COMUNE di MENDATICA

Provincia di Imperia

RELAZIONE GEOLOGICA E PERICOLOSITA' SISMICA

D.M. 17-01-2018 O.P.C.M.3519/2006

OGGETTO:

"Lavori di messa in sicurezza del tratto interrato del Rio Bandita per la corretta regimazione delle acque a mitigazione del rischio idrogeologico interessante il versante in frana su cui insiste l'abitato di Monesi di Mendatica".
- PROGETTO DEFINITIVO -

COMMITTENTE: COMUNE DI MENDATICA

R.U.P.: Geom. FLOCCIA Graziano

PROGETTISTI: Ing. VIOLA Maurizio, Geom. CHA Christian

DOTT. GEOL. FABIO ARRIGHETTI
Iscrizione O.R.G.L. n°583
Via Acqui 8/15 – 17023 – Ceriale (SV)
Cell.3497743036
e-mail: fabio_arrighetti@libero.it
C.F.: RRGFBA78M10D600F
P.I.:01529430090



Ceriale, Settembre 2021

INDICE

1. PREMESSA pag.2
1.1 Quadro normativo di riferimento pag.3
2. DESCRIZIONE DEI DISSESTI pag.3
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO pag.4
4. IDROGEOLOGIA DEL SOTTOSUOLO pag.6
5. CAMPAGNE GEOGNOSTICHE PER LA DEFINIZIONE DEL MODELLO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO pag.8
6. SISTEMI DI MONITORAGGIO ATTIVI pag.10
6.1 Monitoraggio piezometrico pag.10
6.2 Monitoraggio inclinometrico pag.12
7. MODELLO GEOLOGICO/IDROGEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO pag.15
8. COMPATIBILITA' DEGLI INTERVENTI CON LA NORMATIVA DEL P.A.I.pag.17
9. ANALISI DELLA SISMICITA' DEL SITO DELL'INTERVENTO pag.18
10. INDICAZIONI GEOLOGICHE A SUPPORTO PROGETTAZIONE E PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA pag.22

Allegato n°1 Documentazione fotografica stato dei luoghi (03-10-2020)
Allegato n°2 Stratigrafia e documentazione fotografica sondaggio a carotaggio S1
Allegato n°3 Stesa sismica MASW rappresentativa
Allegato n°4 Prova di permeabilità superficiale in pozzetto rappresentativa
Allegato n°5 Analisi di laboratorio campione di coltre detritica
Allegato n°6 Spettri di risposta sismica

TAVOLE

TAV 1	COROGRAFIA	scala 1: 5.000
TAV 2	STRALCI DA P.A.I.	scala 1: 10.000
TAV 3	CARTA GEOLOGICA	scala 1: 25.000
TAV 4	CARTA DI ANALISI	scala 1: 1.500
TAV 9	CARTA GEOMORFOLOGICA	scala 1: 5.000
TAV 10	CARTA IDROGEOLOGICA	scala 1: 5.000
TAV 11A-C	SEZIONI GEOLOGICHE (A-B, W-E)	scala 1:4.000/2000

1. PREMESSA

La presente relazione espone i risultati dell'indagine geologica riferita all'intervento di Messa in Sicurezza, a seguito dell'evento alluvionale del 2-3 ottobre 2020, per la corretta regimazione delle acque di un tratto interrato del Rio Bandita finalizzato alla mitigazione del rischio idrogeologico interessante il versante in frana su cui insiste l'abitato di Monesi di Mendatica, nel Comune di Mendatica; la presente è conseguente all'incarico ricevuto dall'U.T.C. del Comune di Mendatica con Determina n.8 del 26-03-2021.

In riferimento al D.M. 17.01.2018 la Classe d'uso delle costruzioni in progetto è la **Classe II** (*Costruzioni con presenza normale di persone, reti viarie*) (NTC 2018 -2.4.2.).
Questa relazione, pertanto, seguendo i dettami della norma vigente e dello stato dell'arte, è finalizzata alla definizione del **modello geologico,** che è imprescindibile per la redazione del successivo modello geotecnico, a supporto della definizione degli interventi strutturali da eseguirsi per tutelare la pubblica e privata incolumità.

Sono stati perseguiti i seguenti obiettivi:

- definizione del "modello geologico" del sottosuolo del sito intervento;
- indicazione delle condizioni idrogeologiche del sito;

I risultati esposti di seguito si basano su:

- rilevamento geomorfologico del sito oggetto d'intervento;
- risultati delle numerose prove geognostiche e di laboratorio (sondaggi a carotaggio continuo, prove sismiche MASW, prove sismiche puntuali HVSR) eseguite in varie campagne geognostiche a supporto dello studio del movimento franoso di Monesi di Mendatica;
- risultati dei sistemi di monitoraggio attivi (inclinometrico, piezometrico, topografico e fessurimetrico) sul deposito della paleofrana di Monesi di Mendatica.

L'areale dell'intervento in progetto ricade sotto la tutela del vincolo idrogeologico secondo il R.D.3267/1923.

1.1 *Quadro normativo di riferimento*

- D.M. 17.01.2018 "*Decreto Ministeriale – Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni*",
- Circolare 21 Gennaio 2019 "*Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni*",
- O.P.C.M. 3519/2006 "*Nuova Classificazione sismica del territorio della Regione Liguria*",
- O.P.C.M. n.3274/2003 *"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica";*
- D.G.R. 216/2017 *"Aggiornamento classificazione sismica del territorio della Regione Liguria";*
- D.L. 180/1998 convertito in L.267/1998 *"Normativa di Piano di Bacino Stralcio",* approvata con D.C.P. 47/2003 e successivi aggiornamenti.
- D.G.P.120/2017 *"Disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo".*

2. DESCRIZIONE DEI DISSESTI

Il recente evento alluvionale verificatosi nei giorni 2-3 ottobre 2020, ha portato il corso d'acqua principale del versante in frana Rio Bandita ad un regime idraulico torrentizio con apporto di trasporto solido con blocchi rocciosi ed erosioni spondali rilevanti.

L'evento meteorico in oggetto, secondo i dati rilevati nella stazione pluviometrica di Monesi "Rio Bandita" (di proprietà del Comune), ha registrato una cumulata di precipitazioni di 438.9 mm nel periodo compreso tra il 2/10/2020 e le prime ore del 03/10/2020, come illustrato nel grafico sottostante.

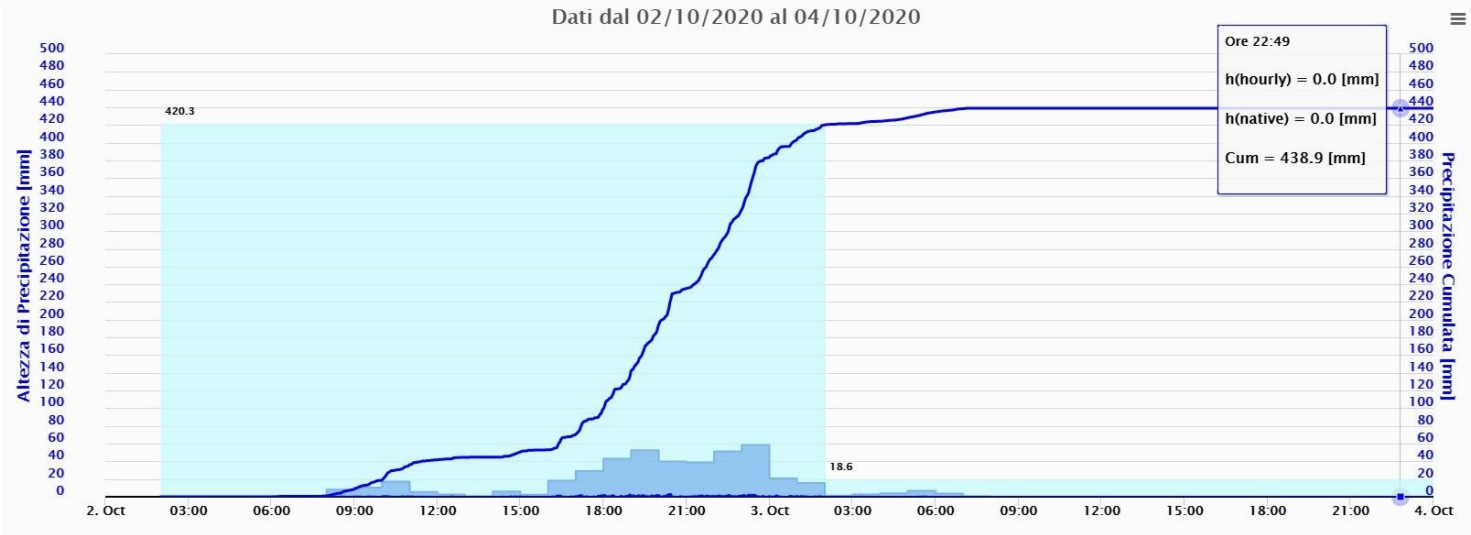


Grafico cumulata pluviometrica dell'evento alluvionale del 2/3 Ottobre 2020.

L'elevata cumulata di pioggia caduta in breve periodo, illustrata nel grafico precedente, ha comportato notevoli scorrimenti idrici superficiali e risorgenze sottosuperficiali concentrati in modo particolare nel pendio a monte della rampa di accesso al by-pass S.P.100 e del piazzale sottostante le gabbionate di sostegno.

L'azione erosiva operata delle acque del Rio Bandita in regime di piena ha dissestato entrambe le sponde a monte dell'attraversamento stradale (cfr. foto n.1 in allegato n.1) asportando parte della coltre superficiale e mettendo a nudo la presenza di un ammasso roccioso in sponda sinistra; il trasporto solido della corrente ricco di blocchi rocciosi ha otturato la condotta a valle dello scatolare portando alla tracimazione dell'acqua nel settore a valle del by-pass, alla base delle gabbionate di sostegno; l'erosione concentrata subito a valle dell'attraversamento ha provocato un cedimento circoscritto alla base dei gabbioni, provocandone una deformazione strutturale per scalzamento del materiale di fondazione (cfr. foto n.4 in allegato n.1). Il trasporto solido ha invaso il piazzale ed eroso parte del limite di valle della scarpata con solchi di erosione concentrata sulla viabilità del settore sottostante (cfr. foto n.2 in allegato n.1).

L'acqua di ruscellamento proveniente dal settore di versante a monte della strada del by-pass S.P.100 unitamente a quella della cunetta stradale ha otturato e dissestato anche la tombinatura presente nell'attraversamento stradale ad inizio rampa comportando scorrimenti idrici nel settore di ingresso piazzale che si sono riversati nel pendio sottostante provocandone solchi selettivi e asportazione di terreno (cfr. foto n.3 in allegato n.1).

Le criticità descritte in questo settore, hanno cagionato danni e compromesso la rete di regimazione comunale con danneggiamento ed interdizione della viabilità di accesso all'area residenziale del settore est del borgo e del depuratore verso valle.

La situazione rilevata pertanto impone interventi di messa in sicurezza atti all'idonea regimazione delle acque di ruscellamento del settore in oggetto per ripristinare e rinalveare il tratto del Rio Bandita ed evitare fenomeni erosivi ed allagamenti del piazzale di accesso alla borgata.

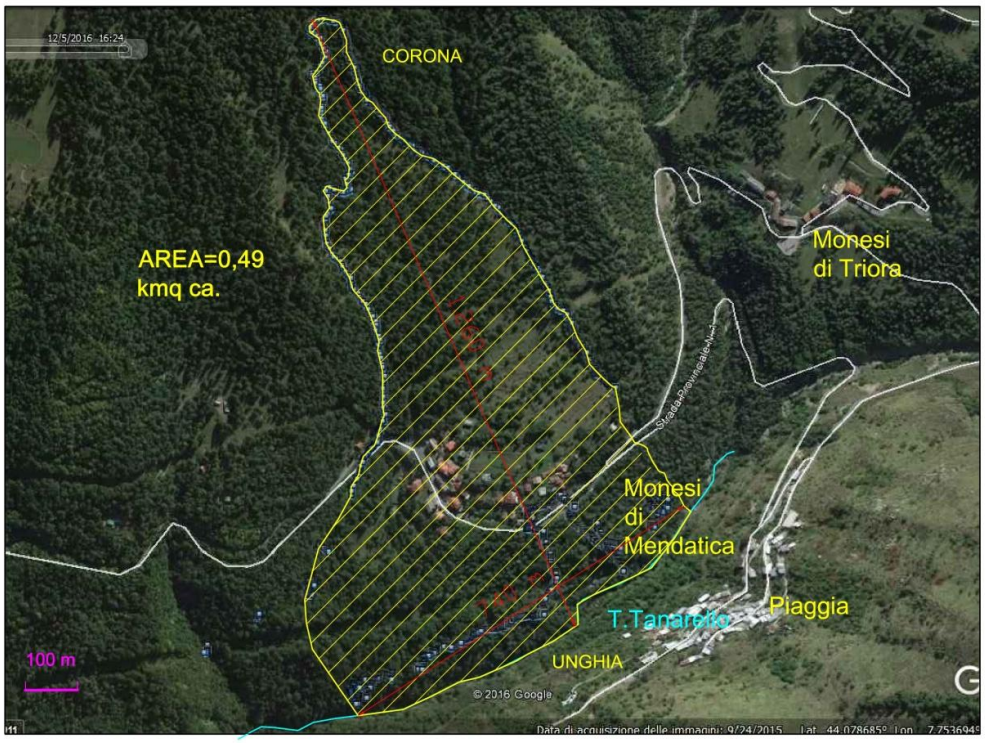
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Gli interventi in progetto sono previsti alle quote comprese tra ca. 1315-1280m s.l.m. in un settore ad est dell'abitato di Monesi (cfr. TAV.1 Corografia), lungo un tratto del Rio Bandita attualmente tombinato compreso tra l'attraversamento stradale verso monte del nuovo by-pass alla S.P.100 sino ad un tratto dell'area a valle del piazzale di accesso all'area residenziale del borgo.

Si illustrano le caratteristiche dell'intero versante di Monesi di Mendatica che comprende anche il

sito in oggetto, utilizzando i dati derivanti dalla perforazione dei numerosi sondaggi geognostici, i dati derivanti dal rilevamento geologico eseguito ed i dati da relazioni geologiche pregresse.

Il settore di versante dove è ubicata la borgata di Monesi di Mendatica è compreso in un esteso deposito di paleofrana a composizione eterogenea, per la maggior parte costituito da detrito roccioso eterometrico sino a blocchi di volume unitario plurimetrico, in minor parte di ghiaia e brecce, che a seguito dell'evento dei giorni 27-28 novembre del 2016 ha subito una riattivazione significativa; tramite tracciamento GPS è stato definito il coronamento principale della frana e l'orlo di scarpata basale lungo la sponda destra dell'alveo T.Tanarello (cfr. TAV.9 Carta geomorfologica). Nel complesso si potrebbe definire come uno "scorrimento traslazionale" con versante interessato di lunghezza massima = 1260m, larghezza massima alla base di 740m per una superficie totale di ca. 0.49 km^2.



Carta morfometrica frana Monesi di Mendatica attivatasi a seguito dell'evento alluvionale del 24/25 Novembre.

Il movimento franoso ha prodotto il crollo e la deformazione in più tratti della S.P. n.100, la deformazione strutturale di alcuni edifici ormai irrecuperabili, varie fessurazioni su altri edifici e costruzioni murarie e il dissesto delle strade comunali interne del borgo.

Lo spessore del deposito detritico è variabile da 57m nel settore centrale della frana a 18m in

prossimità del margine ovest secondo i risultati delle stratigrafie dei sondaggi eseguiti.

Nel sito dei previsti interventi, ubicati a valle della tombinatura sottostradale della rampa di innesto al by-pass S.P.100, lo spessore detritico è di 42m secondo la stratigrafia del sondaggio S1 (cfr. Allegato n.2), la cui ubicazione è riportata in TAV.1 corografia.

L'estensione della paleofrana è rappresentata nelle cartografie allegate ed in particolare in TAV.1 corografia sono indicate sia i limiti della riattivazione recente che i limiti della paleofrana antica (dati IFFI).

Dalla cartografia geologica di TAV.3, estratta dalla Carta Geologica d'Italia – Foglio 91 Boves, il versante di Monesi di Mendatica risulta appartenere alla formazione H1, costituita dalla Formazione del **Flysch di San Remo** (Maastrichtiano medio-superiore), appartenente **all'Unità Tettonica di San Remo-Monte Saccarello.** Si tratta di un flysch calcareo-marnoso costituito da bancate di torbiditi marnose con base in arenarie calcaree, aventi potenza compresa tra 1 e 5 metri. Le marne passano verso l'alto a sottili livelli argillitici pelagici di colore grigio verde; sono presenti, a luoghi, anche litotipi più calcarei (calcilutiti) e più arenacei (torbiditi arenaceo argillitiche). Soltanto al margine orientale del versante compare la formazione delle Arenarie di Bordighera (Maastrichtiano inferiore-medio), costituita da arenarie torbiditiche spesso grossolane sino a conglomeratiche, con livelletti di argille siltose e straterelli calcarenitici e marnosi, oltre ad arenarie calcaree, calcareniti fini e raramente calcilutiti con al tetto argilliti scure.

4. IDROGEOLOGIA DEL SOTTOSUOLO

Si precisa che a seguito dei rilevamenti geologici eseguiti sul terreno, in condizioni prive di precipitazioni meteorologiche, si è constatata l'assenza di risorgenze idriche all'interno del perimetro di frana attiva, mentre all'esterno sono state rilevate due sorgenti, una nel settore a monte della frana da cui si origina il Rio Bandita e l'altra ad est in prossimità di località "Margheria Bandita", captata dal Comune di Mendatica a scopo idropotabile (cfr. TAV.10 Carta idrogeologica). Inoltre è presente anche la sorgente del T.Tanarello situata a W di Monesi di Mendatica.

Tutte le sorgenti sono caratterizzate da un regime perenne. La sorgente Costa e la sorgente Tanarello sgorgano dal substrato roccioso per permeabilità secondaria legata al grado di fratturazione, hanno una portata media pari a 10 l/s e sono captate per uso pubblico. La sorgente del Rio Bandita sgorga dal deposito detritico per permeabilità primaria per porosità, presenta una portata media di 1 l/s, collegata al regime pluviometrico ed è captata per l'abbeveraggio dei

bovini durante il pascolo estivo.

Nell'areale compreso nel perimetro del movimento gravitativo attivo si manifestano copiose risorgenze idriche solo a seguito di eventi alluvionali conseguenti all'innalzamento della falda acquifera contenuta nel deposito di paleofrana e dell'infiltrazione superficiale (cfr. Carta di analisi), che si esauriscono in breve tempo.

Tutti i corsi d'acqua presenti sono in fase di erosione; l'erosione riguarda il substrato roccioso per i corsi d'acqua esterni al settore di versante coinvolto nel movimento gravitativo attivo e il deposito detritico per quelli situati al suo interno, come per il Rio Bandita in oggetto, con formazione di trasporto solido con blocchi rocciosi; a tal proposito nell'area a monte dell'attraversamento del Rio Bandita sul by-pass S.P.100 è stata realizzata una barriera anti debris-flow come opera di sbarramento al trasporto solido potenziale.

L'analisi dei dati registrati nei piezometri elettrici installati, ha definito **un modello idrogeologico costituito da un acquifero libero poggiante sul substrato roccioso poco fratturato, di un livello medio costante, attorno alla profondità di 35-40m, non soggetto a particolari oscillazioni, sull'ordine della decina di metri in concomitanza di eventi meteorici significativi.**

Durante l'esecuzione dei sondaggi geognostici per le campagne di indagini pregresse non sono stati intercettati scorrimenti idrici a quote diverse, caratteristica di un deposito di paleofrana.

Il substrato roccioso, permeabile per fratturazione di alcuni livelli in profondità, si ritiene di modesta circolazione idrica al suo interno. La permeabilità del deposito detritico della paleofrana è stato indagato in profondità durante l'esecuzione dei sondaggi a carotaggio tramite l'esecuzione di prove di permeabilità in foro; in Allegato n.2 si riporta il risultato ottenuto dalla prova di permabilità in foro "Le Franc" svolta nel sondaggio S1, ubicato nel piazzale oggetto d'intervento, che ha individuato un **coefficiente K=3,18 * 10^-6 m/sec alla profondità di 27m dal p.c.**

Per quanto riguarda la permeabilità superficiale del terreno si riportano nella seguente tabella i risultati medi di diverse prove di permeabilità in pozzetto eseguite in passato in diversi siti all'interno del deposito franoso, le cui prove più prossime all'area intervento sono mostrate in Allegato n.4, relative ai pozzetti Pz1 e Pz5. **Il valore del coefficiente di permeabilità medio superficiale del deposito detritico è risultato di 10^-5 m/sec.**

TABELLA A – Prove di permabilità superficiale in pozzetto

Pozzetto	Coefficiente di permeabilità calcolato
Pz1	K=1,38 * 10^-4 m/sec
Pz2	K=6,09 * 10^-5 m/sec
Pz3	K= 9,12 * 10^-5 m/sec
Pz4	K=1,68 * 10^-5 m/sec
Pz5	K=1,26 * 10^-5 m/sec
Pz6	K=5,14 * 10^-5 m/sec

5. CAMPAGNE GEOGNOSTICHE PER LA DEFINIZIONE DEL MODELLO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO

In conseguenza alla mancanza di dati inerente al "modello geologico" del sottosuolo del versante in oggetto ed all'elevato grado di pericolosità idrogeologica gravante sull'abitato della Frazione di Monesi, correlato alla distruzione della SPn.100 che conduce all'abitato di Monesi di Triora e che collega la Liguria al Piemonte, sono state realizzate due campagne geognostiche, finalizzate alla definizione del modello geologico ed idrogeologico del sottosuolo sopra descritto e per installare la strumentazione del monitoraggio inclinometrico e piezometrico in atto. Nel dettaglio la prima campagna è stata eseguita tra il 28/6/2017 e 1/9/2017 (da S1 a S7), mentre la seconda tra il 25/6/2019 e 28/8/2019 (S8-S9-S9bis con esecuzione di prove di laboratorio); nel prosieguo si riportano alcune prove significative del sito oggetto di intervento, mentre di seguito la tabella riassuntiva dei sondaggi svolti nelle due campagne geognostiche.

TABELLA B – Sondaggi geognostici delle campagne d'indagine

SIGLA	METODO DI PERFORAZIONE	PROFONDITA'	PROFONDITA' SUBSTRATO	ALLESTIMENTO FINALE IN FORO
S1	Carotaggio continuo	48.00 m	42.00 m	INCLINOMETRO
S2	Carotaggio continuo	40.00 m	Interruzione nel deposito	PIEZOMETRO
S2 bis	Distruzione di nucleo 0-30 m Carotaggio continuo 30-60 m	60.00 m	53.60 m	INCLINOMETRO

S3	Carotaggio continuo	62.00 m	57.00 m	INCLINOMETRO
S4	Carotaggio continuo	24.00 m	17.70 m	INCLINOMETRO
S5	Carotaggio continuo	55.00 m	50.10 m	PIEZOMETRO
S6	Carotaggio continuo	12.00 m	1.00 m	--
S7	Carotaggio continuo	12.00 m	1.00 m	--
S8	Distruzione di nucleo 0-6.5 m 10-37 m Carotaggio continuo 6.5-10 m 37-42 m	42.00 m	37.00 m	INCLINOMETRO
S9	Carotaggio continuo	47.50 m	Interruzione nel deposito	PIEZOMETRO
S9bis	Distruzione di nucleo 0-47.50 m Carotaggio continuo 47.50-52.50 m	52.50 m	47.50 m	INCLINOMETRO

In allegato n.2 si riporta la stratigrafia e la documentazione fotografica del sondaggio a carotaggio continuo realizzato nel piazzale lato est di Monesi, ovvero quello rappresentativo della stratigrafia del sottosuolo dell'intervento in progetto.

In allegato n.5 sono mostrati i risultati delle prove geotecniche di laboratorio ottenute su un campione rappresentativo del terreno superficiale del sito da cui si sono dedotti alcuni parametri di caratterizzazione geotecnica.

