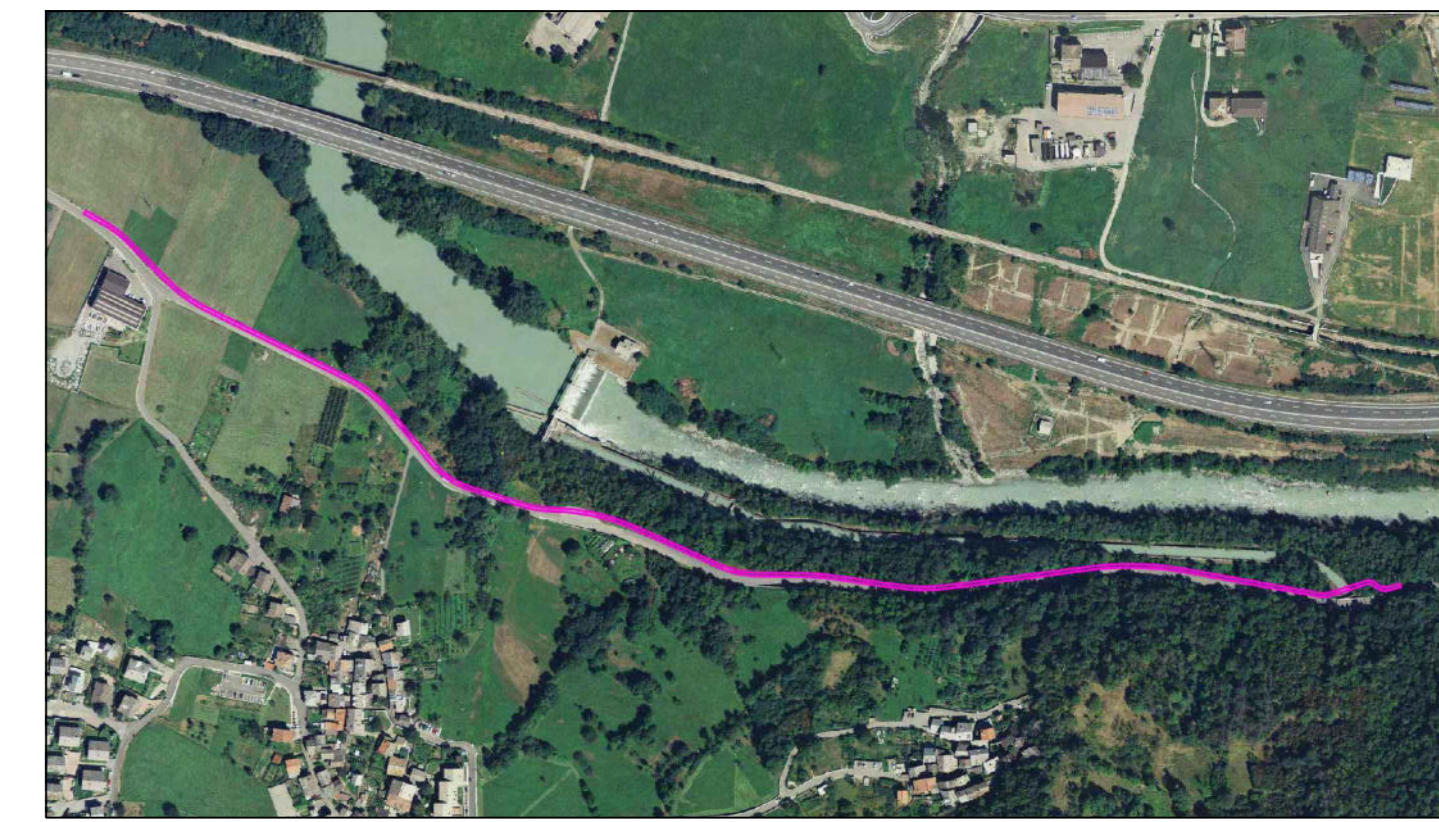


*Particolare dell'esecuzione della prova DPSH 12 in prossimità dell'impiuvio a valle della frazione di Surpian (Novembre 2021)*



*Esecuzione delle prove DPM30 e particolare della cassetta catalogatrice con le n.3 carote estratte per il campionamento delle TRS (Gennaio 2021)*





