



Provincia di Benevento  
**Comune di Benevento**

**Piano Urbanistico Attuativo - Comparto TU42D2 - via San Leucio**

(ai sensi del regolamento n.5/2011 in attuazione alla L.R. n.16/2004 smi, della relazione tecnica degli API e del Ruc  
e alla Delibera di Giunta Comunale n. 21 del 04.03.2015 di monetizzazione)

elaborato:

**Studio geologico e geognostico**

tavola:

**6**

**elenco elaborati:**

- 1 Relazione illustrativa**
- 2 Elaborati di analisi**
  - 2.1 Inquadramento urbanistico - Stralcio delle tavole del PUC vigente
  - 2.2 Rilievo plano-altimetrico
  - 2.3 Documentazione fotografica dei luoghi e delle preesistenze
  - 2.4 Stralcio zonizzazione acustica
- 3 Elaborati di progetto**
  - 3.1 Schemi quotati planimetrici ed altimetrici con nuove destinazioni d'uso
  - 3.2 Planimetria generale di progetto e profili altimetrici
- 4 Schemi delle opere di urbanizzazioni**
  - 4.1 Schema smaltimento acque reflue e acquedotto
  - 4.2 Schema impianto rete pubblica illuminazione e rete elettrica
  - 4.3 Schema impianto adduzione rete gas e rete telecom
  - 4.4 Schema regolamentazione traffico veicolare**
    - 4.4.1 Schema regolamentazione traffico veicolare, inserimento nella viabilità urbana
- 5 Norme tecniche di attuazione**
- 6 Studio geologico e geognostico**

scala ---

data: Maggio 2018

Committente:  
**LUCIANO GUERRERA**

Visti:

Progettista:  
Ing. Domenico TOMACIELLO

**N.B.** Il presente elaborato grafico è protetto per legge e resta di proprietà esclusiva del progettista.

E' fatto divieto cedere altrui il presente documento e/o farne copia senza preventiva autorizzazione da parte del progettista o autore del presente documento.



# COMUNE DI BENEVENTO

## P.U.A.

### PIANO URBANISTICO ATTUATIVO

(ai sensi del regolamento n. 5/2011 in attuazione alla L.R. 16/2004 e del RUEC del Comune di Benevento)

### Comparto TU42D2 - Via San Leucio

<p><b>Elenco Elaborati</b></p> <p>4.1. <i>Relazione</i></p> <p>4.2. <i>Carta Geolitologica</i></p> <p>4.3. <i>Sezioni Geolitologica e Litostratigrafica</i></p> <p>4.4. <i>Carta Idrogeologica</i></p> <p>4.5. <i>Carta Clivometrica</i></p> <p>4.6. <i>Carta della Stabilità</i></p> <p>4.7. <i>Carta della Zonazione in prospettiva Sismica</i></p> <p>4.8. <i>Carta ubicazione Indagini</i></p> <p>4.9. <i>Indagini e Prove</i></p>	<p><b>Committente</b></p> <p>GUERRERA Luciano</p>
<p><b>Visti:</b></p>	

<p><b>Elaborato n° 4</b></p>	<p><b>Oggetto:</b></p>	
<p><b>Data:</b> <i>Maggio 2018</i></p>	<p><b>Scala:</b></p>	<p><b>Il Geologo</b> Dott. Fioravante BOSCO</p> 
<p><b>STUDIO GEOLOGICO</b></p>		
<p><b>Progettista</b> <i>Ing. Domenico TOMACIELLO</i></p>		



# COMUNE DI BENEVENTO

## P.U.A.

### PIANO URBANISTICO ATTUATIVO

(ai sensi del regolamento n. 5/2011 in attuazione alla L.R. 16/2004 e del RUEC del Comune di Benevento)

### Comparto TU42D2 - Via San Leucio

<p><b>Elenco Elaborati</b></p> <p>4.1. <i>Relazione</i></p> <p>4.2. <i>Carta Geolitologica</i></p> <p>4.3. <i>Sezioni Geolitologica e Litostratigrafica</i></p> <p>4.4. <i>Carta Idrogeologica</i></p> <p>4.5. <i>Carta Clivometrica</i></p> <p>4.6. <i>Carta della Stabilità</i></p> <p>4.7. <i>Carta della Zonazione in prospettiva Sismica</i></p> <p>4.8. <i>Carta ubicazione Indagini</i></p> <p>4.9. <i>Indagini e Prove</i></p>	<p><b>Committente</b></p> <p>GUERRERA Luciano</p>
<p><b>Visti:</b></p>	

<p>Elaborato n° <b>4.1</b></p>	<p>Oggetto: <b>RELAZIONE</b></p>	
<p><b>Data:</b> <i>Maggio 2018</i></p>	<p><b>Scala:</b></p>	<p><b>Il Geologo</b> Dott. Fioravante BOSCO</p>  <p><i>Fioravante Bosco</i></p>
<p><b>STUDIO GEOLOGICO</b></p>		
<p><b>Progettista</b> <i>Ing. Domenico TOMACIELLO</i></p>		

## **INDICE**

<b>PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>INQUADRAMENTO DELL'AREA E CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE .....</b>	<b>7</b>
<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE .....</b>	<b>10</b>
<b>GEOLOGIA E GEOLITOLOGIA .....</b>	<b>15</b>
<b>CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE E GEOLOGICO TECNICHE .....</b>	<b>20</b>
<b>IDROGEOLOGIA .....</b>	<b>36</b>
<b>STABILITA' GEOMORFOLOGICA .....</b>	<b>43</b>
<b>MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO .....</b>	<b>48</b>
<b>ZONIZZAZIONE .....</b>	<b>67</b>
<b>CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE .....</b>	<b>78</b>

**Allegato n° 1 - Verifiche di Stabilità**

## **PREMESSA**

Nel quadro della programmazione e redazione del **P.U.A. "Comparto TU42D2 - Via San Leucio"**, la proponente **germani Galliano**, in ottemperanza alle vigenti disposizioni di legge, ha incaricato lo scrivente, geologo Fioravante Bosco debitamente iscritto all'albo dei Geologi della Regione Campania, di esperire i necessari studi ed indagini di carattere geologico tecnici, allo scopo di verificare la compatibilità tra la realtà fisica delle aree interessate e la futura destinazione urbanistica.

A tal fine è stata programmata ed esperita una campagna di indagini e studi, articolata nelle seguenti fasi operative (**per un esame di dettaglio della documentazione relativa alle indagini e prove - appositamente esperite in questa fase in uno a quelle pregresse - si rimanda all'apposito fascicolo di cui all'elaborato n° 4.9 - Indagini e Prove**):

- rilevamento geo idro morfologico superficiale di locale e aggiornato dettaglio, strumento di base indispensabile sia per la individuazione dei caratteri generali di tipo litologico e geotecnico delle formazioni episuperficiali che per la costruzione di

un modello stratigrafico e idro-geologico del sottosuolo;

- analisi di dati geognostici, geotecnici e sismici relativi ad indagini pregresse (*ricerca bibliografica: nella fattispecie consultazione di studi ed indagini geologico tecnici di carattere storico a corredo degli strumenti urbanistici del Comune di Benevento*);
- **esecuzione di nuove indagini in sito di completamento e di verifica di quelle pregresse (esperite da Laboratorio Autorizzato Geoln srl corrente in Benevento) consistenti in: sondaggio geognostico a carotaggio continuo, prove SPT in foro, prelievo di un campione indisturbato e effettuazione sullo stesso di prove geotecniche di laboratorio; esecuzione di una Prova Penetrometrica dinamica continua DPSH (tipo Super Pesante) indagine sismica tipo Multichannel Analysis of Surfaces Waves (MASW);**
- analisi correlativa di tutti i dati a disposizione.

Si illustrano nelle pagine seguenti le risultanze emerse dagli esami ed accertamenti esperiti.

Si evidenzia altresì che la zona in esame, già classificata sismica con grado di sismicità  $S=9,00$  è stata riclassificata sismica con grado di sismicità  $S=12,00$ , giusta

deliberazione della Giunta Regionale Campania n° 5447 del 07 novembre 2002, che ha aggiornato la classificazione sismica dell'intero territorio Regionale; con l'Ordinanza P.C.M. n° 3274/03, il Comune di Benevento è classificato in Zona Sismica UNO.

A conclusione di queste note introduttive si fa presente che lo studio geologico tecnico espletato è stato condotto nel rispetto delle seguenti norme vigenti:

- Legge 2 febbraio 1974, n° 64, Provvedimenti per le costruzioni per le zone sismiche;
- Legge regionale Campania 2 gennaio 1983 n° 9, Norme per la prevenzione del rischio sismico;
- Decreto Ministeriale Lavori Pubblici 24 settembre 1988 n° 30483, Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce ecc.;
- Circolare Ministeriale Lavori Pubblici 24 settembre 1988, Istruzioni per l'applicazione del D.M. 11 marzo 1988;
- Legge 11 febbraio 1994 n° 109, Legge quadro sui lavori pubblici, modificata ed integrata dalla legge 2 giugno 1995 n° 216;
- Decreto Ministeriale Lavori Pubblici 16 gennaio 1996, Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche;

- Decreto Presidente della Repubblica 1999 n° 554, Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici 11 febbraio 1994 n° 109 e successive modificazioni;
- Deliberazione Giunta Regionale Campania n° 5447 del 7 novembre 2002, Aggiornamento della classificazione sismica dei comuni della Campania;
- Presidenza del Consiglio dei Ministri - Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003 e successive, "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica";
- Decreto Ministeriale Infrastrutture 14 gennaio 2008 "Nuove norme tecniche per le costruzioni";
- Circolare Ministeriale 2 febbraio 2009, n. 617, "Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008";
- Delibera di Giunta Regionale Campania n° 49 del 28 gennaio 2010, atto di indirizzo per coordinare l'espletamento delle funzioni da parte degli uffici del Genio Civile, per l'applicazione del capitolo 6.2.2 delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. *Infrastrutture del 14 gennaio 2008*);



- Circolare Ministeriale 2 febbraio 2009, n. 617, "Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008";
- Decreto Ministeriale Infrastrutture 17 gennaio 2018 Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni".

## **INQUADRAMENTO DELL'AREA E CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE**

L'area in esame è ubicata in area urbana della città di Benevento, a meridione del centro storico e del Fiume Sabato – zona Rione Libertà (via San Leucio) immediatamente a monte del campo CONI (**vedere in merito alla pagina successiva la planimetria di posizione**).

La morfologia, nelle linee generali, è quella caratteristica delle colline beneventane, dove l'alternanza dei complessi litologici plastici e di complessi rigidi, determina il passaggio, generalmente netto e marcato, da forme decise, con pendii generalmente acclivi e, talora con fronti sub verticali, a forme più blande e arrotondate e pendii meno acclivi, dove è distintamente osservabile, localmente, l'effetto modellatore della erodibilità.

Quindi la morfologia, è il prodotto di una evidente erosione differenziale che ha variamente modellato il paesaggio in funzione della costituzione litologica dei terreni in affioramento. Il paesaggio quindi è caratterizzata da un assetto collinare dolcemente ondulato, con locali moderate accentuazioni dei parametri di acclività in corrispondenza delle incisioni del reticolo idrografico di superficie.

# PLANIMETRIA DI POSIZIONE



Scala 1:5000

Più in particolare, per la zona in esame, il paesaggio è tipico di "pianura alluvionale" con andamento della superficie topografica semipianeggiante.

L'assetto morfologico di dettaglio deriva quindi da una evoluzione geodinamica e climatica passata dell'asta valliva del Fiume Sabato. Fasi di approfondimento del reticolo idrografico, anche rapide, e quindi di erosione si sono alternate con fasi di relativa stabilità, di erosione laterale, di alluvionamento e di deposito.

L'area in esame pertanto, costituisce un "terrazzo alluvionale" sopraelevato rispetto all'alveo attuale; è caratterizzata da un andamento piano altimetrico molto semplice e tranquillo con pendenze modeste e costanti.

In tale area, non sono stati rilevati allo stato, particolari aspetti morfoevolutivi tali da indicare possibili evoluzioni morfogenetiche che possono influenzare negativamente sulle condizioni di stabilità dei terreni interessati.

Fanno eccezione locali e superficiali processi di versante (fenomeni di creep) peraltro molto distanti dalla zona di stretto interesse.

Le favorevoli condizioni topografiche, rendono pertanto l'area stabile sotto il profilo morfologico statico.

**Sotto il profilo della stabilità, la zona, può essere così distinta: area sub pianeggiante, stabile, caratterizzata da assenza di dissesti in atto o potenziali e da fenomeni morfogenetici a rapida evoluzione e non assoggettabile a fenomeni di alluvionamento.**

L'assenza di fenomeni morfoevolutivi è anche avvalorata dalla perimetrazione delle aree a rischio di frana e alluvioni della competente Autorità di Bacino.

Si riportano, a questo proposito alle pagine successive, gli **stralci del Piano per l'Assetto Idrogeologico** vigente (*editi dall'Autorità di Bacino Liri Garigliano Volturno*) dove si rileva nessuna perimetrazione per la zona di stretto interesse. Si riporta altresì, sempre alle pagine successive, lo **stralcio della Carta Inventario dei Fenomeni Franosi in Campania** di cui al progetto Nazionale IFFI - APAT (Agenzia per la Protezione dell'ambiente e dei Servizi Tecnici) – REGIONE CAMPANIA (Settore Difesa del Suolo) da cui, anche in questo caso non si rileva nessuna perimetrazione per la zona in esame.

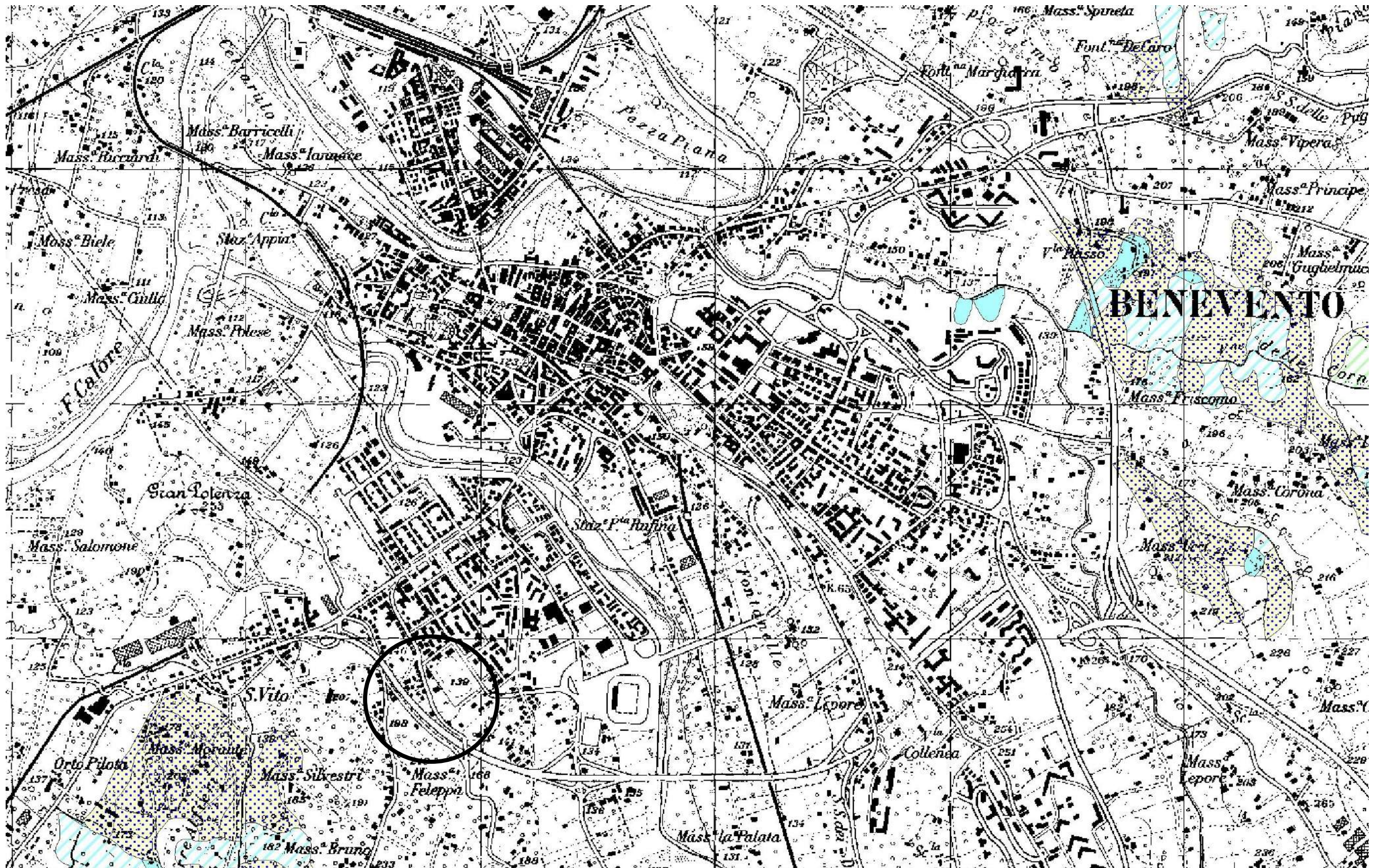
**Per quanto riguarda altresì le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative e piani sovra-ordinati in vigore**, di contenuto prettamente geologico, sono stati considerati ed **escluse le presenze dei seguenti vincoli:**

- **Vincolo Idrogeologico** R.D.L. n. 3267 del 30/12/1923 “Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani (Vincolo Forestale)” e R.D. n. 1126 del 16/05/1926 “Approvazione del regolamento per l'applicazione del R.D.L. n. 3267” del 30/12/1923”;
- **Vincolo Ambientale** D.Lgs. n. 42 del 22/01/2004 “Codice dei beni culturali e del paesaggio ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 Luglio 2002 n.137” (Parchi fluviali e riserve naturali);
- **Vincolo Paesistico** D.Lgs n. 490 del 29/10/1999 “Testo unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali e ambientali, a norma dell'articolo 1 della legge 8 Ottobre, n. 352” (ricomprensente la L.1497/39, la L. 1089/39, il D.M. 1/8/1985 e la L. 431/85 - Galasso);
- **Vincolo Zona S.I.C. (Siti di Importanza Comunitaria)** D.M. 25/03/2005 “Elenco dei siti di importanza comunitaria (S.I.C) per la regione biogeografica continentale, ai sensi della direttiva 92/43/CEE. (Ministero per l'Ambiente e la tutela del territorio);

# STRALCIO DEL PIANO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO AUTORITY DI BACINO LIRI GARIGLIANO VOLTURNO

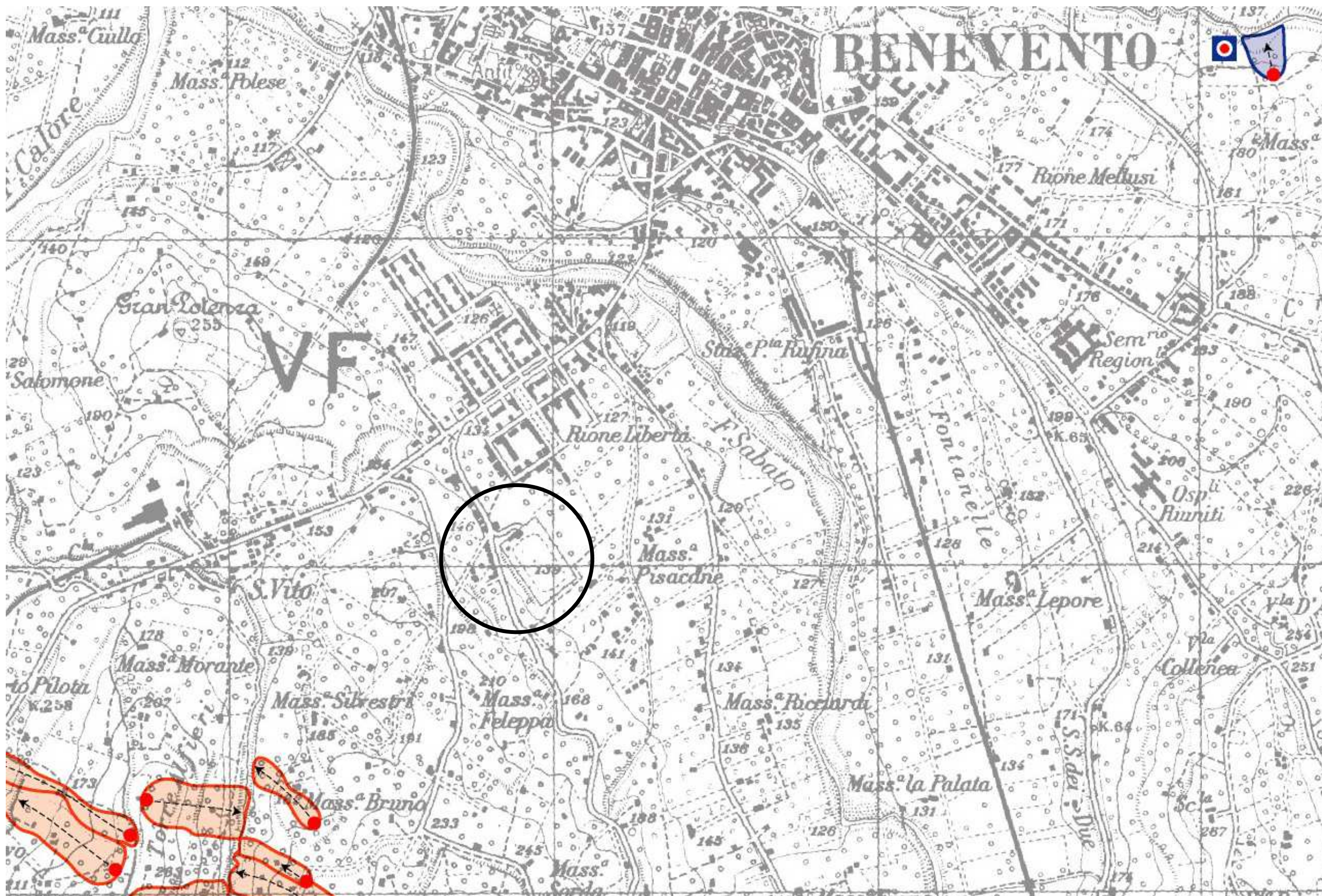
## RISCHIO FRANE

### COMUNE BENEVENTO





**COMUNE BENEVENTO - STRALCIO**

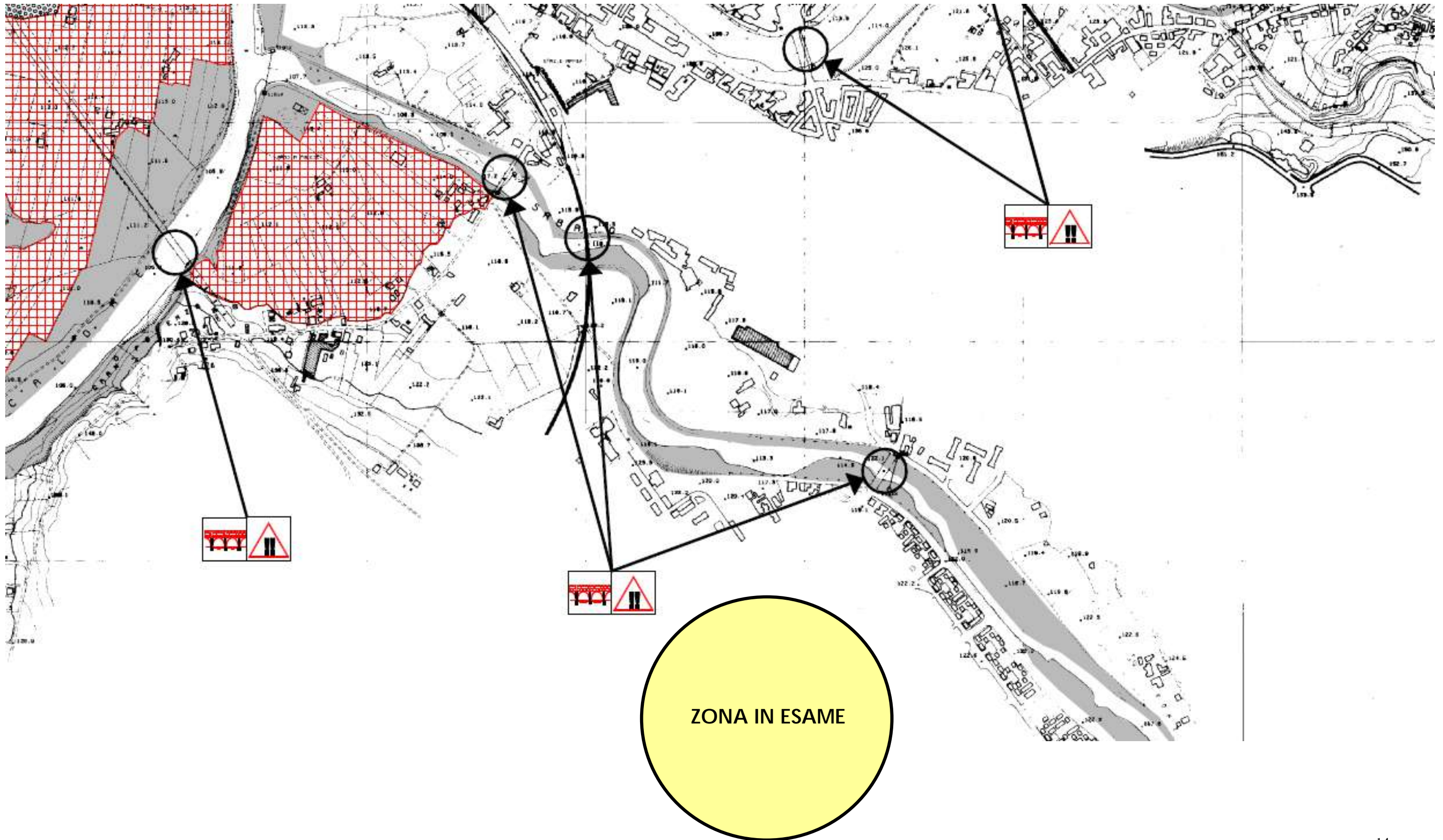




# STRALCIO DEL PIANO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO AUTORITY DI BACINO LIRI GARIGLIANO VOLTURNO

## RISCHIO IDRAULICO (ALLUVIONI)

### COMUNE BENEVENTO



## **GEOLOGIA E GEOLITOLOGIA**

Nelle linee generali di un inquadramento territoriale degli aspetti geologico fondamentale, si rileva nell'ambito del territorio Comunale della città di Benevento e quindi per la zona di stretto interesse, una successione prevalentemente terrigena di età oligo-mio-pliocenica e quaternaria riferibile in letteratura geologica al terzo ciclo di sedimentazione del pliocene medio.

Prima di passare a descrivere la litologia delle principali formazioni affioranti, si ritiene opportuno, in fase di inquadramento della materia, accennare alla storia geologica di questa regione.

Nel pliocene medio dopo la fase tettonica che si è verificata tra il pliocene inferiore e medio, i massicci calcarei (piattaforme carbonatiche) si liberano definitivamente del dominio marino portando con essi, in ambiente continentale, molta parte dei sedimenti dei cicli precedenti. Si forma così un nuovo bacino in cui il mare non raggiungerà mai notevoli profondità anche nelle zone più distanti dai massicci calcarei. Si stabilisce cioè, un bacino, con ambiente prevalentemente sub litorale condizionato soprattutto dalla presenza dei massicci calcarei, con apporto di materiale sia da questi ultimi che

dai sedimenti dei cicli precedenti in via di smantellamento. La sedimentazione cioè passa, gradualmente da conglomeratica (Torrioni, Petruro Irpino) a sabbiosa (Monterocchetta, S. Nicola Manfredi), e poi diviene totalmente argillosa (Gran Potenza nei pressi di Benevento).

Lo spessore della successione misura circa 250 metri ma, chiaramente risulta molto variabile da punto a punto essendo condizionata soprattutto dall'erosione plio pleistocenica.

La fase tettonica del pliocene superiore arresta la sedimentazione di questo ciclo portando tutti i terreni in ambiente continentale.

Durante il quaternario inoltre la zona viene ricoperta da materiali piroclastici, da materiali fluvio lacustri (pleistocene), da espandimenti eluvio colluviali e da depositi alluvionali.

Sulla base di quanto fin qui esposto si rileva che il quadro geologico formazionale della zona in esame è caratterizzato da una formazione di base pliocenica (Unità di Ariano) a cui fa seguito il complesso delle Argille Scagliose Varicolori, sulla quale sono impostate unità piroclastiche riferibili alla attività estrusiva del distretto vulcanico campano.

A tali unità sono intercalate fasce sedimentarie dovute a sistemi fluvio lacustri impostatesi nelle fasi di quiescenza dell'attività vulcanica flegrea.

In particolare si rilevano, per la zona di stretto interesse, le seguenti formazioni a cominciare dalle più basse geometricamente **(per un esame di dettaglio vedere in merito l'elaborato n° 4.2 Carta Geolitologica scala 1:2000 e Sezione Geolitologica A-B di cui all'elaborato n°4.3):**

**(A) - Unità di Ariano (argille grigio azzurre – sabbie e arenarie)**

**(B) - Terreni Quaternari**

**- Unità di Ariano**

1) argille grigie e limi sabbiosi grigio azzurri (*a tetto a colorazione giallognola per alterazione*) con intercalazioni sabbiose (*affioramento: collina/rilevo Gran Potenza e valle del Fiume Sabato*).

2) sabbie giallastre mal stratificate generalmente limoso argillose, più o meno cementate talora arenarie, localmente con alternanza di puddinghe e/o conglomerati poligenici, di ciottolame eterometrico e di argille sabbiose e siltose a

colorazione prevalentemente grigiastra e giallo rossastra.

#### **- Depositi quaternari**

Si distinguono:

- 1) *depositi alluvionali antichi terrazzati*
- 2) *depositi alluvionali terrazzati*
- 3) *depositi alluvionali recenti ed attuali*
- 4) *depositi detritici e colluviali e terreni di riporto e di risulta del centro Storico di Benevento*

I depositi antichi (***alluvioni antiche terrazzate***) formano un terrazzo alto circa 70-80 metri rispetto all'attuale livello del fiume Sabato.

Trattasi di conglomerati a stratificazione massiccia o leggermente gradati, con intercalazioni lentiformi di sabbie e limi argillosi.

I clasti poligenici, con prevalenza di quelli calcarei, eterodimensionati e ben arrotondati sono immersi in una abbondante matrice sabbiosa. Spesso un cemento calcareo conferisce al deposito una consistenza lapidea.

I depositi ***alluvionali terrazzati*** costituiscono i fianchi della Valle del Sabato e risultano ubicati una ventina di metri rispetto all'attuale livello del fiume.

Questi depositi risultano caratterizzati dal prevalere di terreni a grana grossa addensati costituiti da elementi lapidei poligenici, eterometrici, arrotondati, immersi in una matrice sabbioso limosa da scarsa ad abbondante.

Alle alluvioni a grana grossa spesso sono intercalate lenti di sabbie e limi inglobanti sparsi elementi lapidei e livelli di sabbie grossolane.

Sopra tali depositi poggiano infine terreni piroclastici riferibili all'Ignimbrite Campana.

In particolare, nell'ambito delle Alluvioni terrazzate, si possono distinguere due livelli: un livello superiore dato da limi e limi argillosi con ghiaie e sabbie, prevalentemente di natura piroclastica, ed un livello inferiore, caratterizzato da ghiaie in matrice sabbiosa, in lenti, intercalate e giustapposte a lenti sabbioso limose; rari sono i livelli argillosi e limosi in s.s.

I depositi **alluvionali recenti e attuali** comprendono ghiaie sciolte e ciottoli eterometrici, poligenici, immersi in matrice sabbioso limosa; non mancano intercalazioni di lenti di sabbie limose contenenti sparsi ciottoli, e di argille sabbioso limose.

Questi depositi si rinvengono sino a circa 8 - 10 metri sul livello di base attuale del fiume Sabato e formano il terrazzo più recente.

Su di esso poggiano le piroclastiti rimaneggiate e depositi eluvio colluviali.

I depositi **piroclastici e eluvio colluviali** sono caratterizzati da: **Piroclastiti in s.s.:** cineriti brune con lapilli, pomice e sabbie vulcaniche con presenza frequente di argillificazioni basali; solo raramente, scorie e brandelli lavici. **Colluvioni:** sabbie sciolte o poco addensate, limi argillosi e sabbiosi poco consistenti di colore marrone in cui sono immersi elementi lapidei poligenici, eterometrici, ben arrotondati; il materiale limoso deriva per buona parte dall'alterazione ed erosione di prodotti vulcanici riferibili all'ignimbrite Campana. La potenza complessiva resta sempre inferiore a 10,00 m (**Pleistocene Superiore-Olocene**).

Molto spesso, tali depositi risultano ricoperti da materiali di rimaneggiamento di natura antropica (riporti) essenzialmente caratterizzati da limi e sabbie argillose di origine piroclastica inglobanti elementi di origine antropica.

Nel centro storico della città di Benevento, le alluvioni antiche o recenti, il detrito o le colluvioni, sono coperti da diversi metri di terreni di riporto e terreni di risulta antichi, contenenti anche materiale archeologico.

Tanto premesso, l'area in esame ricade interamente nella zona di affioramento dei depositi **piroclastici e eluvio colluviali** (*a tetto*) e dei depositi **dell'Unità di Ariano - argille grigio azzurre** (*a letto*) così come riportato, come già detto in precedenza, nella **Carta Geolitologica di cui all'elaborato n° 4.2 e Sezione Geolitologica A-B di cui all'elaborato n° 4.3.**



## **CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE E GEOLOGICO TECNICHE**

L'assetto geologico e geolitologico della zona in esame precedentemente illustrato nelle linee generali è stato confermato dai dati geognostici a disposizione.

Dalle correlazioni dei sondaggi geognostici si deriva una situazione di substrato che schematicamente, qui di seguito sarà contraddistinta con le sigle **OL/I** e **OL/2** (**per un esame di dettaglio vedere in merito l'elaborato n° 4.3 Sezione Litostratigrafica C-D:**

### **OL/1 ORIZZONTE LITOLOGICO 1 – da metri 0,00 a 4,50 metri**

- **OL/1A - da 0,00 a 2,30 metri:** massicciata stradale (**0,50 m**) e riporto eterogeneo ed eterometrico costituito essenzialmente da limo argilloso sabbioso di colore giallo brunastro commisto a ghiaia e ciottoli eterometrici poco consistente;
- **OL/1B - da 2,30 a 4,50 metri:** piroclastiti humizzate a colorazione brunastro scuro scarsamente consistenti, limo sabbioso e sabbia limosa poco consistente frammisto a sabbie limose sciolte

mediamente addensate e limi argillosi di colorazione marrone in cui sono immersi locali elementi lapidei poligenici; piroclastiti argillificate alla base (*limo sabbioso e sabbia limosa brunastra poco consistente*).