Il sottosuolo del deposito detritico è stato indagato anche sotto l'aspetto sismico tramite varie stese lineari sismiche di tipo MASW e indagini puntuali di rumore sismico HVSR; nell'allegato n.3 viene riportata l'elaborazione della stesa sismica MASW eseguita sul piazzale in oggetto che ha consentito di ricavare **il modello medio di distribuzione delle velocità delle Onde S ed i parametri VSeq relativi al tratto di sottosuolo del sito in esame,** individuando la sua categoria sismica secondo le NTC 2018. L'elaborazione dei risultati dell'indagine MASW suddetta è sintetizzata nella tabella seguente, in cui sono stati suddivisi i valori delle velocità delle Onde S, ipotizzando il seguente modello di velocità:

Tabella C: Sismostrati desunti dalla prova MASW –stesa 4

Profondità dal p.c. (m)	Spessore (m)	Vs (m/sec)
0.5	0.5	450
6.5	6	320
11.5	5	570
16.5	5	1200
>16.5	-	2500

Il valore relativo del parametro VSeq (12m di profondità), è pari a:

Vseq = 403 m/sec

ricadendo secondo la normativa italiana D.M. 17/01/2018, in **classe B.**

6. SISTEMI DI MONITORAGGIO ATTIVI

Si riporta brevemente l'elenco dei sistemi di monitoraggio (5 tipologie) attivi sul territorio della paleofrana di Monesi di Mendatica, utili per lo studio della cinematica ed evoluzione del movimento franoso:

- Topografico GPS;
- Topografico a stazione totale;
- Piezometrico con n.3 piezometri elettrici in continuo;
- Inclinometrico con n.6 tubi inclinometrici a lettura manuale;
- Fessurimetrico con n.24 fessurimetri a lettura manuale.

Di seguito verranno trattati solamente i monitoraggi profondi di tipo inclinometrico e piezometrico, ovvero quelli più utili alla definizione e la cinematica del modello geologico ed idrogeologico del sito.

6.1 Monitoraggio Piezometrico

Il monitoraggio piezometrico è stato effettuato attraverso l'installazione di n. 3 piezometri automatizzati nei fori di sondaggio S2, S5 e S9 (TAV.1 corografia per l'ubicazione).

La strumentazione di lettura consiste in un trasduttore di pressione con datalogger per misure di livello con sonda di conducibilità, modello DL.OCS/N/RS485 della ditta STS Italia S.r.l., inserito all'interno del tubo piezometrico e collegabile tramite porta seriale/USB a P.C. per l'acquisizione

dei dati registrati in un certo intervallo di tempo attraverso software specifico fornito dalla casa produttrice (Datalogger V2.13).

Per ogni piezometro, l'intervallo di misurazione del livello della falda è stato impostato ogni due ore (dodici misurazioni in 24 h), assicurando in tal modo una verifica di dettaglio delle oscillazioni degli acquiferi durante gli eventi pluviometrici.

L'analisi delle risultanze del monitoraggio piezometrico ha individuato la presenza di un livello di falda acquifera nel settore basale del deposito di paleofrana compreso tra le profondità di -36m e -40m rispetto al piano campagna e di limitato spessore.

Le oscillazioni della falda acquifera nei piezometri sono direttamente collegate agli eventi meteorici intensi, ed hanno valori medi dell'ordine dei 10m. Si evidenzia un'eccezione relativa al piezometro S5 in concomitanza all'evento meteorologico significativo del 2/3-10-2020 di cumulata 438.6mm, dove il livello della falda acquifera è risalito di 21m (da -41m a -20m), registrando il picco di risalita più elevato.

Le repentine risalite e abbassamenti delle colonne d'acqua dei piezometri in corrispondenza agli eventi di precipitazione intensa indicano un grado di permeabilità medio-alto nel complesso del deposito detritico di paleofrana.

In prossimità del sito intervento è presente il piezometro denominato S2 il cui valore medio di soggiacienza della falda rispetto al piano campagna è pari a 36.5m, con risalita massima pari a 28m e abbassamento massimo di 38m.

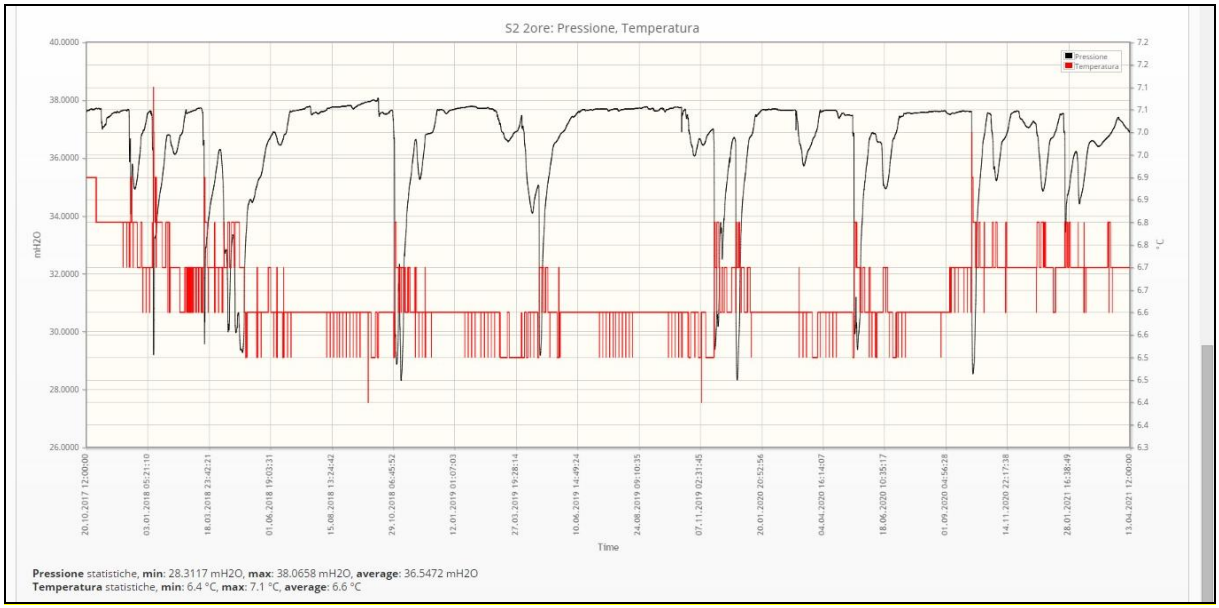


Grafico piezometro S2 durante il periodo compreso tra ottobre 2017 e aprile 2021.

6.2 Monitoraggio Inclinometrico

I tubi inclinometrici, installati entro fori i di sondaggio, hanno lo scopo di individuare e monitorare in profondità gli spostamenti nel sottosuolo.

Il tubo è provvisto di quattro scanalature ed è prodotto in ABS, alluminio o vetroresina, nel presente caso sono stati utilizzati tubi in alluminio; grazie alla sua alta deformabilità, segue nel tempo il movimento della massa instabile senza opporre resistenza. Mediante un apposito sistema di misura (sonda inclinometrica e centralina di acquisizione) , è possibile determinare l'entità e la direzione degli spostamenti nel tempo.

Ogni qualvolta viene eseguita una misurazione, le inclinazioni del tubo sono convertite in deviazioni laterali e spostamento per ogni asse ad una certa profondità.

Gli spostamenti laterali del tubo possono essere calcolati ad ogni profondità. La prima misurazione eseguita, è utilizzata come "misura di zero" e rappresenta la situazione iniziale di riferimento per le successive letture che consentiranno la misura dello spostamento differenziale del terreno.

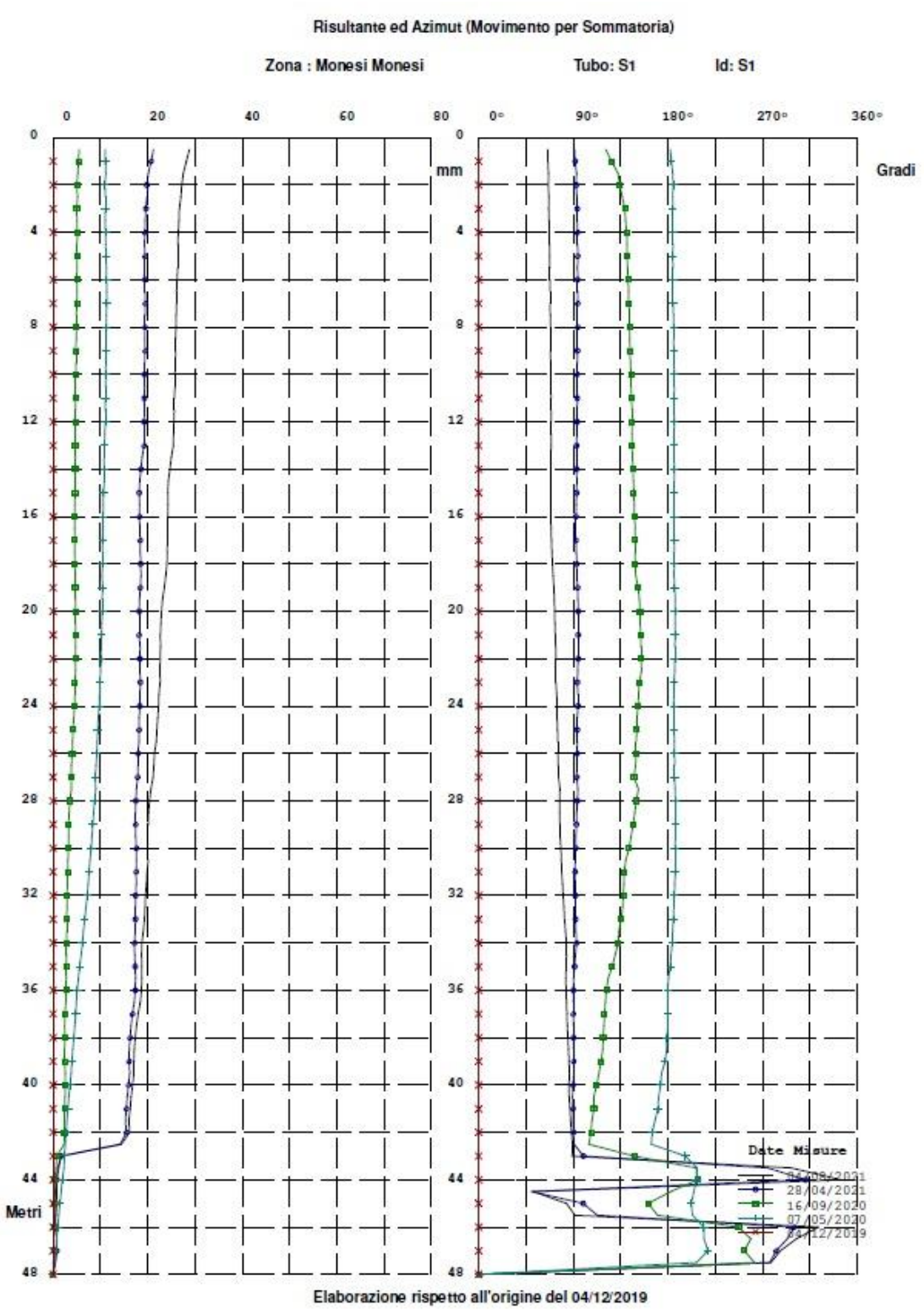
Nell'areale indagato sono stati istallati n. 6 tubi inclinometrici (S1, S2bis, S3, S4, S8, S9bis) di diametro 3" in alluminio, idoneo a misurare rilevanti deformazioni proprie di un deposito di paleofrana la cui localizzazione è riportata in TAV.1 corografia.

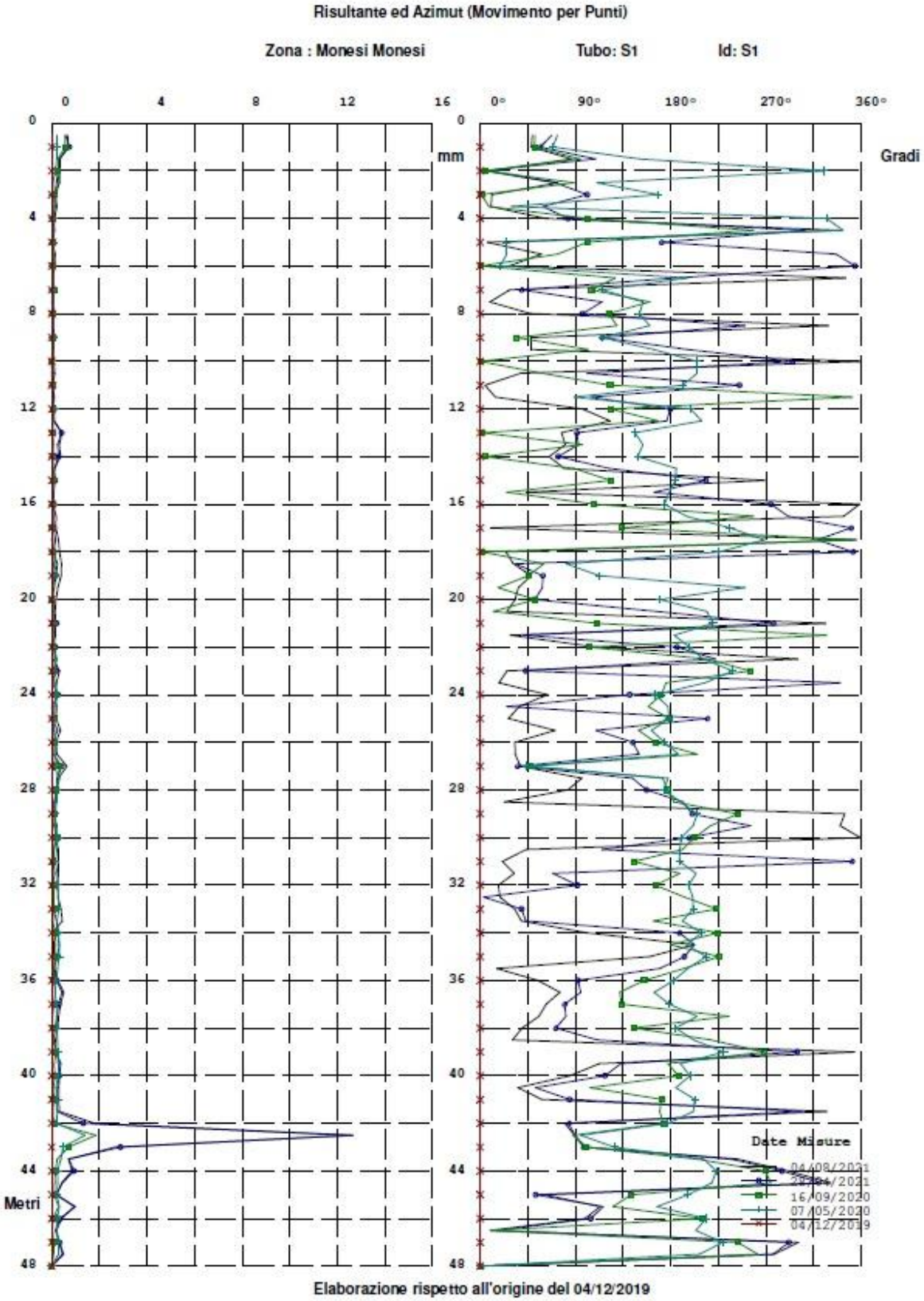
I risultati del monitoraggio fino alla data dell'ultima lettura del 16-09-2020 hanno individuato deformazioni lungo le verticali dei tubi le cui più significative sono ubicate in profondità all'interno del deposito detritico del corpo di frana (S3-S8-S9bis) o in prossimità del contatto con il substrato roccioso (S1-S2bis-S4); di seguito è rappresentata la tabella sinottica dei principali spostamenti dei tubi inclinometrici:

TABELLA D - VALORI INCLINOMETRICI – Aggiornamento 16-09-2020

INCLINOMETRO	PROF. DEFORMAZIONE PRINCIPALE (m dal p.c.)	SPOSTAMENTO LOCALE (mm)
S1	-42.5	16
S2bis	-51.5	4.1
S3	-32.5	9.5
S4	-17	5.9
S8	-33	2
S9bis	-39	3.5

Il tubo inclinometrico S1 è ubicato nel sito oggetto di intervento la cui deformazione principale nel sottosuolo è risultata profonda a -42.5m rispetto al piano piazzale.


Risultante ed Azimut (Movimento per Sommatoria)
Zona : Monesi Monesi
Tubo: S1
Id: S1
0
20
40
60
80
mm
0°
90°
180°
270°
360°
Gradi
4
8
12
16
20
24
28
32
36
40
44
48
Metri
Date Misure
28/04/2021
16/09/2020
07/05/2020
04/12/2019
Elaborazione rispetto all'origine del 04/12/2019



Grafici inclinometro S1 aggiornati alla data agosto 2021, ultima lettura manuale.

7. MODELLO GEOLOGICO/IDROGEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO

In funzione dei risultati del rilevamento geologico di campo, delle campagne geognostiche e dei monitoraggi in corso si è definito il modello geologico/idrogeologico del sottosuolo, con l'obiettivo di fornire gli elementi indispensabili per una corretta progettazione degli interventi di riduzione del rischio idrogeologico presente e di fornire gli elementi essenziali per la gestione consapevole delle pericolosità geologiche presenti.

Le campagne geognostiche sono state di fondamentale importanza per ottenere informazioni geostratigrafiche del sottosuolo della paleofrana non essendo presenti documenti e studi geologici del sottosuolo effettuati in passato a supporto degli elaborati geologici del PRG e di realizzazione di edifici abitativi, oltre all'assenza di uno studio di microzonazione sismica comunale.

Si precisa che data l'assoluta mancanza di precedenti dati geologici del sottosuolo le campagne geognostiche sono state progettate proprio per definire un modello geologico di riferimento con lo schema della circolazione idrica superficiale/sotterranea, fattore basilare per un movimento franoso in atto.

L'ubicazione dei sondaggi è stata decisa in base all'accessibilità dei luoghi e per ottenere un quadro esauriente di definizione degli spessori del deposito di paleofrana in riferimento alle aree urbanizzate ed a supporto della progettazione della viabilità alternativa alla SP100 dissestata ed inagibile. Come riportato in cartografia i sondaggi sono ubicati nel settore centro-meridionale del corpo di frana, nella zona dove si prevedeva di individuare il massimo spessore. Dai risultati ottenuti dalle stratigrafie dei sondaggi si è dedotto che il deposito della paleofrana ha uno spessore estremamente variabile, da 40 m a 57 m (sondaggi S2 bis, S5, S3) a 17,70 m nel sondaggio S4.

I sondaggi S4 ed S1, quest'ultimo limitrofo al tracciato del Rio Bandita oggetto del presente intervento, sono stati eseguiti per definire lo spessore del deposito ai lati del movimento gravitativo; i sondaggi S6 ed S7 sono stati eseguiti al limite esterno del deposito della paleofrana per caratterizzare il substrato roccioso a supporto della realizzazione di una strada carrabile alternativa alla SP100. I sondaggi S8, S9 ed S9bis sono stati eseguiti successivamente per indagare il settore sottostante e soprastante l'abitato.

L'interpolazione dei dati di campagna con i risultati dei sondaggi geognostici ha permesso di definire il modello geologico della frana di Monesi di Mendatica, rappresentato nelle sezioni geologiche che attraversano il versante in direzione parallela (sezione A-B – cfr. TAV.11A) e

trasversale (sezione E-W - cfr. TAV.11C); in entrambi le sezioni viene indicato con un riquadro l'areale del tratto del Rio Bandita oggetto dell' intervento in progetto.

Il modello geologico del versante comprende un'estesa copertura superficiale colluviale e detritica a matrice fine sabbiosa – limosa, con frammenti rocciosi di dimensioni centimetriche e decimetriche. In particolare in corrispondenza della corona di frana e lungo alcuni tagli laterali è stato possibile stimarne lo spessore che è risultato contenuto dell'ordine di pochi metri; in dettaglio, nel sito oggetto di intervento, è presente uno spessore di alcuni metri di terreno rimaneggiato di riporto sottostante il sedime del piazzale asfaltato che è stato messo in posto in passato durante la realizzazione dello slargo di accesso alla borgata.
Sottostante è presente il deposito di frana principalmente costituito da detrito roccioso di varia pezzatura con blocchi da centimetrici a metrici, in parte cementato in una matrice limosa-argillosa; il deposito presenta livelli di ghiaia e breccia eterometrica con trovanti di natura calcarea da poco a molto fratturati con vene di calcite; il suo spessore varia, secondo i risultati dei sondaggi geognostici, da 17m (settore marginale ovest) a 57m (settore centrale).
Il substrato roccioso, individuato a varie profondità, è costituito da alternanze di calcari e marne mediamente fratturate, di colore grigio scuro con giunti moderatamente alterati, mediamente chiusi con patine di ossidazione e vene di calcite.

Il modello idrogeologico dell'areale rappresentato nelle sezioni è stato definito a seguito delle indicazioni stratigrafiche e dei dati piezometrici disponibili, unitamente ai dati di circolazione idrica superficiale rilevati in concomitanza e a posteriori dell'evento alluvionale di Novembre 2016; tali risultanze riguardano l'ubicazione e la quota delle risorgenze idriche attivatesi lungo il versante ai lati del movimento gravitativo ed alla base lungo la scarpata di frana nel T.Tanarello.
L'infiltrazione dell'acqua in profondità all'interno del settore in frana avviene in modo efficace dato il notevole spessore del deposito detritico, costituito da grossi blocchi più o meno cementati che agevola il passaggio delle acque di precipitazione verso il basso, secondo i dati piezometrici.
La presenza del substrato roccioso poco fratturato in profondità consente la creazione di un unico livello falda di modesto spessore alla base del deposito detritico, alimentato dal transito entro il corpo di frana e dal settore di monte del versante delle acque di infiltrazione meteoriche.
Infatti, una modesta circolazione all'interno dei terreni di copertura del versante è testimoniata

dalla presenza di una sorgente ubicata nel settore settentrionale della paleofrana, denominata sorgente Rio Bandita.

Mentre le sorgenti Costa e Tanarello, ubicate rispettivamente ad est ed ovest della paleofrana, testimoniano una circolazione idrica ipogea all'interno dei livelli più fratturati del substrato roccioso. Nel settore riattivato del deposito della paleofrana non sono state rilevate risorgenze idriche, tuttavia solo a seguito di eventi meteorici rilevanti si attivano venute d'acqua in vari punti del versante, come verificato direttamente in posto in concomitanza dell'evento alluvionale del novembre 2016 e altri successivi, con cumulate significative.

Il range di profondità della falda nel depostito detritico del settore della paleofrana riattivatasi varia da – 43 m a – 21 m rispetto al piano campagna secondo i dati dei piezometri S2, S5 e S9.

Le risultanze della campagna geognostica non hanno evidenziato rinvenimenti di circolazione d'acqua profonda in pressione.

8. COMPATIBILITA' DEGLI INTERVENTI CON LA NORMATIVA DEL P.A.I.

La borgata di Monesi ricade oltre lo spartiacque ligure-padano ed è soggetta alla normativa del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI).

Il PAI del fiume Po versione 1999 aveva mappato l'area con Fq= frana quiescente, mentre nella versione adottata nel 2001 la parte inferiore era stata modificata in Fa= frana attiva a valle di una Fs= frana stabilizzata (cfr. TAV.2).

