



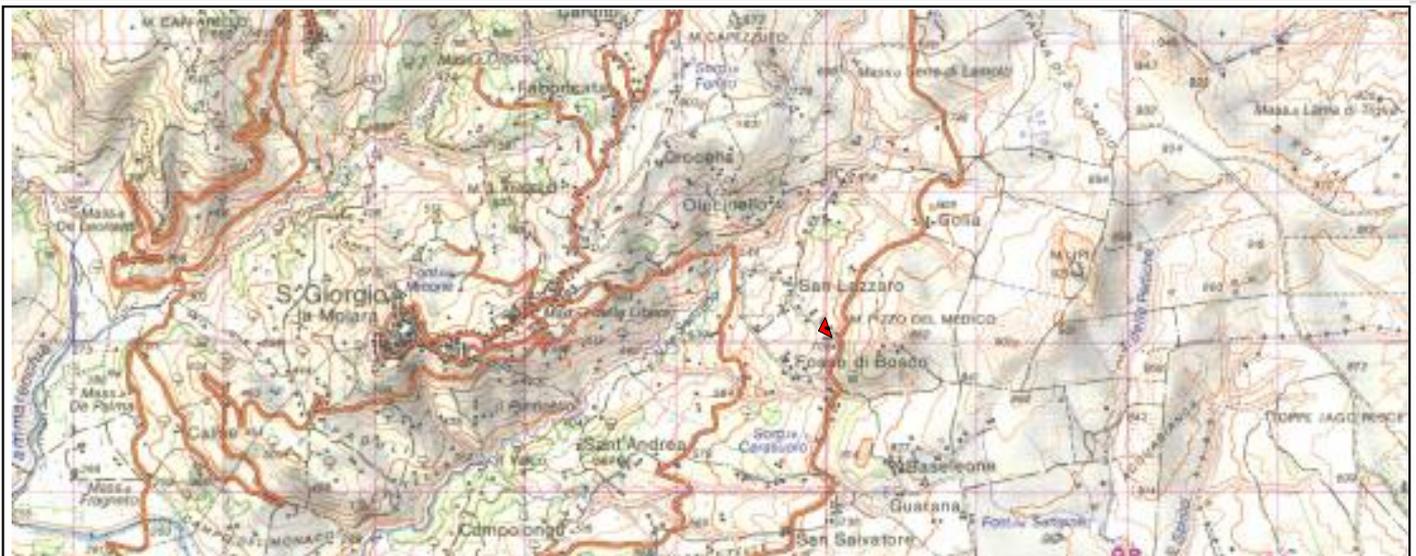
# PROVINCIA DI BENEVENTO

## OGGETTO:

S.P. N.°45 KM 11 – LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA DEL MOVIMENTO FRANOSO ALLA LOCALITÀ FOSSO DI BOSCO DEL COMUNE DI SAN GIORGIO LA MOLARA E RIPRISTINO DEL PIANO VIABILE

EPSG: 32633 - ai sensi della NTC/2018

**COMMITTENTE: Provincia di Benevento - SETTORE TECNICO**



Anno:  
2020

ELABORATO:  
Relazione **Geologica**

N°

IL GEOLOGO: Dott. Francesco Barbato

VISTI E ANNOTAZIONI

<b>ELENCO ELABORATI</b>	
<b>REL.01</b>	RELAZIONE GEOLOGICA CON ALLEGATI
	<b>ALLEGATO 1</b> ESITI DELLE INDAGINI GEOFISICHE DEL TIPO MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)
	<b>ALLEGATO 2</b> ESITI INDAGINI GEOLOGICHE
	<b>ALLEGATO 3</b> ESITI ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO
	<b>ALLEGATO 4</b> ELABORAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DEL TIPO S.P.T. (Standard Penetration Test)
	<b>ALLEGATO 05</b> VERIFICA DI STABILITA' DEI VERSANTI IN FRANA
	<b>ALLEGATO 06</b> ASSEVERAZIONE
	<b>ALLEGATO 07</b> DOCUMENTO DI RICONOSCIMENTO
<b>1</b>	CARTA COROGRAFICA
<b>2</b>	PLANIMETRIA CATASTALE
<b>3</b>	CARTA GEOLOGICA
<b>4</b>	CARTA UBICAZIONE DELLE INDAGINI
<b>5</b>	CARTA DELLA FRANOSITA' GENERALE E DETTAGLIO
<b>6</b>	MODELLO ALTIMETRICO
<b>7</b>	CARTA AUTORITA' DI BACINO
<b>8</b>	MODELLAZIONE GEOLOGICO-TECNICA E SISMICA
<b>9</b>	CARTA IDROGEOLOGICA

# Relazione Geologica

---

**S.P. N.°45 KM 11 – LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA  
DEL MOVIMENTO FRANOSO ALLA LOCALITÀ FOSSO DI  
BOSCO DEL COMUNE DI SAN GIORGIO LA MOLARA E  
RIPRISTINO DEL PIANO VIABILE**



**DOTT. FRANCESCO BARBATO**

20/3/2020

Autore: ADMIN



## Sommario

PREMESSA .....	2
INDIVIDUAZIONE DELL'AREA, TOPOGRAFIA E GEOMORFOLOGIA .....	3
INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	5
CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE .....	7
RELAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI.....	8
STABILITÀ GEOMORFOLOGICA.....	12
VALUTAZIONE DEL RISCHIO SISMICO.....	16
RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO .....	18
CONCLUSIONI .....	21
NOTE:.....	22

## PREMESSA

L'anno **2019**, con **determina dirigenziale n.° 2317 del 09/10/2019**, il Dottor Geologo Francesco Barbato, (regolarmente iscritto all'Ordine Regionale dei Geologi della Campania con rif. **1711**), veniva incaricato dall'Ente Provincia di Benevento di stilare la presente relazione geologica a sostegno del progetto di **S.P. n. 45 Km 11 - lavori di messa in sicurezza del movimento franoso alla località "Fosso di Bosco" Del Comune di San Giorgio La Molara (Bn) e ripristino del piano viabile.**

Tanto premesso il sottoscritto come richiesto dalla **PROVINCIA DI BENEVENTO** ha provveduto alla realizzazione di indagini geognostiche e geofisiche puntuali onde ricostruire l'assetto stratigrafico locale e definire le caratteristiche fisico meccaniche dei terreni affioranti in corrispondenza di fenomeni franosi in atto che hanno destabilizzato l'assetto viario lungo il tratto stradale sopra citato. Quindi si vuole sottolineare che il presente studio è volto al ripristino dell'assetto stradale e non alla sistemazione di interi versanti in dissesto.

In Particolare, durante la fase di esplorazione del sottosuolo nell'area oggetto di studio sono state eseguite le seguenti prove in situ:

- N°2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo;
- N° 3 prove penetrometriche del tipo SPT (standard-penetration-test);
- N° 1 prove geofisiche di superficie del tipo MASW;
- N° 3 analisi geotecniche di laboratorio.

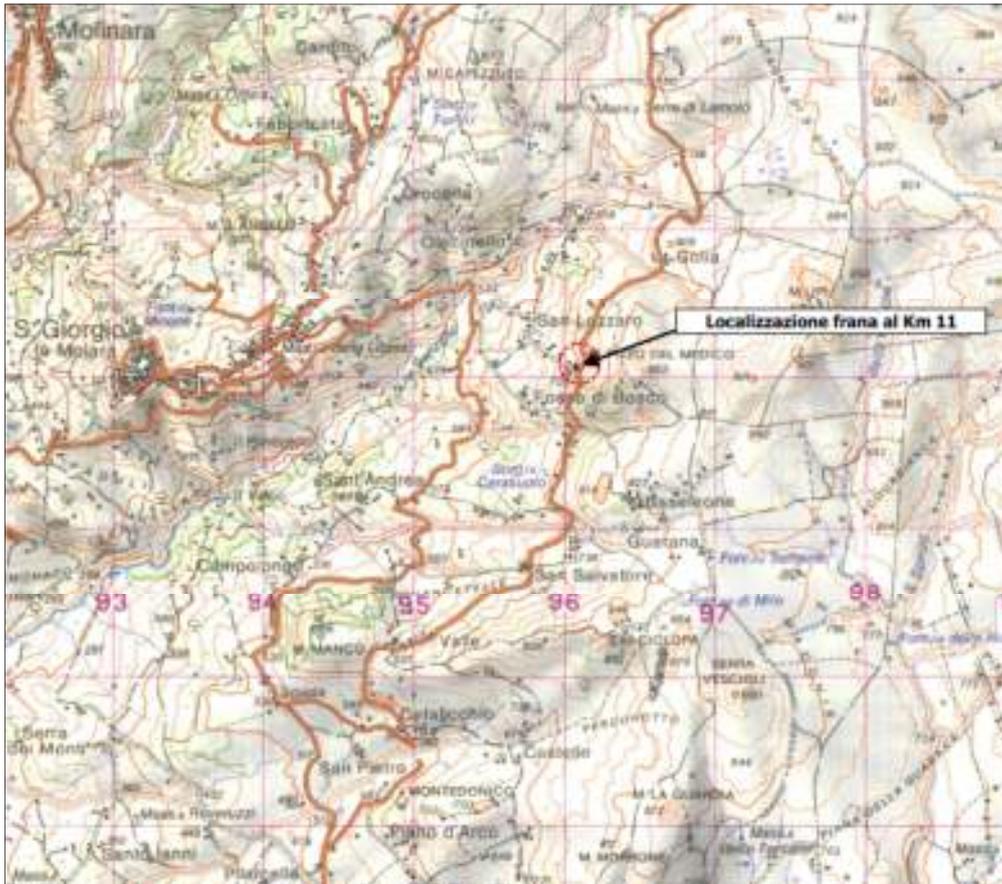
## INDIVIDUAZIONE DELL'AREA, TOPOGRAFIA E GEOMORFOLOGIA

Il presente studio riguarda interventi di ripristino dell'assetto stradale in punti colpiti da fenomeni franosi in atto.

Tali eventi ricadono nel territorio del Comune di San Giorgio La Molara (Bn). L'andamento morfologico del paesaggio è collinare. La frana si colloca **ad est del centro urbano** del Comune di San Giorgio La M.

Tale fenomeno franoso appare in superficie con le caratteristiche proprie di uno scorrimento rotazionale evolvente a colamento nella parte basale. Tali dissesti sono tipici dell'area oggetto di studio e si instaurano nei terreni di natura flyschoidi ed argillosa con un'area di alimentazione, una di scorrimento ed una di accumulo.

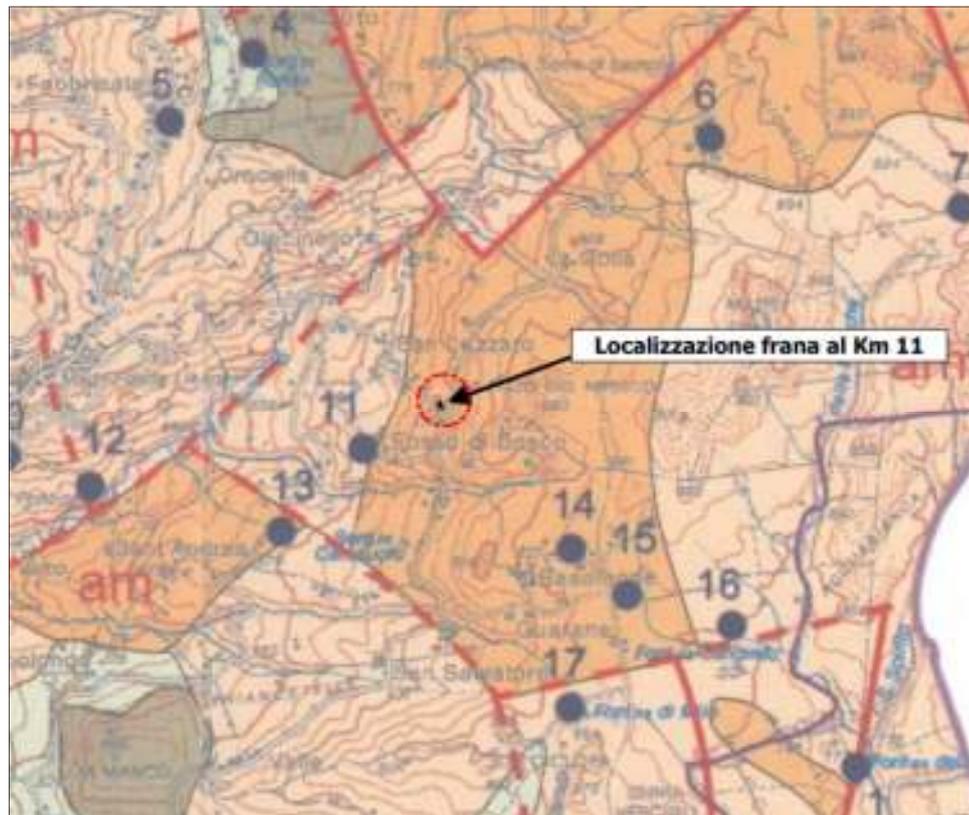
Fattore predisponente ai dissesti ricorrenti è sicuramente la presenza di acqua che durante i periodi di maggiore piovosità tende ad infiltrarsi nelle crepe delle rocce e con il gelo aumentando di volume le spacca fino a sgretolarle. Inoltre quando il pacco di strati calcarei o calcareo-marnosi ed argillosi sono disposti a "franapoggio" rispetto al versante i livelli idrici tendono anche ad innescare dissesti e la forza di gravità unita alla pendenza elevata li fa scivolare verso pendenze minori.



Come si può notare dalle carte corografiche riportate, il reticolo idrografico non ancora ha raggiunto un corso ben definito e le acque di ruscellamento superficiale scorrono in maniera selvaggia scavando solchi e rimodellando continuamente l'attuale forma dei versanti costituenti il comprensorio di **San Giorgio La Molara**. La morfologia del territorio è condizionata sia da eventi naturali che antropici. Tra i fenomeni naturali sono da ricordare i movimenti di versante che determinano un'area mediamente instabile ed in continua evoluzione mentre tra i fenomeni di origine antropica sono da considerare le scarpate, i tagli ed i solchi artificiali.

## INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il fenomeno franoso al km 11 ricade nella carta geologica d'Italia dell'I.G.M. nel Foglio Geologico al 100.000 N° **173 "Benevento"**



Come si può osservare nella legenda di seguito riportata, i terreni interessati dal dissesto sono prevalentemente di natura argillo-arenacee alternanti a livelli di calcareniti e marne di età miocenica.

	<b>Complesso arenaceo-molassico</b> Sabbioni ed arenarie grigio-giallastre, talora gradate; argille arenacee grigio-azzurrognole, talora alternanti a livelli di calcareniti e marne; lenti di puddinghe poligeniche. (Miocene)
	<b>Complesso calcarenitico</b> Breccie, calcareniti, arenarie quarzose e calcari cristallini, talora con liste e noduli di selce, associate, nella parte basale, a livelli di marne ed argille policrome e talvolta anche a diaspri bruni e rossastri; marne policrome scagliate con intercalazioni calcaree, calcareniti e breccie. (Miocene)
	<b>Complesso argilloso-marnoso</b> Argille e marne siltose, grigie e varicolori, con intercalazioni di calcari e calcari mamosi, di calcareniti con liste di selce bruna, di arenarie talora grossolane. (Oligocene)



FOTO N.1: nella foto sono evidenti, poco a monte dell'area di studio le alternanze degli strati calcareo - marnosi ed argillosi disposti a franapoggio rispetto al versante.



FOTO N.2: dettaglio delle alternanze degli strati calcareo - marnosi ed argillosi disposti a franapoggio rispetto al versante.

## CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

La stagione in cui si registra il maggiore apporto idrico nell'area investigata è l'Autunno. In questo periodo, il ruscellamento superficiale dell'acqua piovana, esplica la sua azione di alterazione maggiormente sui sedimenti Sabbiosi ed Argillo-Sabbiosi affioranti nel comprensorio di **San Giorgio La Molara**.

Nell'area di studio, i tagli naturali ed artificiali, convogliano le acque nei solchi dei valloni con portate modeste e regime tipicamente torrentizio con magre estive e piene invernali.

I terreni di diretto interesse, sono soggetti ad una percolazione acquifera in grande legata alla porosità con una permeabilità primaria medio-bassa in corrispondenza della frazione Argillo-Sabbiosa, media in presenza di banchi Sabbiosi e medio-alta dove affiorano blocchi carbonatici fratturati.

Durante la fase investigativa non sono state intercettate falde significative ma solo una **circolazione idrica episupeficiale a carattere stagionale**.

Nella carta idrogeologica, sono stati distinti complessi di terreni a permeabilità differenti:

## RELAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI

Nel corso della campagna geognostica, in accordo con la progettazione, sono stati realizzati n. **2** sondaggi geognostici a carotaggio continuo con sonda cmv600mkd con carotiere semplice  $\Phi$  101mm lungo la strada provinciale **45 al km 11** in corrispondenza del dissesto in atto dovuto alla evoluzione di un fenomeno franoso il cui coronamento ha destabilizzato l'assetto viario, attualmente in prossimità della carreggiata.

Nel corso della perforazione dei sondaggi geognostici denominati **S1 ed S2** a diverse altezze stratigrafiche sono state eseguite n.° **3** prove geotecniche in sito tipo S.P.T. (standard penetration test) in ciascun sondaggio alle seguenti quote:

<u>Sondaggio</u>	<u>Prova</u>	<u>Profondità</u>	<u>N ° colpi</u>
S1	S.P.T. 1	m 2,50	N (9-11-14)
S2	S.P.T. 1	m 10,30	N (8-12-18)
	S.P.T. 2	m 18,50	N (21/23/27)

La prova SPT si esegue nel corso della perforazione. Consiste nel registrare il numero di colpi necessari per far penetrare di 45 cm nel terreno a fondo foro un tubo campionatore di dimensioni standard, collegato alla superficie mediante batteria di aste in testa alle quali agisce un maglio del peso di 63.5 kg che cade liberamente da un'altezza di 0.76 m.

Durante la prova si misura:

- $N_1$  = numero di colpi di maglio necessari a provocare l'avanzamento del campionatore per i primi 15 cm, assunti come tratto di "avviamento";
- $N_2$  = numero di colpi che provoca la penetrazione del campionatore nei successivi 15 cm;
- $N_3$  = numero di colpi necessari per gli ultimi 15 cm di avanzamento.

**Si assume come resistenza alla penetrazione il valore:  $N_{SPT} = N_2 + N_3$**

Durante la prova è stata utilizzata la seguente attrezzatura standard:

- Aste d'infissione del diametro esterno 50 mm e peso di 7 kg/m;
- testa di battuta di acciaio avvitata sulle aste;
- maglio di acciaio di 63.5 kg;
- dispositivo automatico che consente la caduta del maglio da un'altezza di 0.76 m;
- centratore di guida per le aste fra la testa di battuta e il piano campagna.
- campionatore standard (detto Raymond dalla società che lo ha introdotto per prima). Si tratta di un tubo carotiere avente diametro esterno di 51 mm, spessore 16 mm e lunghezza complessiva comprendente scarpa e raccordo alle aste di 813 mm.
- nei terreni ghiaiosi la scarpa del carotiere viene sostituita da una punta conica di diametro 51 mm, angolo 60°.

Vi sono numerose correlazioni tra la resistenza alla penetrazione ( $N_{SPT}$ ) e i parametri geotecnici dei terreni sia granulari che coesivi.

*Di seguito viene riportata una tabella riassuntiva dei principali parametri geotecnici derivanti dalla elaborazione delle prove penetrometriche eseguite nei fori di sondaggio:*

	Strat	Prof.	Nspt	Tipo	Gamma	Gamma	Fi	Cu	Mod.
		Stra.				Saturo			Edometrico
	(n)	(m)			(t/m <sup>3</sup> )	(t/m <sup>3</sup> )	(°)	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(Kg/cm <sup>2</sup> )
S.1-SPT1	1	3	23,15	Incoerente/Coesivo	2,05	2,46	26,6	0,89	75,02
S.2-SPT1	1	10,8	27,78	Incoerente/Coesivo	2,11	2,5	27,9	1,05	84,53
S.2-SPT2	2	19	46,3	Incoerente/Coesivo	2,22	2,5	33,2	1,64	122,57

In definitiva quindi, a parte la porzione di terreno superficiale, si può ritenere che dal punto di vista geotecnico, i terreni analizzati presentano parametri buoni in virtù di una discreta consolidazione e compattazione subita a partire dalla loro deposizione fino all'attuale.

Nel corso della campagna geognostica inoltre, sono stati prelevati i seguenti campioni indisturbati alle quote riportate in tabella ed inviati in laboratorio geotecnico certificato dal Ministero per le relative analisi geotecniche:

<u>Sondaggio</u>	<u>Campione</u>	<u>Profondità (mt)</u>
S1	C1	8,00 - 8,50
S2	C1	2,00 - 2,50
	C2	14,50 - 15,00

Di seguito si riporta quindi una tabella riepilogativa delle caratteristiche geotecniche dei terreni sottoposti ad analisi di laboratorio:

<b>SONDAGGIO S1</b>	
Profondita mt	10
N. Campione	C1
Prof. Campione mt	8,00- 8,50
Descrizione	Limò con argilla debolmente sabbiosa
Coesione drenata kN/m <sup>2</sup>	21,5
Angolo d'attrito	25,8
Peso di volume naturale kN/m <sup>3</sup>	19,9
Plasticità	Argille non organiche di media plasticità
Limite plastico	17%
Indice di plasticità	14%
Limite liquido	31%
Peso di volume saturo kN/m <sup>3</sup>	20,00

<b>SONDAGGIO S2</b>	
Profondita mt	30
N. Campione	C1
Prof. Campione mt	2,00 - 2,50
Descrizione	Ghiaia sabbiosa limosa debolmente argilloso
Coesione drenata kN/m <sup>2</sup>	7,44
Angolo d'attrito	30,81
Peso di volume naturale kN/m <sup>3</sup>	20,36
Plasticità	-
Limite plastico	-
Indice di plasticità	-
Limite liquido	-
Peso di volume saturo kN/m <sup>3</sup>	20,4

<b>SONDAGGIO S2</b>	
Profondita mt	30
N. Campione	C2
Prof. Campione mt	15,50 - 15,00
Descrizione	Ghiaia con sabbia limosa argillosa
Coesione drenata kN/m <sup>2</sup>	12,55
Angolo d'attrito	28,07
Peso di volume naturale kN/m <sup>3</sup>	20,5
Plasticità	-
Limite plastico	-
Indice di plasticità	-
Limite liquido	-
Peso di volume saturo kN/m <sup>3</sup>	20,8

## STABILITÀ GEOMORFOLOGICA

Analizzati i dati derivanti dal rilevamento geologico, si ritiene necessario curare adeguatamente il drenaggio delle acque di deflusso superficiale mediante opere di drenaggio, onde evitare che l'erosione differenziale, unita ad un aumento della pressione neutrale, influiscano in modo marcato sull'assetto strutturale delle formazioni affioranti in area con conseguente azione demolitrice.



Nella carta della franosità generale riportata negli elaborati grafici, sono state delimitate secondo la legenda appresso riportata, le aree in frana che interessano in parte o del tutto le strade provinciali oggetto di sistemazione e le aree in frana delimitate durante altri studi.



Come si può notare nella medesima carta della franosità, i fenomeni franosi in atto sono ben più estesi dell'area indagata puntualmente, tuttavia considerata la somma messa a disposizione dall'Ente Provincia di Benevento si è ritenuto opportuno concentrare le indagini solo sulla porzione di strada dissestata e da ripristinare.

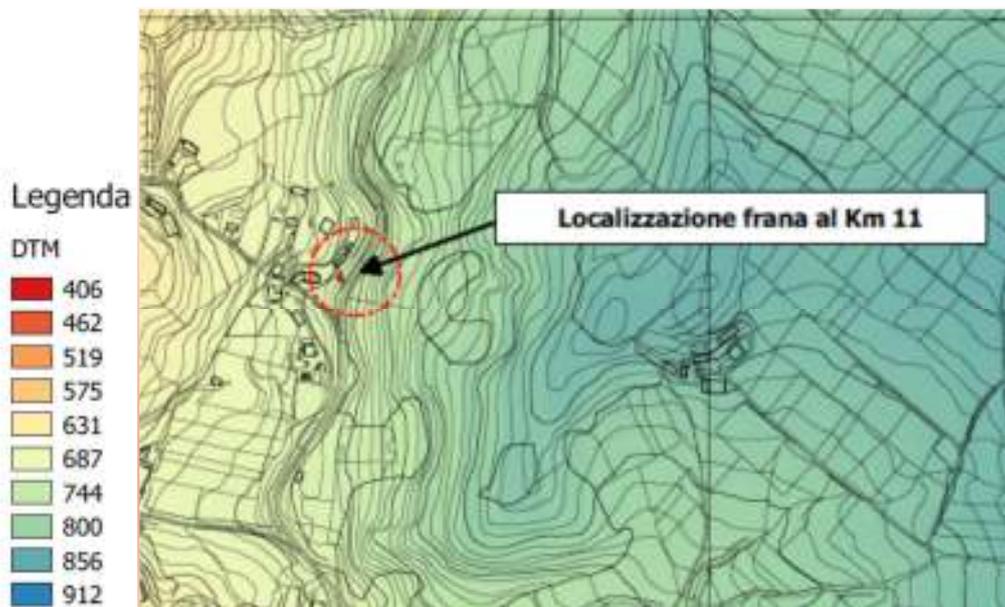
La morfologia dell'area in esame è strettamente legata all'assetto strutturale, alla natura litologica dei terreni ed alla disposizione degli strati rispetto al versante. Si possono distinguere diverse classi di acclività. Il comprensorio del Comune di **San Giorgio La Molara** presenta medie pendenze ed il paesaggio si mostra collinare. In tali zone collinari, si distinguono altre due classi di pendenza, quella relativa alla porzione calcarea e calcareo-marnosa (più elevata) e quella relativa al substrato argillo-sabbioso, che si raccorda con una zona con pendenze più blande. La morfologia dell'area esaminata, è fortemente legata anche alla presenza di movimenti di massa che insieme all'erosione esplicita dai corsi d'acqua, rappresentano il principale processo di modellamento dei versanti.



FOTO N.°3: nella foto è evidente il cumulo di frana e la ubicazione dei sondaggi rispetto alla medesima.

Nella carta delle altimetrie viene evidenziato il passaggio di altitudine da 706 a 718m.s.l.m. per il fenomeno franoso oggetto di studio.

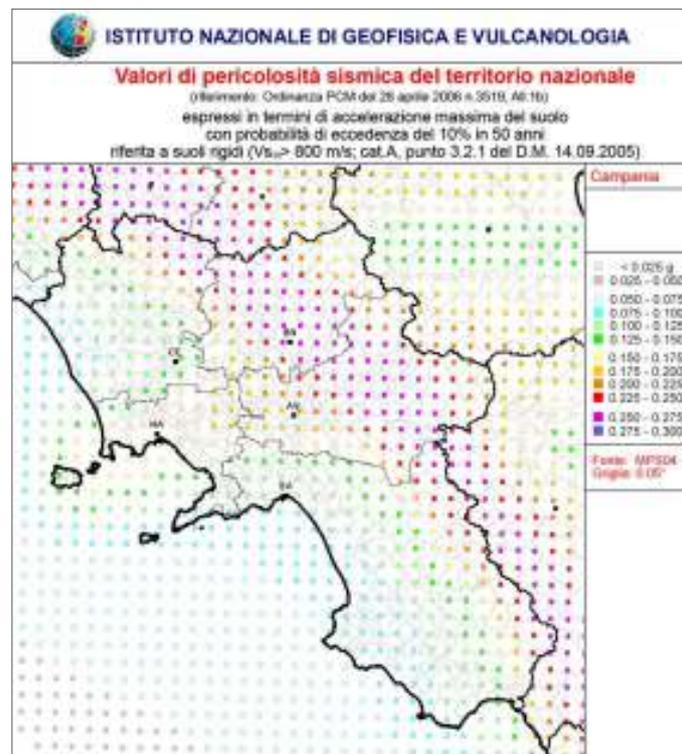
Di seguito viene riportata la legenda con il campo altimetrico:



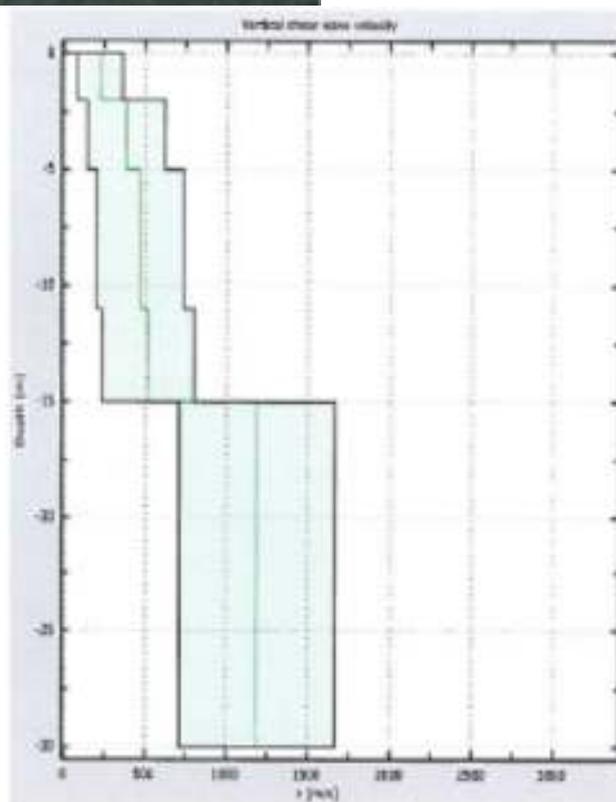
## VALUTAZIONE DEL RISCHIO SISMICO

L'assegnazione del rischio sismico deriva da valutazioni generali dei danni derivanti da un sisma di progetto e non considera situazioni locali che possono condurre ad un ulteriore incremento sismico del sito. L'incremento è maggiore laddove si verifica il passaggio delle onde sismiche da un mezzo a rigidità (R) elevata ad un mezzo molto meno rigido ed in particolare dove depositi di spessore limitato e di bassa rigidità si trovano a tetto di suoli molto compatti o di rocce molto coerenti. Un ulteriore incremento della sollecitazione sismica locale dipende dalla posizione della falda idrica nel sottosuolo rispetto alla superficie topografica.

**Nella figura che segue si riportano i valori di pericolosità sismica del territorio nazionale, in particolare quelli relativi alla regione Campania:**



Di seguito si riportano i valori della **VSeq.** (equivalente) derivanti dalle prove geofisiche del tipo **MASW** effettuate in loco:



Valori riferiti al Piano Campagna

**VSeq = 405 m/s** +/- 24 m/s

**SOTTOSUOLO TIPO: B**

## RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO

Grazie agli studi a carattere geologico, geomorfologico, idrogeologico geognostico e geotecnico è stato possibile definire:

- le caratteristiche litologiche e stratigrafiche (forma, dimensione e rapporti esistenti tra le diverse unità litologiche);
- le caratteristiche idrogeologiche (presenza o meno di falde e/o pressioni interstiziali nel terreno e negli ammassi rocciosi);
- le caratteristiche fisiche, meccaniche e idrauliche d'ogni unità litologica.

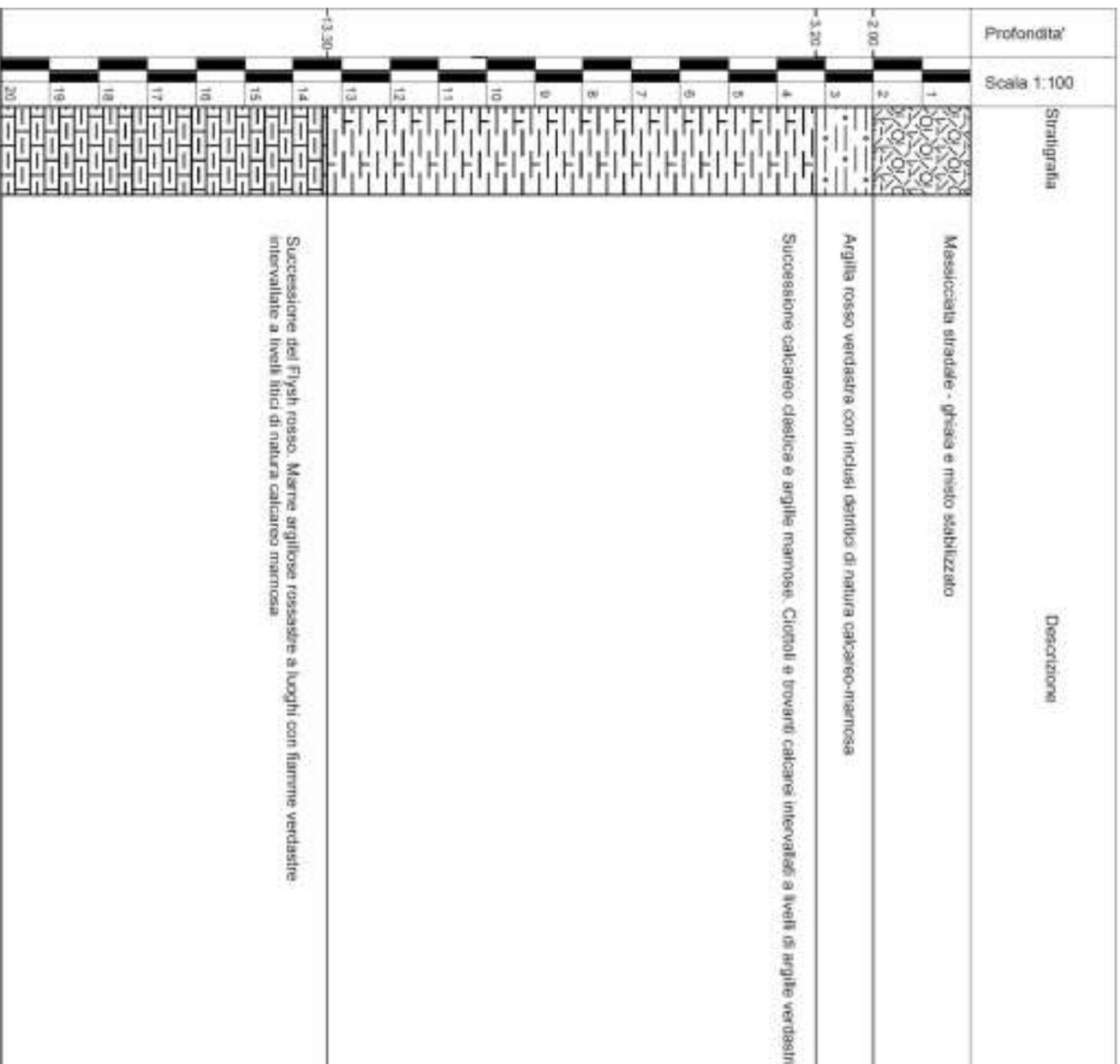
Tali informazioni consentono di definire il modello geologico e geotecnico del sottosuolo utilizzato per valutare la pericolosità del sito, ridurre gli effetti provocati dai fenomeni associati a sisma e progettare l'opera più idonea per il ripristino dell'assetto viario.