#### **OL/2 Orizzonte Litologico 2 – da metri 4,50 a > 14,50 metri**

- **OL/2A - da 4,50 a 14,50 metri:** limo sabbioso argilloso di colore giallastro da poco a mediamente consistente con presenza di sporadici clasti calcarei ed arenacei alterati di dimensioni millimetriche;
- **OL/2B - da > 14,50 metri:** limo argilloso sabbioso giallastro a tratti con livelletti sabbiosi (***tra 16,20 e 17,00 metri livello giallo-brunastro con inclusi noduli sabbiosi alterati ocracei***) segue sabbia e sabbia limosa poco addensata a colorazione grigiastra umida e limo argilloso sabbioso, sempre a colorazione grigiastra, con livelletti ricorrenti limoso sabbiosi molto consistenti e di livelletti consistenti di arenaria tenera.

Le caratteristiche geologico tecniche dei terreni, sono state derivate, ai fini di un principale inquadramento, dall'analisi ed interpretazioni di prove geotecniche di laboratorio pregresse eseguite su altrettanti campioni indisturbati (*in sedimenti geologicamente e geotecnicamente analoghi, e quindi, correlabili con quelli esistenti in sito*) prelevati nel corso dei sondaggi geognostici effettuati sia per i Piani Urbanistici che per altre opere pubbliche e privati su tutto il territorio comunale. **Per una caratterizzazione di dettaglio dell'area di stretto interesse si farà riferimento alle risultanze di prove geotecniche di laboratorio appositamente programmate ed esperite (Laboratorio Ufficiale) e da correlazioni indirette da prove SPT in foro e da una prova Penetrometrica dinamica continua DPSH (Super Pesante).** Dall'analisi di tutti i dati a disposizione si derivano, per gli Orizzonti Litologici precedentemente individuati, le seguenti caratteristiche più salienti (**raggruppati in tabella riepilogativa di cui alle pagine successive**) significando che dall'analisi di tutti i dati a disposizione si rileva, che complessivamente i terreni in esame, sono caratterizzati da una variabilità, sia in senso orizzontale che in quello verticale delle proprietà geotecniche e geomeccaniche fondamentali.

### TABELLA LITOSTRATIGRAFICA RIEPILOGATIVA

<b>ORIZZONTE LITOLOGICO OL/1 [da 0,00 m a 4,50 m]</b>	
<b>OL/1A - da 0,00 a 2,30 metri</b>	Massicciata stradale e riporto eterogeneo ed eterometrico costituito essenzialmente da limo argilloso sabbioso di colore giallo brunastro commisto a ghiaia e ciottoli eterometrici poco consistente
<b>OL/1B - da 2,30 a 4,50 metri</b>	Piroclastiti humizzate a colorazione brunastro scuro scarsamente consistenti, limo sabbioso e sabbia limosa poco consistente frammito a sabbie limose sciolte mediamente addensate e limi argillosi di colorazione marrone in cui sono immersi locali elementi lapidei poligenici; piroclastiti argillificate alla base (limo sabbioso e sabbia limosa brunastro poco consistente).
<b>ORIZZONTE LITOLOGICO OL/2 [da 4,50 m a &gt; 14,50 m]</b>	
<b>OL/2A - da 4,50 a 14,50 metri</b>	Limo sabbioso argilloso di colore giallastro da poco a mediamente consistente con presenza di sporadici clasti calcarei ed arenacei alterati di dimensioni millimetriche
<b>OL/2B - da &gt; 14,50 metri</b>	Limo argilloso sabbioso giallastro a tratti con livelletti sabbiosi (tra 16,20 e 17,00 metri livello giallo-brunastro con inclusi noduli sabbiosi alterati ocracei) segue sabbia e sabbia limosa poco addensata a colorazione grigiastra umida e limo argilloso sabbioso, sempre a colorazione grigiastra, con livelletti ricorrenti limoso sabbiosi molto consistenti e di livelletti consistenti di arenaria tenera

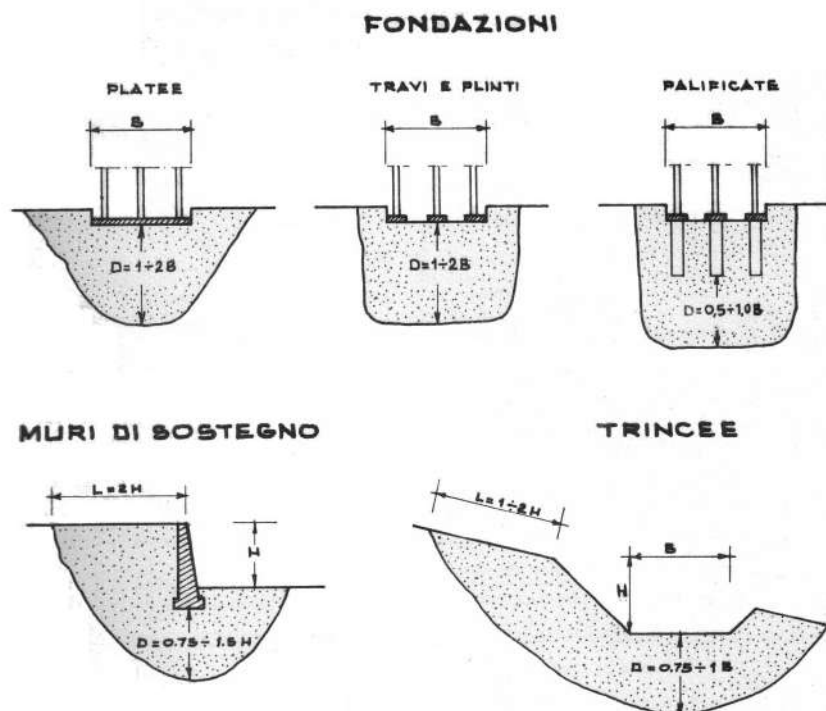
## TABELLA RIEPILOGATIVA PARAMETRI GEOTECNICI

ORIZZONTE LITOLOGICO OL/1 [da 0,00 m a 4,50 m]	N <sub>spt</sub>	PESO DI VOLUME [KN/m <sup>3</sup> ]	COESIONE DRENATA [KN/m <sup>2</sup> ]	ANGOLO DI ATTRITO [gradi]	MODULO EDOMETRICO [KN/m <sup>2</sup> ]	V <sub>S30</sub> [m/sec]
OL/1A - RIPORTO - da 0,00 a 2,30 metri	18-20	19,02-19,22	-	28,00-29,00	-	183
	19,00	19,12	-	28,50	-	-
	5,26	-	-	1,75	-	-
	18,50	19,08	-	28,25	-	-
OL/1B - PIROCLASTITI - da 2,30 a 4,50 metri	-	16,77-18,14	9,80 - 24,5	23,00-25,00	2942	183
	18,00	17,94	-	26,00	3089	-
	24,00	19,61	-	29,00	7354	-
	20,00	19,51	-	28,00	6722	-
	20,60	18,39	14,70	26,20	5027	-
	12,00	5,77	42,86	8,15	40,27	-
	16,56	17,86	9,27	25,13	1698	-

ORIZZONTE LITOLOGICO OL/2 [da 4,50 m a > 14,50 m]	N <sub>spt</sub>	PESO DI VOLUME [KN/m <sup>3</sup> ]	COESIONE DRENATA [KN/m <sup>2</sup> ]	ANGOLO DI ATTRITO [gradi]	MODULO EDOMETRICO [KN/m <sup>2</sup> ]	V <sub>S30</sub> [m/sec]
OL/2A - LIMO SABBIOSO ARGILLOSO - da 4,50 a 14,50 metri		18,44	22,60	22,70	-	250
		18,14	19,61	20-21	-	-
	26-28	20,49	-	25,00	7862	-
	27,00	19,02	21,10	24,21	7862	-
	3,70	5,49	7,08	8,55	-	-
	25,36	18,50	20,36	21,23	-	-
	-	19,12-19,61	24,21-29,42	21,00	5688	-
OL/2B - LIMO ARGILLOSO SABBIOSO - da > 14,50 metri	35,00	20,79	-	27,00	9800	> 800
	52,00	22,26	-	30,00	14220	-
	43,50	20,44	26,82	26,00	9903	-
	19,50	3,96	9,71	14,39	30,47	-
	29,52	19,60	22,53	19,84	4940	-

Per quanto riguarda "il volume significativo, necessario ai fini della profondità di indagine geognostica e geotecnica" si fa presente quanto segue: le indagini geognostiche e geotecniche devono essere programmate in funzione del tipo di opera e/o di intervento e devono riguardare il **volume significativo** (parte di sottosuolo influenzabile dalla costruzione di un'opera o che può influenzare il comportamento dell'opera stessa) e devono permettere la definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo necessari alla progettazione.

Tanto premesso e in riferimento alle raccomandazioni A.G.I. (fondazioni dirette a platea, travi o plinti) il volume significativo è dato dalla relazione  $D = 1 + 2B$  con B (lato corto edificio).

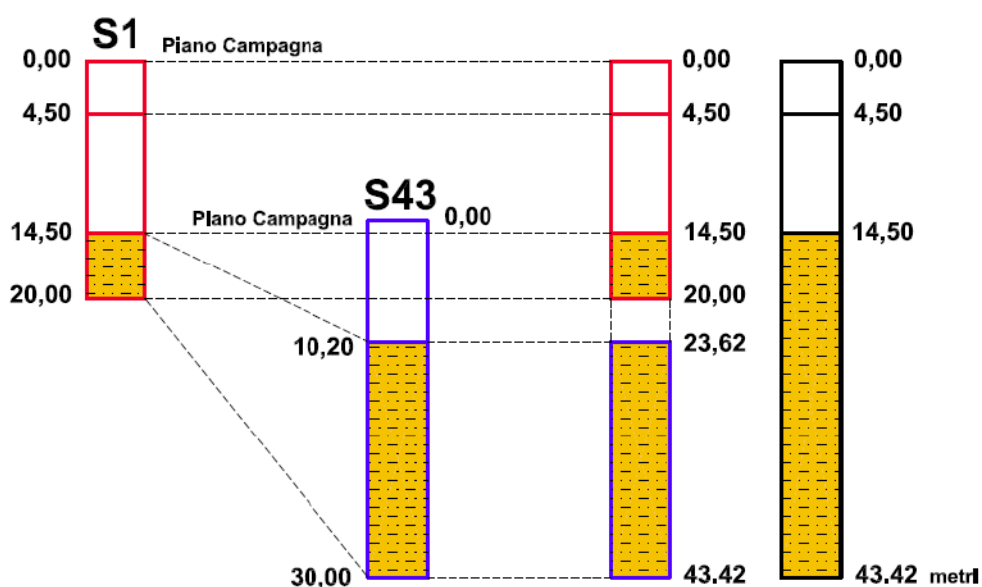


Per il caso in esame, tenuto conto che sono previsti due fabbricati con dimensioni di massima: 20x20 e 18x14, si perviene al seguente volume significativo medio adottando per il secondo fabbricato la misura del lato lungo invece del lato corto:

$$D = 1 \times 20 = 20 \text{ m} \quad D = 1 \times 18 = 18 \text{ m.} \quad D_{\text{medio}} = 19 \text{ m}$$

Il **volume significativo** peraltro si posiziona a circa **metri 43,00** se si considerano i rapporti Litostratigrafici dei Sondaggi **S1** e **S43 (sondaggio di PUC)** rispetto al bedrock così come viene evidenziato nello schema sottostante.

#### Rapporti Litostratigrafici Sondaggi S1 e S43 rispetto al Bedrock



Per quanto riguarda i **Valori Caratteristici**, nel Paragrafo 6.2.2 del D.M. 17.01.2018 si ritrova la seguente definizione: **“Per valore caratteristico di un parametro geotecnico deve intendersi una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro nello stato limite considerato”**.

La definizione del D.M. 2018 riprende di fatto quella del D.M. 2008 e quindi dell'Eurocodice 7, ma non offre metodi operativi per la loro determinazione.

La Circolare 617/2008 (**affidente il D.M. 2008**), nel paragrafo C6.2.2 riprende la definizione del valore caratteristico data dal D.M. 2008, facendo esplicito riferimento agli Eurocodici **...“nella progettazione geotecnica, in coerenza con gli Eurocodici, la scelta dei valori caratteristici dei parametri deriva da una stima cautelativa, effettuata dal progettista, del valore del parametro appropriato per lo stato limite considerato”**.

Ciò indica che la valutazione dei parametri caratteristici va eseguita alla luce delle indicazioni dell'Eurocodice 7 e si specifica che la stima cautelativa va condotta sul parametro più appropriato per lo stato limite preso in considerazione. Nel paragrafo C6.2.2 della Circolare, inoltre, viene chiarito, cosa si intende nella pratica per valore caratteristico di un parametro geotecnico: **... “Nelle valutazioni che il progettista deve svolgere per**



***pervenire ad una scelta corretta dei valori caratteristici, appare giustificato il riferimento a valori prossimi ai valori medi quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno, con possibile compensazione delle eterogeneità o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti. Al contrario, valori caratteristici prossimi ai valori minimi dei parametri geotecnici appaiono più giustificati nel caso in cui siano coinvolti modesti volumi di terreno, con concentrazione delle deformazioni fino alla formazione di superfici di rottura nelle porzioni di terreno meno resistenti del volume significativo, o nel caso in cui la struttura a contatto con il terreno non sia in grado di trasferire forze dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti a causa della sua insufficiente rigidità. La scelta di valori caratteristici prossimi ai valori minimi dei parametri geotecnici può essere dettata anche solo dalle caratteristiche dei terreni ... Una migliore approssimazione nella valutazione dei valori caratteristici può essere ottenuta operando le opportune medie dei valori dei parametri geotecnici nell'ambito di piccoli volumi di terreno, quando questi assumano importanza per lo stato limite considerato.*** Le opere che coinvolgono grandi

volumi di terreno sono quelle che inducono variazioni tensionali all'interno di una porzione sufficientemente elevata di sottosuolo da dare origine a una compensazione delle resistenze. Si parla in questo caso di **RESISTENZE COMPENSATE**: le zone di terreno a resistenza minima e massima vengono sollecitate contemporaneamente e quello che emerge è un comportamento meccanico intermedio fra i due estremi. Per questo motivo i valori caratteristici dei parametri geotecnici dovranno corrispondere ad una stima cautelativa del valore medio misurato (Di Bernardo, 2009). Rientrano in questa categoria (Aiello, 2010):

- terreno di sedime di fondazioni superficiali di grande estensione (platee) o di dimensione ridotta (plinti e travi) ma collegate rigidamente fra loro, in modo da consentire il trasferimento delle azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti;
- pali per la portata laterale;
- pendii naturali e fronti di scavo di elevata estensione;
- opere di contenimento di notevole altezza.

Nel caso di opere che coinvolgono modesti volumi di terreno a essere sollecitate sono piccole porzioni di

terreno in cui prevalgono le resistenze locali. Si parla , quindi, di **RESISTENZE NON COMPENSATE** e il valore caratteristico andrà selezionato prendendo come riferimento un valore prossimo al minimo misurato. Rientrano in questa categoria (Aiello, 2010):

- terreno di base di un palo;
- verifica a scorrimento di un muro;
- plinti e travi non collegati;
- fronti di scavo di modesta ampiezza e muri di altezza contenuta;
- strutture con insufficiente rigidità.

In pratica, le Istruzioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici suggeriscono che la determinazione del valore caratteristico è basata sul giudizio del geotecnico, così come quella operativa o di progetto. Nelle valutazioni che il geotecnico deve svolgere per pervenire ad una scelta corretta dei valori caratteristici, appare giustificato, secondo il CSLP, il riferimento a **valori prossimi ai valori medi** quando, come già detto, nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno, mentre si può fare riferimento ai **valori minimi** nel caso in cui siano coinvolti modesti volumi di terreno. In conclusione, pertanto, tenendo ferme le definizioni

riportate, per modesti lavori va bene quanto suggerito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici; per lavori rilevanti e di grande impatto sul terreno, è opportuno utilizzare il metodo suggerito dall'Eurocodice 7 (Aiello, 2010). Nell'Eurocodice 7 la scelta del valore caratteristico deve partire da una stima della media spaziale. Lo stesso Eurocodice 7 chiarisce che, partendo dal fatto che molti stati limite dipendono dalla variabilità e dal valore medio del terreno nel volume di interesse, si potrà scegliere di avere una probabilità del 5% che un valore peggiore governi il comportamento del materiale in sito o, in un'ottica molto meno pessimistica, scegliere una semplice stima cautelativa del valore medio spaziale. In generale quando il campo di variabilità dei dati ottenuti dalle prove è ristretto, quando cioè non si ha una sistematica variazione dei risultati a seconda della posizione dei campioni analizzati nell'area del progetto e con la profondità, e quindi le variazioni possono essere trattate come casuali, potrà essere accettabile adottare un valore cautelativo medio spaziale. Dove, invece, il campo di variazione dei valori ottenuti dalle prove di laboratorio e in sito è ampio, è necessario adottare un valore caratteristico

più pessimistico (riferimento ad una distribuzione statistica tale probabilità può essere associata al frattile 5%).

Tanto premesso i **valori caratteristici**, sono stati determinati con la seguenti relazioni:

$$p_k = p_m (1 + X \cdot CV) \quad (1) \text{ [Eurocodice 7]}$$

$$p_k = p_m (1 - CV/2) \quad (2) \text{ [Cherubini e Orr -1999]}$$

dove:

$p_k$  = valore caratteristico del parametro geotecnico;

$p_m$  = valore medio;

$X$ . = parametro dipendente dalla legge di distribuzione della probabilità e dalla probabilità di non superamento adottata.

$CV$  = coefficiente di variazione (COV) del parametro geotecnico, definito come il rapporto fra lo scarto quadratico medio e la media dei valori del parametro stesso. Il valore del COV esprime una misura della affidabilità della tendenza centrale di una serie di dati o, in maniera equivalente, della dispersione della componente fluttuante rispetto al valore medio del trend. Minore è il valore del COV, minore la dispersione dei dati. Dalla Letteratura (Vannucchi, Uzielli, 2004) risulta che valori del COV inferiori al 10% possano essere considerati "bassi",

valori compresi tra 10% e 30% “medi” e valori superiori al 30% “alti”. Per valori di COV < 10% (testimonianza di una bassa fluttuazione dei dati) si è adottata la relazione (2) (assumendo che il comportamento geomeccanico del terreno è governato dai valori medi dei parametri geotecnici e i valori caratteristici sono una semplice stima cautelativa di tali valori), per valori di COV > 10% si è adottata invece la relazione (1) (alta fluttuazione dei dati testimoniata dalla variabilità intrinseca dei valori).

Tenendo conto inoltre che **L'Eurocodice 7** fissa una probabilità di non superamento del 5%, alla quale corrisponde, per una distribuzione di tipo gaussiano, un valore di **X.** uguale a **-1,645** la relazione (1) diventa:

$$p_k = p_m (1 - 1,645 V_p) \quad (1)$$

## **IDROGEOLOGIA**

Si distinguono i seguenti aspetti:

### **di Superficie:**

Il quadro di superficie è caratterizzato dall'asta fluviale del Fiume Sabato dove vanno a confluire i valloni presenti in zona. Le acque meteoriche e di superficie, pertanto, vanno ad alimentare il Fiume Sabato e la falda subalvea ad esso connessa.

Il regime pluviometrico è mediamente caratterizzato da circa 700 - 900 mm di pioggia annua che cade soprattutto nel semestre a cavallo della stagione invernale.

### **di Substrato:**

Il quadro di substrato (*circolazione idrica sotterranea*) è controllata dalla litostratigrafia della piana alluvionale.

In tale ambito, i terreni superficiali della piana sono caratterizzati da materiali "fini" di origine piroclastica e colluviale, con permeabilità per porosità scarsa.

Al di sotto di questi terreni sono presenti depositi alluvionali recenti a prevalente componente ghiaiosa e sabbiosa; trattasi di depositi ad alta permeabilità per porosità che

contengono la falda subalvea.

A letto dei depositi alluvionali si riscontra il substrato impermeabile.

Questa situazione determina una circolazione idrica episuperficiale molto attiva nei depositi alluvionali recenti a componente ghiaioso sabbiosa.

A conferma di quanto esplicitato l'acquifero di che trattasi è rappresentato da depositi alluvionali, i quali sono costituiti da sedimenti clastici trasportati e depositati dai corsi d'acqua.

Trattasi, come già detto, di depositi eterogenei perchè la sedimentazione fluviale è tipicamente rapida e discontinua, con condizioni variabili di deposizione dei sedimenti.

Si consideri a questo proposito che lungo l'alveo di un fiume esiste un'accentuata selezione dei clasti, sia in senso longitudinale che in senso trasversale ed in verticale (*alternanza di sedimenti grossolani e minuti dovuti, rispettivamente, a sedimentazioni avvenute in periodi di piena e di magra*).

In conseguenza di questi fenomeni gli acquiferi alluvionali sono caratterizzati dalla giustapposizione disordinata di termini litologici di varia granulometria, aggregati in lenti allungate nel senso della corrente che le ha depositate.



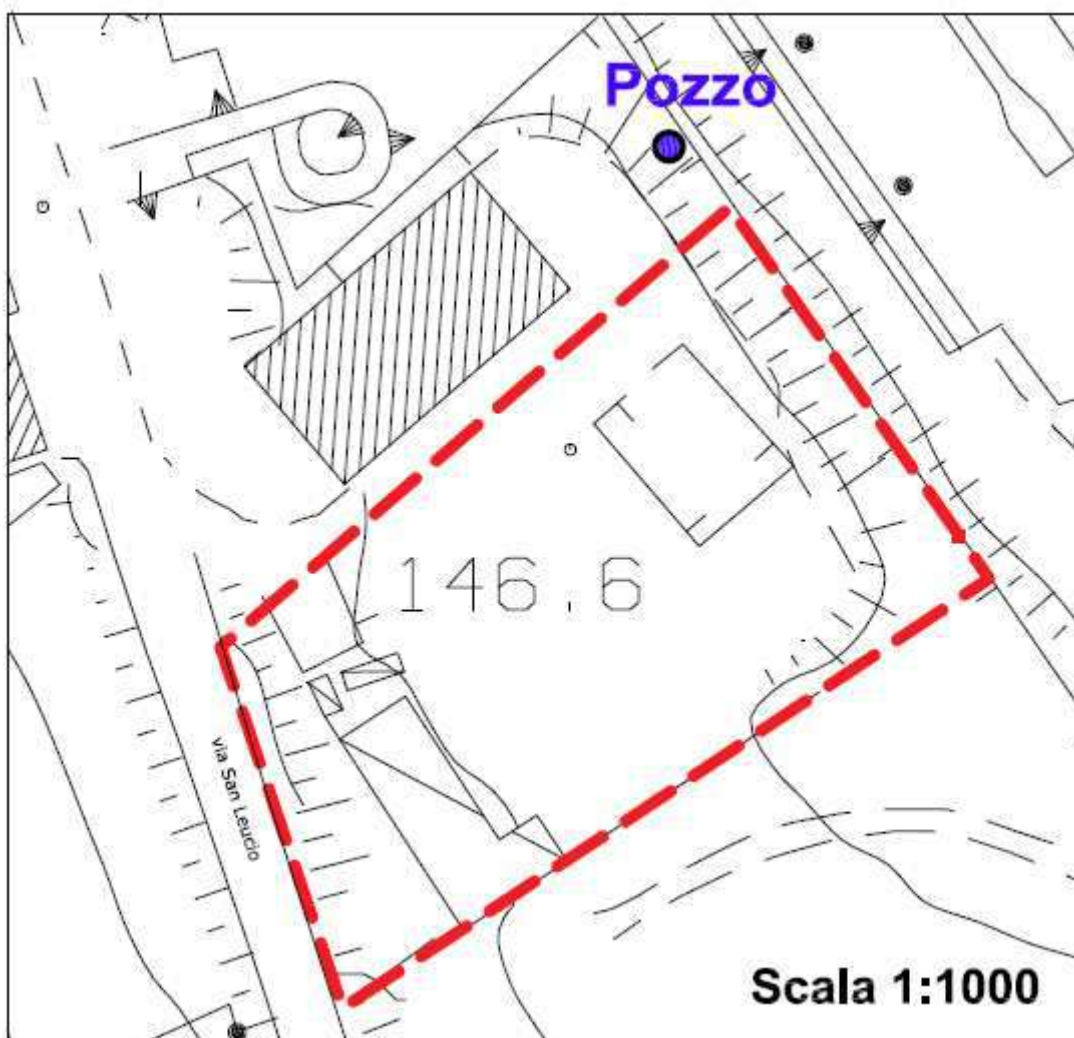
Ciò si traduce in una circolazione idrica per falde sovrapposte, con deflusso preferenziale dell'acqua nei litotipi a più alto grado di permeabilità relativa.

Le diverse falde possono essere quasi sempre ricondotte ad un'unica circolazione idrica sotterranea, perchè il particolare tipo di deposizione lenticolare dei sedimenti lascia moltissime soluzioni di continuità tra depositi permeabili e depositi relativamente meno permeabili.

A ciò bisogna aggiungere gli interscambi in senso verticale o sub verticale dovuti al fenomeno di drenanza. Spesso si osserva che le varie falde, nonostante siano tra loro intercomunicanti, presentano quote di livellamento differenti dovute al diverso carico piezometrico originario (*ciò, riferito all'area di alimentazione*), alle diverse caratteristiche degli strati acquiferi (*con conseguenti perdite differenziali di carico*), alle diverse condizioni di alimentazione (*con perdite di carico concentrate, ad esempio, in corrispondenza dei fenomeni di drenanza*).

**Il livello piezometrico episupeficiale risulta insediato, per la zona di stretto interesse, ad una profondità dell'ordine di circa metri 22,00 dal piano campagna e, coincide, con una certa approssimazione, con le quote libere della corrente fluviale del fiume Sabato.**

Si ritiene precisare che il livello idrico di substrato è stato rilevato da indagini dirette (*capoverso 9 art. 14 l.R. 9/83*) rilevando la quota di un pozzo (*stessa proprietà*) posizionato come da planimetria sottostante.



Il livello idrico, rilevato con indagini dirette mediante freattimetro, all'epoca delle indagini e studi (*febbraio/*

**marzo 2014) si attestava a circa metri 22 dal piano campagna;** in data **10/07/2014** in occasione dell'esecuzione di una indagine integrativa (**prova penetrometrica DPSH**) si è provveduto anche ad esperire una nuova misurazione diretta (*sempre con freatimetro*): il livello idrico **si attestava a circa metri 22,50 dal piano campagna;** infine, nelle more di stesura di questo studio geologico tecnico (**maggio 2018**) una nuova misurazione freatimetrica in data **21 maggio 2018 ha attestato un livello idrico di substrato di circa metri 21,00.**

Sulla base di quanto fin qui esposto, nella carta idrogeologica sono state cartografati i seguenti complessi idrogeologici, tenendo conto della loro posizione strutturale e stratigrafica, nonché delle loro caratteristiche di permeabilità relativa e del ruolo che ciascuno ha in seno all'assetto geostrutturale (**per un esame di dettaglio si rimanda all'elaborato n° 4.4 Carta Idrogeologica scala 1:2000**):

**COMPLESSO DEI DEPOSITI PIROCLASTICI E ELUVIO COLLUVIALI** - depositi costituiti da lapilli, pomici e, più raramente, scorie con matrice cineritica; sabbie vulcaniche e piroclastiti incoerenti eterogenee, a

giacitura irregolare e discontinua; sabbie limose sciolte o poco addensate, limi argillosi e sabbiosi poco consistenti in cui sono immersi elementi lapidei poligenici, eterometrici, ben arrotondati.

Le piroclastiti sciolte data la loro estrema variabilità granulometrica, di giacitura e di cementazione, presentano un discreto grado di permeabilità per porosità nelle cineriti e nei materiali a matrice cineritica. Elevato grado di permeabilità nelle tasche e lenti di pomici e lapilli.

**Grado di permeabilità complessivo medio.**

#### **COMPLESSO DELLE ALLUVIONI ATTUALI E RECENTI DEL FIUME**

**SABATO** - depositi ghiaiosi e ciottolosi eterometrici, poligenici, in matrice prevalentemente sabbioso limosa (*costituiscono un discreto acquifero quando prevalgono le frazioni clastiche e manca la matrice - grado di permeabilità medio alto*); argille e argille sabbiose, sabbie argillose e sabbie limose con intercalazioni ghiaiose (sono scarsamente permeabili in particolare dove prevalgono gli episodi francamente argillosi).

**Grado di permeabilità complessivo medio alto.**

**COMPLESSO SABBIOSO ARENACEO (UNITA' DI ARIANO) -**

alternanze di sabbie e sabbie limose, talora gradate, ed arenarie tenere con passaggio, nella fascia superiore, a depositi francamente conglomeratici e verso il basso a depositi limoso sabbioso argillosi. Il complesso idrogeologico risulta caratterizzato a grande scala da una permeabilità per porosità, strettamente controllata dalle variazioni granulometriche che nell'ambito della stessa si riscontrano e che determinano variazioni di permeabilità relativa.

**Grado di permeabilità complessivo medio basso.**

**COMPLESSO ARGILLOSO SILTOSO (UNITA' DI ARIANO) -**

argille grigie e limi sabbiosi grigio azzurri (a tetto a colorazione giallognola per alterazione) con intercalazioni francamente sabbioso limose.

**Grado di permeabilità complessivo da basso a nullo.**

## **STABILITA' GEOMORFOLOGICA**

Si premette quanto in appresso:

la carta della stabilità (**vedere in merito l'elaborato n° 4.6 Carta della Stabilità scala 1:1000**) è stata realizzata su base morfologica ed ha un significato generale per cui non può tener conto di situazioni particolari e puntuali che, viceversa, vanno valutate singolarmente con metodi di indagine analitica e dirette (*stratigrafie dei terreni e loro spessore, profilo topografico di dettaglio, caratteristiche geotecniche specifiche, presenza o meno della falda freatica ecc.*).

Tutto ciò premesso, tenuto conto delle caratteristiche litologiche dei terreni affioranti e dell'acclività (**vedere in merito l'elaborato n° 4.5 Carta Clivometrica scala 1:1000**), attraverso successivi incroci e sovrapposizioni delle carte tematiche si è elaborata la carta della stabilità la quale individua, come si è già detto, le zone omogenee dal punto di vista litologico e morfologico e non ogni singola situazione locale.

Si è adottata la seguente classificazione:

**AREE STABILI:** esenti da specifica pericolosità geomorfologica ed idraulica per le quali i processi morfoevolutivi, le condizioni morfometriche, nonché le caratteristiche fisiche dei terreni non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di condizioni di pericolosità.

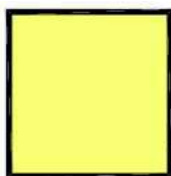
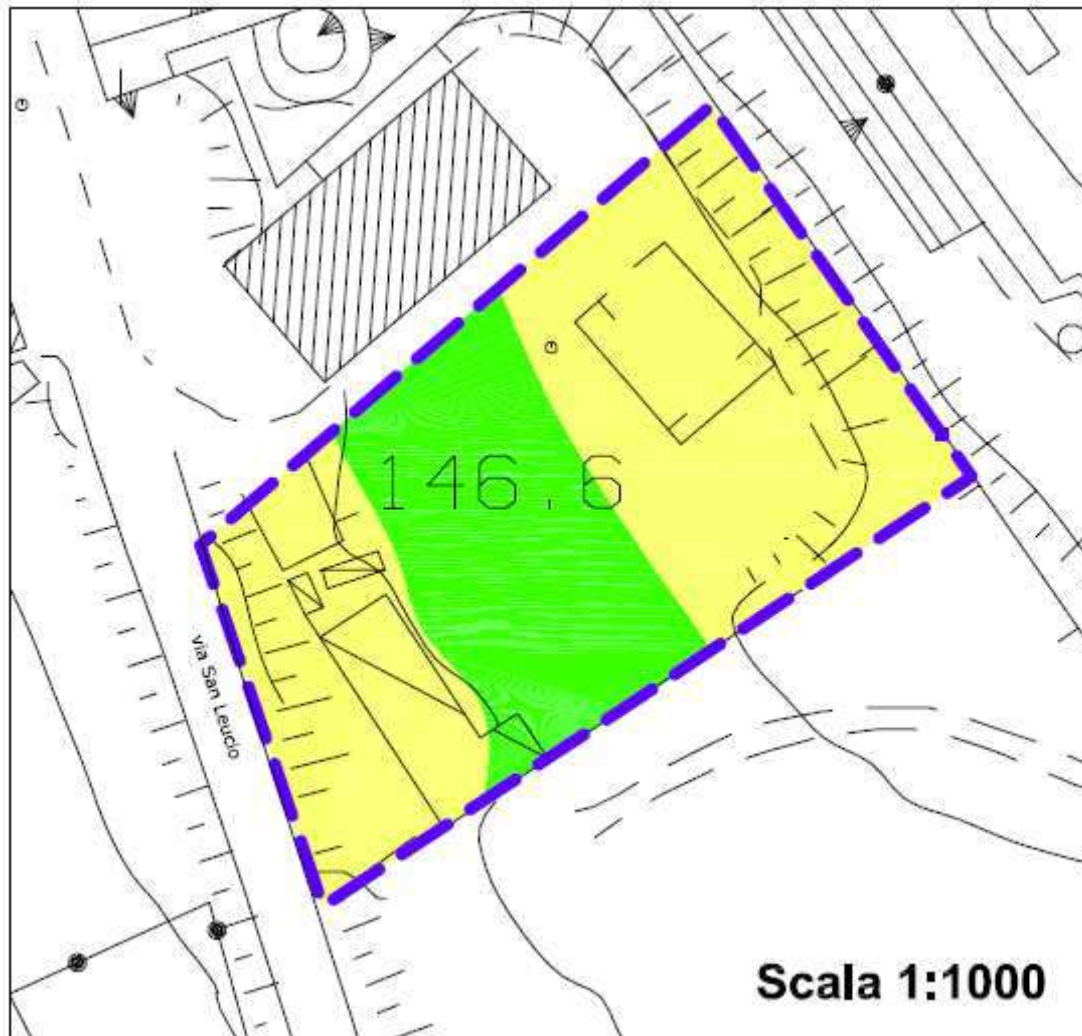
**[A] pendenza < 8% (inclinazione < 5°)**

**[B] pendenza compresa tra 8% e 15% (inclinazione compresa tra 5° e 9°)**

**AREE STABILI:** caratterizzate da medio bassa pericolosità geomorfologica evidenziata da indicatori geomorfologici diretti, quali l'esistenza di locali superficiali processi di versante (creep superficiale).