Le norme di attuazione che regolano gli interventi sulla rete idrografica e sui versanti all'art.50 per le aree a rischio molto elevato in ambiente collinare e montano in Zona 1 consentono:

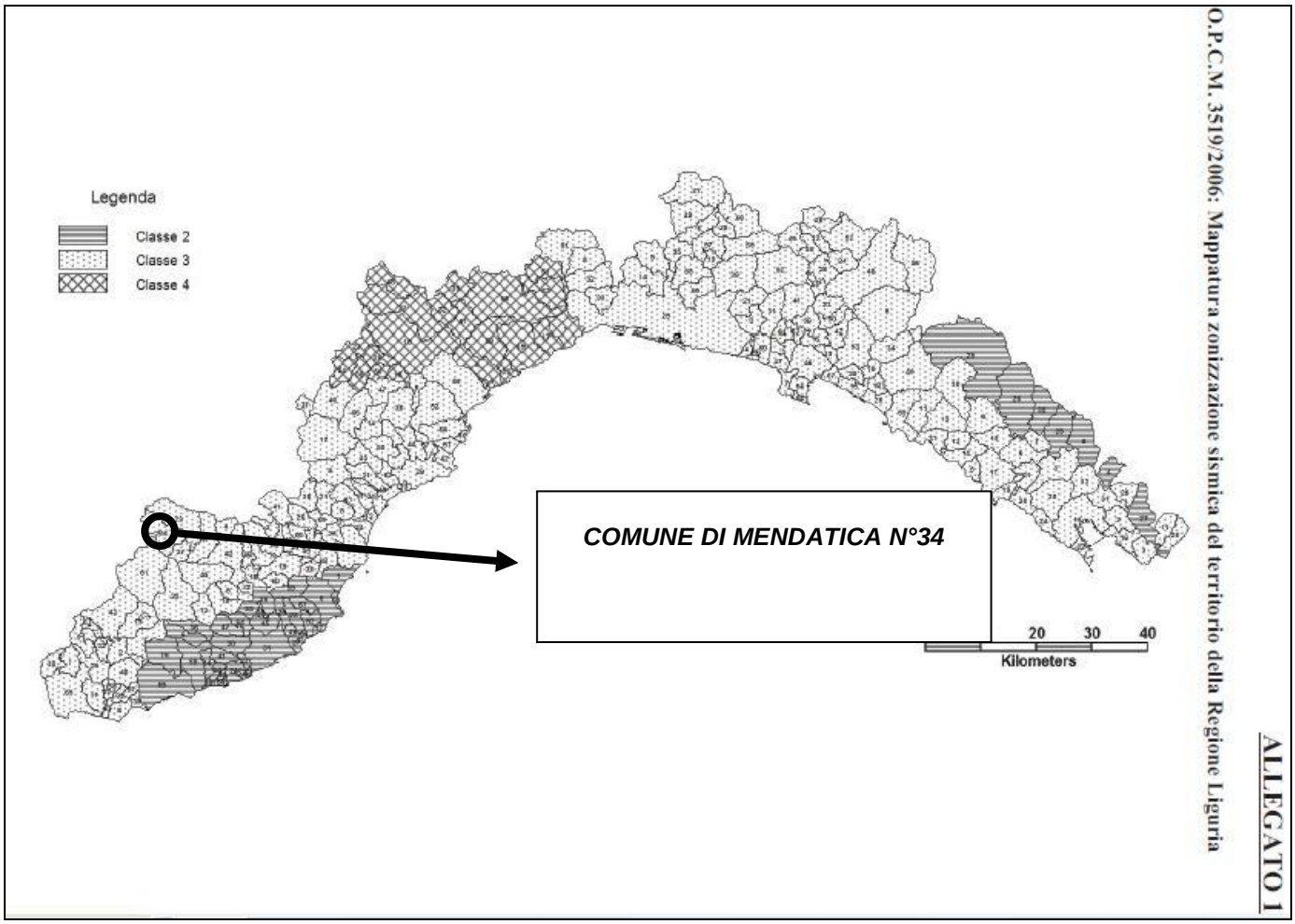
- ***la ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente.*** *Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto delle stato di dissesto in essere.*

Per quanto riguarda la normativa idraulica, essendo un intervento di adeguamento e rinalveazione di un tratto di corso d'acqua iscritto nel reticolo idrografico, è necessaria la relativa autorizzazione idraulica presso il settore competente della Regione.

9. ANALISI DELLA SISMICITA' DEL SITO DELL'INTERVENTO

La Regione Liguria, con la Delibera di Giunta Regionale n° 530 del 16/05/2003, ed in ottemperanza al disposto di cui all'O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003, ha approvato la nuova classificazione sismica dei Comuni Liguri come specificato nell'Allegato n.1 della delibera.

Attualmente a seguito dell'ufficializzazione della mappa della pericolosità sismica pubblicata dall'INGV e approvata dalla stessa O.P.C.M. 3915/2006, è stata pubblicata la nuova classificazione sismica del territorio della Regione Liguria con la D.G.R. n.1308 del 2008, aggiornata dalla D.G.R. 1362 del 19-11-2010, **e attualmente aggiornata e sostituita dalla D.G.R. 216 del 17-03-2017, entrata in vigore dal 19 luglio 2017.**



Il Comune di Mendatica è stato classificato, secondo la nuova classificazione, in Classe Sismica 3 con rispettivamente il n°34 nell'Allegato 1 della citata Delibera n. 216/2017;

i valori delle massime accelerazioni orizzontali nel periodo di riferimento vengono direttamente calcolati mediante l'Allegato delle N.T.C. 2018 e non più utilizzando i valori di ancoraggio delle zone sismiche definite nella suddetta classificazione regionale, come stabilito dalla precedente D.G.R. 1308/2008.

Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione, che è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo ("periodo di riferimento"VR" espresso in anni), in detto sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato; la probabilità è denominata "Probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento" PVR

La pericolosità sismica è definita in termini di :

- accelerazione orizzontale massima attesa ag in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (categoria A), con superficie topografica orizzontale (categoria T1);

- ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente Se(T), con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR nel periodo di riferimento VR.

Ai fini delle NTC le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento *PVR*, *a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:*

- ag accelerazione orizzontale massima al sito;

- Fo valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.

- T*C periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Una delle novità delle NTC è appunto la stima della pericolosità sismica basata su una griglia di 10751 punti, ove viene fornita la terna di valori ag, Fo e T*C per nove distinti periodi di ritorno TR.

I coefficienti sismici orizzontale Kh e verticale Kv da utilizzare nella determinazione della forza inerziale dovuta al sisma di progetto, sono i seguenti:

$$Kh=\beta_s \times a_{max}/g;\ Kv=\pm 0.5 \times Kh$$

dove:

β_s= coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

a_{max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g= accelerazione di gravità

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio, secondo la seguente espressione:

$$a_{max}=S_S \times S_T \times a_g$$

dove:

S_S= coefficiente di amplificazione stratigrafica 0.90 ≤Ss≤ 1.80; è funzione di F_0 (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E).

S_T= coefficiente di amplificazione topografica per fondazioni in prossimità di pendi.

Il valore di S_T varia con il variare delle quattro categorie topografiche introdotte:

T1 (S_T = 1.0) T2 (S_T = 1.20) T3(S_T =1.20) T4(S_T = 1.40).

a_g= accelerazione orizzontale massima al sito

Questi valori sono calcolati come funzione del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R=-V_R/\ln(1-PVR)$$

Con V_R vita di riferimento della costruzione e PVR probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso V_R dovrà essere maggiore o uguale a 35 anni.

Si è determinato quindi la pericolosità sismica del sito oggetto di intervento, mediante l'ausilio del software della GEOSTRU:

SISMA

Accelerazione massima (amax/g)	0.21
Periodo fondamentale vibrazione [T]	0.25
Coefficiente intensità sismico terreno [Khk]	0.0799

Coefficienti sismici [N.T.C.]

==========

Dati generali

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie
Classe d'uso: Classe II
Vita nominale: 50.0 [anni]
Vita di riferimento: 50.0 [anni]

Sito in esame.

latitudine: 44,080918
longitudine: 7,756924

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 18010 Lat: 44,0936 Lon: 7,7100 Distanza: 4004,105
Sito 2 ID: 18011 Lat: 44,0969 Lon: 7,7795 Distanza: 2534,770
Sito 3 ID: 18233 Lat: 44,0471 Lon: 7,7842 Distanza: 4350,735
Sito 4 ID: 18232 Lat: 44,0437 Lon: 7,7148 Distanza: 5335,859

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: B
Categoria topografica: T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.314	2.567	0.194
S.L.D.	50.0	0.441	2.573	0.217
S.L.V.	475.0	1.432	2.463	0.295
S.L.C.	975.0	1.922	2.489	0.31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Classe II

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.4522	1.0	0.0461	0.0231
S.L.D.	0.635	0.47	0.0304	0.0152
S.L.V.	2.0621	0.38	0.0799	0.04
S.L.C.	2.7677	1.0	0.2822	0.1411

Si precisa che si è considerato come sottosuolo di riferimento del sito in oggetto una **categoria di suolo B -** *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità*

equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s (Tabella 3.2.II – NTC 2018), secondo **la stesa sismica MASW** svolta in sito e l'assetto stratigrafico dell'areale rappresentato sulle sezioni geologiche di TAV.11A-C;

è stata considerata la correzione topografica (coefficiente T2) dato che il sito si trova in un'area di versante con inclinazione >15°.

10. INDICAZIONI GEOLOGICHE A SUPPORTO PROGETTAZIONE E PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA

L'areale in dissesto originato dall'azione erosiva del corso d'acqua Rio Bandita, a seguito dell'evento meteorico intenso dei giorni 2-3 ottobre 2020, ha riguardato la porzione superficiale e sottosuperficiale del terreno ed è conseguente ad una inidoneità della regimazione delle acque di scorrimento del rivo; in seconda fase, l'acqua corrente tracimata sul piazzale di accesso alla borgata, ha portato detriti di trasporto solido sul fondo stradale ed ha provocato l'erosione ed il dissesto della scarpata a valle del piazzale; infatti, infiltrandosi nel pendio ne ha causato scivolamenti con trasporto solido di materiale detritico oltre a scalzare e dissestare un tratto del fondo della viabilità a valle piazzale che conduce al depuratore fognario.

Le opere in progetto pertanto riguarderanno il rifacimento di un tratto dell'alveo del Rio Bandita atto alla sua messa in sicurezza per evitare fenomeni di esondazione in concomitanza di eventi meteorici come quelli avvenuti ad ottobre 2020; il nuovo tratto in progetto sarà previsto per la maggiorparte a cielo aperto tramite la realizzazione di un canale con fondo in blocchi rocciosi e cemento, mentre saranno previste due tratti tombinati con idonea sezione idraulica lungo l'attraversamento del piazzale; è previsto il consolidamento della scarpata in dissesto a valle del piazzale tramite la realizzazione di opere di ingegneria naturalistica costituite da briglie in legname che, oltre al sostegno del pendio, esercitano funzione antierosiva del fondo alveo ed attenuano l'energia di trasporto, rimodellando l'acclività della scarpata; le sponde del tracciato del rio lungo il pendio verranno consolidate tramite la posa di reti metalliche con biostuoie antierosive, opportunamente fissate mediante chiodature.

Le strutture di consolidamento della scarpata in progetto dovranno essere adeguatamente fondate e saldamente incassate nel tratto di pendio, secondo le indicazioni del progetto strutturale, che dovrà essere verificato secondo le N.T.C.2018.

- **PARAMETRI GEOTECNICI**

Nella seguente Tabella E viene rappresentato un quadro sinottico dei parametri geotecnici medi di caratterizzazione dei diversi terreni costituenti il volume significativo delle fondazioni, derivante dai risultati delle prove geognostiche, geofisiche e di laboratorio eseguite nelle campagne di indagine pregresse.

Si specifica che i parametri geotecnici attribuiti al substrato roccioso sono relativi al complesso della litologia flyschoide che comprende il cappellaccio di alterazione superficiale e i livelli da poco a molto fratturati individuati a diverse profondità nelle stratigrafie dei sondaggi geognostici.

In particolare i valori ottenuti sono stati dedotti dalla classificazione RMR della roccia che comprende l'indice RQD (Deere, 1964) del materiale di carotaggio.

Si precisa che il materiale di carotaggio costituito da detrito roccioso del deposito di paleofrana non ha reso possibile il prelievo di campioni indisturbati utili per la determinazione di parametri geotecnici del deposito di frana con prove di laboratorio.

TABELLA E – VALORI GEOTECNICI MEDI DI CARATTERIZZAZIONE DEI TERRENI

PARAMETRO GEOTECNICO	**Coltre detritica con frammenti e blocchi rocciosi**	**Substrato roccioso flyschoide, comprensivo di strati da poco a molto fratturati**
Angolo di attrito di picco	Φp=31°	Φp=34°
Angolo di attrito residuo	-	Φr=23°
Peso di volume naturale	$Y_{nat.}$=1.9 t/m^3	$Y_{nat.}$=2.5 t/m^3
Coesione efficace	C=0.05 Kg/cm^2	C=2.29 Kg/cm^2
Coesione non drenata	C_u=0.3 Kg/cm^2	-
Coefficiente di permeabilità	k=10^{-5} m/s	k=10^{-6} m/s (per fratturazione roccia)
Modulo di Poisson	υ=0.35	υ=0.25
Modulo di Winkler (direz. Z)*	$K_1(b_1)$=5 Kg/cm^3	$K_1(b_1)$=20 Kg/cm^3
Velocità onde S (da prova masw)	V_S=320-570 m/sec.	V_S=1200-2500 m/sec.
Classificazione ammasso roccioso	-	Scadente (RMRc=38.8), Classe IV di Biewniawski

* valore indicativo poiché dipende anche dalla forma e dimensioni della fondazione e dai carichi della struttura, variabili non conosciute dallo scrivente.

- **INTERVENTO DI RISAGOMATURA TRATTO DI ALVEO RIO BANDITA**

L'intervento prevede una generale risagomatura del tratto di alveo in oggetto tramite la rimozione di detriti litoidi grossolani e l'allargamento della sezione idraulica, al fine di ottimizzare il deflusso idrico a regime torrentizio in concomitanza di eventi alluvionali; a tal proposito verrà demolito totalmente il magazzino esistente in sponda sinistra. La maggiorparte del tratto dell'alveo sarà risagomato tramite la realizzazione di un canale a cielo aperto con sponde e fondo in pietra e cemento che, sebbene comporti un'impermeabilizzazione del corso d'acqua, è a favore della stabilità del corpo franoso, in quanto evita l'infiltrazione dell'acqua di ruscellamento superficiale all'interno del deposito detritico. Sono previsti due tratti tombinati in scatolari prefabbricati lungo l'attraversamento sotterraneo sul piazzale di accesso alla borgata di idonea sezione idraulica, secondo i particolari descritti negli elaborati progettuali; il raccordo tra il canale a cielo aperto e la prima tombinatura sul limite del piazzale verrà mediante un pozzo di salto in c.a. il tratto di alveo a valle del piazzale sarà caratterizzato da n.3 briglie/salti in pietra e legname data la presenza di una scarpata acclive, le cui sponde saranno oggetto di consolidamento con reti metalliche e biostuoie, come descritto in precedenza. Oltre la scarpata verrà ripristinato un ulteriore tratto del corso d'acqua a pendenza contenuta, sempre tramite canale a cielo aperto con fondo in blocchi rocciosi e cemento, per una lunghezza di ca.70m verso valle, come rappresentato nella planimetria progettuale.

- **TERRE E ROCCE DA SCAVO**

In relazione agli scavi per la realizzazione del tratto di canale in progetto e la conseguente rimodellazione del tratto di scarpata a valle del piazzale, si certifica che il terreno che verrà scavato, costituito da terreno prevalentemente limoso-sabbioso ricco di frammenti e blocchi rocciosi calcareo-marnosi, sarà idoneo per opere di riempimento/reinterro la cui volumetria il progettista dovrà stabilire con precisione. I blocchi rocciosi grossolani presenti come trovanti all'interno del deposito di paleofrana potranno essere riutilizzati in sito come massi della risagomatura alveo in progetto.

Si riporta lo stato della normativa in vigore allo stato attuale, in considerazione del riutilizzo finale delle terre e rocce da scavo; **se il terreno sarà completamente riutilizzato in sito** non dovrà svolgersi la relativa pratica, secondo l'art. 185, comma c) del D.M.152/2006, modificato dal D.Lgs n°205 del 3 dicembre 2010 che all'art.13, lettera C che riporta: **"il suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale escavato nel corso di attività di costruzione, ove sia certo che esso verrà riutilizzato a fini di costruzione allo stato**

naturale e nello stesso sito in cui è stato escavato", non rientra nel campo dei rifiuti.

Nel caso in cui il terreno di scavo venga riutilizzato in altro sito, oppure verrà utilizzato del materiale per riempimento proveniente da sito esterno, **dovrà essere fatta la pratica delle "terre e rocce da scavo**" imposta dalla normativa costituita dalla D.Lgs 152/2006 e succ. D.Lgs n°4/2008 e come stabilito dal **D.P.R.n.120/2017**, **che ha variato la procedura precedente.**

In rapporto ai terreni presenti nel sito di intervento si può certificare che lo scavo non interesserà litologie potenzialmente contaminanti per la presenza delle "Pietre Verdi"; cosi come delimitato sulla carta del repertorio cartografico Regione Liguria denominata "Pietre Verdi" del 2013.

Si ricorda al progettista, ed alla Committenza in qualità di produttore, che la pratica per poter gestire le terre e rocce da scavo come "sottoprodotti" da riutilizzare in altro sito **deve essere inoltrata alla autorità competenti (Comune e Arpal) prima dell'inizio dell'attività di scavo nel sito di produzione,** ottenuta l'autorizzazione a costruire; **a scavo avvenuto senza il supporto della pratica sopraccitata, le "terre e rocce da scavo" dovranno essere gestiti come rifiuti.**

Se il terreno verrà conferito in discarica autorizzata non dovrà essere svolta la pratica "terre e rocce da scavo" suddetta.

- **PERICOLOSITÀ SISMICA**

Il sito in oggetto ricade in **classe sismica 3** secondo la D.G.R. 216/2017 (cfr. paragrafo 9).

La situazione stratigrafica del sito dell'intervento verificato dai risultati delle prove geofisiche e geognostiche in sito, consiglia di fare riferimento al **suolo di categoria B** e il valore massimo dell'accelerazione orizzontale nel periodo di riferimento calcolato mediante l'Allegato delle N.T.C. 2018 (SLV, T_R=475 anni), risulta:

$$\mathbf{a_{max} = S_S * S_T * a_g = 0.21\ g}$$

TABELLA F – DATI SISMICI

Categoria suolo	B
Classe sismica comunale	3
Accelerazione orizzontale max	Ag=0.21g

Con l'adempimento delle indicazioni operative gli interventi in progetto miglioreranno le attuali condizioni idrauliche di un tratto del corso d'acqua Rio Bandita e di conseguenza influiranno positivamente sulla mitigazione del rischio idrogeologico esistente e sulla stabilità del tratto di versante; **si certifica che i lavori sono compatibili secondo la Normativa del Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) ed il rispetto delle norme tecniche di sicurezza e dell'assetto geomorfologico ed idrogeologico dell'areale interessato.**

Dott. Geol. ARRIGHETTI Fabio

(Iscrizione O.R.G.L.n°583)



.....

ALLEGATO 1 - DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
STATO DEI LUOGHI AL 03-10-2020



Foto 1. Veduta area oggetto di intervento tratto Rio Bandita a valle dell'attraversamento del by-pass alla S.P.100, dove è prevista la demolizione del magazzino in sponda sinistra.



Foto 2. Areale del piazzale di accesso zona residenziale est, oggetto di intervento in progetto, interessato dall'acqua di tracimazione e di trasporto solido del Rio Bandita.

Dott. Geol. FABIO ARRIGHETTI - Via Acqui 8/15 - 17023 Ceriale (SV)



Foto 3. Areale del piazzale di accesso zona residenziale est, oggetto di intervento in progetto con tratti tombinati, interessato dall'acqua di tracimazione e di trasporto solido del Rio Bandita; sullo sfondo la rampa di accesso al by-pass SP100 sostenuta da gabbionata.



Foto 4. Dissesto per cedimento locale della gabbionata di sostegno by-pass S.P.100 ad opera dell'attività erosiva del Rio Bandita in prossimità dello sbocco lato valle dell'attraversamento stradale.

Dott. Geol. FABIO ARRIGHETTI - Via Acqui 8/15 - 17023 Ceriale (SV)

ALLEGATO 2

STRATIGRAFIA E DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
SONDAGGIO A CAROTAGGIO S1

m3d costruzioni speciali s.r.l.

società attestata da SOA RINA

Member of CISQ Federation RINA ISO 9001:2008 Sistema Qualità Certificato

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com



N°	allegato
3	DOCUMENTAZIONE SONDAGGIO GEOGNOSTICO A C.C. S1

codice	data	scala	redatto	committente
M3D076_17	04_09_2017	-	Luca Maldotti	COMUNE DI MENDATICA

COMMITTENTE	COMUNE DI MENDATICA	QUOTA P.C.	-
CANTIERE	Frana Loc. Monesi	DATA FINE	1 settembre 2017
DATA INIZIO	10 agosto 2017	TIPO ATTREZZATURA	Beretta 43
IMPRESA:	M3D Costruzioni speciali S.r.l.	SONDAGGIO N.	**S1** foglio 1/3

M3D COSTRUZIONI SPECIALI S.R.L.
VIA AL SANTUARIO DI N.S. DELLA GUARDIA 49A ROSSO
16162 GENOVA
TEL. 010 2518889 E-MAIL: INFO@M3DSRL.COM

D.L. GEOL. ROBERTO MACCIO'
D.L. ING. FULVIO FUSINI

S1

PROFONDITA' FORO: 48.0 m

RILIEVO FALDA:

prof. da p.c.: ..... *data: .....*

prof. da p.c.: ..... *data: .....*

prof. da p.c.: ..... *data: .....*

LEGENDA

Tipo discontin.: sc - scistosità; fr - fratturazione; st - giunto di strato; pf - perforazione

Riempimento: ox - ossidazione; ag - argilla; qz - quarzo; li - limo; ca - calcite

Apertura: 1. chiusa; 2. 0.1-1mm; 3. 1-2mm; 4. 2-5mm; 5. >5mm

Grado di alterazione: 1. assente; 2. debole; 3. moderato; 4. media; 5. elevata; 6. intensa

DATA: 10 AGOSTO 2017 - 01 SETTEMBRE 2017

METODO DI PERFORAZIONE: ROTAZIONE CAROTAGGIO CONTINUO

INCLINAZIONE ASSE: ASSE VERTICALE

ATTREZZO DI PERFORAZIONE: SEMPLICE 1.10 (1.10 - 4.10) ALTERNATO SEMPL. - DOPPIO NT2; ALTERNATO WIDIA-DIAM. ANTE (4.10 - 20.00)

TIPO DI CORONA: WIDIA 1.10 (1.10 - 4.10) ALTERNATO WIDIA-DIAM. ANTE (4.10 - 20.00)

RIVESTIMENTO: RIVESTIMENTO 127 mm

PROFONDITA' DA P.C.	COLONNA STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA
1.10		Pavimentazione stradale, asfalto.
		Riporto e terreno rimaneggiato costituito in prevalenza da ghiaia e sabbia, colore grigio chiaro, asciutto.
4.10		Blocchi plurimetrici di natura calcarea intensamente fratturati.
4.50		Ghiaia e sabbia debolmente argillosa, di colore grigio scuro, umida.
11.80		Blocchi plurimetrici di natura calcarea intensamente fratturati fino a ridotti in breccia eterometrica.
15.00		Breccia grossolana eterometrica con blocchi di natura calcarea, in scarca matrice sabbioso-argillosa, frammenti subangolari di pezzatura variabile, umida.
20.00		Blocchi plurimetrici di natura calcarea intensamente fratturati fino a ridotti in breccia eterometrica.