In allegato si riporta il modello ricavato e da utilizzare per l'area di diretto interesse:

Per il ripristino della carreggiata stradale in corrispondenza del sondaggio S1, (tralasciando la evoluzione del cumulo in quanto l'obiettivo è quello di intervenire in corrispondenza della strada provinciale), in questo caso si deve tenere in considerazione che a partire dal piano stradale è stata intercettata la seguente stratigrafia:



Profondita'	Scala 1:100	Stratigrafia	Descrizione
0-50	1		Misto stabilizzato
1-50	2		Limo argilloso di colore bruno con rari inclusi calcareo marnosi
2-20	3		Calcarei marnosi fratturati
3-30	4		Argilla rossa con inclusi calcarei centimetrici
4-40	5		Calcarei marnosi fratturati
5-50	6		Argilla limosa verdastria con inclusi calcarei centimetrici
6-20	7		Calcarei marnosi fratturati. Aumenta la componente calcarea minuta
8-20	8		Successione calcarea marnosa intervallata a livelli di argilla verdastria
10-00	10		



S.2

## CONCLUSIONI

A conclusione di quanto espresso, risulta necessario ai fini delle opere da progettare per il ripristino dell'assetto viario di competenza della Provincia di Benevento, porre alcune prescrizioni:

### DEFINIZIONE IDROGEOLOGICA DEI TERRENI:

Complesso Arenaceo-Sabbioso: Permeabilità **MEDIA**

Complesso Argillo-Calcareo\_Marnoso: Permeabilità **BASSA**

Nel corso del seguente studio, valgono le seguenti:

#### **A. Considerazioni**

- I) L'analisi clivometrica dell'area ha evidenziato come la zona di intervento sia caratterizzata da pendenze medie del rilievo con percentuali intorno al 35%;

#### **B. Prescrizioni:**

- Allontanamento del materiale di scavo in aree idonee allo stoccaggio provvisorio;
- Regimentazione delle acque di precipitazione procedendo alla canalizzazione delle stesse in appositi fossi perimetrali di scolo;
- Evitare di creare dei fronti di scavo aperti a valle ed a monte dell'opera;
- Opere di protezione e di contenimento a valle della carreggiata stradale;
- base di appoggio per ripristino sede stradale mediante fondazioni profonde (pali) immediatamente a valle della stessa.

## NOTE:

- **Indicazione della quota della falda acquifera e verifica di eventuali interferenze con la fondazione**

Dai sondaggi geognostici eseguiti a carotaggio continuo e dai pozzi presenti nelle immediate vicinanze si evince che non sono presenti falde acquifere vere e proprie ma solo una circolazione idrica episuperficiale a carattere stagionale immediatamente a valle del dissesto in atto.

- **Definizione della categoria topografica a cui appartiene il sito (N.T.C. 2018)**

Dalla relazione geologica, si evince che la categoria topografica a cui appartengono i siti destabilizzati lungo le strade provinciali oggetto di studio è la T3

- **Definizione della stabilità di insieme della zona ed in particolare quella ove ricade il sito**

Dalla relazione geologica si evince chiaramente che la zona ove ricade il sito è un'area instabile (vedi carta della franosità generale) anche se non rientra tra le zone perimetrate dall'AdB carta dell'Autorità di Bacino Liri-Garigliano-Volturno.

- **verifica a liquefazione O motivazione della sua omissione N.T.C. 2018**

si è omessa la verifica a liquefazione poiché dalle prove effettuate:

- prova penetrometrica tipo SPT valori elevati e terreni di natura prevalentemente sabbioso-argillosa
- analisi granulometrica di laboratorio
- prove geofisiche del tipo masw

**emerge che non ricorrono le condizioni di potenziale liquefazione dei terreni.**

Tanto dovevasi

Campoli M.T. 20/03/2020

Il Geologo  
Dr. Francesco Barbato



## **SOIL PROJECT s.a.s.**

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)

cell: 346 8554913 - 340 6867752 - 347 1324351

email: [info@soilprojectsas.it](mailto:info@soilprojectsas.it)

P.I.:01515280624

**INDAGINE SISMICA**  
**TIPO:**

**Multichannel Analysis of Surfaces Waves**  
**MASW**

**OGGETTO:**

S.P. n.45 – Lavori di messa in sicurezza del movimento franoso alla Località Fosso di Bosco e ripristino del piano viario

**PROVA:**

**MASW-01**

**LOCALITA':**

Comune di San Giorgio La Molarata (Bn)  
Località Fosso di Bosco

**COMMITTENTE:**

Geol. Francesco Barbato p/c  
Amministrazione Provinciale di Benevento

**DITTA:**

Geol. Francesco Barbato p/c  
Amministrazione Provinciale di Benevento

**DATA:**

17 Febbraio 2020

**DIRETTORE LAVORI D'INDAGINE**

Geol. Francesco Barbato

**MAPPA UBICAZIONE INDAGINE:**



**Il Tecnico Progettista:**

**Il Direttore dei Lavori d'Indagine:**

## INTRODUZIONE

Le indagini geofisiche basate su misure di propagazione delle onde elastiche hanno lo scopo di definire, tramite differenti metodiche e metodologie di analisi, modelli stratigrafici del sottosuolo ad una o più dimensioni spaziali. Nello specifico le sequenze stratigrafiche così prodotte sono caratterizzate dalla variazione dei parametri geo-dinamici (sismostratigrafie) che, data la loro corrispondenza con le proprietà litologiche e litotecniche dei terreni, attribuiscono alle indagini geofisiche un efficace mezzo esplorativo del sottosuolo. Inoltre, la determinazione di sequenze sismo-stratigrafiche basate sulla velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) ottempera a quanto previsto dall'attuale normativa nazionale riguardante le costruzioni in zona sismica (OPCM 3274 e succ., NTC 2005 e succ., DM 14 gennaio 2008 e DM 17 gennaio 2018).

In generale, nella sismica attiva le onde sono prodotte tramite una massa battente o scoppio in un punto sorgente (shot) e registrate da un sismografo, in punti lontani dalla sorgente, tramite rilevatori del moto al suolo (geofoni); la disposizione geometrica dei geofoni e dei punti di shot è definita come linea sismica o array lineare. La sismica passiva, invece, si differenzia per la non generazione diretta di onde ma si avvale del moto vibratorio del terreno comunque presente a causa di sorgenti naturali (moto ondoso, vento ecc.) e prodotte dall'attività antropica.

Le modalità di acquisizione variano a seconda della metodologia utilizzata e in funzione della successiva elaborazione dei dati. Tali metodologie sono caratterizzate da specifiche disposizioni della linea sismica (sia superficiale che in foro), dalla durata dell'acquisizione (finestra temporale), e dal passo di campionamento impiegato.

## STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un sismografo multicanale "ECHO 24/2010" a 24 canali dotato di incremento automatico del segnale con algoritmo di sommatoria e consente la visione in simultanea delle tracce sismiche sullo schermo del computer. Si può, inoltre, manipolare il segnale con appositi filtri sia in ingresso che a posteriori, verificare il livello di rumori generati da sorgenti estranee

(vento, rumori naturali, mezzi meccanici, ecc.) e scegliere l'amplificazione più idonea del segnale in maniera differenziata per ogni canale.



La gestione del sismografo avviene tramite software proprietario installato su laptop, tramite il quale è possibile gestire tutte le operazioni di campagna attraverso le seguenti fasi:

- impostazione numero di canali e metodologia di indagine;
- impostazione frequenza e lunghezza di campionamento;
- selezione entità dell'amplificazione del segnale per ogni canale;
- impostazione filtri delle frequenze indesiderate;
- visualizzazione in tempo reale del segnale su tutti i geofoni attivi;
- visualizzazione del accelerogramma con misura dei tempi di arrivo;
- esecuzione operazioni di somma di ulteriori accelerogrammi;
- memorizzazione di tutti i dati relativi all'acquisizione.

Per l'energizzazione è utilizzata una mazza del peso di 8 kg ed una piastra di battuta di alluminio.

**Il geofoni verticali** rivelano la variazione di velocità di oscillazione al suolo (nel caso specifico in direzione verticale) prodotta dal passaggio delle onde sismiche tramite lo spostamento relativo smorzato di una massa inerziale rispetto all'involucro esterno solidale con il terreno. Tale spostamento induce una variazione del campo elettro-magnetico che si traduce in variazione del potenziale elettrico che è la grandezza effettivamente rilevata. Il rapporto tra l'oscillazione reale del suolo e quella della massa inerziale in funzione delle frequenze del moto è definita dalla curva caratteristica del geofono; in tale curva, la frequenza caratteristica definisce il limite inferiore al di sopra del quale il rapporto di oscillazione tra il suolo e la massa inerziale è pari ad 1.

Sono stati utilizzati geofoni (GEO SPACE LT) verticali con frequenza caratteristica di 4.5 Hz e di 10 Hz.



## METODOLOGIA

### *Metodologia MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)*

Il metodo MASW è una tecnica di indagine non invasiva (non è necessario eseguire perforazioni o scavi), che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali  $V_s$ , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori posti sulla superficie del suolo. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Reyleigh, che viaggiano ad una velocità correlata

alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Reyleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D, Aki, K and Richards, P.G., 1980) o, detto in maniera equivalente, la velocità di fase o di gruppo apparente delle onde di Reyleigh dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi forniscono informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo.

Il metodo consente generalmente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenza compreso tra 5Hz e 70 Hz, quindi dà informazioni sulla parte più superficiale del suolo, sui primi 30m-50m, in funzione della rigidità del suolo.

Il metodo MASW elaborato con software MASW 2007 consiste in tre fasi (Roma, 2002):

- calcolo della velocità di fase, o curva di dispersione, apparente sperimentale;
- calcolo della velocità di fase apparente numerica;
- individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali  $V_s$ , modificando opportunamente lo spessore  $h$ , le velocità delle onde di compressione  $V_p$ , la densità di massa  $\rho$  degli strati che costituiscono il modello del suolo, fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la velocità di fase sperimentale e la velocità di fase numerica corrispondente al modello di suolo assegnato. Il modello di suolo e quindi il profilo di velocità delle onde di taglio verticali possono essere individuati con procedura manuale o automatica o con una combinazione delle due.

Generalmente si assegnano il numero di strati del modello, il coefficiente di Poisson  $\nu$ , la densità di massa  $\rho$  e vengono fatti variare lo spessore  $h$  e la velocità  $V_s$  degli strati.

Nella procedura manuale l'utente assegna per tentativi diversi valori delle velocità  $V_s$  e degli spessori  $h$ , cercando di avvicinare la curva di dispersione numerica alla curva di dispersione sperimentale. Nella procedura automatica (Roma, 2002; Roma, 2001; Joh, 1998) la ricerca del profilo di velocità ottimale è affidata ad un algoritmo di ricerca globale o locale che cerca di minimizzare l'errore tra la curva sperimentale e la curva numerica.

In genere, quando l'errore relativo tra curva sperimentale e curva numerica è compreso tra il 5% e il 10% si ha un soddisfacente accordo tra le due curve e il profilo di velocità delle onde di taglio  $V_s$  e quindi il tipo di suolo sismico conseguente rappresenta una soluzione valida da un punto di vista ingegneristico.

Lo Sperimentatore

Dot. Geologo Daniele Pipicelli

partita IVA 01 515 280 624  
82010 CALVI (BN)  
Viale Europa, snc  
SOIL PROJECT S.a.s.





**SOIL PROJECT s.a.s**

Viale Europa snc - Loc. Cubante,  
82018 - CALVI (BN)

P.IVA: 01515280624

**SETTORE GEOFISICA  
GF**

Località:

**Comune di S. Giorgio la Molara**

Zona:

**località Fosso di Bosco**

Committente:

**Geol. Francesco Barbato**

Data di elaborazione:

**14/02/2020**

Proprietario:

**Amministrazione Provinciale**

Data di acquisizione:

**30/01/2020**

**N. Accettazione**

**0003**

## **PROSPEZIONE SISMICA - MASW - LINEA SISMICA MASW 1**

### **MODALITA' DI ACQUISIZIONE**

#### MASW1

Acquisitore tipo:	Punti di camp. per canale	Ritardo (ms)
<b>ECO 24 CH "AMBROGEO"</b>	<b>13616</b>	<b>0,00</b>
Canali impiegati	Punti di camp. Totali	Energizzatore
<b>24</b>	<b>326787</b>	<b>MECCANICO</b>
Intervallo acquisizione (ms)	Amplificazione	Starter
<b>0,128</b>	<b>DIFFER. PER CANALE</b>	<b>MECCANICO</b>
Tempo di campionamento (ms)	Filtro PB in acq. (Hz)	Sommatorie
<b>1000</b>	<b>NESSUNO</b>	<b>NESSUNA</b>

### **CARATTERISTICHE DELLO STENDIMENTO**

N° Geofoni

**24**

Punti di energizzazione

**2**

Distanza intergeof. (m)

**1,50**

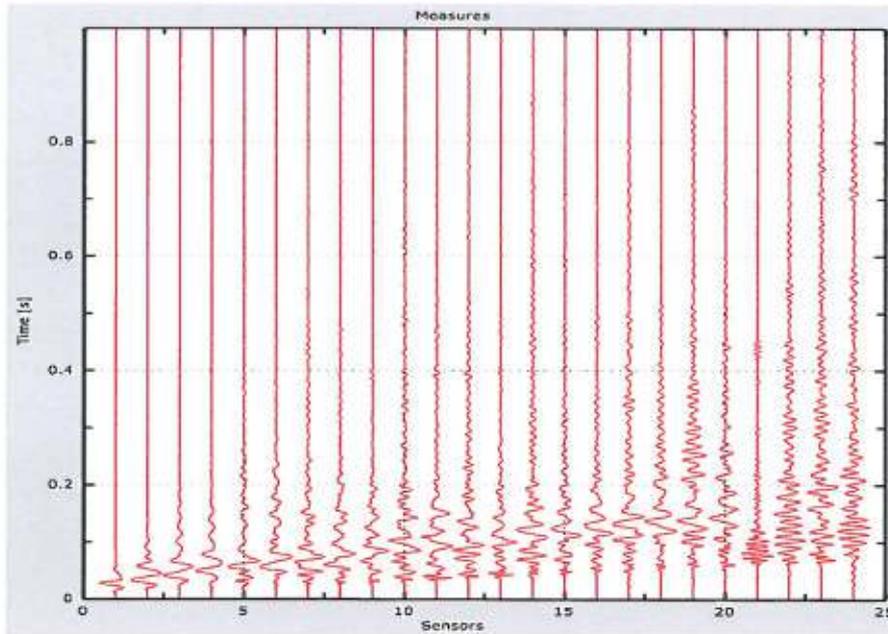
Lungh.stendim. (m)

**36,00**

Lungh. linea sismica (m)

**36,00**





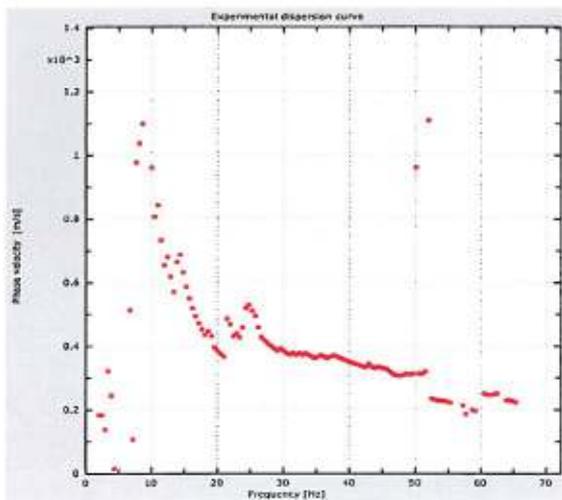
Intervallo di analisi      2000    ms  
N. geofoni utilizzati        24

**CURVA DI DISPERSIONE SPERIMENTALE**

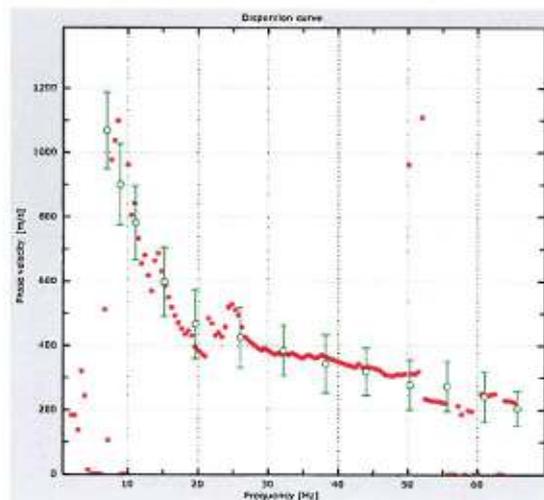
Intervallo di frequenza considerato

Frequenza iniziale  
**2 Hz**

Frequenza finale  
**60 Hz**



DISPERSIONE

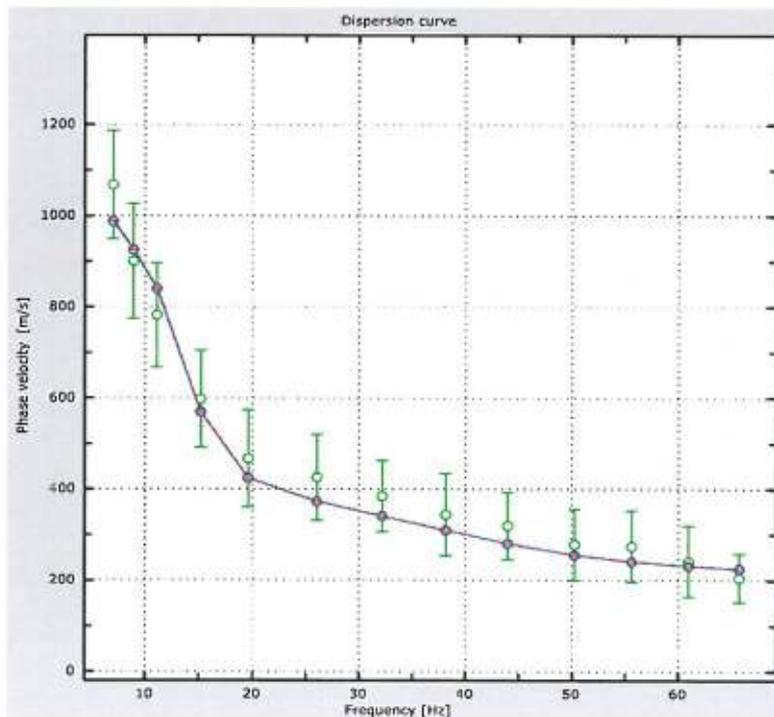


PICKING

**VALORI DELLA CURVA DI DISTRIBUZIONE CONSIDERATI**

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]	Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
7.0205	1068.21	949.587	1186.83				
8.90733	900.503	773.703	1027.3				
11.1086	781.883	667.354	896.413				
15.1968	597.818	491.469	704.167				
19.5994	466.927	360.578	573.276				
26.046	426.024	331.946	520.102				
32.1783	385.12	307.404	462.837				
38.1532	344.217	254.229	434.204				
43.9709	319.675	246.049	393.301				
50.2604	278.771	201.055	356.488				
55.6064	274.681	196.965	352.398				
60.9524	241.958	164.242	319.675				
65.6695	205.145	151.971	258.32				

**CONFRONTO TRA LE CURVE TEORICA E SPERIMENTALE**

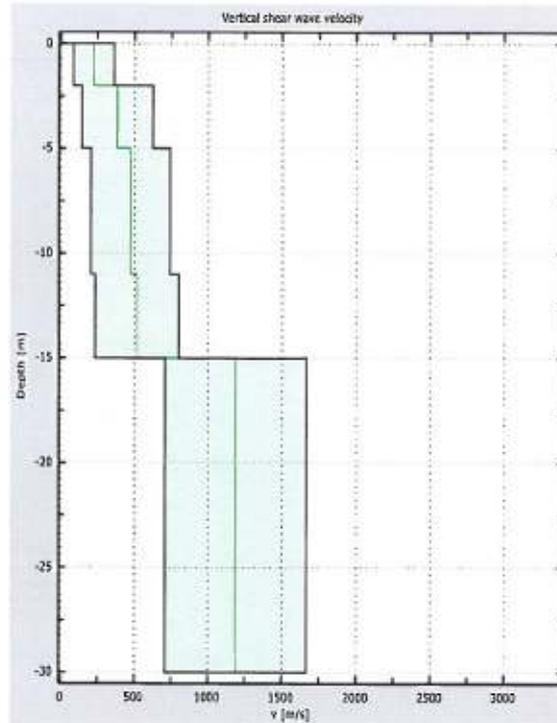


PROCEDURA UTILIZZATA:  Automatica  Semiautomatica  Manuale



MASW1

PROFILO SISMOSTRATIGRAFICO DELLE Vs



Valori riferiti al Piano Campagna

VSeq = **405** m/s +/- **24** m/s

SOTTOSUOLO TIPO: **B**

ISOLPROGETT s.a.s.

Viale Europa, snc  
82010 CALVI (BN)

Partita IVA 01 515 280 62



MARY

GEO



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti



Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture n. 5027 del 25.05.2011 per l'esecuzione e certificazione di indagini geognostiche, prelievo di campioni e prove in sito - ART. 59 d.p.r. 380/2001

**RAPPORTO DI PROVA N°3**

**Del 31/01/2020**

**VERBALE DI ACCETTAZIONE INTERNA N°1**

**Del 16/01/2020**

**COMMITTENTE:**

**PROVINCIA DI BENEVENTO – SETTORE TECNICO**

**RICHIEDENTE:**

**DOTT. GEOL. FRANCESCO BARBATO**

**LOCALITA':**

**"FOSSO DI BOSCO" - COMUNE DI S. GIORGIO LA MOLARA (BN)**

**OGGETTO:**

**S.P. N°45 KM. 11 - LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA MOVIMENTO FRANOSO ALLA LOCALITÀ "FOSSO DI BOSCO" DEL COMUNE DI S. GIORGIO LA MOLARA**

**IL RESPONSABILE TECNICO**

Dott. Geol. Pasquale D'Ambrosio

**La ditta esecutrice**

<b>RAPPORTO DI PROVA n°3 del 31/01/2020</b>	
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE n°1 del 16/01/2020</b>	
<b>COMMITTENTE:</b> Provincia di Benevento – Settore Tecnico	
<b>RICHIEDENTE:</b> Dott. Geol. Francesco Barbato	
<b>LOCALITÀ:</b> "Fosso di Bosco" - Comune di S. Giorgio La Molara (Bn)	
<b>OGGETTO:</b> S.P. n° 45 km. 11 - Lavori di messa in sicurezza movimento franoso alla località "Fosso di Bosco" del Comune di S. Giorgio La Molara.	

## INDICE

### 1. INDAGINE GEOGNOSTICA

- a) Sondaggi a carotaggio continuo

### 2. INDAGINE GEOTECNICA

- b) Prove penetrometriche dinamiche in foro (S.P.T.)
- c) Prelievo di campioni indisturbati

### ALLEGATI

- Documentazione fotografica
- Certificato stratigrafico

<b>RAPPORTO DI PROVA n°3 del 31/01/2020</b>	
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE n°1 del 16/01/2020</b>	
<b>COMMITTENTE:</b> Provincia di Benevento – Settore Tecnico	
<b>RICHIEDENTE:</b> Dott. Geol. Francesco Barbato	
<b>LOCALITÀ:</b> "Fosso di Bosco" - Comune di S. Giorgio La Molara (Bn)	
<b>OGGETTO:</b> S.P. n° 45 km. 11 - Lavori di messa in sicurezza movimento franoso alla località "Fosso di Bosco" del Comune di S. Giorgio La Molara.	

## PREMESSA

In seguito ad incarico conferitoci dal Dott. Geol. Francesco Barbato per conto della Provincia di Benevento – Settore Tecnico, sono state eseguite indagini geognostiche nel comune di San Giorgio La Molara (Bn), in località “Fosso di Bosco”.

In particolare i lavori eseguiti sono consistiti in:

1. Realizzazione di n°2 nuovi sondaggi a carotaggio continuo per un totale di 40,00 mt complessivi di perforazione;
2. Esecuzione di n° 3 prove penetrometriche dinamiche in foro di tipo SPT;
3. Prelievo di n° 3 campioni indisturbati;
4. Fornitura di n°8 cassette catalogatrici;
5. Assistenza geologica durante il corso di tutte le operazioni richieste e redazione del report finale sui sondaggi.

RAPPORTO DI PROVA n°3 del 31/01/2020	
VERBALE DI ACCETTAZIONE n°1 del 16/01/2020	
COMMITTENTE: Provincia di Benevento – Settore Tecnico	
RICHIEDENTE: Dott. Geol. Francesco Barbato	
LOCALITÀ: "Fosso di Bosco" - Comune di S. Giorgio La Molara (Bn)	
OGGETTO: S.P. n° 45 km. 11 - Lavori di messa in sicurezza movimento franoso alla località "Fosso di Bosco" del Comune di S. Giorgio La Molara.	

## 1. INDAGINE GEOGNOSTICA

### a) Sondaggio a carotaggio continuo

**ATTREZZATURA USATA:** sonda idraulica cingolata a rotazione modello MKD della CMV, con coppia 600kgm, velocità massima di rotazione 660giri/min, forza di tiro e spinta 1000Kg.

**TECNICA DI PERFORAZIONE:** carotaggio continuo con avanzamento con la minima quantità di acqua necessaria alle perforazioni per consentire il massimo carotaggio possibile e la più completa composizione granulometrica del materiale prelevato.

**UTENSILI:** carotieri semplici diametro ( $\Phi$  101mm) con corona a widia e tubi di rivestimento provvisori di diametro ( $\Phi$  127mm). Doppio carotiere T6S ( $\Phi$  101mm).

**LAVORO ESEGUITO:** sono stati eseguiti n°2 nuovi sondaggi a carotaggio continuo per un totale di 40,00 mt complessivi di perforazione, nel comune di San Giorgio La Molara (Bn), in località "Fosso di Bosco".

<b>RAPPORTO DI PROVA n°3 del 31/01/2020</b>	
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE n°1 del 16/01/2020</b>	
<b>COMMITTENTE:</b> Provincia di Benevento – Settore Tecnico	
<b>RICHIEDENTE:</b> Dott. Geol. Francesco Barbato	
<b>LOCALITÀ:</b> "Fosso di Bosco" - Comune di S. Giorgio La Molara (Bn)	
<b>OGGETTO:</b> S.P. n° 45 km. 11 - Lavori di messa in sicurezza movimento franoso alla località "Fosso di Bosco" del Comune di S. Giorgio La Molara.	

I sondaggi geognostici eseguiti sono stati siglati e approfonditi secondo lo schema seguente:

Sigla Sondaggio	Profondità (m dal p.c.)
S1	10.00
S2	30.00

Le carote estratte durante la perforazione sono state conservate in apposite cassette catalogatrici in PVC e la stratigrafia osservata è riportata su n°2 certificati stratigrafici allegati alla presente.

RAPPORTO DI PROVA n°3 del 31/01/2020	
VERBALE DI ACCETTAZIONE n°1 del 16/01/2020	
COMMITTENTE: Provincia di Benevento – Settore Tecnico	
RICHIEDENTE: Dott. Geol. Francesco Barbato	
LOCALITÀ: "Fosso di Bosco" - Comune di S. Giorgio La Molarà (Bn)	
OGGETTO: S.P. n° 45 km. 11 - Lavori di messa in sicurezza movimento franoso alla località "Fosso di Bosco" del Comune di S. Giorgio La Molarà.	

## Comune di San Giorgio La Molarà (Bn)

### Località: "Fosso di Bosco"

#### Ubicazione indagini geognostiche

<u>Sondaggio</u>	<u>Metri</u>	<u>Coordinate Geografiche</u>
S1	10.00	LAT. 41°16'16.67"N LONG. 14°57'8.20"E
S2	30.00	LAT. 41°16'16.34"N LONG. 14°57'9.28"E



Foto n.°1: Panoramica sondaggi geognostici

RAPPORTO DI PROVA n°3 del 31/01/2020	
VERBALE DI ACCETTAZIONE n°1 del 16/01/2020	
COMMITTENTE: Provincia di Benevento – Settore Tecnico	
RICHIEDENTE: Dott. Geol. Francesco Barbato	
LOCALITÀ: "Fosso di Bosco" - Comune di S. Giorgio La Molara (Bn)	
OGGETTO: S.P. n° 45 km. 11 - Lavori di messa in sicurezza movimento franoso alla località "Fosso di Bosco" del Comune di S. Giorgio La Molara.	

## 2. INDAGINE GEOTECNICA

### b) Prove Penetrometriche Dinamiche In Foro (S.P.T.)

Nel corso del sondaggio sono state eseguite complessivamente n°3 prove penetrometriche dinamiche in foro del tipo S.P.T.

Attrezzatura standard avente le seguenti caratteristiche:

- Tubo campionatore con diametro est. 51mm e spessore 8,00mm;
- Lunghezza complessiva di scarpa e raccordo delle aste di 813 mm;
- Massa battente 63.5 Kg;
- Altezza di caduta 76.2 cm.

Vengono di seguito riportati, nella tabella riepilogativa dei dati, i risultati della prova:

<u>Sondaggio</u>	<u>Prova</u>	<u>Profondità</u>	<u>N ° colpi</u>
S1	S.P.T. 1	m 2,50	N (9-11-14)
S2	S.P.T. 1	m 10,30	N (8-12-18)
	S.P.T. 2	m 18,50	N (21/23/27)

<b>RAPPORTO DI PROVA n°3 del 31/01/2020</b>	
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE n°1 del 16/01/2020</b>	
<b>COMMITTENTE:</b> Provincia di Benevento – Settore Tecnico	
<b>RICHIEDENTE:</b> Dott. Geol. Francesco Barbato	
<b>LOCALITÀ:</b> "Fosso di Bosco" - Comune di S. Giorgio La Molara (Bn)	
<b>OGGETTO:</b> S.P. n° 45 km. 11 - Lavori di messa in sicurezza movimento franoso alla località "Fosso di Bosco" del Comune di S. Giorgio La Molara.	

c) **Prelievo di campioni indisturbati**

Nel corso del sondaggio a carotaggio continuo, sono stati prelevati in totale n°3 campioni di terreno indisturbato, come di seguito indicato:

<u>Sondaggio</u>	<u>Campione</u>	<u>Profondità (mt)</u>
S1	C1	8,00 - 8,50
S2	C1	2,00 - 2,50
	C2	14,50 - 15,00

RAPPORTO DI PROVA n°3 del 31/01/2020	
VERBALE DI ACCETTAZIONE n°1 del 16/01/2020	
COMMITTENTE: Provincia di Benevento – Settore Tecnico	
RICHIEDENTE: Dott. Geol. Francesco Barbato	
LOCALITÀ: "Fosso di Bosco" - Comune di S. Giorgio La Molara (Bn)	
<b>OGGETTO:</b> S.P. n° 45 km. 11 - Lavori di messa in sicurezza movimento franoso alla località "Fosso di Bosco" del Comune di S. Giorgio La Molara.	

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

### Sondaggio S1 - Data esecuzione: 21/01/2020

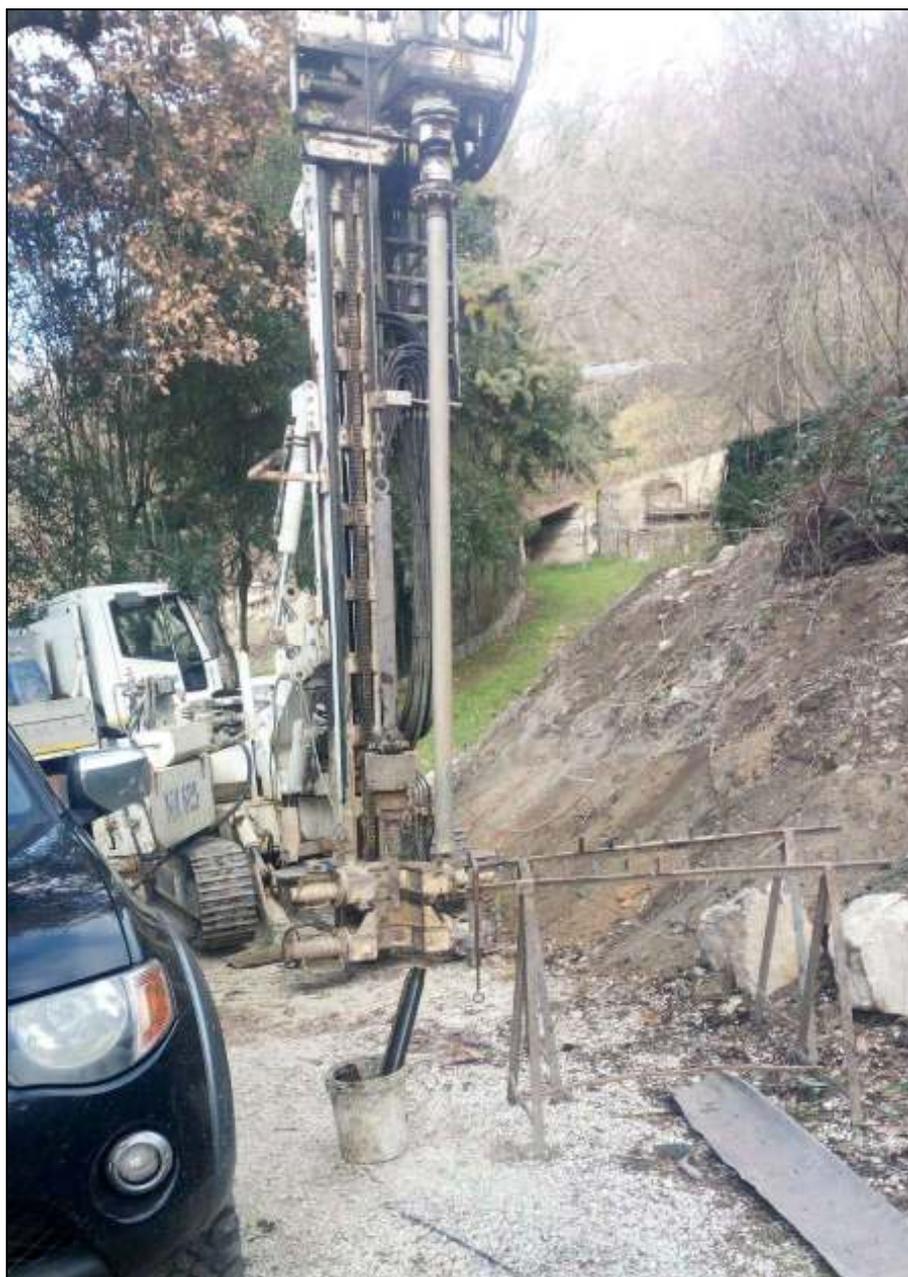


Foto n.°2: Postazione sondaggio S1

<b>RAPPORTO DI PROVA n°3</b> del 31/01/2020
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE n°1</b> del 16/01/2020
<b>COMMITTENTE:</b> Provincia di Benevento – Settore Tecnico
<b>RICHIEDENTE:</b> Dott. Geol. Francesco Barbato
<b>LOCALITÀ:</b> "Fosso di Bosco" - Comune di S. Giorgio La Molara (Bn)
<b>OGGETTO:</b> S.P. n° 45 km. 11 - Lavori di messa in sicurezza movimento franoso alla località "Fosso di Bosco" del Comune di S. Giorgio La Molara.



**Foto n.°3: S1 cassetta n°1 (da m 0.00 a m 5.00)**



**Foto n.°4: S1 cassetta n°2 (da m 5.00 a m 10.00)**

<b>RAPPORTO DI PROVA n°3 del 31/01/2020</b>	
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE n°1 del 16/01/2020</b>	
<b>COMMITTENTE:</b> Provincia di Benevento – Settore Tecnico	
<b>RICHIEDENTE:</b> Dott. Geol. Francesco Barbato	
<b>LOCALITÀ:</b> "Fosso di Bosco" - Comune di S. Giorgio La Molara (Bn)	
<b>OGGETTO:</b> S.P. n° 45 km. 11 - Lavori di messa in sicurezza movimento franoso alla località "Fosso di Bosco" del Comune di S. Giorgio La Molara.	

## Sondaggio S2 - Data esecuzione: 22/01/2020



Foto n.°5: Postazione sondaggio S2

RAPPORTO DI PROVA n°3 del 31/01/2020
VERBALE DI ACCETTAZIONE n°1 del 16/01/2020
COMMITTENTE: Provincia di Benevento – Settore Tecnico
RICHIEDENTE: Dott. Geol. Francesco Barbato
LOCALITÀ: "Fosso di Bosco" - Comune di S. Giorgio La Molar (Bn)
OGGETTO: S.P. n° 45 km. 11 - Lavori di messa in sicurezza movimento franoso alla località "Fosso di Bosco" del Comune di S. Giorgio La Molar.