**GEO BIM S.r.l.**  
Via Savona n.69  
20144 - Milano (MI)  
sede locale Via Kaolack n.13  
11100 - Aosta (AO)

Tecnici incaricati:  
Geol. TEDESCO Michele  
Geol. MORESCHI Luca

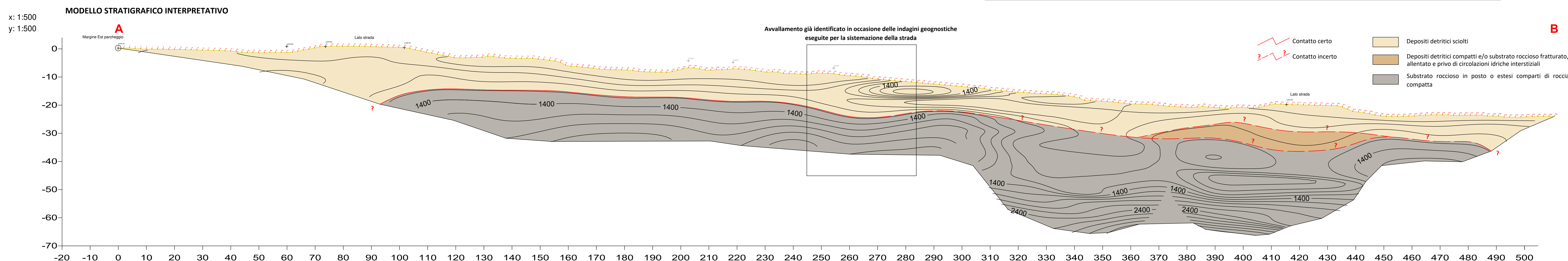
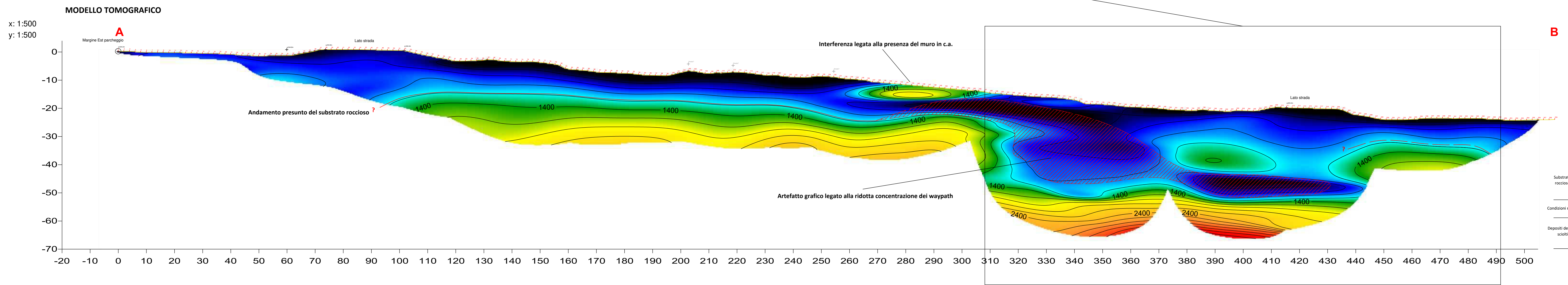
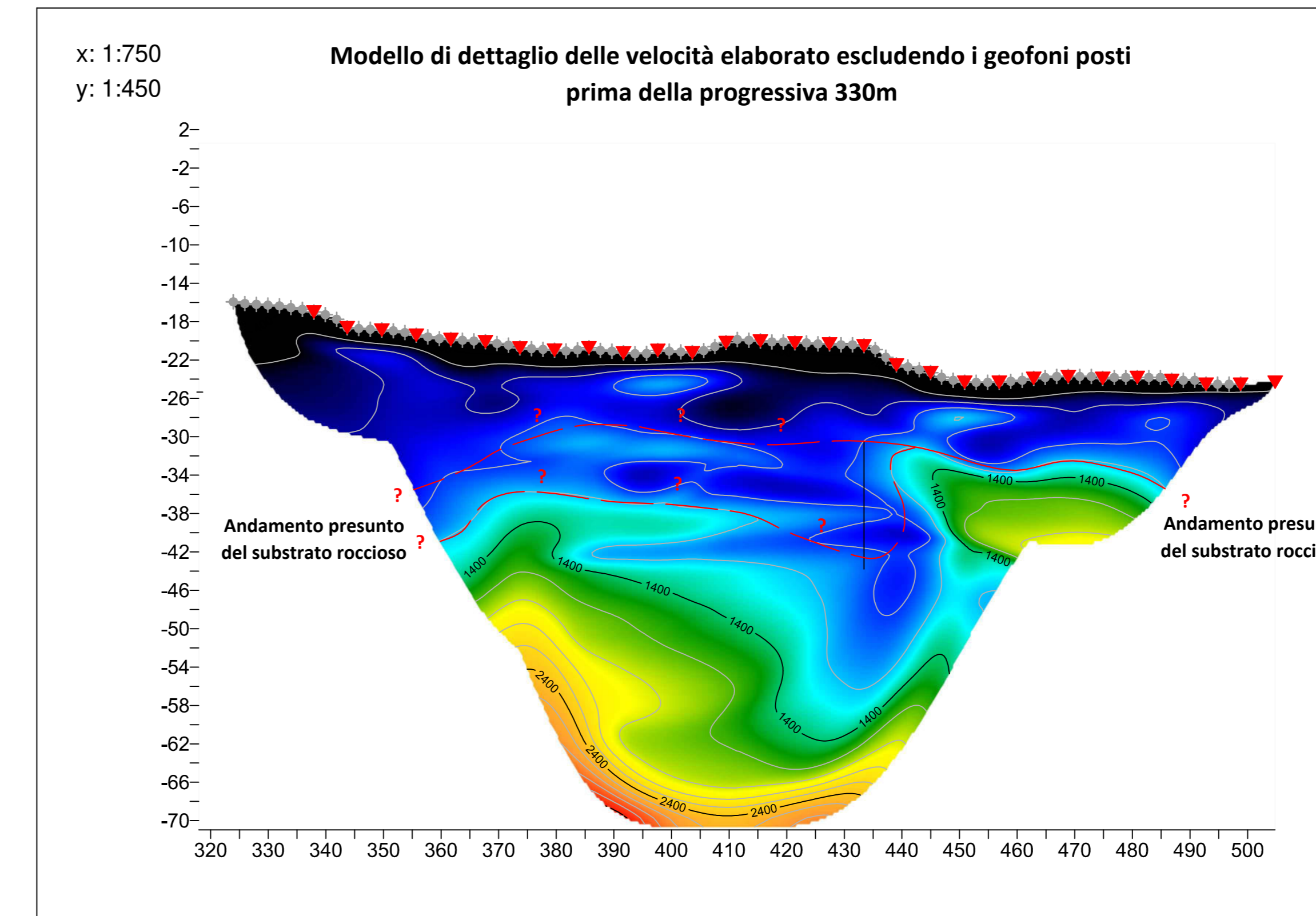
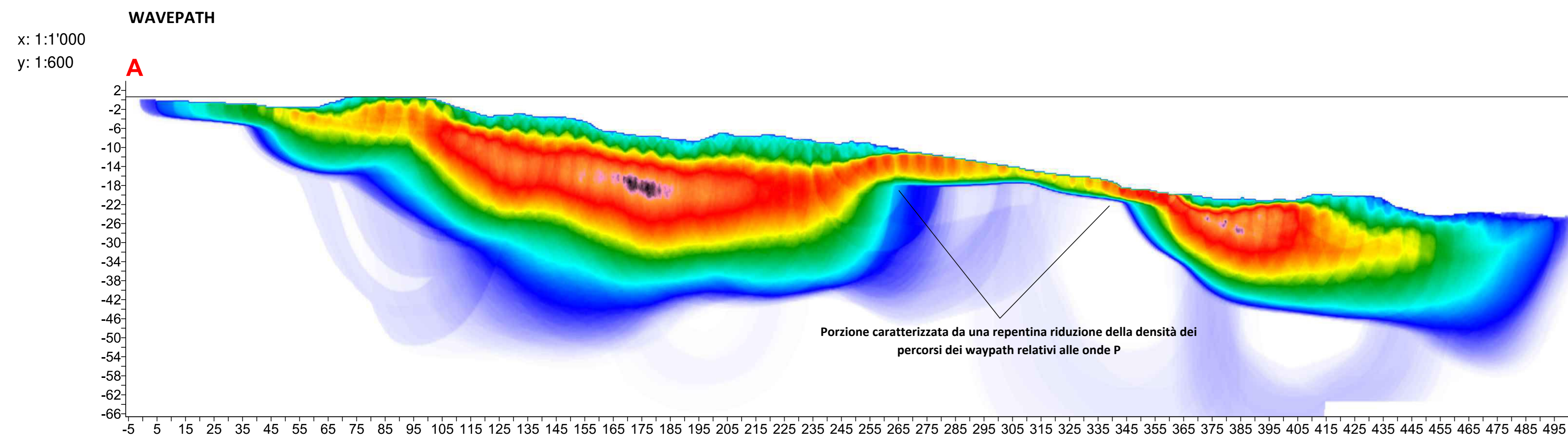
Geol. MORESCHI Luca  
P.IVA/C.F. 10894220985

