

## STUDIO MIRENGHI S.S.

Dott. Geol. Alessandro Mirengi (O.R.G.L. n° 204) - Dott. Geol. Claudia Delsante (O.R.G.L. n° 291)  
Via Jacopo della Quercia 19/1 – 17012 Albissola Marina (SV) – Tel. 347.6498773  
Codice fiscale/ Partita IVA 01406920098

e-mail: [geolmirengi@gmail.com](mailto:geolmirengi@gmail.com)

pec: [studiomirengi@epap.sicurezzapostale.it](mailto:studiomirengi@epap.sicurezzapostale.it)

C.C.I.A.A. di Savona n. 143708

### COMUNE DI LAIGUEGLIA

- PROVINCIA DI SAVONA -

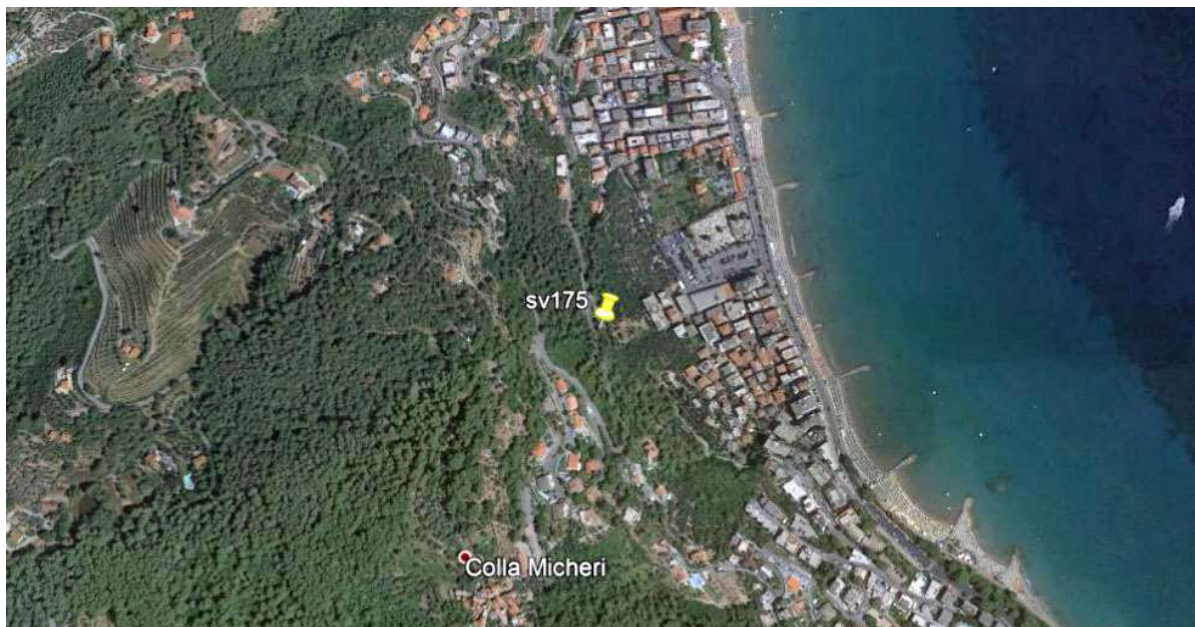
### STAZIONE DI TELEFONIA CELLULARE

**SITO:** SV 175 FARO CAPO MELE  
**Località:** Via Monaco snc  
**Codice WIND TRE:** SV 175

### INDAGINE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA

(D.M. 17/01/2018; L.R. 4/99)

### RELAZIONE GEOLOGICA



#### COMMITTENTE:

**AREA TECNICA S.r.l. - Via Manara 4 - 22040 Lurago d'Erba (CO)**

Tel. 031 697476

[info@areatecnica-srl.com](mailto:info@areatecnica-srl.com)

P.IVA: 02621410139

LUGLIO 2020

*Alessandro Mirengi*  
Dott. Geol.  
ALESSANDRO  
MIRENGHI  
A.P. n. 204  
data iscr. 01.05.90  
ORDINE REGIONALE DEI GEOL. DELLA LIGURIA

## 1. PREMESSA

Su incarico della società AREA TECNICA S.r.l. di Lurago d'Erba (CO) è stata effettuata un'indagine geologica ed idrogeologica sul terreno sito in Via Monaco, nel Comune di Laigueglia (SV), che sarà interessato da un progetto per l'installazione di una stazione di telefonia cellulare a servizio del gestore Wind Tre S.p.A.

L'indagine, svolta a norma del D.M.17.01.18 (N.T.C. 2018) e della L.R. 4/99, è stata articolata come segue:

- rilievi di superficie;
- esecuzione di un'indagine geofisica tipo Re.Mi ;
- prelievo di un campione di terreno rimaneggiato per l'esecuzione di analisi granulometrica;
- esecuzione di prove sclerometriche su ammasso roccioso affiorante;
- redazione della relazione tecnica di commento.

## 2. CARATTERISTICHE GENERALI DELLA ZONA

### 2.1 Elementi Geomorfologici

L'area in esame si colloca a quota circa 70m s.l.m., lungo il versante che si sviluppa sul fianco sinistro della dorsale principale di Capo Mele il cui asse con direzione NW-SE rappresenta lo spartiacque naturale tra il bacino del Torrente Merula a sud-ovest e la linea di costa a est (cfr. fig. 1, stralcio CTR Liguria).