Foto n.°6: S2 cassetta n°1 (da m 0.00 a m 6.00)



Foto n.°7: S1 cassetta n°2 (da m 6.00 a m 12.00)

RAPPORTO DI PROVA n°3 del 31/01/2020	
VERBALE DI ACCETTAZIONE n°1 del 16/01/2020	
COMMITTENTE: Provincia di Benevento – Settore Tecnico	
RICHIEDENTE: Dott. Geol. Francesco Barbato	
LOCALITÀ: "Fosso di Bosco" - Comune di S. Giorgio La Molara (Bn)	
<b>OGGETTO:</b> S.P. n° 45 km. 11 - Lavori di messa in sicurezza movimento franoso alla località "Fosso di Bosco" del Comune di S. Giorgio La Molara.	



Foto n.°8: S2 cassetta n°3 (da m 12.00 a m 17.00)



Foto n.°9: S2 cassetta n°4 (da m 17.00 a m 22.00)

RAPPORTO DI PROVA n°3 del 31/01/2020
VERBALE DI ACCETTAZIONE n°1 del 16/01/2020
COMMITTENTE: Provincia di Benevento – Settore Tecnico
RICHIEDENTE: Dott. Geol. Francesco Barbato
LOCALITÀ: "Fosso di Bosco" - Comune di S. Giorgio La Molar (Bn)
OGGETTO: S.P. n° 45 km. 11 - Lavori di messa in sicurezza movimento franoso alla località "Fosso di Bosco" del Comune di S. Giorgio La Molar.



Foto n.°10: S2 cassetta n°5 (da m 22.00 a m 28.00)



Foto n.°11: S2 cassetta n°6 (da m 28.00 a m 30.00)









# SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubanis, 82018 CALVI (BN)  
Tel: 0824 181666; cell: 340 6667762 - 333 1153056; info: www.soilprojectas.it;  
email: info@soilprojectas.it P.I. 01515280624

pag. 1/1

Rev. 1  
del 07/01/2013

## APERTURA CAMPIONE

MOD L7.05/1c

Data accettazione: 27/01/2020 Cod. Qualità: 0003/20/L/GF del 27/01/2020  
Data apertura: 28/01/2020 N° ACC.: 003/20 del 27/01/2020

Data Emissione  
17/02/2020

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n. 342 Del 10/07/2019

### DATI GENERALI

Committente	Geol. Francesco Barbato
Operai/cant.	S.P. 45 Lavori di messa in sicurezza movimento franoso
Località	San Giorgio la Molara (BN)
Impresa	Marygeo sas
Tecnico	Geol. Francesco Barbato

### PROVE ESEGUITE

N. Cod.	Prova	
A	Apertura campione	X
B	Caratteristiche fisico-volumetriche	X
C	Analisi granulometrica	X
D	Limiti di Atterberg	X
E	Prova di permeabilità	
F	Prova edometrica	X
G	Prova di taglio diretto	X
H	Prova di taglio residuo	
I	Prova triassiale CID	
L	Prova triassiale CIU	
M	Prova triassiale UU	
N	Prova espansione laterale libera	
O	Prova di compattazione	

### RIFERIMENTI E MODALITA' DI PRELIEVO

IN FORO		IN TRINCEA		SUPERFICIE		Mod. sondaggio:	
X						Rotaz - carotiere	X
						Rotaz doppio carot.	
						Percussione	
						Spirale	
						Campionatore:	
						Shelby	X
						Osterberg	
						Mazier	
						Carotiere rotativo	
						Carotiere doppio rot.	
						Cucchiolo	
						Altro	

### Classe campione in base al prelievo

Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
Infissione in foro in fustella				
Da taglio in superficie in fustella				
Rotazione in fustella				
Sciolto				

### IDENTIFICAZIONE VISIVA ALL'ESTRUSIONE

Granulare grosso/no	Granulare medio	Granulare/coesivo	X	Coesivo											
<b>CONSISTENZA</b>															
X															
Colore															
Struttura															
Tessitura															
<b>Classe campione sfustellato</b>															
			Q1	Q2	Q3	Q4	Q5								
<b>PRESENZA MAT. ORG.</b>					<b>FESSURAZIONE</b>			<b>ALLUNGAMENTO</b>							
BUONA	MEDIO-BUONA	MEDIA	MODESTA	SCARSA	ALTA	MEDIA	SCARSA	DISGREGATO	NON DISGREGATO	PERSISTENTE	MEDIA	ASSENTE	ACCENTUATO	MODESTO	SCARSO

### Note:

### Documentazione fotografica:

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio



# SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubana, 82018 CALVI (BN)  
Tel: 0824 181668; cell: 340 8887782 - 333 1153056; info: www.soilprojectas.it  
email: info@soilprojectas.it P.I. 01415340634

pag. 1/1

Rev. 1 del 07/01/2013

## CARATTERISTICHE FISICO VOLUMETRICHE (ASTM D2216-D2974-D854-D4372-C128; UNI 8520: BS 1327)

MOD L7.05/2c

Data accettazione: 27/01/2020 Cod. Qualità: 0003/20/L/GF del 27/01/2020  
Data apertura: 28/01/2020 N° ACC.: 003/20 del 27/01/2020

N° Certificato  
9672

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n. 342 Del 10/07/2019

Committente	Geol. Francesco Barbato	N. Sondaggio	S1
Operai/cant.	S.P. 45 Lavori di messa in sicurezza movimento franoso	Prof. Sondaggio (m)	10,00
Località	San Giorgio la Molara (BN)	N. Campione	C1
Impresa	Marygeo sas	Prof. Campione (m)	8,00-8,50
Tecnico	Geol. Francesco Barbato	Note	

### PESO DI VOLUME $\gamma$ (BS 1377 T15v)

Metodo campione	Provino			
	1	2	3	
Peso contenitore (g)	54,96	54,96	102,00	
Peso contenitore+campione umido (g)	201,20	201,02	183,08	
Peso campione umido (g)	146,2	146,1	81,1	
Volume contenitore (cm <sup>3</sup> )	72,00	72,00	40,00	
Peso di volume $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	19,918	19,894	19,878	
MEDIA	19,90			
C.C. $\Delta\gamma < 2\%$	$\Delta\gamma < 2\%$	0,11	0,01	0,09

### CONTENUTO IN SOLFATI (UNI EN 1744-1:1999)

Determinazioni	1	2	3
Peso campione (g)			
Peso precipitazione (g)			
Peso acqua utilizzata (g)			
Contenuto in solfati (%)			
MEDIA			

### PESO SPECIFICO DEI GRANI $\gamma_s$ (ASTM D854)

Picnometro	Campione			
	A	B	C	
Peso campione secco (g)	26,20	26,04	26,14	
Temperatura di prova (°C)	20,00	20,00	20,00	
Peso specifico acqua $\gamma_w$ (kN/m <sup>3</sup> )	9,80665	9,80665	9,80665	
Peso pic. + acqua + camp. secco (g)	165,60	162,84	166,62	
Peso picnometro + acqua (g)	149,5	146,9	150,5	
Peso specifico dei grani $\gamma_s$ (kN/m <sup>3</sup> )	25,44	25,38	25,53	
MEDIA	25,45			
C.C. $\Delta\gamma_s < 1\%$	$\Delta\gamma_s < 1\%$	0,06	0,27	0,32

### DETERMINAZIONE PESO DI VOLUME $\gamma$ (ASTM D1588)

Metodo volumometro	Provino		
	1	2	3
Volumometro			
Peso volumometro + acqua (g)			
Peso campione umido (g)			
Peso volumometro + camp. umido (g)			
Differenza volume volumometro (cm <sup>3</sup> )			
Peso di volume $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )			
MEDIA			

### PARAMETRI DI STATO DERIVATI

Peso vol. secco $\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	16,6
Indice dei vuoti $e$	0,53
Porosità $n$ (%)	34,7
Grado di saturazione (Sr) %	96,2
$\gamma_{sat} = \gamma_d + \gamma_w \cdot n$	
Peso volume saturo $\gamma_{sat}$ (kN/m <sup>3</sup> )	20,0
$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$	
Peso volume immerso $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	10,2

### DETERMINAZIONE CONTENUTO D'ACQUA W (ASTM D2216)

Contenitore n°	Provino			
	A	B	C	
Peso contenitore (g)	9,50	9,34	9,42	
Peso cont. + peso camp. umido (g)	62,96	63,36	65,92	
Peso cont. + peso camp. secco (g)	54,14	54,46	56,66	
Peso campione secco (g)	44,64	45,14	47,24	
Contenuto d'acqua w (%)	19,76	19,67	19,60	
MEDIA	19,68			
C.C. $\Delta w < 1\%$	$\Delta w < 1\%$	0,41	0,03	0,38

### CONTENUTO SOSTANZE ORGANICHE (UNI EN 8520/14)

Determinazioni n.	Provini		
	1	2	3
Peso tara (g)			
Peso campione (g)			
Peso campione calcinato + tara (g)			
Contenuto in sostanze organiche (%)			
MEDIA			

### DETERMINAZIONE CONTENUTO IN CaCO<sub>3</sub> (ASTM D4373)

	Provino	
	1	2
Pressione atmosferica (bar)		
Temperatura atmosferica (°C)		
Quantità campione secco (g)		
Svolgimento reazione (cm <sup>3</sup> )		
Absorbimento reazione (cm <sup>3</sup> )		
Contenuto carbonato di calcio (%)		
MEDIA		

Note

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Francesco De Luca



# SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubarite, 82018 CALVI (BN)  
Tel: 0824 181666; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectas.it  
email: info@soilprojectas.it P.I. 01515280624

pag. 1/1

Rev: 1 del 07/01/2013

## ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA (ASTM D422-63)

MOD L7.05/3c

Data accettazione: 27/01/2020 Cod. Qualità: 0003/20/LJ/GF del 27/01/2020  
Data apertura: 28/01/2020 N° ACC.: 003/20 del 27/01/2020

N° Certificati:  
9673

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n. 342 Del 10/07/2019

Committente	Geol. Francesco Barbato	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	S.P. 45 Lavori di messa in sicurezza movimento franoso	Prof. Sondaggio (m)	10,00
Località	San Giorgio la Molara (BN)	N. Campione	C1
Impresa	Marygeo sas	Prof. Campione (m)	8,00-8,50
Tecnico	Geol. Francesco Barbato	Note	

Note:

SETACCI	APERTURA	RESTO	% RESTO	% RESTO	% PASSANTE
ASTM	(mm)	(g)		Progres.	
1 <sup>1/2"</sup>	31,500	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,500	0,00	0,00	0,00	100,00
4	4,750	4,84	0,99	0,99	99,01
8	2,360	6,08	1,25	2,24	97,76
10	2,000	2,52	0,52	2,76	97,24
16	1,180	3,26	0,67	3,43	96,57
20	0,850	4,78	0,98	4,41	95,59
30	0,600	2,40	0,49	4,91	95,09
40	0,425	3,46	0,71	5,62	94,38
60	0,250	4,24	0,87	6,49	93,51
80	0,180	3,44	0,71	7,19	92,81
100	0,150	0,08	0,02	7,21	92,79
200	0,075	5,42	1,11	8,32	91,68
FONDO	//	446,32	91,68	100,00	//
TOTALE		486,84	100,00	C.Q. > 97 %	

### OPERAZIONE LAVAGGIO CAMPIONE

Contenitore n°	A
Peso contenitore (g)	81,48
Peso campione umido (g)	608,5
Peso campione secco (g)	486,84
Peso campione secco lavato (g)	40,52
Peso quantità > 25 mm (g)	0,00
Perdita lavaggio (g)	446,32
Risponso perdita	0,00

### Risultato

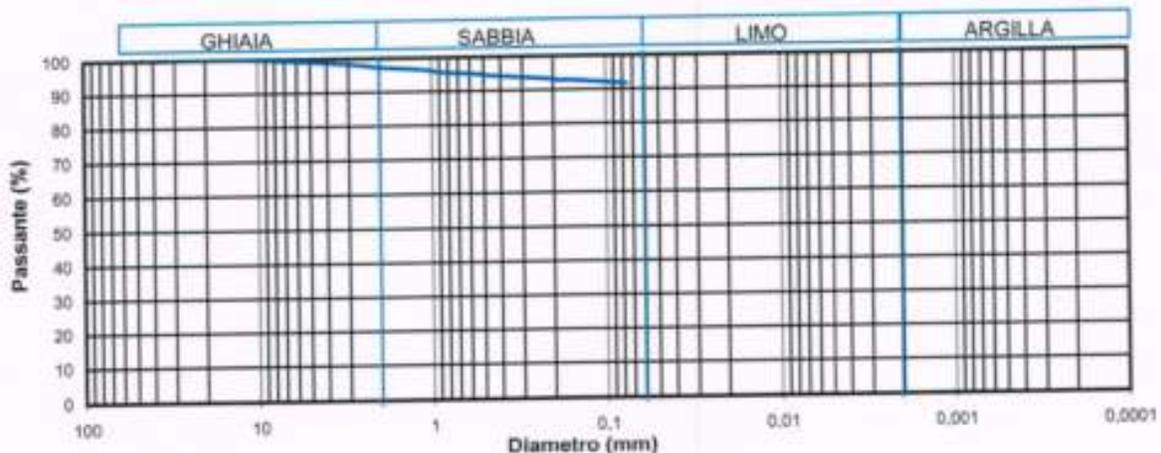
GHIAIA	Grossa	0
	Media	0
3	Fine	3
	SABBIA	Grossa
8	Media	2
	Fine	8
LIMO/ARGILLA		89

### Descrizione campione

### Coefficienti granulometrici

D <sub>60</sub>	(mm)	Coef. Uniformità (Cu)	
D <sub>30</sub>	(mm)	Coef. Curvatura (Cc)	
D <sub>10</sub>	(mm)		

### CURVA GRANULOMETRICA



Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio



# SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubarile, 82018 CALVI (BN)  
Tel: 0824 181988; cell: 340 8967732 - 333 1153088; info: www.soilprojectsas.it  
email: info@soilprojectsas.it P.I. 01815280624

pag. 1/2

Rev. 1 del 07/01/2013

## ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE (ASTM D422-63)

MOD L7.05/4c

Data accettazione:	27/01/2020	Cod. Qualità:	0003/20/LGF del 27/01/2020	N° Certificato
Data apertura:	28/01/2020	N° ACC.:	003/20 del 27/01/2020	9674

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n.342 Del 10/07/2019

Committente	Geol. Francesco Barbato	N. Sondaggio	S1
Operai/cant.	S.P. 45 Lavori di messa in sicurezza movimento franoso	Prof. Sondaggio (m)	10,00
Località	San Giorgio la Molara (BN)	N. Campione	C1
Impresa	Marygeo sas	Prof. Campione (m)	8,00-8,50
Tecnico	Geol. Francesco Barbato	Note	

Volume bulbo densimetro (cm <sup>3</sup> )	V <sub>b</sub>	28,0
Altezza bulbo densimetro (cm)	H <sub>b</sub>	17,4
Sezione cilindro sedimentazione (cm <sup>2</sup> )	S <sub>c</sub>	27,8
Soluzione dispersante(g/l)		125

### Quantità materiale per la prova e peso specifico

Peso totale campione per granulometria (g)	486,8
Peso totale granulometria <0,075 mm (g)	446,3
Peso materiale secco per aerometria (g)	40,00
Peso specifico dei grai (kN/m <sup>3</sup> )	25,45

### Correzioni per letture densimetro

Correzione menisco	C <sub>M</sub>		0,5
Correzione temperatura	C <sub>T</sub>	-4,4	0,22
Correzione dispersione	C <sub>D</sub>	(4,4-8,5)	-4,1

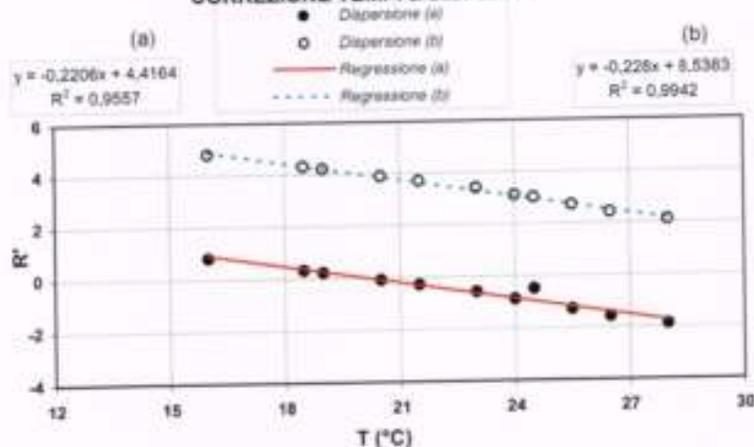
### Analisi correzione

Acqua distillata			Acqua + dispersivo		
T (°C)	R <sub>rel</sub>	R' (a)	T (°C)	R <sub>rel</sub>	R' (b)
16	0,3	0,8	16	4,3	4,8
18,5	-0,2	0,3	18,5	3,8	4,3
19	-0,3	0,2	19	3,7	4,2
20,5	-0,6	-0,1	20,5	3,4	3,9
21,5	-0,6	-0,3	21,5	3,2	3,7
23	-1,1	-0,6	23	2,9	3,4
24	-1,4	-0,9	24	2,6	3,1
24,5	-1,0	-0,5	24,5	2,5	3,0
25,5	-1,8	-1,3	25,5	2,2	2,7
26,5	-2,1	-1,6	26,5	1,9	2,4
28	-2,4	-1,9	28	1,6	2,1

$$R'(a) = 4,4 - 0,22 T$$

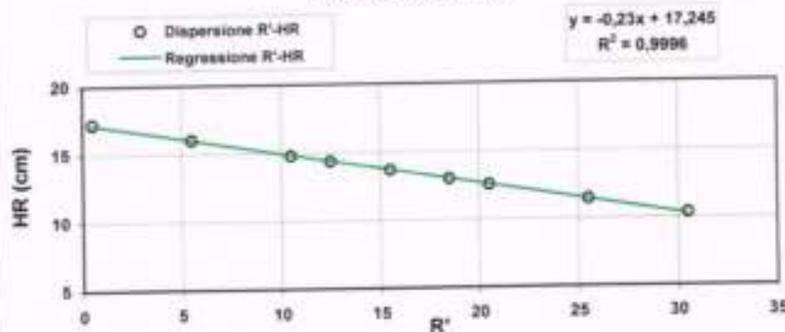
$$R'(b) = 8,5 - 0,22 T$$

### CORREZIONE TEMP. & DISPERS.



### Determinazione coefficienti H<sub>0</sub> - R' (solo con acqua)

#### EQUAZIONE R'-HR



R <sub>rel</sub>	R'	H <sub>1</sub>	H <sub>0</sub>
(-)	(-)	(cm)	(cm)
30	30	2,10	10,30
25	25	3,20	11,40
20	20	4,30	12,50
18	18	4,76	12,96
15	15	5,45	13,65
12	12	6,14	14,34
10	10	6,60	14,80
5	5	7,80	16,00
0	0	9,00	17,20

$$H_0 = 14,83 - 0,230 R'$$

a 14,83 b -0,23

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio



# SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa ano - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)  
 Tel: 0824 181666; cell: 340 8967792 - 333 1103096; info: www.soilprojectas.it  
 email: info@soilprojectas.it P.I.: 01515230624

pag. 2/2

Rev. 1 del 07/01/2013

## ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE (ASTM D422-63)

MOD L7.05/4c

Data accettazione: 27/01/2020 Cod. Qualità: 0003/20/L/GF del 27/01/2020  
 Data apertura: 28/01/2020 N° ACC.: 003/20 del 27/01/2020

N° Certificato  
9675

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

Committente	Geol. Francesco Barbato	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	S.P. 45 Lavori di messa in sicurezza movimento franoso	Prof. Sondaggio (m)	10,00
Località	San Giorgio la Molara (BN)	N. Campione	C1
Impresa	Marygeo sas	Prof. Campione (m)	8,00-8,50
Tecnico	Geol. Francesco Barbato	Note	

### SEDIMENTAZIONE

temp (min)	T (°C)	R <sub>Lab</sub>	H <sub>1</sub> (cm)	H <sub>2</sub> (cm)	R'	H <sub>2</sub> (cm)	C <sub>r</sub>	η <sub>L</sub>	η <sub>H</sub>	D (mm)	R''	Pass. Tot %
0,5	20,0	27,5		8,2	28,0	8,4	0,00	0,9982	0,000	0,0568	23,90	89,0
1	20,0	27,0		8,2	27,5	8,515	0,00	0,9982	0,000	0,0405	23,40	87,1
2	20,0	26,0		8,2	26,5	8,745	0,00	0,9982	0,000	0,0290	22,40	83,4
4	20,0	25,5		8,2	26,0	8,86	0,00	0,9982	0,000	0,0206	21,90	81,6
8	20,0	25,0		8,2	25,5	8,975	0,00	0,9982	0,000	0,0147	21,40	79,7
15	20,0	24,0		8,2	24,5	9,205	0,00	0,9982	0,000	0,0109	20,40	76,0
30	20,0	22,0		8,2	22,5	9,7	0,00	0,9982	0,000	0,0079	18,40	68,5
60	20,0	19,0		8,2	19,5	10,355	0,00	0,9982	0,000	0,0058	15,40	57,4
120	20,0	16,5		8,2	17,0	10,93	0,00	0,9982	0,000	0,0042	12,90	48,0
300	20,0	12,5		8,2	13,0	11,85	0,00	0,9982	0,000	0,0028	8,90	33,1
600	20,0	10,5		8,2	11,0	12,31	0,00	0,9982	0,000	0,0020	6,90	25,7
1440	20,0	9,0		8,2	9,5	12,655	0,00	0,9982	0,000	0,0013	5,40	20,1

### Granulometria completa

Set. ASTM	D (mm)	Pass. Tot %
1 <sup>mm</sup>	31,50	100,0
1"	25,00	100,0
3/4"	19,00	100,0
1/2"	12,50	100,0
4	4,750	99,0
8	2,360	97,8
10	2,000	97,2
16	1,180	96,8
20	0,850	95,8
30	0,600	95,1
40	0,425	94,4
60	0,250	93,5
80	0,180	92,8
100	0,150	92,8
200	0,075	91,7
S	0,0568	89,0
S	0,0405	87,1
S	0,0290	83,4
S	0,0206	81,6
S	0,0147	79,7
S	0,0109	76,0
S	0,0079	68,5
S	0,0058	57,4
S	0,0042	48,0
S	0,0028	33,1
S	0,0020	25,7
S	0,0013	20,1

### Coefficienti granulometrici

D<sub>60</sub> (mm)

D<sub>30</sub> (mm)

D<sub>10</sub> (mm)

Coef. Uniformità (Cu)

Coef. Curva (Cc)

### Percentuale passaggio

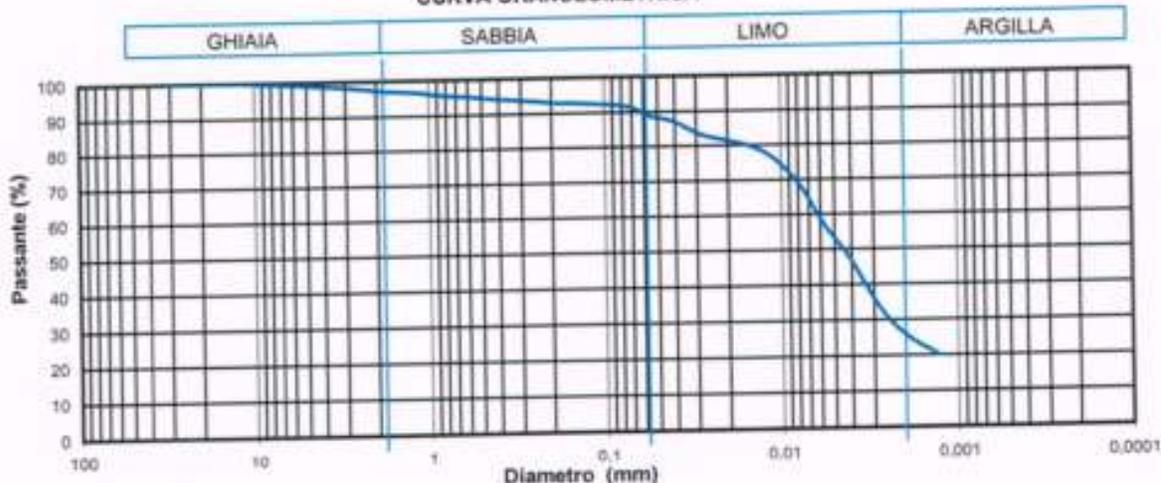
GHIAIA (%)	3
SABBIA (%)	8
LIMO (%)	63
ARGILLA (%)	26

### Descrizione campione (AGI):

Limo con argilla debolmente sabbioso

Note

### CURVA GRANULOMETRICA



Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

*Roberto de Luca*



# SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cuberte, 82018 CALVI (BN)  
 Tel: 0824 181668; cell: 340 6667782 - 333 1153056; fax: www.soilprojectas.it  
 email: info@soilprojectas.it P.I. 01513280624

pag 1/2

Rev. 1 del 07/01/2013

## LIMITI DI ATTERBERG (ASTM D4318 ASTM 4943)

MOD L7.05/5c

Data accettazione: 27/01/2020 Cod. Qualità: 6003/20/L/GF del 27/01/2020  
 Data apertura: 28/01/2020 N° ACC.: 003/20 del 27/01/2020

N° Certificato  
9676

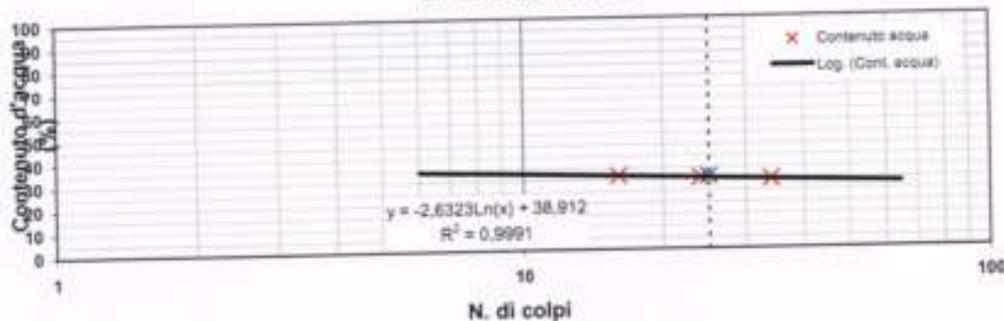
Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

Committente	Geol. Francesco Barbato	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	S.P. 45 Lavori di messa in sicurezza movimento franoso	Prof. Sondaggio (m)	16,00
Località	San Giorgio la Molara (BN)	N. Campione	C1
Impresa	Marygeo sas	Prof. Campione (m)	8,00-8,50
Tecnico	Geol. Francesco Barbato	Note	

LIMITE LIQUIDO $W_L$ (%)	Campione		
	1	2	3
31	A	B	C
	20,25	22,62	22,74
	45,20	45,08	45,48
	39,50	39,82	40,02
	34	24	16
	29,6	30,6	31,6

C.Q.  $R^2 > 0,95$

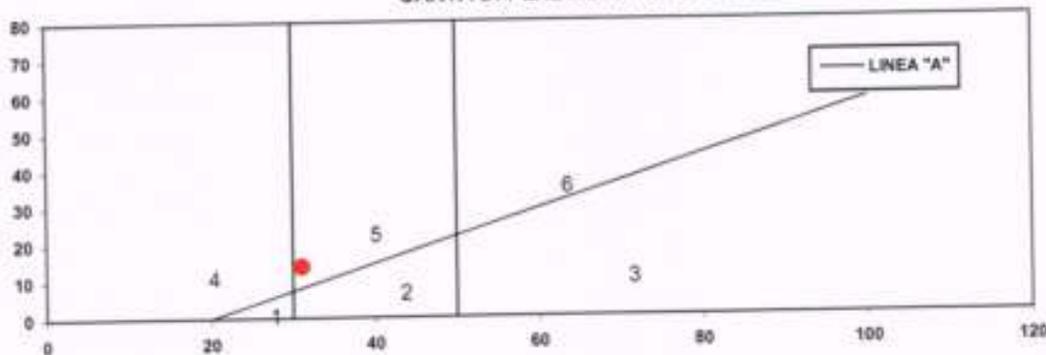
### LIMITE LIQUIDO $W_L$



LIMITE PLASTICO $W_p$ (%)	Campione	
	1	2
17	D	E
	8,36	8,50
	19,90	21,02
	16,20	19,17
	17,28	17,34

INDICE DI PLASTICITA' $I_p$ (%)	14
---------------------------------	----

### CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



- 1) Limi non organici di bassa compressibilità
- 2) Limi non organici di media compres. e limi organici
- 3) Limi non organici di alta compressibilità e argille org.

- 4) Argille non organiche di bassa plasticità
- 5) Argille non organiche di media plasticità
- 6) Argille non organiche di alta plasticità



# SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa int - Loc. Cubarite, 82018 CALVI (BN)  
 Tel: 0824 181666; cell: 340 6687752 - 333 1153058; info: www.soilprojectsas.it  
 email: info@soilprojectsas.it P.I. 01515280624

pag 2/2

Rev. 1 del 07/01/2013

## LIMITI DI ATTERBERG

(ASTM D4318 ASTM 4943)

MOD L7.05/5c

Data accettazione: 27/01/2020 Cod. Qualità: 0003/20/L/GF del 27/01/2020  
 Data apertura: 28/01/2020 N° ACC.: 003/20 del 27/01/2020

N° Certificato  
9677

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

Committente	Geol. Francesco Barbato	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	S.P. 45 Lavori di messa in sicurezza movimento franoso	Prof. Sondaggio (m)	10,00
Località	San Giorgio la Molara (BN)	N. Campione	C1
Impresa	Marygeo sas	Prof. Campione (m)	8,00-8,50
Tecnico	Geol. Francesco Barbato	Note	

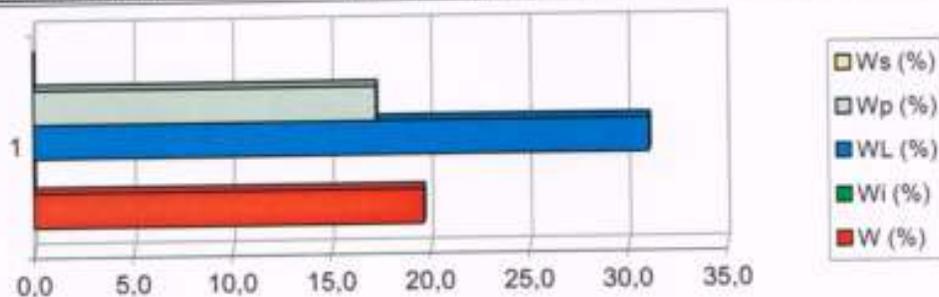
### INDICI CARATTERISTICI

% Campione < 0,002 mm   
 Contenuto d'acqua (%)

Indice plasticità I <sub>p</sub> (%)	<input type="text" value="13,8"/>	Indice di consistenza I <sub>c</sub>	<input type="text" value="0,83"/>	Indice di attività I <sub>a</sub>	<input type="text" value="0,53"/>
Non plastico (0-5)	<input type="text"/>	Fluida (<0)	<input type="text"/>	Inattivo (<0,75)	<input type="text" value="X"/>
Poco plastico (5-15)	<input type="text" value="X"/>	Fluido-plastico (0-0,25)	<input type="text"/>	Norm. Attivo (0,75-1,25)	<input type="text"/>
Plastico (15-40)	<input type="text"/>	Molle-plastico (0,25-0,50)	<input type="text"/>	Attivo (>1,25)	<input type="text"/>
Molto plastico (>40)	<input type="text"/>	Plastico (0,50-0,75)	<input type="text"/>		
		Solido-plastico (0,75-1,0)	<input type="text" value="X"/>		
		Solido-plastico (>1)	<input type="text"/>		

### DET LIMITE DI RITIRO W<sub>s</sub>

	Campione		Media	
	1	2		
Capsula in monel n°				Contenuto d'acq. iniz. W <sub>s</sub> (%) <input type="text"/>
Peso capsula (g)				Limite di ritiro W <sub>s</sub> (%) <input type="text"/>
Peso capsula + peso mercurio (g)				Coefficiente di ritiro R <sub>s</sub> <input type="text"/>
Peso specifico mercurio (g/cm <sup>3</sup> )				Ritiro di volume V <sub>s</sub> <input type="text"/>
Volume capsula in monel (cm <sup>3</sup> )				
Peso capsula + peso materiale umido (g)				
Peso capsula + peso materiale secco (g)				
Volume campione secco (cm <sup>3</sup> )			Media <input type="text"/>	



Ws (%)	0,0
Wp (%)	17,3
WL (%)	31,1
Wi (%)	0,0
W (%)	19,7

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

*Salvatore De Luca*



# SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cudarrà, 82019 CALVI (RN)  
 Tel: 0224 1810888; fax: 340 6867752 - 333 1163086; info: www.soilprojectas.it  
 email: info@soilprojectas.it P.I. 01515280634

pag.1/3

Rev. 1  
 del 07/01/2013

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

MOD L7.05/6C

Data accettazione: 27/01/2020 Cod. Qualità: 0003/20/LJGF del 27/01/2020  
 Data apertura: 28/01/2020 N° ACC.: 003/20 del 27/01/2020

N° Certificato  
 9678

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

Committente	Geol. Francesco Barbato	N. Sondaggio	S1
Operai/cant.	S.P. 45 Lavori di messa in sicurezza movimento franoso	Prof. Sondaggio (m)	10,00
Località	San Giorgio la Molara (BN)	N. Campione	C1
Impresa	Marygeo sas	Prof. Campione (m)	8,00-8,50
Tecnico	Geol. Francesco Barbato	Note	

### Caratteristiche scatola di taglio

Lunghezza scatola (mm)	60,00	Sezione scatola A (cm <sup>2</sup> )	36,00	Altezza scatola H (mm)	22,00	Volume scatola V (cm <sup>3</sup> )	79,20
------------------------	-------	--------------------------------------	-------	------------------------	-------	-------------------------------------	-------

### Consolidazione

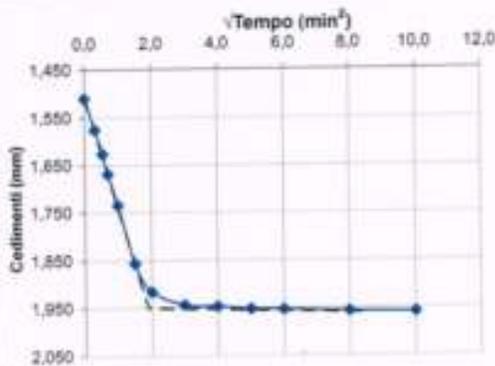
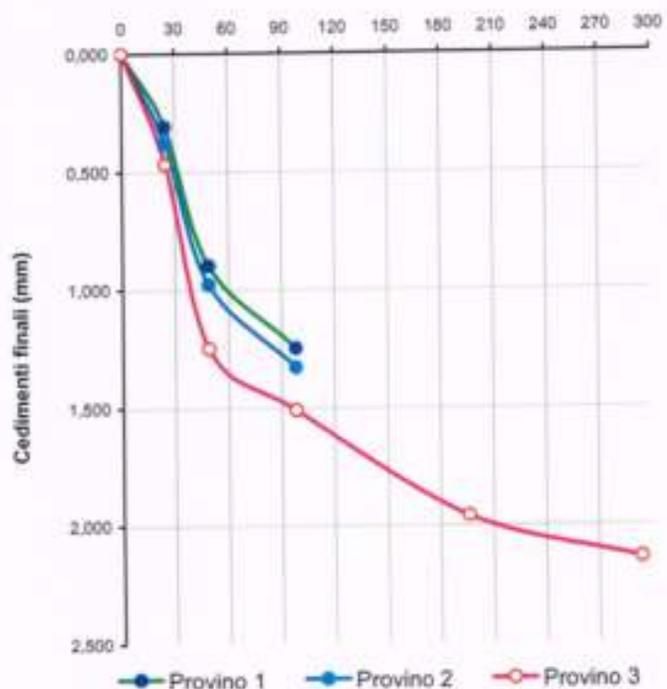
	Carico verticale
Provino 1	98,07 kN/m <sup>2</sup>
Provino 2	196,14 kN/m <sup>2</sup>
Provino 3	294,21 kN/m <sup>2</sup>