CAROTAGGIO [%] (10 20 30 40 50 60 70 80 90 100)

R.Q.D. [%] (10 20 30 40 50 60 70 80 90 100)

MANOVRA DI CAROTAGGIO	DIMENSIONI SPEZZONI < 6 cm	6 - 20 cm	20 - 60 cm	> 60 cm
1.20				
2.00				
3.00				
3.70				
4.00				
5.00				
5.30				
6.20				
6.70				
8.00				
9.20				
9.70				
10.40				
11.00				
11.80				
12.50				
13.00				
14.00				
15.00				
15.80				
16.70				
17.00				
18.00				
18.50				
20.00				

DESCRIZIONE DEI GIUNTI

N° DISC.	INCLINAZ.	TIPO DISCONTIN.	JRC DISCONTIN.	RIEMPIM.	APERTURA	GRADO DI ALTERAZ.
7 br	10°/45°	p / f	2 / 4	ox/ag	0.1-1 mm 1-2 mm	3/4
6 br	10°/80°	p / f	2 / 4	ox/ag	0.1-1 mm 1-2 mm	3/4
6 br	10°/80°	p / f	2 / 4	ox	0.1-1 mm 1-2 mm	2/3
2 br	10°	p / f	2 / 4	ox	0.1-1 mm	2/3
5 br	10°/80°	p / f	2 / 4	ox/ag	0.1-1 mm 1-2 mm	2/3
2 br	80°	p / f	2 / 4	ox/ag	1-2 mm	3/4
6 br	10°/40°	p / f	4/6	ox/ag	0.1-1.0 mm 1-2 mm	2/3
3 br	10°	p / f	4/ 6	ox	0.1-1 mm 1-2 mm	3/4
4 br	10°/40°	p / f	4/6	ox/ag	0.1-1 mm 1-2 mm	2/3
6 br	10°/80°	p / f	2 / 4	ox	0.1-1 mm 1-2 mm	2/3
3 br	10°	p / f	2 / 4	ox/ag	0.1-1 mm 1-2 mm	2/3
6	10°/80°	p / f	2 / 4	ox	0.1-1 mm 1-2 mm	2
5	10°/40°	p / f	2 / 4	ox	0.1-1 mm	2
6 br	10°/40°/80°	p / f	4	ox	0.1-1 mm 1-2 mm	2/3
5 br	10°/80°	p / f	4	ox/ca	0.1-1 mm 1-2 mm	2/3

N° DISC. PER METRO	S.P.T. N°	N° COLPI	PROFON.	CAMPIONI	STRUMENTAZ. INSTALLATA	NOTE
1 7*					INCLINOMETRO	
2 6*						
3 6*						
4 2*						
5 5*						
6 2*						
7 2*						
8 6*						
9 3*						
10 4*						
11 6*						
12	SPT1	21-R (3cm)	1.50			
13						
14						
15						
16 3*						
17 6						
18 5						
19 6*						
20 5*						

*livelli ridotti in breccia

COMMITTENTE	COMUNE DI MENDATICA	QUOTA P.C.	-
CANTIERE	Frana Loc. Monesi	DATA FINE	1 settembre 2017
DATA INIZIO	10 agosto 2017	TIPO ATTREZZATURA	Beretta 43
IMPRESA:	M3D Costruzioni speciali S.r.l.	SONDAGGIO N.	**S1** foglio 2/3

M3D COSTRUZIONI SPECIALI S.R.L.
VIA AL SANTUARIO DI N.S. DELLA GUARDIA 49A ROSSO
16162 GENOVA
TEL. 010 2518889 E-MAIL: INFO@M3DSRL.COM

D.L. GEOL. ROBERTO MACCIO'
D.L. ING. FULVIO FUSINI

S1

PROFONDITA' FORO: 48.0 m

RILIEVO FALDA:

prof. da p.c.: ..... *data: .....*

prof. da p.c.: ..... *data: .....*

prof. da p.c.: ..... *data: .....*

LEGENDA

Tipo discontin.: sc - scistosità; fr - fratturazione; st - giunto di strato; pf - perforazione

Riempimento: ox - ossidazione; ag - argilla; qz - quarzo; li - limo; ca - calcite

Apertura: 1. chiusa; 2. 0.1-1mm; 3. 1-2mm; 4. 2-5mm; 5. >5mm

Grado di alterazione: 1. assente; 2. debole; 3. moderato; 4. media; 5. elevata; 6. intensa

DATA	METODO DI PERFORAZIONE	INCLINAZIONE ASSE	ATTREZZO DI PERFORAZIONE	TIPO DI CORONA	RIVESTIMENTO	PROFONDITA' DA P.C.	COLONNA STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA
10 AGOSTO 2017 - 01 SETTEMBRE 2017	ROTAZIONE CAROTAGGIO CONTINUO	ASSE VERTICALE	ALTERNATO SEMPL. - DOPPIO NT2	ALTERNATO WIDIA - DIAM. ANTE	RIVESTIMENTO 127 mm	21.40 22.30 24.40 34.00		Ghiaia e sabbia debolmente argillosa con frammenti di natura calcarea, di colore grigio chiaro, umida. Blocchi plurimetrici di natura calcarea intensamente fratturati fino a ridotti in breccia eterometrica. Ghiaia e sabbia debolmente argillosa con frammenti di natura calcarea, di colore grigio chiaro, umida. Blocchi plurimetrici di natura calcarea intensamente fratturati fino a ridotti in breccia eterometrica. Ghiaia, breccia eterometrica in matrice argillosa, con blocchi e frammenti subangolari di pezzatura variabile di natura calcarea.

CAROTAGGIO [%] — R.Q.D. [%] — MANOVRA DI CAROTAGGIO

DIMENSIONI SPEZZONI			
< 6 cm	6 - 20 cm	20 - 60 cm	> 60 cm

DESCRIZIONE DEI GIUNTI						
N° DISC.	INCLINAZ.	TIPO DISCONTIN.	JRC DISCONTIN.	RIEMPIM.	APERTURA	GRADO DI ALTERAZ.
5	10°	p / f	2 / 4	as/ag	0.1-1 mm 1-2 mm	2/3
2	10°/40°	p / f	2 / 4	ox/ag	0.1-1.0 mm 1-2 mm	2/3
2	10° / 40°	p / f	2 / 4	ag	1-2 mm	2/3
5 br	10°	p / f	2 / 4	ox/ca/ag	0.1-1 mm 1-2 mm	2/3
6 br	10°/80°	p / f	2 / 4	ox/ca/ag	0.1-1 mm 1-2 mm	2/3
7 br	10° / 80°	p / f	4 / 6	ox/ag	1-2 mm 2-5 mm	3/4
4	10°/80°	p / f	4 / 6	ox/ag	1-2 mm 2-5 mm	3/4
5 br	10°/80°	p / f	4 / 6	ca/ox/ag	0.1-1 mm 1-2 mm	2/3
8 br	10° / 40°	p / f	2 / 4	ca/ox	0.1-1 mm 1-2 mm	2
8 br	10°/40°	p / f	2 / 4	ox	0.1-1.0 mm 1-2 mm	2
2 br	10°	p / f	4 / 6	ca/ox	0.1-1 mm 1-2 mm	2/3
5 br	10°/40°	p / f	2 / 4	ca/ox	0.1-1.0 mm 1-2 mm	2/3

N° DISC. PER METRO	S.P.T. N°	S.P.T. N° COLPI	S.P.T. PROFON.	CAMPIONI	STRUMENTAZ. INSTALLATA
5					
2					
	SPT2	R (7 cm)	1.50		
2					
5*					
6*					
7*					LEFRANC 1
4*					
5*					
8*					
8*					
2*					
5*					

INCLINOMETRO

NOTE

*livelli ridotti in breccia

COMMITTENTE	COMUNE DI MENDATICA	QUOTA P.C.	-
CANTIERE	Frana Loc. Monesi	DATA FINE	1 settembre 2017
DATA INIZIO	10 agosto 2017	TIPO ATTREZZATURA	Beretta 43
IMPRESA:	M3D Costruzioni speciali S.r.l.	SONDAGGIO N.	**S1** foglio 3/3

M3D COSTRUZIONI SPECIALI S.R.L.
VIA AL SANTUARIO DI N.S. DELLA GUARDIA 49A ROSSO
16162 GENOVA
TEL. 010 2518889 E-MAIL: INFO@M3DSRL.COM

D.L. GEOL. ROBERTO MACCIO'
D.L. ING. FULVIO FUSINI

S1

PROFONDITA' FORO: 48.0 m

RILIEVO FALDA:

prof. da p.c.: ..... *data:* .....

prof. da p.c.: *data:*

prof. da p.c.: *data:*

LEGENDA

Tipo discontin.: sc - scistosità; fr - fratturazione; st - giunto di strato; pf - perforazione

Riempimento: ox - ossidazione; ag - argilla; qz - quarzo; li - limo; ca - calcite

Apertura: 1. chiusa; 2. 0.1-1mm; 3. 1-2mm; 4. 2-5mm; 5. >5mm

Grado di alterazione: 1. assente; 2. debole; 3. moderato; 4. media; 5. elevata; 6. intensa

DATA	METODO DI PERFORAZIONE	INCLINAZIONE ASSE	ATTREZZO DI PERFORAZIONE	TIPO DI CORONA	RIVESTIMENTO	PROFONDITA' DA P.C.	COLONNA STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA
10 AGO - 01 SETT 2017	ROTAZ. CAROTAGGIO CONTINUO	ASSE VERTICALE	42.00 DOPPIO NT2	42.00 DIAMANTE	RIV. 127 mm 42.00	42.00		Ghiaia, breccia eterometrica in matrice argillosa, con blocchi e frammenti subangolari di pezzatura variabile di natura calcarea.
								Substrato roccioso mediamente fratturato, giunti moderatamente alterati, chiusi, da lisci a leggermente scabri, con patine di ossidazione e vene calcitiche.
p.f.						48.00		

CAROTAGGIO [%] — R.Q.D. [%] — MANOVRA DI CAROTAGGIO — DIMENSIONI SPEZZONI

MANOVRA DI CAROTAGGIO	< 6 cm	6 - 20 cm	20 - 60 cm	> 60 cm
40.60				
41.50				
42.00				
43.20				
44.45				
45.50				
46.80				
48.00				

DESCRIZIONE DEI GIUNTI

N° DISC.	INCLINAZ.	TIPO DISCONTIN.	JRC DISCONTIN.	RIEMPIM.	APERTURA	GRADO DI ALTERAZ.
7	10°	p / f	2 / 4	as/ca	0.1-1 mm	2
5	10°	p / f	2 / 4	as/ca	0.1-1 mm	2
13	10°	p / f	4 / 6	as/ca	0.1-1 mm 1-2 mm	2/3
6	10°	p / f	2 / 4	as/ca	0.1-1 mm	2
5	10°	p / f	2 / 4	as/ca	0.1-1 mm	2
5	10°	p / f	2 / 4	as/ca	0.1-1 mm 1	2

N° DISC. PER METRO	S.P.T. N°	S.P.T. N° COLPI	S.P.T. PROFON.	CAMPIONI	STRUMENTAZ. INSTALLATA	NOTE
7					INCLINOMETRO	
5						
13						
6						
5						
5						

*livelli ridotti in breccia

società attestata da SOA RINA

m3d costruzioni speciali s.r.l.

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com



Committente: **COMUNE DI MENDATICA**
Sondaggio: **S1** - Cassetta: **n°1**
Prof. da **0.00 m. a 5.00 m.** ⟶



Committente: **COMUNE DI MENDATICA**
Sondaggio: **S1** - Cassetta: **n°2**
Prof. da **5.00 m. a 10.00 m.** ⟶

società attestata da SOA RINA

m3d costruzioni speciali s.r.l.

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com



Committente: **COMUNE DI MENDATICA**
Sondaggio: **S1** - Cassetta: **n°3**
Prof. da **10.00 m. a 15.00 m.**⟶



Committente: **COMUNE DI MENDATICA**
Sondaggio: **S1** - Cassetta: **n°4**
Prof. da **15.00 m. a 20.00 m.**⟶

società attestata da SOA RINA

m3d costruzioni speciali s.r.l.

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com



Committente: **COMUNE DI MENDATICA**
Sondaggio: **S1** - Cassetta: **n°5**
Prof. da **20.00 m. a 25.00 m.**⟶



Committente: **COMUNE DI MENDATICA**
Sondaggio: **S1** - Cassetta: **n°6**
Prof. da **25.00 m. a 30.00 m.**⟶

società attestata da SOA RINA

m3d costruzioni speciali s.r.l.

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com



Committente: **COMUNE DI MENDATICA**
Sondaggio: **S1** - Cassetta: **n°7**
Prof. da **30.00 m. a 35.00 m.**⟶



Committente: **COMUNE DI MENDATICA**
Sondaggio: **S1** - Cassetta: **n°8**
Prof. da **35.00 m. a 40.00 m.**⟶

società attestata da SOA RINA

m3d costruzioni speciali s.r.l.

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889
F> +39 010 2517028

Web www.m3dsrl.com
E-mail info@m3dsrl.com



Committente: **COMUNE DI MENDATICA**
Sondaggio: **S1** - Cassetta: **n°9**
Prof. da **40.00 m. a 45.00 m.**⟶



Committente: **COMUNE DI MENDATICA**
Sondaggio: **S1** - Cassetta: **n°10**
Prof. da **45.00 m. a 48.00 m.**⟶

PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE
SONDAGGIO S1

DATI IDENTIFICATIVI

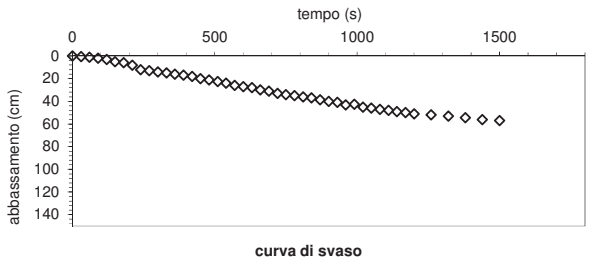
Committente:	COMUNE DI MENDATICA
Cantiere	Frana Località Monesi
Opera	-
Sondaggio	S1
Prova n.	1
Data	25/08/2017

DATI CARATERRISTICI PROVA

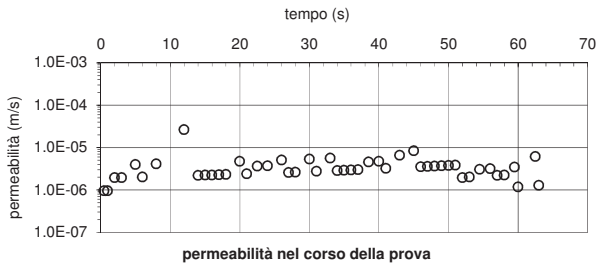
Profondità foro H (m)	28.0
Profondità rivestimento P (m)	27.0
Lunghezza tratto di prova L-P (m)	1.0
Diametro foro D (mm)	101
Diametro rivestimento (mm)	127
Altezza acqua o fondo foro (m)	28.0
Tempo prova (min)	25.0
Portata (m^3/s)	
Livello iniziale falda H (m)	1.0
Tipo cavità filtrante	Fondo filtrante piano in terreno uniforme
Natura tereno nel tratto di prova	Ghiaia e breccia in matrice sabbioso argillosa

DETERMINAZIONE COEFFICIENTE DI FORMA

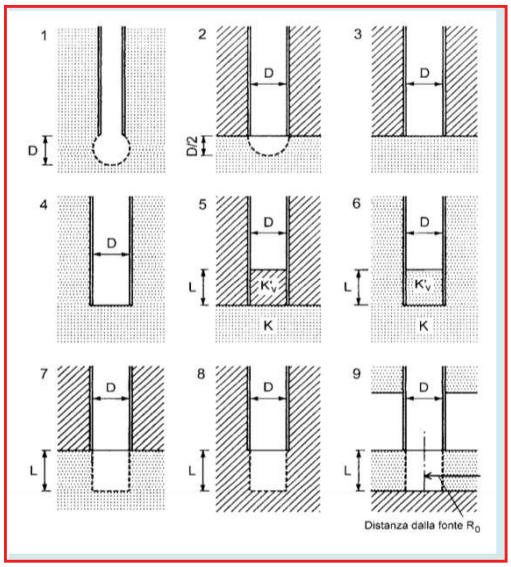
GEOMETRIA CAVITA	FORMULA (Wilkinson, 1968)
Filtro sferico in terreno uniforme	F= 2*3,14D
Filtro emisferico al tetto di strato confinato	F=3,14D
Fondo filtrante piano al tetto di str. confinato	F=2D
Fondo filtrante piano in terreno uniforme	F=2,75D
Filtro cilindrico al confine con strato impermeabile	$F=3*3,14L/l_n(3L/D+Radq(1+(3L/D)^2))$
Filtro cilindrico in terreno uniforme	$F=3*3,14L/l_n(1,5L/D+Radq(1+(1,5L/D)^2))$



curva di svaso



permeabilità nel corso della prova



CALCOLO PERMEABILITA'

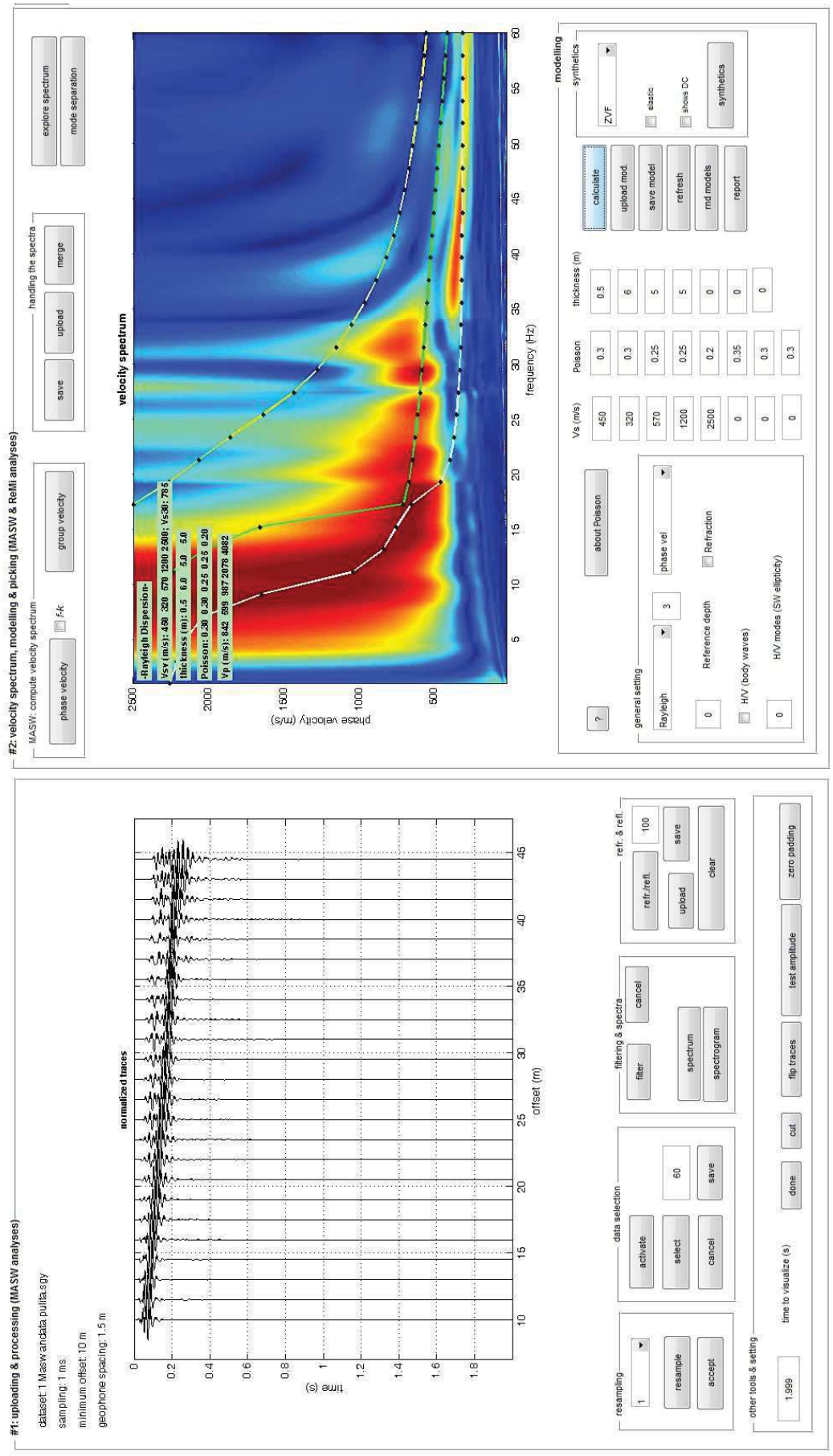
Formula utilizzata:	k= (A/(Cf*(t2-t1))ln(h1/h2)
Tempo totale (min.)	25.00
Coefficiente di forma F (m)	0.319
Abbassamento totale (cm)	57.00
PERMEABILITA' (m/s)	3.18E-06

ALLEGATO 3

STESA SISMICA MASW RAPPRESENTATIVA



Stesa 4



Stesa 4 - Diagramma frequenze-velocità di fase con curve di dispersione

ALLEGATO 4

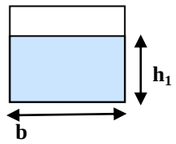
PROVE DI PERMEABILITÀ SUPERFICIALE IN POZZETTO RAPPRESENTATIVE

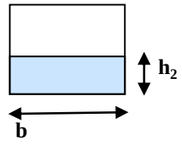
COMUNE DI MENDATICA - loc. Monesi
Progetto ADVITAM

ALLEGATO N.4

Prova di permeabilità in pozzetto superficiale eseguita a carico variabile (A.G.I. 1977)

$$K = h_1 - h_2/t_2 - t_1*1+(2h_m/b)/27*(h_m/b)+3$$





	Pozzetto 5	Pozzetto 1
	Prova n° 1	Prova n° 4
h_1 (altezza iniziale del livello dell'acqua: cm)	20	40
h_2 (altezza finale del livello dell'acqua: cm)	0	0
$t_2 - t_1$ (tempo trascorso per il raggiungimento di h_2: min.)	52	8.15
h_m (altezza media tra h_1 e h_2: cm)	10	20
b (lato della base del pozzetto: cm)	80	105
K (coefficiente di permeabilità: cm/sec)	0.00126	0.01387
	1,26 * 10^-3 cm/sec =	**1,38 * 10^-2 cm/sec =**
	1,26 * 10^-5 m/sec	**1,38*10^-4 m/sec**



Foto n.3 - prova permeabilità in pozzetto Pz5



Foto n.4- prova permeabilità in pozzetto Pz1

Note Pz5:misure 80x80x40 cm; su versante prativo soprastante gabbionata in realizzazione; terreno sabbioso- argilloso con trovanti rocciosi

Note Pz1:misure 120x90x100 cm; su ex fascia agricola vicino strada in cemento; terreno argilloso- sabbioso con trovanti rocciosi

ALLEGATO 5

ANALISI DI LABORATORIO CAMPIONE DI COLTRE DETRITICA

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquality - Qualità Ambiente Sicurezza UNI EN ISO 9001-2008 - UNI EN ISO 14001-2004 - BS OHSAS 18001-2007

FERRARA DEPARTMENT
Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

SCHEDA GENERALE DEL CAMPIONE

COMMITTENTE:	**Unione delle Valli Argentina e Armea - Via Parlamento 39, 18010 Montalto Ligure (IM)**
CANTIERE:	**Monesi di Mendatica (IM)**
CAMPIONE:	**S9SH1 m 2.00 - 2.30**
COMMESSA:	18589/18
VERBALE ACC.:	245/19
DATA CONSEGNA:	18/07/19

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica — bilancia cod. 480 - stufa 567 - picnometro 545

alto 2.00	P.P. kPa	T.V. kPa	LUNGHEZZA (cm): 27 GRADO DI QUALITA': AGI Q5 EC 7-3 Q1
	200 250	- -	DESCRIZIONE: Limo argilloso sabbioso ghiaioso marrone

W naturale (%)	28.8
γ naturale(Mg/m^3)	1.88
γ secco (Mg/m^3)	1.46
γ immerso (Mg/m^3)	0.92
porosità (%)	46
indice dei vuoti	0.85
grado di saturazione (%)	92
massa specifica (Mg/m^3)	2.700

PROVE ESEGUITE

Umidità Naturale	SI	Trassiale UU	-
Limiti Atterberg	SI	Trassiale CID	SI
Gran. Setacciatura	SI	Edometria	-
Gran. Sedimentazione	SI	Taglio Diretto	SI
Peso di Volume	SI	Espansione L.L.	-
Peso Specifico	-	Trassiale Cicl. + C.M.	-
Analisi Chimica	-	Colonna Risonante	-
		Taglio Torsionale Cicl.	-

NOTE: -

2.30
basso

lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT
Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

UMIDITA' DI UNA TERRA
UNI EN ISO 17892-1

COMMITTENTE:	**Unione delle Valli Argentina e Armea - Via Parlamento 39, 18010 Montalto Ligure (IM)**		
CANTIERE:	**Monesi di Mendatica (IM)**		
CAMPIONE:	**S9SH1** **m 2.00 - 2.30**		
COMMESSA:	18589/18	DURATA PROVE:	25/09 - 18/10/19
VERBALE ACC.:	245/19	DATA CONSEGNA:	18/07/19
GEO - CERT. n°:	GF1907993	rev.00 del:	20/11/19

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:
Limo argilloso sabbioso ghiaioso marrone

cod.bilancia 480

DETERMINAZIONE	1	2
TARA (g)	172.55	2.23
TERRA UMIDA (g)	429.17	136.98
TERRA ESSICATA* (g)	372.53	106.5
UMDITA' DETERMINATA (%)	28.3	29.2

UMIDITA' CALCOLATA (%)	=	**28.8**

* materiale essiccato instufa a 105 - 110 °C, fino a massa costante.