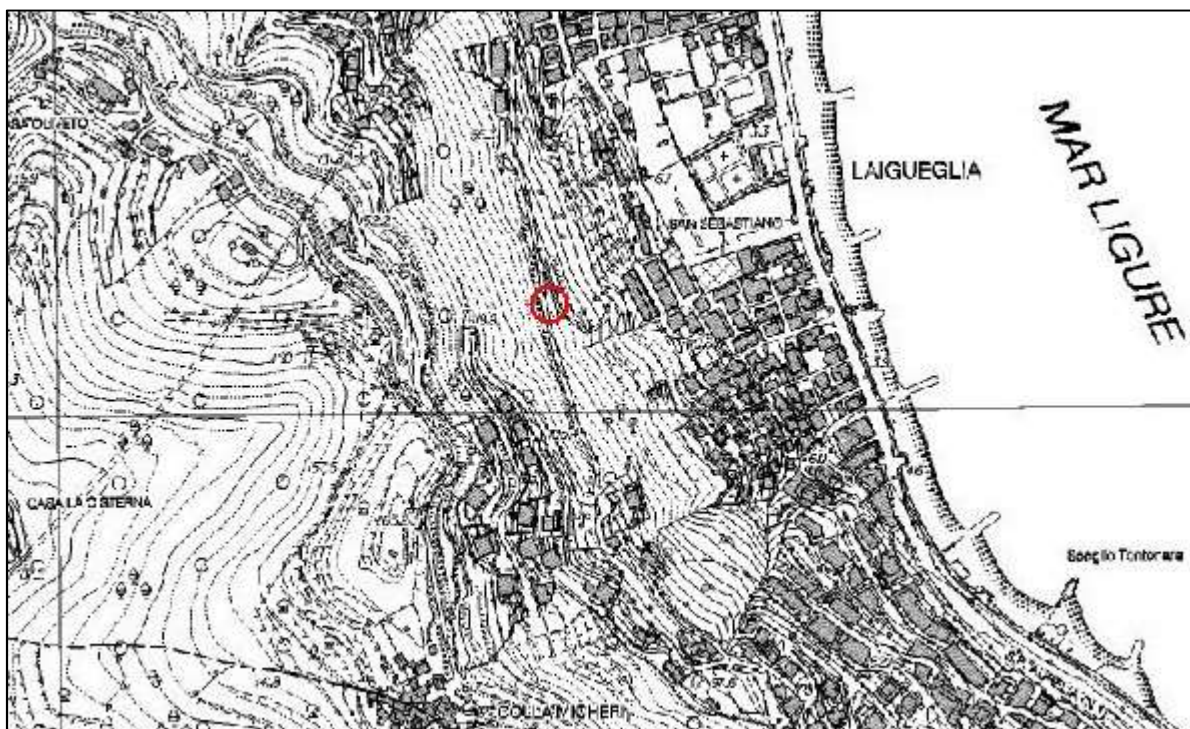


fig. 1 – CTR

Gli elementi morfologici più significativi che caratterizzano l'area d'intervento sono:

- pendenza molto elevata (70-75%) della porzione di versante in esame;
- la strada comunale (Via Monaco) che risale il versante immediatamente a monte dell'area d'intervento ed una strada privata sterrata a valle che dalla comunale raggiunge un'abitazione;



- condizioni di roccia affiorante a monte della strada comunale e progressivo aumento delle coperture detritiche procedendo verso valle in corrispondenza di un accumulo detritico che si estende sulla porzione di versante;
- condizioni di discreta stabilità dell'area esaminata; non sono state riscontrate marcate situazioni di dissesto; in occasione dell'allargamento della strada privata di accesso alla proprietà (nel 2015) una porzione del versante è stata consolidata con l'inserimento di due paratie sovrapposte di micropali.

## 2.2 Elementi Litologici

La roccia in posto è rappresentata da una formazione del periodo cretaceo superiore che la cartografia ufficiale denomina "Formazione di Testico" (cfr. fig. 2, stralcio Foglio Imperia). Si tratta di calcari marnosi e marne stratificati alternati ad arenarie quarzoso-micacee. Il substrato roccioso affiora lungo la scarpata a monte della strada comunale.

Nell'area interessata dall'intervento sono presenti materiali detritici grossolani costituiti da ghiaia, sabbia, blocchi di roccia e abbondante frazione fine limoso argillosa, che sovrastano il substrato roccioso.

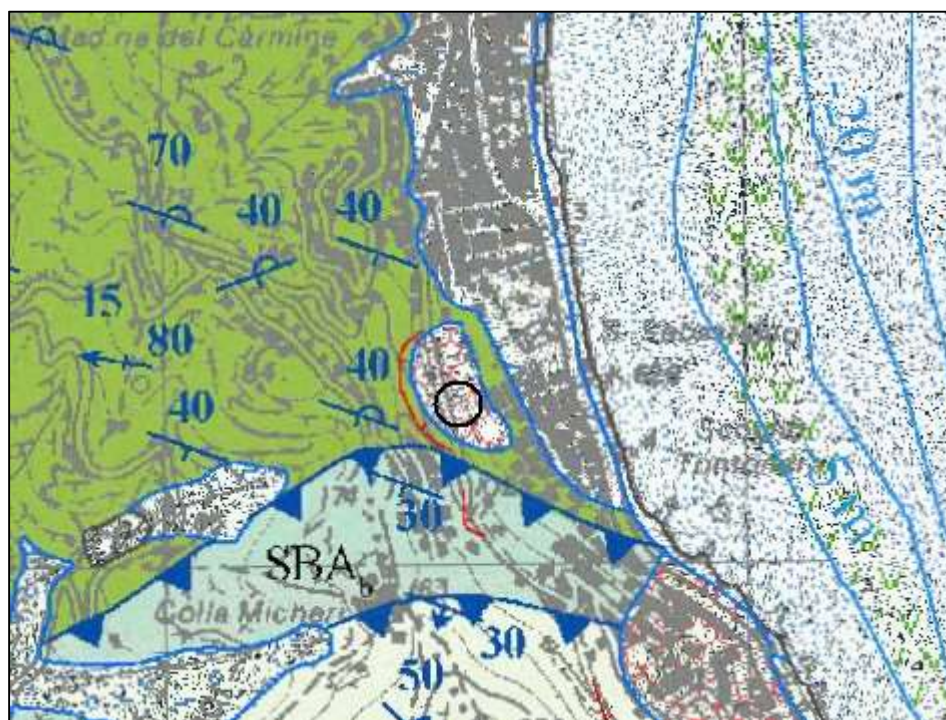


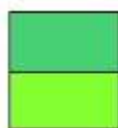
fig. 2 - CGR Foglio Imperia



### Detrito di versante

Depositi di versante di origine gravitativa di spessore variabile, costituiti da materiali eterometrici, spigolosi talora con prevalenza di grossi blocchi, non cementati con scarsa matrice.