Carico verticale kN/m <sup>2</sup>	Provino 1	Provino 2	Provino 3
	Cedim. Fin. mm	Cedim. Fin. mm	Cedim. Fin. mm
0,00	0,000	0,000	0,000
24,52	0,310	0,380	0,470
49,03	0,900	0,980	1,250
98,07	1,250	1,330	1,510
196,13			1,960
294,21			2,140

### Curva di consolidazione di Taylor

Determinata per provino n. 3			
Gradino di carico verticale	da	98,07 kN/m <sup>2</sup>	
	a	196,13 kN/m <sup>2</sup>	
Cedimento mm	Tempo min	vTempo min <sup>2</sup>	v <sub>100</sub> min <sup>2</sup>
1,510	0,00	0,00	1,89
1,576	0,10	0,32	
1,627	0,30	0,55	t <sub>100</sub>
1,669	0,50	0,71	min
1,735	1,00	1,00	3,57
1,857	2,25	1,50	
1,917	4,00	2,00	k (Racc. AGI)
1,945	9,00	3,00	10
1,948	16,00	4,00	
1,953	25,00	5,00	Spont. Rott.
1,954	36,00	6,00	mm
1,958	84,00	8,00	4,00
1,960	100,00	10,00	

Carico verticale (kN/m<sup>2</sup>)



Velocità di avanz. MAX 0,11 mm/min

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio



# SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubento, 82018 CALVI (BN)  
 Tel. 0224 1818888; cell: 340 6667152 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it  
 email: info@soilprojectsas.it P.I. 01515280624

pag 2/3

Rev. 1  
 del 07/01/2013

MOD L7.05/6C

## PROVA DI TAGLIO

(ASTM D3080)

Data accettazione: 27/01/2020 Cod. Qualità: 0003/20/LGF del 27/01/2020  
 Data apertura: 28/01/2020 N° ACC.: 003/20 del 27/01/2020

N° Certificato  
 9679

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

Committente	Geol. Francesco Barbato	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	S.P. 45 Lavori di messa in sicurezza movimento franoso	Prof. Sondaggio (m)	10,00
Località	San Giorgio la Molara (BN)	N. Campione	C1
Impresa	Marygeo sas	Prof. Campione (m)	8,00-8,50
Tecnico	Geol. Francesco Barbato	Note	

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Avanzamento	Def. Vert.	Sforzo di taglio	Avanzamento	Def. Vert.	Sforzo di taglio	Avanzamento	Def. Vert.	Sforzo di taglio
(mm)	(mm)	(kN/m <sup>2</sup> )	(mm)	(mm)	(kN/m <sup>2</sup> )	(mm)	(mm)	(kN/m <sup>2</sup> )
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,03	0,06	7,26	0,03	0,07	8,86	0,03	0,04	14,64
0,05	0,10	13,21	0,05	0,10	17,49	0,05	0,06	26,72
0,08	0,13	19,89	0,08	0,13	24,02	0,08	0,08	38,81
0,10	0,15	24,10	0,10	0,15	32,41	0,10	0,09	48,86
0,13	0,16	28,24	0,13	0,17	37,31	0,13	0,11	56,18
0,15	0,18	31,35	0,15	0,18	41,51	0,15	0,12	62,22
0,18	0,20	34,98	0,18	0,20	46,41	0,18	0,13	69,54
0,20	0,20	38,87	0,20	0,22	49,90	0,20	0,16	74,67
0,23	0,21	41,98	0,23	0,24	55,27	0,23	0,18	81,44
0,25	0,22	44,57	0,25	0,26	60,16	0,25	0,21	87,84
0,28	0,22	47,16	0,28	0,28	64,36	0,28	0,22	93,15
0,30	0,22	48,97	0,30	0,29	68,79	0,30	0,23	99,37
0,33	0,23	51,30	0,33	0,32	72,29	0,33	0,26	103,77
0,35	0,23	52,08	0,35	0,32	76,72	0,35	0,27	108,89
0,38	0,24	54,41	0,38	0,34	80,69	0,38	0,29	112,92
0,40	0,25	55,71	0,40	0,35	83,95	0,40	0,32	117,86
0,43	0,26	57,52	0,43	0,36	87,68	0,43	0,33	124,45
0,45	0,27	59,34	0,45	0,37	90,95	0,45	0,36	126,83
0,48	0,29	60,89	0,48	0,39	92,81	0,48	0,40	130,30
0,50	0,30	62,45	0,50	0,39	96,54	0,50	0,42	133,05
0,53	0,30	63,48	0,53	0,40	98,88	0,53	0,43	138,17
0,55	0,30	64,52	0,55	0,41	101,21	0,55	0,46	142,02
0,58	0,32	66,07	0,58	0,41	103,77	0,58	0,47	144,21
0,60	0,32	66,59	0,60	0,42	107,27	0,60	0,48	147,89
0,63	0,33	67,37	0,63	0,42	108,44	0,63	0,49	150,43
0,65	0,34	67,89	0,65	0,44	109,37	0,65	0,51	153,73
0,68	0,35	68,69	0,68	0,45	111,24	0,68	0,52	155,56
0,70	0,35	69,18	0,70	0,45	111,47	0,70	0,54	159,40
0,73	0,36	69,96	0,73	0,47	112,63	0,73	0,55	161,80
0,75	0,37	70,37	0,75	0,47	113,10	0,75	0,58	163,98
0,78	0,37	70,48	0,78	0,49	113,10	0,78	0,59	164,71
0,80	0,38	70,11	0,80	0,49	113,10	0,80	0,60	165,26
0,83	0,38	69,96	0,83	0,50	112,02	0,83	0,62	164,71
0,85	0,39	68,40	0,85	0,51	110,07	0,85	0,63	164,71
			0,88	0,52	108,44	0,88	0,63	159,95
						0,90	0,63	157,49
						0,93	0,66	157,31

Lo Sperimentatore

*[Signature]*



Il Direttore del laboratorio

*Roberto De Luca*



# SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubarella, 82018 CALVI (BN)  
 Tel: 0824 1818668; cell: 340 6667752 - 333 1153050; info: www.soilprojectas.it;  
 email: info@soilprojectas.it P.I.: 01515280824

pag 3/3

RLV 1 del 07/01/2013

## PROVA DI TAGLIO (ASTM D3080)

MOD L7.05/6C

Data accettazione: 27/01/2020 Cod. Qualità: 090320/LGF del 27/01/2020  
 Data apertura: 28/01/2020 N° ACC.: 00320 del 27/01/2020

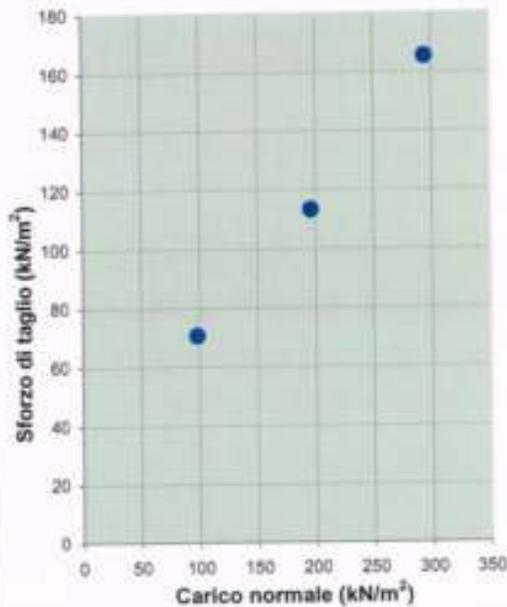
N° Certificato  
9680

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

Committente	Geol. Francesco Barbato	N. Sondaggio	S1
Operai/cant.	S.P. 45 Lavori di messa in sicurezza movimento franoso	Prof. Sondaggio (m)	10,00
Località	San Giorgio la Molara (BN)	N. Campione	C1
Impresa	Marygeo sas	Prof. Campione (m)	8,00-8,50
Tecnico	Geol. Francesco Barbato	Note	

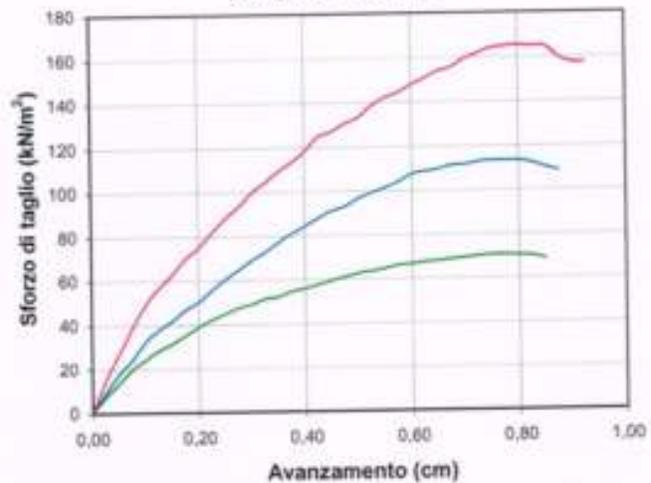
Contenuto d'acqua naturale (%)	19,68
Peso di volume naturale (kN/m <sup>3</sup> )	19,90
Peso di volume secco (kN/m <sup>3</sup> )	16,63
Indice dei vuoti	0,53
Porosità (%)	34,68
Peso specifico (kN/m <sup>3</sup> )	25,45
Grado di saturazione (%)	96
Sezione scatola di taglio (cm <sup>2</sup> )	36
Velocità di avanzamento (mm/min)	0,025

	Carico verticale
Provino 1	98,07 kN/m <sup>2</sup>
Provino 2	196,14 kN/m <sup>2</sup>
Provino 3	294,21 kN/m <sup>2</sup>

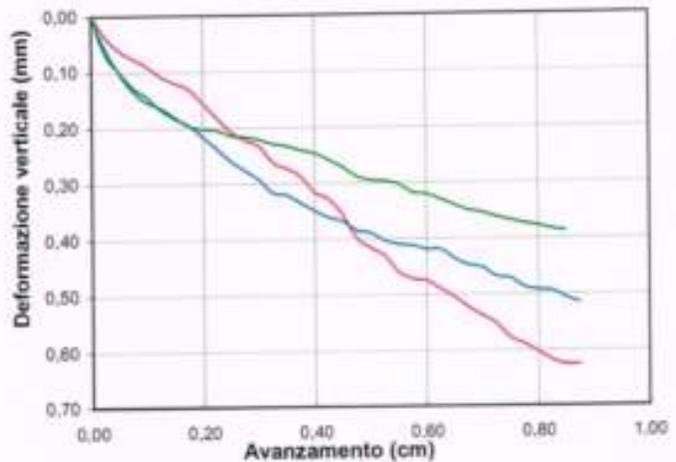


Parametri di regressione lineare	Intercetta (kN/m <sup>2</sup> )	21,50
	Valore angolare (°)	25,80

### SFORZO DI TAGLIO



### DEFORMAZIONE



Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio



# SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)  
Tel: 0824 181668; cell: 340 8867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectas.it  
email: info@soilprojectas.it P.I.: 01615260624

pag 1/2

Rev. 1  
del 07/01/2013

## PROVA EDOMETRICA

(ASTM D 2435 - D4186)

MOD L7.05/8c

Data accettazione: 27/01/2020 Cod. Qualità: 0003/20/LJGF del 27/01/2020  
Data apertura: 28/01/2020 N° ACC.: 003/20 del 27/01/2020

N° Certificato:  
9681

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

Committente	Geol. Francesco Barbato	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	S.P. 45 Lavori di messa in sicurezza movimento franoso	Prof. Sondaggio (m)	10,00
Località	San Giorgio la Molara (BN)	N. Campione	C1
Impresa	Marygeo sas	Prof. Campione (m)	8,00-8,50
Tecnico	Geol. Francesco Barbato	Note	

### Caratteristiche anello edometrico e provino

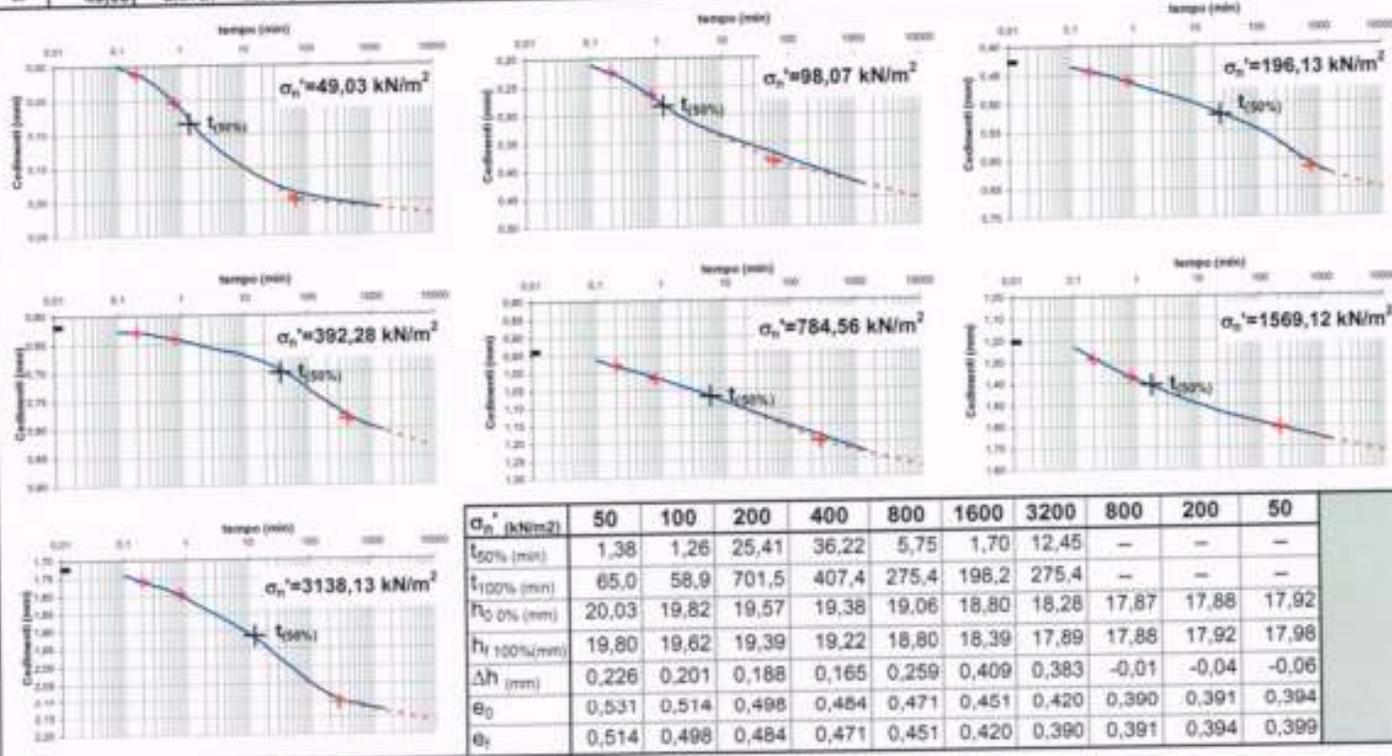
Peso anello (g)	102	Altezza (mm)	20,00	Peso provino + anello (g)	183,08
Diametro (mm)	50,00	Area di base (cm <sup>2</sup> )	19,62	Peso provino (g)	81,08

### Proprietà provino

	INIZIALE	FINALE (a carico)	Δ		INIZIALE	FINALE (a carico)	Δ
Peso di vol. sat. (kN/m <sup>3</sup> )	16,97	18,59	1,62	Indice dei vuoti	0,53	0,389964013	0,14095
Peso di vol. secco (kN/m <sup>3</sup> )	16,63	18,31	1,69	Cont. d'acqua a saturaz (%)	0,02	0,02	0,01

### Consolidazione edometrica

Tempi (min)	6"	15"	30"	1'	2'	4'	8'	15'	30'	1"	2"	4"	8"	16"	24"	2H (mm)	
	0,1	0,25	0,5	1	2	4	8	15	30	60	120	240	480	960	1440		
Cedimenti (mm)																	
Carico	49,03	0,002	0,016	0,035	0,082	0,098	0,124	0,145	0,161	0,176	0,186	0,194	0,200	0,204	0,208	0,210	19,79
	98,07	0,212	0,230	0,250	0,274	0,299	0,318	0,333	0,346	0,356	0,370	0,385	0,397	0,410	0,422	0,429	19,57
	196,13	0,436	0,446	0,455	0,466	0,477	0,487	0,499	0,509	0,523	0,537	0,552	0,573	0,598	0,617	0,625	19,38
	392,28	0,628	0,631	0,637	0,643	0,653	0,661	0,668	0,678	0,692	0,711	0,738	0,761	0,782	0,797	0,804	19,20
	784,53	0,964	0,988	1,004	1,022	1,040	1,059	1,080	1,099	1,120	1,141	1,160	1,180	1,199	1,218	1,230	18,77
	1569,12	1,232	1,297	1,344	1,387	1,420	1,459	1,491	1,520	1,548	1,571	1,593	1,616	1,639	1,661	1,675	18,33
Scarico	3138,13	1,740	1,766	1,781	1,808	1,838	1,867	1,899	1,932	1,977	2,019	2,069	2,091	2,111	2,126	2,132	17,87
	784,53	2,131	2,128	2,127	2,126	2,126	2,123	2,122	2,122	2,120	2,120	2,119	2,120	2,117	2,117	2,118	17,88
	196,13	2,117	2,113	2,110	2,108	2,106	2,103	2,102	2,100	2,099	2,097	2,093	2,089	2,083	2,080	2,079	17,92
49,03	2,072	2,067	2,062	2,059	2,056	2,053	2,049	2,046	2,043	2,039	2,035	2,031	2,027	2,022	2,021	17,98	



Lo Sperimentatore

*[Signature]*



Il Direttore del laboratorio

*Labruna De Luca*



# SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)  
 Tel: 0824 1818668; cell: 340 6867752 - 333 1153058; info: www.soilprojectssas.it  
 email: info@soilprojectssas.it P.L.:01515280624

pag 2/2

Rev. 1  
 del 07/01/2013

## PROVA EDOMETRICA (ASTM D2435 - D4186)

MOD L7.05/8c

Data accettazione: 27/01/2020 Cod. Qualità: 0003/20/LIGF del 27/01/2020  
 Data apertura: 28/01/2020 N° ACC.: 003/20 del 27/01/2020

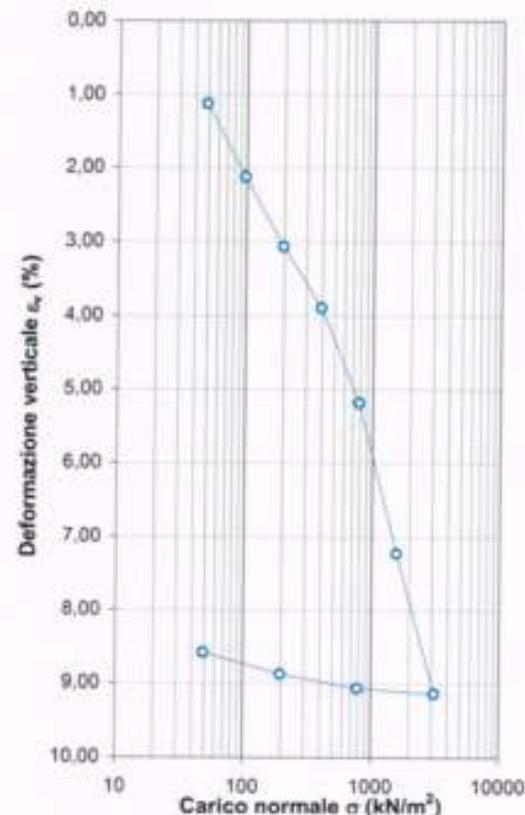
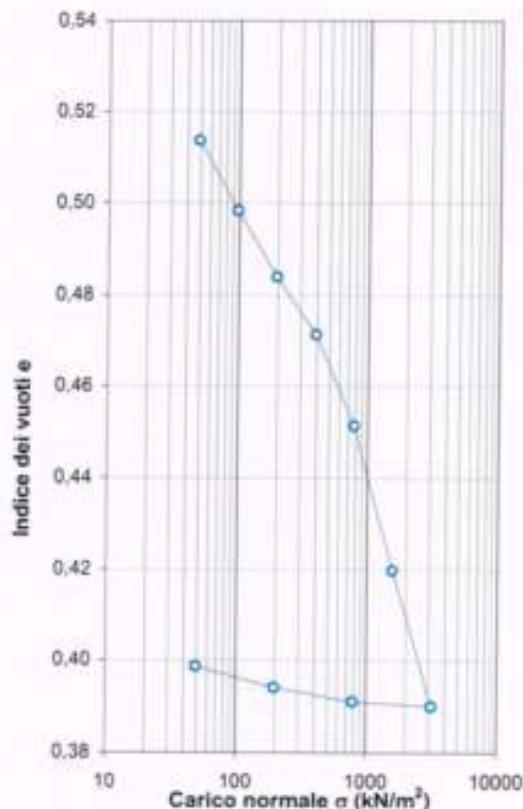
N° Certificato:  
 9682

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

Committente	Geol. Francesco Barbato	N. Sondaggio	S1
Opera/cant.	S.P. 45 Lavori di messa in sicurezza movimento franoso	Prof. Sondaggio (m)	10,00
Località	San Giorgio la Molara (BN)	N. Campione	C1
Impresa	Marygeo sas	Prof. Campione (m)	8,00-8,50
Tecnico	Geol. Francesco Barbato	Note	

### Caratteristiche di compressibilità edometrica

Carico	Deform. Verticale	Indice dei vuoti	Mod. Edometr.	Indice di Comp.lità	Indice di Ri/Compres	Indice di Rigonf.	Ind. Cons second.	Coeff. di Consolid.	Coeff. di Permeab.
$\sigma_n'$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\epsilon_v$ (%)	e	$E_{ed}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$a_v$ (kN/m <sup>2</sup> ) 1	$C_{r1}$ $C_c$	$C_{r0}$	$C_{\alpha}$ (min) <sup>-1</sup>	$C_v$ (cm <sup>2</sup> /min)	K (m/min)
49,03	1,13	0,514	4346,94	0,00035	0,004	—	4,33E-04	0,140	3,15E-07
98,07	2,13	0,498	4886,43	0,00031	0,051	—	1,51E-03	0,150	3,01E-07
196,13	3,07	0,484	10435,42	0,00015	0,048	—	6,83E-04	0,007	6,84E-09
392,27	3,89	0,471	23880,19	0,00006	0,042	—	1,22E-03	0,005	2,06E-09
784,53	5,19	0,451	30332,75	0,00005	0,066	—	1,51E-03	0,030	9,75E-09
1569,06	7,23	0,420	38417,03	0,00004	0,105	—	2,84E-03	0,097	2,49E-08
3138,13	9,14	0,390	82050,48	0,00002	0,099	—	1,23E-03	0,013	1,51E-08
784,53	9,07	0,391	—	—	—	0,002	—	—	—
196,13	8,88	0,394	—	—	—	0,005	—	—	—
49,03	8,59	0,399	—	—	—	0,008	—	—	—



Lo Sperimentatore

*[Signature]*



Il Direttore del laboratorio

*[Signature]*





# SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europe snc - Loc. Cubania, 82018 CALVI (BN)  
Tel: 0824 161660; cell: 340 8667762 - 339 1153056; info: www.soilprojectas.it  
email: info@soilprojectas.it P.I. 01615180624

pag. 1/1

Rev. 1 del 07/01/2013

## CARATTERISTICHE FISICO VOLUMETRICHE (ASTM D2216-D2974-D854-D4372-C128; UNI 8520; BS 1327)

MOD L7.05/2c

Data accettazione: 27/01/2020 Cod. Qualità: 0003/20/L/GF del 27/01/2020  
Data apertura: 28/01/2020 N° ACC.: 003/20 del 27/01/2020

N° Certificato  
9683

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

Committente	Geol. Francesco Barbato	N. Sondaggio	S2
Opera/cant.	S.P. 45 Lavori di messa in sicurezza movimento franoso	Prof. Sondaggio (m)	30,00
Località	San Giorgio la Molara (BN)	N. Campione	C1
Impresa	Merygeo sas	Prof. Campione (m)	2,00-2,50
Tecnico	Geol. Francesco Barbato	Note	

### PESO DI VOLUME $\gamma$ (BS 1327 1154)

Metodo campione	Provino		
	1	2	3
Peso contenitore (g)	54,96	54,96	102,00
Peso contenitore+campione umido (g)	204,40	204,30	185,10
Peso campione umido (g)	149,4	149,3	83,1
Volume contenitore (cm <sup>3</sup> )	72,00	72,00	40,00
Peso di volume $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	20,354	20,341	20,373
MEDIA	20,36		
C.Q. $\Delta$ (%)	30	0,01	0,08

### CONTENUTO IN SOLFATI (UNI EN 1744-1:1999)

Determinazioni	1	2	3
Peso campione (g)			
Peso precipitazione (g)			
Peso acqua utilizzata (g)			
Contenuto in solfati (%)			
MEDIA			

### PESO SPECIFICO DEI GRANI $\gamma_s$ (ASTM D854)

Picnometro	Campione		
	A	B	C
Peso campione secco(g)	26,02	26,16	26,24
Temperatura di prova (°C)	20,00	20,00	20,00
Peso specifico acqua $\gamma_w$ (kN/m <sup>3</sup> )	9,80665	9,80665	9,80665
Peso pic. + acqua + camp. secco (g)	162,20	160,70	158,60
Peso picnometro + acqua (g)	145,9	144,3	142,2
Peso specifico dei grani $\gamma_s$ (kN/m <sup>3</sup> )	26,14	26,18	26,10
MEDIA	26,14		
C.Q. $\Delta$ (%)	30	0,02	0,14

### DETERMINAZIONE PESO DI VOLUME $\gamma$ (ASTM D1188)

Metodo volumometro	Provino		
	1	2	3
Volumometro			
Peso volumometro + acqua (g)			
Peso campione umido (g)			
Peso volumometro + camp. umido (g)			
Differenza volume volumometro (cm <sup>3</sup> )			
Peso di volume $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )			
MEDIA			

### DETERMINAZIONE CONTENUTO D'ACQUA W (ASTM D2216)

Contenitore n°	Provino		
	A	B	C
Peso contenitore (g)	9,42	9,38	9,52
Peso cont. + peso camp. umido (g)	94,54	108,04	90,64
Peso cont. + peso camp. secco (g)	80,20	91,50	77,00
Peso campione secco (g)	70,78	82,12	67,48
Contenuto d'acqua w (%)	20,26	20,14	20,21
MEDIA	20,20		
C.Q. $\Delta$ (%)	30	0,27	0,31

### PARAMETRI DI STATO DERIVATI

Peso vol. secco $\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	15,9
Indice dei vuoti e	0,54
Porosità n (%)	35,2
Grado di saturazione (Sr) %	99,1
$T_{sat} = \gamma_d + \gamma_w$	
Peso volume saturo $\gamma_{sat}$ (kN/m <sup>3</sup> )	20,4
$\gamma' = T_{sat} - \gamma_w$	
Peso volume immerso $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	16,6

### DETERMINAZIONE CONTENUTO IN CaCO<sub>3</sub> (ASTM D4373)

	Provino	
	1	2
Pressione atmosferica (bar)		
Temperatura atmosferica (°C)		
Quantità campione secco (g)		
Svolgimento reazione (cm <sup>3</sup> )		
Absorbimento reazione (cm <sup>3</sup> )		
Contenuto carbonato di calcio (%)		
MEDIA		

### CONTENUTO SOSTANZE ORGANICHE (UNI EN 8520/14)

Determinazioni n.	Provini	
	1	2
Peso tara (g)		
Peso campione (g)		
Peso campione calcinato + tara (g)		
Contenuto in sostanze organiche (%)		
MEDIA		

Note

Lo Sperimentatore

*[Signature]*



Il Direttore del laboratorio

*[Signature]*



# SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa int - Loc. Cuberna, 82018 CALVI (BN)  
 Tel: 0824 181666; cell: 340 6667752 - 333 1153056; info: www.soilprojectas.it  
 email: info@soilprojectas.it P.I. 01015280634

pag. 1/1

Rev. 1 del 07/01/2013

## ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA (ASTM D422-63)

MOD L7.05/3c

Data accettazione: 27/01/2020 Cod. Qualità: 0003/20/L/GF del 27/01/2020 N° Certificato: 9684  
 Data apertura: 28/01/2020 N° ACC.: 003/20 del 27/01/2020

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

Committente	Geol. Francesco Barbato	N. Sondaggio	S2
Operai/cant.	S.P. 45 Lavori di messa in sicurezza movimento franoso	Prof. Sondaggio (m)	30,00
Località	San Giorgio la Molara (BN)	N. Campione	C1
Impresa	Merygeo sas	Prof. Campione (m)	2,00-2,50
Tecnico	Geol. Francesco Barbato	Note	

Note:

SETACCI	APERTURA	RESTO	% RESTO	% RESTO	% PASSANTE
ASTM	(mm)	(g)		Progres.	
1 <sup>1/2</sup> "	31,500	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,500	136,88	22,11	22,11	77,89
4	4,750	82,36	13,31	35,42	64,58
8	2,360	22,06	3,56	38,98	61,02
10	2,000	33,30	5,38	44,36	55,64
16	1,180	16,52	2,67	47,03	52,97
20	0,850	19,06	3,08	50,11	49,89
30	0,600	9,04	1,46	51,57	48,43
40	0,425	14,84	2,40	53,97	46,03
60	0,250	17,88	2,89	56,86	43,14
80	0,180	10,40	1,68	58,54	41,46
100	0,150	11,38	1,84	60,36	39,62
200	0,075	21,90	3,54	63,91	36,09
FONDO	//	223,36	36,09	100,00	//
TOTALE		618,98	100,00	C.Q. > 97 %	

### OPERAZIONE LAVAGGIO CAMPIONE

Contenitore n°	A
Peso contenitore (g)	80,26
Peso campione umido (g)	723,8
Peso campione secco (g)	618,98
Peso campione secco lavato (g)	395,62
Peso quantità > 25 mm (g)	0,00
Perdita lavaggio (g)	223,36
Risposta perdita	0,00

### Risultato

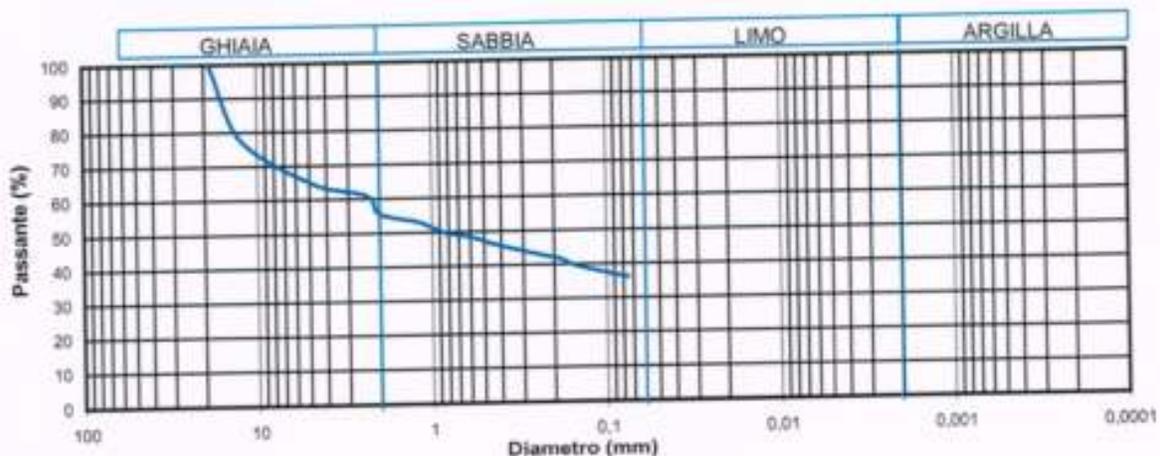
GHIAIA	Grossa	0	
	Media	44	34
44	Fine	44	10
SABBIA	Grossa	8	
	Media	5	
21	Fine	21	8
LIMO/ARGILLA		35	35

### Descrizione campione

### Coefficienti granulometrici

D60	(mm)	Coef. Uniformità (Cu)	
D30	(mm)	Coef. Curvatura (Cc)	
D10	(mm)		

### CURVA GRANULOMETRICA



Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio



**ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE**  
(ASTM D422-63)

MOD L7.05/4c

Data accettazione: 27/01/2020 Cod. QuIRI: 0003/20/LGF del 27/01/2020  
Data apertura: 28/01/2020 N° ACC.: 003/20 del 27/01/2020

N° Certificato  
9685

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

Committente	Geol. Francesco Barbato	N. Sondaggio	S2
Operai/cant.	S.P. 45 Lavori di messa in sicurezza movimento franoso	Prof. Sondaggio (m)	30,00
Località	San Giorgio la Molara (BN)	N. Campione	C1
Impresa	Merygeop sas	Prof. Campione (m)	2,00-2,50
Tecnico	Geol. Francesco Barbato	Note	

Volume bulbo densimetro (cm <sup>3</sup> )	V <sub>B</sub>	28,0
Altezza bulbo densimetro (cm)	H <sub>B</sub>	17,4
Sezione cilindro sedimentazione (cm <sup>2</sup> )	S <sub>C</sub>	27,8
Soluzione disperdente(g/l)		125

**Quantità materiale per la prova e peso specifico**

Peso totale campione per granulometria (g)	619,0
Peso totale granulometria <0,075 mm (g)	223,4
Peso materiale secco per aerometria (g)	40,00
Peso specifico dei grai (kN/m <sup>3</sup> )	26,14

**Correzioni per letture densimetro**

Correzione menisco	C <sub>M</sub>		0,5
Correzione temperatura	C <sub>T</sub>	-4,4	0,22
Correzione dispersione	C <sub>D</sub>	(4,4-6,5)	-4,1

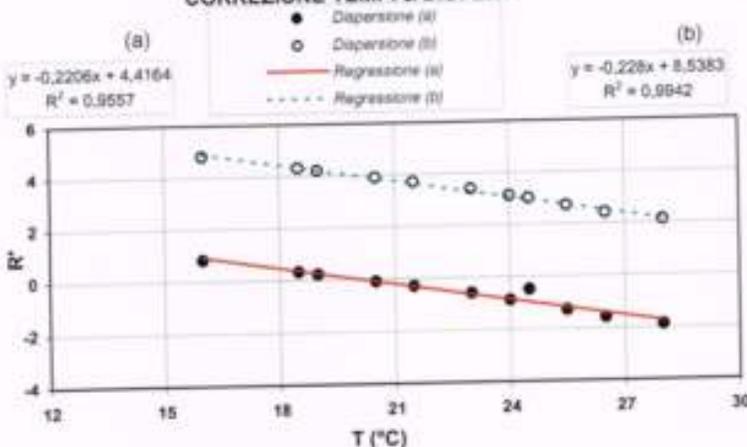
**Analisi correzione**

Acqua distillata			Acqua + dispersivo		
T (°C)	R <sub>tem</sub>	R' (a)	T (°C)	R <sub>tem</sub>	R' (b)
16	0,3	0,8	16	4,3	4,8
18,5	-0,2	0,3	18,5	3,8	4,3
19	-0,3	0,2	19	3,7	4,2
20,5	-0,6	-0,1	20,5	3,4	3,9
21,5	-0,8	-0,3	21,5	3,2	3,7
23	-1,1	-0,6	23	2,9	3,4
24	-1,4	-0,9	24	2,6	3,1
24,5	-1,0	-0,5	24,5	2,5	3,0
25,5	-1,8	-1,3	25,5	2,2	2,7
26,5	-2,1	-1,6	26,5	1,9	2,4
28	-2,4	-1,9	28	1,6	2,1