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquality - Qualità Ambiente Sicurezza - UNI EN ISO 9001-2008 - UNI EN ISO 14001-2004 - BS OHSAS 18001-2007

FERRARA DEPARTMENT
Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

MASSA VOLUMICA APPARENTE
UNI EN ISO 17892-2

COMMITTENTE:	**Unione delle Valli Argentina e Armea - Via Parlamento 39, 18010 Montalto Ligure (IM)**		
CANTIERE:	**Monesi di Mendatica (IM)**		
CAMPIONE:	**S9SH1 m 2.00 - 2.30**		
COMMESSA:	18589/18	DURATA PROVE:	25/09 - 18/10/19
VERBALE ACC.:	245/19	DATA CONSEGNA:	18/07/19
GEO - CERT. n°:	GF1907994	rev.00 del:	20/11/19

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:
Limo argilloso sabbioso ghiaioso marrone

cod.bilancia 480

DETERMINAZIONE	1	2
TARA (g)	137.19	136.85
ALTEZZA (cm)	7.64	7.62
DIAMETRO (cm)	3.84	3.84
MASSA LORDA (g)	302.35	303.68
MASSA VOLUMICA (Mg/m^3)	1.87	1.90

MEDIA (Mg/m^3) = 1.88

lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquality - Qualità Ambiente Sicurezza - UNI EN ISO 9001-2008 - UNI EN ISO 14001-2004 - BS OHSAS 18001-2007

FERRARA DEPARTMENT
Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

LIMITI DI ATTERBERG (norma ASTM D4318 metodo A)

COMMITTENTE:	**Unione delle Valli Argentina e Armea - Via Parlamento 39, 18010 Montalto Ligure (IM)**		
CANTIERE:	**Monesi di Mendatica (IM)**		
CAMPIONE:	**S9SH1**	**m 2.00 - 2.30**	
COMMESSA:	18589/18	DURATA PROVE:	25/09 - 18/10/19
VERBALE ACC.:	245/19	DATA CONSEGNA:	18/07/19
GEO - CERT. n°:	GF1907995	rev.00 del:	20/11/19

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

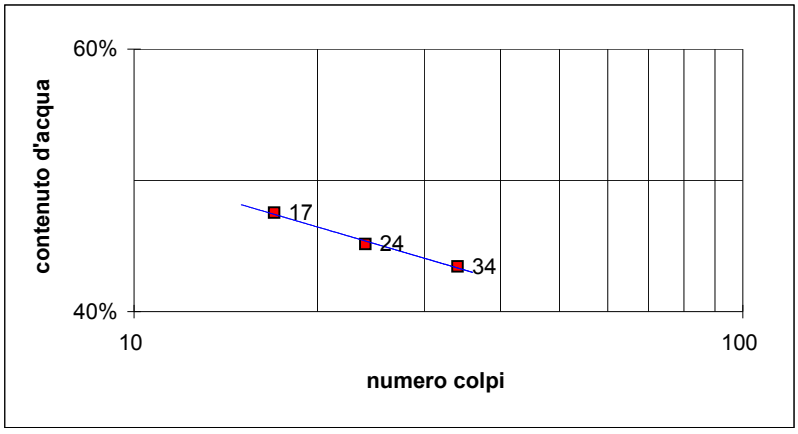
ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo argilloso sabbioso ghiaioso marrone

codice cucchiaio: 344; codice bilancia: 480.

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		UMIDITA'
impasto	1	2	3	1	2	
N° colpi	34	24	17			
massa umida+ tara (g)	20.18	19.36	18.94	14.18	13.95	429.17
massa secca+ tara (g)	14.75	14.01	13.56	11.60	11.43	372.53
acqua contenuta (g)	5.43	5.35	5.38	2.58	2.52	56.64
tara (g)	2.25	2.16	2.24	2.26	2.25	172.55
peso secco (g)	12.50	11.85	11.32	9.34	9.18	199.98
contenuto d'acqua	43.4%	45.1%	47.5%	27.6%	27.5%	28.3%

Umidità Naturale	**Wn =**	**28%**
Limite Liquido	**LL =**	**45%**
Limite Plastico	**LP =**	**28%**
Indice Plastico	**IP =**	**8%**



lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT
Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/ST(

ANALISI GRANULOMETRICA

(per setacciatura e sedimentazione) norma A.S.T.M. D 422

COMMITTENTE:	**Unione delle Valli Argentina e Armea - Via Parlamento 39, 18010 Montalto Ligure (IM)**		
CANTIERE:	**Monesi di Mendatica (IM)**		
CAMPIONE:	**S9SH1**	**m 2.00 - 2.30**	
COMMESSA:	18589/18	DURATA PROVE:	25/09 - 18/10/19
VERBALE ACC.:	245/19	DATA CONSEGNA:	18/07/19
GEO - CERT. n°:	GF1907996	rev.00 del:	20/11/19

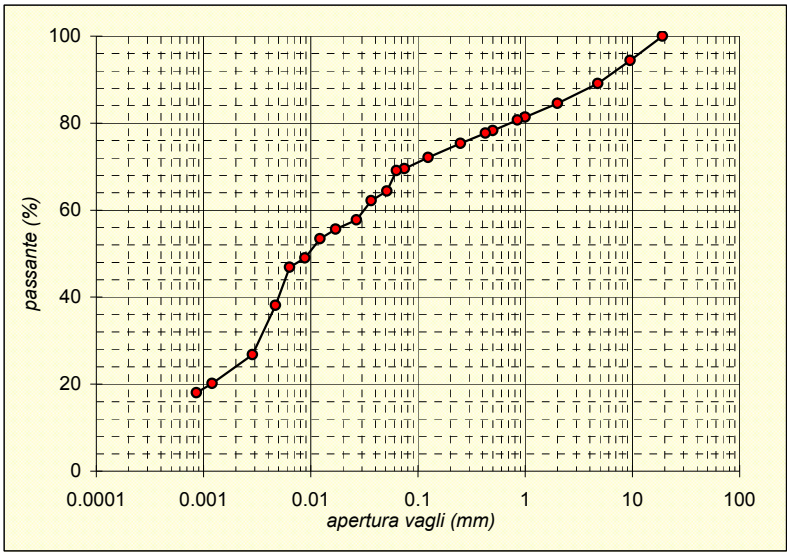
il campione è stato conservato in vasca umida termostatica — Codici strumentazione: bilancia 480, stufa 567, picnometro 151H, densimetro 348, mescolatore 432.

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:
Limo argilloso sabbioso ghiaioso marrone

codici		vaglio (mm)	trattenuto (g)	trattenuto (%)	cum. tratt. (%)	passante (%)
569	setaccio	19.1	0.00	0.00	0.00	100.00
570	setaccio	9.51	11.11	5.56	5.56	94.44
571	setaccio	4.75	10.74	5.37	10.93	89.07
572	setaccio	2	9.04	4.52	15.45	84.55
573	setaccio	1	6.30	3.15	18.60	81.40
290	setaccio	0.85	1.36	0.68	19.28	80.72
291	setaccio	0.5	4.85	2.43	21.70	78.30
292	setaccio	0.425	1.24	0.62	22.32	77.68
293	setaccio	0.250	4.66	2.33	24.65	75.35
282	setaccio	0.125	6.47	3.24	27.89	72.11
283	setaccio	0.075	5.09	2.55	30.43	69.57
286	setaccio	0.063	0.88	0.44	30.87	69.13
-	calcolato	0.0512	9.54	4.77	35.64	64.36
-	calcolato	0.0367	4.38	2.19	37.83	62.17
-	calcolato	0.0267	8.76	4.38	42.21	57.79
-	calcolato	0.0171	4.38	2.19	44.40	55.60
-	calcolato	0.0122	4.38	2.19	46.59	53.41
-	calcolato	0.0089	8.76	4.38	50.97	49.03
-	calcolato	0.0063	4.38	2.19	53.16	46.84
-	calcolato	0.0047	17.51	8.76	61.92	38.08
-	calcolato	0.0029	22.66	11.33	73.25	26.75
-	calcolato	0.0012	13.14	6.57	79.82	20.18
-	calcolato	0.0009	4.38	2.19	82.01	17.99
	fondo		35.98	17.99	100.00	0.00
	TOTALE		199.98		ϕ max (mm) =	11.9

Passante effettivo setaccio 0.063 (g) in areometro		50.00
t° C	Tempo (s)	Lettura
25	30	32.0
25	60	31.0
25	120	29.0
25	300	28.0
25	600	27.0
25	1200	25.0
25	2400	24.0
25	4800	20.0
24	14400	15.0
24	86400	12.0
24	172800	11.0

Rapporti granulometrici	USCS	UNI
GHIAIA	> 4,75 mm 10.9%	> 2,00 mm 15.4%
SABBIA	> 0,075 mm 19.5%	> 0,063 mm 15.4%
LIMO	> 2 μ 45.6%	> 2 μ 45.1%
ARGILLA	< 2 μ 24.0%	< 2 μ 24.0%



Soluzione disperdente preparata al momento

lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT
Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma UNI CEN ISO 17892-10)

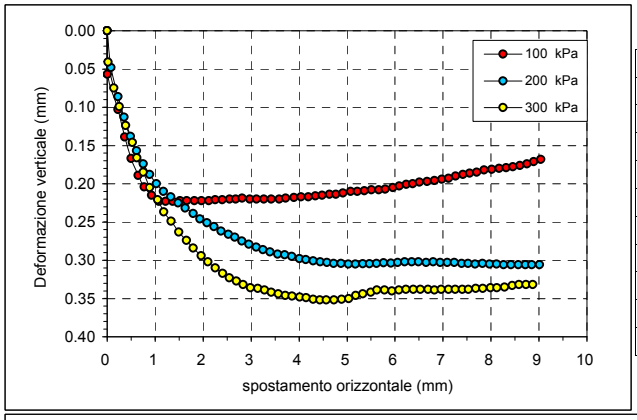
COMMITTENTE:	**Unione delle Valli Argentina e Armea - Via Parlamento 39, 18010 Montalto Ligure (IM)**		
CANTIERE:	**Monesi di Mendatica (IM)**		
CAMPIONE:	**S9SH1** **m 2.00 - 2.30**		
COMMESSA:	18589/18	DURATA PROVE:	25/09 - 18/10/19
VERBALE ACC.:	245/19	DATA CONSEGNA:	18/07/2019
GEO - CERT. n°:	GF1907997	rev.00 del:	20/11/19

Il campione è stato conservato in vasca umidostatica

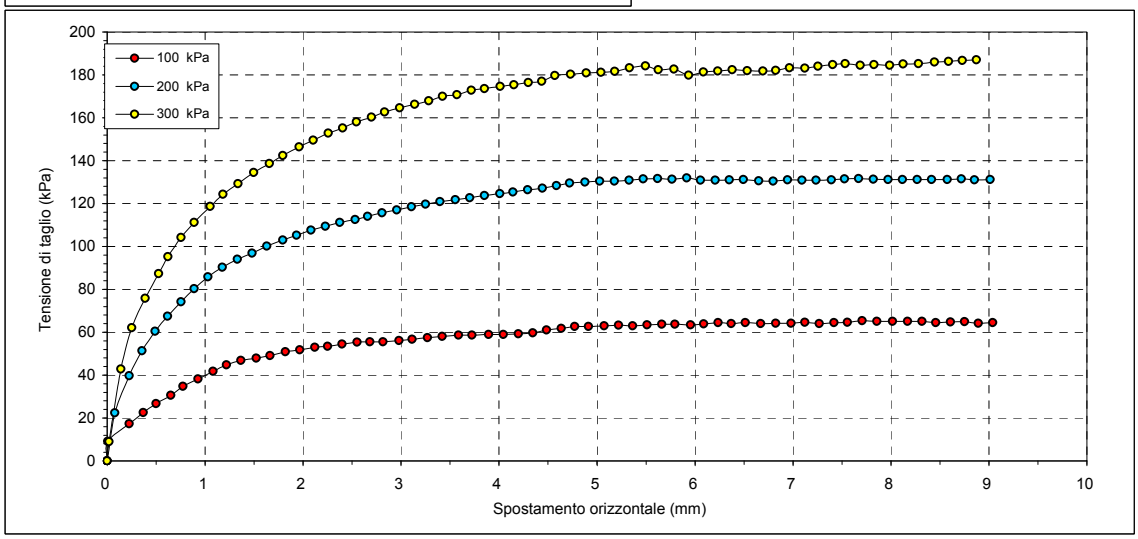
CODICI STRUMENTAZIONE: calibro 12; bilancia 480; trasduttori LVDT 540, 540, 543, 544; SG 539, 542.

Macchina:	CONTROLS T206 Electronic/T207 Digital
Prova:	CONSOLIDATA DRENATA (PROVINI PARZIALMENTE RICOSTITUITI)
Dimensioni provino:	ϕ x h = 60 x 20 mm
Velocità prova:	0,004 mm/min

NATURA DEL CAMPIONE: Limo argilloso sabbioso ghiaioso marrone



	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
σv (kPa)	**100**	**200**	**300**
W ini (%)	**8.8**	**8.8**	**9.4**
γ ini (Mg/m^3)	**1.85**	**1.87**	**1.89**
γd ini (Mg/m^3)	**1.70**	**1.71**	**1.73**
S ini (%)	**40**	**41**	**45**
W fin (%)	**33.8**	**31.0**	**28.4**
γ fin (Mg/m^3)	**1.89**	**1.93**	**1.96**
γd fin (Mg/m^3)	**1.41**	**1.47**	**1.53**
S fin (%)	**100**	**100**	**100**
G (Mg/m^3)	**2.700**		
H fine cons (mm)	**19.787**	**19.749**	**19.668**



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott.geol. Massimo Romagnoli

lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT
Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma UNI CEN ISO 17892-10)

COMMITTENTE:	**Unione delle Valli Argentina e Armea - Via Parlamento 39, 18010 Montalto Ligure (IM)**		
CANTIERE:	**Monesi di Mendatica (IM)**		
CAMPIONE:	**S9SH1** **m 2.00 - 2.30**		
COMMESSA:	18589/18	DURATA PROVE:	25/09 - 18/10/19
VERBALE ACC.:	245/19	DATA CONSEGNA:	18/07/2019
GEO - CERT. n°:	GF1907997	rev.00 del:	20/11/19

Il campione è stato conservato in vasca umidostatica

PROVINO 1	100	kPa	PROVINO 2	200	kPa	PROVINO 3	300	kPa
Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)	Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)	Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.007	9.054	0.057	0.079	22.423	0.048	0.021	9.019	0.041
0.226	17.295	0.103	0.227	39.647	0.086	0.141	42.866	0.075
0.368	22.565	0.139	0.355	51.389	0.113	0.251	62.035	0.099
0.499	26.738	0.167	0.489	60.443	0.138	0.388	75.864	0.124
0.650	30.593	0.189	0.616	67.446	0.157	0.526	87.287	0.146
0.773	34.837	0.204	0.755	74.237	0.174	0.622	95.210	0.166
0.927	38.268	0.215	0.889	80.320	0.188	0.754	104.158	0.185
1.081	41.734	0.223	1.029	85.873	0.200	0.889	111.125	0.205
1.219	44.811	0.223	1.177	90.364	0.210	1.051	118.588	0.221
1.365	46.827	0.223	1.328	94.078	0.217	1.183	124.317	0.237
1.521	47.959	0.222	1.479	96.907	0.225	1.336	129.269	0.249
1.662	49.090	0.222	1.631	100.091	0.232	1.495	134.468	0.263
1.821	50.859	0.222	1.793	102.955	0.239	1.655	138.641	0.274
1.968	51.849	0.222	1.935	105.219	0.246	1.794	142.461	0.284
2.119	53.016	0.222	2.080	107.553	0.251	1.959	146.458	0.294
2.252	53.441	0.221	2.229	109.392	0.256	2.103	149.605	0.302
2.399	54.466	0.221	2.376	111.161	0.262	2.256	152.894	0.310
2.552	55.350	0.220	2.531	112.540	0.266	2.405	155.158	0.317
2.681	55.457	0.220	2.660	113.990	0.270	2.546	157.987	0.323
2.817	55.563	0.219	2.807	115.617	0.275	2.698	160.322	0.327
2.978	56.164	0.220	2.956	117.032	0.279	2.832	162.691	0.332
3.114	56.765	0.220	3.106	118.482	0.283	2.986	164.637	0.336
3.269	57.402	0.220	3.252	119.684	0.286	3.139	166.299	0.337
3.422	58.109	0.220	3.398	120.922	0.289	3.283	167.926	0.339
3.588	58.640	0.220	3.556	121.736	0.292	3.424	169.942	0.342
3.725	58.710	0.219	3.703	122.690	0.293	3.571	170.720	0.344
3.893	58.993	0.218	3.852	123.787	0.295	3.718	172.842	0.346
4.044	59.029	0.217	4.007	124.565	0.298	3.853	173.655	0.347
4.197	59.241	0.217	4.143	125.414	0.299	4.013	174.610	0.348
4.346	59.771	0.216	4.293	126.439	0.301	4.151	175.388	0.349
4.486	61.115	0.215	4.443	127.182	0.302	4.299	176.485	0.351
4.635	61.717	0.214	4.586	128.420	0.303	4.437	176.980	0.352
4.772	62.707	0.214	4.720	129.516	0.304	4.572	179.632	0.352
4.914	62.742	0.212	4.876	129.976	0.304	4.730	180.304	0.352
5.074	62.919	0.210	5.027	130.507	0.305	4.890	180.941	0.351
5.220	63.308	0.210	5.178	130.436	0.305	5.040	181.153	0.350
5.363	62.990	0.209	5.327	130.931	0.305	5.182	181.613	0.346
5.512	63.379	0.208	5.473	131.497	0.305	5.330	183.346	0.344
5.662	63.768	0.208	5.620	131.603	0.304	5.494	184.230	0.342
5.797	63.697	0.207	5.766	131.356	0.303	5.624	182.427	0.339
5.956	63.450	0.205	5.916	131.992	0.304	5.785	182.745	0.339
6.090	63.874	0.203	6.058	130.896	0.303	5.935	179.915	0.340
6.236	64.405	0.201	6.207	130.931	0.302	6.087	181.365	0.339
6.369	64.051	0.200	6.352	131.002	0.302	6.234	181.719	0.338
6.513	64.546	0.198	6.493	131.143	0.302	6.381	182.391	0.338
6.671	63.980	0.197	6.650	130.613	0.303	6.533	181.967	0.338
6.824	64.122	0.196	6.800	130.471	0.302	6.694	181.861	0.338
6.981	64.192	0.194	6.945	131.037	0.303	6.826	182.108	0.339
7.121	64.617	0.193	7.092	130.896	0.303	6.964	183.275	0.338
7.268	64.086	0.190	7.235	130.860	0.303	7.121	183.205	0.338
7.418	64.440	0.188	7.392	131.108	0.304	7.257	184.018	0.338
7.556	64.687	0.186	7.528	131.532	0.304	7.406	184.832	0.338
7.706	65.395	0.185	7.671	131.709	0.305	7.532	185.185	0.338
7.856	65.077	0.182	7.822	131.320	0.304	7.687	184.513	0.337
8.018	65.006	0.181	7.972	131.249	0.305	7.829	184.761	0.337
8.169	65.006	0.180	8.117	131.143	0.305	7.989	184.478	0.336
8.316	65.147	0.179	8.268	131.214	0.306	8.125	185.008	0.336
8.459	64.511	0.178	8.416	131.143	0.306	8.283	185.256	0.335
8.607	64.794	0.176	8.575	131.214	0.306	8.445	185.963	0.333
8.753	64.970	0.174	8.720	131.462	0.306	8.589	186.246	0.332
8.893	64.228	0.171	8.853	131.037	0.306	8.730	186.741	0.332
9.041	64.511	0.168	9.013	131.143	0.306	8.874	187.024	0.332

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott.geol. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT
Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma UNI CEN ISO 17892-10)

COMMITTENTE:	**Unione delle Valli Argentina e Armea - Via Parlamento 39, 18010 Montalto Ligure (IM)**		
CANTIERE:	**Monesi di Mendatica (IM)**		
CAMPIONE:	**S9SH1** **m 2.00 - 2.30**		
COMMESSA:	18589/18	DURATA PROVE:	25/09 - 18/10/19
VERBALE ACC.:	245/19	DATA CONSEGNA:	18/07/2019
GEO - CERT. n°:	GF1907997	rev.00 del:	20/11/19

Il campione è stato conservato in vasca umidostatica

Consolidazione Provino 1 100 kPa

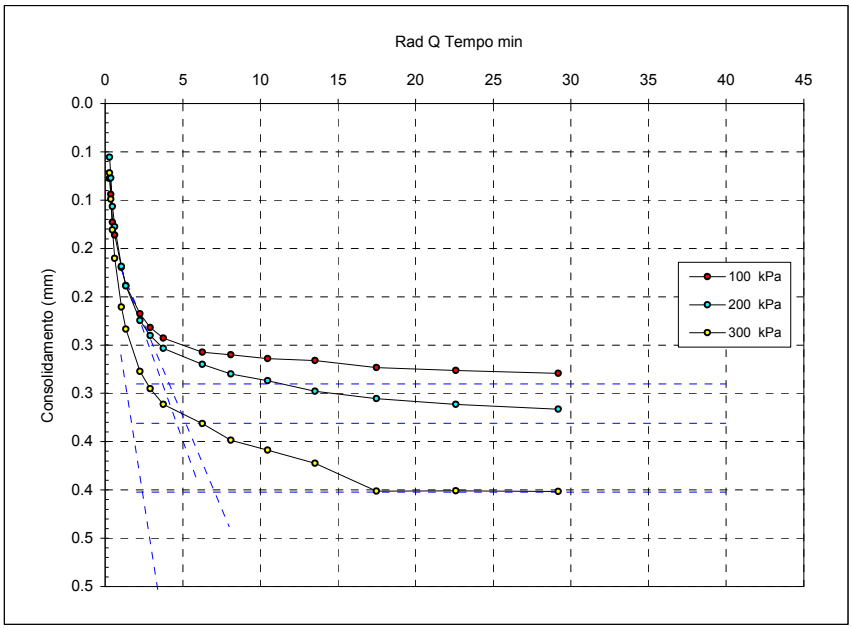
Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.000
0.08	0.077
0.14	0.094
0.23	0.123
0.39	0.136
1.08	0.170
1.81	0.189
5.05	0.218
8.44	0.232
14.09	0.243
39.29	0.257
65.61	0.260
109.58	0.264
182.98	0.266
305.58	0.273
510.33	0.276
852.27	0.279

Consolidazione Provino 2 200 kPa

Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.000
0.08	0.056
0.14	0.077
0.23	0.107
0.39	0.128
1.08	0.169
1.81	0.189
5.05	0.225
8.44	0.240
14.09	0.254
39.29	0.270
65.61	0.280
109.58	0.287
182.98	0.298
305.58	0.306
510.33	0.311
852.27	0.316

Consolidazione Provino 3 300 kPa

Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.000
0.08	0.072
0.14	0.099
0.23	0.131
0.39	0.161
1.08	0.211
1.81	0.234
5.05	0.277
8.44	0.295
14.09	0.312
39.29	0.331
65.61	0.349
109.58	0.359
182.98	0.372
305.58	0.401
510.33	0.401
852.27	0.402



t_{100} min
(Bishop ed Henkel)

Provino 1

17.0

Provino 2

21.2

Provino 3

5.7

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott.geol. Massimo Romagnoli

lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquality - Qualità Ambiente Sicurezza UNI EN ISO 9001-2008 - UNI EN ISO 14001-2004 - BS OHSAS 18001-2007

FERRARA DEPARTMENT
Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma ASTM D 3080)

COMMITTENTE:	Unione delle Valli Argentina e Armea - Via Parlamento 39, 18010 Montalto Ligure (IM)		
CANTIERE:	Monesi di Mendatica (IM)		
CAMPIONE:	S9SH1		
COMMESSA:	18589/18	DURATA PROVE:	25/09 - 18/10/19
VERBALE ACC.:	245/19	DATA CONSEGNA:	43664

Il presente elaborato non è parte del certificato di prova cui è allegato, è solo un'interpreazione soggettiva dei risultati di prova.