**OLOCENE**



TES<sub>1</sub>  
TES<sub>2</sub>

#### FORMAZIONE DI TESTICO

Alternanze ritmiche di areniti quarzoso-micacee da grossolane a medio-fini, gradate, con intercalazioni di calcilutiti in strati sottili e di peliti più o meno siltose. Non rare le intercalazioni di strati di calcari marnosi e marne. (TES<sub>2</sub>; Membro di "Cesio" - Foglio 244 - "Ormea").

Marne più o meno calcaree ed arenacee grigio-azzurre, con patina di alterazione giallo-grigiastria, a stratificazione spesso non evidente, con intercalazione di strati, di spessore da 10 a 80 cm, di calcari marnosi; presenti, soprattutto verso la base, calcari quarzosi grossolani (TES<sub>1</sub>; Membro di "Pieve di Teco" - Foglio 244 "Ormea").

TES<sub>1</sub> è attribuito al **CRETACICO INF.- CENOMANIANO ?**

TES<sub>2</sub> al **TURONIANO SUP.** (Zona a *Eiffellithus eximius*)

### 2.3 Elementi Idrogeologici

Nella zona in esame i deflussi superficiali hanno luogo per ruscellamento diffuso; la strada comunale e la strada privata di accesso rappresentano una via preferenziale di deflusso intercettando una parte di quelli superficiali. Non si esclude la possibilità di una modesta circolazione idrica lungo la superficie di contatto tra materiali detritici ed il substrato roccioso. Non sono stati riscontrati fenomeni di erosione attiva.

## 3. CARATTERISTICHE GEOFISICHE DEL SITO

### 3.1 Indagine Re.Mi

Per l'indagine Re.Mi è stata utilizzata la seguente strumentazione:

- sismometro Abem Terraloc Mark 6 - 24 canali 18 bit di dinamica + 3 IFP
- 12 geofoni di frequenza caratteristica pari a 4.5 Hz nel Profilo
- 1 cavo geofonico da 12 prese.

Le tracce sismiche sono state acquisite lungo il profilo secondo la seguente geometria:

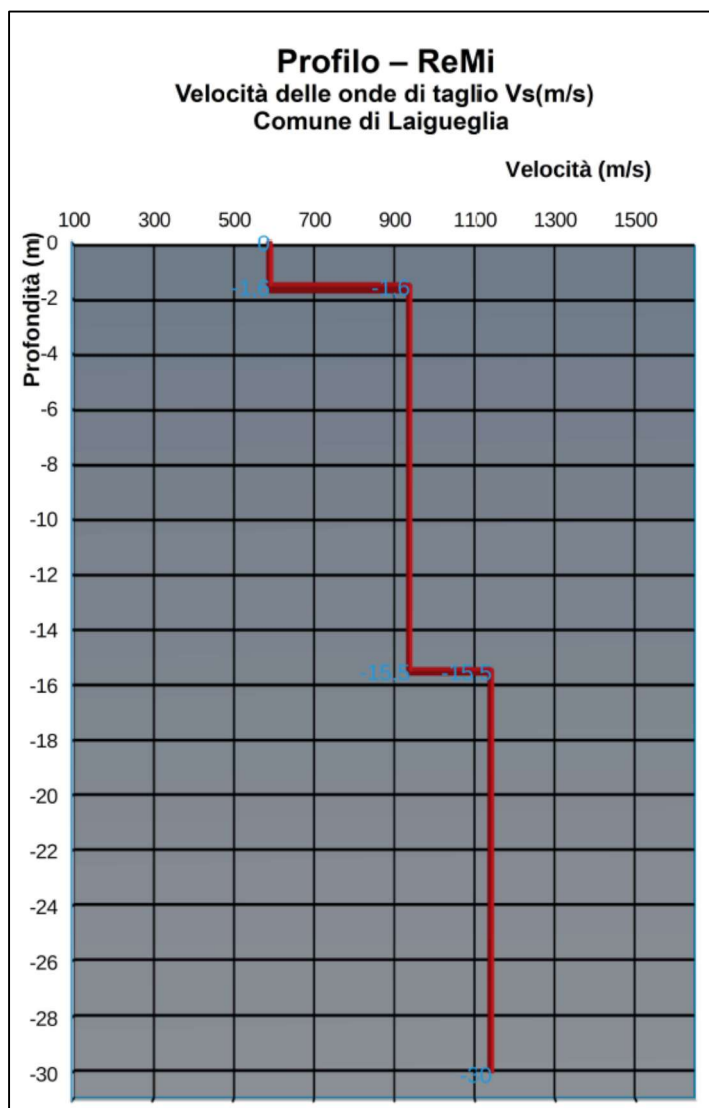
\* profilo S g-spacing 3,00 m;

\* lunghezza totale della stesa di 30,00 m.

Il segnale sismico è stato acquisito con passo di campionamento di 2 ms e con numero di campioni di 16384; tali parametri hanno consentito di registrare segnali sismici di lunghezza pari a 32768 ms.

Viene di seguito riportato la tabella riassuntiva delle risultanze dell'indagine Re.Mi e viene indicato il valore della Vs eq.