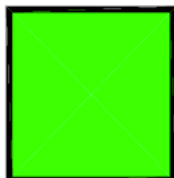
**Pendenza compresa tra 15% e 20% (Inclinazione compresa tra 9° e 12°)**

Per quanto riguarda le criticità geologiche rilevate nello studio geologico allegato al PUC del Comune di Benevento con quelle rilevate nel presente studio si fa presente che nello studio geologico allegato al PUC di Benevento, per l'area di stretto interesse è riportato quanto in appresso:



**AREE A PERICOLOSITA' BASSA O NULLA**

Aree esenti da specifica pericolosità geomorfologica ed idraulica, per le quali i processi morfoevolutivi, le condizioni morfografiche e morfometriche, nonché le caratteristiche fisiche dei terreni non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di condizioni di pericolosità. **Zona a lenta evoluzione geomorfologica.**



**AREE A PERICOLOSITA' MODERATA**

Aree caratterizzate da moderata pericolosità geomorfologica ed idraulica, valutabili come tali sulla base di caratteri fisici territoriali (dinamica geomorfologica, condizioni morfostrutturali), allo stato non interessate da evidenze di movimenti gravitativi, sia superficiali che profondi, e/o di fenomeni e processi idraulici lineari e/o areali; condizioni morfostrutturali poco sinergiche con gli eventi sismici. **Talus detritico eluvio colluviale**



Solo per una limitata parte la zona ricade in “**Aree a Pericolosità Moderata**” in considerazione della presenza di Talus detritico eluvio colluviale ovvero di forme di accumulo legate all'azione mista della gravità e delle acque dilavanti.

Orbene non avendo riscontrato tali forme di accumulo per spessori d'interesse nel corso delle indagini geognostiche si è ritenuto opportuno “omogeneizzare” la pericolosità complessiva facendola ricadere in zona a lenta Evoluzione Geomorfologica ovvero in “Aree a Pericolosità Bassa o Nulla”.

Si fa presente inoltre quanto segue:

- **la zona interessata presenta una pendenza variabile tra il 4% e il 15% (5° - 9°) ;**
- **sotto il profilo geomorfologico ed idraulico l'area si può classificare a bassissima e/o nulla pericolosità in accordo, tra l'altro, alla “classificazione” vigente relativa allo studio geologico allegato al PUC del Comune di Benevento;**
- **sotto l'aspetto della stabilità globale, come già evidenziato in precedenza, nell'area di interesse (già urbanizzata e/o in corso di urbanizzazione) non si sono rilevati fenomeni di dissesto in atto tali da**

**indicare negativi aspetti morfoevolutivi in seno ai terreni interessati.**

**Sotto il profilo della stabilità, la zona, può essere così distinta: area sub pianeggiante, stabile, caratterizzata da assenza di dissesti in atto o potenziali e da fenomeni morfogenetici a rapida evoluzione e non assoggettabile a fenomeni di alluvionamento da parte delle acque selvagge di origine meteorica.**

A conferma di quanto esposto sono state riportate anche gli stralci della carta rischio frane e alluvioni (Autorità Bacino Liri Garigliano Volturno) dove si rileva nessuna perimetrazione.

**La stabilità è stata, inoltre, anche stimata mediante verifiche analitiche con riferimento alla condizione precedente alla realizzazione delle opere in progetto e a seguito della costruzione di tali opere, secondo quanto prescritto al § 6.3 delle NTC 2018.**

**Le verifiche analitiche di stabilità esperite hanno evidenziato, nelle condizioni ipotizzate valori dei coefficienti di sicurezza indicativi di accettabilità dell'equilibrio ammesso** *(per un esame di dettaglio si rimanda all'apposito fascicolo allegato alla presente relazione allegato n° 1).*

## **MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO**

Si premette quanto segue:

- il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, ossia dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreni e degli ammassi rocciosi e delle caratteristiche fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono;
- alla scala della singola opera o del singolo sistema geotecnico, la risposta sismica locale consente di definire le modalità che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (*sottosuolo di categoria **A** di cui al **D.M. 17/01/2018***);
- il moto sismico alla superficie di un sito viene associato pertanto ad un coefficiente di amplificazione stratigrafico ( $S_s$ ) e a un coefficiente di amplificazione topografica ( $S_t$ ) per definire l'accelerazione massima attesa in superficie ( $a_{max}$ ) e una forma spettrale ancorata ad essa.

Il valore di  $a_{max}$  si ricava dalla relazione:

$$a_{max} = S_s \times S_T \times a_g \quad \text{dove:}$$

$a_g$  = accelerazione massima su sito di riferimento rigido

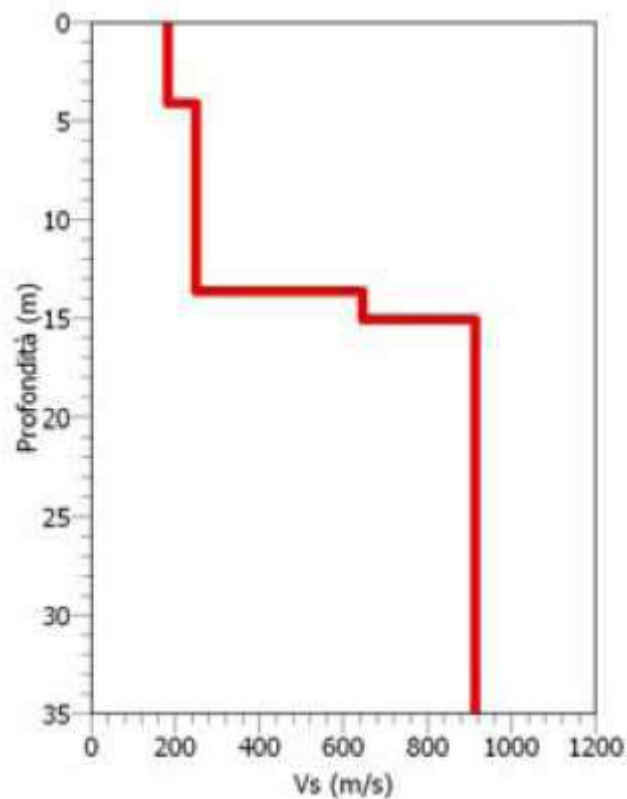
$S_T$  = coefficiente di amplificazione topografica

$S_s$  = coefficiente di amplificazione stratigrafica.

Tanto premesso, il Comune di Benevento è classificato in Zona Sismica UNO ex  $S=12,00$  [delibera Giunta Regionale Campania n° **5447/02** e Ordinanza del **P.C.M. n° 3274/03**].

In ossequio al **D.M. 17 gennaio 2018**, la categoria di profilo stratigrafico del suolo di fondazione ai fini della determinazione dell'azione sismica, è stata individuata mediante l'analisi e l'interpretazione di una **prospezione sismica del tipo MASW** (appositamente programmata ed esperita) di cui si riporta, di seguito, il profilo sismo stratigrafico e una tabella riepilogativa dei valori, precisando che, per un esame di dettaglio si rimanda alla relativa certificazione allegata al presente studio.

Strato	Spessore (m)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	Densità $\rho$ ( $kg/m^3$ )	Poisson $\nu$	Modulo di taglio G (kPa)	Modulo di Young E (kPa)	Modulo di incompressibilità K (kPa)
1	4,20	517	183	1500	0,43	50234	143505	333956
2	9,60	713	250	1700	0,43	106250	303856	722561
3	1,50	1295	648	1800	0,33	755827	2015020	2010875
4	14,70	1810	914	1900	0,33	1587252	4218478	4108253



Dall'analisi dei dati a disposizione si deriva che gli stessi risultano coerenti con quelli geotecnici e con le caratteristiche litostratigrafiche.

**Per quanto attiene la classificazione del sito, la stessa viene effettuata in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{S,eq}$  (in m/s), definita dall'espressione:**

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

dove:  $h_1$  spessore dell'i-esimo strato;  $V_{s,i}$  velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;  $N$  numeri di strati;  $H$  profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s. **(per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dal parametro  $V_{s,30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità).**

Tanto precisato, per il sottosuolo in esame, tenuto conto che il deposito presenta una **profondità non superiore a 30 metri dal substrato rigido, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è stata definita dal parametro  $V_{s,eq}$  ottenuto ponendo  $H = 15,30$** ; l'analisi sismica, pertanto, evidenzia il seguente valore delle  $V_{s,eq}$  **(riferiti al piano campagna)**:

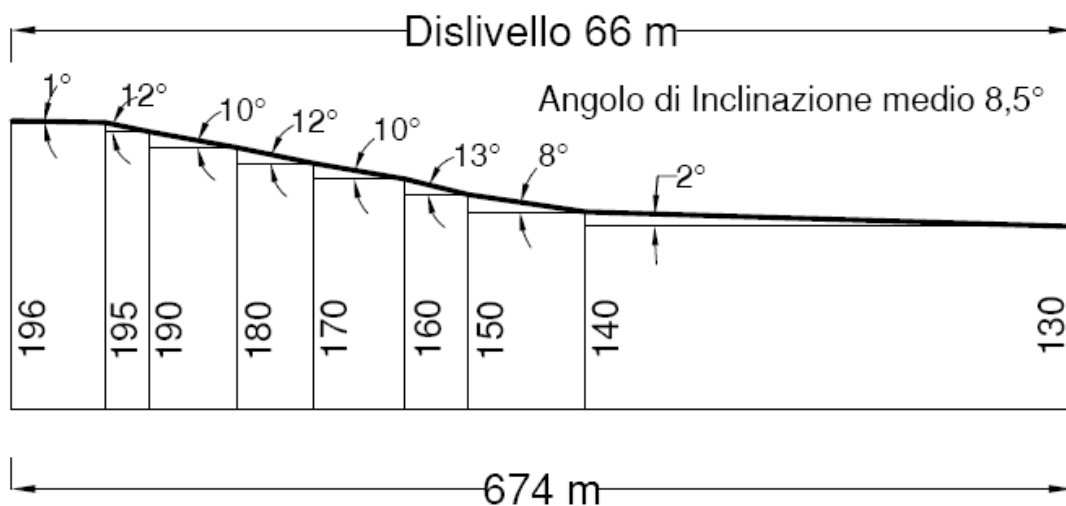
$$V_{s,eq} = \frac{15,30}{\sum_{i=1}^N \frac{h_1}{V_{s,i}}} = 300,25 \text{ m / sec}$$

ne deriva un profilo stratigrafico del suolo di fondazione, classificato nella categoria **E [Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle**

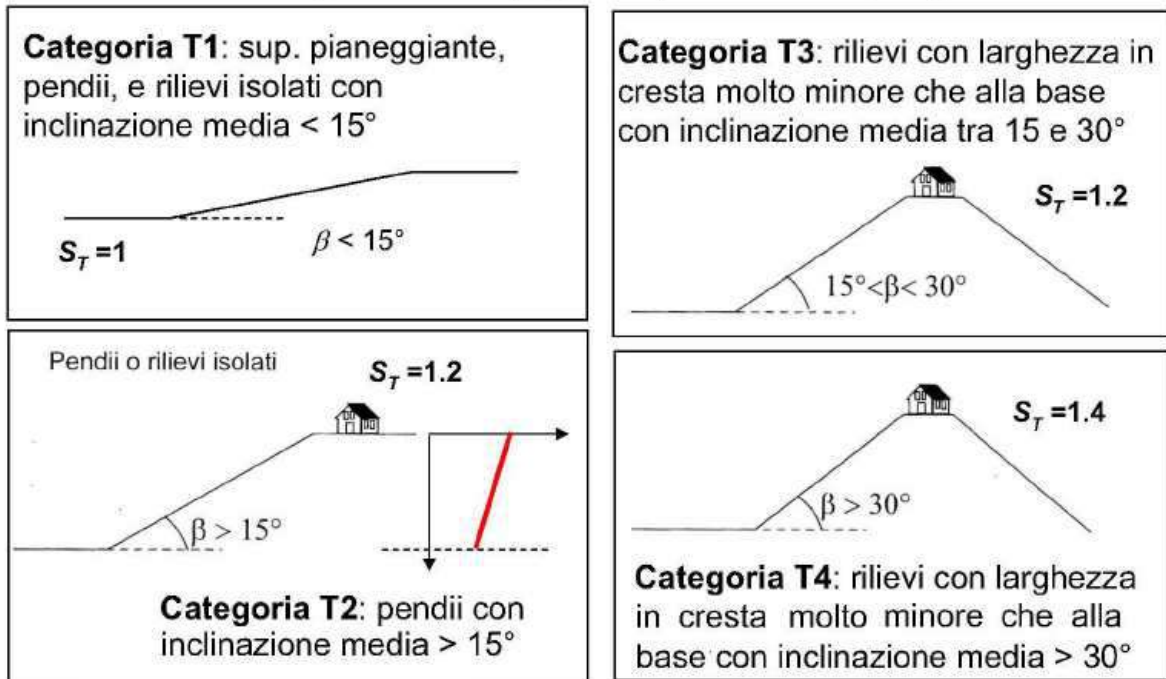
**definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.]**

Per quanto riguarda la **condizione topografica del sito (vedere in merito la planimetria e la sezione topografica sottostante)**, si è in presenza di pendio con **inclinazione media (i)** minore di  $15^\circ$ .

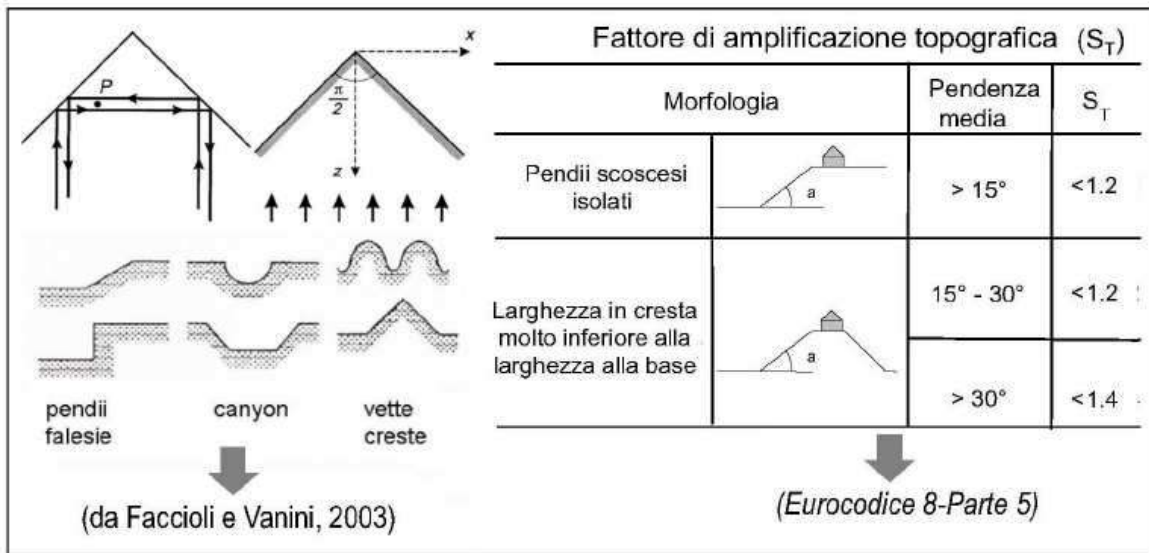
Tale configurazione "classifica" la **condizione topografica** nella categoria **T1** a cui fa riscontro un **coefficiente di amplificazione topografica  $S_T = 1,00$** .



Amplificazione topografica (modificata da Lanzo, 2005)



Per T2, T3, T4, se l'opera o l'intervento è lungo il pendio si assume *variazione lineare* fino a 1

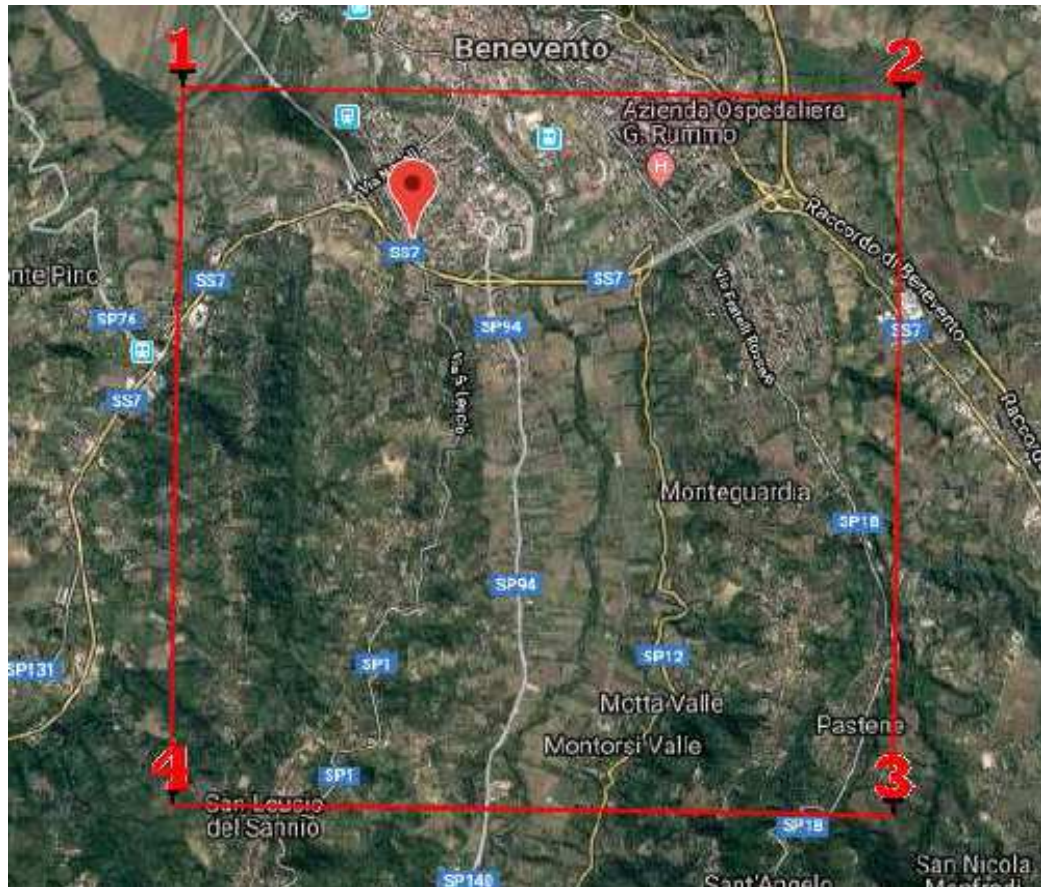




Per quanto attiene **la VERIFICA a LIQUEFAZIONE** si evidenzia che, **per la natura granulometrica fine e molto fine nonché coesiva dei terreni - matrice - sono da escludersi fenomeni sismoindotti riferibili sia a liquefazione, in condizioni sature, che a compattazione, in condizioni di non saturo**; rilevato altresì che **si richiedono le verifiche alla liquefazione quando la falda freatica è superficiale ed il terreno comprende strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda**, non ricorrendo affatto per il sottosuolo in esame le condizioni succitate non si è proceduto a verifica alla liquefazione; **in questo contesto l'esclusione della verifica a liquefazione rientra in uno dei casi previsti al §7.11.3.4.2 delle NTC 2018 punto 3 "... profondità media stagionale della falda superiore a 15 metri ..."**

Si riportano alla pagina successiva le determinazioni dei parametri sismici relativi al sito in esame secondo le indicazioni del **D.M. 17/01/2018 (NTC 2018)** più volte citato.

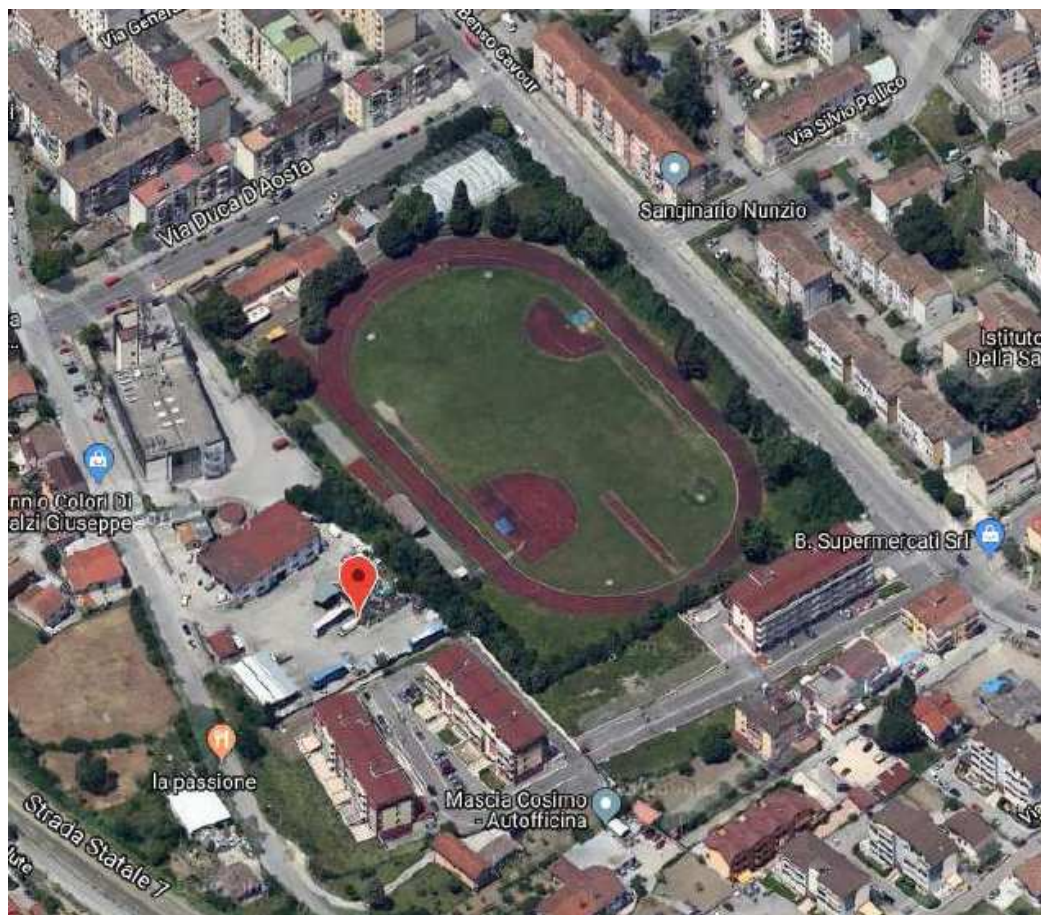
**COMUNE DI BENEVENTO - VIA SAN LEUCIO  
UBICAZIONE SITO IN ESAME**



**Coordinate Geografiche**

Coord. WGS84: latitudine: 41.116538 - longitudine: 14.771803

Coord. ED50: latitudine: 41,1175275190384 - longitudine: 14,7726671667539

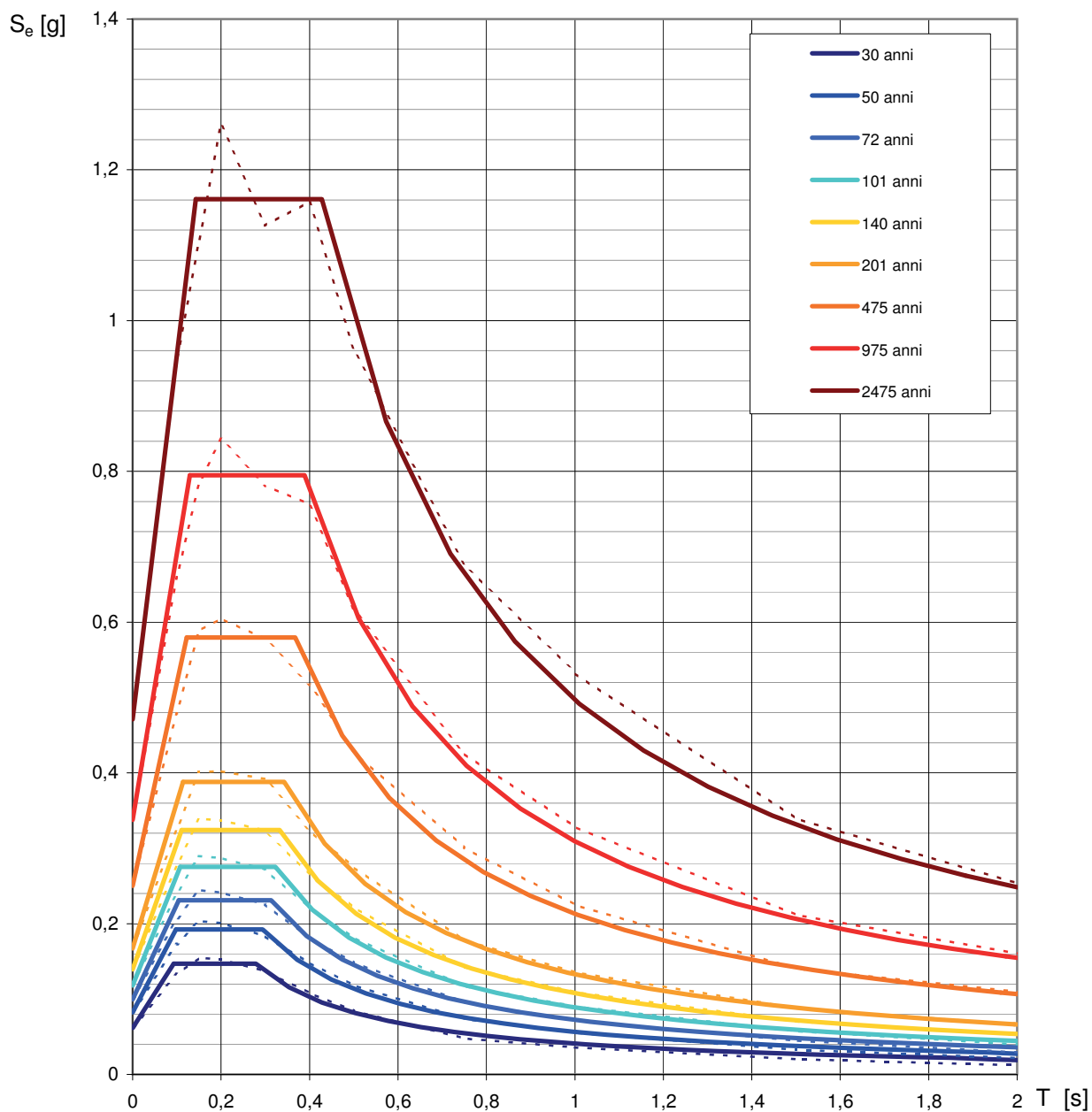


Comune di Brignano Gera d'Asti N. 0095655 del 15/04/2019, integro

## DETERMINAZIONE PARAMETRI SISMICI (D.M. 17/01/2018)

<b>Sito</b>	latitudine: ..... 41,1175275190384	Tipo di elaborazione: Stabilità Pendii - Fondazioni	
	longitudine: ..... 14,7726671667539		
	Classe: ..... 2		
	Vita nominale: ..... 50		
<b>Siti di riferimento</b>			
	Sito 1 ..... ID: 31876	Lat: 41,1280	Lon: 14,7513
	Sito 2 ..... ID: 31877	Lat: 41,1273	Lon: 14,8177
	Sito 3 ..... ID: 32099	Lat: 41,0773	Lon: 14,8167
	Sito 4 ..... ID: 32098	Lat: 41,0780	Lon: 14,7504
<b>Parametri sismici</b>			
	Categoria sottosuolo: ..... E	<b>Coordinate WGS84</b>	
	Categoria topografica: ..... T1	<b>latitudine: 41.116538</b>	
	Periodo di riferimento: ..... 50anni	<b>longitudine: 14.771803</b>	
	Coefficiente cu: ..... 1		
<b>SLO:</b>	Probabilità di superamento: ..... 81	%	<b>Operatività (SLO)</b>
	Tr: ..... 30	[anni]	
	ag: ..... 0,062	[g]	
	Fo: ..... 2,384		
	Tc*: ..... 0,279	[s]	
<b>SLD:</b>	Probabilità di superamento: ..... 63	%	<b>Danno (SLD)</b>
	Tr: ..... 50	[anni]	
	ag: ..... 0,082	[g]	
	Fo: ..... 2,341		
	Tc*: ..... 0,294	[s]	
<b>SLV:</b>	Probabilità di superamento: ..... 10	%	<b>Salvaguardia vita (SLV):</b>
	Tr: ..... 475	[anni]	
	ag: ..... 0,250	[g]	
	Fo: ..... 2,316		
	Tc*: ..... 0,368	[s]	
<b>SLC:</b>	Probabilità di superamento: ..... 5	%	<b>Prevenzione collasso (SLC):</b>
	Tr: ..... 975	[anni]	
	ag: ..... 0,338	[g]	
	Fo: ..... 2,354		
	Tc*: ..... 0,389	[s]	
<b>Coefficienti Sismici</b>		<b>Spostamenti e velocità orizzontale max</b>	
<b>SLO:</b>	Ss: ..... 1,6	Spostamento orizzontale max	
	Cc: ..... 1,92	dg [cm] 2,41	
	St: ..... 1	Velocità orizzontale max	
	Amax: ..... 0,966	vg [cm/sec] 8,33	
	Kh: ..... 0,02		
	Kv: ..... 0,01		
	Beta: ..... 0,2		
<b>SLD:</b>	Ss: ..... 1,6	Spostamento orizzontale max	
	Cc: ..... 1,88	dg [cm] 3,43	
	St: ..... 1	Velocità orizzontale max	
	Amax: ..... 1,29	vg [cm/sec] 11,37	
	Kh: ..... 0,026		
	Kv: ..... 0,013		
	Beta: ..... 0,2		
<b>SLV:</b>	Ss: ..... 1,36	Spostamento orizzontale max	
	Cc: ..... 1,72	dg [cm] 13,71	
	St: ..... 1	Velocità orizzontale max	
	Amax: ..... 3,337	vg [cm/sec] 33,74	
	Kh: ..... 0,095		
	Kv: ..... 0,048		
	Beta: ..... 0,28		
<b>SLC:</b>	Ss: ..... 1,13	Spostamento orizzontale max	
	Cc: ..... 1,68	dg [cm] 18,05	
	St: ..... 1	Velocità orizzontale max	
	Amax: ..... 3,741	vg [cm/sec] 39,14	
	Kh: ..... 0,107		
	Kv: ..... 0,053		
	Beta: ..... 0,28		

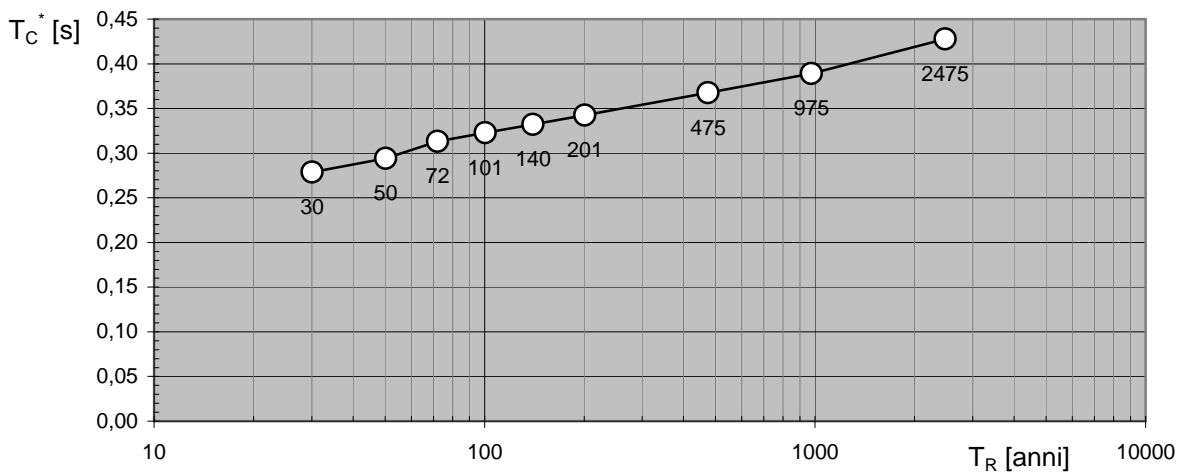
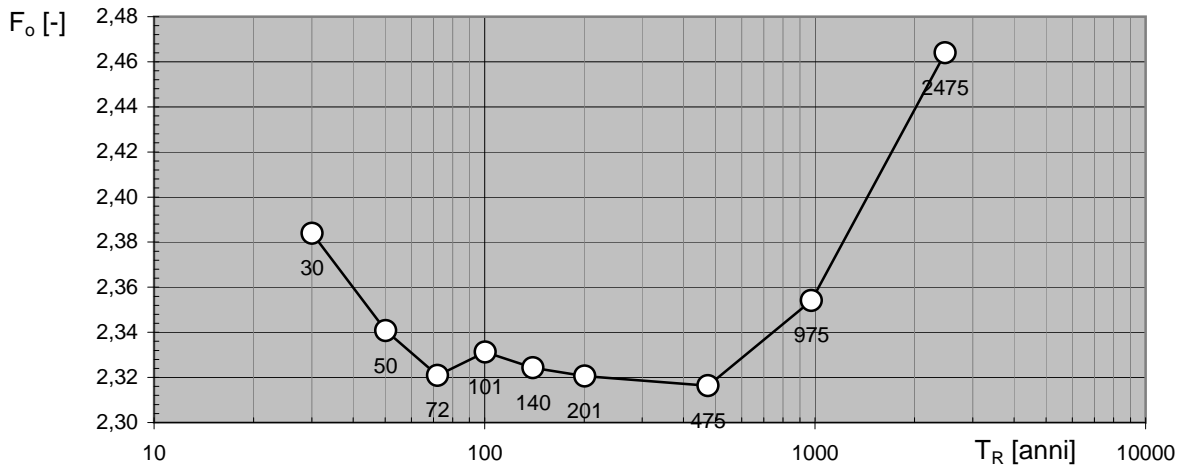
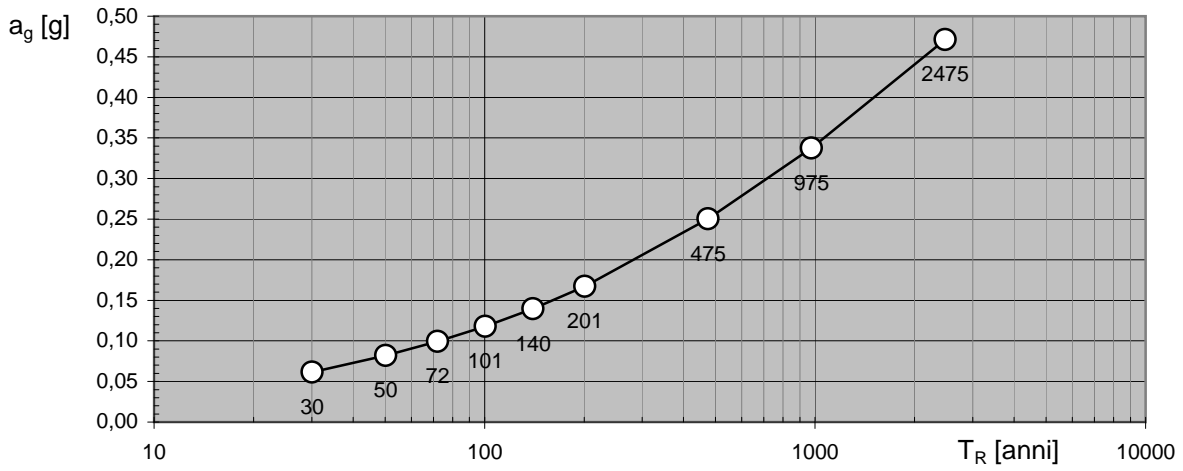
**SUOLO DI FONDAZIONE CATEGORIA E  
CATEGORIA TOPOGRAFICA T1**

**Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno  $T_R$  di riferimento**

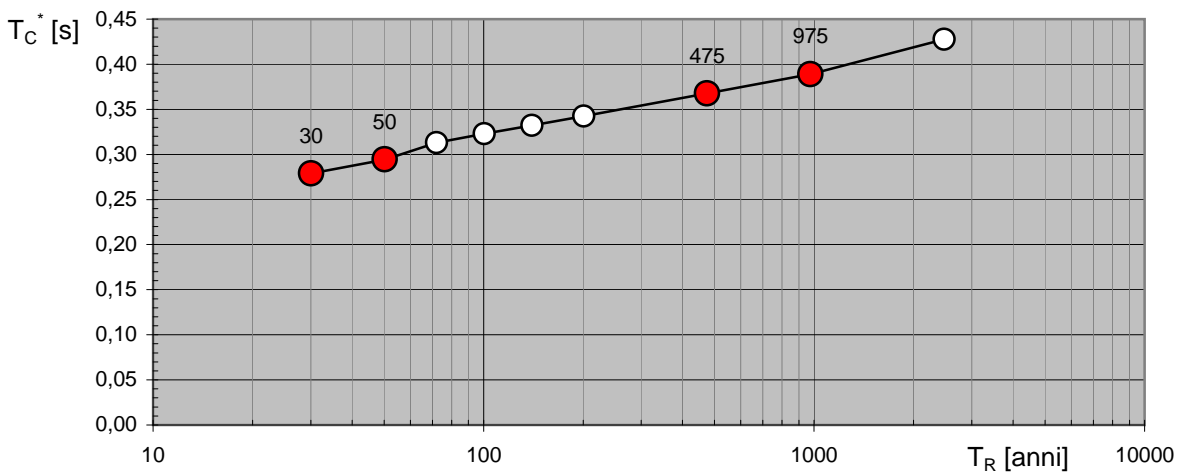
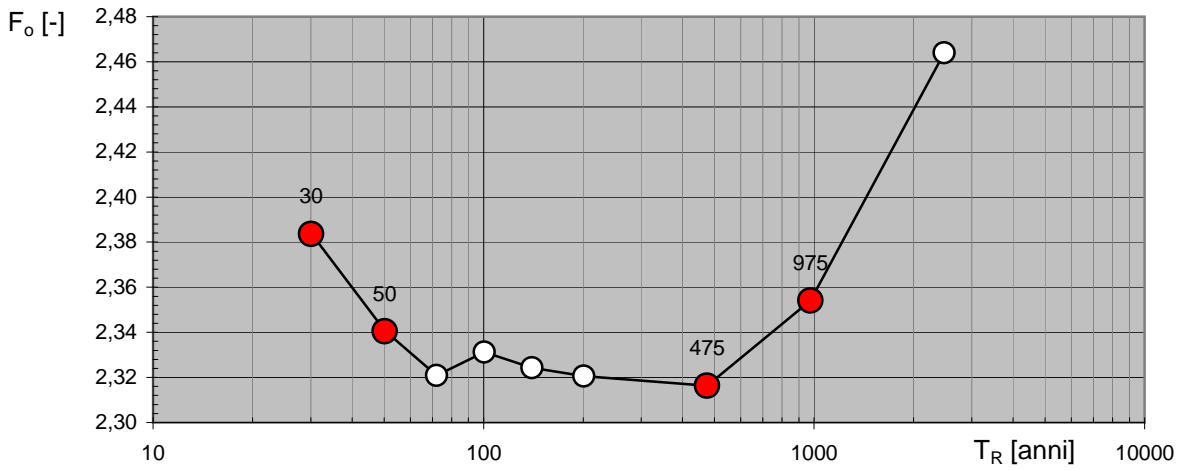
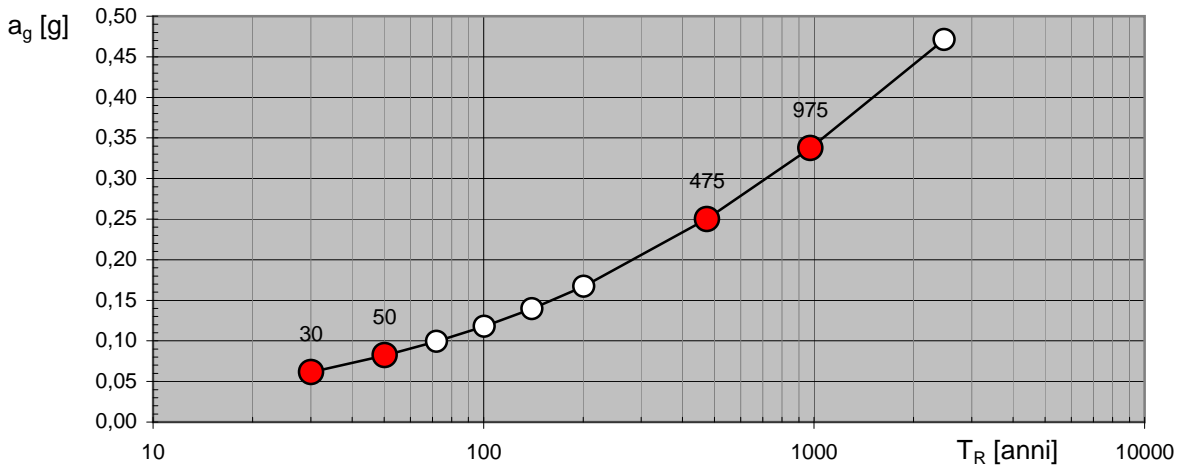
NOTA:

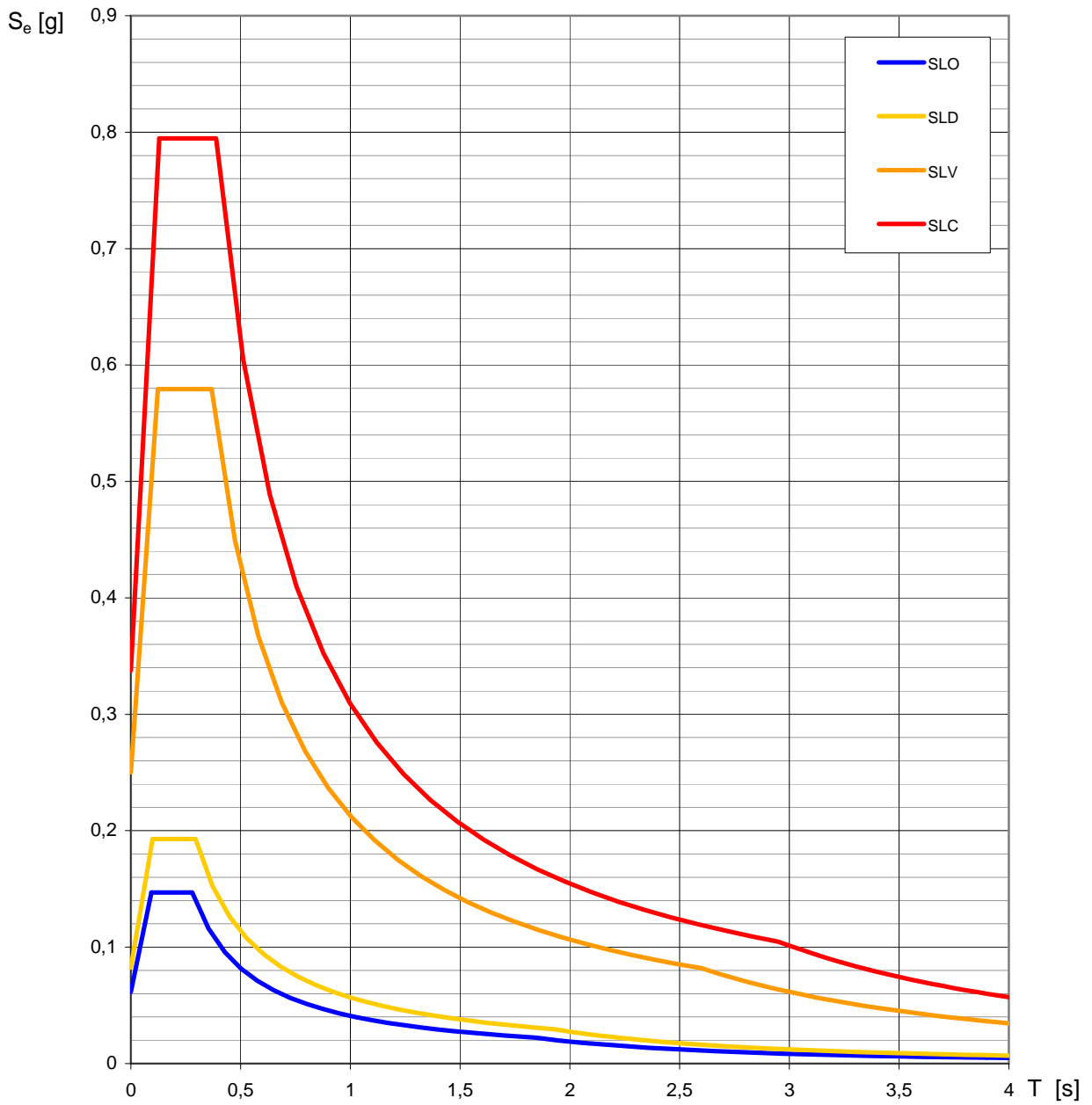
Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

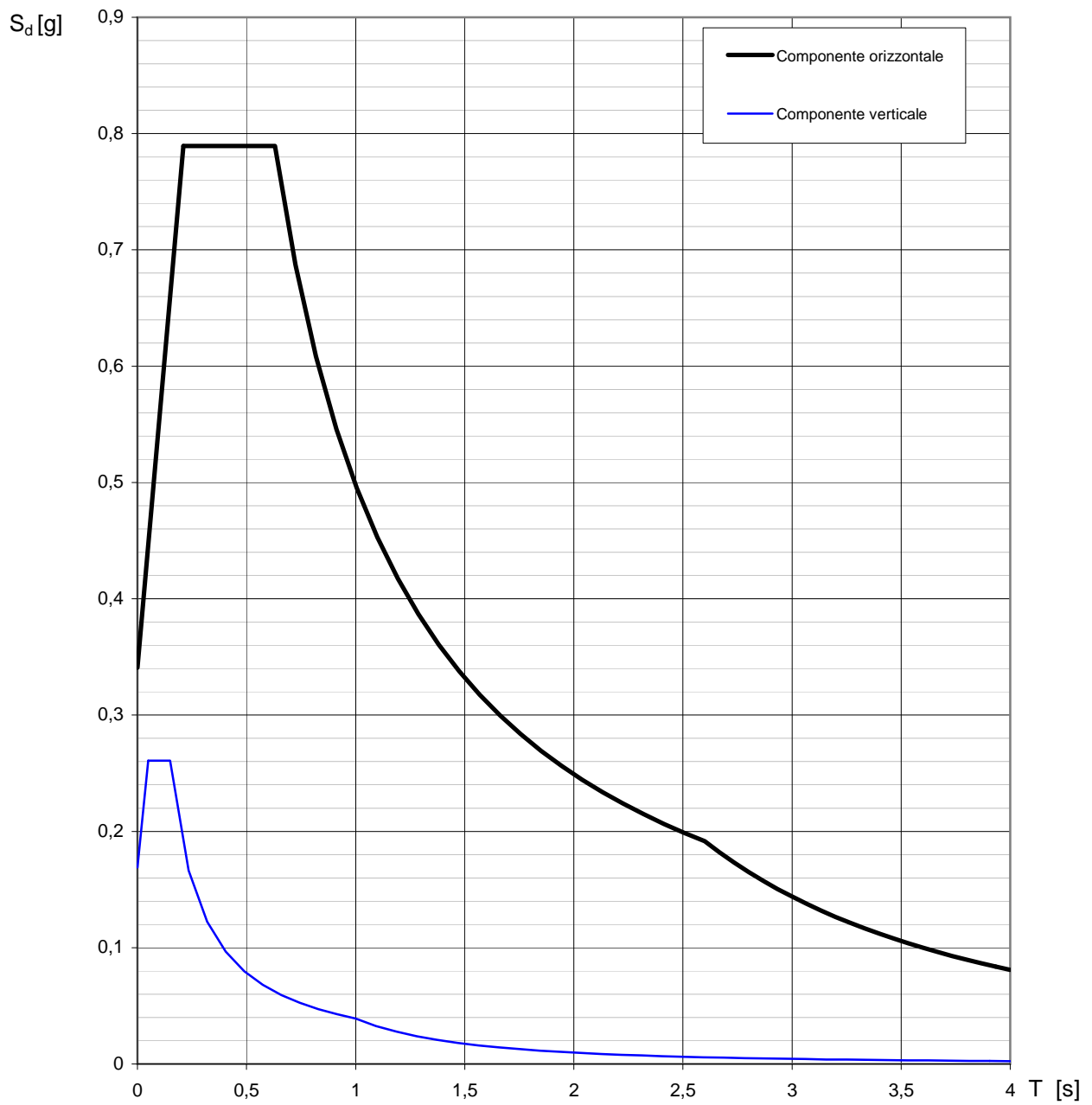
**Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_C^*$  : variabilità col periodo di ritorno  $T_R$**



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



**Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite**

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



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

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0,250 g
$F_o$	2,316
$T_C$	0,368 s
$S_S$	1,360
$C_C$	1,720
$S_T$	1,000
$q$	1,000

**Parametri dipendenti**

$S$	1,363
$\eta$	1,000
$T_B$	0,210 s
$T_C$	0,631 s
$T_D$	2,600 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q$$

$$T_B = T_C / 3$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^*$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$$

**Espressioni dello spettro di risposta**

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

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

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

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

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

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,341
$T_B$ ←	0,210	0,789
$T_C$ ←	0,631	0,789
	0,725	0,687
	0,818	0,609
	0,912	0,546
	1,006	0,495
	1,100	0,453
	1,194	0,417
	1,287	0,387
	1,381	0,361
	1,475	0,338
	1,569	0,318
	1,663	0,300
	1,756	0,284
	1,850	0,269
	1,944	0,256
	2,038	0,244
	2,131	0,234
	2,225	0,224
	2,319	0,215
	2,413	0,206
	2,507	0,199
$T_D$ ←	2,600	0,192
	2,667	0,182
	2,734	0,173
	2,800	0,165
	2,867	0,158
	2,934	0,151
	3,000	0,144
	3,067	0,138
	3,134	0,132
	3,200	0,126
	3,267	0,121
	3,334	0,117
	3,400	0,112
	3,467	0,108
	3,533	0,104
	3,600	0,100
	3,667	0,096
	3,733	0,093
	3,800	0,090
	3,867	0,087
	3,933	0,084
	4,000	0,081

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

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	
$a_{qv}$	0,169 g
$S_S$	1,000
$S_T$	1,000
$q$	1,500
$T_B$	0,050 s
$T_C$	0,150 s
$T_D$	1,000 s

**Parametri dipendenti**

$F_v$	1,564
$S$	1,000
$\eta$	0,667

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = 1/q$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_o \cdot \left( \frac{a_g}{g} \right)^{0,5}$$

**Espressioni dello spettro di risposta**

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

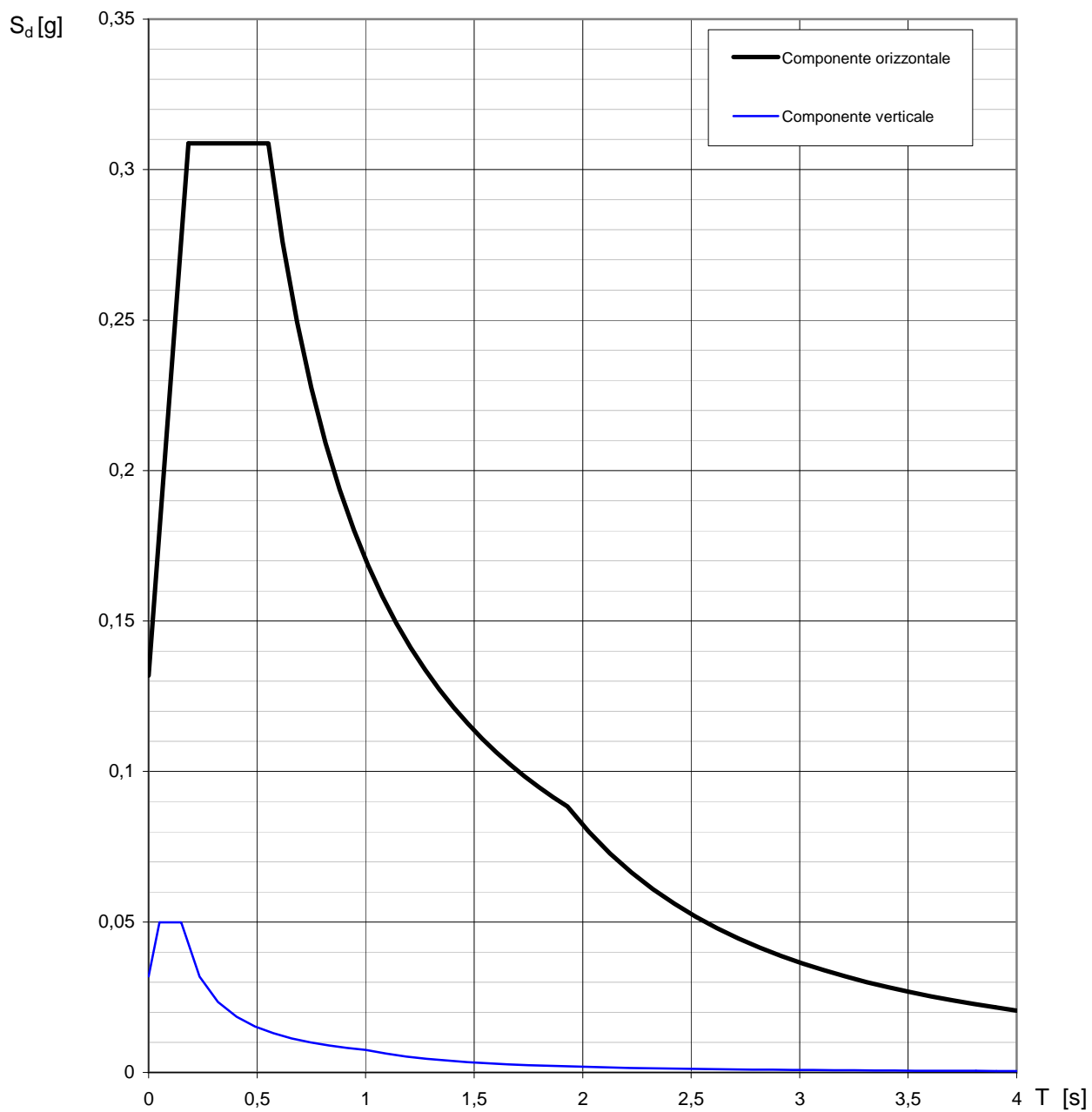
$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

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

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

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,169
$T_B \leftarrow$	0,050	0,261
$T_C \leftarrow$	0,150	0,261
	0,235	0,166
	0,320	0,122
	0,405	0,097
	0,490	0,080
	0,575	0,068
	0,660	0,059
	0,745	0,052
	0,830	0,047
	0,915	0,043
$T_D \leftarrow$	1,000	0,039
	1,094	0,033
	1,188	0,028
	1,281	0,024
	1,375	0,021
	1,469	0,018
	1,563	0,016
	1,656	0,014
	1,750	0,013
	1,844	0,012
	1,938	0,010
	2,031	0,009
	2,125	0,009
	2,219	0,008
	2,313	0,007
	2,406	0,007
	2,500	0,006
	2,594	0,006
	2,688	0,005
	2,781	0,005
	2,875	0,005
	2,969	0,004
	3,063	0,004
	3,156	0,004
	3,250	0,004
	3,344	0,003
	3,438	0,003
	3,531	0,003
	3,625	0,003
	3,719	0,003
	3,813	0,003
	3,906	0,003
	4,000	0,002

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

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

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLD
$a_g$	0,082 g
$F_o$	2,341
$T_C$	0,294 s
$S_S$	1,600
$C_C$	1,880
$S_T$	1,000
$q$	1,000

**Parametri dipendenti**

$S$	1,600
$\eta$	1,000
$T_B$	0,184 s
$T_C$	0,552 s
$T_D$	1,930 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = \sqrt{10 / (5 + \xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q$$

$$T_B = T_C / 3$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^*$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$$

**Espressioni dello spettro di risposta**

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

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

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

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

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

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,132
$T_B$ ←	0,184	0,309
$T_C$ ←	0,552	0,309
	0,618	0,276
	0,683	0,249
	0,749	0,228
	0,815	0,209
	0,880	0,194
	0,946	0,180
	1,011	0,169
	1,077	0,158
	1,143	0,149
	1,208	0,141
	1,274	0,134
	1,339	0,127
	1,405	0,121
	1,471	0,116
	1,536	0,111
	1,602	0,106
	1,667	0,102
	1,733	0,098
	1,799	0,095
	1,864	0,091
$T_D$ ←	1,930	0,088
	2,028	0,080
	2,127	0,073
	2,225	0,066
	2,324	0,061
	2,423	0,056
	2,521	0,052
	2,620	0,048
	2,718	0,045
	2,817	0,041
	2,916	0,039
	3,014	0,036
	3,113	0,034
	3,211	0,032
	3,310	0,030
	3,408	0,028
	3,507	0,027
	3,606	0,025
	3,704	0,024
	3,803	0,023
	3,901	0,022
	4,000	0,021

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

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	
$a_{gv}$	0,032 g
$S_S$	1,000
$S_T$	1,000
$q$	1,500
$T_B$	0,050 s
$T_C$	0,150 s
$T_D$	1,000 s

**Parametri dipendenti**

$F_v$	0,907
$S$	1,000
$\eta$	0,667

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_S \cdot S_T$$

$$\eta = 1/q$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_o \cdot \left( \frac{a_g}{g} \right)^{0,5}$$

**Espressioni dello spettro di risposta**

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

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

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

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

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,032
$T_B \leftarrow$	0,050	0,050
$T_C \leftarrow$	0,150	0,050
	0,235	0,032
	0,320	0,023
	0,405	0,018
	0,490	0,015
	0,575	0,013
	0,660	0,011
	0,745	0,010
	0,830	0,009
	0,915	0,008
$T_D \leftarrow$	1,000	0,007
	1,094	0,006
	1,188	0,005
	1,281	0,005
	1,375	0,004
	1,469	0,003
	1,563	0,003
	1,656	0,003
	1,750	0,002
	1,844	0,002
	1,938	0,002
	2,031	0,002
	2,125	0,002
	2,219	0,002
	2,313	0,001
	2,406	0,001
	2,500	0,001
	2,594	0,001
	2,688	0,001
	2,781	0,001
	2,875	0,001
	2,969	0,001
	3,063	0,001
	3,156	0,001
	3,250	0,001
	3,344	0,001
	3,438	0,001
	3,531	0,001
	3,625	0,001
	3,719	0,001
	3,813	0,001
	3,906	0,000
	4,000	0,000

## **ZONIZZAZIONE**

La zonizzazione è stata eseguita allo scopo di definire zone omogenee per quanto riguarda la risposta meccanica dei terreni superficiali, in relazione principalmente agli spessori di influenza geotecnica, con particolare riferimento al loro prevedibile comportamento nel campo delle sollecitazioni dinamiche riferite ad un terremoto di una certa intensità ed in un dato intervallo di tempo. All'interno di dette zone si possono valutare, con maggior dettaglio, le differenze di intensità massima dovute a differenti situazioni geologiche locali attraverso procedure il cui insieme costituisce la "micro zonazione sismica". Questo ultimo aspetto costituisce un punto essenziale della pianificazione di un territorio sismico, ed ha come obiettivo la valutazione del comportamento medio di un'area in un territorio comunale.

Momento finale è la successiva valutazione della "risposta sismica di sito" che ha lo scopo di definire, in tutti i suoi dettagli, le caratteristiche dello specifico sito di fondazione e del sottosuolo significativamente interessato dalle opere.

In effetti come è noto gli effetti di un terremoto possono assumere, anche a brevi distanze, differenti caratteristiche

in funzione delle specifiche condizioni locali quali: morfologia superficiale, antiche morfologie sepolte, presenza e profondità della falda freatica, caratteristiche meccaniche dei terreni costituenti il sottosuolo, rapporti strutturali tra le litologie presenti soprattutto nei primi 30 mt di profondità ecc. E' facile verificare ciò osservando la distribuzione dei danni prodotti da un terremoto nell'ambito dello stesso territorio.

La microzonazione sismica è volta quindi a definire gli strumenti necessari a prevedere e a mitigare, attraverso un adeguato criterio d'uso del territorio, gli effetti sismici.

In altri termini, la microzonazione consente la valutazione analitica del rischio sismico, inteso come probabile danno che in un determinato sito si può attendere in occasione di un sisma.

Tale parametro può essere espresso come il prodotto della pericolosità e della vulnerabilità sismica e della quantificazione economica del danno prodotto.

La pericolosità sismica può essere direttamente riferita alle sollecitazioni dinamiche che un sito può subire durante un sisma, mentre la vulnerabilità definisce lo stato di conservazione del patrimonio edilizio e delle strutture sociali potenzialmente rese inattive dal sisma.

L'attenzione alle caratteristiche geolitologiche,

geosismiche e geotecniche, sia a livello generale che a livello di sito, nasce dalla constatazione che un deposito incoerente poggiante su un basamento rigido può modificare sostanzialmente la composizione spettrale ed il livello energetico dell'evento sismico determinando l'amplificazione di alcune frequenze.

La definizione di tali amplificazioni è essenziale per valutare la pericolosità di un sito potendo questa essere di livello anche molto maggiore di quello relativo alle stesse differenziazioni energetiche legate alla classificazione.

In effetti il rischio per una struttura sottoposta ad uno stress sismico dipende non solo dalla vulnerabilità propria della struttura edilizia, ma anche, e forse principalmente, dalla intensità delle componenti a varie frequenze contenute nel segnale sismico ed in particolare quello relativo alle onde di taglio, le quali emergendo in genere verticalmente, producono sollecitazioni orizzontali alle costruzioni.

E' quindi necessaria, per una valutazione delle modifiche subite dell'impulso sismico provocate dal terreno, una parametrizzazione geometrica, geolitologica, geosismica e geotecnica dell'area interessata.

I danni prodotti da un terremoto possono quindi essere di diversa entità in località tra loro vicine, essendo le risposte



al suolo dipendenti, oltre che dalle caratteristiche della sorgente, dalle modalità di emissione dell'energia, dalla distanza dall'ipocentro, soprattutto da fattori locali che ne modificano in maniera significativa la composizione spettrale.

La Microzonazione sismica eseguita in questa fase tiene quindi conto di quanto previsto dalla legge regionale 9/83, relativamente alla programmazione ed all'uso del territorio e della più recente normativa della Regione Campania (Del. n. 5447 G.R. del 07/11/2002; Del. n. 248 G.R. del 24/01/2003; Del. n. 334 G.R. Campania del 31/01/2003; Del n° 816 G.R. Campania del 10/6(2004) riguardante la zonazione del territorio in prospettiva sismica, ma è anche riferita a quanto previsto dalle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008" e "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni" 17 gennaio 2018 relativamente alle costruzioni ed ai relativi siti.

Nell'ambito dell'area in esame, sulla base delle specifiche indagini eseguite, sono state individuate tutte quelle situazioni geologiche, geotecniche e principalmente geosismiche che potrebbero portare ad un'insieme di modifiche del moto sismico con particolari variazioni locali e modulate attraverso una carta tematica di sintesi

(microzonazione sismica). Tale carta, alla luce di quanto detto, consente di valutare a larga scala, le variazioni dell'accelerazione sismica di progetto.

Per quanto riguarda specificamente gli aspetti geosismici, il parametro fisico più significativo e nel contempo facilmente misurabile è il Modulo di Taglio dinamico ( $G$ ), ovvero la Velocità delle onde sismiche trasversali ( $V_s$ ) ( $V_s = \sqrt{G/\text{densità}}$ ), che caratterizza il pacco di terreno più superficiale.

Pertanto, attraverso la cartografia della litologia superficiale e la determinazione sperimentale delle  $V_s$ , è stato possibile individuare zone omogenee quanto a comportamento in caso di evento, in modo tale che siano definiti i rischi da cui devono essere esenti i siti di costruzione.

**In riferimento a quanto indicato dal D.M. 17 gennaio 2018 la zona di stretto interesse è stata caratterizzata mediante la determinazione degli spessori dei terreni superficiali e della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio  $V_{S,eq}$  (in m/s) ad essi attribuite, definendo così una “categoria di suolo media” (per un esame di dettaglio si rimanda al precedente **capitolo Modellazione Sismica del sito**)**

Nelle linee generali, le differenze tra varie Microzone sono da intendere come differenze, oltre che nella composizione spettrale, anche dell'accelerazione massima caratterizzante le varie Categorie di suolo, rispetto a quella su suolo rigido ovvero di Categoria A (Formazioni litoidi o Rigide con  $V_{s30} \geq 800$  m/s).

Gli eventuali valori di incremento da assegnare alle Microzone considerano soltanto i fattori di incremento del livello massimo raggiunto dallo spettro elastico relativo alle varie Categorie di suolo, rispetto a quello riferito alla Categoria di suolo A.

Pertanto non si vuole qui definire la specifica forma spettrale che caratterizza il sito (*cosa che si farà eventualmente e successivamente in sede di valutazione della Risposta Sismica di Sito*), ma solo dare una valutazione generale del livello massimo dell'amplificazione dell'evento sismico che si avrà nella zona individuata rispetto a quello che si avrà nelle aree dove affiora il basamento o in ogni caso affiori un mezzo rigido.

**In questo contesto, atteso che la zonazione sismica tiene solo conto degli aspetti legati all'amplificazione stratigrafica e topografica dei terreni, senza considerare eventuali effetti dovuti a bordi di terrazzi, faglie, terreni**

**poco addensati o suscettibili di liquefazione, si fa presente quanto segue.**

Gli elementi geologici che possono produrre amplificazione sismica, come già detto, sono descritti dalle NTC 2018 e prendono in considerazione **l'amplificazione legata agli effetti litologico-stratigrafici e a quelli topografici**; gli effetti **di valle** e di **bordo vallivo**, allo stato attuale delle conoscenze, sono difficilmente quantificabili.

Secondo le NTC si valuta:

a) **AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA (per gli effetti litologico-stratigrafici) dovuta al contrasto di impedenza tra mezzi geologici diversi.** L'amplificazione stratigrafica è attesa su suoli (*con il termine suolo qui si intende qualsiasi tipo di materiale roccioso o sciolto su cui è modellata la superficie topografica*) di categoria diversa da A, caratterizzati da  $V_s < 800$  m/s e spessori  $>$  di 3 metri. Qualsiasi tipologia di suolo (*roccia o deposito quaternario*) che possiede  $V_s > 800$  m/s rientra, invece, nella categoria A ed è considerata bedrock sismico, quindi non in grado di generare amplificazione stratigrafica. Su questa base si distinguono suoli di categoria A (Suoli Non Amplificabili), e in suoli di categoria diversa da A (Suoli Amplificabili = suoli B, C, D, E nelle NTC 2018), in funzione delle caratteristiche

elastiche stimate. Sempre in riferimento alle NTC 2018 si possono identificare le aree con soggiacenza della falda freatica < a 15 m dal piano campagna, in quanto potenzialmente soggette a fenomeni di liquefazione.

**b) AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA (per gli effetti topografici di superficie) legata alla focalizzazione delle onde sismiche in corrispondenza di creste e scarpate.**

L'amplificazione topografica ovvero la focalizzazione (o concentrazione) delle onde sismiche in corrispondenza di creste, cime o cigli di scarpata è un fenomeno ampiamente documentato. L'amplificazione topografica è massima in corrispondenza di linee di cresta/cigli di scarpata e poi decresce con modelli complessi allontanandoci da esse. L'amplificazione del segnale sismico per motivi topografici è un tipico effetto tridimensionale; è in genere più bassa rispetto a quella litologico-stratigrafica ed è influenzata sensibilmente dalla direzione di provenienza del segnale.

Convenzionalmente, secondo la normativa tecnica italiana (NTC 2018), gli elementi geomorfologici (*naturali o artificiali*) di altezza > 30 metri, per i quali si stima una possibile amplificazione sismica topografica sono:

a) creste con larghezza alla sommità sensibilmente inferiore rispetto alla base;

b) cigli di scarpata, orli di terrazzo, nicchie di distacco di fenomeni di frana importanti, orli di scarpata di degradazione e rotture di pendenza generiche.

c) cime isolate o guglie.