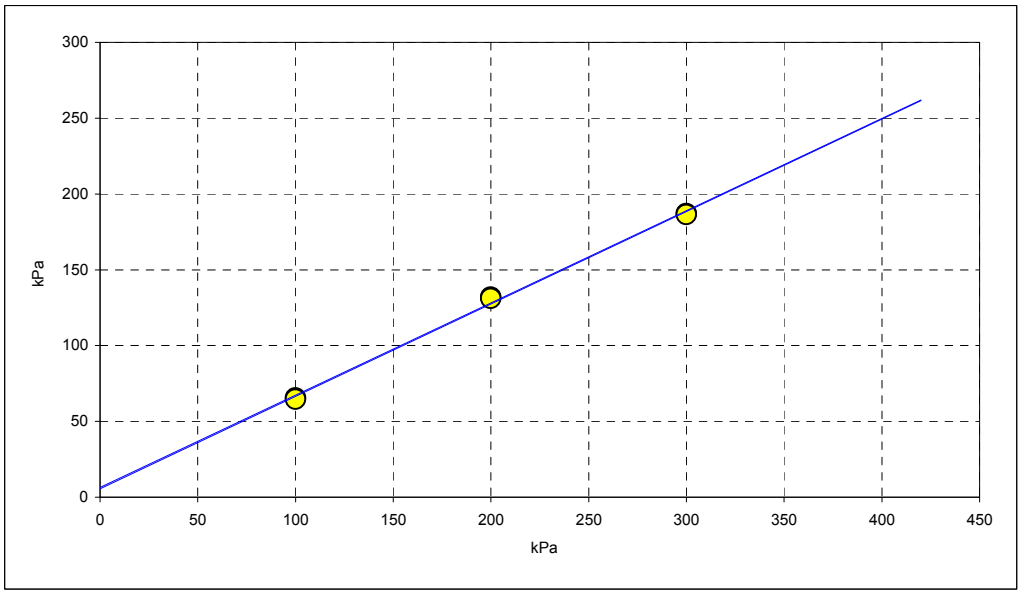
	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
Pressione verticale (kPa)	**100**	**200**	**300**
Tensione di taglio PICCO (kPa)	**65.39**	**131.99**	**187.02**
Tensione di taglio RESIDUO (kPa)	**64.60**	**131.20**	**186.49**

VALORI DI PICCO

Coesione: **6.51 kPa** **Angolo di attrito:** **31°**

VALORI DI PICCO VOLUME COSTANTE

Coesione: **5.54 kPa** **Angolo di attrito:** **31°**



FERRARA DEPARTMENT
Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA ISOTROPICAMENTE DRENATA (CID)
raccomandazioni AGI 1994

COMMITTENTE:	**Unione delle Valli Argentina e Armea - Via Parlamento 39, 18010 Montalto Ligure (IM)**		
CANTIERE:	**Monesi di Mendatica (IM)**		
CAMPIONE:	**S9SH1 m 2.00 - 2.30**		
COMMESSA:	18589/18	DURATA PROVE:	25/09 - 18/10/19
VERBALE ACC.:	245/19	DATA CONSEGNA:	18/07/19
GEO - CERT. n°:	GF1907998	rev.00 del:	20/11/19

Il campione è stato conservato in vasca umidostatica

CODICI STRUMENTAZIONE: calibro 12; bilancia 480; trasduttore LVDT 566; SG 537, manometri 531, 691; celle 1, 2 e 3; pressa 536.

Macchina:	CONTROLS Triax 50 Digital
Prova:	CONSOLIDATA DRENATA (CD)
Dimensioni provini:	ϕ x h = 36,80 x 76,20 mm
Velocità prova:	0.004 mm/min
NATURA DEL CAMPIONE:	Limo argilloso sabbioso ghiaioso marrone
Peso specifico (Mg/m^3):	2.700

	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
umidità iniziale (%)	28.3	28.3	29.2
massa volumica umida iniziale (Mg/m^3)	1.87	1.87	1.90
massa volumica secca iniziale (Mg/m^3)	1.46	1.46	1.47
indice dei vuoti iniziale	0.85	0.85	0.84
grado di saturazione iniziale (%)	90	89	94
umidità fine consolidazione (%)	33.8	32.5	28.8
massa volumica umida fine cons. (Mg/m^3)	1.89	1.90	1.96
massa volumica secca fine cons. (Mg/m^3)	1.41	1.44	1.52
indice dei vuoti fine cons.	0.91	0.88	0.78
grado di saturazione fine cons. (%)	100	100	100
pressione in cella (kPa)	500	600	700
contropressione (kPa)	400	400	400
Dimensioni fine consolidazione			
Hc (cm)	7.615	7.576	7.541
Ac (cm^2)	11.485	11.402	11.313
Skempton B	1.00	1.00	1.00
t100 min (Bishop & Henkel)	368	265	168
umidità fine prova (%)	33.1	31.0	26.4
massa volumica umida fine rottura (Mg/m^3)	1.90	1.91	1.99
massa volumica secca fine rottura (Mg/m^3)	1.43	1.46	1.57
indice dei vuoti fine rottura	0.89	0.85	0.72
grado di saturazione fine rottura (%)	100	100	100

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

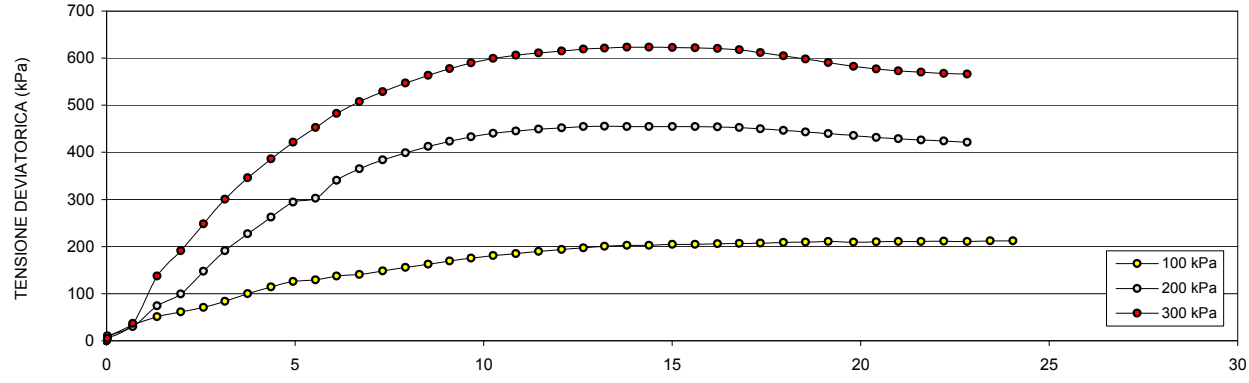
FERRARA DEPARTMENT
Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

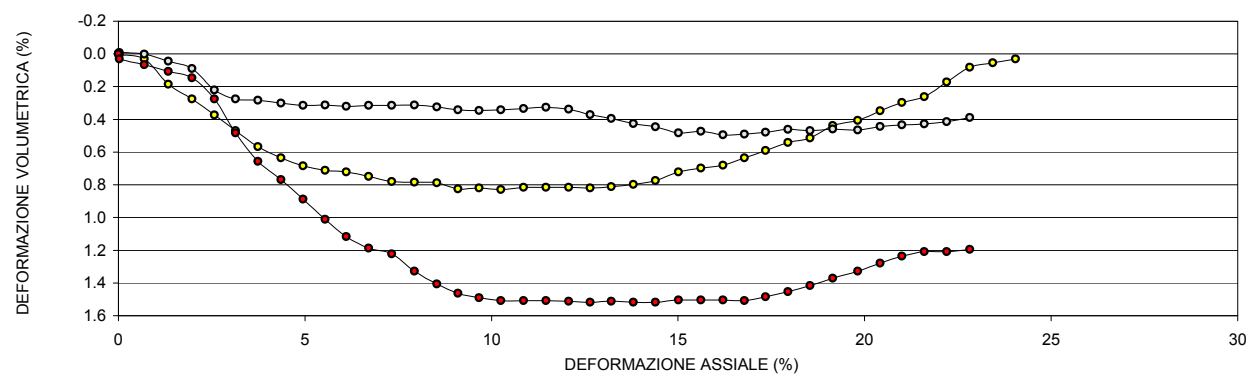
SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it

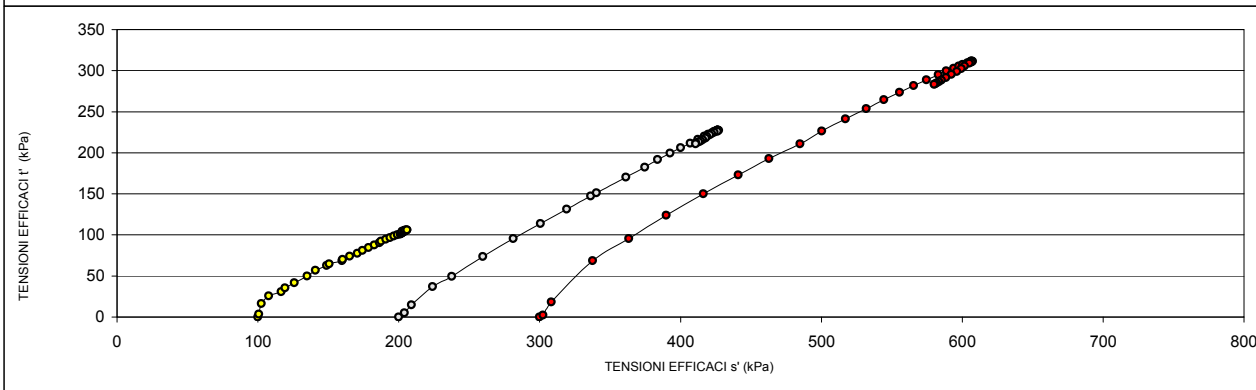
Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA ISOTROPICAMENTE DRENATA (CID)
raccomandazioni AGI 1994

COMMITTENTE:	**Unione delle Valli Argentina e Armea - Via Parlamento 39, 18010 Montalto Ligure (IM)**		
CANTIERE:	**Monesi di Mendatica (IM)**		
CAMPIONE:	**S9SH1 m 2.00 - 2.30**		
COMMESSA:	18589/18	DURATA PROVE:	25/09 - 18/10/19
VERBALE ACC.:	245/19	DATA CONSEGNA:	18/07/19
GEO - CERT. n°:	GF1907998	rev.00 del:	20/11/19







Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT
Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA ISOTROPICAMENTE DRENATA (CID)
raccomandazioni AGI 1994

COMMITTENTE: **Unione delle Valli Argentina e Armea - Via Parlamento 39, 18010 Montalto Ligure (IM)**
CANTIERE: **Monesi di Mendatica (IM)**
CAMPIONE: **S9SH1 m 2.00 - 2.30**

COMMESSA:	18589/18	DURATA PROVE:	25/09 - 18/10/19
VERBALE ACC.:	245/19	DATA CONSEGNA:	18/07/19
GEO - CERT. n°:	GF1907998	rev.00 del:	20/11/19

TENSIONE DEVIATORICA (σ1 - σ3)

PROVINO 1 100 kPa		PROVINO 2 200 kPa		PROVINO 3 300 kPa	
Def. (%)	Tens. (kPa)	Def. (%)	Tens. (kPa)	Def. (%)	Tens. (kPa)
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.026	7.312	0.026	10.172	0.026	5.039
0.696	33.040	0.696	29.960	0.696	36.453
1.339	51.294	1.339	74.188	1.339	137.070
1.970	61.284	1.970	99.133	1.970	190.659
2.574	70.759	2.574	147.206	2.574	247.936
3.138	83.550	3.138	190.646	3.138	300.268
3.743	100.054	3.743	227.315	3.743	346.028
4.360	113.895	4.360	262.410	4.360	385.682
4.951	125.748	4.951	294.356	4.951	421.655
5.542	129.308	5.542	302.496	5.542	452.709
6.106	137.357	6.106	340.366	6.106	482.379
6.710	140.521	6.710	365.154	6.710	507.652
7.327	148.338	7.327	383.697	7.327	528.945
7.932	155.457	7.932	399.090	7.932	547.011
8.536	162.392	8.536	412.452	8.536	563.207
9.100	169.348	9.100	423.660	9.100	577.412
9.665	175.268	9.665	432.968	9.665	590.117
10.256	180.835	10.256	440.068	10.256	599.414
10.860	184.914	10.860	445.307	10.860	606.020
11.464	189.490	11.464	449.349	11.464	611.131
12.068	193.447	12.068	451.822	12.068	614.723
12.646	197.246	12.646	454.466	12.646	619.180
13.210	200.220	13.210	455.073	13.210	621.070
13.801	202.234	13.801	454.775	13.801	622.982
14.392	202.605	14.392	454.534	14.392	623.398
15.010	204.240	15.010	454.944	15.010	622.631
15.614	204.444	15.614	454.426	15.614	621.993
16.205	206.208	16.205	454.290	16.205	620.720
16.782	206.589	16.782	452.461	16.782	617.888
17.347	207.483	17.347	449.771	17.347	611.327
17.951	208.666	17.951	446.485	17.951	604.674
18.542	209.388	18.542	443.370	18.542	598.269
19.146	210.433	19.146	439.546	19.146	590.657
19.816	209.605	19.816	435.571	19.816	582.718
20.420	209.781	20.420	431.638	20.420	576.677
20.998	210.569	20.998	428.814	20.998	572.745
21.602	211.005	21.602	426.332	21.602	569.891
22.206	211.158	22.206	423.949	22.206	567.380
22.823	210.908	22.823	421.640	22.823	566.321
23.440	211.700				
24.044	211.702				

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT
Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA ISOTROPICAMENTE DRENATA (CID)
raccomandazioni AGI 1994

COMMITTENTE: **Unione delle Valli Argentina e Armea - Via Parlamento 39, 18010 Montalto Ligure (IM)**
CANTIERE: **Monesi di Mendatica (IM)**
CAMPIONE: **S9SH1 m 2.00 - 2.30**

COMMESSA: 18589/18 — DURATA PROVE: 25/09 - 18/10/19
VERBALE ACC.: 245/19 — DATA CONSEGNA: 18/07/19
GEO - CERT. n°: GF1907998 — rev.00 del: 20/11/19

PRESSIONE INTERSTIZIALE

PROVINO 1 100 kPa		PROVINO 2 200 kPa		PROVINO 3 300 kPa	
Def. (%)	ΔV (%)	Def. (%)	ΔV (%)	Def. (%)	ΔV (%)
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.026	0.004	0.026	-0.007	0.026	0.032
0.696	0.031	0.696	0.002	0.696	0.067
1.339	0.185	1.339	0.044	1.339	0.108
1.970	0.275	1.970	0.090	1.970	0.147
2.574	0.374	2.574	0.221	2.574	0.276
3.138	0.469	3.138	0.276	3.138	0.483
3.743	0.568	3.743	0.284	3.743	0.658
4.360	0.635	4.360	0.301	4.360	0.768
4.951	0.685	4.951	0.314	4.951	0.887
5.542	0.712	5.542	0.313	5.542	1.012
6.106	0.721	6.106	0.321	6.106	1.117
6.710	0.748	6.710	0.314	6.710	1.186
7.327	0.780	7.327	0.315	7.327	1.223
7.932	0.784	7.932	0.313	7.932	1.329
8.536	0.789	8.536	0.325	8.536	1.407
9.100	0.825	9.100	0.343	9.100	1.462
9.665	0.820	9.665	0.346	9.665	1.490
10.256	0.829	10.256	0.342	10.256	1.508
10.860	0.816	10.860	0.334	10.860	1.508
11.464	0.816	11.464	0.327	11.464	1.508
12.068	0.816	12.068	0.337	12.068	1.513
12.646	0.820	12.646	0.371	12.646	1.517
13.210	0.811	13.210	0.395	13.210	1.513
13.801	0.798	13.801	0.426	13.801	1.517
14.392	0.775	14.392	0.445	14.392	1.517
15.010	0.721	15.010	0.482	15.010	1.504
15.614	0.699	15.614	0.474	15.614	1.504
16.205	0.681	16.205	0.494	16.205	1.504
16.782	0.635	16.782	0.491	16.782	1.508
17.347	0.590	17.347	0.478	17.347	1.485
17.951	0.541	17.951	0.462	17.951	1.453
18.542	0.514	18.542	0.468	18.542	1.416
19.146	0.437	19.146	0.460	19.146	1.370
19.816	0.406	19.816	0.464	19.816	1.329
20.420	0.347	20.420	0.443	20.420	1.278
20.998	0.297	20.998	0.435	20.998	1.237
21.602	0.261	21.602	0.427	21.602	1.209
22.206	0.171	22.206	0.414	22.206	1.209
22.823	0.081	22.823	0.390	22.823	1.196
23.440	0.054				
24.044	0.031				

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT
Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA ISOTROPICAMENTE DRENATA (CID)
raccomandazioni AGI 1994

COMMITTENTE:	**Unione delle Valli Argentina e Armea - Via Parlamento 39, 18010 Montalto Ligure (IM)**		
CANTIERE:	**Monesi di Mendatica (IM)**		
CAMPIONE:	**S9SH1 m 2.00 - 2.30**		
COMMESSA:	18589/18	DURATA PROVE:	25/09 - 18/10/19
VERBALE ACC.:	245/19	DATA CONSEGNA:	18/07/19
GEO - CERT. n°:	GF1907998	rev.00 del:	20/11/19

STRESS PATH s' = (σ'1 + σ'3)/2 t' = (σ'1 - σ'3)/2

PROVINO 1 100 kPa		PROVINO 2 200 kPa		PROVINO 3 300 kPa	
s' (kPa)	t' (kPa)	s' (kPa)	t' (kPa)	s' (kPa)	t' (kPa)
100.000	0.000	199.999	0.000	300.000	0.000
100.656	3.656	204.086	5.086	302.519	2.519
102.520	16.520	208.980	14.980	308.227	18.227
107.647	25.647	224.094	37.094	337.535	68.535
116.642	30.642	237.566	49.566	363.330	95.330
119.379	35.379	259.603	73.603	389.968	123.968
125.775	41.775	281.323	95.323	416.134	150.134
135.027	50.027	300.657	113.657	441.014	173.014
140.948	56.948	319.205	131.205	462.841	192.841
148.874	62.874	336.178	147.178	484.827	210.827
150.654	64.654	340.248	151.248	500.354	226.354
159.679	68.679	361.183	170.183	517.190	241.190
160.261	70.261	374.577	182.577	531.826	253.826
165.169	74.169	383.849	191.849	544.473	264.473
170.729	77.729	392.545	199.545	555.506	273.506
174.196	81.196	400.226	206.226	565.603	281.603
178.674	84.674	406.830	211.830	574.706	288.706
182.634	87.634	412.484	216.484	583.058	295.058
186.417	90.417	417.034	220.034	588.707	299.707
187.457	92.457	419.654	222.654	594.010	303.010
190.745	94.745	422.675	224.675	597.565	305.565
193.723	96.723	423.911	225.911	600.362	307.362
196.623	98.623	426.233	227.233	603.590	309.590
199.110	100.110	426.537	227.537	605.535	310.535
201.117	101.117	426.387	227.387	606.491	311.491
201.302	101.302	426.267	227.267	606.699	311.699
202.120	102.120	426.472	227.472	607.316	311.316
202.222	102.222	426.213	227.213	606.996	310.996
203.104	103.104	427.145	227.145	606.360	310.360
203.294	103.294	426.231	226.231	604.944	308.944
202.742	103.742	423.886	224.886	601.664	305.664
202.333	104.333	422.242	223.242	599.337	302.337
203.694	104.694	420.685	221.685	596.134	299.134
204.216	105.216	418.773	219.773	592.329	295.329
204.803	104.803	417.785	217.785	588.359	291.359
204.891	104.891	415.819	215.819	585.339	288.339
204.285	105.285	414.407	214.407	583.373	286.373
205.503	105.503	413.166	213.166	581.946	284.946
204.579	105.579	410.974	211.974	580.690	283.690
204.454	105.454	410.820	210.820	580.160	283.160
205.850	105.850				
205.851	105.851				

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT
Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it

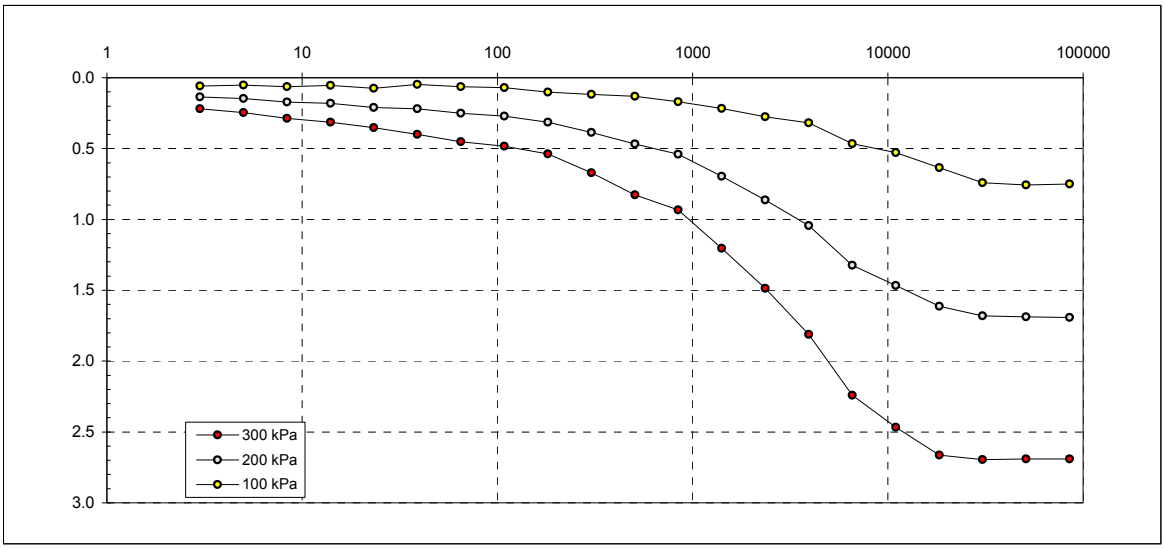
Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA ISOTROPICAMENTE DRENATA (CID)
raccomandazioni AGI 1994

COMMITTENTE:	**Unione delle Valli Argentina e Armea - Via Parlamento 39, 18010 Montalto Ligure (IM)**		
CANTIERE:	**Monesi di Mendatica (IM)**		
CAMPIONE:	**S9SH1 m 2.00 - 2.30**		
COMMESSA:	18589/18	DURATA PROVE:	25/09 - 18/10/19
VERBALE ACC.:	245/19	DATA CONSEGNA:	18/07/19
GEO - CERT. n°:	GF1907998	rev.00 del:	20/11/19

CONSOLIDAZIONE

PROVINO 1 100 kPa		PROVINO 2 200 kPa		PROVINO 3 300 kPa	
Tempo (s)	Vol (cc)	Tempo (s)	Vol (cc)	Tempo (s)	Vol (cc)
3	0.06	3	0.14	3	0.22
5	0.05	5	0.15	5	0.25
8	0.06	8	0.17	8	0.29
14	0.06	14	0.18	14	0.31
23	0.07	23	0.21	23	0.35
39	0.05	39	0.22	39	0.40
65	0.06	65	0.25	65	0.45
109	0.07	109	0.27	109	0.48
181	0.10	181	0.31	181	0.54
303	0.12	303	0.39	303	0.67
506	0.13	506	0.47	506	0.83
845	0.17	845	0.54	845	0.93
1412	0.22	1412	0.70	1412	1.20
2357	0.28	2357	0.86	2357	1.49
3937	0.32	3937	1.04	3937	1.81
6575	0.47	6575	1.32	6575	2.24
10979	0.53	10979	1.47	10979	2.47
18335	0.63	18335	1.61	18335	2.66
30620	0.74	30620	1.68	30620	2.70
51136	0.76	51136	1.69	51136	2.69
85398	0.75	85398	1.69	85398	2.69



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT
Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it

SOCOTEC

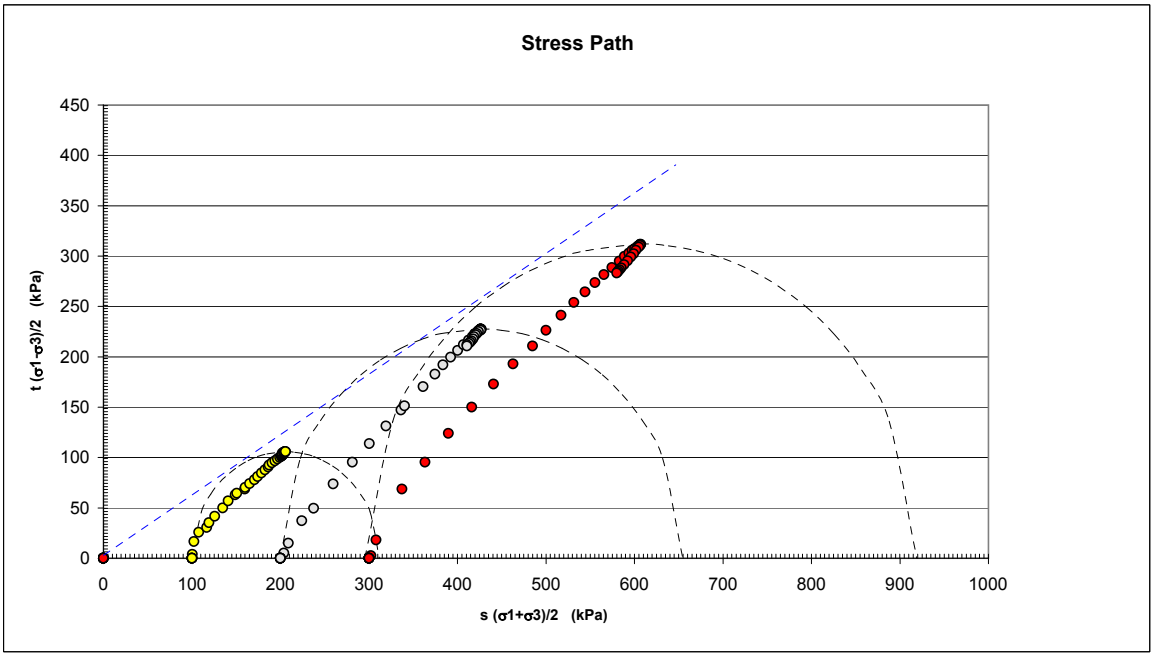
Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA ISOTROPICAMENTE DRENATA (CID)
raccomandazioni AGI 1994

COMMITTENTE:	**Unione delle Valli Argentina e Armea - Via Parlamento 39, 18010 Montalto Ligure (IM)**		
CANTIERE:	**Monesi di Mendatica (IM)**		
CAMPIONE:	**S9SH1 m 2.00 - 2.30**		
COMMESSA:	18589/18	DURATA PROVE:	25/09 - 18/10/19
VERBALE ACC.:	245/19	DATA CONSEGNA:	18/07/19

Il presente elaborato non è parte del certificato di prova cui è allegato, è solo un'interpreazione soggettiva dei risultati di prova.