PROFILO Vs		
Punto	Profondità (m)	Vs (m/s)
1	0	590
4	-1,6	590
5	-1,6	937
6	-15,5	937
7	-15,5	1140
8	-30	1140



#### Calcolo della Vs eq

La Vs equivalente è la velocità media di propagazione delle onde di taglio nel terreno compreso tra il piano di campagna ed il substrato roccioso ( $V_s > 800$  m/s) e viene calcolata dalla seguente formula:

dove:  $h_i$  e  $V_i$  indicano rispettivamente lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio dello strato  $i$ -esimo;  $H$  è la profondità del substrato roccioso ( $V_s > 800$  m/sec).

In questo caso, essendo stata riscontrata una  $V_s > 800$  m/s a profondità minore di 3m si ha un suolo di fondazione di categoria A

### 3.2 Zonazione sismica

Con riferimento al OPCM 3519 del 2006 e DGR n.216 del 17/03/2017, il Comune di Laigueglia ricade in **seconda categoria sismica** e quindi è caratterizzato da un valore di accelerazione massima orizzontale del suolo,  $a_g \leq 0.25$  m/s<sup>2</sup>.

Il suolo di fondazione delle opere in progetto rientra nella categoria A, ovvero “*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi*” caratterizzati da valori delle onde di taglio superiori a 800 m/sec, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 3m.

Il versante rientra nella categoria topografica T2 ovvero con inclinazione media  $> 15^\circ$ .

**CATEGORIA TERRENO: A**

**CATEGORIA TOPOGRAFICA: T2**

### 3.3 Azione sismica

Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla pericolosità sismica di base del sito di costruzione.

Quest'ultima viene definita in termini di:

- accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero;
- ordinate dello spettro di risposta elastico.

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento, a partire dai valori dei seguenti parametri sismici:

- $a_g$  accelerazione orizzontale massima al sito;
- $F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T_R$  periodo di ritorno del sisma;
- $T^*C$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Utilizzando il programma GEOSTRU PS vengono inseriti i seguenti dati:

- le coordinate geografiche decimali del sito in esame;
- la classe d'uso dell'opera in progetto;
- la vita nominale dell'opera in progetto;
- la categoria di sottosuolo (A, B, C, D, E);
- la categoria topografica  $T_n$  (T1, T2, T3, T4).

Si ottengono quindi i parametri ed i coefficienti sismici relativi alle opere in progetto per i diversi stati limite:

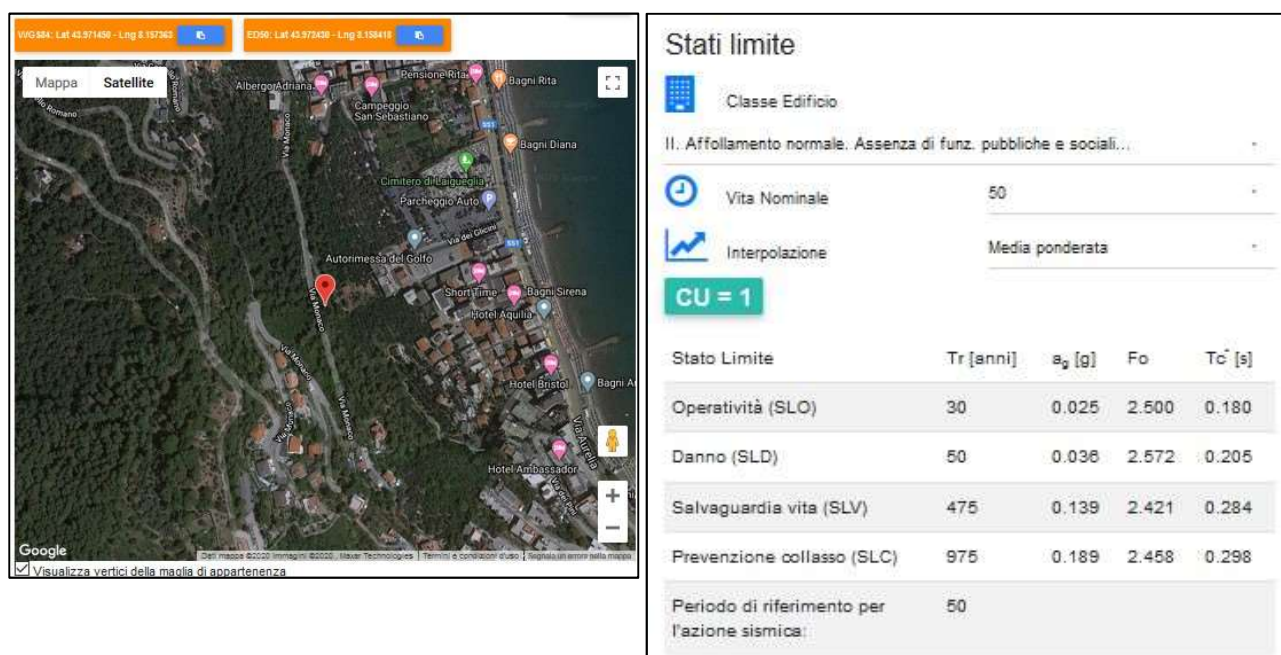
SLO (stato limite di operatività); SLD (stato limite di danno); SLV (stato limite della vita); SLC (stato limite di collasso).

Oltre ai parametri sismici sopra citati si ottengono i seguenti coefficienti sismici:

- $S_s$  coeff. di amplificazione stratigrafica; -  $S_t$  coeff. di amplificazione topografica; -  $C_c$  coeff. categoria di sottosuolo; -  $K_h$  e  $K_v$  coeff. sismici orizz. e vert.

