



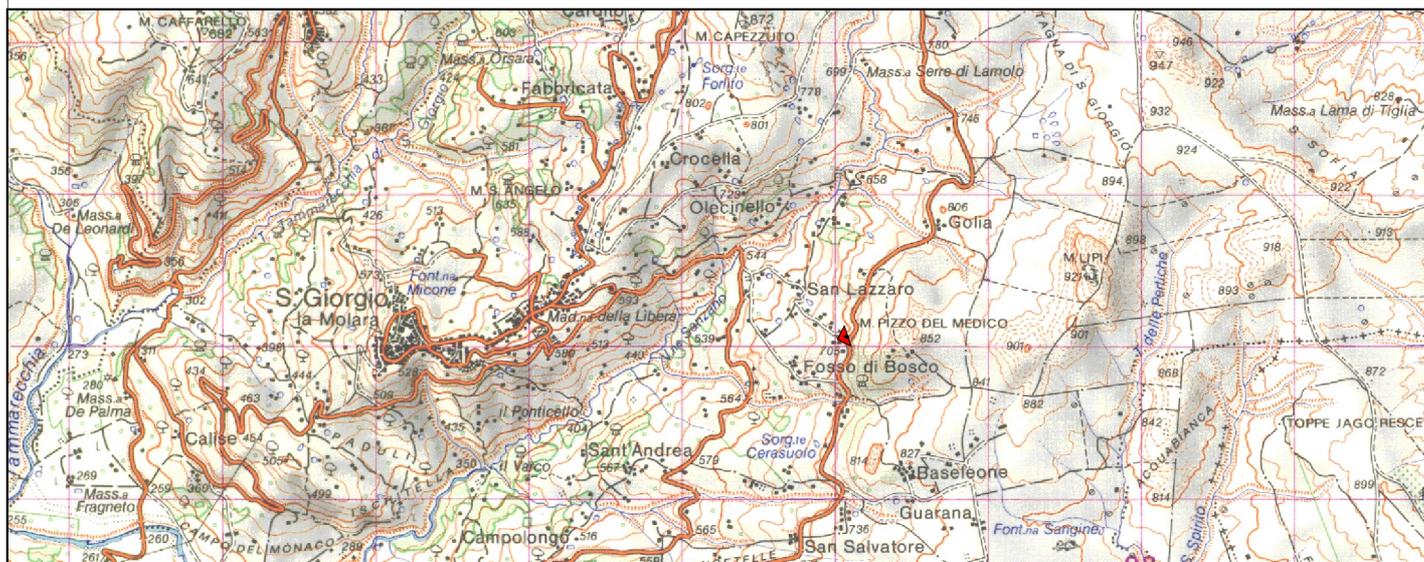
# PROVINCIA DI BENEVENTO

**OGGETTO: Comune di San Giorgio La Molara (Bn)**

**S.P.45 - Messa in sicurezza costone roccioso al km 10 e ripristino 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 01</b> ESITI INDAGINI GEOLOGICHE
	<b>ALLEGATO 02</b> ELABORAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DEL TIPO S.P.T. (Standard Penetration Test)
	<b>ALLEGATO 03</b> VERIFICA DI STABILITA' DEI VERSANTI IN FRANA
	<b>ALLEGATO 04</b> ASSEVERAZIONE
	<b>ALLEGATO 05</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

**COMUNE DI SAN GIORGIO LA MOLARA (BN)  
S.P.45-MESSA IN SICUREZZA COSTONE ROCCIOSO AL  
KM. 10 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.....	7
CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE .....	8
RELAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI.....	9
STABILITÀ GEOMORFOLOGICA.....	11
VALUTAZIONE DEL RISCHIO SISMICO.....	15
RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO .....	17
CONCLUSIONI.....	19
NOTE:.....	20

## 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 10 - lavori di messa in sicurezza del costone roccioso e ripristino del piano viabile nel comprensorio del Comune di San Giorgio La Molara (Bn)** .

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°1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo;

N° 1 prova penetrometrica del tipo SPT (standard-penetration-test);

## INDIVIDUAZIONE DELL'AREA, TOPOGRAFIA E GEOMORFOLOGIA

Il presente studio riguarda un intervento di ripristino dell'assetto stradale in un punto colpito da fenomeno franoso in atto lungo un costone roccioso individuato lungo la provinciale S.P.45 al Km10.

Tale evento ricade 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.

I crolli in roccia sono fenomeni franosi che comportano il distacco di blocchi e/o frammenti rocciosi di dimensioni variabili da alcuni decimetri a circa 0,5 metri cubi da pendii spesso con pendenze molto elevate ed il loro successivo movimento lungo il versante fino all'arresto.

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 il movimento e la forza di gravità unita alla pendenza elevata li fa scivolare verso pendenze minori.

Il distacco dei blocchi è fortemente influenzato dalle condizioni strutturali dell'ammasso (famiglie di discontinuità, persistenza, spaziatura), dalla geometria (giacitura e orientazione delle discontinuità rispetto al versante), dalle caratteristiche meccaniche (resistenza a taglio delle discontinuità, resistenza a trazione di eventuali ponti di roccia) e da eventuali sollecitazioni esterne (presenza di acqua in pressione nelle discontinuità, sismi, ecc.).

Una volta avvenuto il distacco, la traiettoria seguita da un blocco è la combinazione di quattro processi principali: scivolamento e/o ribaltamento, caduta libera, rimbalzo e rotolamento.



**FOTO N.° 1:** S.P. 45 costone roccioso al km 10



**FOTO N. 2:** dettaglio frana da crollo nel costone roccioso al km 10

Nella foto, si può notare il grado di fratturazione particolarmente elevato della parte sommitale del costone e la giacitura degli strati rispetto al versante

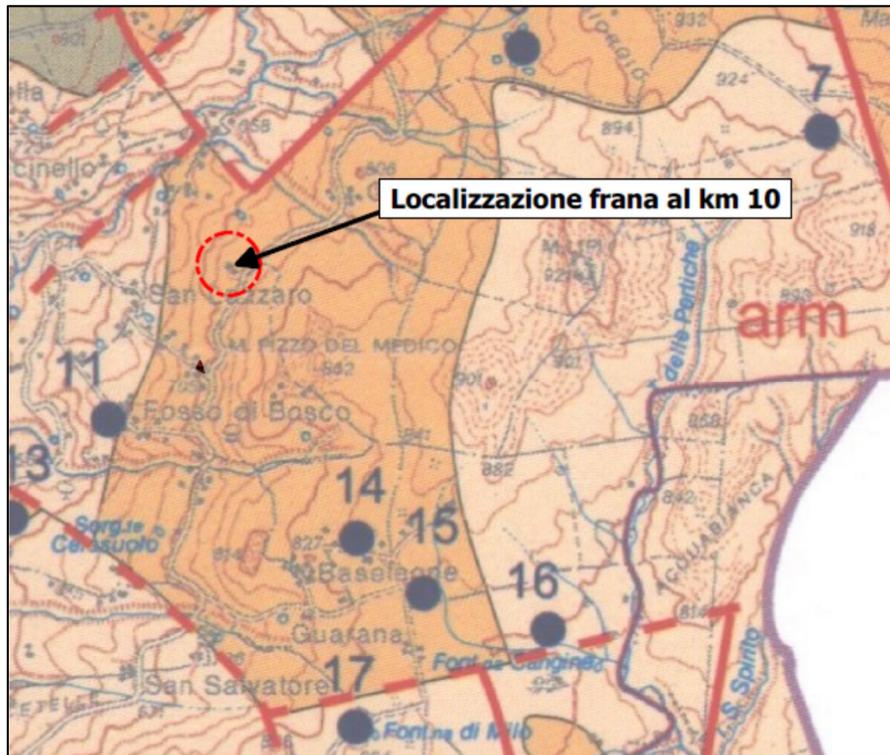


Come si può notare dalla carta corografica riportata, il reticolo idrografico non ancora ha raggiunto un corso ben definito e le acque di ruscellamento superficiale scorrono in maniera selvaggia scavando solchi e rimodellando continuamente l'attuale forma dei versanti costituenti il comprensorio di **San 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, i solchi artificiali e la mancata regimentazione delle acque di ruscellamento superficiale.

## INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il fenomeno franoso al km 10 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 calcarea e calcareo-marnosa 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 scagliettate con intercalazioni calcaree, calcareniti e brecciole. (Miocene)
	<b>Complesso argilloso-marnoso</b> Argille e marne siltose, grigie e varicolori, con intercalazioni di calcari e calcari marnosi, di calcareniti con liste di selce bruna, di arenarie talora grossolane. (Oligocene)

## **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 non solo sui sedimenti Sabbiosi ed Argillo-Sabbiosi ma anche sugli affioramenti carbonatici costituiti da strati intensamente fratturati 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 allo spessore dei terreni di copertura con una permeabilità primaria molto bassa in corrispondenza della frazione Argillo-Sabbiosa e secondaria molto elevata dovuta alla intensa fratturazione degli strati calcarei e calcareo-marnosi.

**Durante la fase investigativa non sono state intercettate falde significative.**

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. **1** sondaggio geognostico a carotaggio continuo con sonda cmv600mkd con carotiere semplice  $\Phi$  101mm lungo la strada provinciale **45 al km 10** in corrispondenza del dissesto in atto dovuto alla evoluzione di un fenomeno franoso di tipo crollo i cui massi tendono ad occupare l'assetto viario, attualmente in prossimità della carreggiata.

Nel corso della perforazione del sondaggio geognostico denominato **S3** è stata eseguita n.° **1** prova geotecnica 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>
S3	S.P.T. 1	m 2,00	N (23/23/27)

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.