**Tanto premesso e considerato che l'area in esame sotto il profilo degli scenari di pericolosità sismica locale (riportati in grassetto) valutati sulla base degli effetti di:**

- **Instabilità** - non è caratterizzata da movimenti franosi attivi o quiescenti e non è compresa tra le zone potenzialmente franose o esposte al rischio di frana;

- **liquefazioni** - non è soggetta a liquefazione ;

- **amplificazioni topografiche** – non è zona con ciglio H > 30 m (scarpate con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica), ovvero zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo;

- **comportamenti differenziali** – non è zona di contatto laterale, stratigrafico e/o tettonico, tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse in termini di rigidità;

- **amplificazioni litologiche e geometriche** - è **suscettibile**, per contro, di **amplificazione sismica** in cui il moto sismico è modificato rispetto a quello atteso in condizioni ideali di suolo, a causa della differenza di impedenza sismica

esistente tra i terreni di copertura e il substrato di riferimento rigido caratterizzato da  $V_s > 800$  m/s **[Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.]**

si può classificare:

**Zona Stabile Suscettibile di Amplificazione Sismica** caratterizzata da:

**Categoria di Sottosuolo di tipo E,**

**Pendenza maggiore del 8% e minore del 15%,**

**Categoria Topografica T1,**

**Coefficiente di Amplificazione Stratigrafica  $S_S = 1,36,$**

**Coefficiente di Amplificazione Topografica  $S_T = 1,00,$**

Accelerazione Orizzontale Massima attesa:

**$a_{max} = 0,34g$  [per salvaguardia della vita SLV] e**

**$a_{max} = 0,38g$  [per prevenzione dal collasso SLC].**

**(per un esame di dettaglio vedere in merito la Carta della Zonazione in Prospettiva Sismica a scala 1:1000 di cui all'elaborato n°4.7):**

Questa classificazione concorda in linea di massima con quella allegata al PUC vigente del Comune di Benevento **(Carta della Pericolosità Sismica ottenuta con le norme previgenti al D.M. 14/09/2005 applicando il metodo di Medvedev o delle rigidità sismiche)** che prevede, per la

zona in esame, **“Pericolosità Sismica Alta”** caratterizzata da:

**Fattore di amplificazione sismica  $1,300 \leq Fa < 1,400$**

**Incremento intensità sismica locale  $1,897 \leq Nt < 2,380$**

**Accelerazione sismica orizzontale  $0,130 \leq Kt < 0,140$**

**Accelerazione amplificata superficiale  $0,455 \leq Ag < 0,490$**

dove:

**“Kt” (coefficiente di amplificazione sismica locale)** sostituisce il coefficiente **“C”** che assume per il territorio comunale di Benevento il valore di 0,100 g [ **$C = (S-2)/100$** , con **S = Grado di Sismicità = 12 ai sensi della Delibera G.R. Campania n° 5447 del 07.11.2002**].

Per quanto riguarda infine la **Classificazione del Sottosuolo ai sensi dell'O.P.C.M. 3274/2003** (di cui alla relativa Carta Tematica allegata sempre al PUC vigente del Comune di Benevento) sussiste discordanza di classificazione per la zona in esame tenuto conto che la stessa ricade nella classe di sottosuolo **“B”** dove si registrano valori della velocità equivalente delle onde di taglio **“Vs” compresi tra  $360 < vs30 \leq 800$  m/sec.**

**Il presente studio “corregge” tale classificazione rientrando la zona in esame nella classe di sottosuolo “E” ai sensi e per gli effetti delle NTC 2018.**



## **CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE**

Sulla base di quanto fin qui esposto si ritiene di aver illustrato, nelle linee generali e di locale dettaglio e conformemente a quanto previsto dalla legge Regionale n. 9 del 7.1.83 e successive modifiche ed integrazioni, gli aspetti geomorfologici, idrogeologici, geotecnici e sismici delle zone interessate dallo strumento urbanistico di cui trattasi.

Ciò sulla base del complesso di dati diagnostici a disposizione; va da se, in vista della imprevedibilità di comportamento che le formazioni esaminate hanno spesso manifestato in sede esecutiva, che gli elementi diagnostici, necessariamente puntuali e localizzati e pertanto nei limiti di una ragionevole estensione estrapolativa, dovranno essere opportunamente controllati e verificati.

A tal fine e per quanto attiene l'utilizzo geotecnico dei terreni non si pongono limitazioni di fattibilità per soluzioni di fondazioni; il dimensionamento e la scelta del tipo fondale sarà legata al riconoscimento geognostico e geotecnico e alla verifica di portanza dei terreni di appoggio, in relazione ai tassi di lavoro previsti dai progetti.

Andranno risolti problemi di portanza e di cedimenti, soprattutto differenziali, compatibili con le caratteristiche delle strutture e tenendo presente la posizione e la oscillazione di eventuali livelli idrici di substrato.

In particolare, ai fini di una corretta edificabilità delle aree, è opportuno non utilizzare direttamente, come terreni di fondazioni, i terreni contraddistinti con la sigla OL/1), ma di raggiungere con fondazioni dirette (*mediante livelli interrati*) i sottostanti sedimenti, ovvero portare ivi i carichi a mezzo fondazioni indirette.

Pertanto, nelle linee generali, se la scelta sarà orientata verso fondazioni dirette, si consiglia:

- **di scegliere un tipo di opera fondale, rigida sotto l'aspetto flessionale, al fine di evitare possibili cedimenti e/o rotture localizzate apprezzabili, per effetto delle azioni sismiche;**
- **di procedere prima dell'operazione di posa delle fondazioni, alla realizzazione di adeguati drenaggi, perimetrali ai manufatti, impostati a profondità maggiore del piano di posa, al fine di tenere il sedime fondale in assenza di acqua;**
- **di sistemare tutta l'area con opere di raccolta, di canalizzazione e di smaltimento delle acque meteoriche**

**onde evitare fenomeni irrazionali di infiltrazione alla base delle opere fondali.**

Inoltre si ritiene evidenziare, che laddove necessiti eseguire scavi di sbancamento, gli stessi provocheranno certamente una alterazione dell'equilibrio raggiunto nel tempo dai versanti.

E' consequenziale quindi che, l'utilizzo delle aree è subordinato alla realizzazione di tutte quelle opere atte a contenere le scarpate che si creeranno.

A questo proposito si consiglia di realizzare opportune opere di contenimento che rispondano ai necessari requisiti di stabilità, sia sotto l'aspetto statico in fondazione, che sotto il profilo più generale della statica "opere di contenimento/manufatti impegnati/tratte di versante sottese".

In ogni caso, le opere di contenimento devono risultare sempre completamente indipendenti da qualunque altro manufatto.

In fase di esecuzione degli scavi, atteso peraltro che trattasi di zone già urbanizzate, si dovranno adottare particolari tecnologie e magisteri tecnico esecutivi volti ad evitare pericolosi deficit di contrasto al piede con

conseguente collasso statico delle scarpate e manufatti impegnati.

Tali interventi si configurano:

- **nell'adozione di valori cautelativi di pendenza da assegnare ai fronti anche provvisori di scavo;**
- **nella realizzazione degli scavi e conseguentemente dei contenimenti a "campioni";**
- **nella realizzazione di adeguati fori drenanti al fine di evitare fenomeni di sottopressione;**
- **nella realizzazione, a tergo dei contenimenti citati, di idonei drenaggi.**

Per quanto attiene l'aspetto sismico si ritiene evidenziare che il dimensionamento e le calcolazioni delle strutture (*sia in fondazione che in elevazione*) deve tener conto del livello di sismicità precedentemente stimato e delle conseguenti norme relative alle verifiche di calcolo.

Quindi l'utilizzo dei terreni in esame, deve avvenire nel rispetto delle norme tecniche usuali, conformemente alle norme e disposizioni antisismiche, tenendo presente le caratteristiche peculiari delle edificazioni progettate.

A questo proposito si ritiene ulteriormente sottolineare per completezza di esposizione che, i risultati del presente studio non possono essere ritenuti sostitutivi (*per i singoli*

*manufatti*) dagli studi previsti dalle leggi regionali e nazionali vigenti.

Il progetto è compatibile tra le previsioni dello strumento urbanistico e la situazione geomorfologica del territorio (Norme tecniche allegate al DGR n° 634/2007, paragrafo 5.1 lettera d)”).

Tale verifica è stata condotta anche dall'esame delle tavole tecniche del P.U.C. del Comune di Benevento, approvato e vigente.

Dalla lettura delle suddette cartografie, l'intervento così come proposto risulta compatibile in funzione delle previsioni di piano. Inoltre, lo stesso comparto, riportato nella cartografia dello strumento urbanistico, è stato oggetto di verifica e di parere favorevole da parte del Genio Civile, Area Generale di Coordinamento A.G.C. 15 *Lavori pubblici, opere pubbliche, attuazione, espropriazioni*, ai sensi dell'art. 15 L.R. 07/01/1983 n. 9. Inoltre si fa presente che il punto 6.12 del D.M. 17/01/2018 dal titolo “**Fattibilità di opere su grandi aree**” definisce “**i criteri di carattere geologico e geotecnico da adottare nell'elaborazione di piani urbanistici e nel progetto di insiemi di manufatti e interventi che interessano ampie superfici, quali: nuovi insediamenti urbani civili o industriali**”

**ecc...". In questo caso** il PUA in parola non interessa affatto ampie superfici pertanto si ritiene che la fattibilità già è stata espressa con l'approvazione del PUC e allegato Studio Geologico (*parte integrante e sostanziale del PUC stesso*) da parte del Comune di Benevento .

Si evidenzia altresì quanto segue:

- dal punto di vista dell'idrologia sotterranea, non si rilevano falde idriche superficiali presenti a profondità tale da interferire con le strutture e gli interventi previsti;
- sotto il profilo geomorfologico ed idraulico l'area si può classificare a bassissima e/o nulla pericolosità. La zona è esente, allo stato, da specifica pericolosità geomorfologica ed idraulica, per le quali i processi morfoevolutivi, le condizioni morfologiche e morfometriche, nonché le caratteristiche fisiche dei terreni non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di condizioni di pericolosità;
- sotto l'aspetto della stabilità globale, come già evidenziato, nell'area di interesse (*già urbanizzata*) non si sono rilevati fenomeni di dissesto in atto tali da indicare negativi aspetti morfoevolutivi in seno ai terreni interessati. Sotto il profilo della stabilità, la zona, può essere così distinta: **area sub pianeggiante, stabile, caratterizzata da assenza di dissesti in atto o potenziali e da fenomeni**

**morfogenetici a rapida evoluzione e non assoggettabile a fenomeni di alluvionamento da parte delle acque selvagge di origine meteorica.** A conferma di quanto esposto è stata riportata lo stralcio della carta rischio frane (Autorità Bacino Liri Garigliano Volturno);

- Il lotto oggetto di PUA è attualmente un luogo già antropizzato, con accesso diretto da via San Leucio. Trattasi di un'area semipianeggiante che non necessita di rilevanti opere di sbancamento e/o di opere che possano riguardare procedimenti costruttivi di particolare onerosità. Non ci saranno modifiche alla circolazione delle acque superficiali, in quanto la stessa area è già urbanizzata e servita da tutti i sottoservizi.

**Sulla base di tali considerazioni e nel rispetto di tali considerazioni e prescrizioni, si può pertanto concludere, in ultima sintesi, che non sussistono preclusioni di ordine geologico tecnico sulla destinazione d'uso delle aree come sopra previste. Si esprime parere favorevole alla fattibilità dell'opera, così come prevista, in relazione alla stabilità d'insieme e non si ravvisano, allo stato, eventuali effetti dannosi derivanti dalla costruzione delle opere stesse.**

- Dott. Geol. Fioravante BOSCO -



## ALLEGATO N° 1

### VERIFICHE DI STABILITA'

Si premette quanto segue:

il grado di stabilità di una scarpata può essere definito come rapporto tra il momento ribaltante, dovuto alle forze che tendono a far franare la scarpata, e il momento stabilizzante delle forze che si oppongono a tale tendenza.

Quando non esistono piani preferenziali di scorrimento, i movimenti avvengono, in genere lungo superfici cilindriche a direttrice circolare, ovvero in sezione, lungo archi di cerchio.

La porzione di terreno ricadente al di sopra del cerchio si sposta da monte a valle rispetto al terreno sottostante, che rimane fermo.

La porzione in movimento va però divisa in due parti, di cui quella lato monte, rispetto alla verticale passante per il centro, favorisce il movimento e quella lato valle lo contrasta.

Il momento ribaltante ( $M_r$ ) è, dunque, rappresentato dalla differenza fra il momento delle forze peso della parte a monte della verticale, e quello delle forze della parte a valle:

$$M_r = (P_1 \times d_1) - (P_2 \times d_2)$$

dove  $P_1$  e  $P_2$  sono le risultanti delle forze peso delle due parti e  $d_1$  e  $d_2$  i relativi bracci rispetto al centro  $\theta$ .

Per quanto riguarda il momento stabilizzante ( $M_s$ ), esso è dovuto alle resistenze offerte dall'attrito e dalla coesione del terreno che, all'atto del movimento, si sviluppano lungo l'arco di cerchio.

Su ogni elemento ( $ds$ ) dell'arco di cerchio le forze resistenti sono tangenti al cerchio; non altrettanto è però la risultante, che si trova ad una distanza ( $R'$ ) maggiore di ( $R$ ) e pari a:

$$R' = (Rb) / (\text{sen}b)$$

Supponendo comunque, per semplicità, che tale risultante sia tangente al cerchio, può porsi:

$$M_s = T \times R$$

In definitiva, quindi il grado di stabilità di una scarpata si può esprimere:

$$n = M_s / M_r = (T \times R) / (P_1 \times d_1) - (P_2 \times d_2)$$

Ovviamente per un terreno pianeggiante, qualunque ne sia la natura e le caratteristiche meccaniche, la stabilità è infinita, in quanto risulta nullo il momento ribaltante.

Quindi perchè, si verifichi il franamento di una scarpata che si mostrava stabile, devono intervenire o riduzioni del momento stabilizzante o incrementi del momento ribaltante o variazioni, nei sensi anzidetti e contemporanei, dei due momenti.

Tanto premesso, sono state condotte, sulla base di una sezione tipo, verifiche di stabilità analizzando per successive fasi di calcolo, l'interazione



tra le forze di spinta attiva e le resistenze passive che si oppongono allo scivolamento. Si è adottato il procedimento pseudostatico di verifica di Bishop semplificato che valuta l'equilibrio alla traslazione in base alla proiezione di tutte le forze in gioco sull'asse orizzontale.

Si è ipotizzato che la legge tensione deformazioni del terreno sia del tipo rigido plastico, che il fenomeno sia riconducibile ad uno schema piano, che la superficie di rottura e/o di scorrimento sia assimilabile ad un cerchio, che il movimento interessi contemporaneamente l'intera superficie e che le reazioni normali alle facce laterali dei conci risultano uguali.

L'azione sismica è stata rappresentata da un'azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso  $W$  del volume di terreno potenzialmente instabile.

Tale forza dipende dalle caratteristiche del moto sismico atteso nel volume di terreno potenzialmente instabile e dalla capacità di tale volume di subire spostamenti senza significative riduzioni di resistenza.

Le componenti orizzontale e verticale di tale forza sono espresse come:

$$F_h = k_h \times W \quad \text{e} \quad F_v = k_v \times W$$

con  $k_h$  e  $k_v$  rispettivamente pari ai coefficienti sismici orizzontale e verticale:

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{\max}}{g}$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h \quad \text{dove:}$$

$\beta_s$  = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

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

$g$  = accelerazione di gravità.

L'accelerazione massima attesa al sito è stata valutata con la relazione:

$$a_{\max} = S \cdot a_g = (S_S \cdot S_T) \cdot a_g \quad \text{dove:}$$

$S$  = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica ( $S_S$ ) e dell'amplificazione topografica ( $S_T$ );

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima attesa su un sito di riferimento rigido.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	$\beta_s$	$\beta_s$
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,30	0,28
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,27	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,20

Tab. 7.11.I - Norme Tecniche 2018

**Risposta Sismica Locale****Comune:** Benevento**Località:** Via San Leucio**Latitudine** = 41,1175275190309**Longitudine** = 14,7726681667312**Vita nominale** VN = 50 anni**Coefficiente d'uso** CU = 1**Categoria sottosuolo** = E**Categoria topografica** = T1**Accelerazione orizzontale** ag = 0,250 g [per stato limite **SLV**]**Coefficiente di Amplificazione Stratigrafica** Ss = 1,36**Coefficiente di Amplificazione Topografica** St = 1,0**Accelerazione orizzontale massima** amax = ag x St x Ss = 0,34g**Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito** βs = 0,28**Coefficienti sismici**

$$k_h = \beta_s (a_{max} / g) = 0,28 * (0,34g/g) = \mathbf{0,095}$$

$$k_v = \pm 0,5 k_h = \pm 0,5 * 0,099 = \pm \mathbf{0,048}$$

Il metodo di calcolo utilizzato è quello di Bishop con superfici di rottura circolari, applicato seguendo l'Approccio 1 combinazione 2 (M2+A2+R2)  
Verifica allo SLU per Stato Limite Ultimo di salvaguardia della Vita (SLV)

Quanto detto si traduce nella seguente formulazione:

$$F = \frac{\sum_{i=1}^n [c_i \cdot b + (W_i(1 - k_v) - u_i \cdot b) \tan \phi_i] \frac{\sec \alpha_i}{1 + \tan \phi_i \tan \alpha_i}}{\sum_{i=1}^n W_i \left[ \frac{(1 - k_v) \sin \alpha_i + k_h \cdot d_{hi}}{R} \right]} \quad \text{dove:}$$

$n$  = numero di conci in cui è suddiviso il pendio

$c_i$  = coesione alla base del concio i-esimo

$b$  = larghezza del concio

$W_i$  = peso del concio i-esimo

$u_i$  = pressione interstiziale alla base del concio i-esimo.

$\phi_i$  = angolo di attrito interno del terreno alla base del concio i-esimo.

$\alpha_i$  = inclinazione alla base del concio i-esimo.

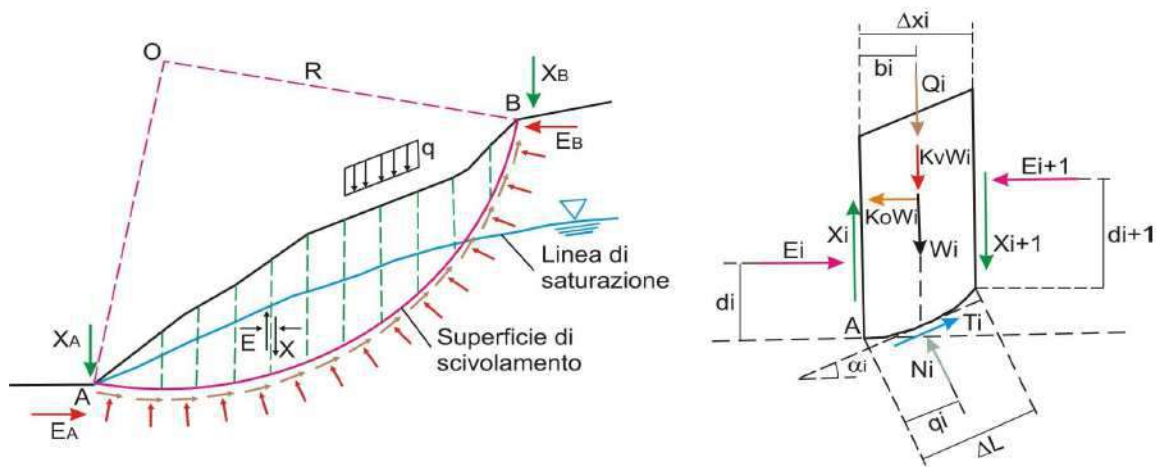
$K_v$  = coefficiente sismico verticale.

$K_h$  = coefficiente sismico orizzontale.

$R$  = raggio del cerchio di scivolamento.

$D_{hi}$  = distanza verticale del profilo superiore del concio i-esimo dal centro della superficie di scivolamento.

Tale espressione del coefficiente di sicurezza  $F$  risulta in forma implicita, pertanto viene risolta in via iterativa.



Dai valori desunti (vedere in merito le schede di calcolo allegate) si sono ottenuti, nelle condizioni ipotizzate valori dei coefficienti di sicurezza indicativi di accettabilità dell'equilibrio ammesso.

Comune di Bagnone, Prot. N. 0095655 del 15/04/2019, intero

## DETERMINAZIONE PARAMETRI SISMICI (D.M. 17/01/2018)

<b>Sito</b>	latitudine: .....	41,1175275190384	Tipo di elaborazione: Stabilità Pendii
	longitudine: .....	14,7726671667539	<b>Coordinate ED50</b> <b>latitudine: 41,1175275190384</b> <b>longitudine: 14,7726671667539</b>
	Classe: .....	2	
	Vita nominale: .....	50	
<b>Siti di riferimento</b>			
	Sito 1 .....	ID: 31876	Lat: 41,1280      Lon: 14,7513
	Sito 2 .....	ID: 31877	Lat: 41,1273      Lon: 14,8177
	Sito 3 .....	ID: 32099	Lat: 41,0773      Lon: 14,8167
	Sito 4 .....	ID: 32098	Lat: 41,0780      Lon: 14,7504
<b>Parametri sismici</b>			<b>Coordinate WGS84</b> <b>latitudine: 41.116538</b> <b>longitudine: 14.771803</b>
	Categoria sottosuolo: .....	E	
	Categoria topografica: .....	T1	
	Periodo di riferimento: .....	50anni	
	Coefficiente cu: .....	1	
<b>SLO:</b>	Probabilità di superamento: .....	81	% <b>Operatività (SLO)</b>
	Tr: .....	30	[anni]
	ag: .....	0,062	[g]
	Fo: .....	2,384	
	Tc*: .....	0,279	[s]
<b>SLD:</b>	Probabilità di superamento: .....	63	% <b>Danno (SLD)</b>
	Tr: .....	50	[anni]
	ag: .....	0,082	[g]
	Fo: .....	2,341	
	Tc*: .....	0,294	[s]
<b>SLV:</b>	Probabilità di superamento: .....	10	% <b>Salvaguardia vita (SLV):</b>
	Tr: .....	475	[anni]
	ag: .....	0,250	[g]
	Fo: .....	2,316	
	Tc*: .....	0,368	[s]
<b>SLC:</b>	Probabilità di superamento: .....	5	% <b>Prevenzione collasso (SLC):</b>
	Tr: .....	975	[anni]
	ag: .....	0,338	[g]
	Fo: .....	2,354	
	Tc*: .....	0,389	[s]
<b>Coefficienti Sismici</b>			<b>Spostamenti e velocità orizzontale max</b>
<b>SLO:</b>	Ss: .....	1,6	Spostamento orizzontale max
	Cc: .....	1,92	dg [cm] 2,41
	St: .....	1	Velocità orizzontale max
	Amax: .....	0,966	vg [cm/sec] 8,33
	Kh: .....	0,02	
	Kv: .....	0,01	
	Beta: .....	0,2	
<b>SLD:</b>	Ss: .....	1,6	Spostamento orizzontale max
	Cc: .....	1,88	dg [cm] 3,43
	St: .....	1	Velocità orizzontale max
	Amax: .....	1,29	vg [cm/sec] 11,37
	Kh: .....	0,026	
	Kv: .....	0,013	
	Beta: .....	0,2	
<b>SLV:</b>	Ss: .....	1,36	Spostamento orizzontale max
	Cc: .....	1,72	dg [cm] 13,71
	St: .....	1	Velocità orizzontale max
	Amax: .....	3,337	vg [cm/sec] 33,74
	Kh: .....	0,095	
	Kv: .....	0,048	
	Beta: .....	0,28	
<b>SLC:</b>	Ss: .....	1,13	Spostamento orizzontale max
	Cc: .....	1,68	dg [cm] 18,05
	St: .....	1	Velocità orizzontale max
	Amax: .....	3,741	vg [cm/sec] 39,14
	Kh: .....	0,107	
	Kv: .....	0,053	
	Beta: .....	0,28	

**SUOLO DI FONDAZIONE CATEGORIA E  
CATEGORIA TOPOGRAFICA T1**

# MacStARS W – Rel. 3.0

Stability Analysis of Slopes and Walls

Progetto...: PUA – Comparto TU42D2 – Via San Leucio

Sezione...: unica

Località...: Benevento – Via San Leucio

Committente: Guerrera Luciano procuratore germani Galliano

Verifiche in accordo alla normativa : **Norme tecniche per le costruzioni D.M. 17/01/2018**  
**Verifiche nei confronti dello SLU [SLV]**

## CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

### Terreno : A (OL/1A)

Descrizione :

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 00.00

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito.....[°].....: 28.25

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole

Peso dell'unità di volume.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 19.08

### Terreno : B (OL/1B)

Descrizione :

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 9,27

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito.....[°].....: 25,13

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole

Peso dell'unità di volume.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 17.86

### Terreno : C (OL/2A)

Descrizione :

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 20,36

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito.....[°].....: 21,23

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole

Peso dell'unità di volume.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 18.50

### Terreno : D (OL/2B)

Descrizione :

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 22.53

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito.....[°].....: 19,84

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole

Peso dell'unità di volume.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 19.60

## PROFILI STRATIGRAFICI

### Strato: A1

Descrizione:

Terreno : A

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
214.54	41.37	225.27	48.38	297.42	50.88		

**Strato: B1**

Descrizione:

Terreno : B

X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]
0.00	33.88	200.00	38.88	214.54	41.37	253.79	47.07
297.42	50.88	303.00	55.58	317.57	55.84	395.81	69.10
414.83	69.39	422.11	74.30	444.24	76.85	474.60	81.72

**Strato: C1**

Descrizione:

Terreno : C

X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]
0.00	29.00	200.00	35.35	253.79	44.87	303.00	47.40
444.24	67.41	474.60	81.72	604.80	102.58		

**Strato: D1**

Descrizione:

Terreno : D

X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]
0.00	22.85	200.00	31.00	444.24	60.24	529.60	81.54
604.80	94.42						

**PROFILI FALDE FREATICHE**

**Falda: F1**

Descrizione:

X [m]	Y [m]	Y [m]	P [kN/m <sup>2</sup> ]	X [m]	Y [m]	Y [m]	P [kN/m <sup>2</sup> ]
0.00	18.86			604.80	22.50		

**CARICHI**

**Sisma :**

Accelerazione max = 0.34 [g]

Rapporto accelerazione verticale su orizzontale = 0,505

**VERIFICHE**

**Verifica di stabilità globale :**

Combinazione di carico : **A2 + M2 + R2 [SLU a Salvaguardia della Vita SLV]**

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.112

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
180.00	400.00	250.00	600.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		10	
Numero totale superfici di prova.....:		210	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		3.00	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

Fattore	Classe
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.40	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità

**SUPERFICI CRITICHE**

n°	Fs	Xc	Yc	R
1	1.656	302.12	141.83	128.29
2	1.639	307.23	141.37	122.99
3	1.633	311.43	144.24	127.92
4	1.627	317.20	121.82	104.54
5	1.627	314.70	138.88	126.22
6	1.625	309.89	146.16	128.36
7	1.623	309.18	146.27	127.99
8	1.593	323.89	128.54	114.03
9	1.586	304.89	132.54	131.20
10	1.581	321.17	135.44	122.66
11	1.576	327.06	126.73	109.28
12	1.574	327.49	126.48	109.41
13	1.556	315.62	141.65	137.30
14	1.543	307.77	171.27	155.06
15	1.529	297.84	136.72	135.62
16	1.524	317.73	146.67	142.37
17	1.524	303.55	153.07	145.44
18	1.521	326.38	140.73	130.08
19	1.515	309.13	151.86	127.36
20	1.499	318.57	129.80	105.79
21	1.495	335.99	133.76	120.58
22	1.491	289.15	133.41	133.10
23	1.488	290.67	133.63	134.33
24	1.486	329.56	146.47	136.41
25	1.466	335.79	143.61	133.08
26	1.460	341.54	138.93	128.16
27	1.458	323.17	159.74	155.63
28	1.457	327.17	146.79	124.38
29	1.452	332.23	154.92	149.95
30	1.449	343.53	140.81	130.90
31	1.447	335.20	147.58	130.12
32	1.445	282.26	175.69	162.06
33	1.444	287.61	136.30	139.71
34	1.444	316.37	150.73	152.21
35	1.444	279.90	186.06	169.73
36	1.442	287.53	239.26	206.77
37	1.442	282.19	209.46	187.41
38	1.434	314.14	192.73	168.74
39	1.433	326.62	173.55	155.19
40	1.431	318.90	151.28	154.36
41	1.424	335.01	162.35	151.75
42	1.417	301.63	142.74	148.53
43	1.414	333.64	158.06	161.65
44	1.413	291.65	146.59	149.86
45	1.408	335.52	166.93	150.40
46	1.408	312.47	178.77	171.21
47	1.406	306.60	186.08	155.18
48	1.404	320.75	159.17	161.36
49	1.402	282.94	145.16	148.32
50	1.401	324.93	186.37	164.75
51	1.400	287.03	144.07	150.42
52	1.399	338.79	166.73	163.00
53	1.396	308.23	206.91	192.43
54	1.385	333.13	188.25	170.91
55	1.385	302.75	152.72	156.44
56	1.384	338.47	163.88	169.17

---

57	1.382	302.51	154.49	157.58
58	1.381	149.40	1080.21	1042.15
59	1.381	342.40	169.44	167.45
60	1.380	337.01	183.56	169.44
61	1.374	316.76	155.77	162.47
62	1.373	288.30	249.50	226.58
63	1.372	321.68	230.22	212.52
64	1.372	279.15	301.02	268.98
65	1.368	349.21	167.81	159.91
66	1.367	278.92	207.98	196.34
67	1.367	304.97	156.79	160.94
68	1.365	330.26	161.48	169.60
69	1.365	314.03	203.11	173.71
70	1.356	361.26	162.03	158.43
71	1.351	363.91	162.04	160.31
72	1.345	312.29	155.11	164.81
73	1.340	303.91	152.85	162.93
74	1.339	300.02	159.97	165.33
75	1.336	363.08	168.03	169.65
76	1.331	301.20	241.27	203.81
77	1.330	207.52	762.50	723.06
78	1.321	364.08	179.19	172.92
79	1.318	234.36	558.57	520.05
80	1.315	323.77	201.25	172.75
81	1.309	345.66	226.55	209.76
82	1.309	330.36	251.05	227.61
83	1.306	305.20	204.45	198.68
84	1.301	311.66	161.11	174.25
85	1.298	302.77	318.78	287.10
86	1.298	364.87	191.08	187.72
87	1.298	290.80	200.56	196.42
88	1.295	366.79	185.67	190.46
89	1.295	358.19	183.89	197.27
90	1.294	300.74	166.58	176.11
91	1.294	359.64	183.10	197.74
92	1.294	358.50	203.65	198.49
93	1.290	309.60	307.63	284.45
94	1.279	375.58	190.10	194.17
95	1.274	341.22	175.21	193.50
96	1.265	335.59	232.39	228.49
97	1.264	313.42	325.21	306.23
98	1.263	325.64	181.20	192.89
99	1.262	344.61	178.94	198.54
100	1.261	239.19	557.10	521.06
101	1.258	372.86	202.79	212.61
102	1.258	270.28	569.89	523.29
103	1.256	367.17	217.04	219.48
104	1.256	304.07	188.95	195.10
105	1.255	319.28	177.49	191.28
106	1.252	340.65	229.47	228.87
107	1.246	375.56	242.04	230.09
108	1.240	374.66	227.01	226.84
109	1.239	342.30	245.28	242.96
110	1.239	309.15	274.76	235.51
111	1.237	343.80	196.30	210.55
112	1.233	371.00	214.16	228.08
113	1.232	376.07	254.92	245.62
114	1.230	382.32	251.77	241.92
115	1.230	321.63	193.86	205.01