**In base al Decreto n. 3685 del 21.10.2003 le opere in progetto ricadono nella Classe d'Uso IV trattandosi di strutture ed impianti di trasmissione.**

**Vengono di seguito forniti i parametri ed i coefficienti sopra definiti.**





**Coefficienti sismici**

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m): 1      us (m): 0.1

Cat. Sottosuolo: A

Cat. Topografica: T2

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,00	1,00	1,00	1,00
CC Coeff. funz categoria	1,00	1,00	1,00	1,00
ST Amplificazione topografica	1,20	1,20	1,20	1,20

☐ Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]: 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.006	0.009	0.045	0.061
kv	0.003	0.004	0.022	0.031
Amax [m/s²]	0.294	0.421	1.634	2.226
Beta	0.200	0.200	0.270	0.270

#### 4. ASPETTI NORMATIVI

##### 4.1 Piano di Bacino del Torrente La Liggia

##### Carta della Suscettività al Dissesto



L'intervento ricade in area classificata **Pg3b** – ovvero suscettività al dissesto **ALTA**.

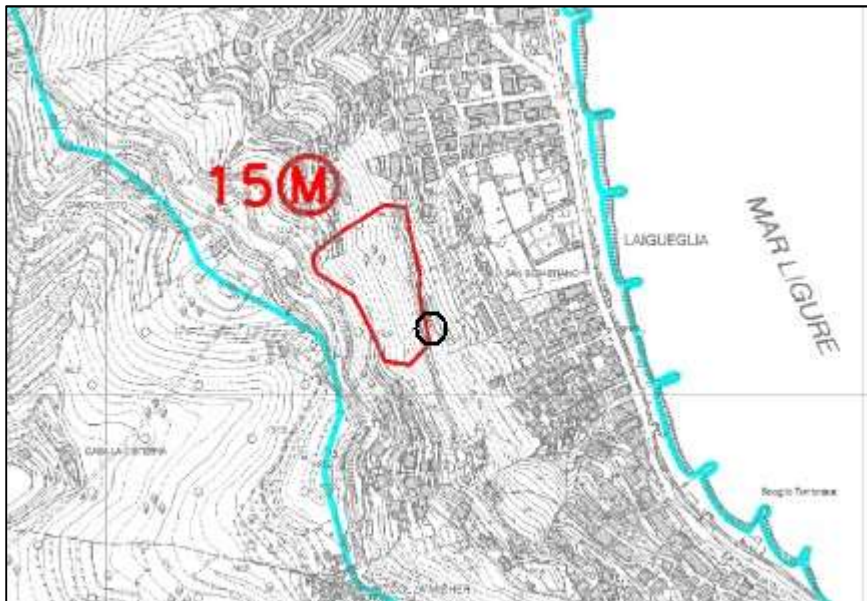
Si fa rilevare che la porzione di versante a lato dell'area d'intervento è stata consolidata in occasione di un intervento per allargare la strada privata di accesso alla proprietà.

L'intervento in progetto prevede l'inserimento di micropali, sia nel tratto a valle della strada comunale sia a sostegno dell'impianto di telefonia.

Lo spessore delle coperture detritiche è compreso tra 1m e 3m.

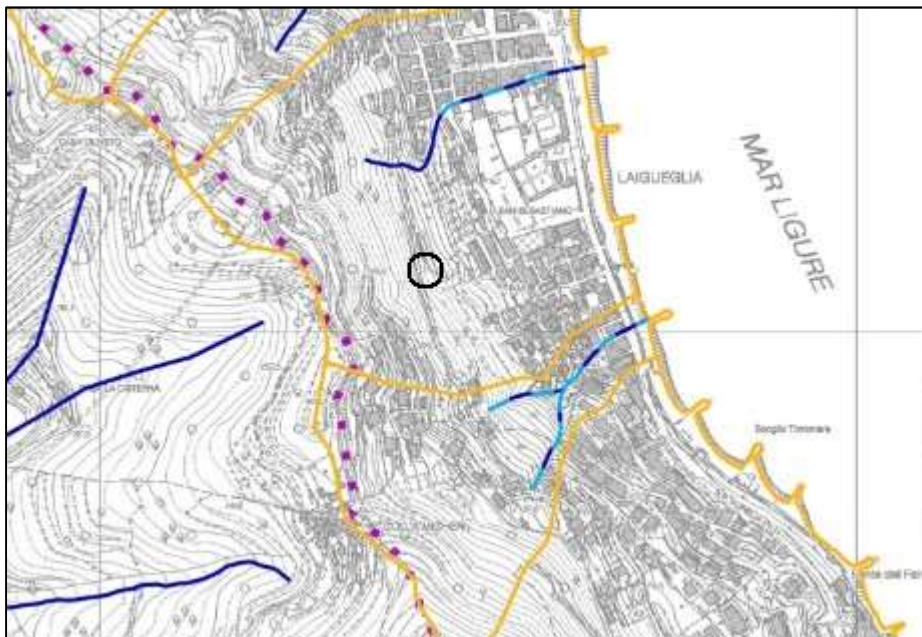
Non sono state riscontrate situazioni di instabilità o erosione attiva.

### ***Carta degli Interventi***



Lungo la porzione di versante a monte della strada comunale (quindi all'esterno dell'area d'intervento) è previsto un intervento di monitoraggio.

### ***Reticolo idrografico Regione Liguria***



L'area d'intervento ricade ad oltre 40m da qualsiasi corso d'acqua



#### 4.3 Vincolo Idrogeologico



L'area **ricade** in zona sottoposta a vincolo idrogeologico (R.D.L. 30 dicembre 1923, n.3267; Legge Regionale 4/99).

#### 5. ANALISI GRANULOMETRICA SPEDITIVA

Al piede della scarpata poco più a valle dell'area d'intervento è stato prelevato un campione di terreno per l'esecuzione di un'analisi granulometrica speditiva, utilizzando soltanto i setacci ASTM n° 10 (2.00mm), 40 (0.42mm) e 200 (0.074mm), con lo scopo di quantificare le percentuali di ghiaia, sabbia e frazione fine presenti nel terreno e contribuire a stimare le principali caratteristiche geotecniche del terreno di copertura che sarà interessato dall'intervento in progetto. Dal rapporto di prova allegato si rileva che il terreno analizzato è costituito da una sabbia con ghiaia limoso-argillosa, con le seguenti caratteristiche granulometriche principali:

***ghiaia: circa 35%; sabbia: circa 39%; limo/argilla: circa 26%***

#### 6. PROVE SCLEROMETRICHE SU AMMASSO ROCCIOSO

Sul affioramento roccioso lungo la scarpata immediatamente a monte della strada comunale sono state eseguite prove sclerometriche utilizzando un martello di Schmidt (modello L – energia d'impatto pari a 0.075 kgm).