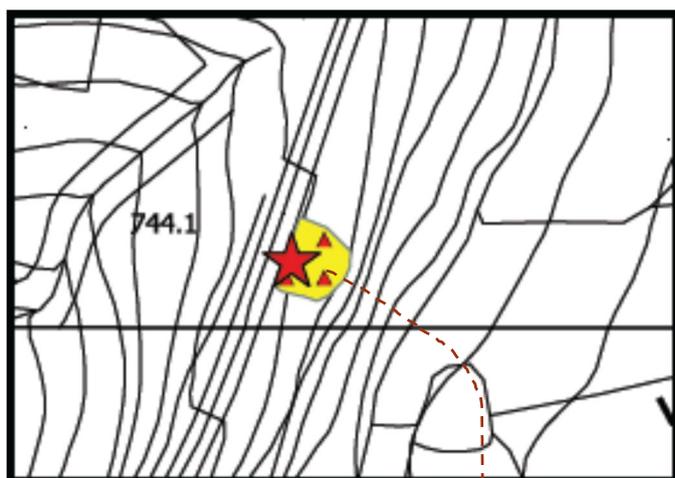
*Di seguito viene riportata una tabella riassuntiva dei principali parametri geotecnici derivanti dalla elaborazione della prova penetrometrica eseguita nel foro di sondaggio:*

<b>strato 1</b>	Strato (n)	Prof. Strato (m)	Nspt	Tipo	Gamma (t/m <sup>3</sup> )	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )	Fi (°)	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )	Mod. Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
S.3-SPT1	1	2,5	46,3	Incoerente/Coesivo	2,22	2,5	33,23	1,64	122,57

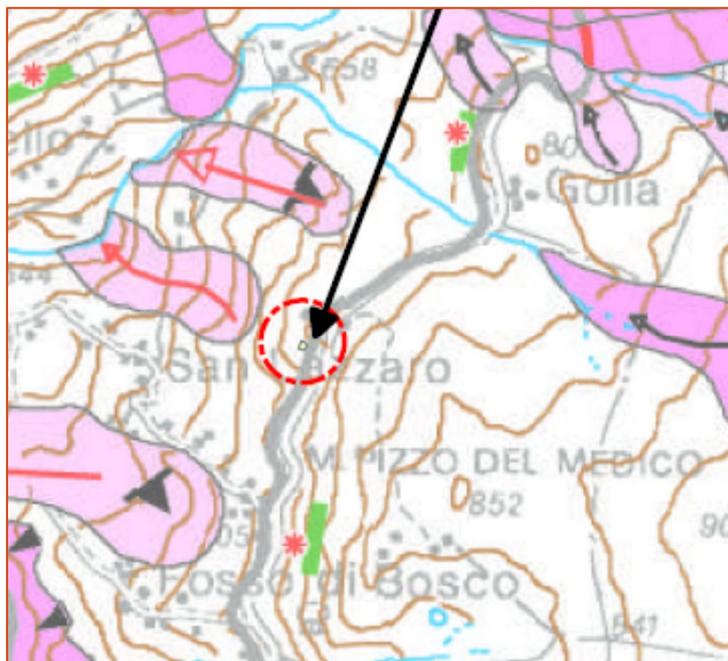
In definitiva quindi, si può ritenere che dal punto di vista geotecnico, i terreni analizzati presentano parametri buoni.

## 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 considerato l'obiettivo dell'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

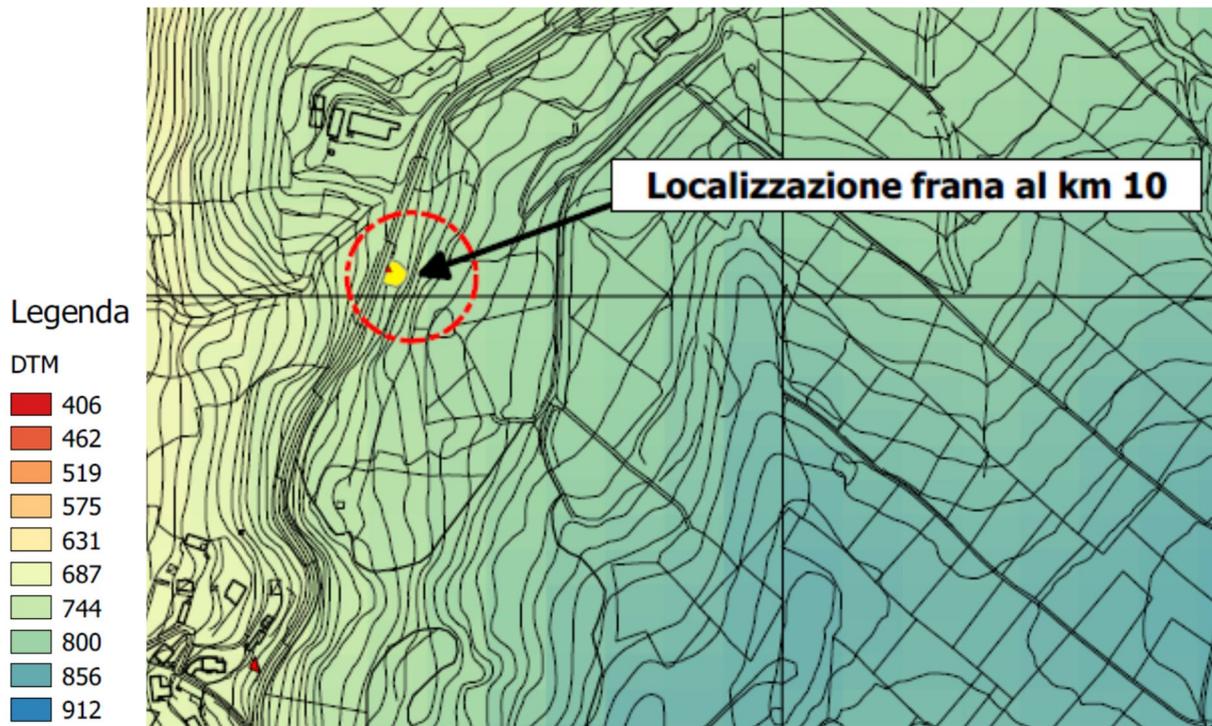
corsi d'acqua, rappresentano il principale processo di modellamento dei versanti.



FOTO N. 3: la foto n 3 vuole mettere in evidenza la postazione del sondaggio S.3 rispetto al versante e la dimensione dell'ammasso roccioso in dissesto rispetto alla macchina operatrice.

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

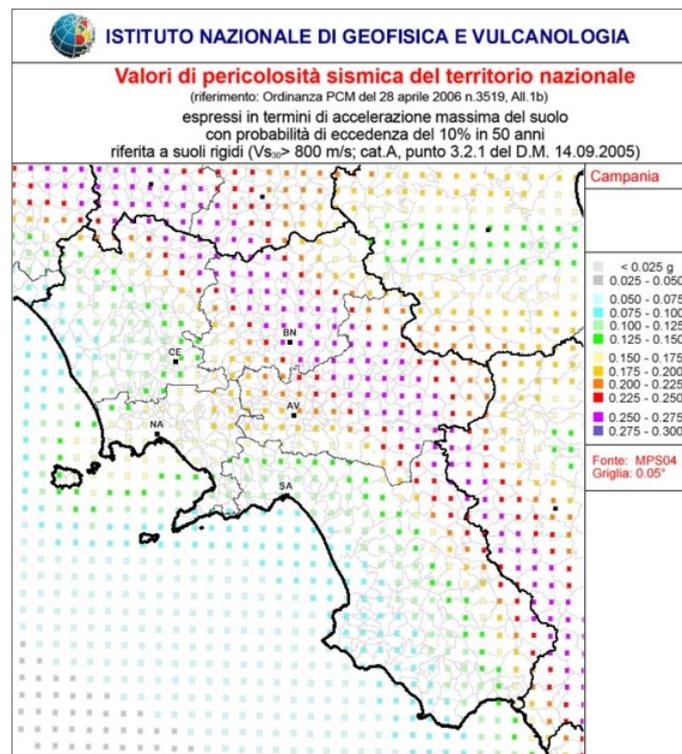
Di seguito viene riportata la legenda con il campo altimetrico:



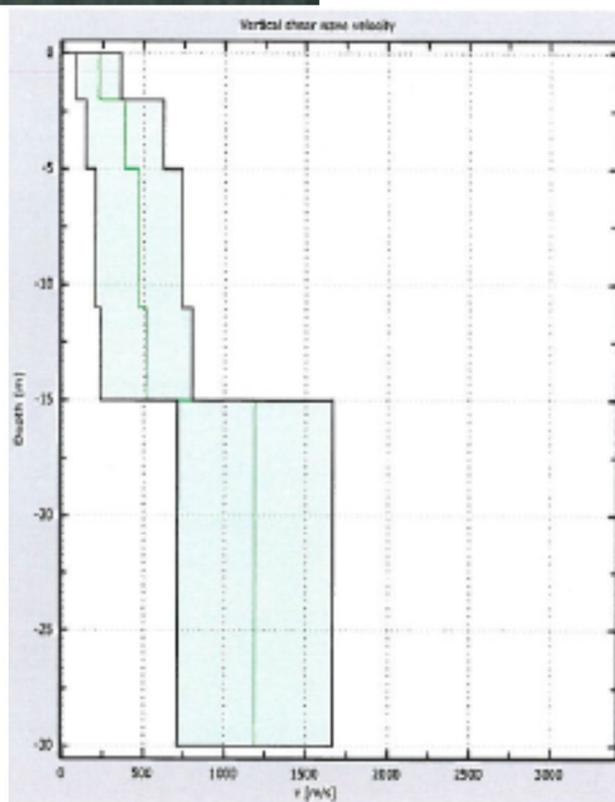
## VALUTAZIONE DEL RISCHIO SISMICO

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**

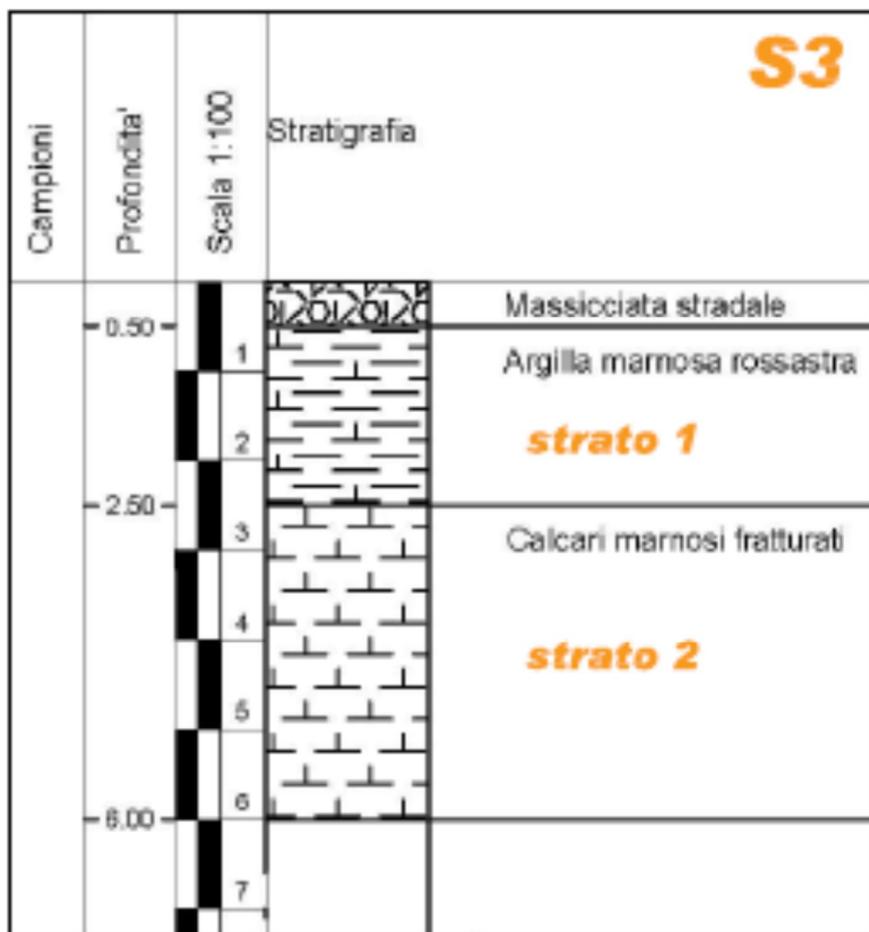
## RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO

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:



## 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 Argillo-Marnoso con permeabilità **BASSA**

Complesso Calcareo con permeabilità secondaria **ALTA** per intensa fratturazione

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 con percentuali superiori 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 dei massi direttamente in corrispondenza del costone roccioso a monte della carreggiata stradale.

## 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 ed in particolare dalla carta geomorfologica e della stabilità si evince chiaramente che la zona ove ricade il sito è un'area instabile (vedi carta della franosità generale e 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 in quanto di prevalenza natura calcarea.**

Tanto dovevasi

Campoli M.T. 20/03/2020

Il Geologo  
Dr. Francesco Barbato



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':**

**"S.P. n°45 – KM. 10 " - COMUNE DI S. GIORGIO LA MOLARA (BN)**

**OGGETTO:**

**MESSA IN SICUREZZA COSTONE ROCCIOSO AL KM. 10 E RIPRISTINO PIANO VIABILE**

**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> "S.P. n°45 – Km. 10" - Comune di S. Giorgio La Molara (Bn)	
<b>OGGETTO:</b> Messa in sicurezza costone roccioso al km. 10 e ripristino piano viabile	

## INDICE

### **1. INDAGINE GEOGNOSTICA**

- a) Sondaggi a carotaggio continuo

### **2. INDAGINE GEOTECNICA**

- b) Prove penetrometriche dinamiche in foro (S.P.T.)

### **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> "S.P. n°45 – Km. 10" - Comune di S. Giorgio La Molarà (Bn)	
<b>OGGETTO:</b> Messa in sicurezza costone roccioso al km. 10 e ripristino piano viabile	

## 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 Molarà (Bn), in località “S.P. n°45 – Km. 10”.

In particolare i lavori eseguiti sono consistiti in:

1. Realizzazione di n°1 nuovo sondaggio a carotaggio continuo per un totale di 6,00 mt complessivi di perforazione;
2. Esecuzione di n° 1 prova penetrometrica dinamica in foro di tipo SPT;
3. Fornitura di n°1 cassetta catalogatrice;
4. 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: "S.P. n°45 – Km. 10" - Comune di S. Giorgio La Molara (Bn)	
OGGETTO: Messa in sicurezza costone roccioso al km. 10 e ripristino piano viabile	

## 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:** è stato eseguito n°1 nuovo sondaggio a carotaggio continuo per un totale di 6,00 mt complessivi di perforazione, nel comune di San Giorgio La Molara (Bn), in località "S.P. n°45 – Km 10".

<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> "S.P. n°45 – Km. 10" - Comune di S. Giorgio La Molara (Bn)	
<b>OGGETTO:</b> Messa in sicurezza costone roccioso al km. 10 e ripristino piano viabile	

Il sondaggio geognostico eseguito è stato siglato e approfondito secondo lo schema seguente:

Sigla Sondaggio	Profondità (m dal p.c.)
S3	6.00

Le carote estratte durante la perforazione sono state conservate in apposite cassette catalogatrici in PVC e la stratigrafia osservata è riportata su n°1 certificato stratigrafico allegato 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: "S.P. n°45 – Km. 10" - Comune di S. Giorgio La Molarà (Bn)	
OGGETTO: Messa in sicurezza costone roccioso al km. 10 e ripristino piano viabile	

**Comune di San Giorgio La Molarà (Bn)**

**Località: "S.P. n°45 – Km 10"**

**Ubicazione indagini geognostiche**

<u>Sondaggio</u>	<u>Metri</u>	<u>Coordinate Geografiche</u>
S3	6.00	LAT. 41°16'26.91"N LONG. 14°57'13.39"E



**Foto n.°1: Panoramica sondaggio geognostico**

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: "S.P. n°45 – Km. 10" - Comune di S. Giorgio La Molara (Bn)	
OGGETTO: Messa in sicurezza costone roccioso al km. 10 e ripristino piano viabile	

## 2. INDAGINE GEOTECNICA

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

Nel corso del sondaggio sono state eseguite complessivamente n°1 prova penetrometrica dinamica 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>
S3	S.P.T. 1	m 2,00	N (23/23/27)

<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> "S.P. n°45 – Km. 10" - Comune di S. Giorgio La Molara (Bn)
<b>OGGETTO:</b> Messa in sicurezza costone roccioso al km. 10 e ripristino piano viabile



## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

### Sondaggio S3 - Data esecuzione: 24/01/2020



Foto n.°2: Postazione sondaggio S3

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: "S.P. n°45 – Km. 10" - Comune di S. Giorgio La Molara (Bn)	
OGGETTO: Messa in sicurezza costone roccioso al km. 10 e ripristino piano viabile	



Foto n.°3: S3 cassetta n°1 (da m 0.00 a m 6.00)

Committente: Provincia di Benevento - Settore Tecnico  
 Coordinate X= 41°16'26.91"N Y= 14°57'13.39"E  
 Data inizio: 24/01/2020

Richiedente: Dott. Geol. Francesco Barbato  
 Località: "Fosco di Bosco" - Comune di S. Giorgio La Molara (Bn)  
 Data ultimazione: 24/01/2020

Perforazione: S3  
 Quota inizio = p.c.  
 Tipo di attrezzatura: Sonda CMW-MK600D

Operatore: Zampelli Costanzo

Responsabile della prova: Dr. Geol. D'Ambrosio Pasquale

Oggetto: Messa in sicurezza costone roccioso al Km 10 e ripristino piano viabile.

LEGENDA:  
 C1,C2,C3 ... camp. Indisturbati  
 C1R,C2R,C3R ... camp. rimaneggiati

s = Shelby  
 m = Mazier  
 p = percussione  
 d = Denison  
 o = Osterberg  
 DM: corona diamantata  
 W: corona Widia  
 DW: corona Widia diamantata

Decreto Ministeriale n. 5034  
 D.P.R. n. 380/2001 Art. 59

Certificato n.  
 pag. 1 di 1

PROFONDITA'		RILEVO LIVELLO PIEZOMETRICO	
		FORO	RIVEST.
6,00 mt		DATA	LIVELLO FALDA
revisione	00	data emiss.	31/01/2020
redatto	Dr. Geol. D'Ambrosio Pasquale	approvato	Dr. Geol. D'Ambrosio Pasquale

Attrezzo di perforazione	Tipo di corona	Rivestimento	Campioni	Profondita'	Scala 1:100	Stratigrafia	Descrizione	Manovra dilcarotaggio	Carotaggio	R.Q.D.	Pocket Penetrometer	Prof. SPT	N° colpi SPT	Livello falda	Condizionamento con tubo piezometrico
CAROTIERE SEMPLICE Ø 101 mm	W	Ø 127 mm		0.50 - 2.50 - 6.00 -	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20		<p>Massiccata stradale</p> <p>Argilla marmosa rossastra</p> <p>Calcarei marnosi fratturati</p>	2.00 - 4.00 - 6.00 -		20 40 60 80	20 40 60 80	2.00 - 23/23/27			

---

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: ENTE PROVINCIA DI BENEVENTO Cantiere: SAN GIORGIO LA MOLARA Località: SP 45 KM 10	
--	--

Committente: ENTE PROVINCIA DI BENEVENTO Cantiere: SAN GIORGIO LA MOLARA Località: SP 45 KM 10	
--	--

### 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 resistenze alla punta.

## Valutazioni statistiche e correlazioni

### Elaborazione Statistica

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

#### **Media**

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

#### **Media minima**

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

#### **Massimo**

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

#### **Minimo**

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

#### **Scarto quadratico medio**

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

#### **Media deviata**

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

#### **Media + s**

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

---

### **Media - s**

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

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

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

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)  $s > 15$  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
- Buismann-Sanglerat , correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