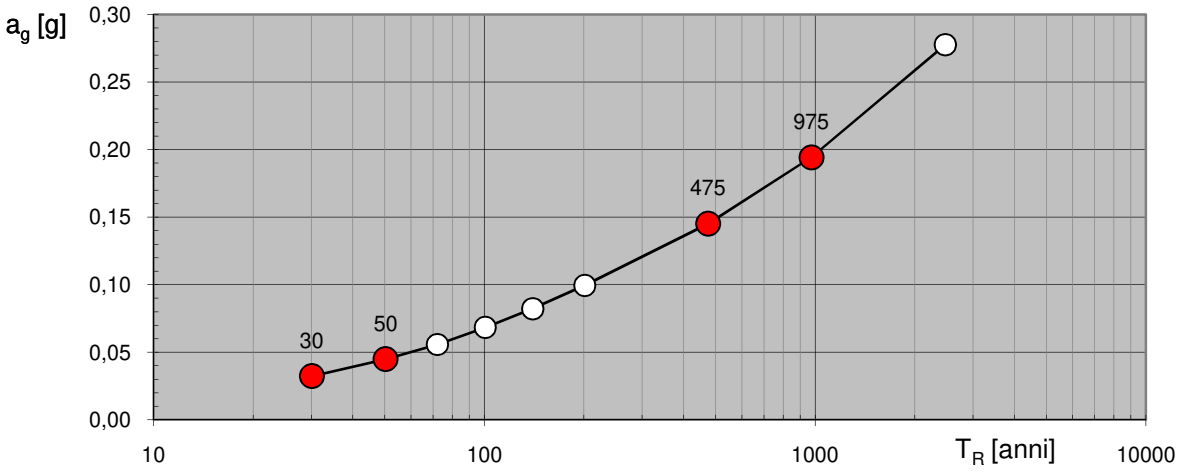
CONDIZIONI A ROTTURA			
tensione efficace a rottura s' (kPa)	**205.9**	**426.5**	**606.7**
tensione efficace a rottura t' (kPa)	**105.9**	**227.5**	**311.7**
c' (kPa):	**2.7**	ϕ' (°):	**31.0**

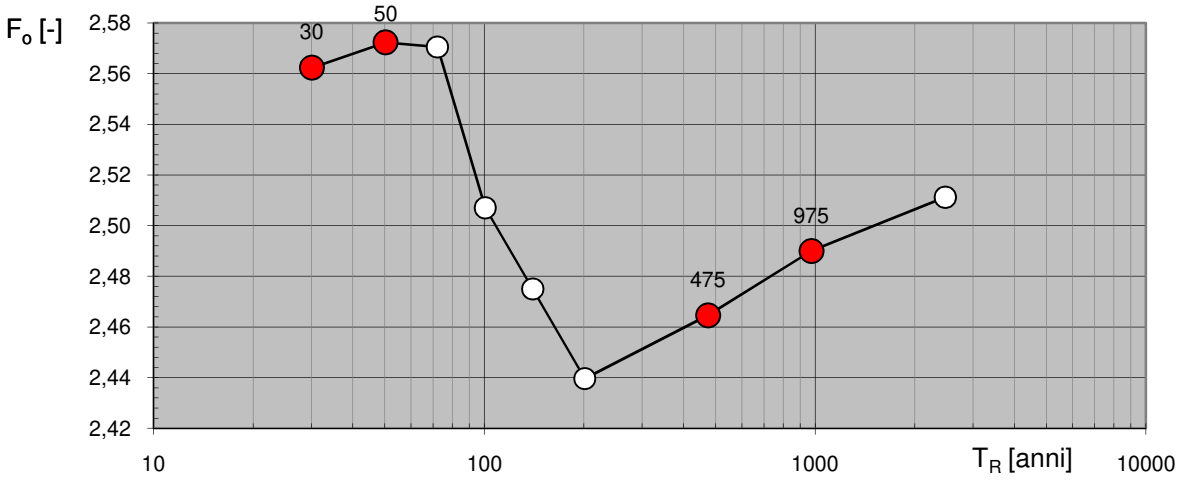


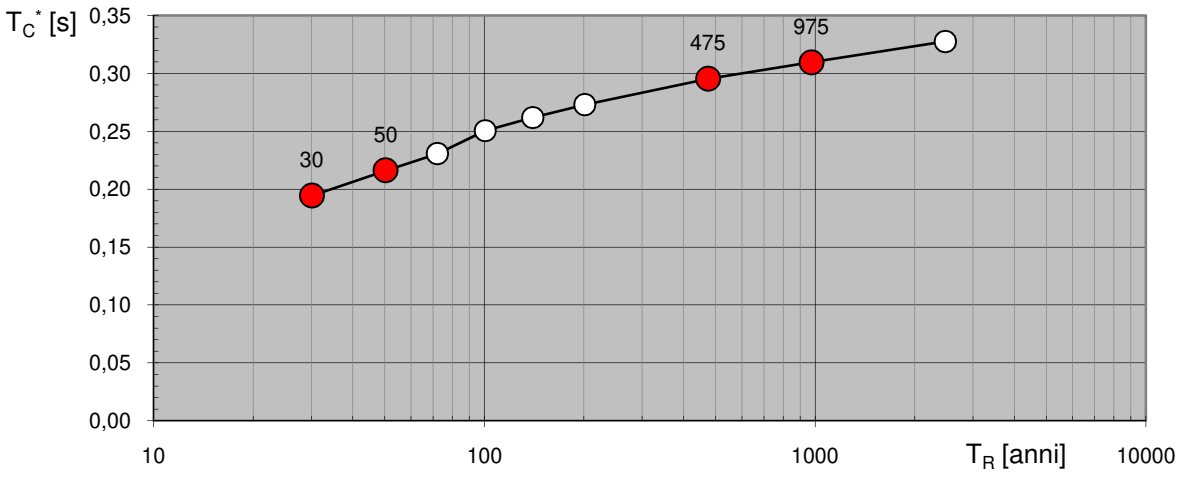
ALLEGATO 6

SPETTRI DI RISPOSTA SISMICA
(Elaborazioni con software "Spettri NTC ver. 1.0.3."
del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici)

Valori di progetto dei parametri a_g, F_o, T_C^* in funzione del periodo di ritorno T_R

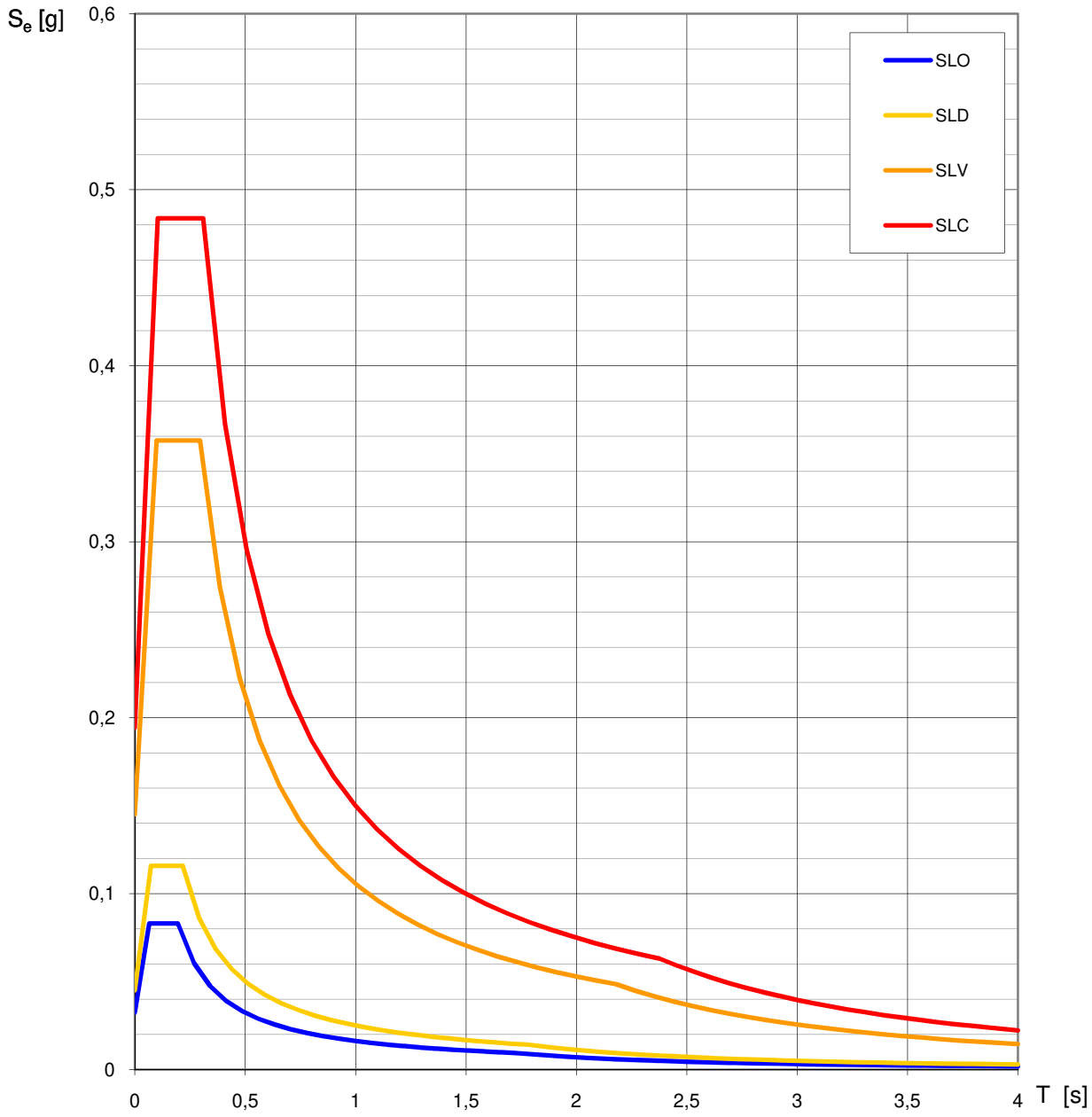






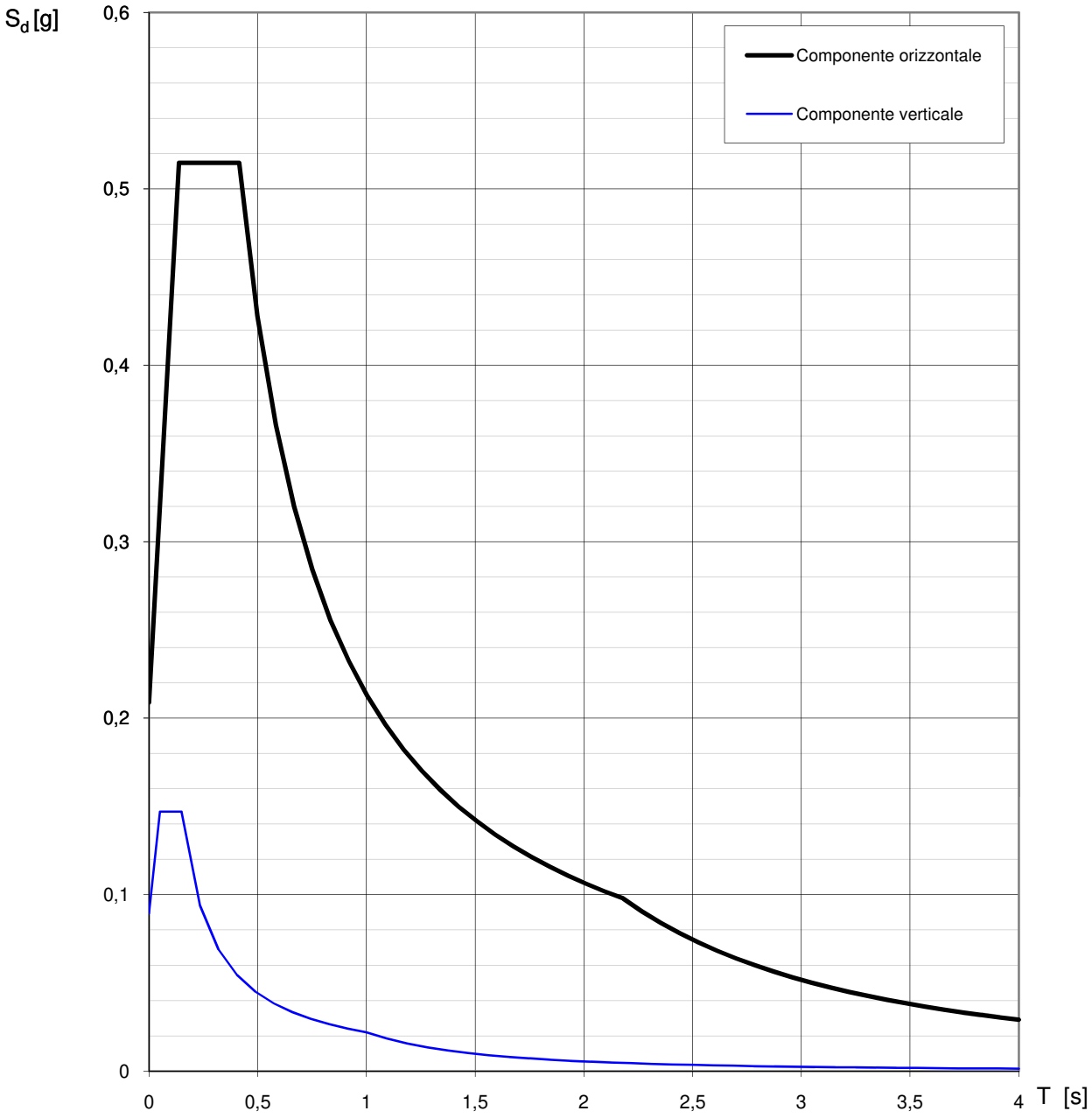
La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV



La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.145 g
F_o	2.465
T_C^*	0.295 s
S_S	1.200
C_C	1.404
S_T	1.200
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.440
η	1.000
T_B	0.138 s
T_C	0.415 s
T_D	2.180 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$S = S_S \cdot S_T$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0{,}55; \ \eta = 1/q$ (NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5)

$T_B = T_C / 3$ (NTC-07 Eq. 3.2.8)

$T_C = C_C \cdot T_C^*$ (NTC-07 Eq. 3.2.7)

$T_D = 4{,}0 \cdot a_g / g + 1{,}6$ (NTC-07 Eq. 3.2.9)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$0 \leq T < T_B$ $\quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$

$T_B \leq T < T_C$ $\quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$

$T_C \leq T < T_D$ $\quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$

$T_D \leq T$ $\quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con 1/q, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.209
T_B ←	0.138	0.515
T_C ←	0.415	0.515
	0.499	0.428
	0.583	0.366
	0.667	0.320
	0.751	0.284
	0.835	0.256
	0.919	0.232
	1.003	0.213
	1.087	0.196
	1.171	0.182
	1.255	0.170
	1.339	0.159
	1.424	0.150
	1.508	0.142
	1.592	0.134
	1.676	0.127
	1.760	0.121
	1.844	0.116
	1.928	0.111
	2.012	0.106
	2.096	0.102
T_D ←	2.180	0.098
	2.267	0.091
	2.354	0.084
	2.440	0.078
	2.527	0.073
	2.613	0.068
	2.700	0.064
	2.787	0.060
	2.873	0.056
	2.960	0.053
	3.047	0.050
	3.133	0.047
	3.220	0.045
	3.307	0.043
	3.393	0.040
	3.480	0.038
	3.567	0.037
	3.653	0.035
	3.740	0.033
	3.827	0.032
	3.913	0.030
	4.000	0.029

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{gv}	0.075 g
S_S	1.000
S_T	1.200
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.267
S	1.200
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$$\eta = 1/q$$ (NTC-08 §. 3.2.3.5)

$$F_v = 1{,}35 \cdot F_o \cdot \left(\frac{a_g}{g}\right)^{0{,}5}$$ (NTC-08 Eq. 3.2.11)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \le T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o}\left(1 - \frac{T}{T_B}\right)\right]$$

$$T_B \le T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \le T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T}\right)$$

$$T_D \le T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2}\right)$$

Punti dello spettro di risposta

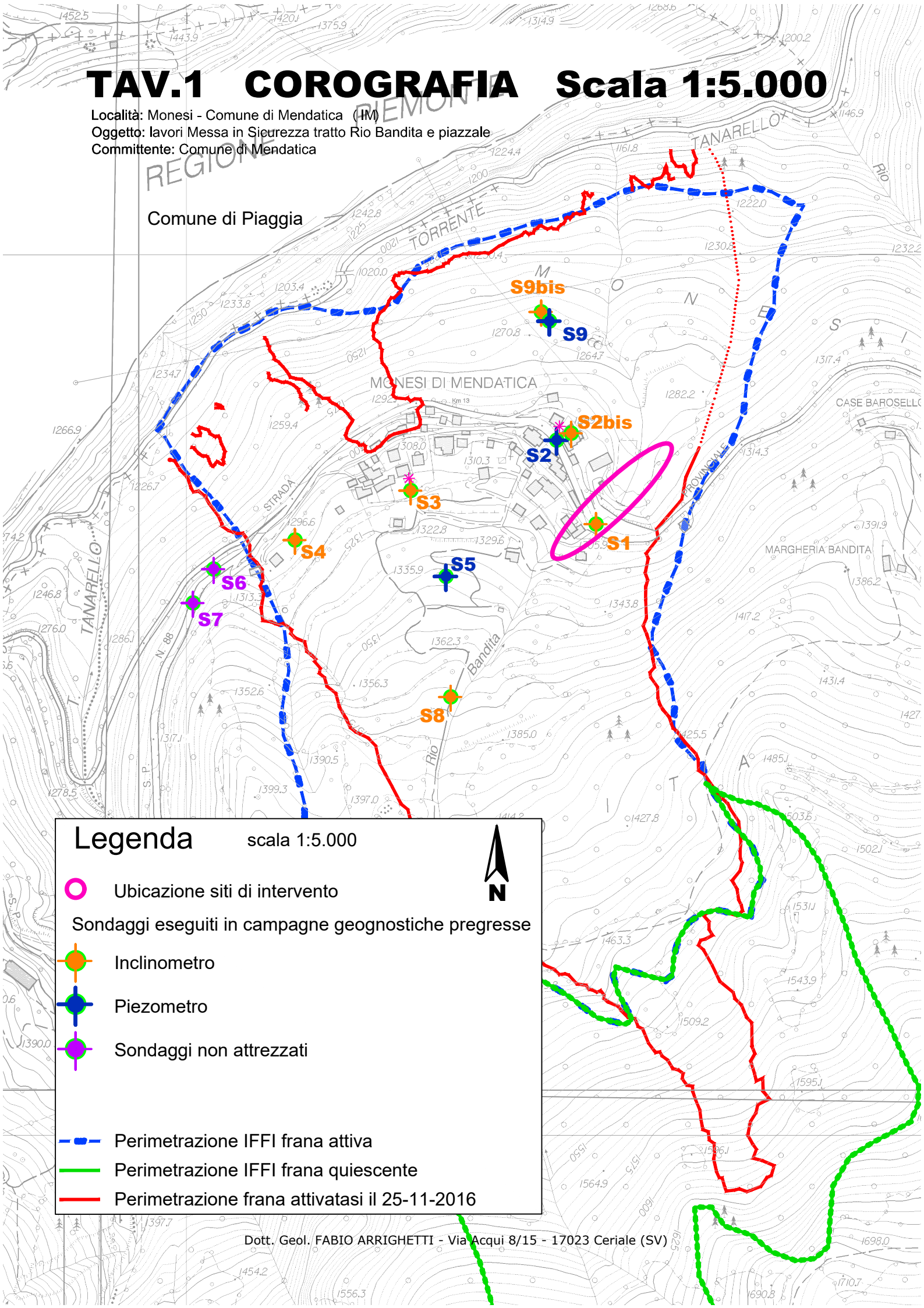
	T [s]	Se [g]
	0.000	0.089
T_B ←	0.050	0.147
T_C ←	0.150	0.147
	0.235	0.094
	0.320	0.069
	0.405	0.054
	0.490	0.045
	0.575	0.038
	0.660	0.033
	0.745	0.030
	0.830	0.027
	0.915	0.024
T_D ←	1.000	0.022
	1.094	0.018
	1.188	0.016
	1.281	0.013
	1.375	0.012
	1.469	0.010
	1.563	0.009
	1.656	0.008
	1.750	0.007
	1.844	0.006
	1.938	0.006
	2.031	0.005
	2.125	0.005
	2.219	0.004
	2.313	0.004
	2.406	0.004
	2.500	0.004
	2.594	0.003
	2.688	0.003
	2.781	0.003
	2.875	0.003
	2.969	0.003
	3.063	0.002
	3.156	0.002
	3.250	0.002
	3.344	0.002
	3.438	0.002
	3.531	0.002
	3.625	0.002
	3.719	0.002
	3.813	0.002
	3.906	0.001
	4.000	0.001

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

TAV.1 COROGRAFIA Scala 1:5.000

Località: Monesi - Comune di Mendatica (IM)
Oggetto: lavori Messa in Sicurezza tratto Rio Bandita e piazzale
Committente: Comune di Mendatica

Comune di Piaggia



Legenda

scala 1:5.000

- Ubicazione siti di intervento

Sondaggi eseguiti in campagne geognostiche pregresse

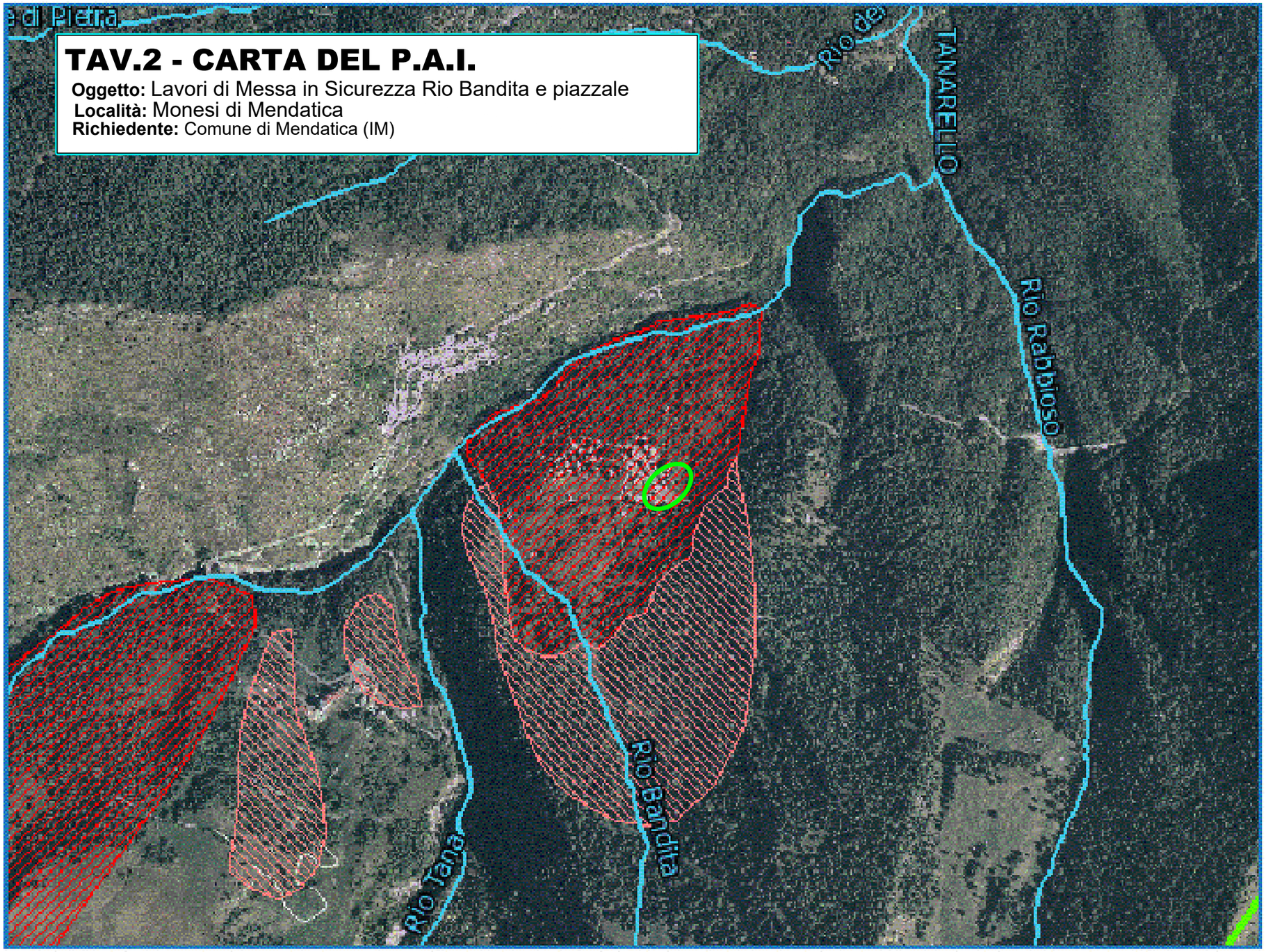
- Inclinometro
- Piezometro
- Sondaggi non attrezzati

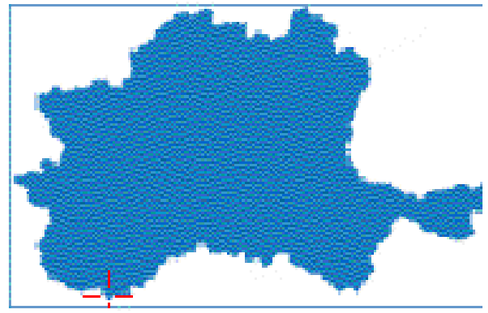
- Perimetrazione IFFI frana attiva
- Perimetrazione IFFI frana quiescente
- Perimetrazione frana attivatasi il 25-11-2016

Dott. Geol. FABIO ARRIGHETTI - Via Acqui 8/15 - 17023 Ceriale (SV)

TAV.2 - CARTA DEL P.A.I.