Nella tabella sotto esposta si riportano i valori dei rimbalzi ed i valori corretti in funzione della posizione dello sclerometro, di 10 prove ritenute più significative e attendibile.

Rimbalzo	Rimbalzo corretto	inclinazione sclerometro
20	16.6	0°
20	16.6	0°
22	18.6	0°
18	14.6	0°
24	20.6	0°
22	18.6	0°
18	14.6	0°
20	16.6	0°
20	16.6	0°
18	14.6	0°

Per calcolare il valore di rimbalzo rappresentativo, l'ISRM suggerisce di eseguire la media aritmetica dei cinque valori maggiori. In questo caso tale valore è pari a **18.2**.

Per la correlazione tra il rimbalzo R ed il carico di rottura si utilizzano le espressioni che seguono:

- $\log \sigma_c = 0.00088 \gamma R + 1.01$  (Miller 1965)
- $\log \sigma_c = 0.0165 R + 1.13$  (Fukui & al)
- $\sigma_c = 0.1146 R^{1.687}$  (proposta da Alberto Bruschi – “Meccanica delle Rocce” 1998)

dove:  $\sigma_c$ , carico di rottura, è espresso in MPa.

Con un valore medio di rimbalzo pari a 18.2 (ed assumendo un peso di volume pari a 25.0 kN/m<sup>3</sup>) si ottengono i seguenti carichi di rottura:

25.70 MPa (Miller);  
26.90 MPa. (Fukui & al);  
15.30 MPa (Bruschi).

## 6. STRATIGRAFIA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Sulla base del rilievo di superficie, delle risultanze dell'indagine Re.Mi e dai dati ottenuti dalla relazione geologica e progetto del 2015 per l'allargamento della strada privata è stato possibile ricostruire la sezione geologica interpretativa allegata; inoltre, l'esecuzione dell'analisi granulometrica e delle prove sclerometriche ha permesso di assegnare i principali parametri geotecnici medi ai terreni che saranno interessati dalla stazione di telefonia.

Per la classificazione dell'ammasso roccioso è stato utilizzato il sistema GSI di Hoek ed il programma RocLab, assegnando un indice GSI pari a 30

### 6.1 Stratigrafia

Nell'area interessata dall'intervento si riscontra uno spessore di materiale detritico medio grossolano compreso tra 1.5m immediatamente a valle della strada comunale e 3.00m lungo la porzione di versante a monte della strada privata.

Il materiale detritico di copertura è costituito prevalentemente da ghiaia, sabbia, blocchi di pietra e abbondante frazione fine limoso argillosa.

## 6.2 Parametri geotecnici medi

### *\* materiale detritico medio-grossolano di copertura (spessore massimo 3m)*

- peso di volume naturale: 19 kN/m<sup>3</sup>;
- peso di volume saturo: 20 kN/m<sup>3</sup>;
- angolo di attrito interno: 35°;
- coesione non drenata: 50 kPa;

### *\* substrato roccioso (marna calcareo-arenacea)- indice GSI: 30*

- peso di volume naturale: 25 kN/m<sup>3</sup>;
- resistenza alla compressione monoassiale: 20 MPa
- modulo elastico della roccia intatta: 10000 Mpa;
- coesione dell'ammasso roccioso: 0.40 MPa;
- angolo di attrito dell'ammasso roccioso: 30°;
- modulo di deformazione dell'ammasso roccioso: 1000 Mpa

## 7. TERRE E ROCCE DA SCAVO

In accordo con quanto raccomandato dalla normativa vigente, ovvero, il DPR n.120 del 13/06/2017 in vigore dal 22/08/2017, che stabilisce la disciplina sulla gestione delle terre e rocce da scavo, si fa rilevare che le opere in progetto non sono soggette a VIA o ad AIA e lo scavo è inferiore a 6000 mc. Inoltre si fa rilevare che l'area d'intervento:

- non è stata interessata da attività o eventi potenzialmente contaminanti;
- ricade in area residenziale e/o agricola boschiva;
- non ricade nelle vicinanze di strade ad elevata percorribilità;
- non ricade nelle zone di cui alla carta delle "pietre verdi" (DGR 859/2008).

Il materiale proveniente da eventuali scavi potrà essere utilizzato in sito per riempimenti e livellamenti del terreno previsti dal progetto; eventuale materiale in eccedenza dovrà essere conferito ad altro sito o discarica autorizzata con le modalità previste dalla suddetta normativa e a cura dell'impresa incaricata di eseguire gli scavi.

## 8. CONCLUSIONI

Il progetto prevede di installare una nuova stazione di telefonia cellulare costituita da un palo in carpenteria metallica di altezza 18m ancorata ad una platea in c.a. che occuperà una superficie di circa 48m<sup>2</sup>. La stazione sarà posizionata lungo il versante nel tratto compreso tra la strada comunale a monte e la strada privata sterrata a valle (cfr. allegata planimetria).