#### **Stato di consistenza**

- Classificazione A.G.I. 1977

#### **Peso di Volume 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.3

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

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi
2,15	23
2,30	23
2,45	27

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA S.3

### TERRENI COESIVI I

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	46,3	2,45	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	46,3	2,45	Robertson (1983)	92,60

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	46,3	2,45	Stroud e Butler (1975)	212,42

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	46,3	2,45	Apollonia	463,00

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Strato	46,3	2,45	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	46,3	2,45	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	46,3	2,45	Meyerhof ed altri	2,50

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Strato	46,3	2,45	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	138,13

**TERRENI INCOERENT I**

## Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Strato	46,3	2,45	46,3	Gibbs & Holtz 1957	73,02

## Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Strato	46,3	2,45	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	46,3	2,45	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	46,3	2,45	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	46,3	2,45	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	46,3	2,45	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	46,3	2,45	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	46,3	2,45	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	46,3	2,45	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	46,3	2,45	46,3	Ohta & Goto (1978) Limi	138,13

## Modulo di reazione Ko

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

		(m)	presenza falda		
[1] - Strato	46,3	2,45	46,3	Navfac 1971-1982	7,68

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

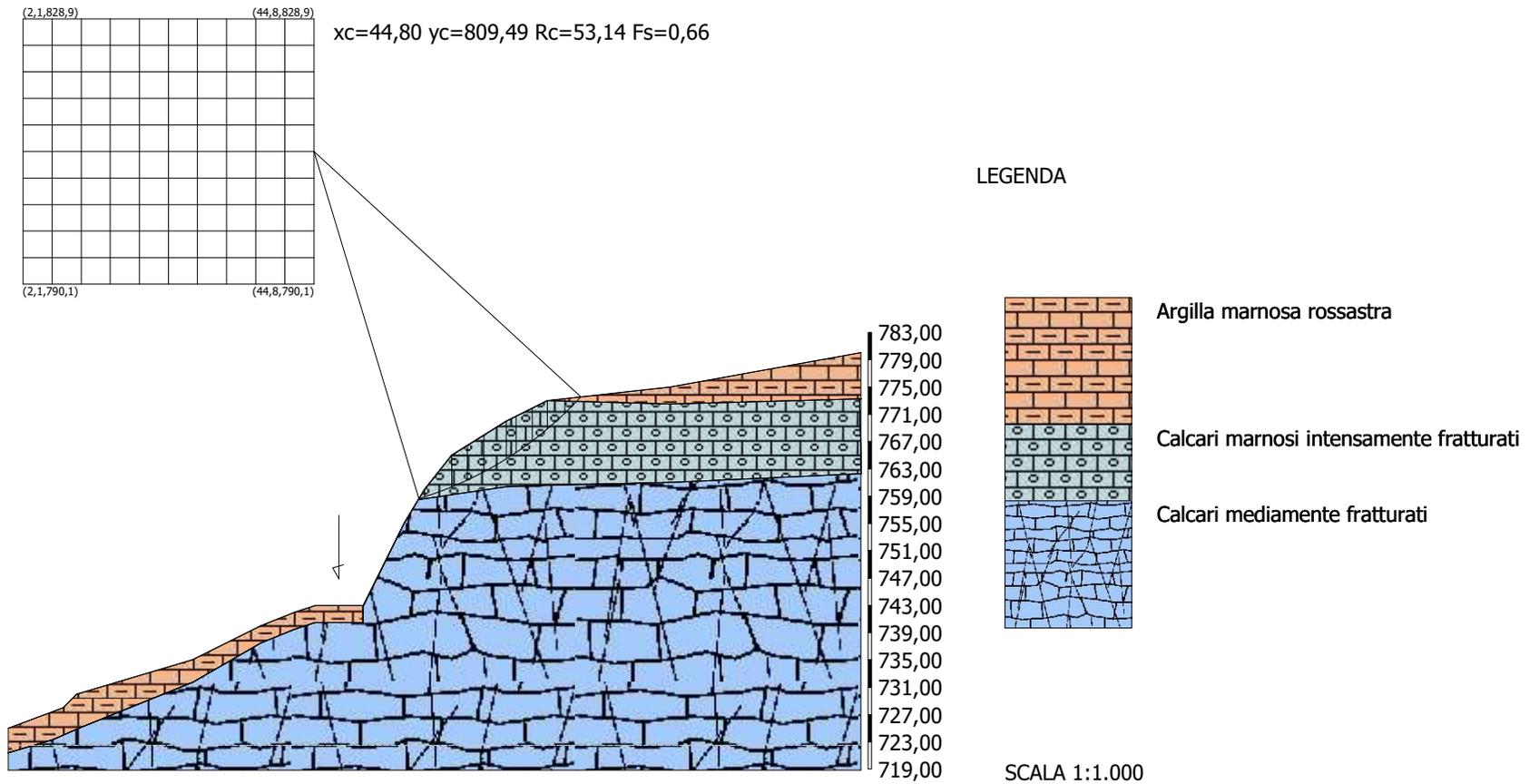
Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	46,3	2,45	46,3	Robertson 1983	92,60

---

## Indice

1.PROVA ...S.3	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
Indice	12

Fs=coefficiente di sicurezza minimo individuato



S.P.45 km 10: verifica di stabilita' del costone roscioso secondo 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	3,0
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	2,12 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	790,05 m
Ascissa vertice destro superiore xs	44,8 m
Ordinata vertice destro superiore ys	828,93 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	0,0278
Coefficiente azione sismica verticale	0,0139

**Vertici profilo**

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	725,0
2	8,0	728,0
3	10,0	730,0
4	27,0	735,0
5	37,0	740,0
6	42,0	742,0
7	45,0	743,0
8	52,0	743,0
9	58,0	755,0
10	61,0	760,0
11	65,0	765,0
12	73,0	770,0
13	79,0	773,0
14	97,0	775,0
15	125,0	780,0

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

N	X (m)	y (m)
1	0,0	721,37
2	6,6	723,35
3	10,21	724,93
4	27,04	731,7
5	37,0	737,5
6	42,0	739,5
7	45,0	740,5
8	52,0	740,5
9	52,01	742,86
10	58,0	755,0
11	61,0	760,0
12	65,0	765,0
13	73,0	770,0
14	79,0	773,0
15	97,0	772,5
16	125,0	773,27

**Vertici strato .....2**

N	X	y
---	---	---

	(m)	(m)
1	0,0	721,37
2	6,6	723,35
3	10,21	724,93
4	27,04	731,7
5	37,0	737,5
6	42,0	739,5
7	45,0	740,5
8	52,0	740,5
9	52,01	742,86
10	58,0	755,0
11	60,09	758,48
12	73,32	760,42
13	98,25	761,04
14	125,07	762,3
15	124,74	773,26
16	125,0	773,27

### 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	0,129	0,655	-0,0002	50		Argilla marnosa rossastra
2	2000	0,042	0,534	0	100		Calcari marnosi intensament e fratturati
3	2200	0,369	0,669	-0,006	200		Calcari mediamente fratturati

### Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	0,66
Ascissa centro superficie	44,8 m
Ordinata centro superficie	809,49 m
Raggio superficie	53,14 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.

**xc = 44,798 yc = 809,494 Rc = 53,144 Fs=0,655**

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	0,83	17,3	0,86	928,86	25,82	12,91	0,05	29,0	0,0	891,7	300,3
2	4,0	20,0	4,26	23487,3	652,95	326,47	0,12	14,6	0,0	22147,1	8664,6
3	2,3	23,7	2,52	22544,14	626,73	313,36	0,15	11,9	0,0	20679,6	9631,9
4	2,38	26,5	2,66	24997,63	694,93	347,47	0,15	11,7	0,0	22372,6	11775,0
5	3,32	30,0	3,83	36573,06	1016,73	508,37	0,15	11,8	0,0	31612,5	19155,1
6	1,43	33,0	1,71	15645,05	434,93	217,47	0,15	12,2	0,0	13070,7	8879,7
7	2,38	35,5	2,92	24284,68	675,11	337,56	0,14	12,9	0,0	19660,1	14642,9
8	2,19	38,5	2,81	19826,92	551,19	275,59	0,12	14,2	0,0	15378,7	12786,3
9	2,57	41,9	3,45	16517,97	459,2	229,6	0,1	17,2	0,0	12155,4	11376,5
10	2,38	45,6	3,4	5451,75	151,56	75,78	0,05	28,0	0,0	3758,5	4001,7