R'(a) = 4,4-0,22 T

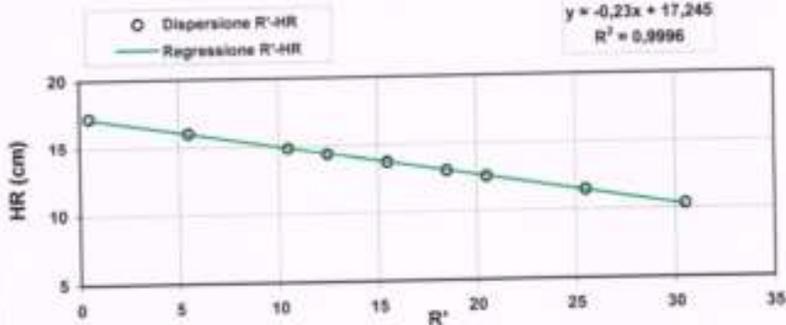
R'(b) = 8,5-0,22 T

**CORREZIONE TEMP. & DISPERS.**



**Determinazione coefficienti H<sub>B</sub> - R' (solo con acqua)**

**EQUAZIONE R'-HR**



R <sub>tem</sub>	R'	H <sub>1</sub>	H <sub>0</sub>
(-)	(-)	(cm)	(cm)
30	30	2,10	10,30
25	25	3,20	11,40
20	20	4,30	12,50
18	18	4,76	12,96
15	15	5,45	13,65
12	12	6,14	14,34
10	10	6,60	14,80
5	5	7,80	16,00
0	0	9,00	17,20

H<sub>B</sub> = 14,83 - 0,230 R'

a 14,8      b -0,23

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio



# SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubanis, 62018 CALVI (BN)  
Tel. 0824 181669; cell. 340 6887762 - 333 1153086; info: www.soilprojectas.it  
email: info@soilprojectas.it P.I. 01515290624

pag 2/2

Rev. 1 del 07/01/2013

## ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE (ASTM D422-63)

MOD L7.05/4c

Data accettazione: 27/01/2020 Cod. Qualità: 0003/20/LJGF del 27/01/2020  
Data apertura: 28/01/2020 N° ACC.: 003/20 del 27/01/2020

N° Certificato  
**9686**

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

Committente	Geol. Francesco Barbato	N. Sondaggio	<b>52</b>
Operai/cant.	S.P. 45 Lavori di messa in sicurezza movimento franoso	Prof. Sondaggio (m)	<b>30,00</b>
Località	San Giorgio la Molara (BN)	N. Campione	<b>C1</b>
Impresa	Merygeo sas	Prof. Campione (m)	<b>2,00-2,50</b>
Tecnico	Geol. Francesco Barbato	Note	

### SEDIMENTAZIONE

temp (min)	T (°C)	R <sub>Let</sub>	H <sub>c</sub> (cm)	H <sub>a</sub> (cm)	R'	H <sub>0</sub> (cm)	C <sub>T</sub>	η <sub>L</sub>	η <sub>L</sub>	D (mm)	R''	Pass. Tot %
0,5	20,0	27,5		8,2	28,0	8,4	0,00	0,9982	0,000	<b>0,0556</b>	23,90	<b>34,5</b>
1	20,0	27,0		8,2	27,5	8,515	0,00	0,9982	0,000	<b>0,0396</b>	23,40	<b>33,7</b>
2	20,0	26,5		8,2	27,0	8,63	0,00	0,9982	0,000	<b>0,0282</b>	22,90	<b>33,0</b>
4	20,0	25,0		8,2	25,5	8,975	0,00	0,9982	0,000	<b>0,0203</b>	21,40	<b>30,9</b>
8	20,0	24,5		8,2	25,0	9,09	0,00	0,9982	0,000	<b>0,0145</b>	20,90	<b>30,1</b>
15	20,0	23,0		8,2	23,5	9,435	0,00	0,9982	0,000	<b>0,0108</b>	19,40	<b>28,0</b>
30	20,0	22,0		8,2	22,5	9,7	0,00	0,9982	0,000	<b>0,0077</b>	18,40	<b>26,5</b>
60	20,0	20,0		8,2	20,5	10,125	0,00	0,9982	0,000	<b>0,0056</b>	16,40	<b>23,7</b>
120	20,0	18,0		8,2	16,5	10,585	0,00	0,9982	0,000	<b>0,0040</b>	14,40	<b>20,8</b>
300	20,0	15,0		8,2	15,5	11,275	0,00	0,9982	0,000	<b>0,0026</b>	11,40	<b>16,4</b>
600	20,0	14,0		8,2	14,5	11,505	0,00	0,9982	0,000	<b>0,0019</b>	10,40	<b>15,0</b>
1440	20,0	13,0		8,2	13,5	11,735	0,00	0,9982	0,000	<b>0,0012</b>	9,40	<b>13,6</b>

### Granulometria completa

Set. ASTM	D (mm)	Pass. Tot %
1 <sup>1/2"</sup>	31,50	100,0
1"	25,00	100,0
3/4"	19,00	100,0
1/2"	12,50	77,5
4	4,750	64,6
8	2,360	61,0
10	2,000	55,6
16	1,180	53,0
20	0,850	49,9
30	0,600	48,4
40	0,425	46,0
60	0,250	43,1
80	0,180	41,5
100	0,150	39,8
200	0,075	36,1
S	0,0556	<b>34,5</b>
S	0,0396	<b>33,7</b>
S	0,0282	<b>33,0</b>
S	0,0203	<b>30,9</b>
S	0,0145	<b>30,1</b>
S	0,0108	<b>28,0</b>
S	0,0077	<b>26,5</b>
S	0,0056	<b>23,7</b>
S	0,0040	<b>20,8</b>
S	0,0026	<b>16,4</b>
S	0,0019	<b>15,0</b>
S	0,0012	<b>13,6</b>

### Coefficienti granulometrici

D<sub>60</sub> (mm)

D<sub>30</sub> (mm)

D<sub>10</sub> (mm)

Coef. Uniformità (Cu)

Coef. Curva (Cc)

### Percentuale passaggio

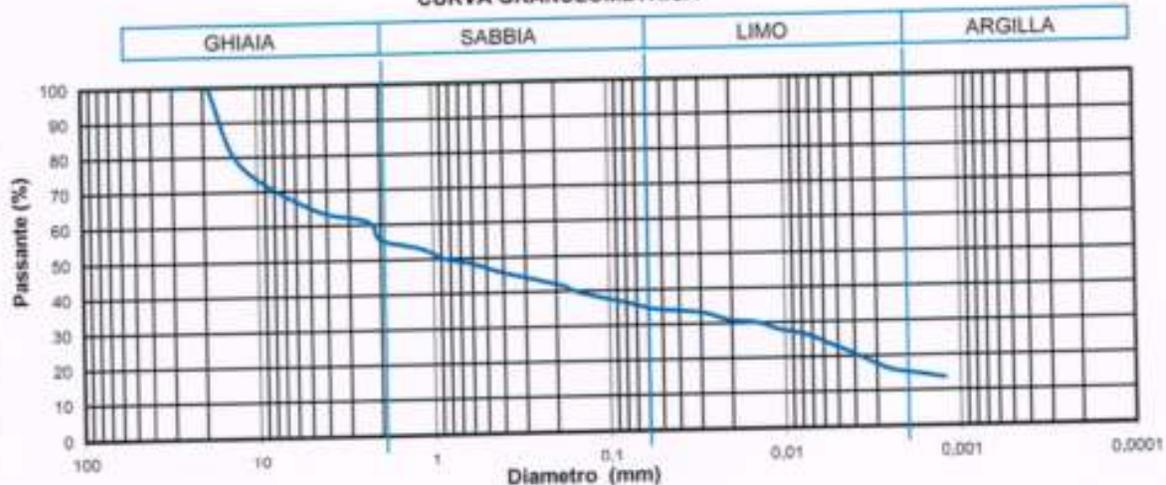
GHIAIA (%)	44
SABBIA (%)	21
LIMO (%)	20
ARGILLA (%)	15

### Descrizione campione (AG):

Ghiaia sabbiosa limosa debolmente argilosa

Note

### CURVA GRANULOMETRICA



Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

*Roberto De Luca*



# SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Oubante, 82018 CALVI (BN)  
Tel: 0824 181868, cell: 340 6967762 - 333 1153086, info: www.soilprojectas.it  
email: info@soilprojectas.it P.I. 01615280624

pag.1/3

Rev. 1  
del 07/01/2013

MOD L7.05/6C

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

Data accettazione: 27/01/2020 Cod. Qualità: 0003/20/LIGF del 27/01/2020  
Data apertura: 28/01/2020 N° ACC.: 003/20 del 27/01/2020

N° Certificato  
9687

Autonizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

Committente	Geol. Francesco Barbato	N. Sondaggio	S2
Opera/cant.	S.P. 45 Lavori di messa in sicurezza movimento franoso	Prof. Sondaggio (m)	30,00
Località	San Giorgio la Molara (BN)	N. Campione	C1
Impresa	Merygeo sas	Prof. Campione (m)	2,00-2,50
Tecnico	Geol. Francesco Barbato	Note	

### Caratteristiche scatola di taglio

Lunghezza scatola (mm)	60,00	Sezione scatola A (cm <sup>2</sup> )	36,00	Altezza scatola H (mm)	22,50	Volume scatola V (cm <sup>3</sup> )	79,20
------------------------	-------	--------------------------------------	-------	------------------------	-------	-------------------------------------	-------

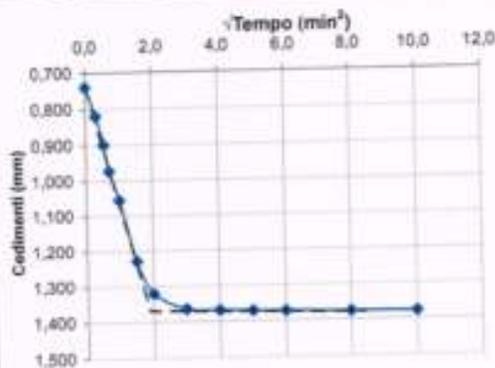
### Consolidazione

	Carico verticale
Provino 1	49,03 kN/m <sup>2</sup>
Provino 2	98,07 kN/m <sup>2</sup>
Provino 3	196,13 kN/m <sup>2</sup>

Carico verticale kN/m <sup>2</sup>	Provino 1	Provino 2	Provino 3
	30 mm	Cedim. Fin. mm	Cedim. Fin. mm
0,00	0,000	0,000	0,000
24,52	0,110	0,130	0,090
49,03	0,440	0,510	0,400
98,07		0,810	0,740
196,13			1,380
294,21			

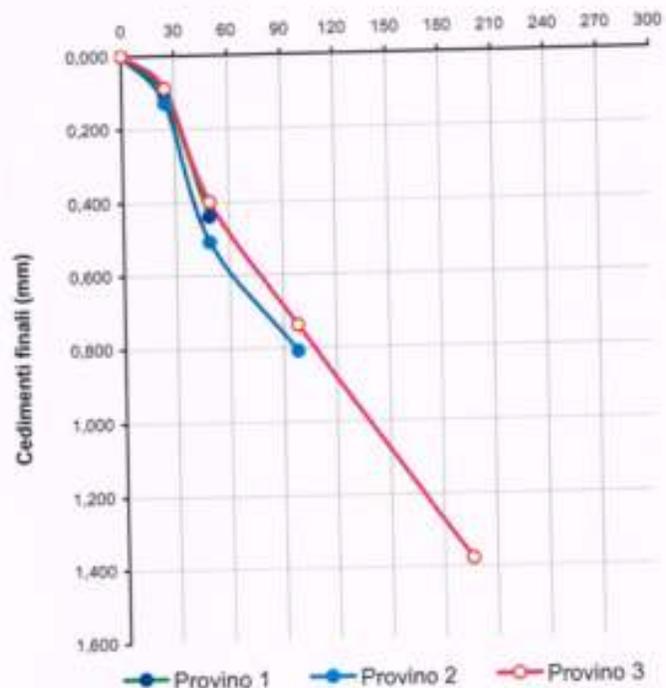
### Curva di consolidazione di Taylor

Determinata per provino n. 3			
Gradino di carico verticale		da 98,07 kN/m <sup>2</sup>	a 196,13 kN/m <sup>2</sup>
Cedimento mm	Tempo min	$\sqrt{\text{Tempo}}$ min <sup>1/2</sup>	$\sqrt{t_{100}}$ min <sup>1/2</sup>
0,740	0,00	0,00	1,59
0,821	0,10	0,32	
0,900	0,30	0,55	$t_{100}$ min
0,974	0,50	0,71	3,57
1,056	1,00	1,00	
1,229	2,25	1,50	
1,322	4,00	2,00	k (Rec. AGL)
1,366	9,00	3,00	10
1,371	16,00	4,00	
1,373	25,00	5,00	Spost. Rot. mm
1,375	36,00	6,00	4,00
1,378	64,00	8,00	
1,380	100,00	10,00	



Velocità di avanz. MAX 0,11 mm/min

### Carico verticale (kN/m<sup>2</sup>)



Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio



# SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)  
 Tel: 0824 181668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectas.it  
 email: info@soilprojectas.it P.I. 01515280624

pag 2/3

Rev. 1  
 del 07/01/2013

## PROVA DI TAGLIO (ASTM D3080)

MOD L7.05/6C

Data accettazione: 27/01/2020 Cod. Qualità: 0003/20/L/GF del 27/01/2020  
 Data apertura: 28/01/2020 N° ACC.: 003/20 del 27/01/2020

N° Certificato  
 9688

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

Committente	Geol. Francesco Barbato	N. Sondaggio	S2
Opera/cant.	S.P. 45 Lavori di messa in sicurezza movimento franoso	Prof. Sondaggio (m)	30,00
Località	San Giorgio la Molara (BN)	N. Campione	C1
Impresa	Merygeo sas	Prof. Campione (m)	2,00-2,50
Tecnico	Geol. Francesco Barbato	Note	

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Avanzamento	Def. Vert.	Sforzo di taglio	Avanzamento	Def. Vert.	Sforzo di taglio	Avanzamento	Def. Vert.	Sforzo di taglio
(mm)	(mm)	(kN/m <sup>2</sup> )	(mm)	(mm)	(kN/m <sup>2</sup> )	(mm)	(mm)	(kN/m <sup>2</sup> )
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,03	0,05	4,58	0,03	0,06	5,16	0,03	0,03	11,37
0,05	0,09	8,00	0,05	0,09	10,19	0,05	0,05	20,78
0,08	0,11	10,47	0,08	0,11	15,00	0,08	0,07	30,00
0,10	0,13	12,81	0,10	0,12	18,89	0,10	0,09	37,96
0,13	0,15	15,01	0,13	0,14	21,74	0,13	0,11	43,65
0,15	0,16	17,58	0,15	0,16	24,19	0,15	0,12	48,34
0,18	0,17	19,89	0,18	0,17	27,04	0,18	0,13	54,03
0,20	0,18	21,47	0,20	0,18	30,00	0,20	0,14	58,01
0,23	0,19	22,86	0,23	0,20	32,21	0,23	0,16	63,27
0,25	0,19	24,00	0,25	0,22	35,06	0,25	0,18	68,25
0,28	0,20	25,47	0,28	0,24	37,51	0,28	0,19	72,37
0,30	0,21	26,50	0,30	0,25	40,09	0,30	0,21	77,20
0,33	0,22	27,27	0,33	0,27	42,13	0,33	0,22	80,62
0,35	0,22	28,33	0,35	0,28	44,71	0,35	0,24	84,60
0,38	0,23	29,36	0,38	0,29	47,02	0,38	0,26	87,73
0,40	0,24	30,28	0,40	0,31	48,92	0,40	0,27	91,56
0,43	0,25	31,31	0,43	0,32	51,10	0,43	0,29	94,55
0,45	0,26	32,11	0,45	0,33	53,00	0,45	0,31	98,53
0,48	0,26	32,67	0,48	0,34	54,58	0,48	0,34	101,23
0,50	0,27	33,20	0,50	0,36	56,26	0,50	0,35	104,47
0,53	0,27	33,75	0,53	0,37	57,62	0,53	0,37	107,35
0,55	0,28	34,50	0,55	0,38	58,98	0,55	0,39	110,33
0,58	0,28	35,12	0,58	0,38	60,47	0,58	0,40	112,04
0,60	0,29	35,40	0,60	0,38	61,86	0,60	0,42	114,74
0,63	0,29	36,11	0,63	0,39	63,19	0,63	0,43	116,87
0,65	0,30	36,67	0,65	0,40	64,28	0,65	0,44	119,43
0,68	0,30	37,03	0,68	0,41	64,82	0,68	0,45	120,85
0,70	0,31	37,03	0,70	0,41	64,96	0,70	0,46	122,37
0,73	0,31	37,03	0,73	0,42	65,06	0,73	0,48	123,08
0,75	0,31	37,03	0,75	0,42	65,19	0,75	0,49	123,57
0,78	0,32	37,03	0,78	0,43	65,36	0,78	0,50	124,05
0,80	0,32	36,87	0,80	0,43	64,89	0,80	0,51	124,31
0,83	0,33	36,08	0,83	0,44	63,69	0,83	0,53	124,54
0,85	0,33	35,89	0,85	0,45	63,39	0,85	0,54	124,54
0,88	0,33	35,42	0,88	0,46	63,19	0,88	0,55	122,37
0,90	0,34	34,83				0,90	0,55	120,88
						0,93	0,57	119,22

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio



# SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubania, 82018 CALVI (BN)  
 Tel: 0824 181888; cell: 340 6667752 - 333 1153056; info: www.soilprojectas.it  
 email: info@soilprojectas.it P.L. 01515280624

pag 3/3

REV 1 del 07/01/2013

## PROVA DI TAGLIO (ASTM D3080)

MOD L7.05/6C

Data accettazione: 27/01/2020 Cod. Qualità: 000320/LQF del 27/01/2020  
 Data apertura: 28/01/2020 N° ACC.: 003/20 del 27/01/2020

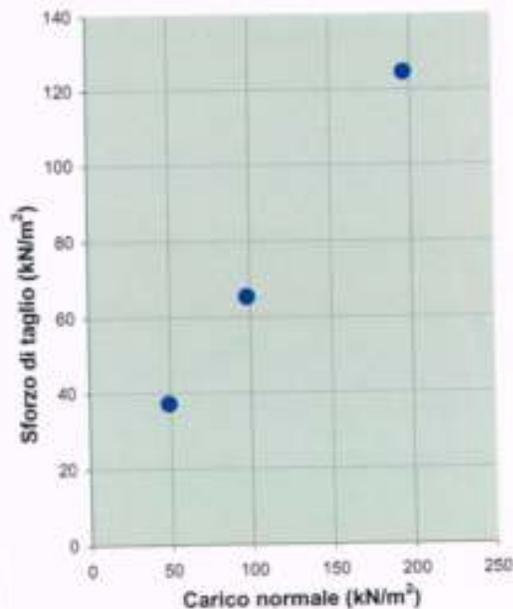
N° Certificato  
9699

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

Committente	Geol. Francesco Barbato	N. Sondaggio	S2
Opera/cant.	S.P. 45 Lavori di messa in sicurezza movimento franoso	Prof. Sondaggio (m)	30,00
Località	San Giorgio la Molara (BN)	N. Campione	C1
Impresa	Merygeo sas	Prof. Campione (m)	2,00-2,50
Tecnico	Geol. Francesco Barbato	Note	

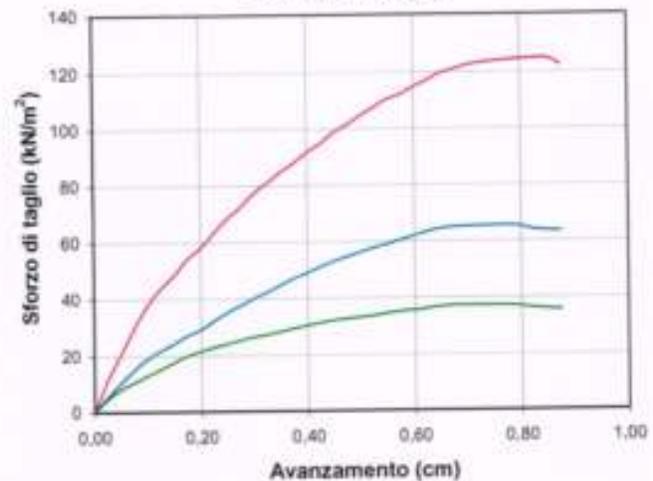
Contenuto d'acqua naturale (%)	20,20
Peso di volume naturale (kN/m <sup>3</sup> )	20,36
Peso di volume secco (kN/m <sup>3</sup> )	16,93
Indice dei vuoti	0,54
Porosità (%)	35,22
Peso specifico (kN/m <sup>3</sup> )	26,14
Grado di saturazione (%)	99
Sezione scatola di taglio (cm <sup>2</sup> )	36
Velocità di avanzamento (mm/min)	0,025

	Carico verticale
Provino 1	49,03 kN/m <sup>2</sup>
Provino 2	98,07 kN/m <sup>2</sup>
Provino 3	196,13 kN/m <sup>2</sup>

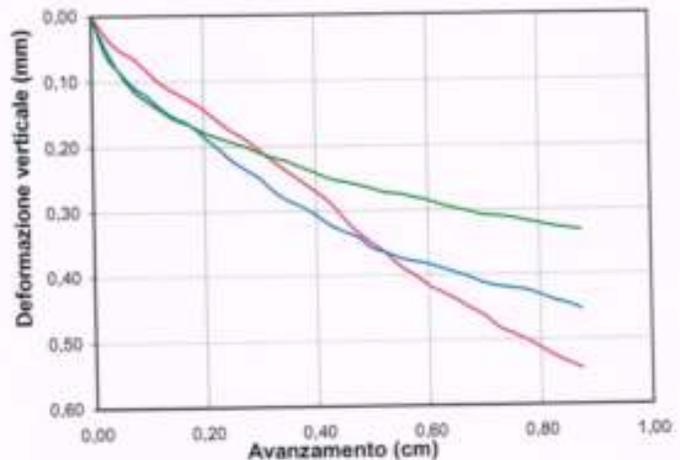


Parametri di regressione lineare	Intercetta (kN/m <sup>2</sup> )	7,44
	Valore angolare (°)	30,81

### SFORZO DI TAGLIO



### DEFORMAZIONE



Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio



# SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubanie, 82018 CALVI (BN)  
Tel: 0824 181668; cell: 340 6887752 - 353 1153056; info: www.soilprojectas.it  
email: info@soilprojectas.it P.I. 01515280824

pag. 1/1

Rev. 1  
del 07/01/2013

## APERTURA CAMPIONE

MOD L7.05/1c

Data accettazione: 27/01/2020 Cod. Qualità: 0003/20/LJGF del 27/01/2020  
Data apertura: 28/01/2020 N° ACC.: 003/20 del 27/01/2020

Data Emissione  
17/02/2020

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

### DATI GENERALI

Committente	Geol. Francesco Barbato
Opera/cant.	S.P. 45 Lavori di messa in sicurezza movimento franoso
Località	San Giorgio la Molara (BN)
Impresa	Marygeo sas
Tecnico	Geol. Francesco Barbato

### RIFERIMENTI E MODALITA' DI PRELIEVO

IN FORO	IN TRINCEA	SUPERFICIE	Mod. sondaggio:	
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			Rotaz. - carotiere	<input checked="" type="checkbox"/>
			Rotaz. doppio carot.	<input type="checkbox"/>
			Percussione	<input type="checkbox"/>
			Spirale	<input type="checkbox"/>
			Campionatore:	<input type="checkbox"/>
			Shelby	<input checked="" type="checkbox"/>
			Osterberg	<input type="checkbox"/>
			Mazier	<input type="checkbox"/>
			Carotiere rotativo	<input type="checkbox"/>
			Carotiere doppio rot.	<input type="checkbox"/>
			Cucchialo	<input type="checkbox"/>
			Altro	<input type="checkbox"/>

### PROVE ESEGUITE

N. Cod.	Prova	
A	Apertura campione	<input checked="" type="checkbox"/>
B	Caratteristiche fisico-volumetriche	<input checked="" type="checkbox"/>
C	Analisi granulometrica	<input checked="" type="checkbox"/>
D	Limiti di Atterberg	<input type="checkbox"/>
E	Prova di permeabilità	<input type="checkbox"/>
F	Prova edometrica	<input type="checkbox"/>
G	Prova di taglio diretto	<input checked="" type="checkbox"/>
H	Prova di taglio residuo	<input type="checkbox"/>
I	Prova triassiale CID	<input type="checkbox"/>
L	Prova triassiale CIU	<input type="checkbox"/>
M	Prova triassiale UU	<input type="checkbox"/>
N	Prova espansione laterale libera	<input type="checkbox"/>
O	Prova di compattazione	<input type="checkbox"/>

### Classe campione in base al prelievo

Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
Infissione in foro in fustella				
Da taglio in superficie in fustella				
Rotazione in fustella				
Sciolto				

### IDENTIFICAZIONE VISIVA ALL'ESTRUSIONE

Granulare grosso/no		Granulare medio		Granulare/coesivo		Coesivo	
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
CONSISTENZA				Classe campione sfustellato			
Colore				Rosastro			
Struttura				Eterogenea			
Tessitura				Media - Fine			
<input checked="" type="checkbox"/>							
PRESENZA MAT. ORG.				FESSURAZIONE			
ALTA				NON DISGREGATO			
MEDIA				PERSISTENTE			
SCARSA				MEDIA			
				ASSENTE			
DISGREGATO				ACCENTUATO			
				MODESTO			
				SCARSO			

### Note:

Presenza di numerosi inclusi centimetrici di natura calcarea

### Documentazione fotografica:



Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Schirone & Luco



# SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubania, 82018 CALVI (BN)  
Tel: 0824 181668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilproject.it  
email: info@soilproject.it P.I. 01519280524

pag. 1/1

Rev. 1 del 07/01/2013

## CARATTERISTICHE FISICO VOLUMETRICHE (ASTM D2216-D2974-D854-D4372-C128; UNI 8520; BS 1327)

MOD L7.05/2c

Data accettazione: 27/01/2020 Cod. Qualità: 0003/20/LGF del 27/01/2020  
Data apertura: 28/01/2020 N° ACC.: 003/20 del 27/01/2020

N° Certificato  
9700

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

Committente	Geol. Francesco Barbato	N. Sondaggio	S2
Opera/cant.	S.P. 45 Lavori di messa in sicurezza movimento franoso	Prof. Sondaggio (m)	30,00
Località	San Giorgio la Molara (BN)	N. Campione	C2
Impresa	Marygeo sas	Prof. Campione (m)	14,50-15,00
Tecnico	Geol. Francesco Barbato	Note	

### PESO DI VOLUME $\gamma$ (BS 1327 T154)

Metodo campione	Provino			
	1	2	3	
Peso contenitore (g)	54,06	72,72	71,54	
Peso contenitore+campione umido (g)	205,00	222,64	222,14	
Peso campione umido (g)	150,9	149,9	150,6	
Volume contenitore (cm <sup>3</sup> )	72,00	72,00	72,00	
Peso di volume $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	20,559	20,420	20,512	
	MEDIA 20,50			
C.C. $\Delta\gamma(\%)$	$\Delta\gamma(\%)$	0,30	0,39	0,08

### PESO SPECIFICO DEI GRANI $\gamma_s$ (ASTM D854)

	Campione			
	1	2	3	
Picnometro	A	B	C	
Peso campione secco(g)	26,04	26,10	26,18	
Temperatura di prova (°C)	20,00	20,00	20,00	
Peso specifico acqua $\gamma_w$ (kN/m <sup>3</sup> )	9,80665	9,80665	9,80665	
Peso pic. + acqua + camp. secco (g)	162,30	160,72	158,64	
Peso picnometro + acqua (g)	145,9	144,3	142,2	
Peso specifico dei grani $\gamma_s$ (kN/m <sup>3</sup> )	26,38	26,33	26,31	
	MEDIA 26,34			
C.C. $\Delta\gamma_s(\%)$	$\Delta\gamma_s(\%)$	0,18	0,03	0,13

### PARAMETRI DI STATO DERIVATI

Peso vol. secco $\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	17,5
Indice dei vuoti e	0,50
Porosità n (%)	33,5
Grado di saturazione (Sr) %	90,9
$\gamma_{sat} = \gamma_d + \gamma_w n$	
Peso volume saturo $\gamma_{sat}$ (kN/m <sup>3</sup> )	20,8
$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$	
Peso volume immerso $\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	11,0

### CONTENUTO SOSTANZE ORGANICHE (UNI EN 8520/14)

	Provini
Determinazioni n.	
Peso tara (g)	
Peso campione (g)	
Peso campione calcinato + tara (g)	
Contenuto in sostanze organiche (%)	
	MEDIA

### CONTENUTO IN SOLFATI (UNI EN 1744-1:1999)

	1	2	3
Determinazioni			
Peso campione (g)			
Peso precipitazione (g)			
Peso acqua utilizzata (g)			
Contenuto in solfati (%)			
	MEDIA		

### DETERMINAZIONE PESO DI VOLUME $\gamma$ (ASTM D1188)

Metodo volumometro	Provino		
	1	2	3
Volumometro			
Peso volumometro + acqua (g)			
Peso campione umido (g)			
Peso volumometro + camp. umido (g)			
Differenza volume volumometro (cm <sup>3</sup> )			
Peso di volume $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )			
	MEDIA		

### DETERMINAZIONE CONTENUTO D'ACQUA W (ASTM D2216)

	Provino			
	1	2	3	
Contenitore n°	A	B	C	
Peso contenitore (g)	9,40	9,56	9,24	
Peso cont. + peso camp. umido (g)	80,78	79,24	79,40	
Peso cont. + peso camp. secco (g)	70,32	69,12	69,20	
Peso campione secco (g)	60,92	59,56	59,96	
Contenuto d'acqua w (%)	17,17	16,99	17,01	
	MEDIA 17,06			
C.C. $\Delta w(\%)$	$\Delta w(\%)$	0,68	0,39	0,27

### DETERMINAZIONE CONTENUTO IN CaCO<sub>3</sub> (ASTM D4373)

	Provino	
	1	2
Pressione atmosferica (bar)		
Temperatura atmosferica (°C)		
Quantità campione secco (g)		
Svolgimento reazione (cm <sup>3</sup> )		
Absorbimento reazione (cm <sup>3</sup> )		
Contenuto carbonato di calcio (%)		
	MEDIA	

Note

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Roberto De Luca



# SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cuberte, 82018 CALVI (BN)  
Tel: 0824 181666; cell: 340 6667752 - 333 1153056; info: www.soilprojectas.it  
email: info@soilprojectas.it P.I. 01815280624

pag. 1/1

Rev. 1 del 07/01/2013

## ANALISI GRANOMETRICA PER SETACCIATURA (ASTM D422-63)

MOD L7.05/3c

Data accettazione: 27/01/2020 Cod. Qualità: 0003/20/L/GF del 27/01/2020  
Data apertura: 28/01/2020 N° ACC.: 003/20 del 27/01/2020

N° Certificato  
9791

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

Committente	Geol. Francesco Barbato	N. Sondaggio	S2
Operai/cant.	S.P. 45 Lavori di messa in sicurezza movimento franoso	Prof. Sondaggio (m)	30,00
Località	San Giorgio la Molara (BN)	N. Campione	C2
Impresa	Marygeo sas	Prof. Campione (m)	14,50-15,00
Tecnico	Geol. Francesco Barbato	Note	

Note:

SETACCI	APERTURA	RESTO	% RESTO	% RESTO	% PASSANTE
ASTM	(mm)	(g)		Progres.	
1 <sup>100</sup>	31,500	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	37,00	6,22	6,22	93,78
1/2"	12,500	26,22	4,41	10,63	89,37
4	4,750	66,22	11,14	21,77	78,23
8	2,360	30,42	5,12	26,88	73,12
10	2,000	25,14	4,23	31,11	68,89
16	1,180	19,82	3,33	34,44	65,56
20	0,850	24,84	4,18	38,62	61,38
30	0,600	11,48	1,93	40,55	59,45
40	0,425	17,04	2,87	43,42	56,58
60	0,250	21,10	3,55	46,96	53,04
80	0,180	14,40	2,42	49,39	50,61
100	0,150	11,22	1,89	51,27	48,73
200	0,075	26,02	4,38	55,65	44,35
FONDO	//	263,74	44,35	100,00	//
TOTALE		594,66	100,00	C.Q. > 97 %	

### OPERAZIONE LAVAGGIO CAMPIONE

Contenitore n°	A
Peso contenitore (g)	80,80
Peso campione umido (g)	691,5
Peso campione secco (g)	594,66
Peso campione secco lavato (g)	330,92
Peso quantità > 25 mm (g)	0,00
Perdita lavaggio (g)	263,74
Risposta perdita	0,00

### Risultato

GHIAIA	Grossa	5
	Media	14
31	Fine	31
	Grossa	10
SABBIA	Media	8
	Fine	26
26		8
LIMDIARGILLA		43

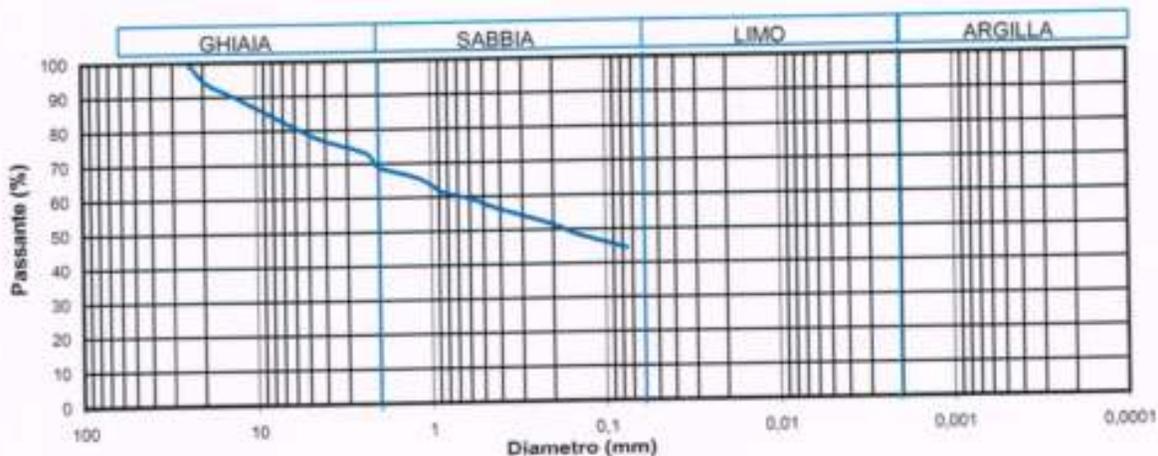
### Coefficienti granulometrici

D <sub>60</sub>	(mm)	Coef. Uniformità (Cu)	
D <sub>30</sub>	(mm)	Coef. Curvatura (Cc)	
D <sub>10</sub>	(mm)		

### Descrizione campione

Empty box for sample description.