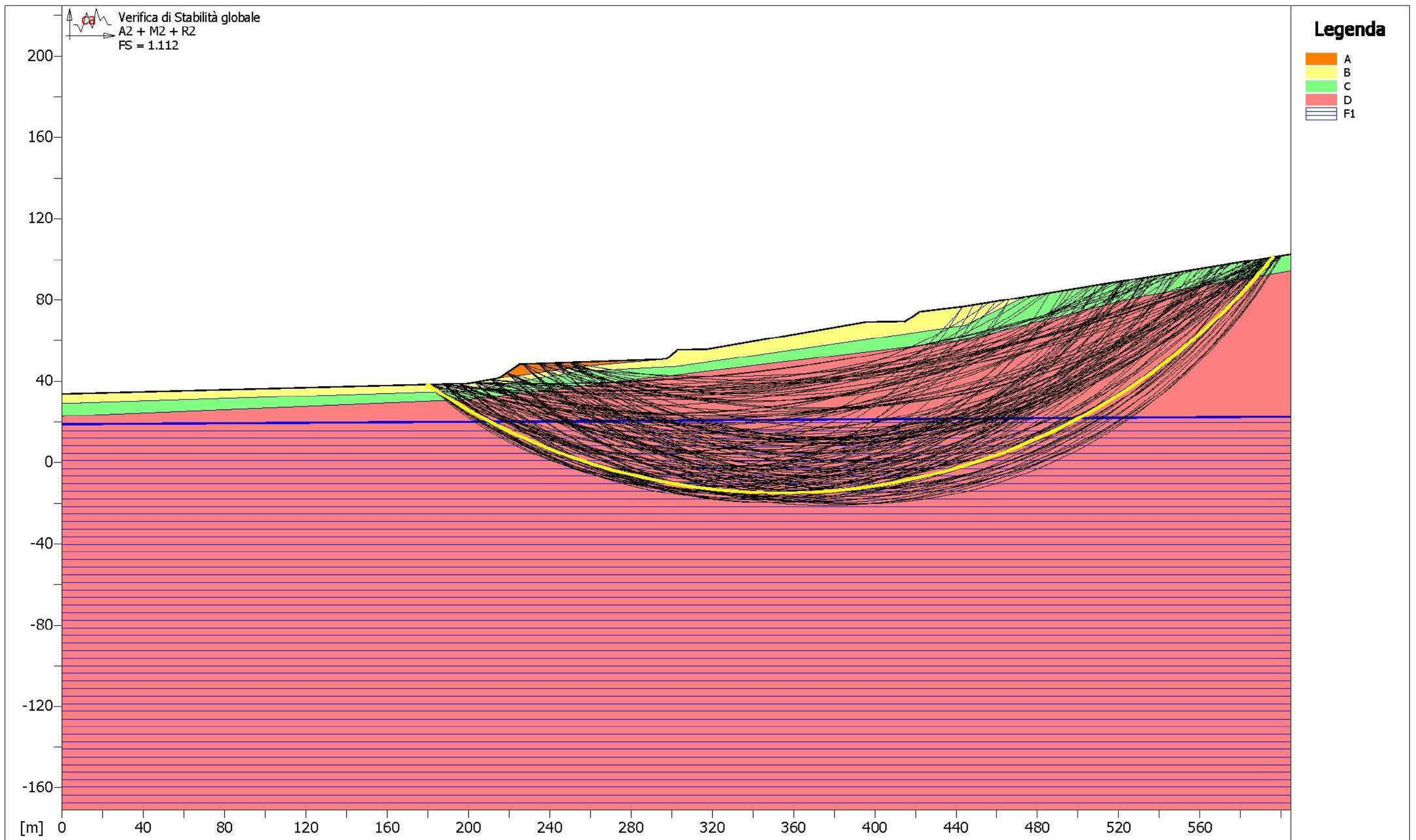


---

116	1.229	366.16	291.58	280.32
117	1.224	302.83	340.78	326.39
118	1.224	384.70	217.99	231.79
119	1.220	379.41	214.00	233.66
120	1.220	400.53	213.99	228.68
121	1.220	391.91	212.82	233.08
122	1.219	335.32	307.92	278.15
123	1.219	398.15	227.89	232.09
124	1.218	329.47	190.09	207.44
125	1.217	326.37	196.03	209.76
126	1.216	370.71	311.06	299.54
127	1.216	399.89	219.03	231.91
128	1.216	318.35	224.99	227.59
129	1.212	396.14	242.47	242.27
130	1.212	386.84	227.57	240.31
131	1.212	389.61	230.85	239.28
132	1.212	387.96	279.94	268.81
133	1.212	377.72	290.32	280.91
134	1.211	381.42	294.41	282.17
135	1.211	320.15	323.94	288.28
136	1.210	388.98	251.52	250.13
137	1.209	361.57	368.75	354.52
138	1.208	391.65	224.28	241.13
139	1.208	306.73	423.81	405.72
140	1.208	308.77	443.14	422.27
141	1.208	329.62	255.04	220.67
142	1.207	367.78	214.89	234.22
143	1.206	292.33	469.16	445.18
144	1.204	389.38	233.24	246.23
145	1.204	385.92	321.28	304.11
146	1.204	384.21	223.49	243.86
147	1.204	335.07	371.26	357.00
148	1.202	342.28	205.16	221.84
149	1.201	347.22	407.89	391.53
150	1.200	298.47	470.35	445.74
151	1.199	366.65	355.50	344.58
152	1.198	367.45	333.36	325.08
153	1.198	368.40	309.38	304.41
154	1.197	280.78	518.44	490.52
155	1.197	324.05	266.86	229.88
156	1.196	343.05	312.49	282.16
157	1.195	307.47	342.48	300.68
158	1.193	376.53	259.08	266.50
159	1.192	323.72	205.32	220.28
160	1.191	286.39	574.57	539.06
161	1.191	335.20	279.14	245.18
162	1.189	341.49	363.80	352.55
163	1.187	348.39	476.64	451.41
164	1.187	341.87	405.20	374.91
165	1.185	349.36	212.04	231.68
166	1.185	360.77	271.15	274.72
167	1.184	329.42	232.70	240.31
168	1.183	347.42	217.39	234.45
169	1.182	366.80	249.88	260.69
170	1.181	359.59	226.78	243.94
171	1.181	327.98	249.12	252.95
172	1.181	330.93	515.36	492.71
173	1.180	376.45	230.84	251.90
174	1.178	311.73	550.39	528.68

---

175	1.175	287.59	607.68	574.44
176	1.174	319.36	309.50	304.83
177	1.174	251.65	762.50	727.66
178	1.174	327.92	218.94	233.42
179	1.173	322.22	547.95	524.69
180	1.171	369.69	396.31	369.99
181	1.170	326.93	227.65	239.61
182	1.170	330.54	272.74	274.26
183	1.169	344.46	248.63	257.33
184	1.169	339.28	354.38	346.79
185	1.167	238.50	940.27	901.51
186	1.166	345.10	370.68	337.76
187	1.166	370.17	410.36	383.37
188	1.164	341.96	398.58	388.45
189	1.163	333.17	383.88	374.67
190	1.163	234.56	995.94	957.00
191	1.161	370.96	287.18	293.71
192	1.159	343.56	361.56	355.11
193	1.155	334.24	230.66	246.50
194	1.154	280.39	731.27	698.86
195	1.154	369.62	246.99	265.94
196	1.151	331.02	253.64	262.95
197	1.149	347.72	351.86	348.11
198	1.149	282.04	787.38	752.06
199	1.148	291.37	738.43	707.48
200	1.146	287.58	818.06	781.03
201	1.144	272.90	848.42	814.31
202	1.142	260.48	964.94	927.25
203	1.135	335.29	318.82	320.57
204	1.129	337.90	318.02	321.14
205	1.126	365.90	269.67	286.93
206	1.119	352.85	309.73	317.46
207	1.118	346.17	581.45	542.53
208	1.118	323.62	695.05	652.47
209	1.115	345.39	554.95	514.63
210	1.112	353.85	295.62	310.48



# MacStARS W – Rel. 3.0

Stability Analysis of Slopes and Walls

Progetto...: PUA – Comparto TU42D2 – Via San Leucio

Sezione...: unica

Località...: Benevento – Via San Leucio

Committente: Guerrera Luciano procuratore germani Galliano

Verifiche in accordo alla normativa : **Norme tecniche per le costruzioni D.M. 17/01/2018**  
**Verifiche nei confronti dello SLU [SLV]**

## CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

**Terreno : A (OL/1A)** Descrizione :  
 Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace  
 Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 00.00  
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio  
 Angolo d'attrito.....[°].....: 28.25  
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole  
 Peso dell'unità di volume.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 19.08

**Terreno : B (OL/1B)** Descrizione :  
 Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace  
 Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 9,27  
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio  
 Angolo d'attrito.....[°].....: 25,13  
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole  
 Peso dell'unità di volume.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 17.86

**Terreno : C (OL/2A)** Descrizione :  
 Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace  
 Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 20,36  
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio  
 Angolo d'attrito.....[°].....: 21,23  
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole  
 Peso dell'unità di volume.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 18.50

**Terreno : D (OL/2B)** Descrizione :  
 Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace  
 Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 22.53  
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio  
 Angolo d'attrito.....[°].....: 19,84  
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole  
 Peso dell'unità di volume.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 19.60

## PROFILI STRATIGRAFICI

**Strato: A1** Descrizione:  
 Terreno : A

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
214.54	41.37	225.27	48.38	297.42	50.88		

**Strato: B1**

Descrizione:

Terreno : B

X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]
0.00	33.88	200.00	38.88	214.54	41.37	253.79	47.07
297.42	50.88	303.00	55.58	317.57	55.84	395.81	69.10
414.83	69.39	422.11	74.30	444.24	76.85	474.60	81.72

**Strato: C1**

Descrizione:

Terreno : C

X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]
0.00	29.00	200.00	35.35	253.79	44.87	303.00	47.40
444.24	67.41	474.60	81.72	604.80	102.58		

**Strato: D1**

Descrizione:

Terreno : D

X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]
0.00	22.85	200.00	31.00	444.24	60.24	529.60	81.54
604.80	94.42						

**PROFILI FALDE FREATICHE**

**Falda: F1**

Descrizione:

X [m]	Y [m]	Y [m]	P [kN/m <sup>2</sup> ]	X [m]	Y [m]	Y [m]	P [kN/m <sup>2</sup> ]
0.00	18.86			604.80	22.50		

**CARICHI**

**Pressione : 1**

Descrizione :

Classe : Permanente - sfavorevole

Intensità.....[kN/m<sup>2</sup>]...= 98.00      Inclinazione.....[°]...= 0.00

Ascissa.....[m] : Da = 236.70 To = 250.59

**Pressione : 2**

Descrizione :

Classe : Permanente - sfavorevole

Intensità.....[kN/m<sup>2</sup>]...= 98.00      Inclinazione.....[°]...= 0.00

Ascissa.....[m] : Da = 274.97 To = 294.97

**Sisma :**

Accelerazione max = 0.34 [g]

Rapporto accelerazione verticale su orizzontale = 0,505

**VERIFICHE**

**Verifica di stabilità globale :**

Combinazione di carico : **A2 + M2 + R2 [SLU a Salvaguardia della Vita SLV]**

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.121

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
180.00	400.00	250.00	600.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:	10
Numero totale superfici di prova.....:	210
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:	3.00
Angolo limite orario..... [°].....:	0.00
Angolo limite antiorario..... [°].....:	0.00

Fattore	Classe
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.40	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità

## SUPERFICI CRITICHE

n°	Fs	Xc	Yc	R
1	1.704	366.76	132.53	114.64
2	1.698	343.57	143.93	135.56
3	1.696	329.74	154.60	143.24
4	1.666	364.15	138.61	117.33
5	1.647	355.41	134.86	118.03
6	1.640	374.90	139.04	124.99
7	1.624	339.36	152.66	148.52
8	1.623	348.96	153.22	145.94
9	1.621	376.43	141.85	128.07
10	1.606	351.27	154.03	148.15
11	1.596	328.74	157.61	156.59
12	1.595	345.90	169.58	156.07
13	1.584	353.21	157.06	151.66
14	1.560	387.01	148.80	140.47
15	1.557	316.84	221.42	201.31
16	1.546	333.67	164.29	164.82
17	1.543	389.61	151.33	144.09
18	1.531	327.96	191.08	181.70
19	1.527	357.52	168.98	163.26
20	1.522	381.77	133.91	115.00
21	1.522	374.54	128.95	106.38
22	1.519	316.73	152.46	157.34
23	1.513	318.20	152.08	158.11
24	1.504	395.52	158.30	153.19
25	1.504	387.91	139.14	123.04
26	1.503	310.89	255.31	229.16
27	1.499	362.00	165.26	145.38
28	1.491	352.00	174.34	172.85
29	1.483	338.86	179.16	179.29
30	1.482	379.31	157.55	150.95
31	1.476	401.41	163.28	160.89
32	1.475	344.86	168.96	175.98
33	1.474	342.50	219.07	202.38
34	1.472	302.97	232.80	215.49
35	1.471	306.40	215.57	201.90
36	1.468	369.69	171.32	173.40
37	1.467	337.08	195.91	191.05
38	1.455	371.29	174.45	176.75
39	1.454	359.29	204.18	191.65
40	1.452	348.69	172.21	180.99
41	1.449	327.95	159.19	170.03
42	1.446	344.00	185.36	187.34

---

43	1.444	366.51	189.90	184.88
44	1.443	397.72	155.46	141.55
45	1.440	403.42	156.11	146.00
46	1.435	345.17	241.16	222.63
47	1.433	364.22	204.12	194.54
48	1.431	371.79	165.92	161.34
49	1.431	333.61	250.88	219.69
50	1.425	347.63	188.03	191.74
51	1.422	364.44	186.61	156.76
52	1.419	328.24	171.67	179.20
53	1.418	312.02	155.29	166.37
54	1.416	327.88	174.11	180.75
55	1.414	344.26	208.86	205.70
56	1.413	393.82	171.65	171.19
57	1.409	363.54	191.81	168.04
58	1.404	329.98	175.88	183.47
59	1.400	409.59	169.41	159.84
60	1.398	401.26	197.80	186.62
61	1.397	397.94	170.79	153.14
62	1.396	379.17	197.24	181.29
63	1.396	336.60	168.73	182.89
64	1.389	416.02	172.37	166.43
65	1.388	377.26	180.04	175.41
66	1.373	315.29	171.71	180.45
67	1.371	416.55	196.81	195.64
68	1.369	364.69	143.93	111.55
69	1.369	378.57	158.93	131.84
70	1.365	400.75	184.50	165.61
71	1.364	391.03	191.46	202.73
72	1.362	363.97	235.69	228.14
73	1.359	366.30	189.63	205.77
74	1.356	405.95	189.38	192.35
75	1.350	367.69	232.45	227.67
76	1.350	326.30	238.77	231.97
77	1.347	411.13	220.59	210.76
78	1.346	304.23	167.71	179.33
79	1.346	395.76	196.24	209.46
80	1.344	431.55	188.93	189.13
81	1.343	326.05	169.61	186.41
82	1.339	308.10	165.30	180.33
83	1.339	362.22	286.25	270.30
84	1.339	393.18	204.23	213.37
85	1.339	395.64	201.08	212.80
86	1.338	420.56	214.92	212.04
87	1.337	397.38	186.47	193.93
88	1.336	360.64	219.89	224.47
89	1.327	366.05	238.68	216.81
90	1.327	413.93	234.98	224.11
91	1.327	391.35	234.73	219.17
92	1.327	354.97	225.02	193.08
93	1.325	399.55	191.64	199.14
94	1.323	387.12	204.32	218.82
95	1.319	416.70	238.76	228.79
96	1.319	346.21	196.28	209.50
97	1.316	332.32	176.47	195.69
98	1.315	400.88	209.83	222.73
99	1.314	402.55	208.62	223.03
100	1.311	297.83	240.98	234.37
101	1.309	392.62	205.83	223.78

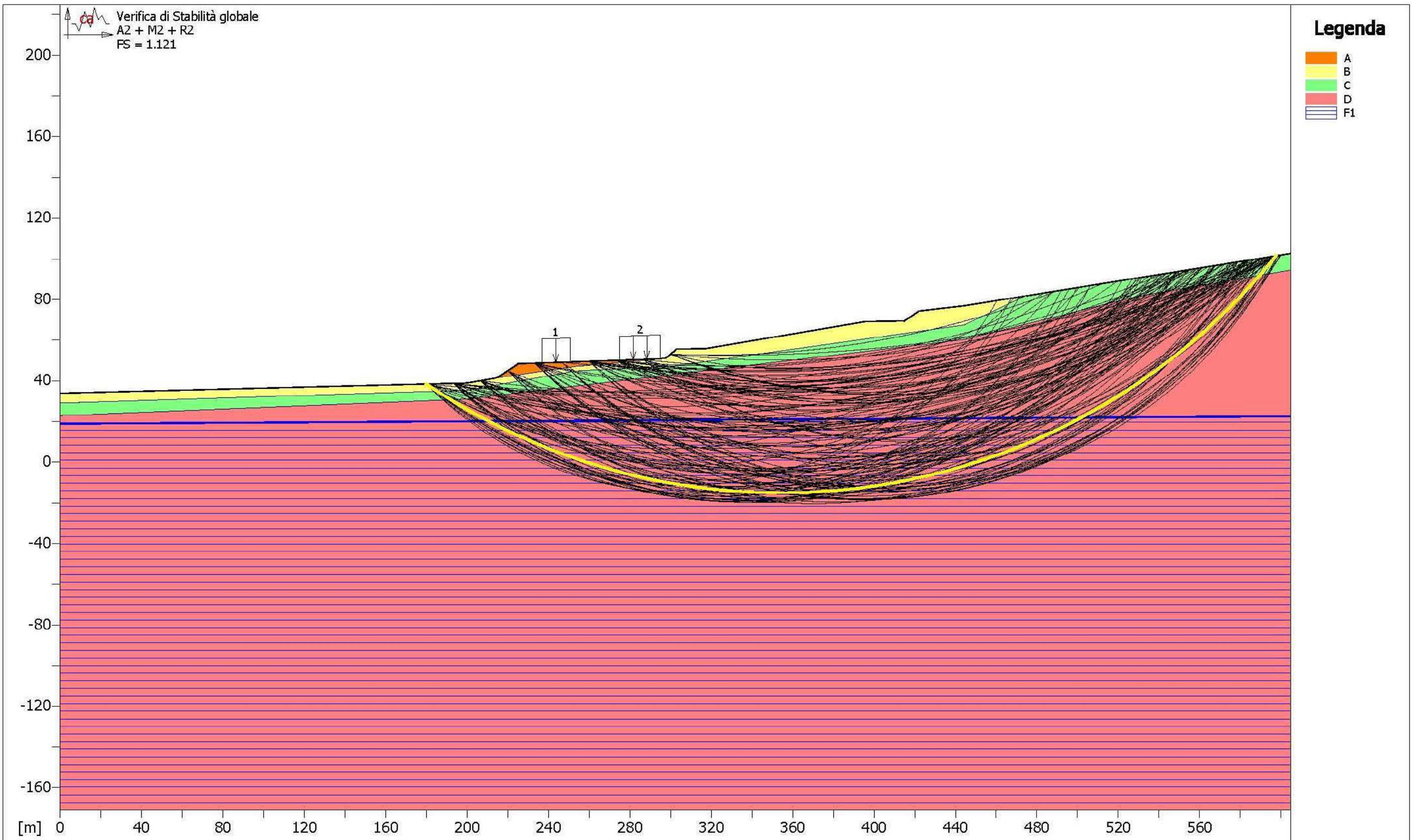
---

102	1.308	358.88	240.92	203.65
103	1.307	374.06	245.72	220.08
104	1.306	358.73	285.38	277.59
105	1.304	408.64	197.47	209.68
106	1.303	394.18	208.18	226.54
107	1.301	394.76	208.95	227.49
108	1.300	410.45	198.27	211.53
109	1.294	349.11	358.57	330.83
110	1.293	374.44	309.83	296.85
111	1.292	380.41	211.99	231.60
112	1.289	400.52	219.18	220.25
113	1.289	394.22	219.71	234.82
114	1.288	402.68	216.81	219.82
115	1.288	395.76	217.83	234.52
116	1.287	356.53	373.86	356.13
117	1.287	394.15	260.03	257.36
118	1.287	369.56	248.54	252.64
119	1.286	392.19	226.88	238.74
120	1.286	401.48	221.20	222.41
121	1.282	372.40	357.43	338.65
122	1.282	366.97	274.33	272.44
123	1.281	353.08	372.30	345.08
124	1.280	381.75	282.98	263.25
125	1.279	337.88	191.63	210.42
126	1.278	309.94	378.25	332.44
127	1.276	319.40	186.74	203.57
128	1.272	309.11	227.81	229.24
129	1.269	370.25	284.04	282.39
130	1.268	344.05	298.30	254.35
131	1.267	251.39	626.34	590.49
132	1.267	390.45	288.82	272.49
133	1.265	398.50	302.16	281.48
134	1.263	377.79	282.90	255.21
135	1.263	341.99	197.78	217.71
136	1.261	354.95	229.35	240.48
137	1.259	316.89	522.02	478.09
138	1.256	339.02	207.94	223.30
139	1.256	392.16	296.44	267.60
140	1.251	362.79	220.72	238.80
141	1.251	334.80	460.33	423.99
142	1.250	341.79	405.22	389.39
143	1.248	360.88	228.04	243.17
144	1.248	342.71	208.59	226.21
145	1.247	318.36	456.93	436.50
146	1.246	321.25	210.14	222.38
147	1.245	376.99	315.12	290.17
148	1.243	339.23	460.48	440.86
149	1.242	344.63	409.31	394.22
150	1.241	334.94	241.11	247.01
151	1.239	234.43	1152.19	1107.35
152	1.238	392.29	316.13	285.85
153	1.238	308.92	489.84	465.70
154	1.238	313.78	368.09	355.82
155	1.236	300.19	499.74	476.76
156	1.236	356.04	267.03	271.75
157	1.233	313.76	445.46	428.49
158	1.233	349.06	391.85	379.55
159	1.230	370.23	313.93	281.11
160	1.229	309.28	649.59	603.72



---

161	1.228	370.01	230.85	251.19
162	1.227	350.77	326.27	291.20
163	1.226	288.61	556.30	529.19
164	1.223	331.00	462.48	445.57
165	1.221	309.62	484.75	437.99
166	1.219	380.13	336.71	305.91
167	1.219	363.33	329.60	293.68
168	1.218	343.39	244.52	254.70
169	1.215	341.52	261.40	267.48
170	1.213	313.06	555.66	534.12
171	1.210	389.14	360.88	331.71
172	1.207	342.43	283.41	286.54
173	1.206	339.65	386.22	377.05
174	1.204	336.58	220.46	240.15
175	1.203	255.99	807.30	772.67
176	1.201	343.61	575.99	538.74
177	1.194	328.46	327.44	324.95
178	1.193	299.50	727.49	693.70
179	1.192	286.09	732.52	699.98
180	1.191	367.89	226.66	186.41
181	1.191	323.47	507.11	459.80
182	1.190	339.21	232.91	251.38
183	1.188	385.65	395.25	358.67
184	1.187	338.04	242.15	257.87
185	1.186	295.01	725.42	694.19
186	1.185	361.02	402.29	363.00
187	1.184	365.99	414.68	380.17
188	1.182	401.97	304.88	271.69
189	1.182	277.03	834.75	800.42
190	1.182	397.57	296.27	262.06
191	1.177	343.47	242.31	261.36
192	1.173	375.48	432.54	395.90
193	1.173	144.25	1936.69	1890.07
194	1.173	339.96	266.53	278.64
195	1.172	407.12	332.22	299.02
196	1.167	357.14	307.77	315.00
197	1.163	340.19	327.75	330.75
198	1.162	346.27	512.48	468.15
199	1.162	354.96	494.70	455.13
200	1.159	342.13	325.60	329.82
201	1.158	345.95	531.73	489.75
202	1.148	345.51	584.54	541.75
203	1.148	357.26	277.91	232.03
204	1.144	348.24	604.18	559.17
205	1.142	334.43	668.63	623.50
206	1.142	354.90	614.48	568.09
207	1.137	354.50	296.59	311.65
208	1.133	320.09	524.50	471.88
209	1.129	352.87	531.19	481.05
210	1.121	328.76	801.83	749.33



# MacStARS W – Rel. 3.0

Stability Analysis of Slopes and Walls

Progetto...: PUA – Comparto TU42D2 – Via San Leucio

Sezione...: unica

Località...: Benevento – Via San Leucio

Committente: Guerrera Luciano procuratore germani Galliano

Verifiche in accordo alla normativa : **Norme tecniche per le costruzioni D.M. 17/01/2018**  
**Verifiche nei confronti dello SLU [SLV]**

## CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

### Terreno : A (OL/1A)

Descrizione :

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 00.00

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito.....[°].....: 28.25

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole

Peso dell'unità di volume.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 19.08

### Terreno : B (OL/1B)

Descrizione :

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 9,27

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito.....[°].....: 25,13

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole

Peso dell'unità di volume.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 17.86

### Terreno : C (OL/2A)

Descrizione :

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 20,36

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito.....[°].....: 21,23

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole

Peso dell'unità di volume.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 18.50

### Terreno : D (OL/2B)

Descrizione :

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 22.53

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito.....[°].....: 19,84

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole

Peso dell'unità di volume.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 19.60

## PROFILI STRATIGRAFICI

### Strato: A1

Descrizione:

Terreno : A

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
214.54	41.37	225.27	48.38	297.42	50.88		

**Strato: B1**

Descrizione:

Terreno : B

X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]
0.00	33.88	200.00	38.88	214.54	41.37	253.79	47.07
297.42	50.88	303.00	55.58	317.57	55.84	395.81	69.10
414.83	69.39	422.11	74.30	444.24	76.85	474.60	81.72

**Strato: C1**

Descrizione:

Terreno : C

X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]
0.00	29.00	200.00	35.35	253.79	44.87	303.00	47.40
444.24	67.41	474.60	81.72	604.80	102.58		

**Strato: D1**

Descrizione:

Terreno : D

X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]
0.00	22.85	200.00	31.00	444.24	60.24	529.60	81.54
604.80	94.42						

**PROFILI FALDE FREATICHE**

**Falda: F1**

Descrizione:

X [m]	Y [m]	Y [m]	P [kN/m <sup>2</sup> ]	X [m]	Y [m]	Y [m]	P [kN/m <sup>2</sup> ]
0.00	18.86			604.80	22.50		

**CARICHI**

**Sisma :**

Accelerazione max = 0.34 [g]

Rapporto accelerazione verticale su orizzontale = 0,505

**VERIFICHE**

**Verifica di stabilità globale :**

Combinazione di carico : **A2 + M2 + R2 [SLU a Salvaguardia della Vita SLV]**

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.112

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
200.00	250.00	255.00	420.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		5	
Numero totale superfici di prova.....:		205	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		5.00	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

Fattore	Classe
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.40	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità

**SUPERFICI CRITICHE**

n°	Fs	Xc	Yc	R
1	6.329	253.74	60.72	12.07
2	4.336	254.28	56.86	8.74
3	3.652	246.82	109.90	61.81
4	3.622	245.13	82.72	34.76
5	3.588	257.46	80.38	32.02
6	3.051	256.34	52.11	6.96
7	3.027	255.65	57.29	9.84
8	2.911	256.96	52.71	7.78
9	2.889	237.43	146.25	98.83
10	2.888	256.59	52.86	7.52
11	2.845	256.16	56.69	9.67
12	2.799	253.07	177.07	129.21
13	2.713	256.66	55.94	9.45
14	2.697	250.74	122.14	74.52
15	2.682	256.74	56.20	9.69
16	2.649	257.26	54.49	8.96
17	2.607	258.52	54.32	9.92
18	2.590	258.35	67.06	19.68
19	2.552	257.36	55.92	9.94
20	2.550	258.80	54.70	10.36
21	2.523	257.51	56.31	10.32
22	2.382	267.97	165.67	117.81
23	2.299	248.77	56.61	13.71
24	2.296	261.20	57.07	13.67
25	2.294	261.59	57.17	14.04
26	2.280	260.18	69.91	23.05
27	2.255	249.32	57.31	14.56
28	2.253	248.11	57.96	14.02
29	2.242	247.41	65.68	19.57
30	2.228	262.56	58.23	15.45
31	2.173	260.31	63.95	17.96
32	2.139	249.30	271.14	224.26
33	2.115	261.48	60.98	16.42
34	2.114	250.77	59.62	17.12
35	2.085	264.98	60.73	18.88
36	2.042	241.31	60.93	20.69
37	2.015	253.41	61.91	20.62
38	2.001	239.50	61.94	19.97
39	1.989	241.49	62.24	21.65
40	1.983	252.78	87.98	42.05
41	1.983	255.14	63.00	22.64
42	1.974	267.60	63.65	22.74
43	1.972	268.24	63.89	23.39
44	1.951	243.01	63.44	23.60
45	1.950	256.05	64.15	24.07
46	1.933	243.31	64.05	24.22
47	1.929	252.57	65.56	22.53
48	1.911	254.72	65.47	23.97
49	1.907	239.62	77.83	33.04
50	1.894	246.37	66.09	27.87
51	1.884	256.46	66.45	25.89
52	1.862	240.25	71.19	27.58
53	1.861	266.96	88.00	42.31
54	1.847	242.40	67.92	26.30
55	1.836	245.61	67.98	28.56
56	1.834	249.54	69.28	32.35

---

57	1.811	254.49	74.28	30.62
58	1.811	260.34	131.48	85.77
59	1.802	269.77	70.92	29.34
60	1.787	248.06	70.89	32.35
61	1.778	245.66	71.06	30.81
62	1.772	268.81	74.33	31.36
63	1.757	269.22	88.19	43.43
64	1.719	245.12	89.75	46.16
65	1.716	246.75	105.37	61.16
66	1.715	245.74	77.19	35.64
67	1.701	271.87	98.10	53.53
68	1.684	249.38	78.37	38.79
69	1.651	261.06	95.86	52.62
70	1.639	242.78	67.96	40.53
71	1.630	237.64	63.10	33.46
72	1.618	232.28	57.98	26.05
73	1.603	252.26	89.32	49.33
74	1.565	238.15	65.93	35.75
75	1.561	237.15	64.95	34.35
76	1.559	239.52	67.70	37.97
77	1.553	243.83	72.83	44.64
78	1.551	248.69	78.30	51.96
79	1.549	231.57	58.84	26.09
80	1.548	260.87	93.37	57.67
81	1.543	265.77	195.61	149.50
82	1.539	259.00	84.05	63.35
83	1.533	274.14	81.89	49.37
84	1.531	273.88	82.04	49.28
85	1.466	241.74	75.37	45.11
86	1.462	278.35	87.38	56.19
87	1.456	247.88	83.19	65.24
88	1.455	261.04	108.13	69.93
89	1.451	259.31	161.35	118.24
90	1.441	278.74	89.11	57.67
91	1.439	268.88	94.82	77.93
92	1.426	232.03	63.65	29.89
93	1.425	283.84	91.61	63.08
94	1.421	228.80	64.15	38.32
95	1.419	280.55	91.31	60.50
96	1.410	232.44	69.47	44.59
97	1.405	229.86	66.30	40.54
98	1.398	285.00	94.35	65.81
99	1.394	269.67	105.85	65.50
100	1.392	269.02	115.03	73.34
101	1.389	269.09	100.89	82.38
102	1.380	276.24	101.21	87.67
103	1.377	268.25	102.49	82.99
104	1.370	283.67	105.92	82.30
105	1.352	238.71	80.26	47.18
106	1.352	260.61	96.48	83.62
107	1.338	271.16	196.90	151.87
108	1.329	292.29	93.77	61.42
109	1.327	225.01	63.25	34.92
110	1.327	236.18	81.32	55.77
111	1.327	267.46	117.61	81.36
112	1.317	278.30	140.05	95.12
113	1.317	278.44	147.50	102.30
114	1.313	296.88	116.54	99.18
115	1.311	271.92	159.93	116.34

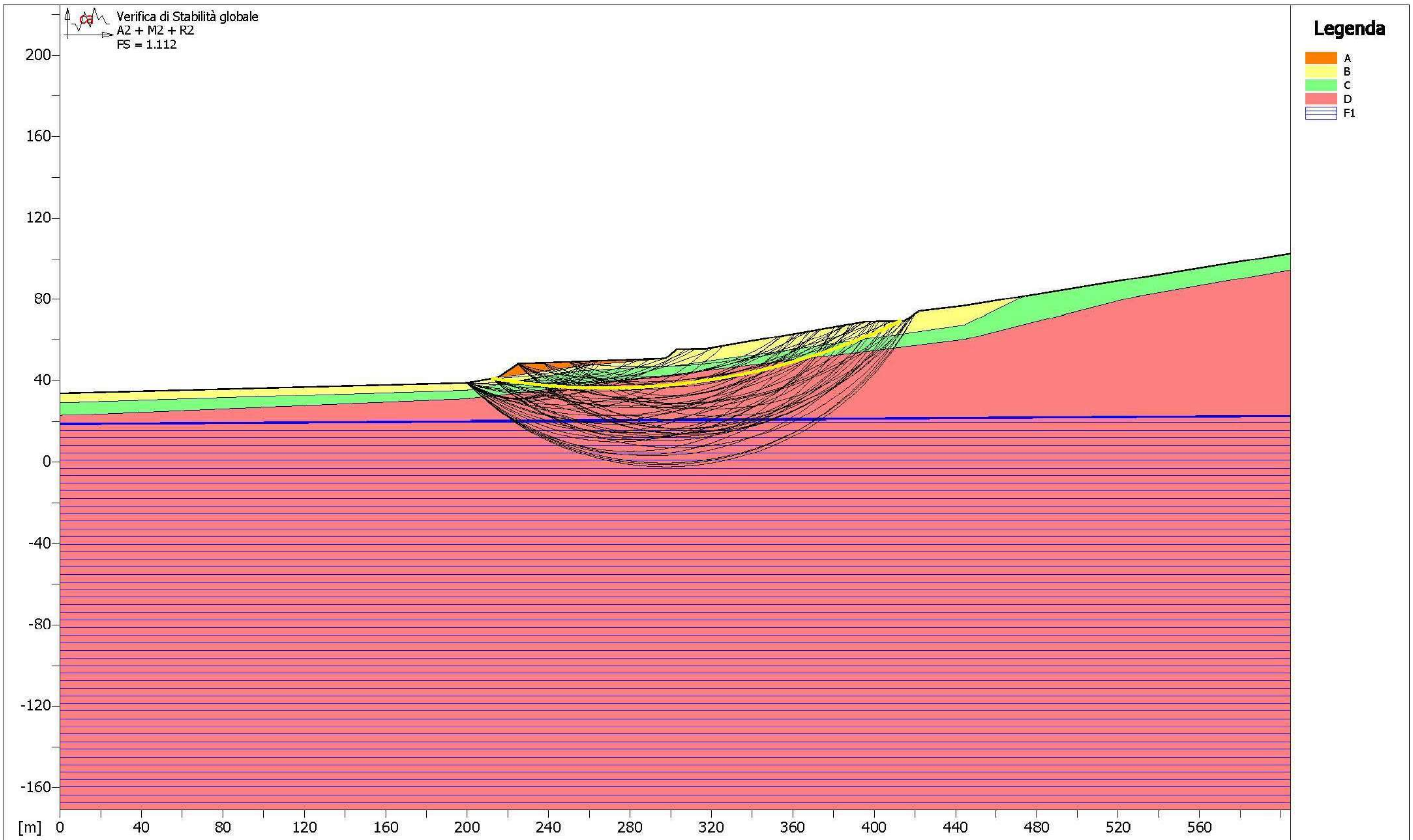
---

102	1.382	268.88	94.82	77.93
103	1.378	232.44	69.47	44.59
104	1.375	229.86	66.30	40.54
105	1.374	274.63	269.05	223.36
106	1.365	273.58	333.51	286.98
107	1.355	285.96	94.83	58.07
108	1.351	238.71	80.26	47.18
109	1.351	267.46	117.61	81.36
110	1.340	292.29	93.77	61.42
111	1.338	269.09	100.89	82.38
112	1.335	283.67	105.92	82.30
113	1.329	268.25	102.49	82.99
114	1.323	207.37	269.20	228.23
115	1.317	276.24	101.21	87.67
116	1.313	230.18	67.51	31.85
117	1.308	225.01	63.25	34.92
118	1.297	207.84	211.83	170.88
119	1.294	236.18	81.32	55.77
120	1.289	225.93	65.72	37.32
121	1.288	260.61	96.48	83.62
122	1.284	288.24	106.91	77.14
123	1.274	229.43	69.70	33.30
124	1.266	293.31	117.45	97.26
125	1.264	271.68	113.21	93.35
126	1.263	296.88	116.54	99.18
127	1.256	305.97	114.34	94.78
128	1.254	293.55	111.50	84.10
129	1.254	291.72	111.48	82.87
130	1.251	231.16	182.65	142.86
131	1.251	270.83	115.64	94.71
132	1.250	298.31	118.52	101.59
133	1.248	238.78	92.15	65.89
134	1.243	242.17	100.24	74.46
135	1.230	241.77	175.47	137.60
136	1.229	248.73	105.40	82.46
137	1.228	226.84	72.11	42.72
138	1.227	282.00	115.92	102.18
139	1.227	228.30	75.08	45.95
140	1.222	302.35	122.79	107.45
141	1.220	258.35	111.96	93.51
142	1.216	251.55	110.06	87.89
143	1.209	304.36	124.85	110.33
144	1.206	289.26	156.03	113.78
145	1.205	315.65	123.59	108.17
146	1.204	259.00	116.32	97.36
147	1.198	241.93	225.64	186.96
148	1.194	286.20	121.40	109.06
149	1.192	206.31	199.91	161.15
150	1.189	286.67	134.89	99.14
151	1.189	220.36	271.34	233.35
152	1.187	304.17	131.57	114.97
153	1.182	225.08	73.55	42.80
154	1.179	224.23	71.95	40.99
155	1.178	278.93	158.54	122.81
156	1.176	223.46	70.50	39.37
157	1.176	301.15	119.97	87.29
158	1.175	276.96	225.67	184.92
159	1.174	287.74	346.94	300.08
160	1.170	232.30	95.23	64.95