**Indice**

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

# CARTA COROGRAFICA



Localizzazione frana al km 10

Localizzazione frana al km 10  
Coord. 41.2741314338, 14.95385961

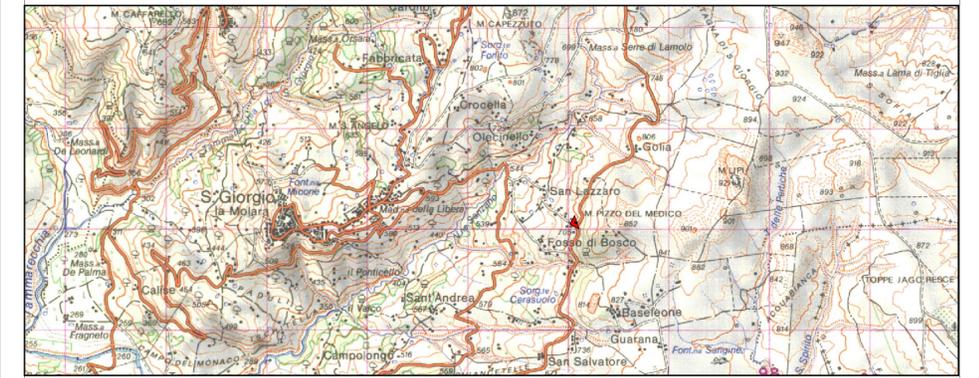


## PROVINCIA DI BENEVENTO

**OGGETTO:**  
Messa in sicurezza costone roccioso al km 10 e ripristino piano viabile.

EPSG: 32633 - ai sensi della NTC/2018

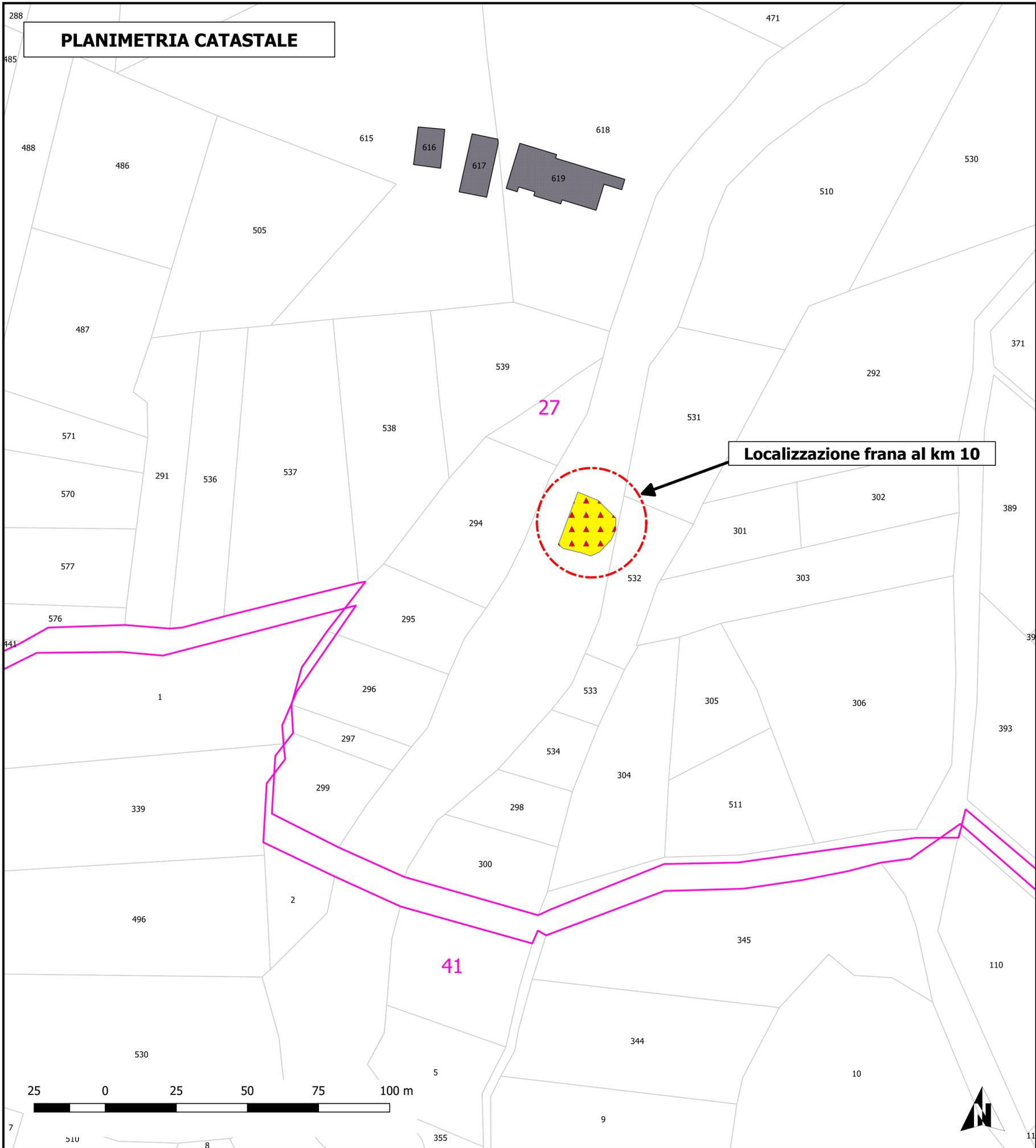
**COMMITTENTE:** Provincia di Benevento - SETTORE TECNICO



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

IL GEOLOGO: Dott. Francesco Barbato

VISTI E ANNOTAZIONI



**Legenda**

-  Area di crollo
-  Fabbricati
-  Fogli
-  Particelle

 **Localizzazione frana al km 10**  
**Coord. 41.2741314338, 14.95385961**

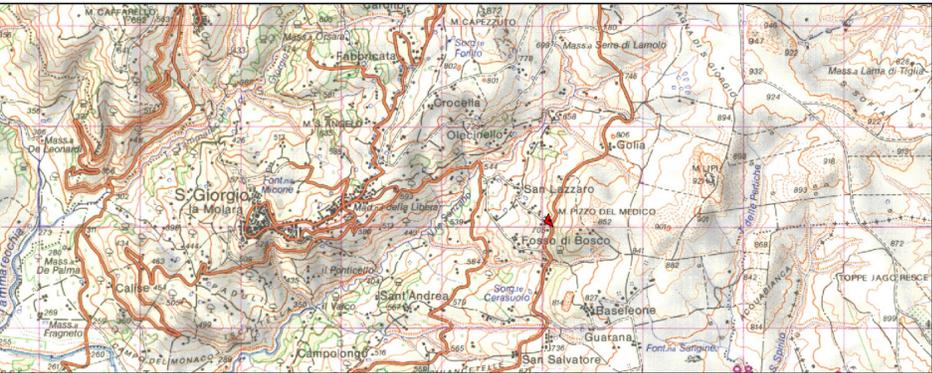


**PROVINCIA DI BENEVENTO**

**OGGETTO:**  
 Messa in sicurezza costone roccioso al km 10 e ripristino piano viabile.

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>
----------------------	--	-----------

**IL GEOLOGO:** Dott. Francesco Barbato VISTI E ANNOTAZIONI

# CARTA GEOLOGICA



**Localizzazione frana al km 10**  
**Coord. 41.2741314338, 14.95385961**

- 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 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 scagliettate con intercalazioni calcaree, calcareniti e brecciole. (Miocene)
- Complesso argilloso-marnoso**  
 Argille e marne siltose, grigie e varicolori, con intercalazioni di calcari e calcari marnosi, di calcareniti con liste di selce bruna, di arenarie talora grossolane. (Oligocene)
- Sorgenti (la numerazione è riferita ai singoli comuni)
- Faglie di interesse idrogeologico (tratteggiate se presunte)
- Sovrascorimenti di interesse idrogeologico
- Curve isopiezometriche e quota in m s.l.m.
- Direzioni di flusso principali
- Interscambi idrici sotterranei significativi tra province limitrofe

**Localizzazione frana al km 10**

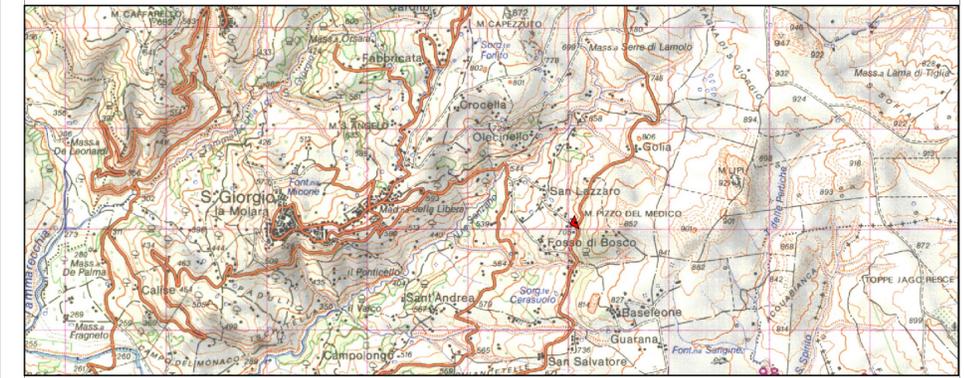


## PROVINCIA DI BENEVENTO

**OGGETTO:**  
 Messa in sicurezza costone roccioso al km 10 e ripristino piano viabile.

EPSG: 32633 - ai sensi della NTC/2018

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

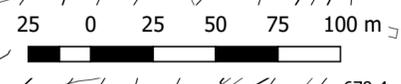
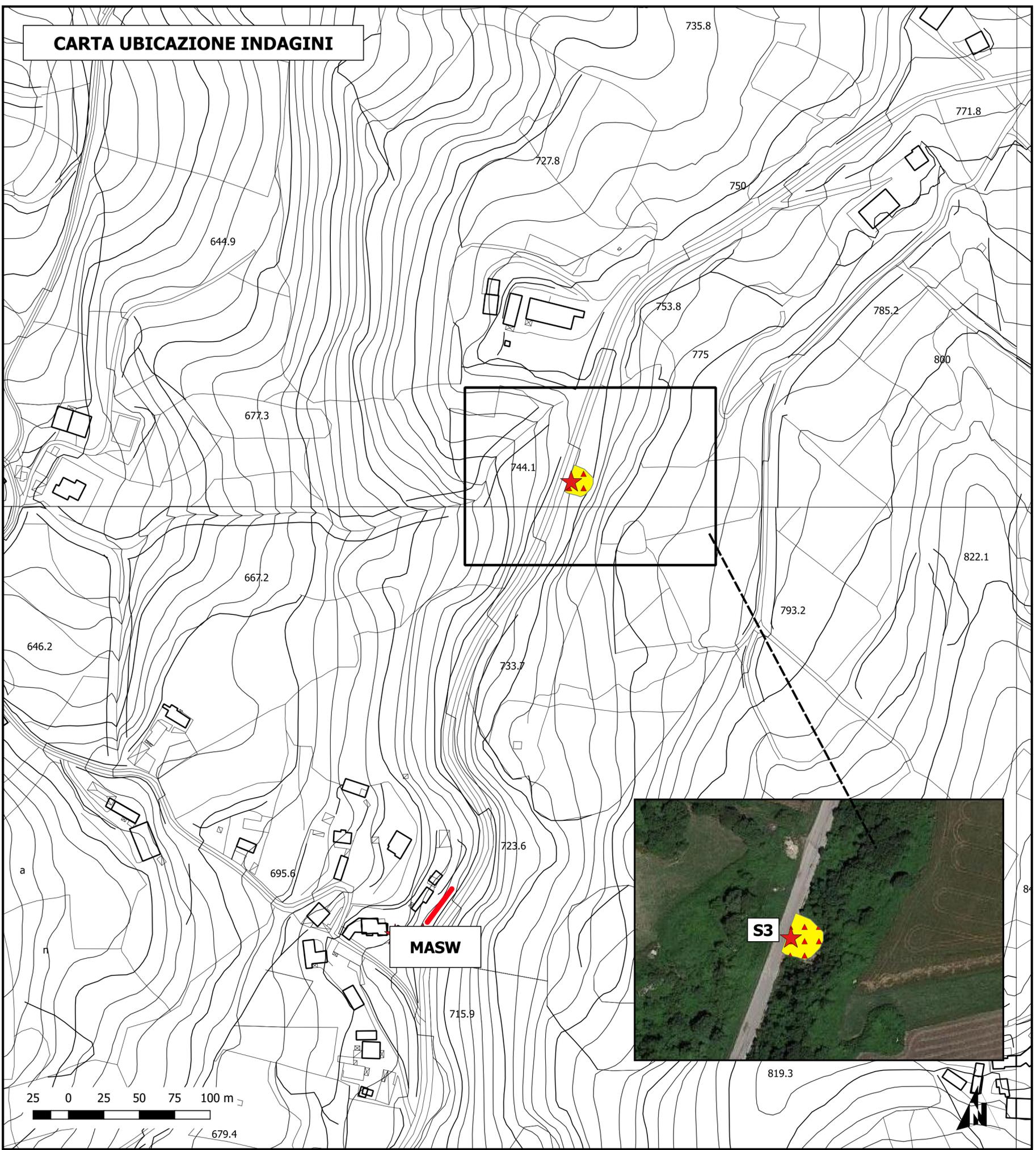