### CURVA GRANOMETRICA



Lo Spedimentatore



Il Direttore del laboratorio

Scrima De Luca



**ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE**  
(ASTM D422-63)

MOD L7.05/4c

Data accettazione: 27/01/2020 Cod. Qualità: 0003/20/L/GF del 27/01/2020  
Data apertura: 28/01/2020 N° ACC.: 003/20 del 27/01/2020

N° Certificato  
9702

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

Committente	Geol. Francesco Barbato	N. Sondaggio	S2
Operai/cant.	S.P. 45 Lavori di messa in sicurezza movimento franoso	Prof. Sondaggio (m)	30,00
Località	San Giorgio la Molara (BN)	N. Campione	C2
Impresa	Marygeo sas	Prof. Campione (m)	14,50-15,00
Tecnico	Geol. Francesco Barbato	Note	

Volume bulbo densimetro (cm <sup>3</sup> )	V <sub>b</sub>	28,0
Altezza bulbo densimetro (cm)	H <sub>b</sub>	17,4
Sezione cilindro sedimentazione (cm <sup>2</sup> )	S <sub>c</sub>	27,8
Soluzione disperdente(g/l)		125

**Quantità materiale per la prova e peso specifico**

Peso totale campione per granulometria (g)	594,7
Peso totale granulometria <0,075 mm (g)	263,7
Peso materiale secco per aerometria (g)	40,00
Peso specifico dei grai (kN/m <sup>3</sup> )	26,34

**Correzioni per letture densimetro**

Correzione menisco	C <sub>w</sub>	0,5
Correzione temperatura	C <sub>T</sub>	-4,4 0,22
Correzione dispersione	C <sub>D</sub>	(4,4-6,5) -4,1

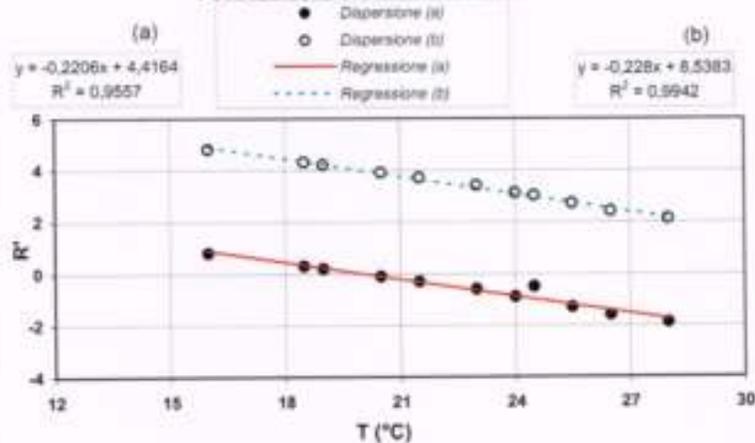
**Analisi correzione**

Acqua distillata			Acqua + dispersivo		
T (°C)	R <sub>tem</sub>	R' (a)	T (°C)	R <sub>tem</sub>	R' (b)
16	0,3	0,8	16	4,3	4,8
18,5	-0,2	0,3	18,5	3,8	4,3
19	-0,3	0,2	19	3,7	4,2
20,5	-0,6	-0,1	20,5	3,4	3,9
21,5	-0,8	-0,3	21,5	3,2	3,7
23	-1,1	-0,6	23	2,9	3,4
24	-1,4	-0,9	24	2,6	3,1
24,5	-1,0	-0,5	24,5	2,5	3,0
25,5	-1,8	-1,3	25,5	2,2	2,7
26,5	-2,1	-1,6	26,5	1,9	2,4
28	-2,4	-1,9	28	1,6	2,1

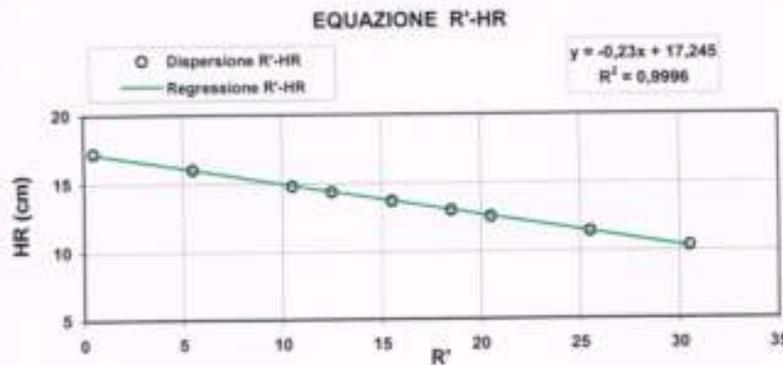
R'(a) = 4,4-0,22 T

R'(b) = 8,5-0,22 T

**CORREZIONE TEMP. & DISPERS.**



**Determinazione coefficienti H<sub>a</sub> - R' (solo con acqua)**



R <sub>tem</sub>	R'	H <sub>a</sub>	H <sub>b</sub>
(-)	(-)	(cm)	(cm)
30	30	2,10	10,30
25	25	3,20	11,40
20	20	4,30	12,50
18	18	4,76	12,96
15	15	5,45	13,65
12	12	6,14	14,34
10	10	6,60	14,80
5	5	7,80	16,00
0	0	9,00	17,20

H<sub>a</sub> = 14,83 - 0,230 R'

a 14,8      b -0,23

Lo Spedimentatore



Il Direttore del laboratorio

*Sabrina De Luca*



# SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)  
 Tel: 0824 181888; cal: 343 687752 - 333 1153056; info: www.soilprojectas.it  
 email: info@soilprojectas.it P.L. 01515260824

pag. 2/2

Rev. 1 del 07/01/2013

## ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE (ASTM D422-83)

MOD L7.05/4c

Data accettazione: 27/01/2020 Cod. Qualità: 0003/20/L/GF del 27/01/2020  
 Data apertura: 28/01/2020 N° ACC.: 003/20 del 27/01/2020

N° Certificato  
9703

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n.342 Del 10/07/2019

Committente	Geol. Francesco Barbato	N. Sondaggio	S2
Operai/cant.	S.P. 45 Lavori di messa in sicurezza movimento franoso	Prof. Sondaggio (m)	30,00
Località	San Giorgio la Molara (BN)	N. Campione	C2
Impresa	Marygeo sas	Prof. Campione (m)	14,50-15,00
Tecnico	Geol. Francesco Barbato	Note	

### SEDIMENTAZIONE

temp (min)	T (°C)	R <sub>Lab</sub>	H <sub>i</sub> (cm)	H <sub>h</sub> (cm)	R'	H <sub>R</sub> (cm)	C <sub>T</sub>	γ <sub>L</sub>	η <sub>L</sub>	D (mm)	R''	Pass. Tot %
0,5	20,0	27,5		8,2	26,0	8,4	0,00	0,9982	0,000	0,0553	23,90	42,2
1	20,0	27,0		8,2	27,5	8,515	0,00	0,9982	0,000	0,0394	23,40	41,3
2	20,0	26,0		8,2	26,5	8,745	0,00	0,9982	0,000	0,0282	22,40	39,5
4	20,0	25,0		8,2	25,5	8,975	0,00	0,9982	0,000	0,0202	21,40	37,8
8	20,0	24,0		8,2	24,5	9,205	0,00	0,9982	0,000	0,0145	20,40	36,0
15	20,0	23,5		8,2	24,0	9,32	0,00	0,9982	0,000	0,0106	19,90	35,1
30	20,0	21,5		8,2	22,0	9,8	0,00	0,9982	0,000	0,0077	17,90	31,6
60	20,0	20,0		8,2	20,5	10,125	0,00	0,9982	0,000	0,0055	16,40	28,9
120	20,0	18,5		8,2	19,0	10,47	0,00	0,9982	0,000	0,0040	14,90	26,3
300	20,0	16,0		8,2	16,5	11,045	0,00	0,9982	0,000	0,0026	12,40	21,9
600	20,0	14,5		8,2	15,0	11,39	0,00	0,9982	0,000	0,0019	10,90	19,2
1440	20,0	13,0		8,2	13,5	11,735	0,00	0,9982	0,000	0,0012	9,40	16,6

### Granulometria completa

Set. ASTM	D (mm)	Pass. Tot %
1 <sup>00</sup>	31,50	100,0
1 <sup>4</sup>	25,00	100,0
3/4 <sup>4</sup>	19,00	93,8
1/2 <sup>4</sup>	12,50	89,4
4	4,750	78,2
8	2,360	73,1
10	2,000	68,9
16	1,180	65,6
20	0,850	61,4
30	0,600	59,4
40	0,425	56,6
60	0,250	53,0
80	0,180	50,6
100	0,150	48,7
200	0,075	44,4
S	0,0553	42,2
S	0,0394	41,3
S	0,0282	39,5
S	0,0202	37,8
S	0,0145	36,0
S	0,0106	35,1
S	0,0077	31,6
S	0,0055	28,9
S	0,0040	26,3
S	0,0026	21,9
S	0,0019	19,2
S	0,0012	16,6

### Coefficienti granulometrici

D <sub>60</sub> (mm)	<input type="text"/>
D <sub>30</sub> (mm)	<input type="text"/>
D <sub>10</sub> (mm)	<input type="text"/>
Coef. Uniformità (Cu)	<input type="text"/>
Coef. Curva (Cc)	<input type="text"/>

### Percentuale passaggio

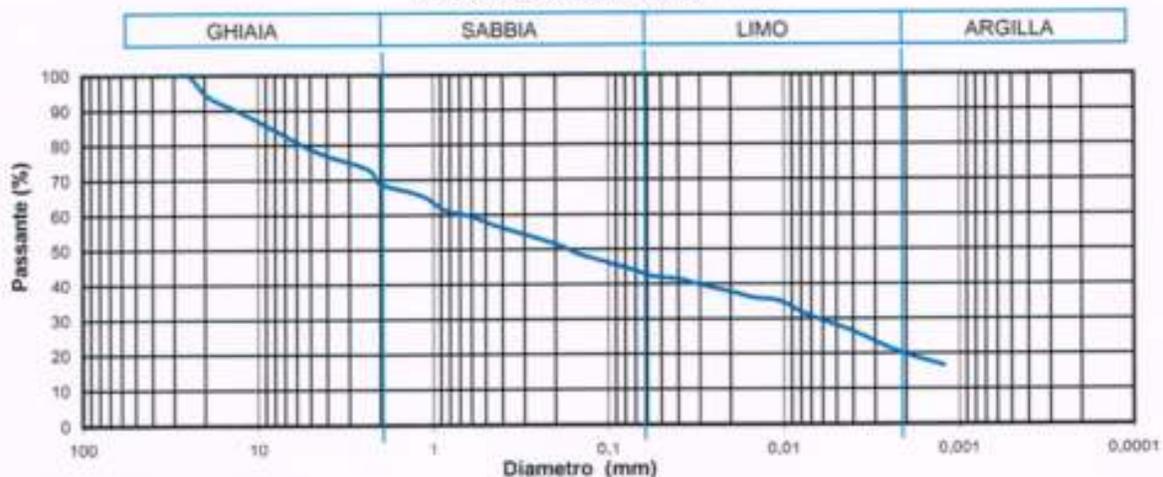
GHIAIA (%)	31
SABBIA (%)	26
LIMO (%)	23
ARGILLA (%)	20

### Descrizione campione (AGI):

Ghiaia con sabbia limosa argillosa

### Note

### CURVA GRANULOMETRICA



Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Sabino & Luca



# SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubanis, 82018 CALVI (BN)  
Tel: 0824 181668; cell: 340 6867752 - 333 1153058; info: www.soilprojectas.it  
email: info@soilprojectas.it P.I. 01915330624

pag.1/3

Rev. 1  
del 07/01/2013

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

MOD L7.05/6C

Data accettazione: 27/01/2020 Cod. Qualità: 0003/20/LJGF del 27/01/2020  
Data apertura: 28/01/2020 N° ACC.: 003/20 del 27/01/2020

N° Certificato  
9704

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

Committente	Geol. Francesco Barbato	N. Sondaggio	S2
Opera/cant.	S.P. 45 Lavori di messa in sicurezza movimento franoso	Prof. Sondaggio (m)	30,00
Località	San Giorgio la Molara (BN)	N. Campione	C2
Impresa	Marygeo sas	Prof. Campione (m)	14,50-15,00
Tecnico	Geol. Francesco Barbato	Note	

### Caratteristiche scatola di taglio

Lunghezza scatola (mm)	60,00	Sezione scatola A (cm <sup>2</sup> )	36,00	Altezza scatola H (mm)	22,00	Volume scatola V (cm <sup>3</sup> )	79,20
------------------------	-------	--------------------------------------	-------	------------------------	-------	-------------------------------------	-------

### Consolidazione

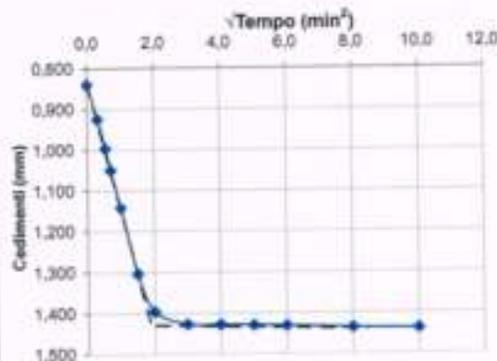
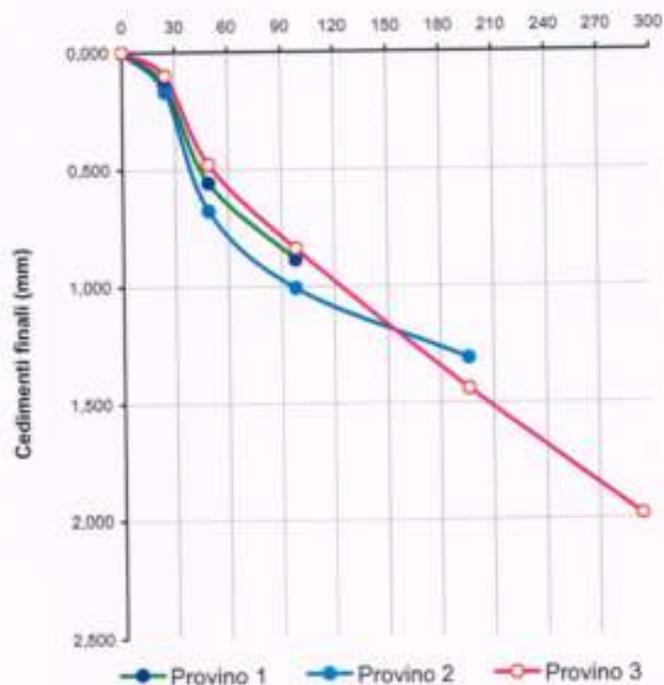
	Carico verticale
Provino 1	98,07 kN/m <sup>2</sup>
Provino 2	196,13 kN/m <sup>2</sup>
Provino 3	294,21 kN/m <sup>2</sup>

Carico verticale kN/m <sup>2</sup>	Provino 1	Provino 2	Provino 3
	Cedim. Fin. mm	Cedim. Fin. mm	Cedim. Fin. mm
0,00	0,000	0,000	0,000
24,52	0,140	0,170	0,100
49,03	0,560	0,660	0,480
98,07	0,890	1,010	0,840
196,13		1,310	1,440
294,21			1,980

### Curva di consolidazione di Taylor

Determinata per provino n. 3			
Gradino di carico verticale		da 98,07 kN/m <sup>2</sup>	a 196,13 kN/m <sup>2</sup>
Cedimento mm	Tempo min	√Tempo min <sup>2</sup>	√t <sub>100</sub> min
0,840	0,00	0,00	1,89
0,925	0,10	0,32	
0,997	0,30	0,55	t <sub>100</sub>
1,050	0,50	0,71	3,57
1,144	1,00	1,00	
1,305	2,25	1,50	
1,397	4,00	2,00	k (Racc. AGI)
1,428	9,00	3,00	10
1,430	16,00	4,00	
1,431	25,00	5,00	Spost. Rott. mm
1,433	36,00	6,00	4,00
1,438	64,00	8,00	
1,440	100,00	10,00	

### Carico verticale (kN/m<sup>2</sup>)



Velocità di avanz. MAX 0,11 mm/min

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio



# SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubento, 82018 CALVI (BN)  
Tel: 0824 181666; cell: 340 8867782 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it  
email: info@soilprojectsas.it P.I. 01015280624

pag 2/3

Rev. 1  
del 07/01/2013

## PROVA DI TAGLIO

(ASTM D3080)

MOD L7.05/6C

Data accettazione: 27/01/2020 Cod. Qualità: 0003/20/LGF del 27/01/2020  
Data apertura: 28/01/2020 N° ACC.: 003/20 del 27/01/2020

N° Certificato  
9705

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

Committente	Geol. Francesco Barbato	N. Sondaggio	S2
Operai/cant.	S.P. 45 Lavori di messa in sicurezza movimento franoso	Prof. Sondaggio (m)	30,00
Località	San Giorgio la Molara (BN)	N. Campione	C2
Impresa	Marygeo sas	Prof. Campione (m)	14,50-15,00
Tecnico	Geol. Francesco Barbato	Note	

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Avanzamento	Def. Vert.	Sforzo di taglio	Avanzamento	Def. Vert.	Sforzo di taglio	Avanzamento	Def. Vert.	Sforzo di taglio
(mm)	(mm)	(kNm <sup>2</sup> )	(mm)	(mm)	(kNm <sup>2</sup> )	(mm)	(mm)	(kNm <sup>2</sup> )
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,03	0,02	6,15	0,03	0,01	18,53	0,03	0,02	26,97
0,05	0,03	10,38	0,05	0,03	34,56	0,06	0,04	51,50
0,08	0,04	14,02	0,08	0,04	49,41	0,09	0,07	73,57
0,10	0,05	17,69	0,10	0,05	59,29	0,10	0,08	85,00
0,13	0,06	22,09	0,13	0,06	66,70	0,13	0,10	93,89
0,15	0,07	26,13	0,15	0,08	70,41	0,15	0,11	100,45
0,18	0,07	30,37	0,18	0,09	75,35	0,18	0,13	107,64
0,20	0,08	33,82	0,20	0,10	77,82	0,20	0,15	113,40
0,23	0,09	38,01	0,23	0,11	81,52	0,23	0,16	119,45
0,25	0,09	41,70	0,25	0,12	83,99	0,25	0,18	125,06
0,28	0,10	44,77	0,28	0,13	86,46	0,28	0,19	128,74
0,30	0,10	47,89	0,30	0,14	88,93	0,30	0,21	132,42
0,33	0,11	49,89	0,33	0,15	90,17	0,33	0,22	137,00
0,35	0,11	52,64	0,35	0,16	91,40	0,35	0,23	141,03
0,38	0,11	54,22	0,38	0,16	93,67	0,38	0,24	145,93
0,40	0,12	56,03	0,40	0,17	95,11	0,40	0,25	149,67
0,43	0,12	57,42	0,43	0,17	97,58	0,43	0,27	152,63
0,45	0,13	58,78	0,45	0,18	99,44	0,45	0,27	154,27
0,48	0,13	59,97	0,48	0,19	101,28	0,48	0,28	156,00
0,50	0,13	61,56	0,50	0,19	102,52	0,50	0,29	158,01
0,53	0,14	62,17	0,53	0,19	103,75	0,53	0,29	159,45
0,55	0,14	62,94	0,55	0,20	105,00	0,55	0,30	161,18
0,58	0,14	63,89	0,58	0,20	106,23	0,58	0,30	162,62
0,60	0,14	64,53	0,60	0,20	107,46	0,60	0,30	164,63
0,63	0,14	64,92	0,63	0,20	108,70	0,63	0,31	165,78
0,65	0,15	65,53	0,65	0,21	109,93	0,65	0,31	166,67
0,68	0,15	65,53	0,68	0,21	111,17	0,68	0,31	167,51
0,70	0,15	66,31	0,70	0,21	112,50	0,70	0,31	169,53
0,73	0,15	66,52	0,73	0,21	113,33	0,73	0,32	170,39
0,75	0,15	66,52	0,75	0,22	113,64	0,75	0,32	170,39
0,78	0,15	65,54	0,78	0,22	113,64	0,78	0,32	171,04
0,80	0,15	64,00	0,80	0,22	113,64	0,80	0,32	171,04
			0,83	0,22	113,64	0,83	0,33	171,04
			0,85	0,22	112,40	0,85	0,33	167,76
			0,88	0,23	111,94	0,88	0,33	165,28

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio



# SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubenta, 82018 CALVI (BN)  
 Tel: 0824 1816668; call: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectas.it  
 email: info@soilprojectas.it P.I.: 01515280624

pag 3/3

REV 1 del 07/01/2013

## PROVA DI TAGLIO (ASTM D3080)

MOD L7.05/6C

Data accettazione: 27/01/2020 Cod. Qualità: 003/20/LGF del 27/01/2020  
 Data apertura: 28/01/2020 N° ACC.: 003/20 del 27/01/2020

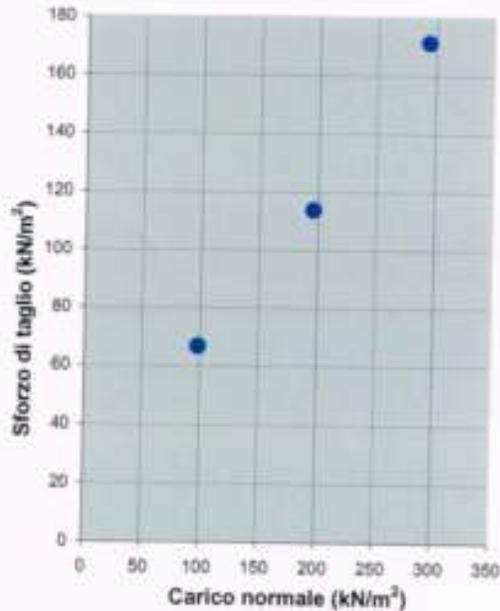
N° Certificato  
9706

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

Committente	Geol. Francesco Barbato	N. Sondaggio	S2
Opera/cant.	S.P. 45 Lavori di messa in sicurezza movimento franoso	Prof. Sondaggio (m)	30,00
Località	San Giorgio la Molara (BN)	N. Campione	C2
Impresa	Marygeo sas	Prof. Campione (m)	14,50-15,00
Tecnico	Geol. Francesco Barbato	Note	

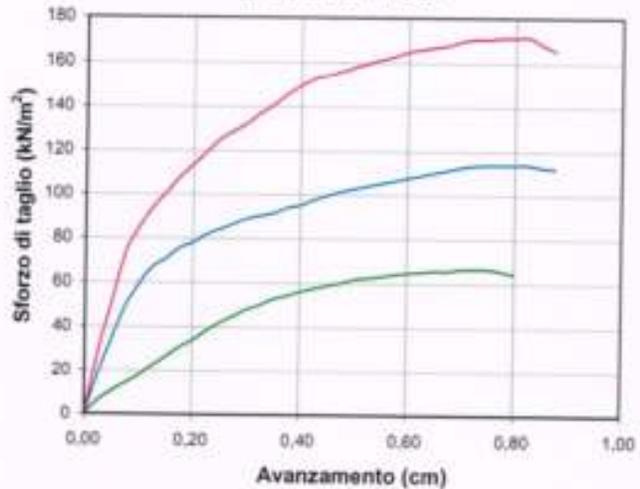
Contenuto d'acqua naturale (%)	17,06
Peso di volume naturale (kN/m <sup>3</sup> )	20,50
Peso di volume secco (kN/m <sup>3</sup> )	17,51
Indice dei vuoti	0,50
Porosità (%)	33,52
Peso specifico (kN/m <sup>3</sup> )	26,34
Grado di saturazione (%)	91
Sezione scatola di taglio (cm <sup>2</sup> )	36
Velocità di avanzamento (mm/min)	0,025

	Carico verticale
Provino 1	98,07 kN/m <sup>2</sup>
Provino 2	196,13 kN/m <sup>2</sup>
Provino 3	294,21 kN/m <sup>2</sup>

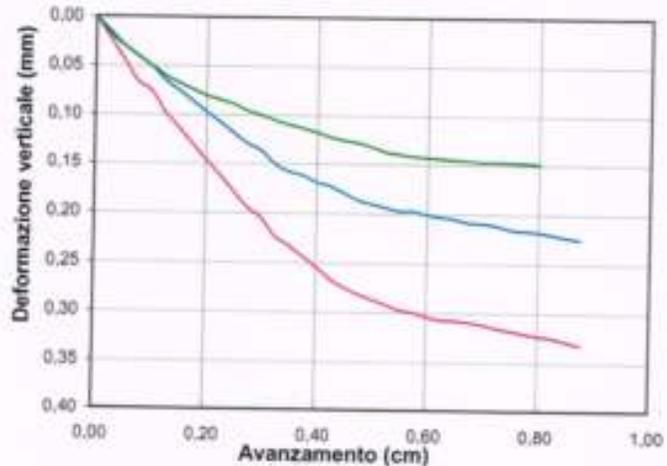


Parametri di regressione lineare	Intercetta (kN/m <sup>2</sup> )	12,55
	Valore angolare (°)	28,07

### SFORZO DI TAGLIO



### DEFORMAZIONE



Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

*Sabrina De Luca*

---

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: ENTE PROVINCIA DI BENEVENTO Cantiere: SAN GIORGIO LA MOLARA Località: SP 45 KM 11 FOSSO DI BOSCO	
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Committente: ENTE PROVINCIA DI BENEVENTO Cantiere: SAN GIORGIO LA MOLARA Località: SP 45 KM 11 FOSSO DI BOSCO	
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

### Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: CAMPIONATORE RAYMOND FORO

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,76 m
Peso sistema di battuta	4,2 Kg
Diametro punta conica	50,46 mm
Area di base punta	20 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	10 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,99 m
Avanzamento punta	0,30 m
Numero colpi per punta	N(30)
Coeff. Correlazione	0,926
Rivestimento/fanghi	No

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

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

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

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

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

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

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

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

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

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

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

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

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

**penetrometri in uso in Italia**

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

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)  
massa battente M = 30 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento  $\delta$  = 10 cm, punta conica ( $\alpha=60-90^\circ$ ), diametro D 35.7 mm, area base cono  $A=10 \text{ cm}^2$  rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

---

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

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

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

### Correlazione con $N_{spt}$

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

$$N_{spt} = \beta_t N$$

Dove:

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

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

in cui

$M$  = peso massa battente;

$M'$  = peso aste;

$H$  = altezza di caduta;

$A$  = area base punta conica;

$\delta$  = passo di avanzamento.

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

Formula Olandesi

$R_{pd}$  = resistenza dinamica punta (area  $A$ );

$e$  = infissione media per colpo ( $\delta / N$ );

$M$  = peso massa battente (altezza caduta  $H$ );

$P$  = peso totale aste e sistema battuta.

---

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

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

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

$$N_{60} = N_{SPT} \times (ER/60) \times C_s \times C_r \times C_d$$

ER/60: Rendimento del sistema di infissione normalizzato al 60%.

$C_s$ : Parametro funzione della controcamicia (1.2 se assente).

$C_d$ : Funzione del diametro del foro (1 se compreso tra 65-115mm).

$C_r$ : Parametro di correzione funzione della lunghezza delle aste.

## Metodologia di Elaborazione.

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

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

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

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

In particolare consente di ottenere informazioni su:

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

## Valutazioni statistiche e correlazioni

### Elaborazione Statistica

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

#### **Media**

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

#### **Media minima**

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

#### **Massimo**

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

#### **Minimo**

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

#### **Scarto quadratico medio**

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

#### **Media deviata**

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

#### **Media + s**

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

---

### **Media - s**

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

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

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

dove  $sN_{spt}$  è la deviazione standard di  $N_{spt}$

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

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

dove  $n$  è il numero di letture.

### **Pressione ammissibile**

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

### **Correlazioni geotecniche terreni incoerenti**

#### **Liquefazione**

Permette di calcolare utilizzando dati  $N_{spt}$  il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi).

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

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

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

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

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

#### **Angolo di Attrito**

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

- Shioi-Fukuni 1982 (JAPANESE NATIONALE RAILWAY) Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose .
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda)  $s > 15 \text{ t/mq}$ .
- Meyerhof 1965 - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 mt. e con % di limo > 5% a profondità < 3 mt.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

#### **Densità relativa (%)**

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

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

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

#### **Modulo Edometrico**

- Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia
- Buisman-Sanglerat , correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

#### **Stato di consistenza**

- Classificazione A.G.I. 1977

#### **Peso di Volume Gamma**

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

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

- Terzaghi-Peck 1948-1967

#### **Modulo di poisson**

- Classificazione A.G.I.

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

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

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

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

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

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

---

#### **Modulo di reazione ( $K_0$ )**

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

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

- Robertson 1983  $Q_c$

### **Correlazioni geotecniche terreni coesivi**

#### **Coesione non drenata**

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

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

- Robertson 1983  $Q_c$

#### **Modulo Edometrico-Confinato ( $M_0$ )**

- Stroud e Butler (1975) - per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità ( $IP < 20$ ), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità ( $IP < 20$ ) - da esperienze su argille glaciali .
- Vesic (1970) correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato - $M_0$  (Eed) (Kg/cmq)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto  $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$ ).
- Buismann- Sanglerat, valida per argille compatte (  $N_{spt} < 30$ ) medie e molli (  $N_{spt} < 4$ ) e argille sabbiose (  $N_{spt}=6-12$ ).

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

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

#### **Stato di consistenza**

- Classificazione A.G.I. 1977

#### **Peso di Volume**

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

---

*Peso di volume saturo*

- 

Meyerhof ed altri.

PROVA ...S.1

Strumento utilizzato... CAMPIONATORE RAYMOND FORO  
 Prova eseguita in data 24/02/2020  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi
2,65	9
2,80	11
2,95	14

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA S.1

### TERRENI COESIVI I

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	23,15	2,95	U.S.D.M.S.M	0,89

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	23,15	2,95	Robertson (1983)	46,30

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	23,15	2,95	Stroud e Butler (1975)	106,21

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	23,15	2,95	Apollonia	231,50

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Strato	23,15	2,95	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	23,15	2,95	Meyerhof ed altri	2,11

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	23,15	2,95	Meyerhof ed altri	2,17

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Strato	23,15	2,95	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	126,99

**TERRENI INCOERENT I**

## Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Strato	23,15	2,95	23,15	Gibbs & Holtz 1957	53,94

## Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Strato	23,15	2,95	23,15	Meyerhof (1956)	26,61

## Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	23,15	2,95	23,15	Bowles (1982) Sabbia Media	190,75

## Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	23,15	2,95	23,15	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	75,02

## Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato	23,15	2,95	23,15	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

## Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	23,15	2,95	23,15	Meyerhof ed altri	2,05

## Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	23,15	2,95	23,15	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,46

## Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Strato	23,15	2,95	23,15	(A.G.I.)	0,31

## Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	23,15	2,95	23,15	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	852,41

## Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Strato	23,15	2,95	23,15	Ohta & Goto (1978) Limi	126,99

## Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato	Nspt corretto per	Correlazione	Ko
-------------	------	--------------	-------------------	--------------	----

		(m)	presenza falda		
[1] - Strato	23,15	2,95	23,15	Navfac 1971-1982	4,58

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	23,15	2,95	23,15	Robertson 1983	46,30

PROVA ...S.2

Strumento utilizzato... CAMPIONATORE RAYMOND FORO  
 Prova eseguita in data 24/02/2020  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi
10,45	8
10,60	12
10,75	18
18,65	21
18,80	23
18,95	27

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA S.2

### TERRENI COESIVI I

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	27,78	10,75	U.S.D.M.S.M	1,05
[2] - Strato	46,3	18,95	U.S.D.M.S.M	1,64

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	27,78	10,75	Robertson (1983)	55,56
[2] - Strato	46,3	18,95	Robertson (1983)	92,60

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	27,78	10,75	Stroud e Butler (1975)	127,46
[2] - Strato	46,3	18,95	Stroud e Butler (1975)	212,42

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	27,78	10,75	Apollonia	277,80
[2] - Strato	46,3	18,95	Apollonia	463,00

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Strato	27,78	10,75	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
[2] - Strato	46,3	18,95	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	27,78	10,75	Meyerhof ed altri	2,14
[2] - Strato	46,3	18,95	Meyerhof ed altri	2,50

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	27,78	10,75	Meyerhof ed altri	2,30
[2] - Strato	46,3	18,95	Meyerhof ed altri	2,50

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Strato	27,78	10,75	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	168,21
[2] - Strato	46,3	18,95	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	223,57

**TERRENI INCOERENTI**

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Strato	27,78	10,75	27,78	Gibbs & Holtz 1957	44,49
[2] - Strato	46,3	18,95	46,3	Gibbs & Holtz 1957	37,72

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Strato	27,78	10,75	27,78	Meyerhof (1956)	27,94
[2] - Strato	46,3	18,95	46,3	Meyerhof (1956)	33,23

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	27,78	10,75	27,78	Bowles (1982) Sabbia Media	213,90
[2] - Strato	46,3	18,95	46,3	Bowles (1982) Sabbia Media	306,50

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	27,78	10,75	27,78	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	84,53
[2] - Strato	46,3	18,95	46,3	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	122,57

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato	27,78	10,75	27,78	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[2] - Strato	46,3	18,95	46,3	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	27,78	10,75	27,78	Meyerhof ed altri	2,11
[2] - Strato	46,3	18,95	46,3	Meyerhof ed altri	2,22

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	27,78	10,75	27,78	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50
[2] - Strato	46,3	18,95	46,3	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Strato	27,78	10,75	27,78	(A.G.I.)	0,3
[2] - Strato	46,3	18,95	46,3	(A.G.I.)	0,26

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	27,78	10,75	27,78	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	952,86
[2] - Strato	46,3	18,95	46,3	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	1301,91

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Strato	27,78	10,75	27,78	Ohta & Goto (1978) Limi	168,21
[2] - Strato	46,3	18,95	46,3	Ohta & Goto (1978) Limi	223,57

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - Strato	27,78	10,75	27,78	Navfac 1971-1982	5,29
[2] - Strato	46,3	18,95	46,3	Navfac 1971-1982	7,68

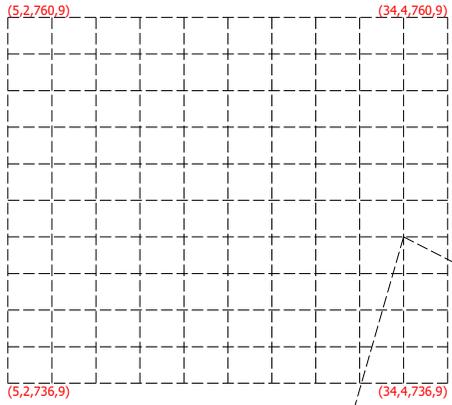
Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	27,78	10,75	27,78	Robertson 1983	55,56
[2] - Strato	46,3	18,95	46,3	Robertson 1983	92,60

---

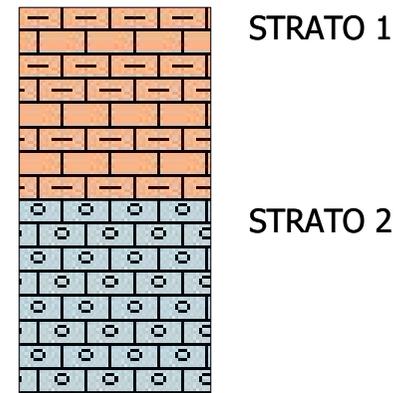
## Indice

1.PROVA ...S.1	9
1.1.Coesione non drenata	9
1.2.Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)	9
1.3.Modulo Edometrico	9
1.4.Modulo di Young	9
1.5.Classificazione AGI	9
1.6.Peso unità di volume	9
1.7.Peso unità di volume saturo	9
1.8.Velocità onde di taglio	9
1.9.Densità relativa	10
1.10.Angolo di resistenza al taglio	10
1.11.Modulo di Young	10
1.12.Modulo Edometrico	10
1.13.Classificazione AGI	10
1.14.Peso unità di volume	10
1.15.Peso unità di volume saturo	10
1.16.Modulo di Poisson	10
1.17.Modulo di deformazione a taglio dinamico	10
1.18.Velocità onde di taglio	10
1.19.Modulo di reazione Ko	10
1.20.Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)	11
2.PROVA ...S.2	11
2.1.Coesione non drenata	11
2.2.Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)	11
2.3.Modulo Edometrico	11
2.4.Modulo di Young	11
2.5.Classificazione AGI	11
2.6.Peso unità di volume	12
2.7.Peso unità di volume saturo	12
2.8.Velocità onde di taglio	12
2.9.Densità relativa	12
2.10.Angolo di resistenza al taglio	12
2.11.Modulo di Young	12
2.12.Modulo Edometrico	12
2.13.Classificazione AGI	12
2.14.Peso unità di volume	12
2.15.Peso unità di volume saturo	13
2.16.Modulo di Poisson	13
2.17.Modulo di deformazione a taglio dinamico	13
2.18.Velocità onde di taglio	13
2.19.Modulo di reazione Ko	13
2.20.Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)	13
Indice	14



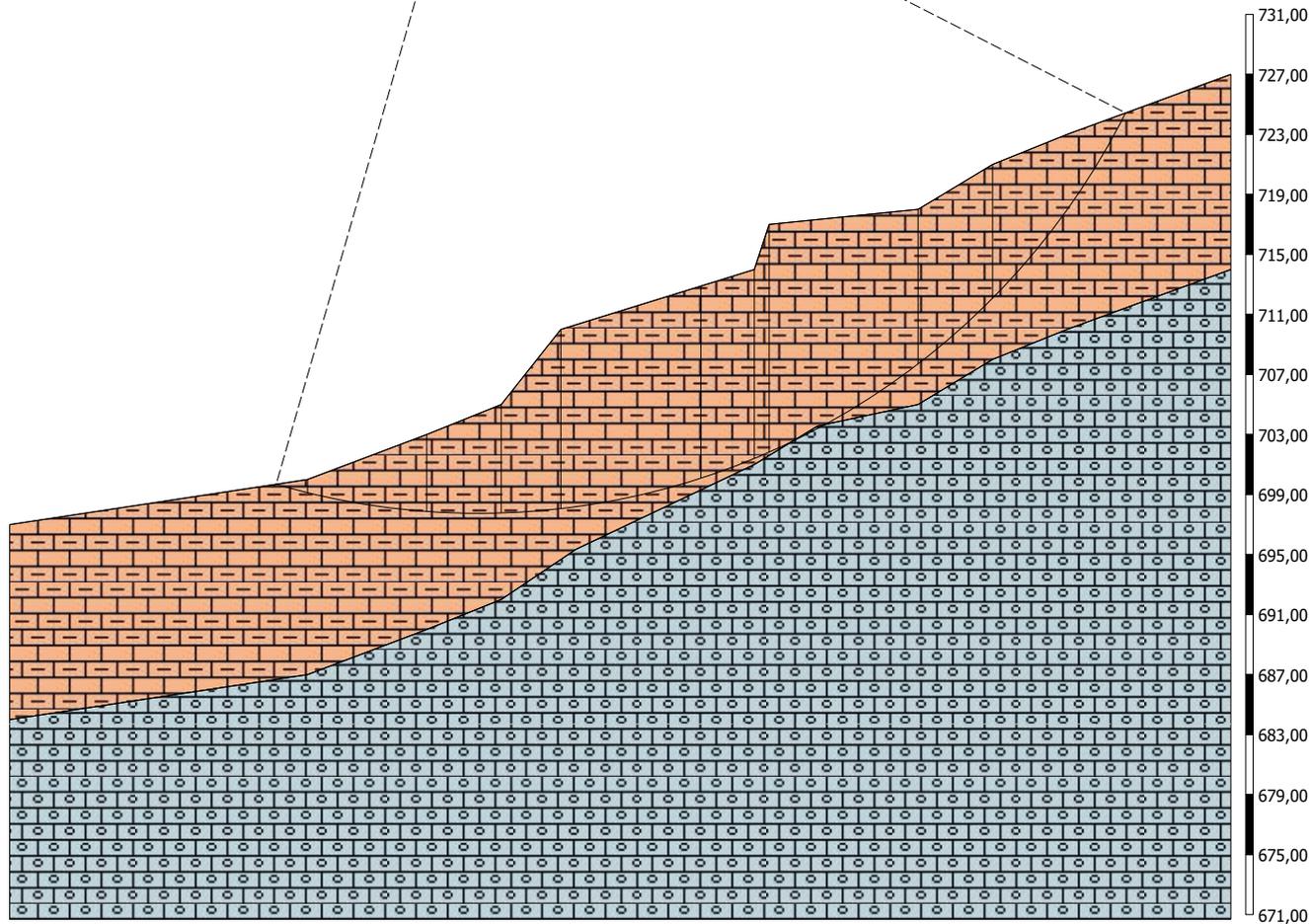
$x_c=31,47$   $y_c=746,50$   $R_c=48,75$   $F_s=0,94$

LEGENDA



$F_s$ =coefficiente di sicurezza  
minimo individuato

SCALA 1:500



Verifica di stabilità in pendii in roccia eseguita con il metodo di Fellenius

**Pendii in roccia (Metodo di Hoek e Brown)**

Per i versanti in roccia, diversamente da quelli in terra, il criterio di rottura di Mohr-Coulomb non può essere impiegato per definire la resistenza del materiale; tuttavia con questo metodo viene descritta una procedura che consente l'applicazione dei metodi classici dell'Equilibrio Limite anche nei versanti rocciosi. A tale scopo vengono definiti l'angolo di resistenza a taglio e la coesione che si mobilitano lungo la superficie di scorrimento secondo le seguenti espressioni:

dove:

$\sigma_c$  è la resistenza a compressione monassiale della roccia;

A, B, T costanti in funzione del litotipo e della qualità della roccia (*riportati in tabella*);

N sforzo normale alla base del concio.