---

175	1.155	291.05	136.75	133.67
176	1.153	306.75	144.65	118.25
177	1.153	297.11	139.18	139.61
178	1.151	289.26	156.03	113.78
179	1.149	220.36	271.34	233.35
180	1.149	280.78	177.58	140.88
181	1.147	299.73	159.78	147.35
182	1.146	276.96	225.67	184.92
183	1.145	298.29	162.15	148.44
184	1.144	237.39	151.05	118.24
185	1.144	322.36	151.01	124.88
186	1.141	279.07	155.70	141.06
187	1.140	231.86	144.61	110.43
188	1.137	275.00	167.85	149.19
189	1.137	234.88	188.02	153.16
190	1.135	300.27	146.12	109.15
191	1.134	206.31	199.91	161.15
192	1.134	267.80	172.03	149.42
193	1.132	287.74	346.94	300.08
194	1.130	304.57	199.34	170.80
195	1.128	303.39	197.35	168.49
196	1.128	275.31	203.88	174.55
197	1.127	280.36	203.84	176.39
198	1.122	286.10	255.97	216.57
199	1.121	250.13	381.14	342.19
200	1.119	296.67	202.56	164.75
201	1.118	285.40	217.63	191.06
202	1.115	265.86	272.71	237.75
203	1.113	277.45	241.09	210.35
204	1.113	261.78	392.94	355.35
205	1.112	267.95	371.49	335.09





# MacStARS W – Rel. 3.0

Stability Analysis of Slopes and Walls

Progetto...: PUA – Comparto TU42D2 – Via San Leucio

Sezione...: unica

Località...: Benevento – Via San Leucio

Committente: Guerrera Luciano procuratore germani Galliano

Verifiche in accordo alla normativa : **Norme tecniche per le costruzioni D.M. 17/01/2018**  
**Verifiche nei confronti dello SLU [SLV]**

## CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

### Terreno : A (OL/1A)

Descrizione :

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 00.00

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito.....[°].....: 28.25

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole

Peso dell'unità di volume.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 19.08

### Terreno : B (OL/1B)

Descrizione :

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 9,27

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito.....[°].....: 25,13

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole

Peso dell'unità di volume.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 17.86

### Terreno : C (OL/2A)

Descrizione :

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 20,36

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito.....[°].....: 21,23

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole

Peso dell'unità di volume.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 18.50

### Terreno : D (OL/2B)

Descrizione :

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 22.53

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito.....[°].....: 19,84

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole

Peso dell'unità di volume.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 19.60

## PROFILI STRATIGRAFICI

### Strato: A1

Descrizione:

Terreno : A

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
214.54	41.37	225.27	48.38	297.42	50.88		

**Strato: B1**

Descrizione:

Terreno : B

X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]
0.00	33.88	200.00	38.88	214.54	41.37	253.79	47.07
297.42	50.88	303.00	55.58	317.57	55.84	395.81	69.10
414.83	69.39	422.11	74.30	444.24	76.85	474.60	81.72

**Strato: C1**

Descrizione:

Terreno : C

X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]
0.00	29.00	200.00	35.35	253.79	44.87	303.00	47.40
444.24	67.41	474.60	81.72	604.80	102.58		

**Strato: D1**

Descrizione:

Terreno : D

X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]
0.00	22.85	200.00	31.00	444.24	60.24	529.60	81.54
604.80	94.42						

**PROFILI FALDE FREATICHE**

**Falda: F1**

Descrizione:

X [m]	Y [m]	Y [m]	P [kN/m <sup>2</sup> ]	X [m]	Y [m]	Y [m]	P [kN/m <sup>2</sup> ]
0.00	18.86			604.80	22.50		

**CARICHI**

**Pressione : 1**

Descrizione :

Classe : Permanente - sfavorevole

Intensità.....[kN/m<sup>2</sup>]...= 98.00      Inclinazione.....[°]...= 0.00

Ascissa.....[m] : Da = 236.70 To = 250.59

**Pressione : 2**

Descrizione :

Classe : Permanente - sfavorevole

Intensità.....[kN/m<sup>2</sup>]...= 98.00      Inclinazione.....[°]...= 0.00

Ascissa.....[m] : Da = 274.97 To = 294.97

**Sisma :**

Accelerazione max = 0.34 [g]

Rapporto accelerazione verticale su orizzontale = 0,505

**VERIFICHE**

**Verifica di stabilità globale :**

Combinazione di carico : **A2 + M2 + R2 [SLU a Salvaguardia della Vita SLV]**

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.117

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
200.00	250.00	255.00	420.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:	5
Numero totale superfici di prova.....:	205
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:	5.00
Angolo limite orario..... [°].....:	0.00
Angolo limite antiorario..... [°].....:	0.00

Fattore	Classe
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.40	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità

**SUPERFICI CRITICHE**

n°	Fs	Xc	Yc	R
1	42.988	253.74	60.72	12.07
2	37.817	254.28	56.86	8.74
3	9.452	255.65	57.29	9.84
4	8.830	256.34	52.11	6.96
5	7.913	256.16	56.69	9.67
6	7.471	256.59	52.86	7.52
7	7.057	257.46	80.38	32.02
8	6.841	256.96	52.71	7.78
9	6.762	256.66	55.94	9.45
10	6.490	256.74	56.20	9.69
11	5.667	257.26	54.49	8.96
12	5.476	246.82	109.90	61.81
13	5.431	245.13	82.72	34.76
14	5.313	257.36	55.92	9.94
15	5.109	257.51	56.31	10.32
16	4.736	258.35	67.06	19.68
17	4.618	258.52	54.32	9.92
18	4.346	258.80	54.70	10.36
19	3.795	253.07	177.07	129.21
20	3.749	250.74	122.14	74.52
21	3.740	237.43	146.25	98.83
22	3.588	260.18	69.91	23.05
23	3.335	260.31	63.95	17.96
24	3.245	261.20	57.07	13.67
25	3.177	261.59	57.17	14.04
26	3.160	267.97	165.67	117.81
27	3.052	247.41	65.68	19.57
28	2.989	261.48	60.98	16.42
29	2.943	262.56	58.23	15.45
30	2.776	248.11	57.96	14.02
31	2.758	248.77	56.61	13.71
32	2.692	249.32	57.31	14.56
33	2.631	249.30	271.14	224.26
34	2.505	264.98	60.73	18.88
35	2.504	252.78	87.98	42.05
36	2.492	250.77	59.62	17.12
37	2.305	266.96	88.00	42.31
38	2.285	253.41	61.91	20.62
39	2.270	252.57	65.56	22.53
40	2.250	267.60	63.65	22.74
41	2.224	268.24	63.89	23.39
42	2.191	255.14	63.00	22.64

---

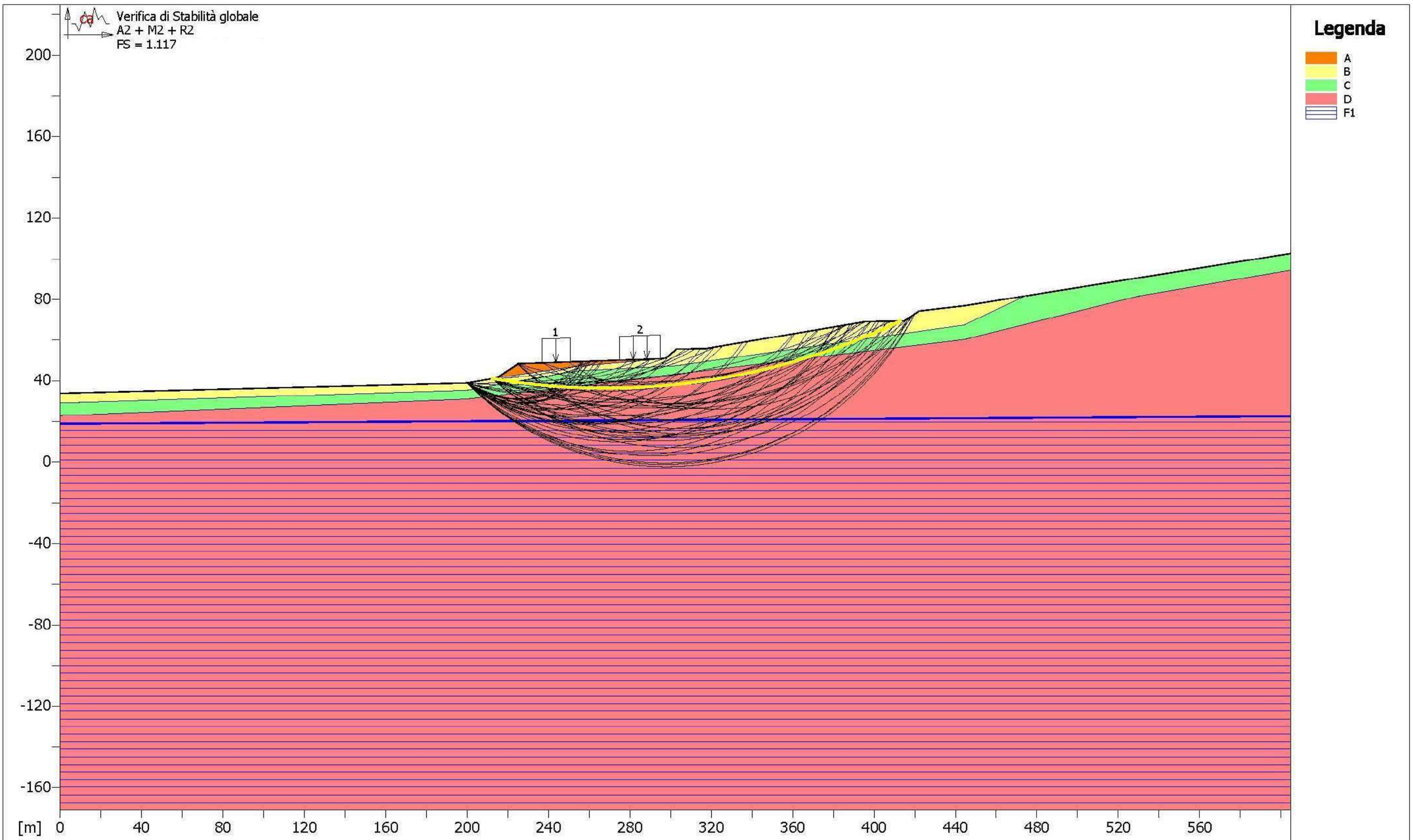
43	2.175	239.62	77.83	33.04
44	2.157	254.72	65.47	23.97
45	2.149	260.34	131.48	85.77
46	2.147	241.31	60.93	20.69
47	2.137	256.05	64.15	24.07
48	2.134	239.50	61.94	19.97
49	2.130	254.49	74.28	30.62
50	2.102	241.49	62.24	21.65
51	2.087	269.22	88.19	43.43
52	2.075	256.46	66.45	25.89
53	2.062	240.25	71.19	27.58
54	2.049	243.01	63.44	23.60
55	2.042	268.81	74.33	31.36
56	2.032	243.31	64.05	24.22
57	2.027	269.77	70.92	29.34
58	1.989	271.87	98.10	53.53
59	1.987	242.40	67.92	26.30
60	1.972	246.37	66.09	27.87
61	1.949	246.75	105.37	61.16
62	1.931	245.61	67.98	28.56
63	1.926	245.12	89.75	46.16
64	1.890	249.54	69.28	32.35
65	1.886	245.66	71.06	30.81
66	1.867	248.06	70.89	32.35
67	1.850	245.74	77.19	35.64
68	1.841	261.06	95.86	52.62
69	1.817	265.77	195.61	149.50
70	1.773	249.38	78.37	38.79
71	1.681	252.26	89.32	49.33
72	1.607	237.64	63.10	33.46
73	1.602	242.78	67.96	40.53
74	1.602	232.28	57.98	26.05
75	1.594	259.31	161.35	118.24
76	1.573	260.87	93.37	57.67
77	1.547	274.14	81.89	49.37
78	1.547	273.88	82.04	49.28
79	1.546	238.15	65.93	35.75
80	1.544	237.15	64.95	34.35
81	1.539	239.52	67.70	37.97
82	1.538	231.57	58.84	26.09
83	1.519	243.83	72.83	44.64
84	1.507	248.69	78.30	51.96
85	1.507	269.02	115.03	73.34
86	1.506	261.04	108.13	69.93
87	1.505	271.16	196.90	151.87
88	1.502	278.44	147.50	102.30
89	1.498	278.30	140.05	95.12
90	1.488	259.00	84.05	63.35
91	1.485	269.67	105.85	65.50
92	1.465	278.35	87.38	56.19
93	1.446	241.74	75.37	45.11
94	1.445	278.74	89.11	57.67
95	1.443	271.92	159.93	116.34
96	1.424	232.03	63.65	29.89
97	1.419	280.55	91.31	60.50
98	1.413	283.84	91.61	63.08
99	1.400	247.88	83.19	65.24
100	1.391	228.80	64.15	38.32
101	1.385	285.00	94.35	65.81

---

102	1.382	268.88	94.82	77.93
103	1.378	232.44	69.47	44.59
104	1.375	229.86	66.30	40.54
105	1.374	274.63	269.05	223.36
106	1.365	273.58	333.51	286.98
107	1.355	285.96	94.83	58.07
108	1.351	238.71	80.26	47.18
109	1.351	267.46	117.61	81.36
110	1.340	292.29	93.77	61.42
111	1.338	269.09	100.89	82.38
112	1.335	283.67	105.92	82.30
113	1.329	268.25	102.49	82.99
114	1.323	207.37	269.20	228.23
115	1.317	276.24	101.21	87.67
116	1.313	230.18	67.51	31.85
117	1.308	225.01	63.25	34.92
118	1.297	207.84	211.83	170.88
119	1.294	236.18	81.32	55.77
120	1.289	225.93	65.72	37.32
121	1.288	260.61	96.48	83.62
122	1.284	288.24	106.91	77.14
123	1.274	229.43	69.70	33.30
124	1.266	293.31	117.45	97.26
125	1.264	271.68	113.21	93.35
126	1.263	296.88	116.54	99.18
127	1.256	305.97	114.34	94.78
128	1.254	293.55	111.50	84.10
129	1.254	291.72	111.48	82.87
130	1.251	231.16	182.65	142.86
131	1.251	270.83	115.64	94.71
132	1.250	298.31	118.52	101.59
133	1.248	238.78	92.15	65.89
134	1.243	242.17	100.24	74.46
135	1.230	241.77	175.47	137.60
136	1.229	248.73	105.40	82.46
137	1.228	226.84	72.11	42.72
138	1.227	282.00	115.92	102.18
139	1.227	228.30	75.08	45.95
140	1.222	302.35	122.79	107.45
141	1.220	258.35	111.96	93.51
142	1.216	251.55	110.06	87.89
143	1.209	304.36	124.85	110.33
144	1.206	289.26	156.03	113.78
145	1.205	315.65	123.59	108.17
146	1.204	259.00	116.32	97.36
147	1.198	241.93	225.64	186.96
148	1.194	286.20	121.40	109.06
149	1.192	206.31	199.91	161.15
150	1.189	286.67	134.89	99.14
151	1.189	220.36	271.34	233.35
152	1.187	304.17	131.57	114.97
153	1.182	225.08	73.55	42.80
154	1.179	224.23	71.95	40.99
155	1.178	278.93	158.54	122.81
156	1.176	223.46	70.50	39.37
157	1.176	301.15	119.97	87.29
158	1.175	276.96	225.67	184.92
159	1.174	287.74	346.94	300.08
160	1.170	232.30	95.23	64.95

---

161	1.170	309.38	134.45	120.66
162	1.168	227.07	80.78	49.88
163	1.167	306.60	137.26	120.79
164	1.165	284.88	145.15	113.95
165	1.164	273.56	117.94	107.99
166	1.162	301.68	141.67	120.89
167	1.160	268.94	127.17	112.02
168	1.158	280.10	117.96	112.56
169	1.158	280.78	177.58	140.88
170	1.156	323.92	137.32	115.00
171	1.153	250.45	132.43	106.29
172	1.152	237.39	151.05	118.24
173	1.150	283.67	120.57	116.93
174	1.148	246.80	134.43	106.40
175	1.148	278.17	149.11	126.47
176	1.147	231.86	144.61	110.43
177	1.146	295.19	137.45	127.02
178	1.144	234.88	188.02	153.16
179	1.142	266.11	143.38	123.65
180	1.142	306.75	144.65	118.25
181	1.139	300.27	146.12	109.15
182	1.139	278.99	136.81	125.82
183	1.137	302.40	143.44	136.28
184	1.137	322.36	151.01	124.88
185	1.135	250.13	381.14	342.19
186	1.132	286.10	255.97	216.57
187	1.131	299.73	159.78	147.35
188	1.131	298.29	162.15	148.44
189	1.129	291.05	136.75	133.67
190	1.128	297.80	134.60	136.84
191	1.128	296.59	135.23	136.43
192	1.127	279.07	155.70	141.06
193	1.126	275.00	167.85	149.19
194	1.126	267.80	172.03	149.42
195	1.125	297.11	139.18	139.61
196	1.124	296.67	202.56	164.75
197	1.124	303.39	197.35	168.49
198	1.123	304.57	199.34	170.80
199	1.122	275.31	203.88	174.55
200	1.122	280.36	203.84	176.39
201	1.121	265.86	272.71	237.75
202	1.120	285.40	217.63	191.06
203	1.118	261.78	392.94	355.35
204	1.118	277.45	241.09	210.35
205	1.117	267.95	371.49	335.09







# COMUNE DI BENEVENTO

## P.U.A.

### PIANO URBANISTICO ATTUATIVO

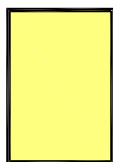
(ai sensi del regolamento n. 5/2011 in attuazione alla L.R. 16/2004 e del RUEC del Comune di Benevento)

### Comparto TU42D2 - Via San Leucio

<p><b>Elenco Elaborati</b></p> <p>4.1. <i>Relazione</i></p> <p>4.2. <i>Carta Geolitologica</i></p> <p>4.3. <i>Sezioni Geolitologica e Litostratigrafica</i></p> <p>4.4. <i>Carta Idrogeologica</i></p> <p>4.5. <i>Carta Clivometrica</i></p> <p>4.6. <i>Carta della Stabilità</i></p> <p>4.7. <i>Carta della Zonazione in prospettiva Sismica</i></p> <p>4.8. <i>Carta ubicazione Indagini</i></p> <p>4.9. <i>Indagini e Prove</i></p>	<p><b>Committente</b></p> <p>GUERRERA Luciano</p>
<p><b>Visti:</b></p>	

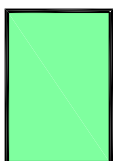
<p>Elaborato n° <b>4.2</b></p>	<p>Oggetto: <b>CARTA GEOLITOLOGICA</b></p>	
<p><b>Data:</b> <i>Maggio 2018</i></p>	<p><b>Scala: 1:2000</b></p>	<p><b>Il Geologo</b> Dott. Fioravante BOSCO</p>
<p><b>STUDIO GEOLOGICO</b></p>		
<p><b>Progettista</b> <i>Ing. Domenico TOMACIELLO</i></p>		

# LEGENDA



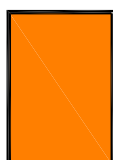
## DEPOSITI PIROCLASTICI E ELUVIO COLLUVIALI

**Piroclastiti in s.s.:** cineriti brune con lapilli, pomici e sabbie vulcaniche con presenza frequente di argillificazioni basali; solo raramente, scorie e brandelli lavici. **Colluvioni:** sabbie sciolte o poco addensate, limi argillosi e sabbiosi poco consistenti di colore marrone in cui sono immersi elementi lapidei poligenici, eterometrici, ben arrotondati; il materiale limoso deriva per buona parte dall'alterazione ed erosione di prodotti vulcanici riferibili all'ignimbrite Campana. La potenza complessiva resta sempre inferiore a 10,00 m (**Pleistocene Superiore-Olocene**). Molto spesso, tali depositi risultano ricoperti da materiali di rimaneggiamento di natura antropica (riporti) essenzialmente caratterizzati da limi e sabbie argillose di origine piroclastica inglobanti elementi di origine antropica.



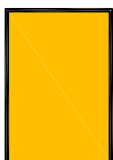
## DEPOSITI ALLUVIONALI ATTUALI E RECENTI DEL FIUME SABATO

ghiaie e ciottoli eterometrici, poligenici, immersi in abbondante matrice sabbioso limosa con intercalazioni di sabbie limose con ciottoli sparsi, di argille sabbioso limose e limi argilloso sabbiosi. Il deposito si rinviene sino a circa 8 - 10 metri sul livello di base attuale del fiume Sabato e forma il terrazzo più recente (**Pleistocene Sup. - Olocene**)



## DEPOSITI SABBIOSO ARENACEI (UNITA' DI ARIANO)

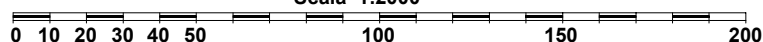
sabbie giallastre mal stratificate generalmente limoso argillose, più o meno cementate talora arenarie, con alternanza di puddinghe e/o conglomerati poligenici, di ciottolame eterometrico e di argille sabbiose e siltose a colorazione prevalentemente grigiastra e giallo rossastra (**Pliocene medio**)

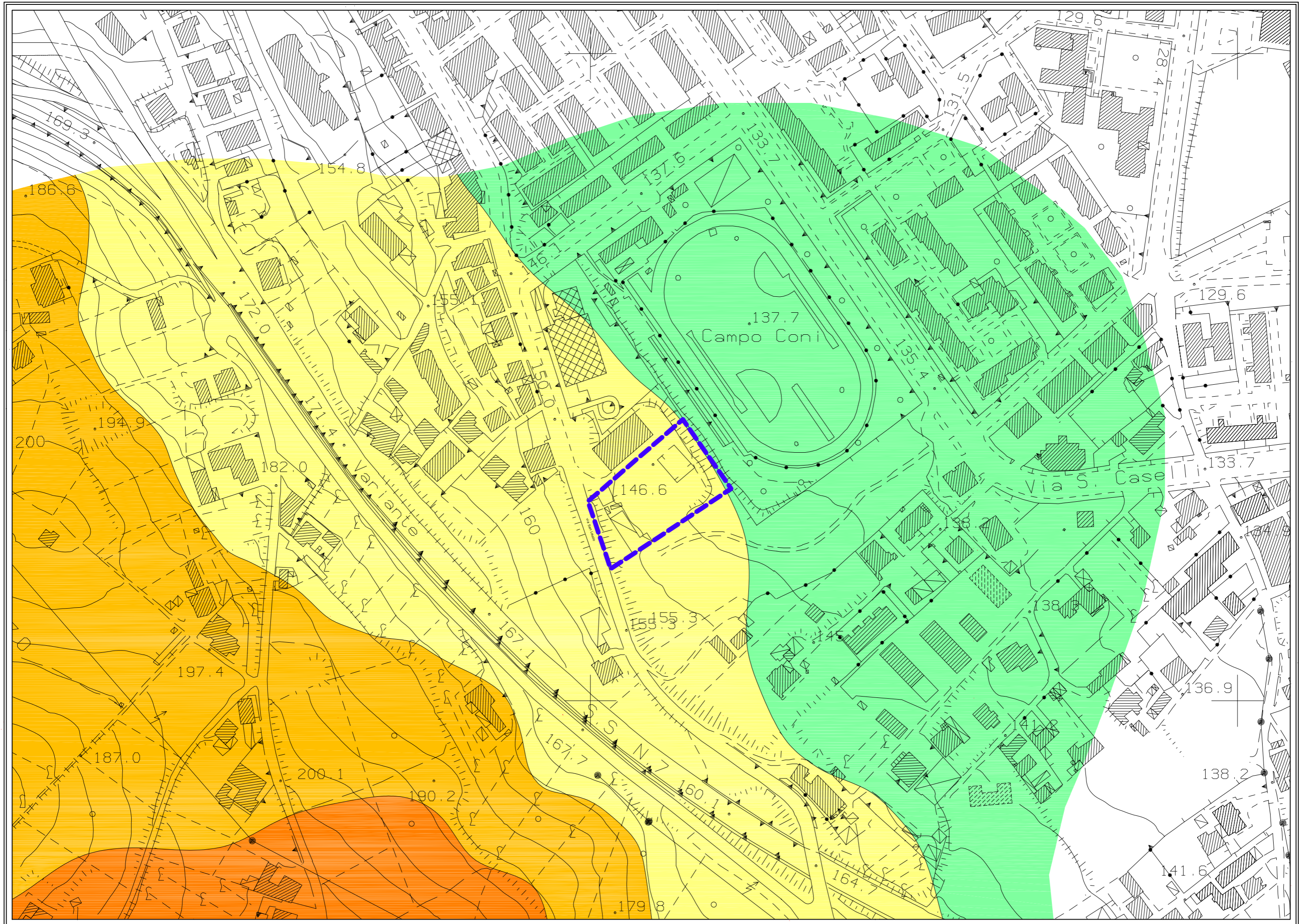


## DEPOSITI ARGILLOSO SILTOSI (UNITA' DI ARIANO)

argille grigie e limi sabbiosi grigio azzurri (*a tetto a colorazione giallognola per alterazione*) con intercalazioni sabbiose (*affioramento: collina/rilevo Gran Potenza e valle del Fiume Sabato*) (**Pliocene inferiore medio**)

Scala 1:2000







# COMUNE DI BENEVENTO

## P.U.A.

### PIANO URBANISTICO ATTUATIVO

(ai sensi del regolamento n. 5/2011 in attuazione alla L.R. 16/2004 e del RUEC del Comune di Benevento)

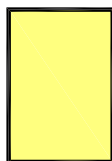
### Comparto TU42D2 - Via San Leucio

<p><b>Elenco Elaborati</b></p> <p>4.1. <i>Relazione</i></p> <p>4.2. <i>Carta Geolitologica</i></p> <p>4.3. <i>Sezioni Geolitologica e Litostratigrafica</i></p> <p>4.4. <i>Carta Idrogeologica</i></p> <p>4.5. <i>Carta Clivometrica</i></p> <p>4.6. <i>Carta della Stabilità</i></p> <p>4.7. <i>Carta della Zonazione in prospettiva Sismica</i></p> <p>4.8. <i>Carta ubicazione Indagini</i></p> <p>4.9. <i>Indagini e Prove</i></p>	<p><b>Committente</b></p> <p>GUERRERA Luciano</p>
<p><b>Visti:</b></p>	

<p>Elaborato n° <b>4.3</b></p>	<p><b>Oggetto: SEZIONI GEOLITOLOGICA E LITOSTRATIGRAFICA</b></p>	
<p><b>Data:</b> <i>Maggio 2018</i></p>	<p><b>Scala: varie</b></p>	<p><b>Il Geologo</b> Dott. Fioravante BOSCO</p> 
<p><b>STUDIO GEOLOGICO</b></p>		
<p><b>Progettista</b> <i>Ing. Domenico TOMACIELLO</i></p>		

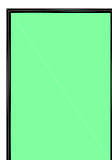
# LEGENDA

## Sezione Geolitologica A - B



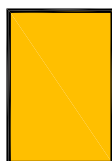
### DEPOSITI PIROCLASTICI E ELUVIO COLLUVIALI

**Piroclastiti in s.s.:** cineriti brune con lapilli, pomici e sabbie vulcaniche con presenza frequente di argillificazioni basali; solo raramente, scorie e brandelli lavici. **Colluvioni:** sabbie sciolte o poco addensate, limi argillosi e sabbiosi poco consistenti di colore marrone in cui sono immersi elementi lapidei poligenici, eterometrici, ben arrotondati; il materiale limoso deriva per buona parte dalla alterazione ed erosione di prodotti vulcanici riferibili all'ignimbrite Campana. La potenza complessiva resta sempre inferiore a 10,00 ( **Pleistocene Superiore-Olocene** ). Molto spesso, tali depositi risultano ricoperti da materiali di rimaneggiamento di natura antropica (riporti) essenzialmente caratterizzati da limi e sabbie argillose di origine piroclastica inglobanti elementi di origine antropica



### DEPOSITI ALLUVIONALI ATTUALI E RECENTI DEL FIUME SABATO

ghiaie e ciottoli eterometrici, poligenici, immersi in abbondante matrice sabbioso limosa con intercalazioni di sabbie limose con ciottoli sparsi, di argille sabbioso limose e limi argilloso sabbiosi. Il deposito si rinviene sino a circa 8-10 metri sul livello di base attuale del fiume Sabato e forma il terrazzo più recente ( **Pleistocene Sup. - Olocene** )

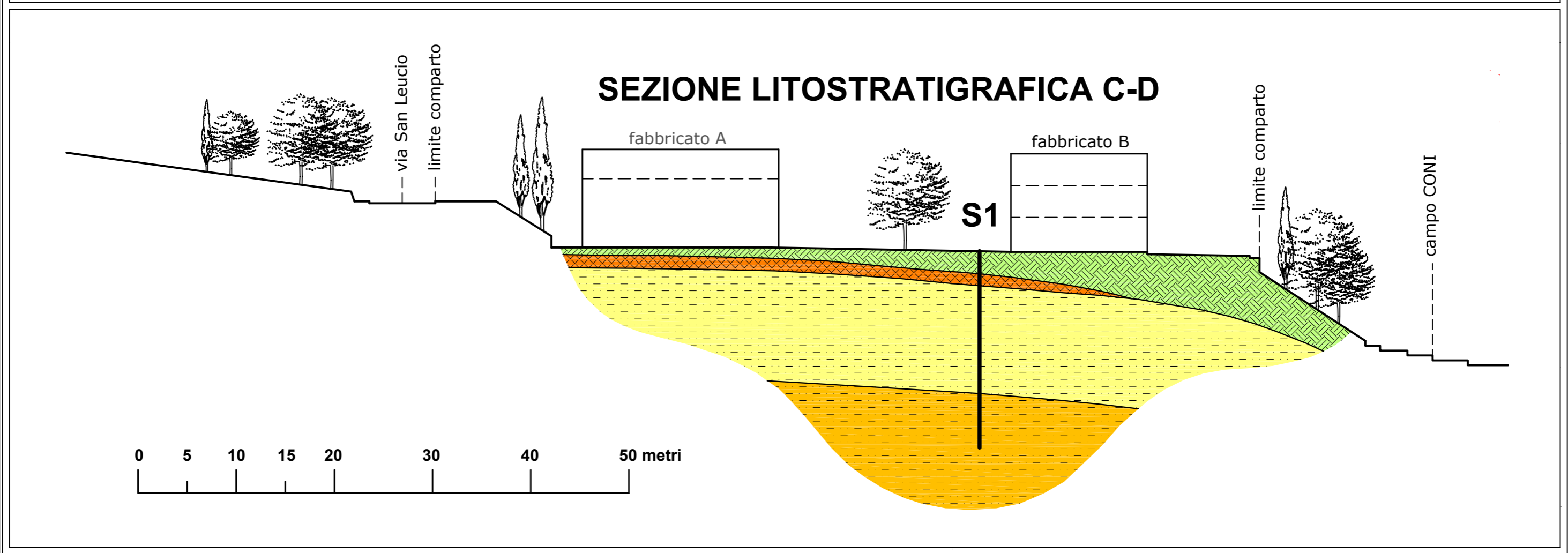
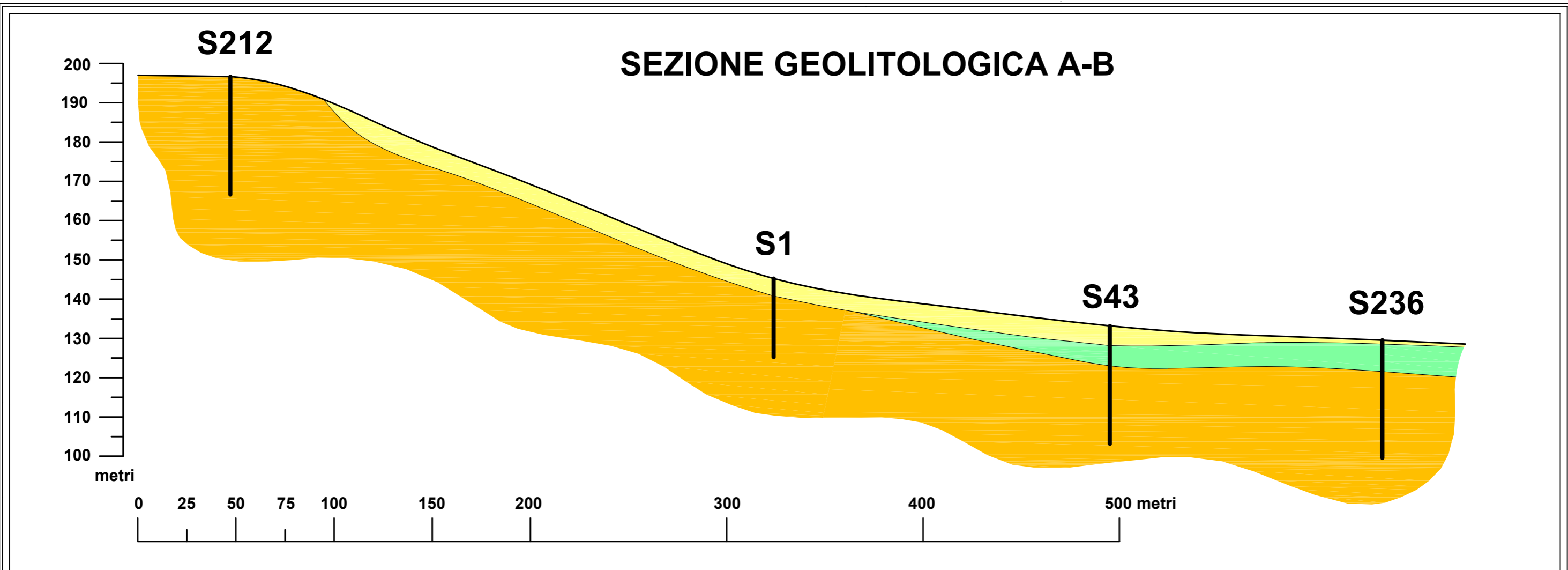


### DEPOSITI ARGILLOSO SILTOSI (UNITA' DI ARIANO)

argille grigie e limi sabbiosi grigio azzurri (a tetto a colorazione giallognola per alterazione) con intercalazioni sabbiose (affioramento: collina/rilevo Gran Potenza e valle del Fiume Sabato) ( **Pliocene inferiore medio** )

## Sezione Litostratigrafica C - D

OL/1	OL/1A		Massciata stradale e riporto eterogeneo ed eterometrico costituito essenzialmente da limo argilloso sabbioso di colore giallo brunastro commisto a ghiaia e ciottoli eterometrici poco consistente.
	OL/1B		Piroclastiti humizzate a colorazione brunastro scuro scarsamente consistenti, limo sabbioso e sabbia limosa poco consistente frammisto a sabbie limose sciolte mediamente addensate e limi argillosi di colorazione marrone in cui sono immersi locali elementi lapidei poligenici; piroclastiti argillificate alla base (limo sabbioso e sabbia limosa brunastro poco consistente).
OL/2	OL/2A		Limo sabbioso argilloso di colore giallastro da poco a mediamente consistente con presenza di sporadici clasti calcarei ed arenacei alterati di dimensioni millimetriche.
	OL/2B		Limo argilloso sabbioso giallastro a tratti con livelletti sabbiosi (tra 16,20 e 17,00 metri livello giallo-brunastro con inclusi noduli sabbiosi alterati ocracei) segue sabbia e sabbia limosa poco addensata a colorazione grigiastra umida e limo argilloso sabbioso, sempre a colorazione grigiastra, con livelletti ricorrenti limoso sabbiosi molto consistenti e di livelletti consistenti di arenaria tenera.