Anno: <b>2020</b>	ELABORATO: <b>Carta Geologica</b>	N°
----------------------	--------------------------------------	----

IL GEOLOGO: Dott. Francesco Barbato

VISTI E ANNOTAZIONI

# CARTA UBICAZIONE INDAGINI



## Legenda

★ Sondaggio geognostico a carotaggio continuo

■ Area di crollo

 MASW

○ Localizzazione frana al km 10  
Coord. 41.2741314338, 14.95385961



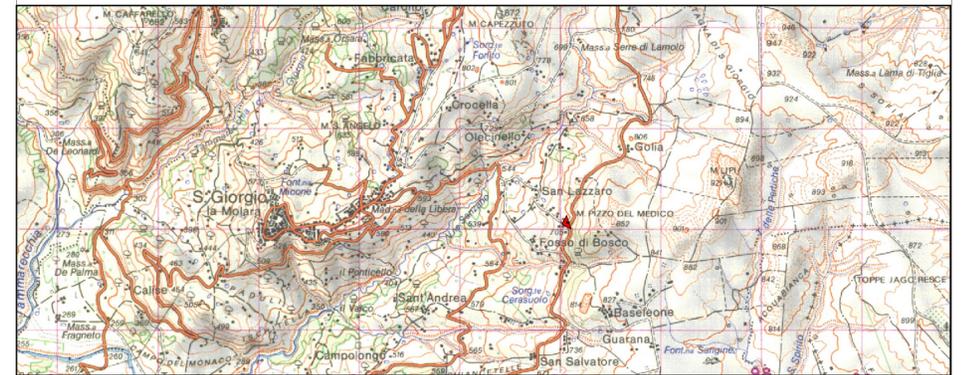
# PROVINCIA DI BENEVENTO

## OGGETTO:

Messa in sicurezza costone roccioso al km 10 e ripristino piano viabile.

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

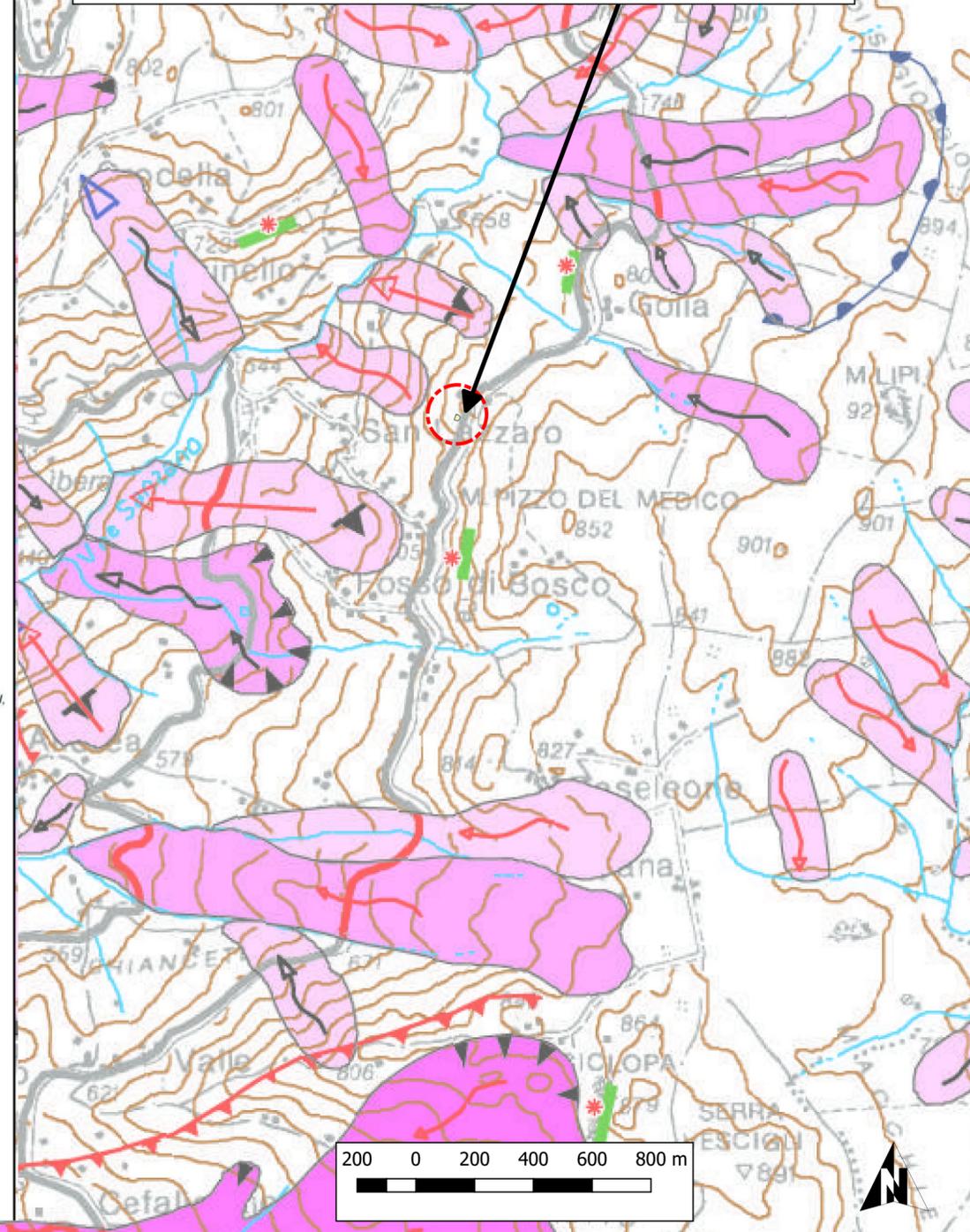
VISTI E ANNOTAZIONI

# CARTA FRANOSITA' GENERALE



Localizzazione frana al Km 10

- 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*



## Legenda

- Sondaggio geognostico a carotaggio continuo S3
- Area di crollo
- Localizzazione frana al km 10  
Coord. 41.2741314338, 14.95385961

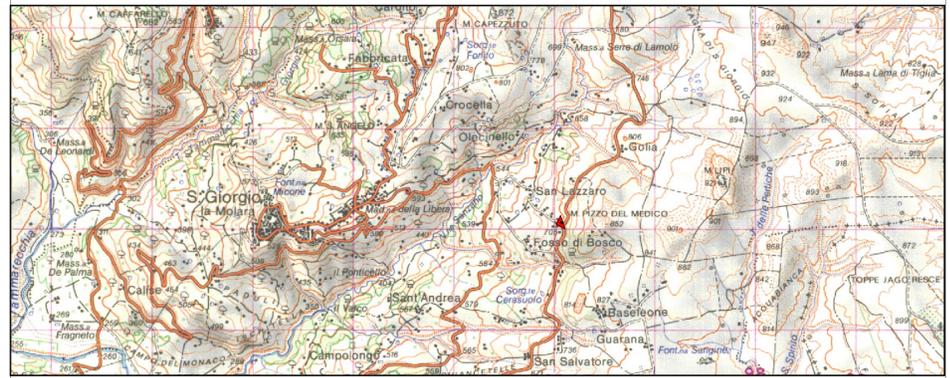


# PROVINCIA DI BENEVENTO

**OGGETTO:**  
Messa in sicurezza costone roccioso al km 10 e ripristino piano viabile.

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 10

Localizzazione frana al km 10  
Coord. 41.2741314338, 14.95385961

## Legenda

DTM

- 406
- 462
- 519
- 575
- 631
- 687
- 744
- 800
- 856
- 912

100 0 100 200 300 400 m



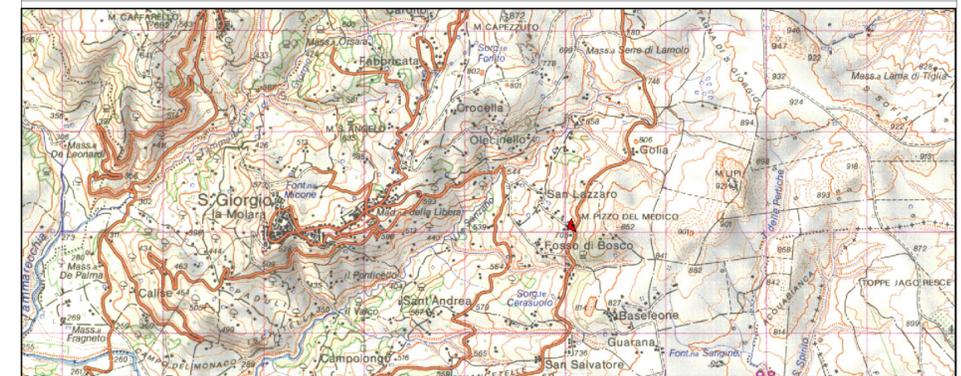
# PROVINCIA DI BENEVENTO

## OGGETTO:

Messa in sicurezza costone roccioso al km 10 e ripristino piano viabile.