Committente:  
Unité des Communes valdôtaines  
Mont-Émilis  
Località Champelle  
11020 - Quart (AO)

Data / Rev 0.0  
Febbraio 2022



PARAMETRI TOMOGRAFIA SISMICA A RIFRAZIONE	
Numero di stendimenti	20
Geofoni stesa sismica	252
Punti di energizzazione	480
Energizzazioni complessive	1440
Lunghezza complessiva dello stendimento	504m
Dislivello complessivo della stesa	24.3m





**ALLEGATO FOTOGRAFICO**





Foto 1: Vista dell'estremità E del lotto, in corrispondenza del ponte sul canale CVA.



Foto 2: Particolare della situazione di dissesto A, con evidenziati alcuni blocchi di crollo recenti.



Foto 3: Vista della situazione di dissesto A con evidenziato un blocco recente incastrato nella vegetazione.





Foto 4: Particolare del blocco n.1 (Vd tabela blocchi), distaccatosi dalla situazione di dissesto B e poggiato sul muro di monte della SR.



Foto 5: Vista della situazione di dissesto B, oggetto di sistemazione con rete corticale.



Foto 6: Situazione di dissesto C, costituita da un'affioramento roccioso con alcuni blocchi recenti alla base





Foto 7: Vista della situazione di dissesto D, oggetto di sistemazione con posa di reti corticali. Si evidenzia l'esigenza di intervenire per alleggerire la rete corticale.



Foto 8: Particolare dei blocchi costituenti il deposito di frana posto al piede del pendio in corrispondenza dell'impluvio che delinea il margine orientale del lotto di interesse. Il fenomeno, con tutta probabilità riconducibile all'alluvione del 2000, è caratterizzato da un piccolo evento di colamento rapido innescatosi poco a monte della SR.



Foto 9: Blocchi e comparti rocciosi fratturati in corrispondenza dell'affioramento roccioso di quota 550m, dove sono presenti comparti di roccia fratturata e blocchi penzolanti al piede dell'affioramento (situazione E). In primo piano il blocco n.4 (Vd. tabella blocchi)