Per quanto concerne la fase esecutiva si forniscono le seguenti indicazioni operative:

- prima di iniziare l'intervento si dovrà provvedere alla messa in sicurezza del lato di valle della strada comunale attraverso la messa in opera di una paratia di micropali che si svilupperà lungo il ciglio del fronte di scavo in progetto; si suggerisce di inserire i pali anche sul tratto più in quota dei fronti di scavo laterali;
- successivamente si potrà procedere con la fase di scavo fino alla quota di fondazione profilando i fronti laterali (per la porzione che interessa i terreni sciolti di copertura nei tratti di altezza inferiore e non sostenuti da micropali) con inclinazione di circa 45° per consentire condizioni di massima sicurezza;
- si procederà, infine, con l'inserimento dei micropali a sostegno del lato di valle della platea di fondazione e la messa in opera dei muri di contenimento dei fronti laterali;



- i muri di contenimento dovranno essere dotati di più file di fori di scolo e canaletta alla base per lo smaltimento delle acque d'infiltrazione; tali acque dovranno essere convogliate alla cunetta lungo il lato di monte della strada privata a valle.

Sulla base di quanto fin qui esposto e fatto salvo per le prescrizioni impartite, si dichiara quanto segue:

- **gli interventi in progetto non pregiudicano la stabilità del versante, anzi hanno lo scopo di conferire allo stesso migliori condizioni di stabilità e sicurezza;**
- **gli interventi in progetto non pregiudicano la possibilità di attuare le previsioni di piano e la sistemazione idrogeologica definitiva;**
- **gli interventi in progetto, con l'inserimento dei micropali, sono compatibili con i contenuti del Piano di Bacino e le Norme di attuazione del piano stesso;**
- **gli interventi in progetto sono compatibili con la presenza su territorio del vincolo idrogeologico;**
- **l'indagine geologica eseguita è compatibile con le norme geologico-tecniche previste dallo strumento urbanistico comunale vigente.**

Geol. Alessandro Mirengi

Albissola Marina, 18 luglio 2020

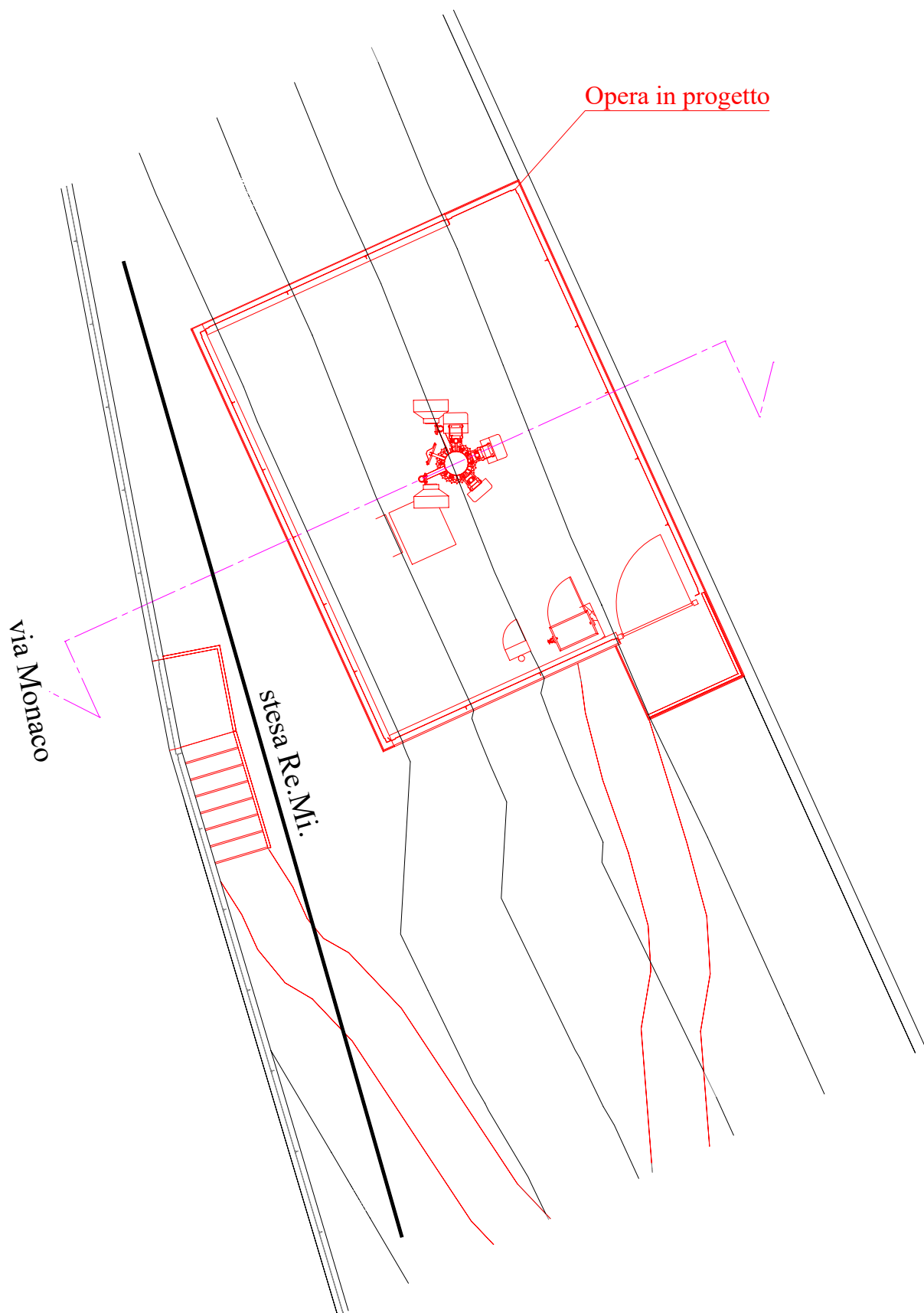
#### ALLEGATI

- \* planimetria, scala 1:100;
- \* sezione geologica interpretativa, scala 1:100;
- \* rapporto di analisi granulometrica;
- \* elaborato RocLab