EPSG: 32633 - ai sensi della NTC/2018

COMMITTENTE: Provincia di Benevento - SETTORE TECNICO



Anno:  
2020

ELABORATO:

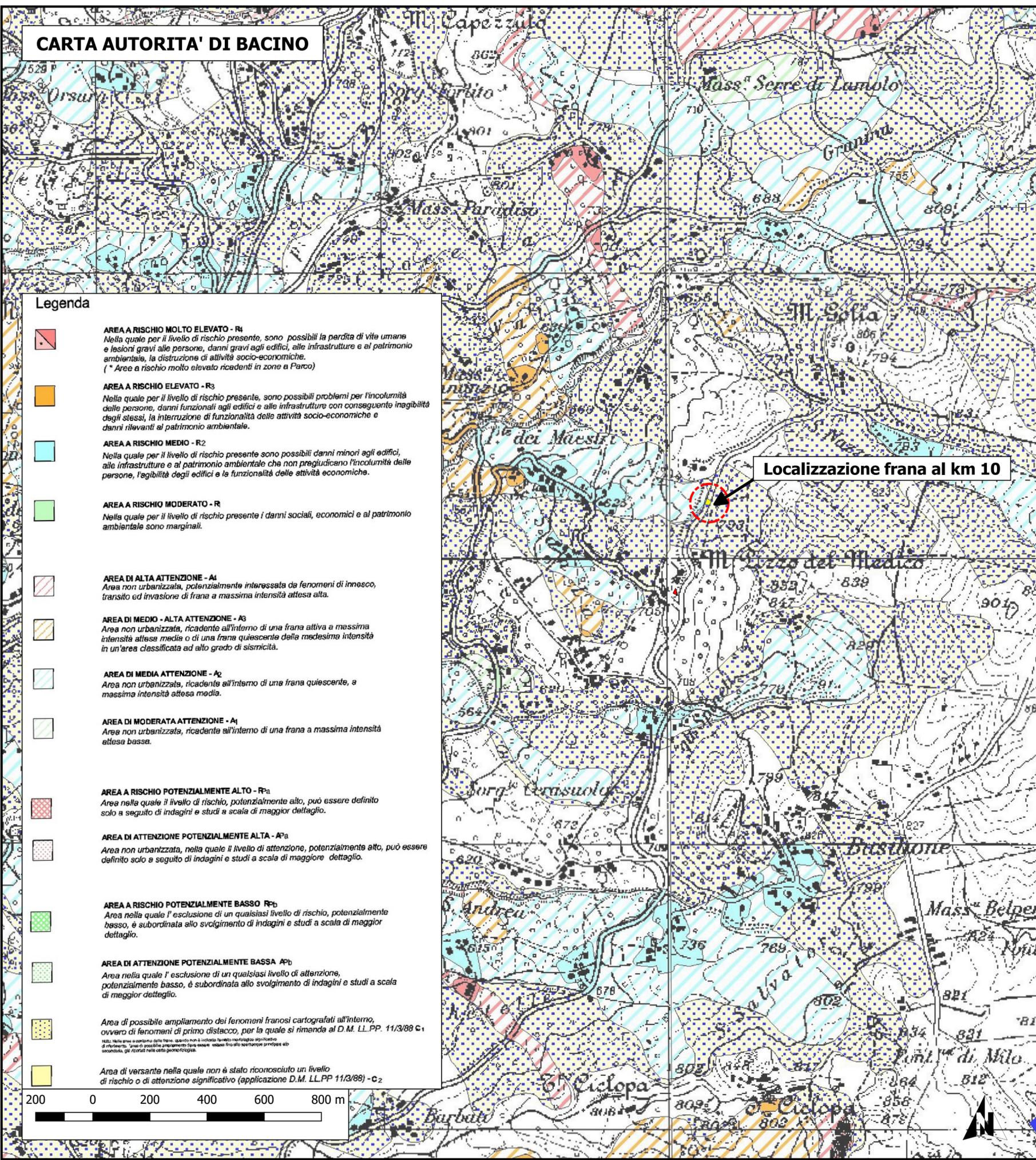
Modello Altimetrico

N°

IL GEOLOGO: Dott. Francesco Barbato

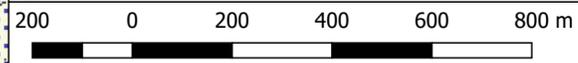
VISTI E ANNOTAZIONI

# 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.  
(\* Area 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'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche.
-  **AREA A RISCHIO MODERATO - R1**  
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 c.1**  
Nota: Nella zona a contorno della frana, quando non è indicato l'angolo di inclinazione di riferimento, l'angolo di possibile ampliamento deve essere sempre fra gli spartiacque propri del versante, gli scarichi nelle carte geomorfologiche.
-  **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) - c.2**



Localizzazione frana al km 10



Localizzazione frana al km 10  
Coord. 41.2741314338, 14.95385961



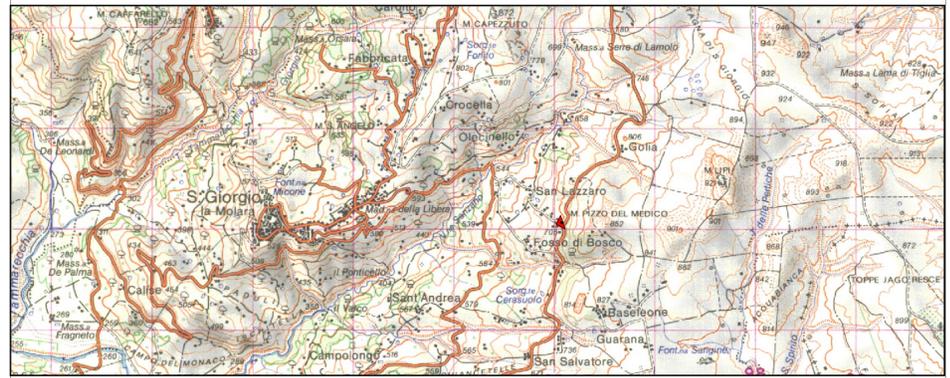
# PROVINCIA DI BENEVENTO

## OGGETTO:

Messa in sicurezza costone roccioso al km 10 e ripristino piano viabile.