Oggetto: Lavori di Messa in Sicurezza Rio Bandita e piazzale
Località: Monesi di Mendatica
Richiedente: Comune di Mendatica (IM)





Limite del bacino del Po
Corsi d'acqua
frana quiescente (Fq)
frana attiva (Fa)

Ubicazione areale intervento

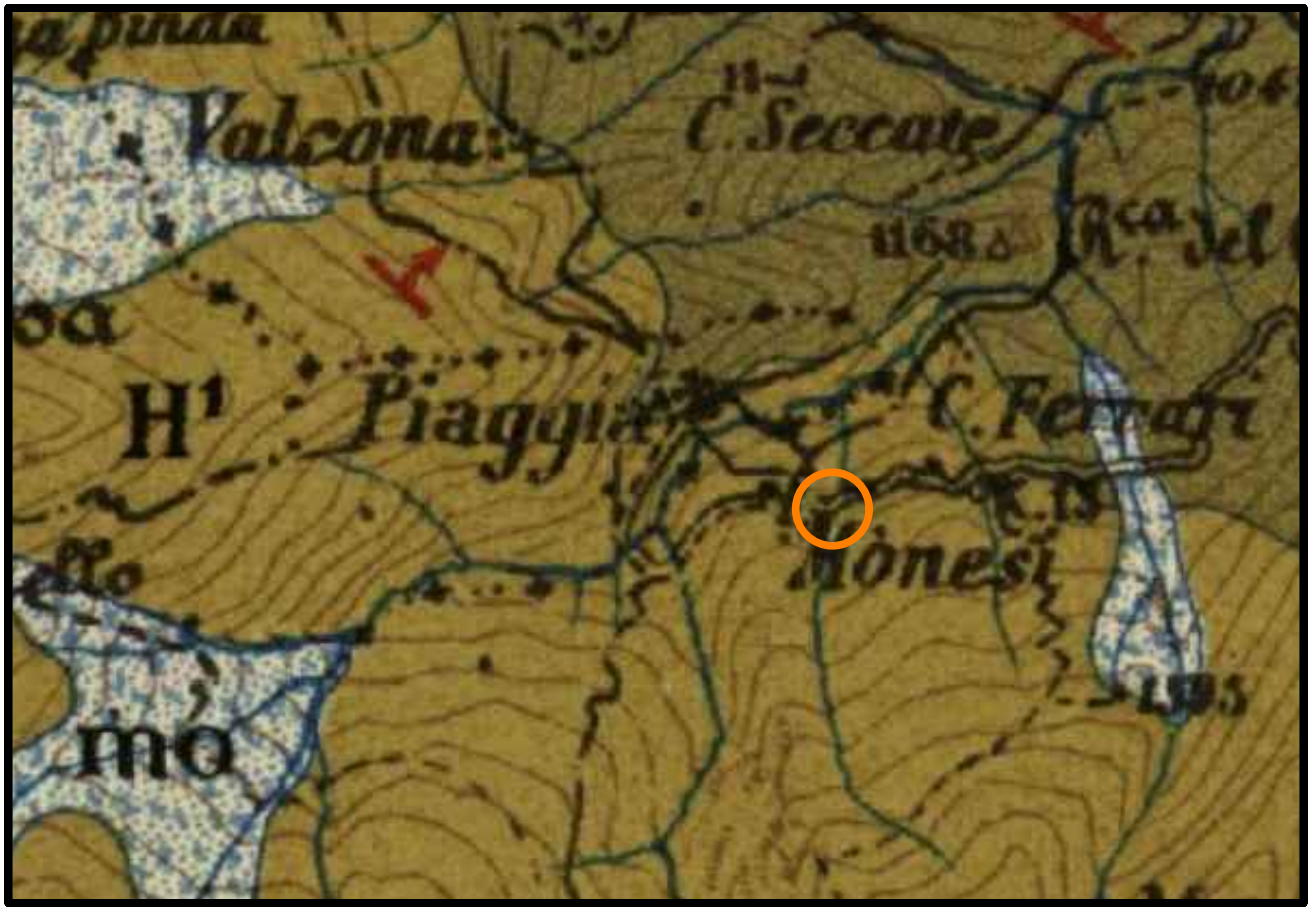
0 0.2 0.4 0.6 0.8 km

Scala 1:10.000

Dott. Geol. FABIO ARRIGHETTI - Via Acqui 8/15 - 17023 Ceriale (SV)

TAV.3 - CARTA GEOLOGICA - Scala 1:25.000

Località: Monesi - Comune di Mendatica (IM)
Oggetto: lavori Messa in Sicurezza tratto Rio Bandita e piazzale
Committente: Comune di Mendatica

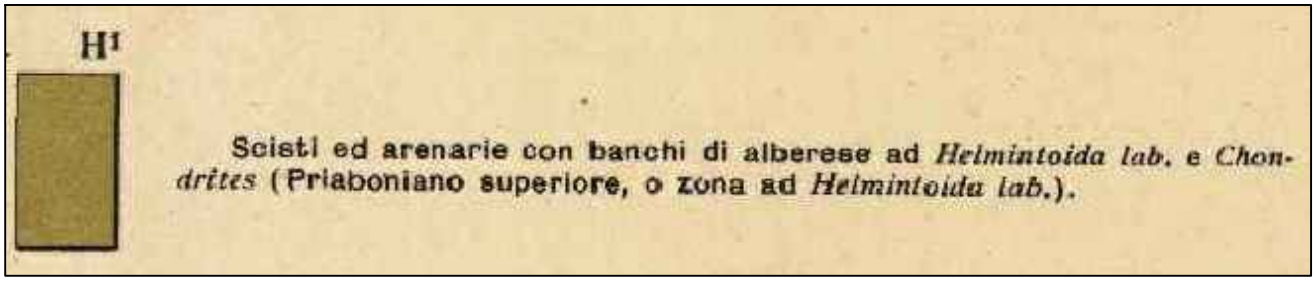


Stralcio da "Carta Geologica d'Italia - Foglio 91 Boves".

Ubicazione sito d'intervento

N

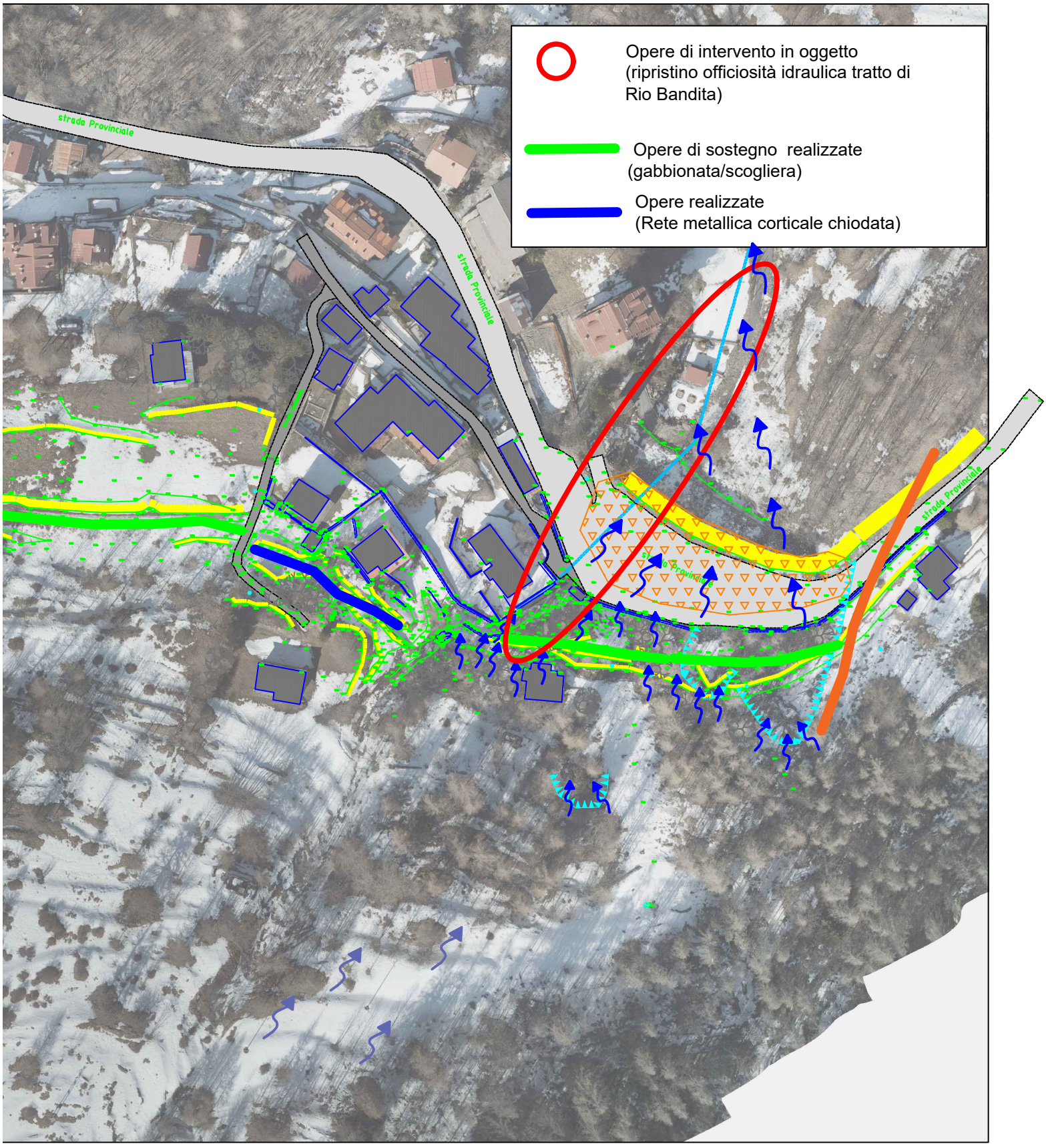
LEGENDA GEOLOGICA



Dott. Geol. FABIO ARRIGHETTI - Via Acqui 8/15 - 17023 Ceriale (SV)

TAV. 4 - CARTA DI ANALISI - Scala 1:1.500

Località: Monesi - Comune di Mendatica (IM)
Oggetto: lavori Messa in Sicurezza tratto Rio Bandita e piazzale
Committente: Comune di Mendatica



Scorrimenti idrici/risorgenze che si attivano a seguito eventi meteorici

Acque di ruscellamento superficiale non regimate a seguito evento meteorico intenso

Nicchia di frana - Spaccatura nel terreno

Riporto antropico

Limite riattivazione paleofrana

Dott. Geol. FABIO ARRIGHETTI - Via Acqui 8/15 - 17023 Ceriale (SV)

TAV.9 - CARTA GEOMORFOLOGICA - Scala 1:5.000

Oggetto: Realizzazione pista provvisoria alternativa alla SP 100

COMUNE DI MENDATICA (IM) - BORGATA MONESI

Studio di Geologia M.R. MAcciò, Albenga (SV) Via Bellò 4A - tel.0182548404 - e-mail: macciogeo@alice.it

Redazione: geol. Arrighetti Fabio

REGIONE PIEMONTE

CASE FERRARI

CASE VALLE

CASE BAROSELLO

MARGHERIA BANDITA

MARGHERIA SCHIOPPO DI GARLENDA

TORRENTE TANARELLO

Rio Bandita

Rio Raggioso

Rio Costa di Baroselli

LEGENDA

- Corpo di frana complesso attivato il 25-11-2016) da rilievo GPS
- Corpo di frana complesso (quiescente) da IFFI modificato
- Delimitazione nicchia paleofrana
- Orlo di scarpata di frana e/o degradazione
- Frattura di trazione
- Scarpata di erosione torrentizia
- Terreno di riporto
- Giacitura affioramento con inclinazione
- Ubicazione affioramento roccioso
- Potenziale colata detritica (debris-flow)

TAV.10 - CARTA IDROGEOLOGICA - Scala 1:5.000

Oggetto: Realizzazione pista provvisoria alternativa alla SP 100

COMUNE DI MENDATICA (IM) - BORGATA MONESI

Studio di Geologia M.R. MAcciò, Albenga (SV) Via Bellò 4A - tel.0182548404 - e-mail: macciogeo@alice.it

Redazione: geol. Arrighetti Fabio

LEGENDA

- Sovralluvionamento
- Corso d'acqua
- Corso d'acqua in erosione
- Denominazione corsi d'acqua:
  1 Rio Bavera
  2 T.Tanarello
  3 Rio Bandita W
  4 Rio Bandita
  5 Rio Costa
- Scorrimenti idrici che si attivano a seguito di eventi meteorici
- Delimitazione frana attiva
- Sorgente
- Denominazione sorgenti:
  A Sorgente T.Tanarello
  B Sorgente Rio Bandita
  C Sorgente Costa

N

REGIONE PIEMONTE

MONTE GIOVE

MONTE DI MENDATICA

CASE SEPAE

CASE FERRARI

CASE BAROSELLO

MARGHERIA BANDITA

Rocca del Bausu

TANARELLO

TORRENTE

STRADA PROVINCIALE

S.P. N. 100

S.P. N. 88

Rio Bandita

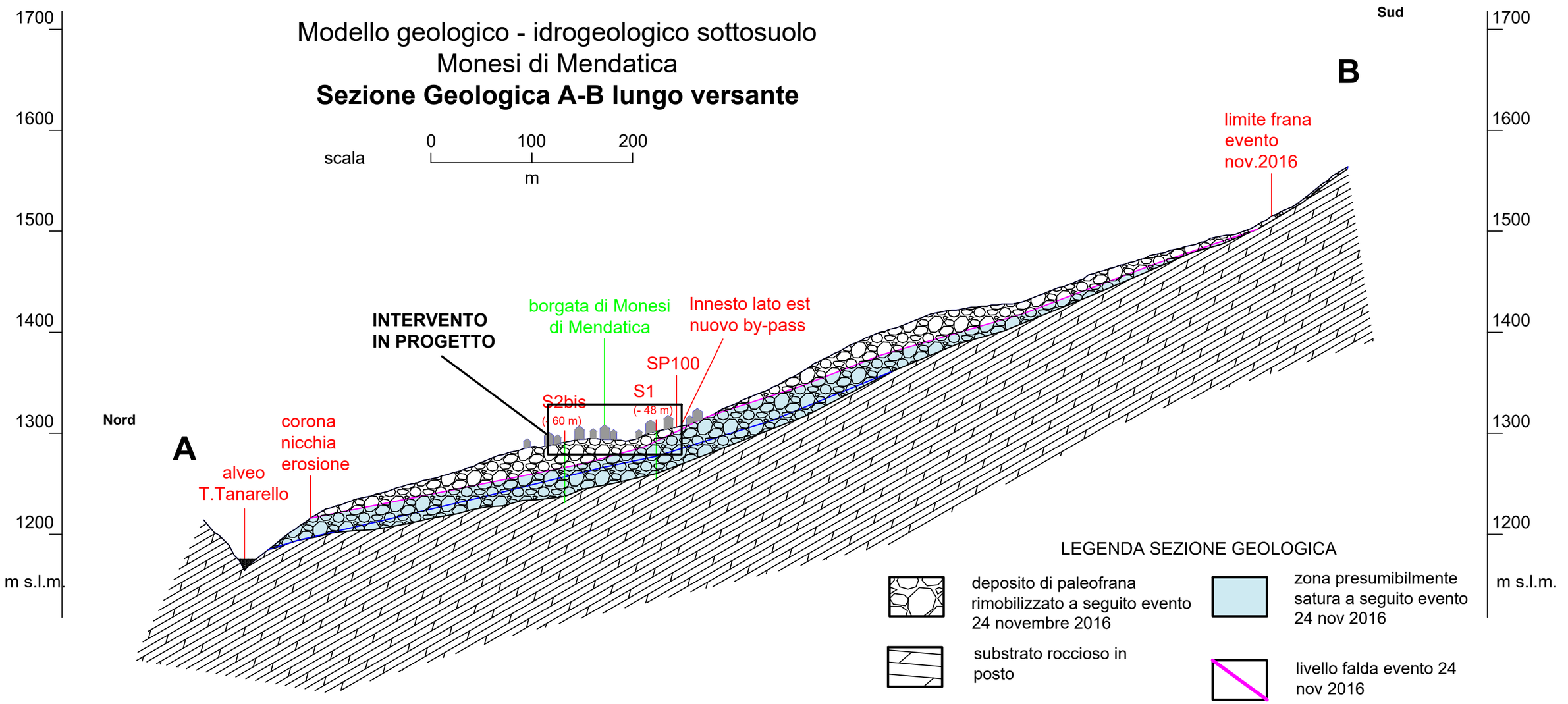
Rio Costa

TAV.11A - SEZIONE GEOLOGICA A-B - Scala 1:4.000

Località: Monesi - Comune di Mendatica (IM)
Oggetto: lavori Messa in Sicurezza tratto Rio Bandita e piazzale
Committente: Comune di Mendatica

Modello geologico - idrogeologico sottosuolo
Monesi di Mendatica
Sezione Geologica A-B lungo versante

scala 0 100 200
m



LEGENDA SEZIONE GEOLOGICA

- deposito di paleofrana rimobilizzato a seguito evento 24 novembre 2016
- substrato roccioso in posto
- deposito alluvionale alveo T.Tanarello
- zona presumibilmente satura a seguito evento 24 nov 2016
- livello falda evento 24 nov 2016
- livello falda evento 10/11 dic 2017
- S1(- 48 m) sondaggio a carottaggio continuo e relativa profondità raggiunta

COMUNE DI MENDATICA (IM) - BORGATA MONESI
Studio di Geologia M.R. MAcciò, Albenga (SV) Via Belloì 4A - tel.0182548404 - e-mail: macciogeo@alice.it
Redazione: geol. Arrighetti Fabio

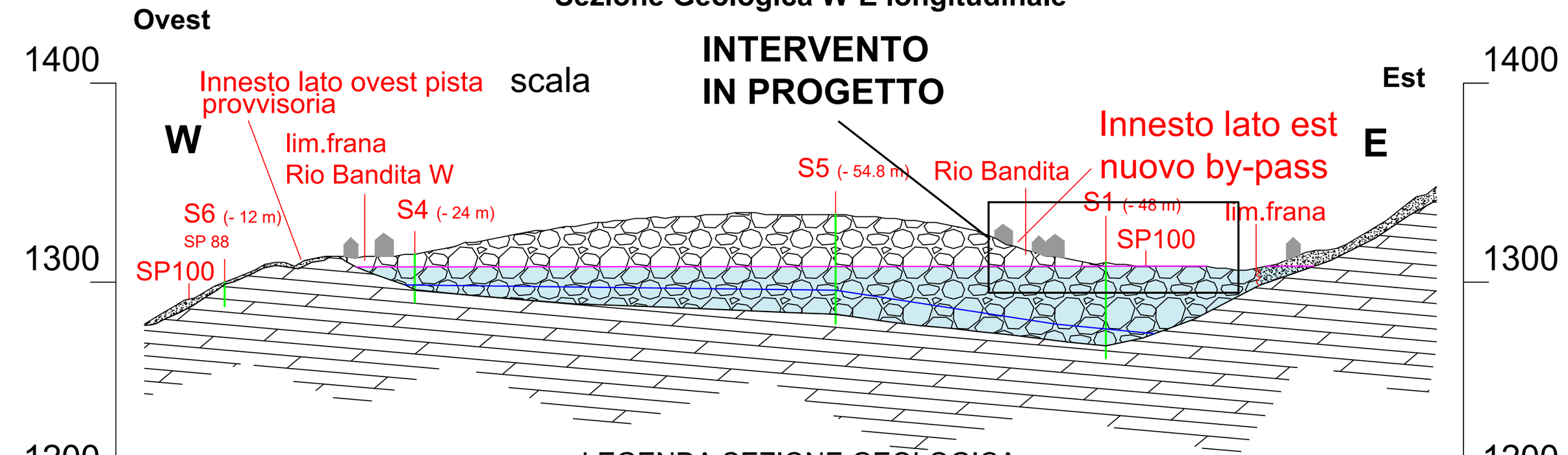
TAV.11C - SEZIONE GEOLOGICA W-E - Scala 1:2.000

Località: Monesi - Comune di Mendatica (IM)
Oggetto: lavori Messa in Sicurezza tratto Rio Bandita e piazzale
Committente: Comune di Mendatica

0 100 200
m

Modello geologico - idrogeologico sottosuolo Monesi di Mendatica

Sezione Geologica W-E longitudinale



LEGENDA SEZIONE GEOLOGICA

- coltre detritica
- deposito di paleofrana rimobilizzato a seguito evento 24 novembre 2016
- substrato roccioso in posto
- zona presumibilmente satura a seguito evento 24 nov 2016
- livello falda evento 24 nov 2016
- livello falda evento 10/11 dic 2017
- S1(- 48 m) — sondaggio a carottaggio continuo e relativa profondità raggiunta

Dott. Geol. FABIO ARRIGHETTI - Via Acqui 8/15 - 17023 Ceriale (SV)