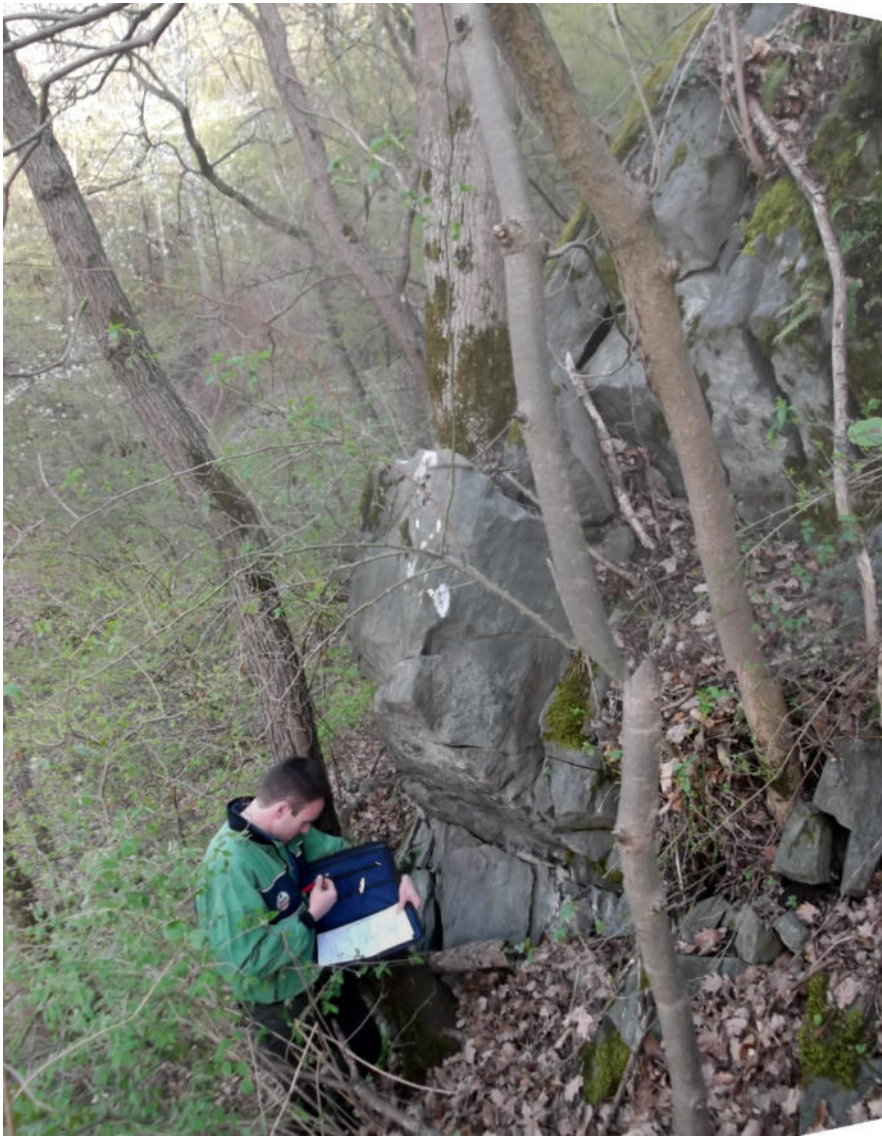


Foto 10: Margine est del comparto roccioso della situazione E, il quale risulta visibilmente fessurato a causa della vegetazione



Foto 11: Blocchi penzolanti in corrispondenza del tratto strapiombante della situazione E. Volumi di 0.1mc.





Foto 12: Nicchia di crollo recente poco a valle della situazione E. Si notano alcuni blocchi in precarie condizioni di stabilità.



Foto 13: Particolare del settore mediano dell'area di studio, caratterizzato da pendio acclive con terrazzi di erosione lungo il coronamento della scarpata .



Foto 14: Particolare delle palificate in legno messe in opera lungo il tratto mediano del pendio a seguito dell'interrimento della condotta del metanodotto.





Foto 15: Vista del tratto di pendio interessato dalla posa del metanodotto.



Foto 16: Vista del ruscello proveniente della frazione di Vuilmianaz e della vasca di raccolta ormai fuori uso posta poco a monte della strada dell'envers.



Foto 17: Terreni imbibiti al piede del pendio poco a W della vasca che rappresentano la situazione di dissesto G, situazione di dissesto diffusa con scivolamento delle coltri.





Foto 18: Particolare di alcuni blocchi semi immersi nel deposito di geni mista resi instabili dallo scivolamento delle coltri.



Foto 19: Blocco di origine glaciale scalzato alla base ricadente nella situazione di dissesto H



Foto 20: Particolare del blocco della foto n.19.





Foto 20: Particolare di altri blocchi facilmente mobilizzabili semi immersi nel deposito costituenti la situazione H.



Foto 21: Terrazzamento agricolo ammalorato con blocco glaciale potenzialmente mobilizzabile (situazione I).





Foto 22: Situazione di dissesto L, scarpata direttamente a monte della barriera



Foto 23: Particolare dei blocchi appoggiati alla barriera esistente provenienti dalla scarpata della situazione L



Foto 24: Vallo edificato a seguito del fenomeno franoso che ha interessato l'impluvio centrale dell'area di studio in occasione dell'alluvione del 2000.





Foto 25: Particolare della scarpata rocciosa di quota 570m costituente la situazione di dissesto M, interessata da alcuni crolli recenti



Foto 26: Terrazzamento agricolo ammalorato costituente la situazione di dissesto N.





Foto 27: Particolare di alcuni blocchi altamente instabili al piede del terrazzamento agricolo della situazione N.



Foto 28: Panoramica del muro di controripa della strada dell'envers e della barriera paramassi esistente in corrispondenza della situazione G.



Foto 29: Vista del tratto mediano dell'area di studio nel 2018 con la strada ancora lesionata (attualmente sistemata) poco a E del tratto di pendio interessato dalle emergenze idriche della situazione G





Foto 28: la tubazione (1200 mm) di attraversamento del rio che raccoglie le acque irrigue sul lato est di St. Marcel.



Foto 29-30: la conoide del T. de Vulmianaz presso la strada dell'envers. Si notino gli accumuli di spietramento lungo vecchi alvei e il pozzetto di imbocco dell'attraversamento.



Foto 31: tratto di scarpata ricoperto da rete a doppia torsione bisognosa di manutenzione per la presenza di sacche di detrito.