Le costanti A, B e T sono vengono determinate in funzione della classificazione della roccia secondo Bieniawski (indice RMR) e secondo Barton (indice Q). Tra i due sistemi di classificazione, sulla base di 111 esempi analizzati, è stata trovata la seguente correlazione:

$$RMR = 9 \ln Q + 44$$

	Calcari Dolomie Marne	Argilliti Siltiti Scisti	Areniti Quarziti	Andesiti Basalti Rioliti	Anfiboliti Gneiss Graniti
RMR = 100 Q = 500	A = 0.816 B = 0.658 T = -0.140	A = 0.918 B = 0.677 T = -0.099	A = 1.044 B = 0.692 T = -0.067	A = 1.086 B = 0.696 T = -0.059	A = 1.220 B = 0.705 T = -0.040
RMR = 85 Q = 100	A = 0.651 B = 0.679 T = -0.028	A = 0.739 B = 0.692 T = -0.020	A = 0.848 B = 0.702 T = -0.013	A = 0.883 B = 0.705 T = -0.012	A = 0.998 B = 0.712 T = -0.008
RMR = 65 Q = 10	A = 0.369 B = 0.669 T = -0.006	A = 0.427 B = 0.683 T = -0.004	A = 0.501 B = 0.695 T = -0.003	A = 0.525 B = 0.698 T = -0.002	A = 0.603 B = 0.707 T = -0.002
RMR = 44 Q = 1	A = 0.198 B = 0.662 T = -0.0007	A = 0.234 B = 0.675 T = -0.0005	A = 0.280 B = 0.688 T = -0.0003	A = 0.295 B = 0.691 T = -0.003	A = 0.346 B = 0.700 T = -0.0002
RMR = 3 Q = 0.1	A = 0.115 B = 0.646 T = -0.0002	A = 0.129 B = 0.655 T = -0.0002	A = 0.162 B = 0.672 T = -0.0001	A = 0.172 B = 0.676 T = -0.0001	A = 0.203 B = 0.686 T = -0.0001
RMR = 3 Q = 0.01	A = 0.042 B = 0.534 T = 0	A = 0.050 B = 0.539 T = 0	A = 0.061 B = 0.546 T = 0	A = 0.065 B = 0.548 T = 0	A = 0.078 B = 0.556 T = 0

**Analisi di stabilità dei pendii con: FELLENIUS (1936)**

Normativa	[A2+M1+R2]
Numero di strati	2,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,0
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Superficie di forma circolare	

**Maglia dei Centri**

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	5,24 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	736,87 m
Ascissa vertice destro superiore xs	34,39 m
Ordinata vertice destro superiore ys	760,94 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

**Sisma**

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,0198
Coefficiente azione sismica verticale	0,0099

**Vertici profilo**

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	697,0
2	20,0	700,0
3	28,0	703,0
4	33,0	705,0
5	37,0	710,0
6	50,0	714,0
7	51,0	717,0
8	61,0	718,0
9	66,0	721,0
10	71,0	723,0
11	82,0	727,0

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	684,0
2	20,0	687,0
3	28,0	690,0
4	33,0	692,0
5	38,01	695,35
6	50,0	701,0
7	54,25	703,56
8	61,0	705,0
9	66,0	708,0
10	71,0	710,0
11	82,0	714,0

**Coefficienti parziali azioni**

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1,0	1,0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1,0	1,0

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,0
Coesione efficace	1,0

Coesione non drenata	1,0
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

**Stratigrafia**

Strato	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> )	A	B	T	Resistenza compressione e monoassiale (kg/cm <sup>2</sup> )	Texture	Descrizione
1	1800	0,234	0,675	-0,0005	10		STRATO 1
2	2000	0,369	0,669	-0,006	20		STRATO 2

**Risultati analisi pendio**

Fs minimo individuato	0,94
Ascissa centro superficie	31,47 m
Ordinata centro superficie	746,5 m
Raggio superficie	48,75 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

$$x_c = 31,475 \quad y_c = 746,502 \quad R_c = 48,75 \quad F_s = 0,945$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	2,11	-14,9	2,18	1717,41	34,0	17,0	0,03	37,1	0,0	1684,8	-408,9
2	8,0	-8,8	8,145672,36	904,31	452,16	0,11	21,9	21,9	0,045714,7		-6131,7
3	5,0	-1,1	5,056145,63	1111,68	555,84	0,18	17,8	17,8	0,056712,4		-13,0
4	4,0	4,1	4,0169267,92	1371,51	685,75	0,23	15,6	15,6	0,069671,2		6378,4
5	9,42	12,2	9,63213753,4	4232,32	2116,16	0,27	14,5	14,5	0,0210121,3		49218,8
6	3,58	20,1	3,8282139,27	1626,36	813,18	0,26	14,9	14,9	0,077344,5		29747,1
7	1,0	23,0	1,0924988,62	494,77	247,39	0,27	14,6	14,6	0,023040,6		10210,3
8	10,0	30,4	11,6236337,9	4679,49	2339,75	0,24	15,5	15,5	0,0203401,4		123781,6
9	5,0	41,2	6,64	87781,3	1738,07	869,03	0,16	18,5	0,065575,4		59108,4
10	8,94	54,1	15,2589201,48	1766,19	883,09	0,08	25,2	25,2	0,051409,4		73280,9

**Indice**

1.Dati generali	1
2.Vertici profilo	2
3.Vertici strato .....1	2
4.Coefficienti parziali azioni	2
5.Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno	2
6.Stratigrafia	3
7.Risultati analisi pendio	3
Indice	4

**CARTA COROGRAFICA**



**Localizzazione frana al Km 11**



**Localizzazione frana al Km 11**  
Coord. 41.2712584874, 14.9524593645



**PROVINCIA DI BENEVENTO**

**OGGETTO:**  
S.P. n.45 km 11 - Lavori di messa in sicurezza "Fosso del Bosco"  
del comune di S. Giorgio la Molara

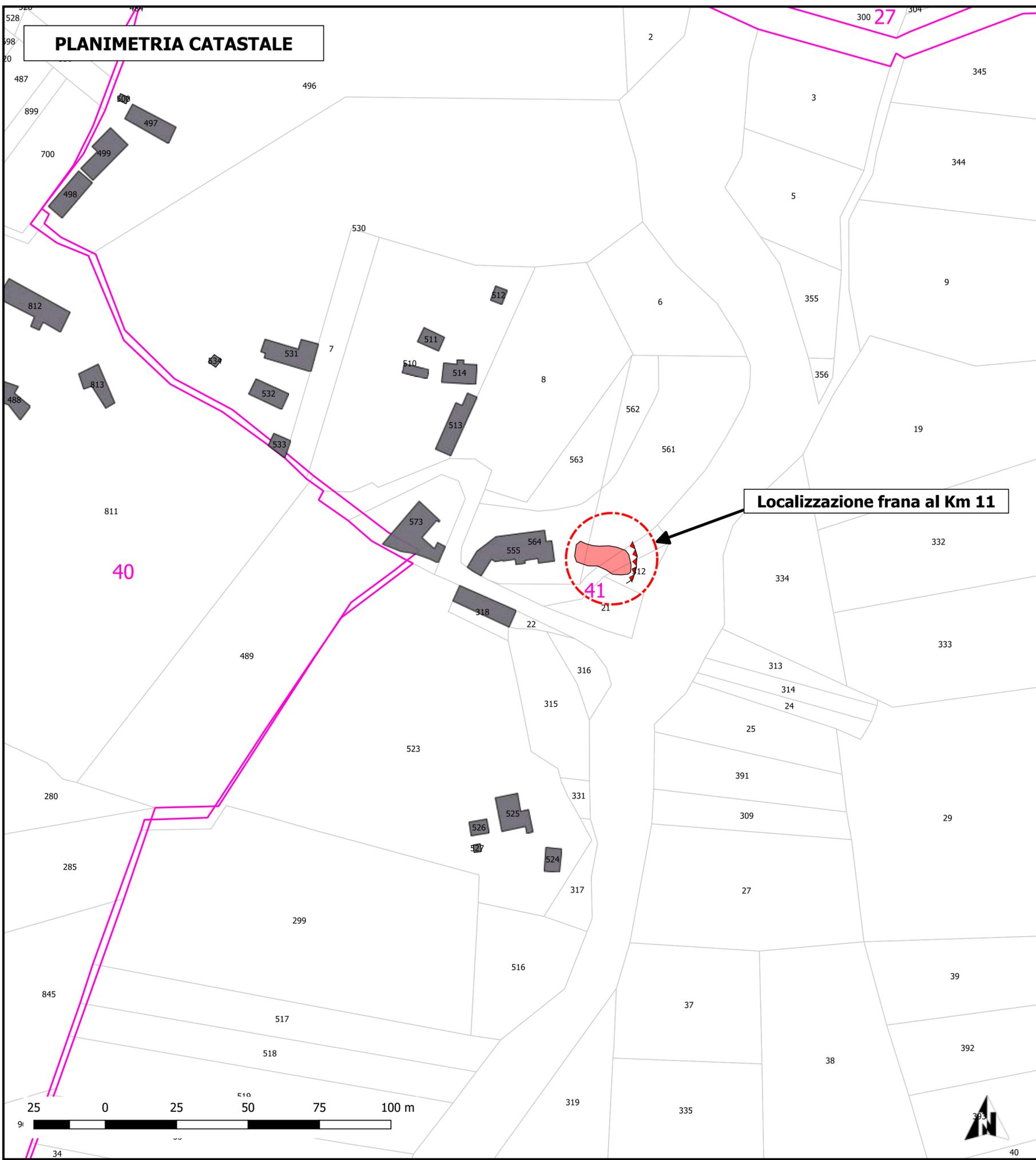
EPSG: 32633 - ai sensi della NTC/2018

**COMMITTENTE: Provincia di Benevento - SETTORE TECNICO**



Anno: 2020	ELABORATO: Carta Corografica	N°
---------------	---------------------------------	----

IL GEOLOGO: Dott. Francesco Barbato VISTI E ANNOTAZIONI



- Legenda**
- Perimetro Frana
  - Linea di distacco
  - Fabbricati
  - Fogli
  - Particelle
- Localizzazione frana al Km 11**  
**Coord. 41.2712584874, 14.9524593645**

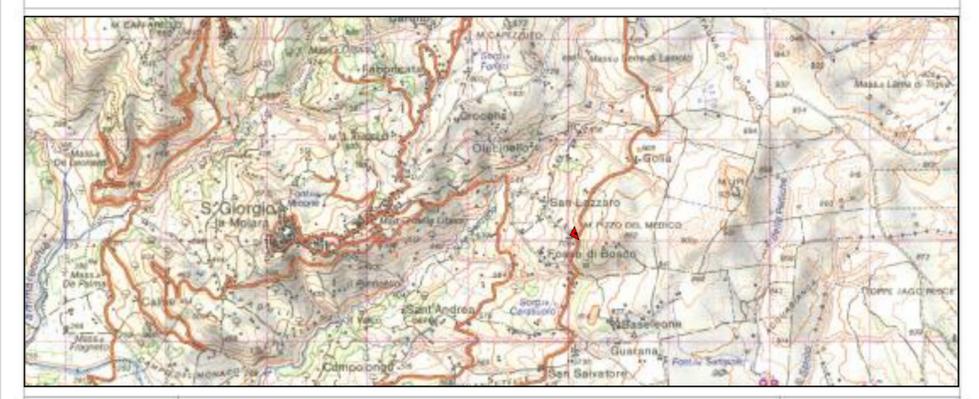


# PROVINCIA DI BENEVENTO

**OGGETTO:**  
 S.P. n.45 km 11 - Lavori di messa in sicurezza "Fosso del Bosco"  
 del comune di S. Giorgio la Molara

EPSG: 32633 - ai sensi della NTC/2018

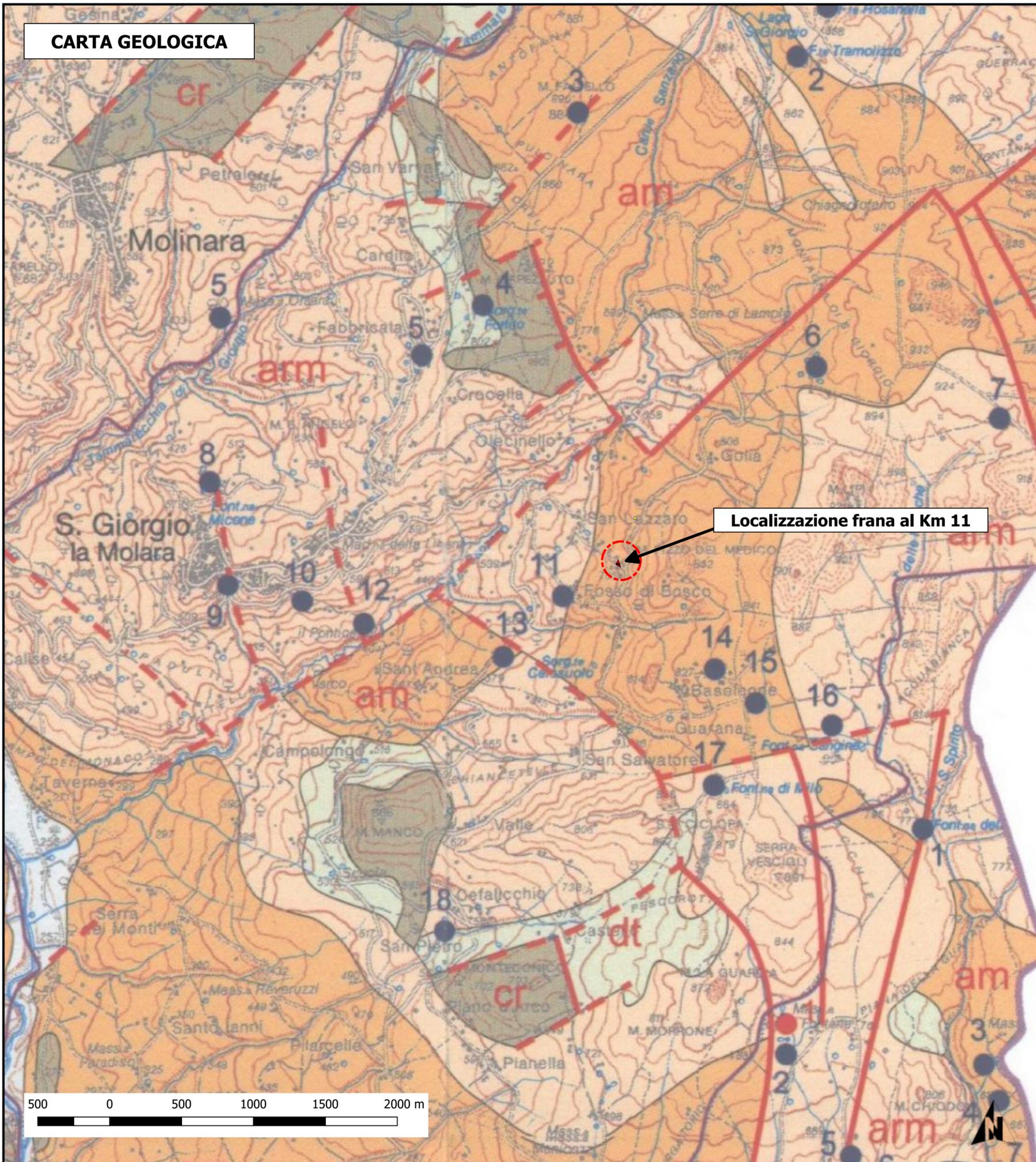
**COMMITTENTE: Provincia di Benevento - SETTORE TECNICO**



<b>Anno:</b> 2020	<b>ELABORATO:</b> Planimetria Catastale	<b>N°</b>
----------------------	--------------------------------------------	-----------

<b>IL GEOLOGO:</b> Dott. Francesco Barbato	<b>VISTI E ANNOTAZIONI</b>
--------------------------------------------	----------------------------

# CARTA GEOLOGICA



**Localizzazione frana al Km 11**  
**Coord. 41.2712584874, 14.9524593645**

- Complesso arenaceo-molassico**  
Sabbioni ed arenarie grigio-giallastre, talora gradate; argille arenacee grigio-azzurrognole, talora alternanti a livelli di calcareniti e marne, lenti di puddinghe poligeniche. (Miocene)
- Complesso calcarenitico**  
Breccie, calcareniti, arenarie quarzose e calcari cristallini, talora con isole e noduli di selce, associate, nella parte basale, a livelli di marne ed argille policrome e talvolta anche a diaspri bruni e rossastri; marne policrome scagliettate con intercalazioni calcaree, calcareniti e breccie. (Miocene)
- Complesso argilloso-marso**  
Argille a marne siltose, grigie e varicolori, con intercalazioni di calcari e calcari marnosi, di calcareniti con isole di selce bruna, di arenarie talora grossolane. (Oligocene)
- Sorgenti (la numerazione è riferita ai singoli comuni)
- Faglie di interesse idrogeologico (tratteggiate se presunte)
- Sottoscomenti di interesse idrogeologico
- Curve isopietometriche e quota in m s.l.m.
- Direzioni di flusso principali
- Interscambi idrici sostenibili significativi tra province limitrofe

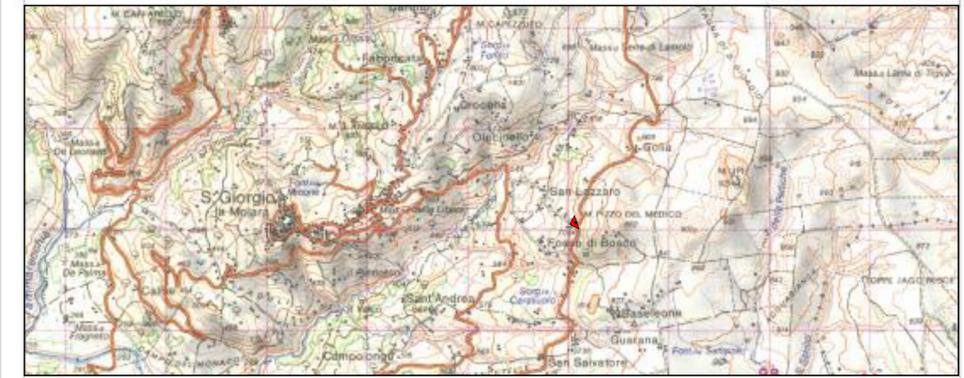


## PROVINCIA DI BENEVENTO

**OGGETTO:**  
 S.P. n.45 km 11 - Lavori di messa in sicurezza "Fosso del Bosco" del comune di S. Giorgio la Molara

EPSG: 32633 - ai sensi della NTC/2018

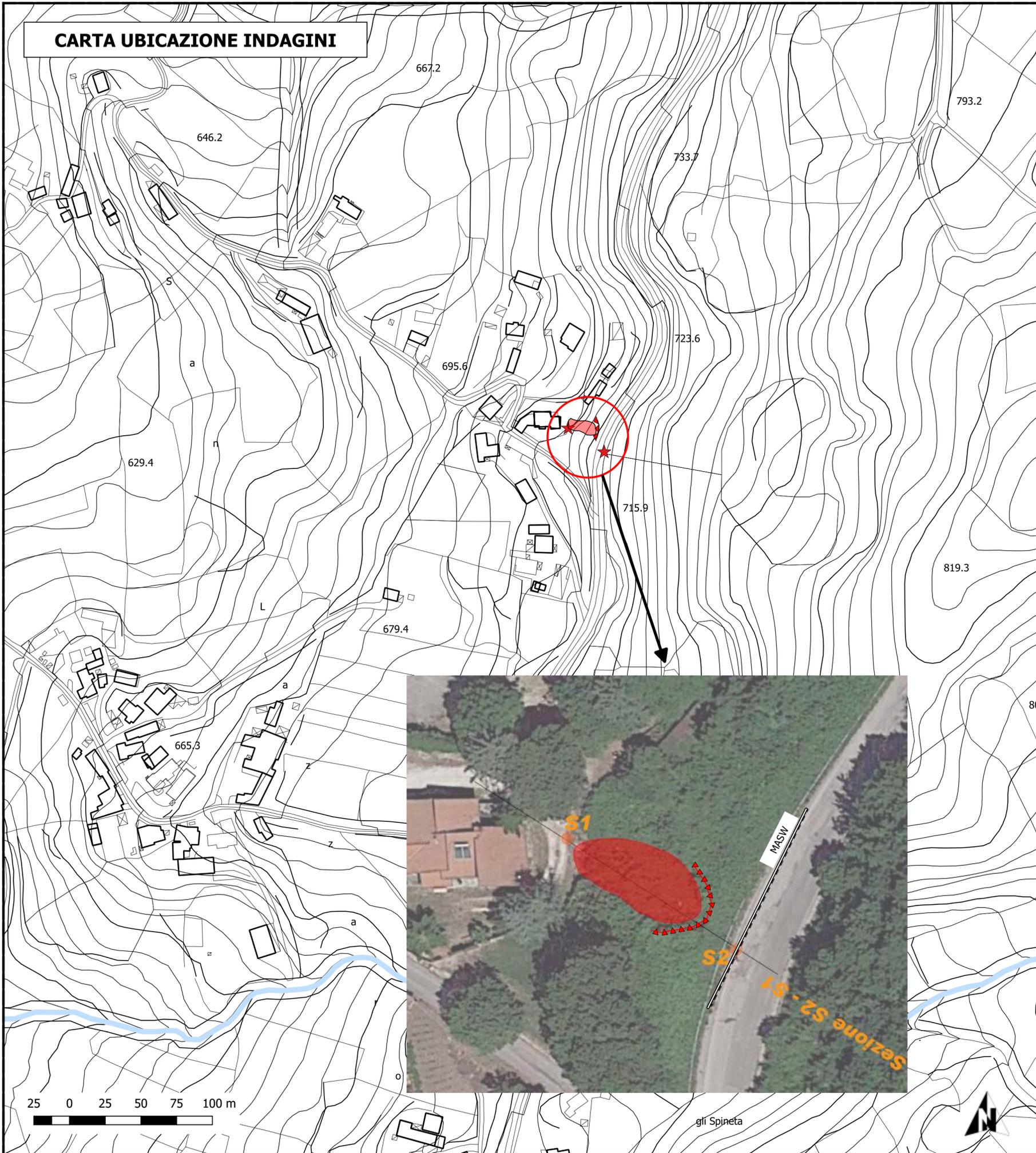
**COMMITTENTE: Provincia di Benevento - SETTORE TECNICO**



<b>Anno:</b> 2020	<b>ELABORATO:</b> Carta geologica	<b>N°</b>
----------------------	--------------------------------------	-----------

IL GEOLOGO: Dott. Francesco Barbato VISTI E ANNOTAZIONI

# CARTA UBICAZIONE INDAGINI



## Legenda

- Perimetro Frana
- ▼ Linea di distacco
- ★ Sondaggio geognostico a carotaggio continuo (S1 - S2)

○ Localizzazione frana al Km 11  
 Coord. 41.2712584874, 14.9524593645



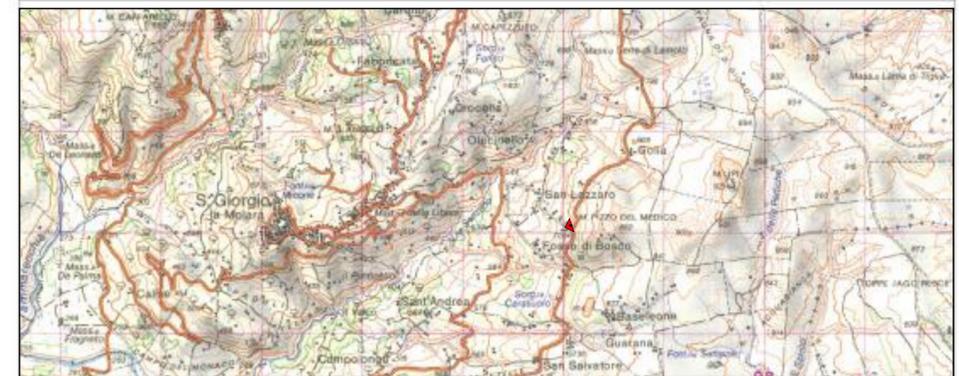
## PROVINCIA DI BENEVENTO

### OGGETTO:

S.P. n.45 km 11 - Lavori di messa in sicurezza "Fosso del Bosco" del comune di S. Giorgio la Molara

EPSG: 32633 - ai sensi della NTC/2018

**COMMITTENTE: Provincia di Benevento - SETTORE TECNICO**



Anno:  
2020

### ELABORATO:

Carta ubicazione delle indagini

N°

IL GEOLOGO: Dott. Francesco Barbato

VISTI E ANNOTAZIONI

# CARTA FRANOSITA' GENERALE

**Tipi di frane - Landslide types**

- Crollo e/o ribaltamento localizzato  
*Localized fall and/or topple*
- Orlo di versante interessato da crolli e/o ribaltamenti di roccia  
*Edge of slope affected by rock falls and/or topples*
- Area di possibile transito/accumulo di crolli e/o ribaltamenti di roccia  
*Transit/accumulation zone of rock falls and/or topples*
- Valanga di roccia e/o di detrito, colata detritica  
*Rock and/or debris avalanches, debris flow*
- Scorrimento traslativo, rotazionale e/o composto (rototraslativo)  
*Translational, rotational and/or compound slide*
- Colata di terra singola  
*Earth flow*
- Colata di terra plurisorgente  
*Multiple-source earth flow*
- Colate di terra coalescenti e limite dell'area di bacino  
*Coalescent earth flows and basin boundary*

**Caratteristiche delle frane - Landslide characteristics**

**Profondità stimata della superficie di scorrimento**  
*Estimated depth of the sliding surface*

- Profondità massima inferiore ai 5 metri  
*Maximum depth less than 5 metres*
- Profondità massima compresa fra 5 e 15 metri  
*Maximum depth between 5 and 15 metres*
- Profondità massima superiore ai 15 metri  
*Maximum depth greater than 15 metres*

**Caratteri evolutivi**  
*Evolutive features*

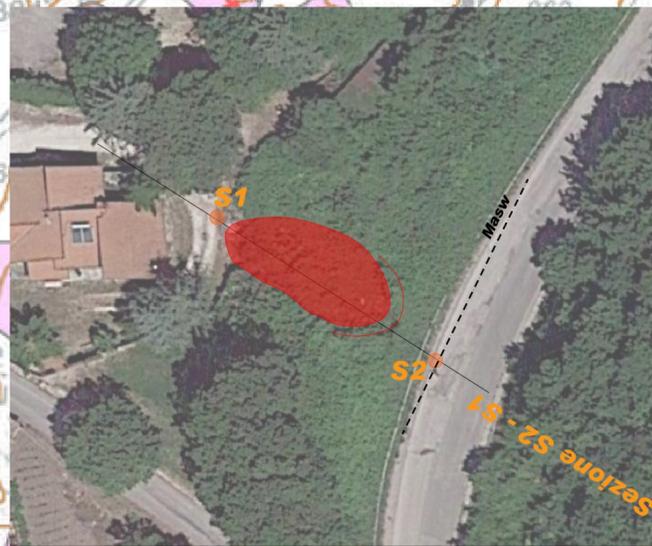
- Direzione di movimento di colate attive (marzo 2005)  
*Movement direction of active earth flows (March 2005)*
- Direzione di movimento di colate quiescenti  
*Movement direction of quiescent earth flows*
- Direzione di movimento di valanghe di roccia e di detrito, colate detritiche, scorrimenti traslativi, rotazionali e composti attivi (marzo 2005)  
*Movement direction of rock and/or debris avalanches, debris flows and active translational, rotational and compound slides (March 2005)*
- Direzione di movimento di scorrimenti traslativi, rotazionali e composti quiescenti  
*Movement direction of quiescent translational, rotational and compound slides*
- Aree in frana con evidenze morfoevolutive di:  
a) retrogressione b) allargamento c) avanzamento  
*Distribution of activity in the landslide area:  
a) retrogressing; b) enlarging; c) advancing*
- Elemento litostrutturale che controlla, in direzione e cinematisimo, l'evoluzione del movimento franoso: piano di strato, contatto tettonico e litostratigrafico  
*Lithostructural element controlling the evolution (direction and kinematic mechanism) of the landslide mass: bedding plane, tectonic and lithostratigraphic contact*

**Infrastrutture a rischio - Infrastructures at risk**

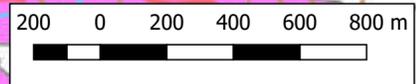
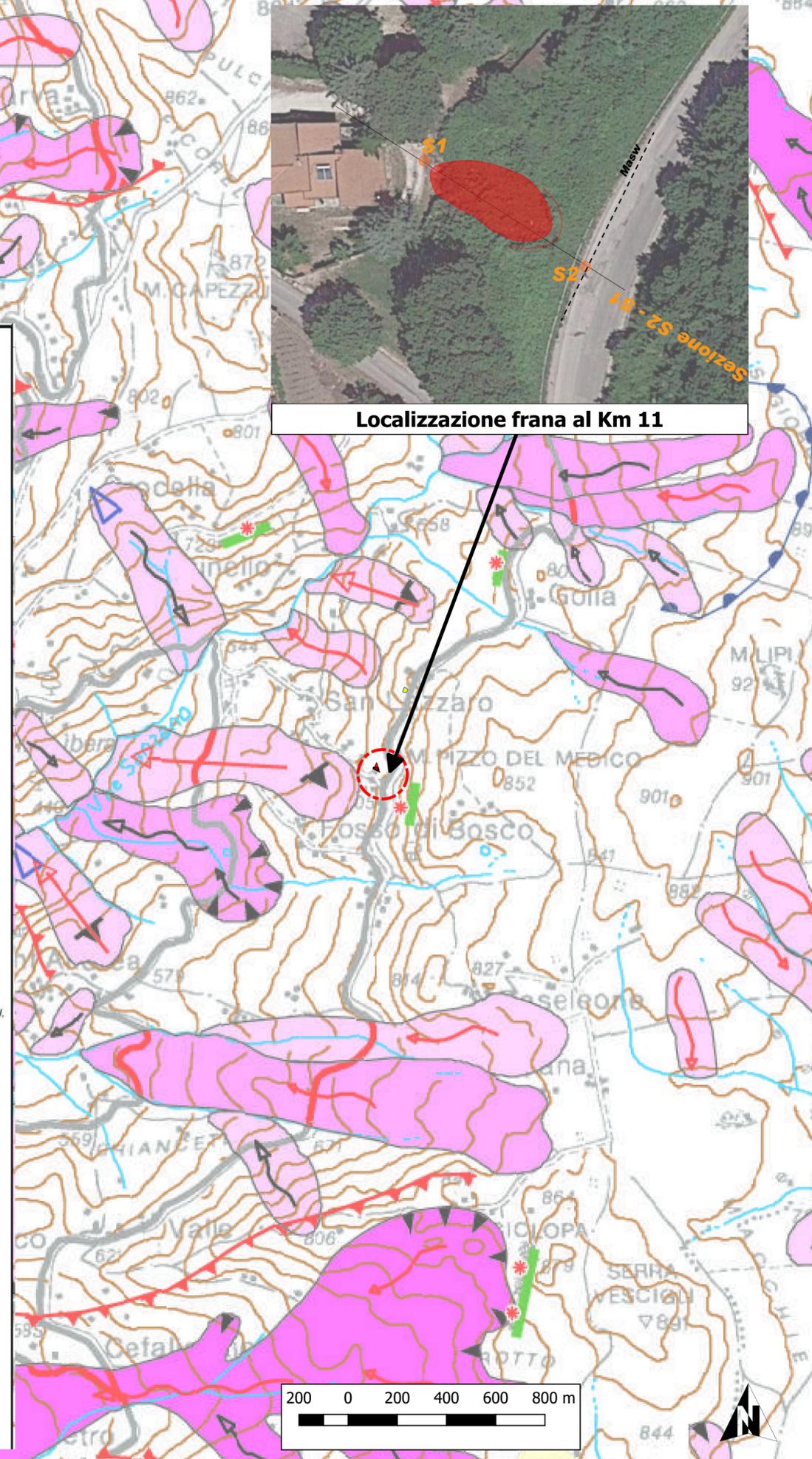
- Viabilità statale e provinciale interessata da eventi di frana  
*National and provincial road affected by landslides*
- Viabilità ferroviaria interessata da eventi di frana  
*Railway section affected by landslides*