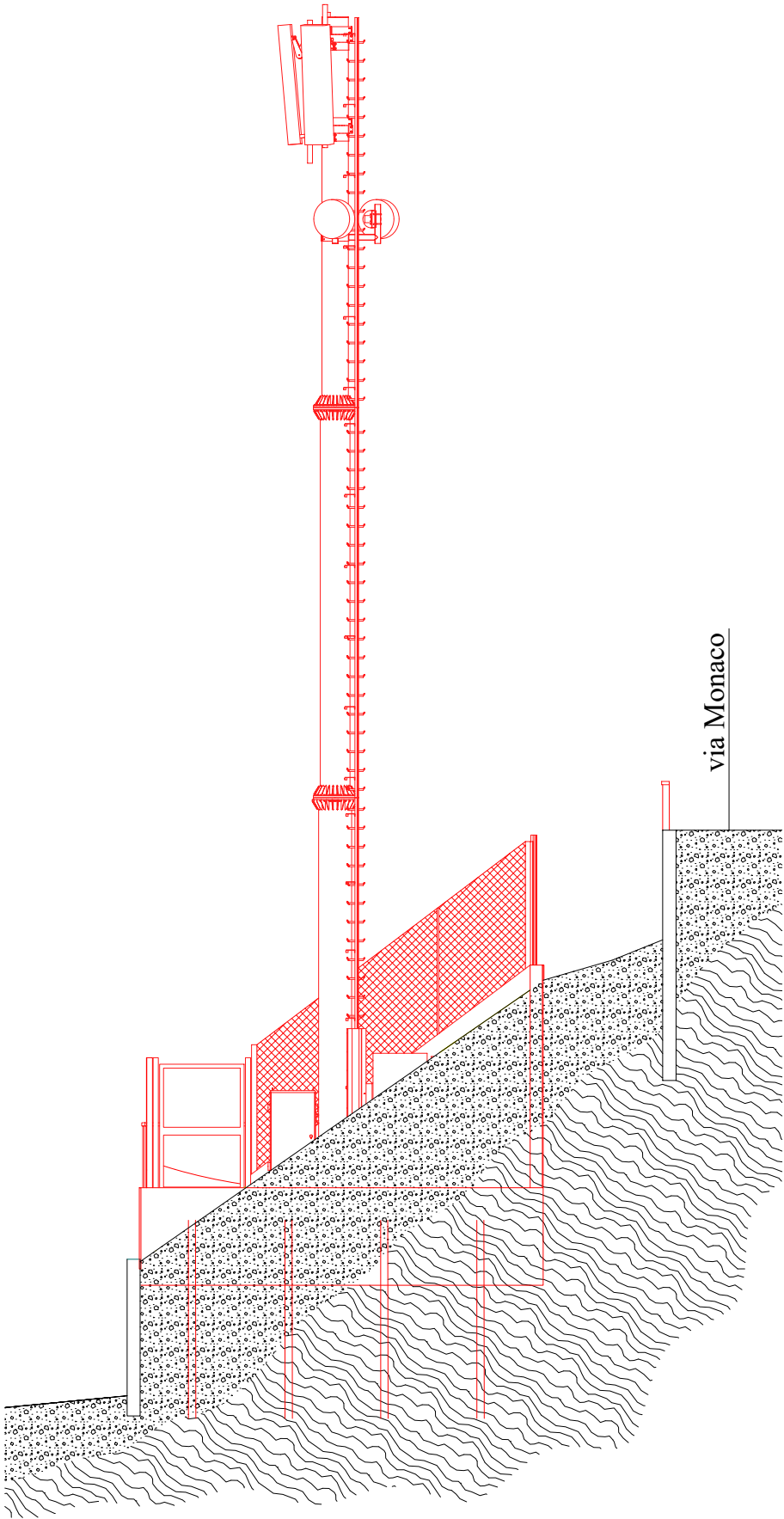
# PLANIMETRIA

Scala 1:100



SEZIONE GEOLOGICA INTERPRETATIVA

SCALA 1:100



LEGENDA



Materiale detritico



Roccia in posto



## ANALISI GRANULOMETRICA

<b>Committente:</b> AREA TECNICA S.r.l.	<b>Campione:</b> CR 1
<b>Lavoro:</b> stazione di telefonia cellulare	<b>Profondità:</b> piede scarpata.
<b>Località:</b> Via Monaco - Laigueglia (SV) - Impianto SV 175	<b>Data prelievo:</b> 28/05/2020
	<b>Data esecuzione prova:</b> 08/06/2020

Analisi granulometrica mediante setacciatura				Peso totale materiale		M (gr) =	1180
	Setacci ASTM N°	Apertura maglie (mm)	Peso terreno trattenuto (gr)	Parziale dei trattenuti %	Totale dei trattenuti %	Totale dei passanti %	
	10	2,00	409,00	34,66	34,66	65,34	
	40	0,42	228,00	19,32	53,98	46,02	
	200	0,074	234,00	19,83	73,81	26,19	
	Fondo		309,00				

### Caratteristiche granulometriche

<b>D (60%) =</b>	<b>% ghiaia</b>	<b>% sabbia</b>	<b>% limo/arg</b>
<b>D (10%) =</b>	<b>34,66</b>	<b>39,15</b>	<b>26,19</b>

Geol. Alessandro Mirengi



### Analysis of Rock Strength using RocLab

#### Hoek-Brown Classification

intact uniaxial comp. strength ( $\sigma_{ci}$ ) = 20 MPa  
 GSI = 30     $m_i$  = 10    Disturbance factor (D) = 0  
 intact modulus ( $E_i$ ) = 10000 MPa

#### Hoek-Brown Criterion

$m_b$  = 0.821     $s$  = 0.0004     $a$  = 0.522

#### Mohr-Coulomb Fit

cohesion = 0.704 MPa    friction angle = 24.60 deg

#### Rock Mass Parameters

tensile strength = -0.010 MPa  
 uniaxial compressive strength = 0.344 MPa  
 global strength = 2.193 MPa  
 deformation modulus = 813.83 MPa