EPSG: 32633 - ai sensi della NTC/2018

## COMMITTENTE: Provincia di Benevento - SETTORE TECNICO



Anno:  
2020

ELABORATO:  
Carta Autorita' di Bacino

N°

IL GEOLOGO: Dott. Francesco Barbato

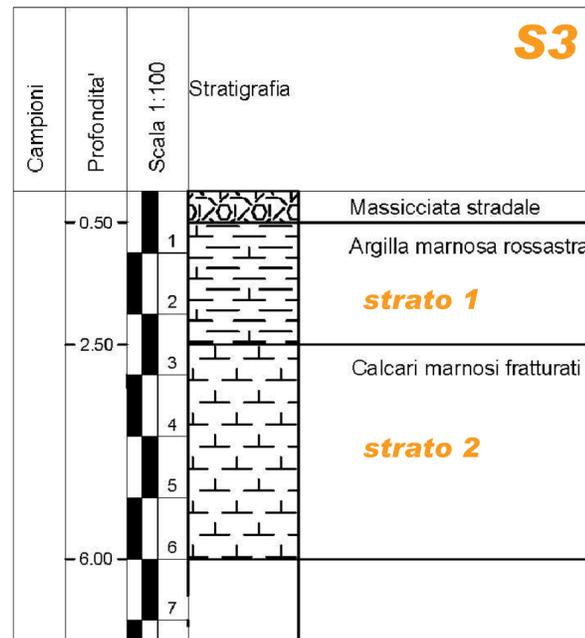
VISTI E ANNOTAZIONI

Valori riferiti al Piano Campagna

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

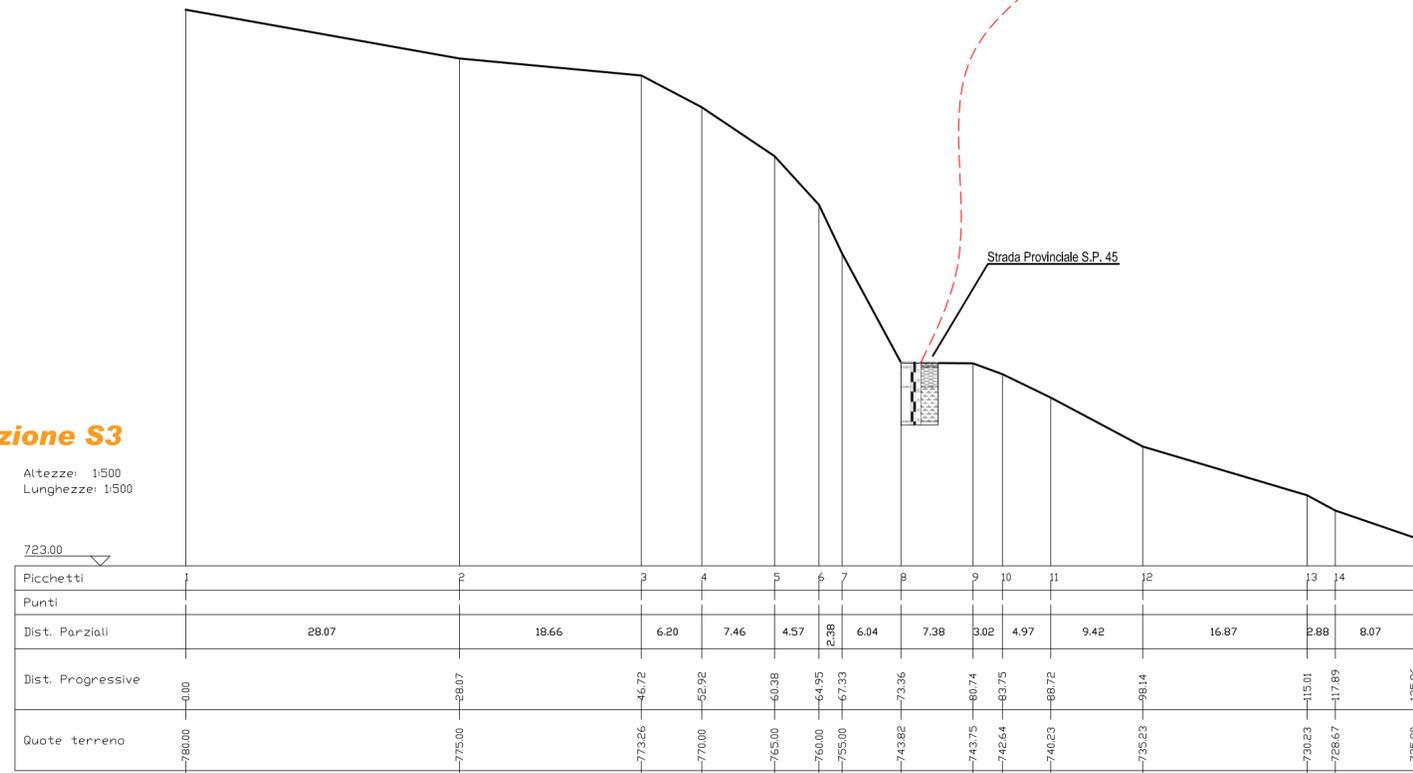
SOTTOSUOLO TIPO: B

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



Sezione S3

Altezze: 1:500  
Lunghezze: 1:500



strato 1	Strato (n)	Prof. Strato (m)	Nspt	Tipo	Gamma (t/m³)	Gamma Saturo (t/m³)	Fi (°)	Cu (Kg/cm²)	Mod. Edometrico (Kg/cm²)	Mod. Elastico (Kg/cm²)	Mod. Poisson	Mod. di taglio (Kg/cm²)	Vel. Onde di taglio (m/s)
S.3-SPT1	1	2,5	46,3	Incoerente/Coesivo	2,22	2,5	33,23	1,64	122,57	306,5	0,26	1301,91	138,13



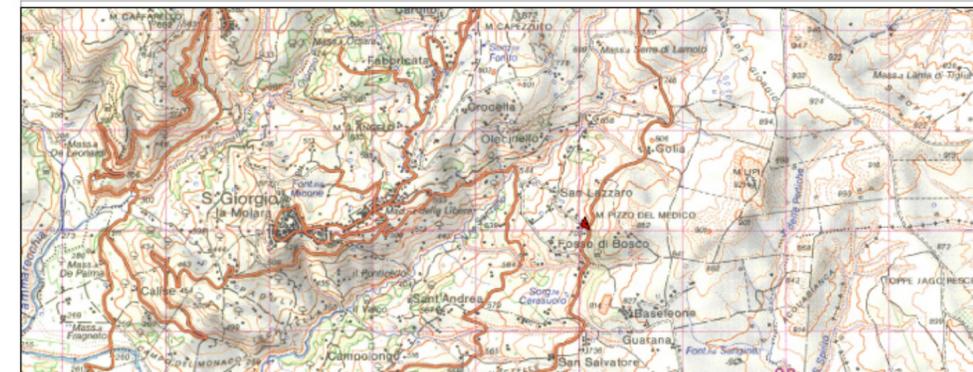
PROVINCIA DI BENEVENTO

OGGETTO:

Messa in sicurezza costone roccioso al km 10 e ripristino piano viabile.

EPSG: 32633 - ai sensi della NTC/2018

COMMITTENTE: Provincia di Benevento - SETTORE TECNICO



Anno: 2020

ELABORATO:

Modellazione geologico-tecnica e sismica

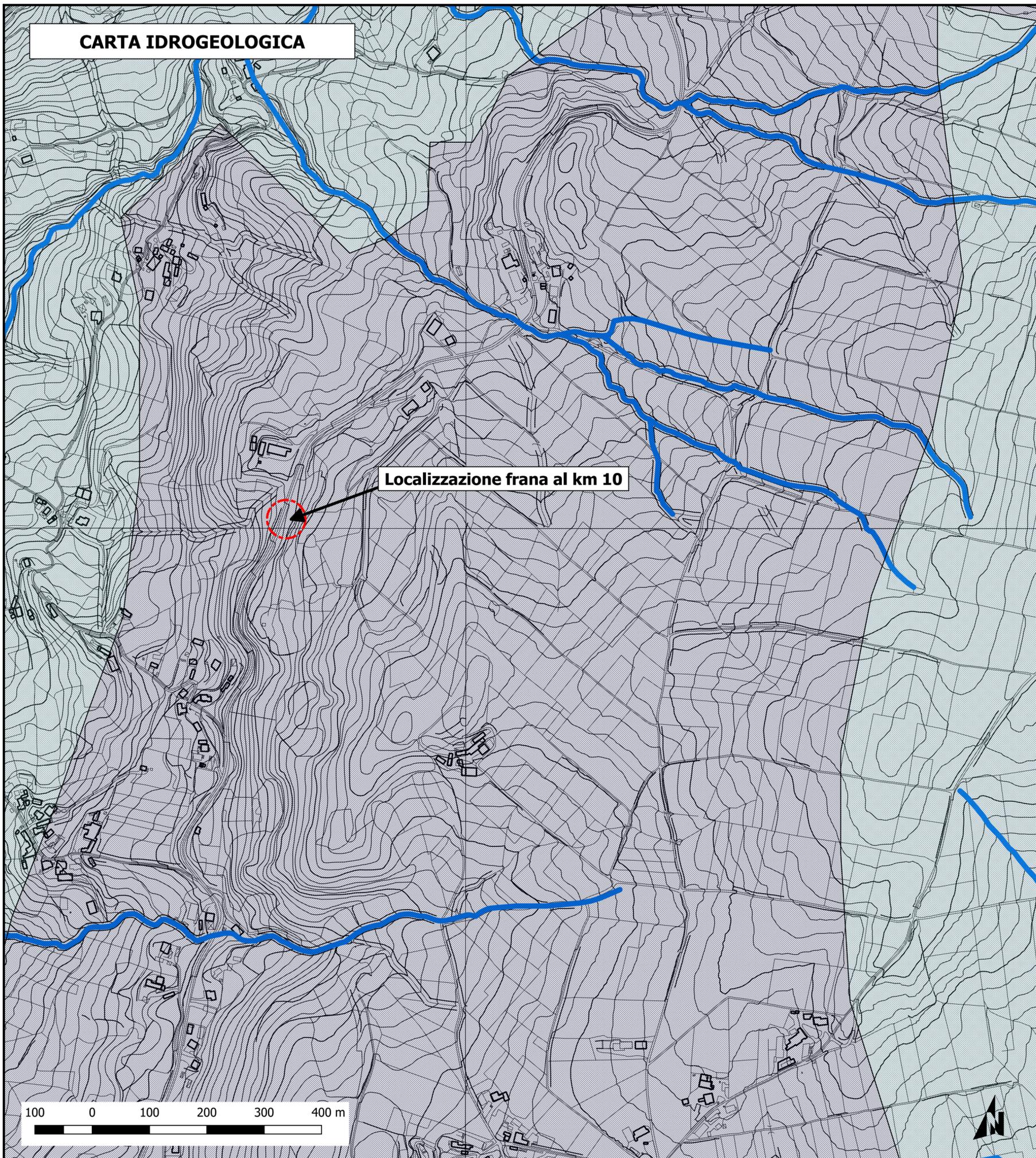
N°

8

IL GEOLOGO: Dott. Francesco Barbato

VISTI E ANNOTAZIONI

# CARTA IDROGEOLOGICA



Localizzazione frana al km 10



**Localizzazione frana al km 10**  
Coord. 41.2741314338, 14.95385961

## Legenda

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



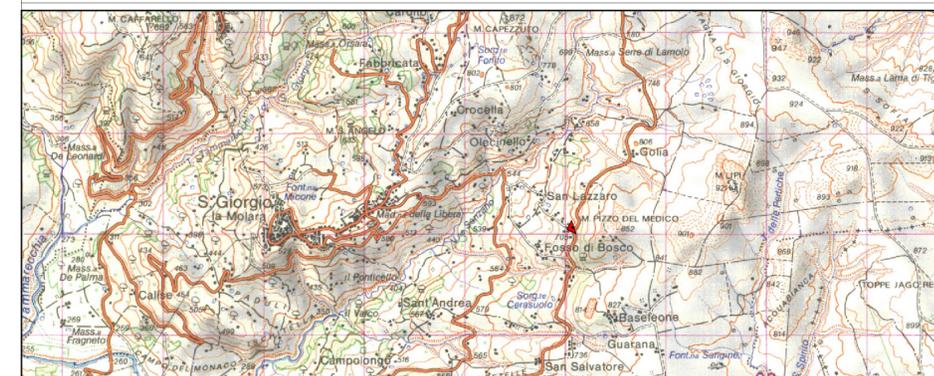
## PROVINCIA DI BENEVENTO

### OGGETTO:

Messa in sicurezza costone roccioso al km 10 e ripristino piano viabile.

EPSG: 32633 - ai sensi della NTC/2018

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



Anno:  
**2020**

ELABORATO:

**Carta Idrogeologica**

N°  
9

IL GEOLOGO: Dott. Francesco Barbato

VISTI E ANNOTAZIONI