**Altro - Others**

- Numero identificativo delle frane rappresentate in dettaglio  
*Location of the landslides shown in the aerial images*
- Diga di Campolattaro  
*Campolattaro dam*



Localizzazione frana al Km 11



Localizzazione frana al Km 11  
Coord. 41.2712584874, 14.9524593645

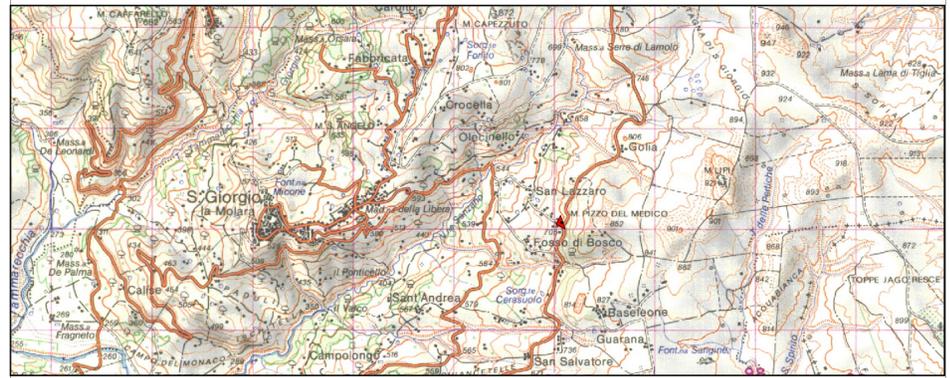


## PROVINCIA DI BENEVENTO

**OGGETTO:**  
S.P. n.45 km 11 - Lavori di messa in sicurezza "Fosso del Bosco"  
del comune di S. Giorgio la Molara

EPSG: 32633 - ai sensi della NTC/2018

**COMMITTENTE: Provincia di Benevento - SETTORE TECNICO**

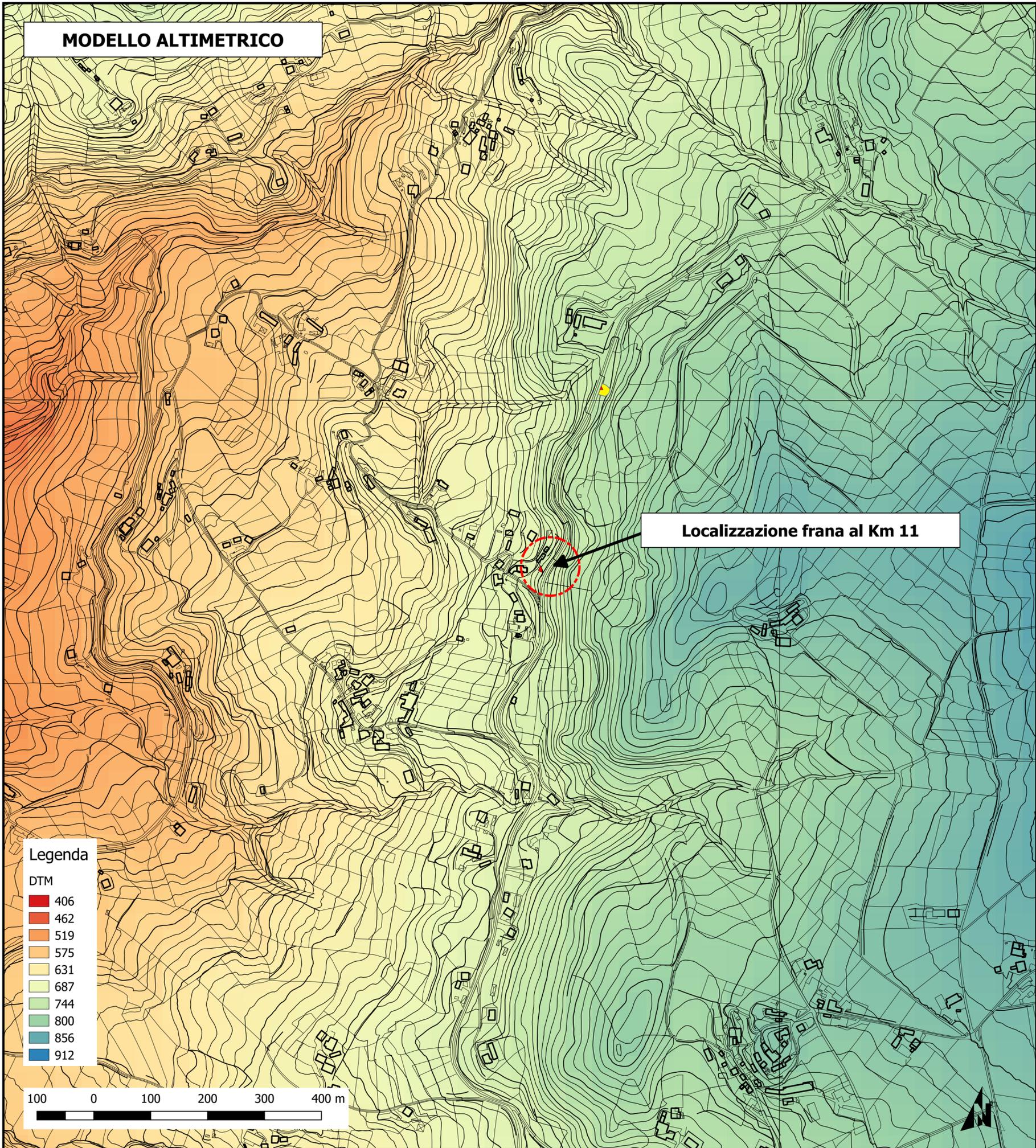


Anno: <b>2020</b>	ELABORATO: <b>Carta Franosità Generale</b>	N°
----------------------	-----------------------------------------------	----

IL GEOLOGO: Dott. Francesco Barbato

VISTI E ANNOTAZIONI

# MODELLO ALTIMETRICO



Localizzazione frana al Km 11



Localizzazione frana al Km 11  
Coord. 41.2712584874, 14.9524593645



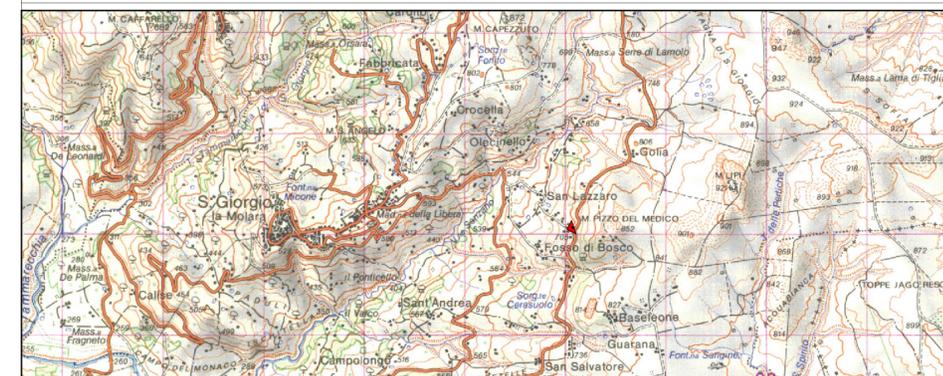
## PROVINCIA DI BENEVENTO

### OGGETTO:

S.P. n.45 km 11 - Lavori di messa in sicurezza "Fosso del Bosco" del comune di S. Giorgio la Molara

EPSG: 32633 - ai sensi della NTC/2018

COMMITTENTE: Provincia di Benevento - SETTORE TECNICO



Anno:  
2020

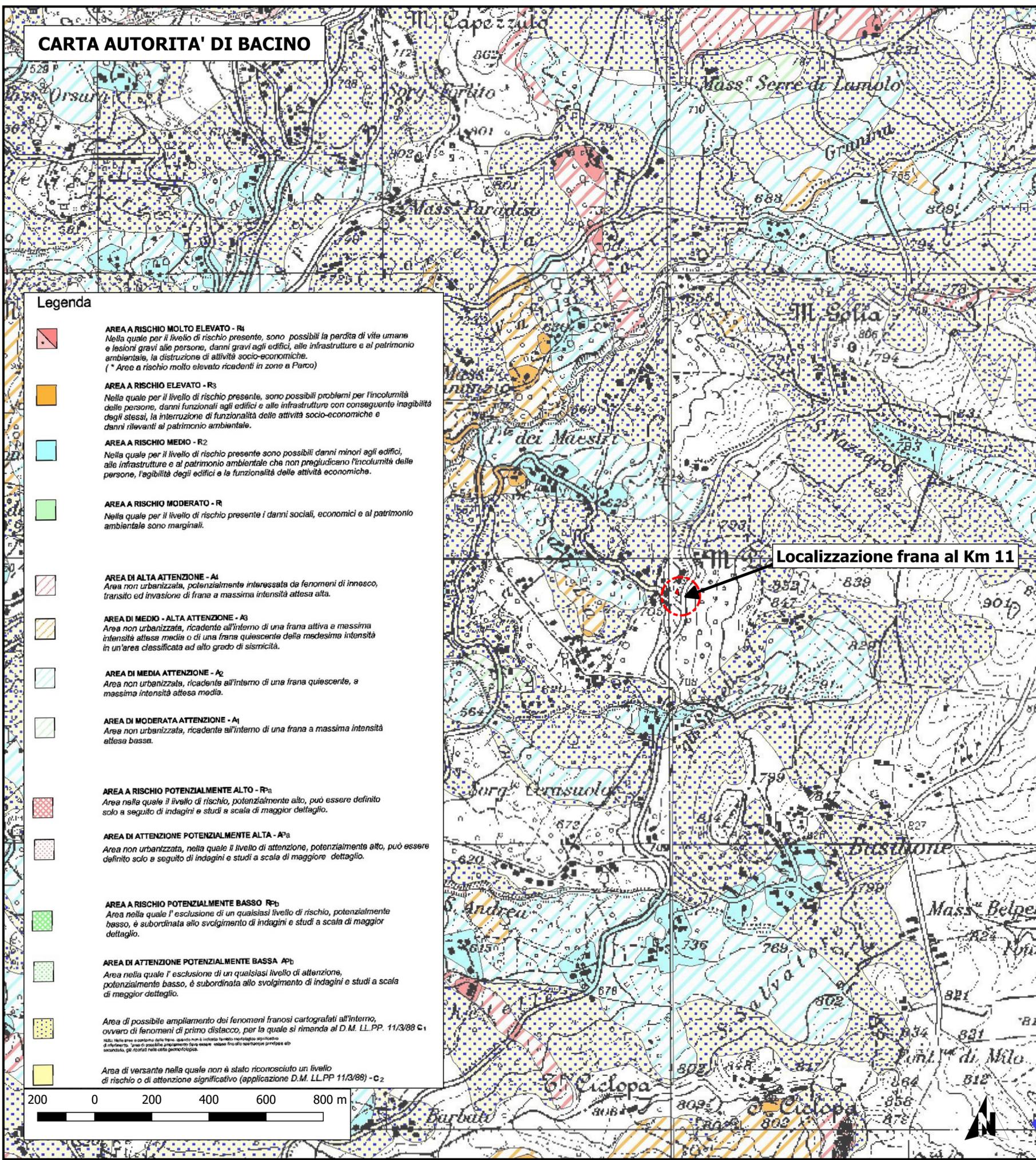
ELABORATO:  
Modello Altimetrico

N°

IL GEOLOGO: Dott. Francesco Barbato

VISTI E ANNOTAZIONI

# CARTA AUTORITA' DI BACINO



## Legenda

-  **AREA A RISCHIO MOLTO ELEVATO - R4**  
Nella quale per il livello di rischio presente, sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socio-economiche.  
(\* Aree a rischio molto elevato ricadenti in zone a Parco)
-  **AREA A RISCHIO ELEVATO - R3**  
Nella quale per il livello di rischio presente, sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale.
-  **AREA A RISCHIO MEDIO - R2**  
Nella quale per il livello di rischio presente sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'egibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche.
-  **AREA A RISCHIO MODERATO - R**  
Nella quale per il livello di rischio presente i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali.
-  **AREA DI ALTA ATTENZIONE - A4**  
Area non urbanizzata, potenzialmente interessata da fenomeni di innesco, transito ed invasione di frana a massima intensità attesa alta.
-  **AREA DI MEDIO - ALTA ATTENZIONE - A3**  
Area non urbanizzata, ricadente all'interno di una frana attiva a massima intensità attesa media o di una frana quiescente della medesima intensità in un'area classificata ad alto grado di sismicità.
-  **AREA DI MEDIA ATTENZIONE - A2**  
Area non urbanizzata, ricadente all'interno di una frana quiescente, a massima intensità attesa media.
-  **AREA DI MODERATA ATTENZIONE - A1**  
Area non urbanizzata, ricadente all'interno di una frana a massima intensità attesa bassa.
-  **AREA A RISCHIO POTENZIALMENTE ALTO - RPa**  
Area nella quale il livello di rischio, potenzialmente alto, può essere definito solo a seguito di indagini e studi a scala di maggior dettaglio.
-  **AREA DI ATTENZIONE POTENZIALMENTE ALTA - APa**  
Area non urbanizzata, nella quale il livello di attenzione, potenzialmente alto, può essere definito solo a seguito di indagini e studi a scala di maggior dettaglio.
-  **AREA A RISCHIO POTENZIALMENTE BASSO - Rpb**  
Area nella quale l'esclusione di un qualsiasi livello di rischio, potenzialmente basso, è subordinata allo svolgimento di indagini e studi a scala di maggior dettaglio.
-  **AREA DI ATTENZIONE POTENZIALMENTE BASSA - APb**  
Area nella quale l'esclusione di un qualsiasi livello di attenzione, potenzialmente basso, è subordinata allo svolgimento di indagini e studi a scala di maggior dettaglio.
-  **Area di possibile ampliamento dei fenomeni franosi cartografati all'interno, ovvero di fenomeni di primo distacco, per la quale si rimanda al D.M. LL.PP. 11/3/88 C1**  
Nota: Nella zona a contorno delle frane, quando non è indicato l'ambito morfologico specifico di riferimento, l'area di possibile ampliamento deve essere intesa come l'area spaziale primitiva del fenomeno, già cartografata nella carta geomorfologica.
-  **Area di versante nella quale non è stato riconosciuto un livello di rischio o di attenzione significativo (applicazione D.M. LL.PP 11/3/88) - C2**



**Localizzazione frana al Km 11**  
Coord. 41.2712584874, 14.9524593645



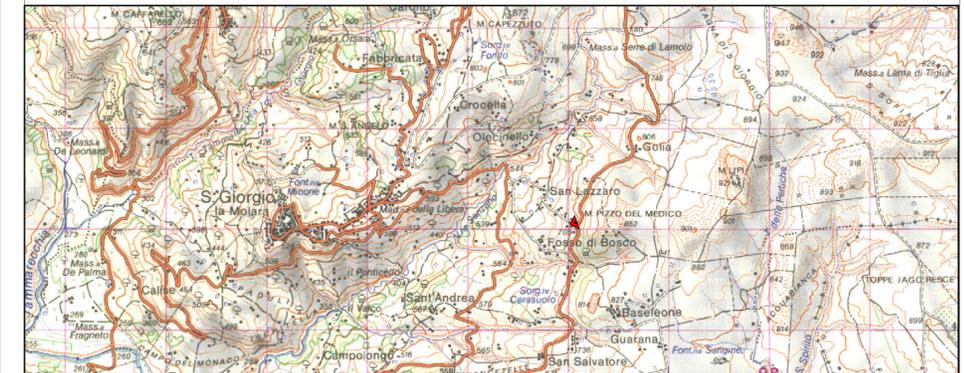
# PROVINCIA DI BENEVENTO

## OGGETTO:

S.P. n.45 km 11 - Lavori di messa in sicurezza "Fosso del Bosco" del comune di S. Giorgio la Molara

EPSG: 32633 - ai sensi della NTC/2018

**COMMITTENTE: Provincia di Benevento - SETTORE TECNICO**



Anno:  
2020

ELABORATO:

Carta Autorità di Bacino

N°

IL GEOLOGO: Dott. Francesco Barbato

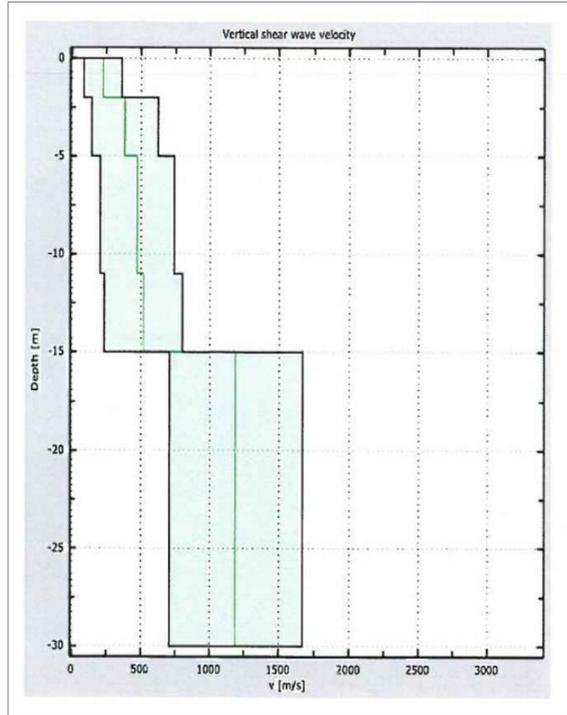
VISTI E ANNOTAZIONI

Valori riferiti al Piano Campagna

$$V_{Seq} = 405 \text{ m/s } \pm 24 \text{ m/s}$$

SOTTOSUOLO TIPO: **B**

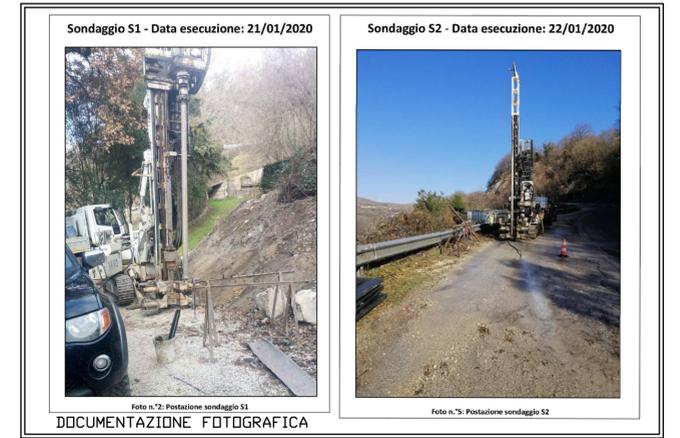
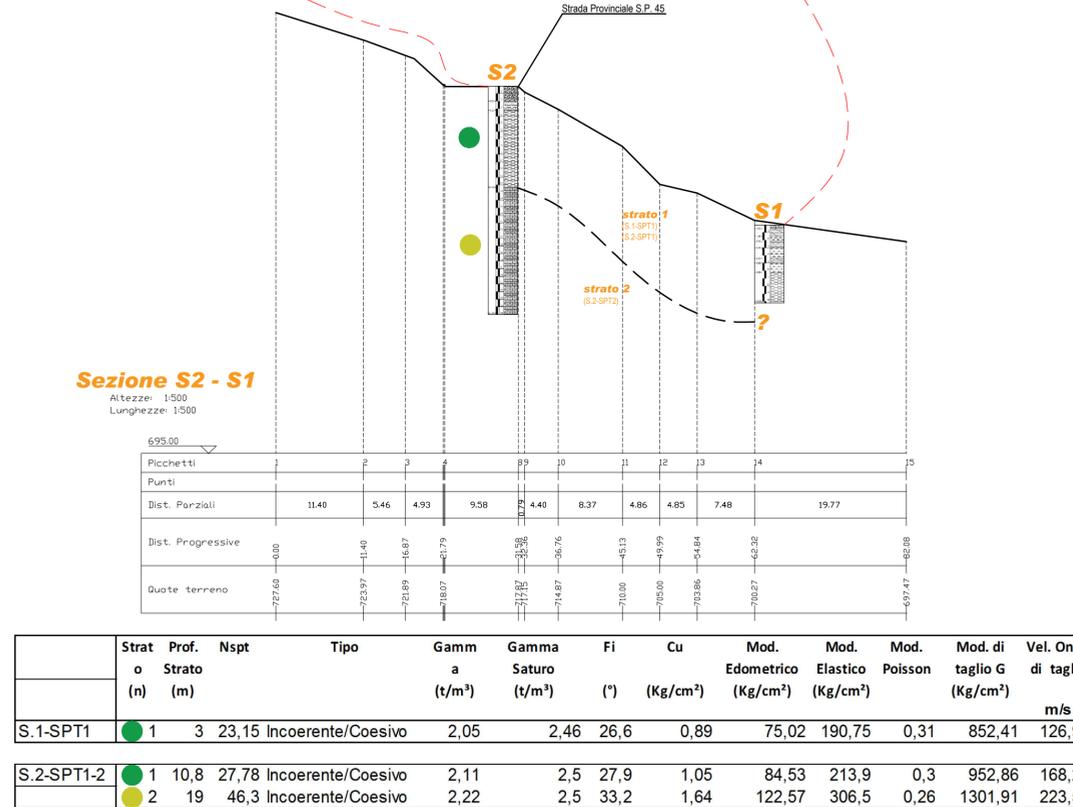
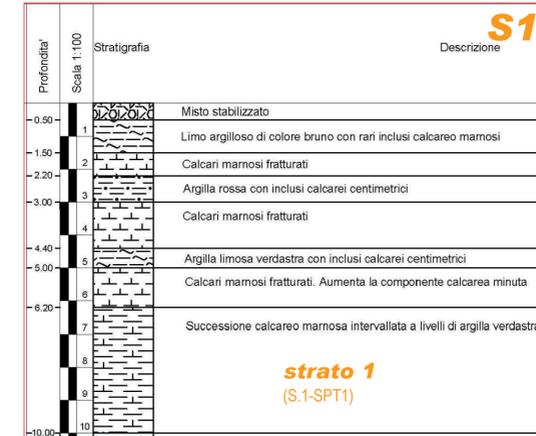
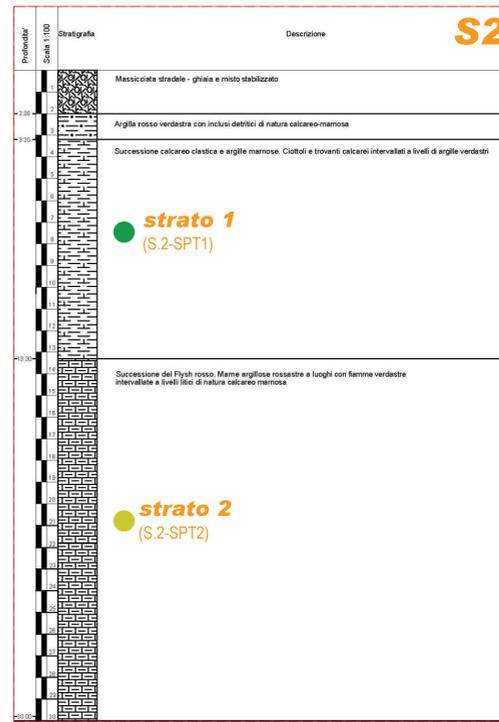
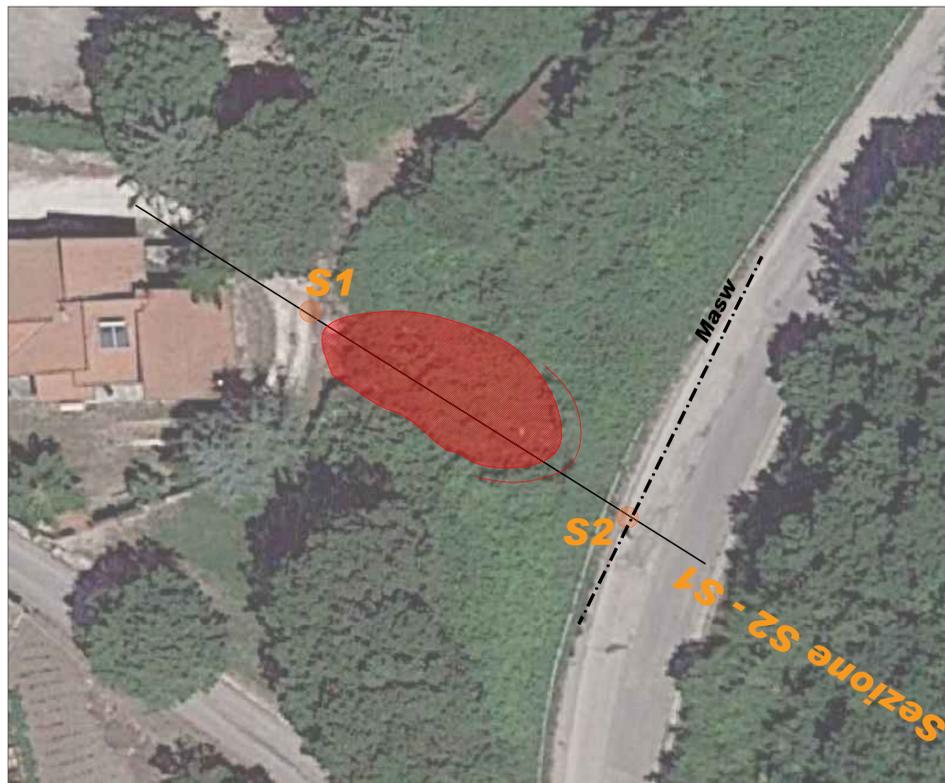
Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s



SONDAGGIO S1	
Profondità mt	10
N. Campione	C1
Prof. Campione mt	8,00- 8,50
Descrizione	Limo con argilla debolmente sabbiosa
Coesione drenata kN/m <sup>2</sup>	21,5
Angolo d'attrito	25,8
Peso di volume naturale kN/m <sup>3</sup>	19,9
Plasticità	Argille non organiche di media plasticità
Limite plastico	17%
Indice di plasticità	14%
Limite liquido	31%
Peso di volume saturo kN/m <sup>3</sup>	20,00

SONDAGGIO S2	
Profondità mt	30
N. Campione	C1
Prof. Campione mt	2,00 - 2,50
Descrizione	Ghiaia sabbiosa limosa debolmente argilloso
Coesione drenata kN/m <sup>2</sup>	7,44
Angolo d'attrito	30,81
Peso di volume naturale kN/m <sup>3</sup>	20,36
Plasticità	-
Limite plastico	-
Indice di plasticità	-
Limite liquido	-
Peso di volume saturo kN/m <sup>3</sup>	20,4

SONDAGGIO S2	
Profondità mt	30
N. Campione	C2
Prof. Campione mt	15,50 - 15,00
Descrizione	Ghiaia con sabbia limosa argillosa
Coesione drenata kN/m <sup>2</sup>	12,55
Angolo d'attrito	28,07
Peso di volume naturale kN/m <sup>3</sup>	20,5
Plasticità	-
Limite plastico	-
Indice di plasticità	-
Limite liquido	-
Peso di volume saturo kN/m <sup>3</sup>	20,8

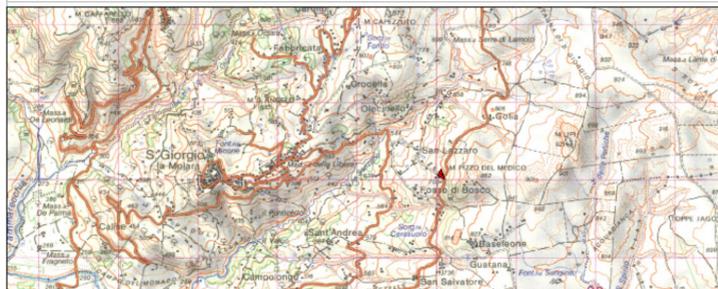


# PROVINCIA DI BENEVENTO

**OGGETTO:**  
S.P. n.45 km 11 - Lavori di messa in sicurezza "Fosso del Bosco" del comune di S. Giorgio la Molara

EPSG: 32633 - ai sensi della NTC/2018

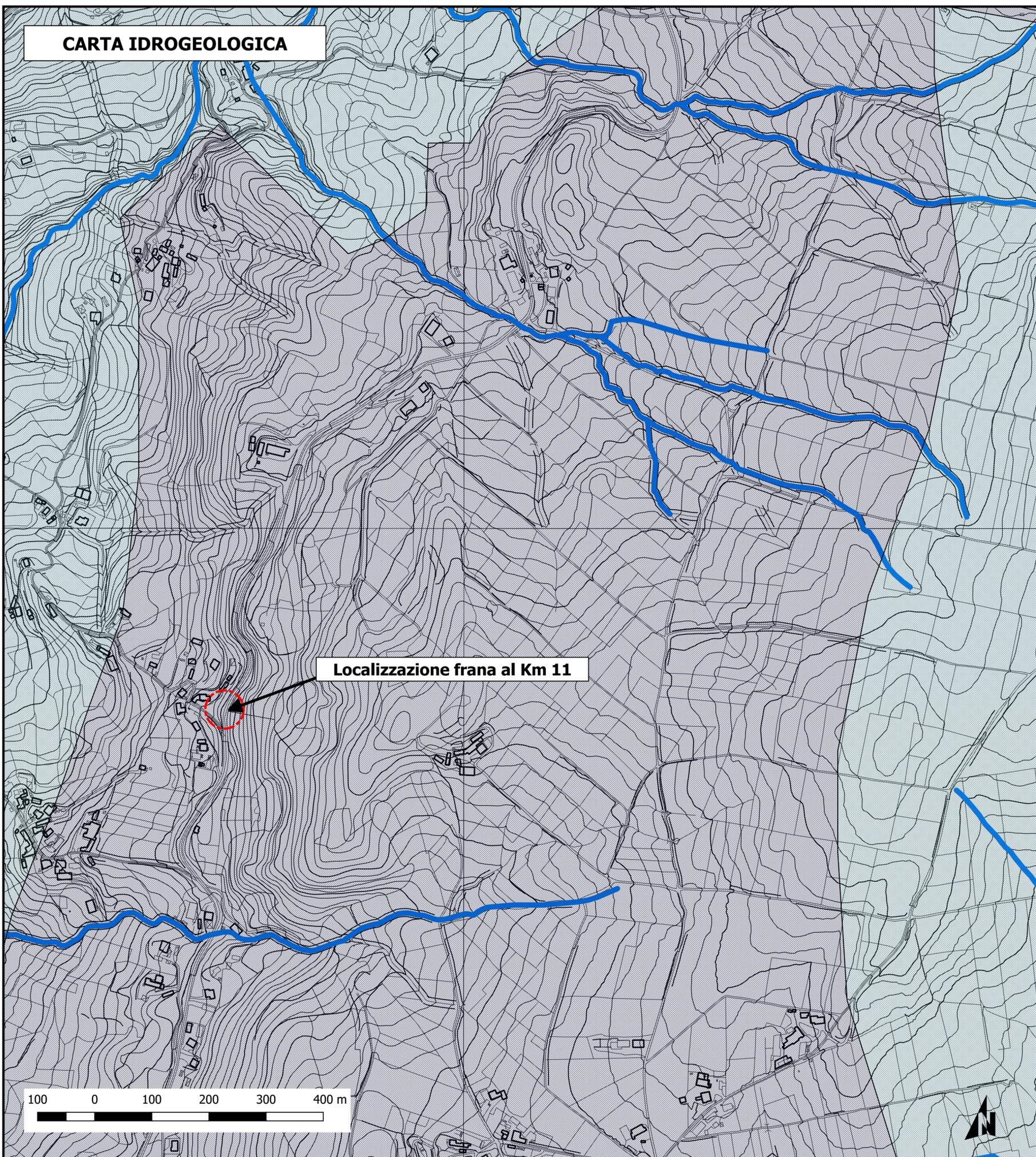
**COMMITTENTE:** Provincia di Benevento - SETTORE TECNICO



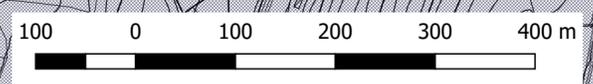
Anno: **2020** ELABORATO: **Modellazione geologico-tecnica e sismica** N° **8**

IL GEOLOGO: Dott. Francesco Barbato VISTI E ANNOTAZIONI

# CARTA IDROGEOLOGICA



Localizzazione frana al Km 11



**Localizzazione frana al Km 11**  
Coord. 41.2712584874, 14.9524593645

## Legenda

- Complexo Arenaceo-molassico:  
Arenarie, Argille arenacee grigio-azzurrognole  
alternati a livelli di calcareniti e marne  
PERMEABILITA':  
Primaria media - Secondaria Alta per fratturazione dei carbonati
- Complexo argilloso - marnoso:  
Argille e marne siltose grigie e varicolori  
con intercalazione di calcari e calcari marnosi  
PERMEABILITA':  
Bassa in corrispondenza delle argille.



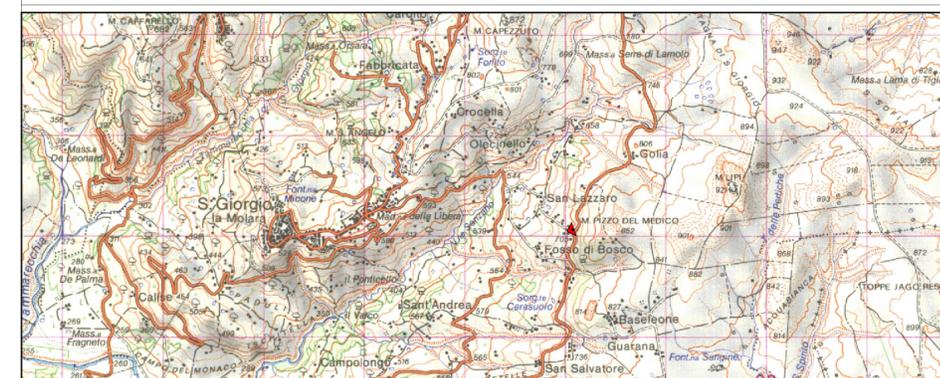
# PROVINCIA DI BENEVENTO

## OGGETTO:

S.P. n.45 km 11 - Lavori di messa in sicurezza "Fosso del Bosco"  
del comune di S. Giorgio la Molara

EPSG: 32633 - ai sensi della NTC/2018

**COMMITTENTE: Provincia di Benevento - SETTORE TECNICO**



Anno: <b>2020</b>	ELABORATO: <b>Carta idrogeologica</b>	N° 9
----------------------	------------------------------------------	---------

IL GEOLOGO: Dott. Francesco Barbato

VISTI E ANNOTAZIONI