# COMUNE DI BENEVENTO

## P.U.A.

### PIANO URBANISTICO ATTUATIVO

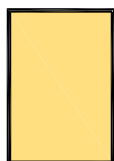
(ai sensi del regolamento n. 5/2011 in attuazione alla L.R. 16/2004 e del RUEC del Comune di Benevento)

### Comparto TU42D2 - Via San Leucio

<p><b>Elenco Elaborati</b></p> <p>4.1. <i>Relazione</i></p> <p>4.2. <i>Carta Geolitologica</i></p> <p>4.3. <i>Sezioni Geolitologica e Litostratigrafica</i></p> <p>4.4. <i>Carta Idrogeologica</i></p> <p>4.5. <i>Carta Clivometrica</i></p> <p>4.6. <i>Carta della Stabilità</i></p> <p>4.7. <i>Carta della Zonazione in prospettiva Sismica</i></p> <p>4.8. <i>Carta ubicazione Indagini</i></p> <p>4.9. <i>Indagini e Prove</i></p>	<p><b>Committente</b></p> <p>GUERRERA Luciano</p>
<p><b>Visti:</b></p>	

<p>Elaborato n° <b>4.4</b></p>	<p>Oggetto: <b>CARTA IDROGEOLOGICA</b></p>	
<p><b>Data:</b> <i>Maggio 2018</i></p>	<p><b>Scala: 1:2000</b></p>	<p><b>Il Geologo</b> Dott. Fioravante BOSCO</p>
<p><b>STUDIO GEOLOGICO</b></p>		
<p><b>Progettista</b> <i>Ing. Domenico TOMACIELLO</i></p>		

# LEGENDA



## **COMPLESSO DEI DEPOSITI PIROCLASTICI E ELUVIO COLLUVIALI**

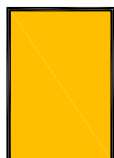
depositi costituiti da lapilli, pomici e, più raramente, scorie con matrice cineritica; sabbie vulcaniche e piroclastiti incoerenti eterogenee, a giacitura irregolare e discontinua; sabbie limose sciolte o poco addensate, limi argillosi e sabbiosi poco consistenti in cui sono immersi elementi lapidei poligenici, eterometrici, ben arrotondati. Le piroclastiti sciolte data la loro estrema variabilità granulometrica, di giacitura e di cementazione, presentano un discreto grado di permeabilità per porosità nelle cineriti e nei materiali a matrice cineritica. Elevato grado di permeabilità nelle tasche e lenti di pomici e lapilli.

**Grado di permeabilità complessivo medio.**



## **COMPLESSO DELLE ALLUVIONI ATTUALI E RECENTI DEL FIUME SABATO**

depositi ghiaiosi e ciottolosi eterometrici, poligenici, in matrice prevalentemente sabbioso limosa (costituiscono un discreto acquifero quando prevalgono le frazioni clastiche e manca la matrice - grado di permeabilità medio alto); argille e argille sabbiose, sabbie argillose e sabbie limose con intercalazioni ghiaiose (sono scarsamente permeabili in particolare dove prevalgono gli episodi francamente argillosi). **Grado di permeabilità complessivo medio alto.**



## **COMPLESSO SABBIOSO ARENACEO (UNITA' DI ARIANO)**

alternanze di sabbie e sabbie limose, talora gradate, ed arenarie tenere con passaggio, nella fascia superiore, a depositi francamente conglomeratici e verso il basso a depositi limoso sabbioso argillosi. Il complesso idrogeologico risulta caratterizzato a grande scala da una permeabilità per porosità, strettamente controllata dalle variazioni granulometriche che nell'ambito della stessa si riscontrano e che determinano variazioni di permeabilità relativa.

**Grado di permeabilità complessivo medio basso.**

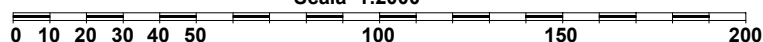


## **COMPLESSO ARGILLOSO SILTOSO (UNITA' DI ARIANO)**

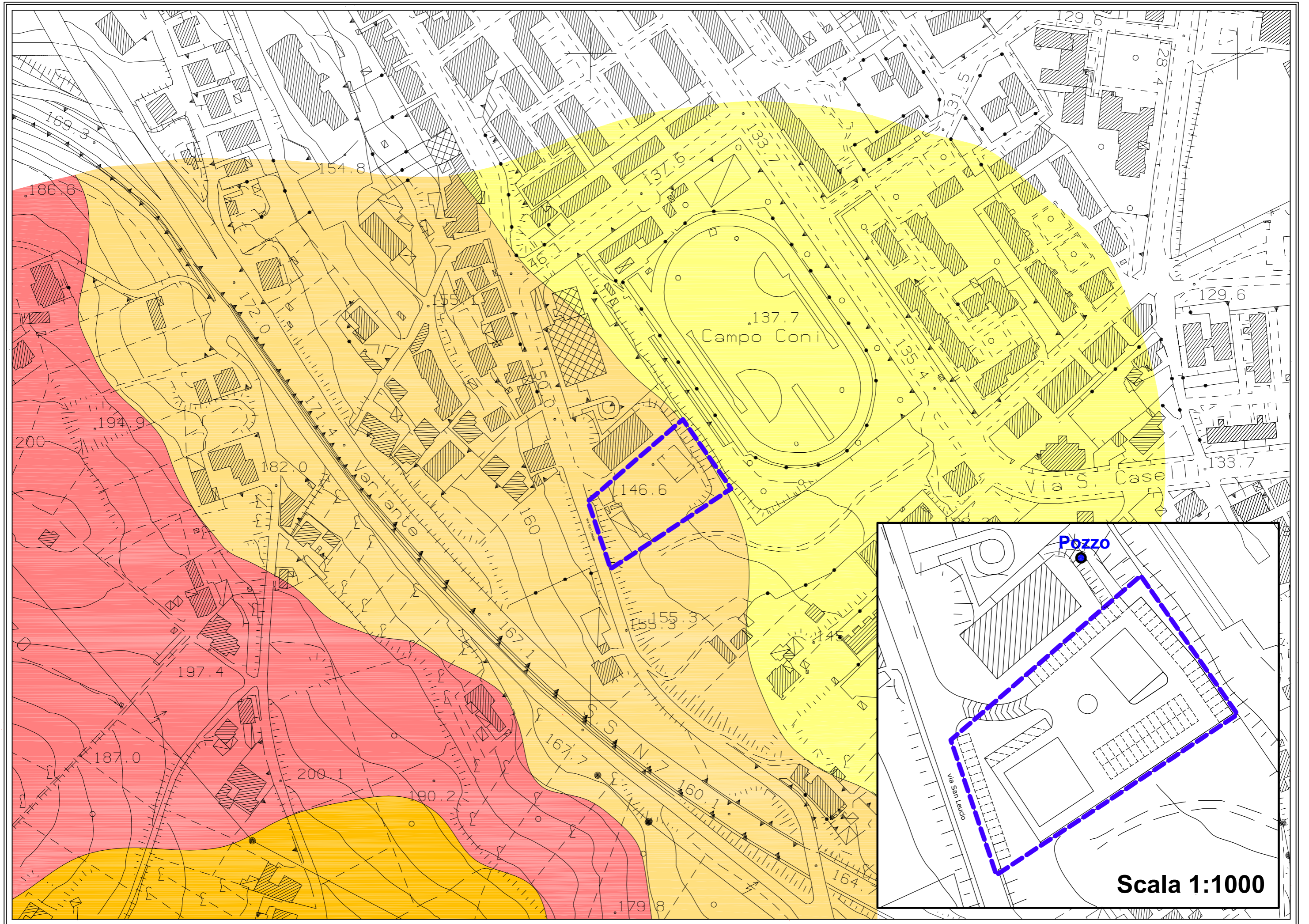
argille grigie e limi sabbiosi grigio azzurri (a tetto a colorazione giallognola per alterazione) con intercalazioni francamente sabbioso limose.

**Grado di permeabilità complessivo da basso a nullo.**

Scala 1:2000









# COMUNE DI BENEVENTO

## P.U.A.

### PIANO URBANISTICO ATTUATIVO

(ai sensi del regolamento n. 5/2011 in attuazione alla L.R. 16/2004 e del RUEC del Comune di Benevento)

### Comparto TU42D2 - Via San Leucio

<p><b>Elenco Elaborati</b></p> <p>4.1. <i>Relazione</i></p> <p>4.2. <i>Carta Geolitologica</i></p> <p>4.3. <i>Sezioni Geolitologica e Litostratigrafica</i></p> <p>4.4. <i>Carta Idrogeologica</i></p> <p>4.5. <i>Carta Clivometrica</i></p> <p>4.6. <i>Carta della Stabilità</i></p> <p>4.7. <i>Carta della Zonazione in prospettiva Sismica</i></p> <p>4.8. <i>Carta ubicazione Indagini</i></p> <p>4.9. <i>Indagini e Prove</i></p>	<p><b>Committente</b></p> <p>GUERRERA Luciano</p>
<p><b>Visti:</b></p>	

<p>Elaborato n° <b>4.5</b></p>	<p>Oggetto: <b>CARTA CLIVOMETRICA</b></p>	
<p><b>Data:</b> <i>Maggio 2018</i></p>	<p><b>Scala: 1:1000</b></p>	<p><b>Il Geologo</b> Dott. Fioravante BOSCO</p> 
<p><b>STUDIO GEOLOGICO</b></p>		
<p><b>Progettista</b> <i>Ing. Domenico TOMACIELLO</i></p>		

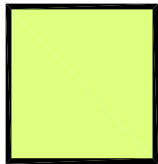
# LEGENDA

## Classi di Pendenza (p) e di Inclinazione (i)



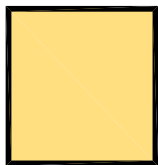
$$p \leq 8\%$$

$$i \leq 5^\circ$$



$$8\% < p \leq 15\%$$

$$5^\circ < i \leq 9^\circ$$



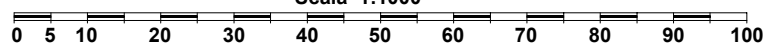
$$15\% < p \leq 20\%$$

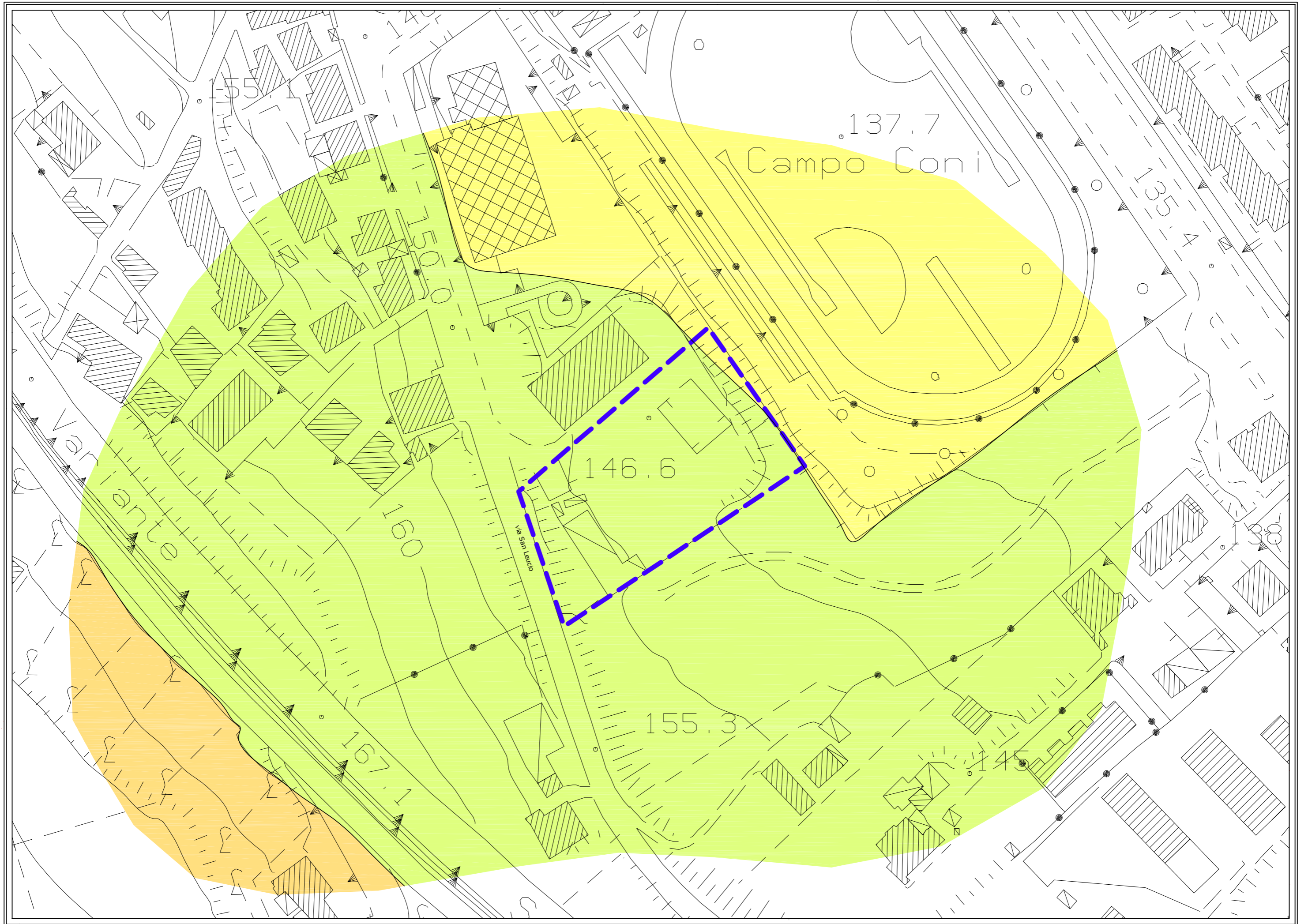
$$9^\circ < i \leq 12^\circ$$



Perimetrazione

Scala 1:1000







# COMUNE DI BENEVENTO

## P.U.A.

### PIANO URBANISTICO ATTUATIVO

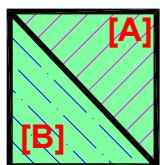
(ai sensi del regolamento n. 5/2011 in attuazione alla L.R. 16/2004 e del RUEC del Comune di Benevento)

### Comparto TU42D2 - Via San Leucio

<p><b>Elenco Elaborati</b></p> <p>4.1. <i>Relazione</i></p> <p>4.2. <i>Carta Geolitologica</i></p> <p>4.3. <i>Sezioni Geolitologica e Litostratigrafica</i></p> <p>4.4. <i>Carta Idrogeologica</i></p> <p>4.5. <i>Carta Clivometrica</i></p> <p>4.6. <i>Carta della Stabilità</i></p> <p>4.7. <i>Carta della Zonazione in prospettiva Sismica</i></p> <p>4.8. <i>Carta ubicazione Indagini</i></p> <p>4.9. <i>Indagini e Prove</i></p>	<p><b>Committente</b></p> <p>GUERRERA Luciano</p>
<p><b>Visti:</b></p>	

<p>Elaborato n° <b>4.6</b></p>	<p>Oggetto: <b>CARTA DELLA STABILITA'</b></p>	
<p><b>Data:</b> Maggio 2018</p>	<p><b>Scala: 1:1000</b></p>	<p><b>Il Geologo</b> Dott. Fioravante BOSCO</p> 
<p><b>STUDIO GEOLOGICO</b></p>		
<p><b>Progettista</b> Ing. Domenico TOMACIELLO</p>		

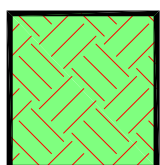
# LEGENDA



**AREE STABILI:** esenti da specifica pericolosità geomorfologica ed idraulica per le quali i processi morfoevolutivi, le condizioni morfometriche, nonché le caratteristiche fisiche dei terreni non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di condizioni di pericolosità.

[A] pendenza < 8% (inclinazione < 5°)

[B] pendenza compresa tra 8% e 15% (inclinazione compresa tra 5° e 9°)



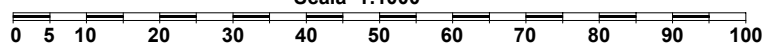
**AREE STABILI:** caratterizzate da medio bassa pericolosità geomorfologica evidenziata da indicatori geomorfologici diretti, quali l'esistenza di locali superficiali processi di versante (creep superficiale).

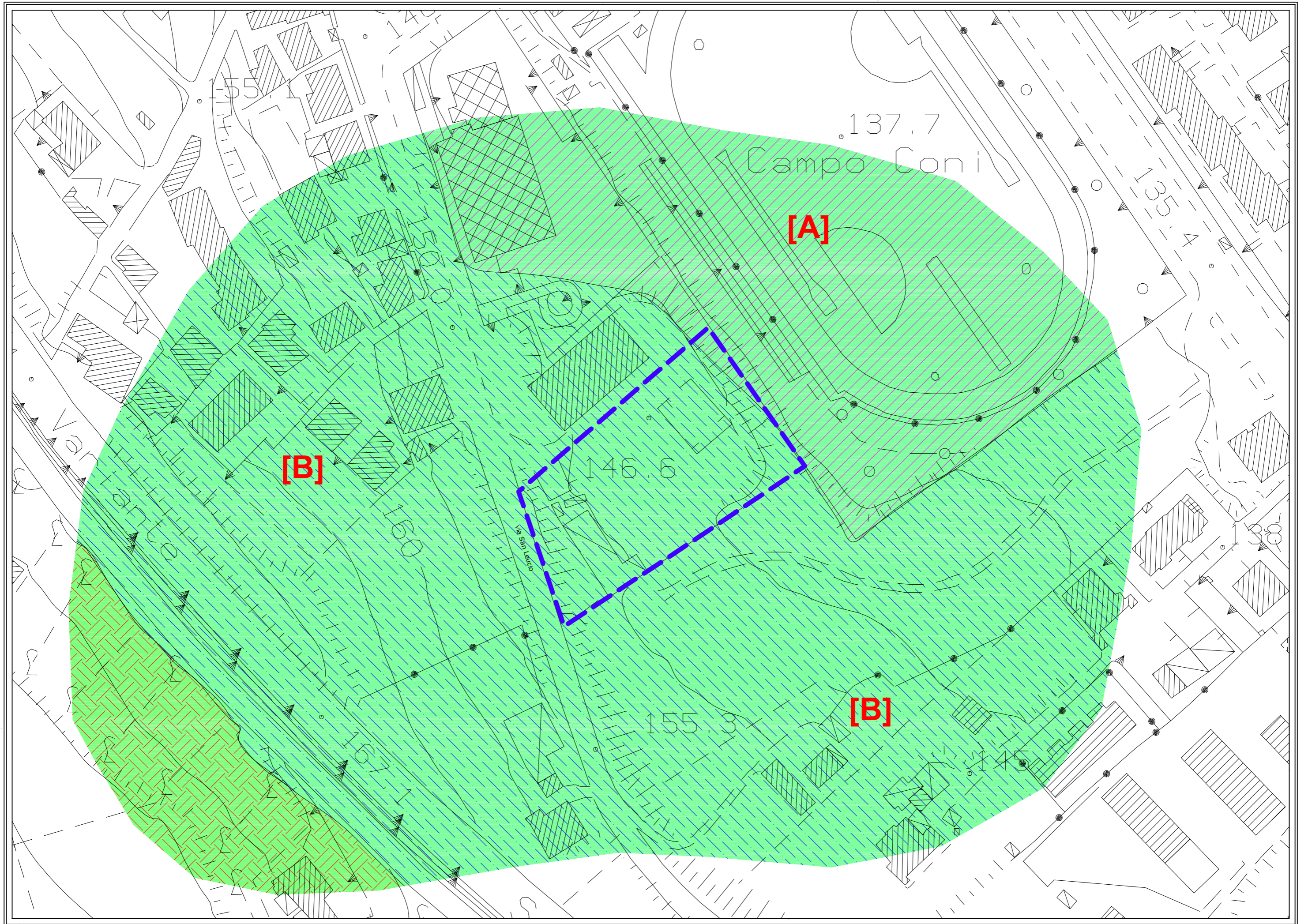
Pendenza compresa tra 15% e 20% (Inclinazione compresa tra 9° e 12°)



**Perimetrazione**

Scala 1:1000







# COMUNE DI BENEVENTO

## P.U.A.

### PIANO URBANISTICO ATTUATIVO

(ai sensi del regolamento n. 5/2011 in attuazione alla L.R. 16/2004 e del RUEC del Comune di Benevento)

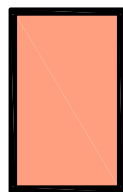
### Comparto TU42D2 - Via San Leucio

<p><b>Elenco Elaborati</b></p> <p>4.1. <i>Relazione</i></p> <p>4.2. <i>Carta Geolitologica</i></p> <p>4.3. <i>Sezioni Geolitologica e Litostratigrafica</i></p> <p>4.4. <i>Carta Idrogeologica</i></p> <p>4.5. <i>Carta Clivometrica</i></p> <p>4.6. <i>Carta della Stabilità</i></p> <p>4.7. <i>Carta della Zonazione in prospettiva Sismica</i></p> <p>4.8. <i>Carta ubicazione Indagini</i></p> <p>4.9. <i>Indagini e Prove</i></p>	<p><b>Committente</b></p> <p>GUERRERA Luciano</p>
<p><b>Visti:</b></p>	

<p>Elaborato n° <b>4.7</b></p>	<p><b>Oggetto: CARTA DELLA ZONAZIONE IN PROSPETTIVA SISMICA</b></p>	
<p><b>Data:</b> <i>Maggio 2018</i></p>	<p><b>Scala: 1:1000</b></p>	<p><b>Il Geologo</b> Dott. Fioravante BOSCO</p>  
<p><b>STUDIO GEOLOGICO</b></p>		
<p><b>Progettista</b> <i>Ing. Domenico TOMACIELLO</i></p>		



# LEGENDA



Categoria suolo fondazione tipo **E**

Pendenza **8% < p ≤ 15%**

Inclinazione **5° < i ≤ 9° (°)**

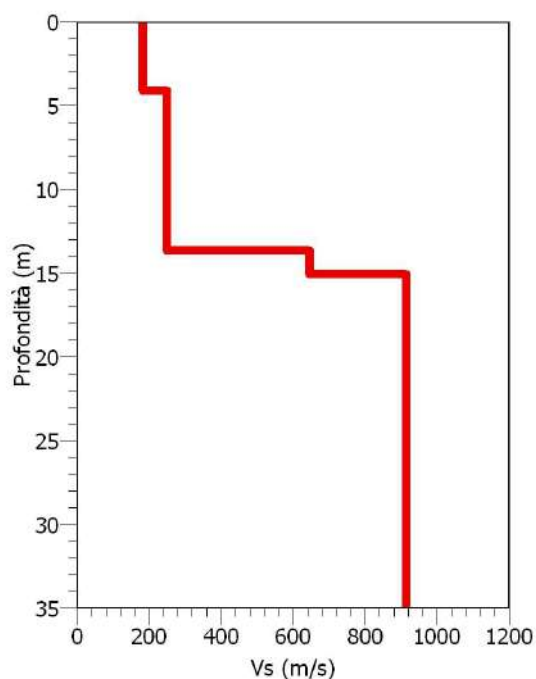
Categoria Topografica **T1**

Coefficiente di Amplificazione Topografica **S<sub>T</sub> = 1,00**

Coefficiente di Amplificazione Stratigrafica **S<sub>s</sub> = 1,36**



Perimetrazione



Categoria di Sottosuolo tipo **E**

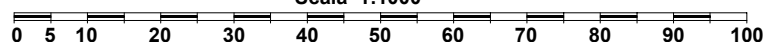
Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie **C** o **D**, con profondità del substrato non superiore a 30 m

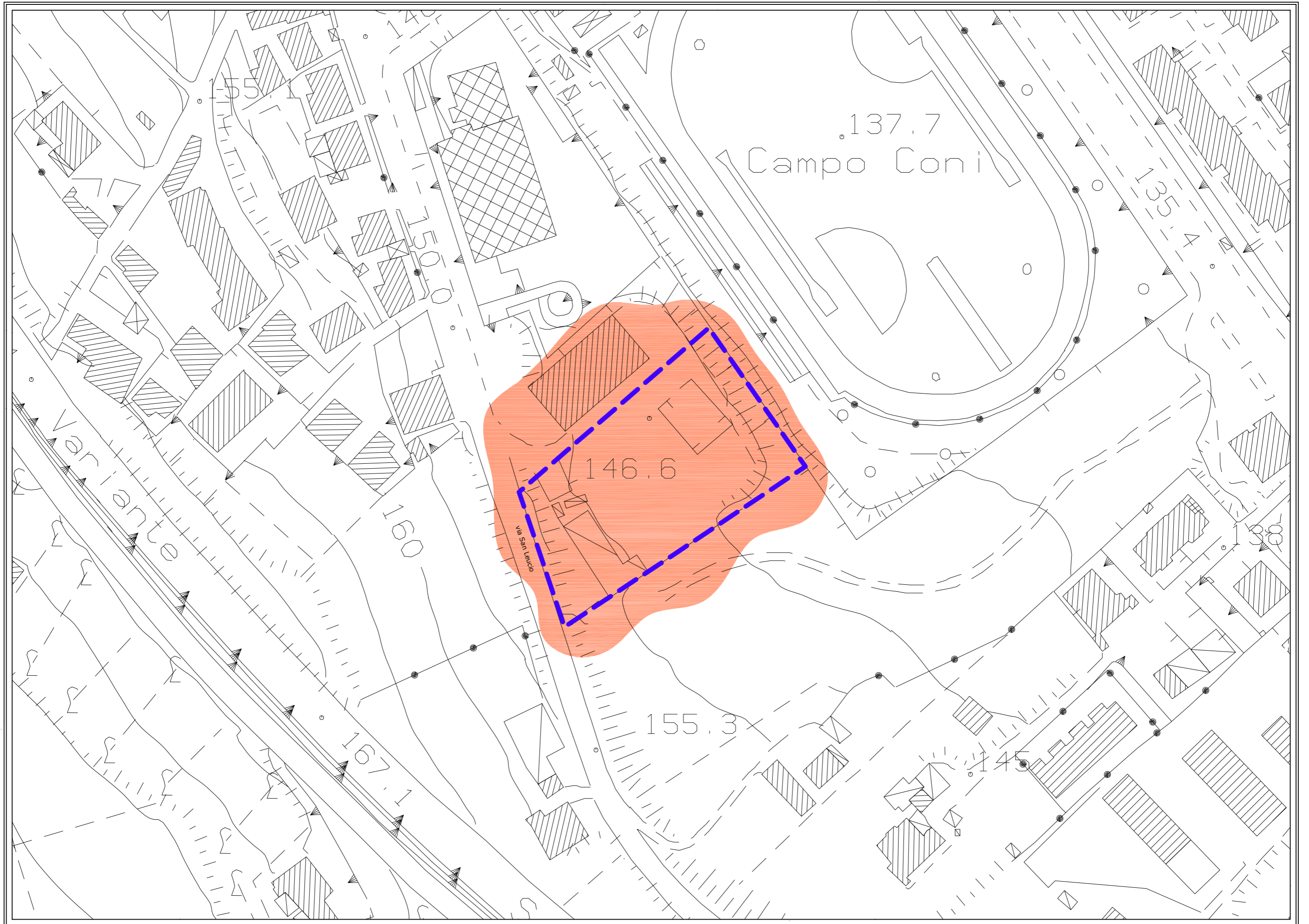
Tabella 3.2.II - NTC 2018

$$V_{S,eq} = \frac{15,30}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}} = 300,25 \text{ m/sec}$$

Strato	Spessore (m)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	Densità (kg/m <sup>3</sup> )	Poisson ?	Modulo di taglio G (kPa)	Modulo di Young E (kPa)	Modulo di incompressibilità K (kPa)
1	4,20	517	183	1500	0,43	50234	143505	333956
2	9,60	713	250	1700	0,43	106250	303856	722561
3	1,50	1295	648	1800	0,33	755827	2015020	2010875
4	14,70	1810	914	1900	0,33	1587252	4218478	4108253

Scala 1:1000







# COMUNE DI BENEVENTO

## P.U.A.

### PIANO URBANISTICO ATTUATIVO

(ai sensi del regolamento n. 5/2011 in attuazione alla L.R. 16/2004 e del RUEC del Comune di Benevento)

### Comparto TU42D2 - Via San Leucio

<p><b>Elenco Elaborati</b></p> <p>4.1. <i>Relazione</i></p> <p>4.2. <i>Carta Geolitologica</i></p> <p>4.3. <i>Sezioni Geolitologica e Litostratigrafica</i></p> <p>4.4. <i>Carta Idrogeologica</i></p> <p>4.5. <i>Carta Clivometrica</i></p> <p>4.6. <i>Carta della Stabilità</i></p> <p>4.7. <i>Carta della Zonazione in prospettiva Sismica</i></p> <p>4.8. <i>Carta ubicazione Indagini</i></p> <p>4.9. <i>Indagini e Prove</i></p>	<p><b>Committente</b></p> <p>GUERRERA Luciano</p>
<p><b>Visti:</b></p>	

<p>Elaborato n° <b>4.8</b></p>	<p>Oggetto: <b>CARTA UBICAZIONE INDAGINI</b></p>	
<p><b>Data:</b> <i>Maggio 2018</i></p>	<p><b>Scala:</b> <i>varie</i></p>	<p><b>Il Geologo</b> Dott. Fioravante BOSCO</p> 
<p><b>STUDIO GEOLOGICO</b></p>		
<p><b>Progettista</b> <i>Ing. Domenico TOMACIELLO</i></p>		

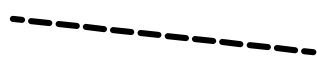
## LEGENDA

S ●

**Sondaggi Geognostici**

DPSH  
▼

**Prova Pemetrometrica DPSH**



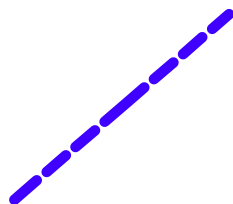
**Prospezione Sismica (MASW)**



**Traccia di Sezione Geolitologica**



**Traccia di Sezione Litostratigrafica**



**Perimetrazione**





# COMUNE DI BENEVENTO

## P.U.A.

### PIANO URBANISTICO ATTUATIVO

(ai sensi del regolamento n. 5/2011 in attuazione alla L.R. 16/2004 e del RUEC del Comune di Benevento)

### Comparto TU42D2 - Via San Leucio

<p><b>Elenco Elaborati</b></p> <p>4.1. <i>Relazione</i></p> <p>4.2. <i>Carta Geolitologica</i></p> <p>4.3. <i>Sezioni Geolitologica e Litostratigrafica</i></p> <p>4.4. <i>Carta Idrogeologica</i></p> <p>4.5. <i>Carta Clivometrica</i></p> <p>4.6. <i>Carta della Stabilità</i></p> <p>4.7. <i>Carta della Zonazione in prospettiva Sismica</i></p> <p>4.8. <i>Carta ubicazione Indagini</i></p> <p>4.9. <i>Indagini e Prove</i></p>	<p><b>Committente</b></p> <p>GUERRERA Luciano</p>
<p><b>Visti:</b></p>	

<p>Elaborato n° <b>4.9</b></p>	<p>Oggetto: <b>INDAGINI E PROVE</b></p>	
<p><b>Data:</b> <i>Maggio 2018</i></p>	<p><b>Scala:</b> <i>varie</i></p>	<p><b>Il Geologo</b> <i>Dott. Fioravante BOSCO</i></p> 
<p><b>STUDIO GEOLOGICO</b></p>		
<p><b>Progettista</b> <i>Ing. Domenico TOMACIELLO</i></p>		

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

**SONDAGGI GEOGNOSTICI**

**SONDAGGI GEOGNOSTICI PREGRESSI**

**PROVE PENETROMETRICHE**

**PROVE PENETROMETRICHE PREGRESSE**

**PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO**

**PROSPEZIONE SISMICA TIPO MASW**

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

Dott. Geol. Fioravante BOSCO

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

## SONDAGGI GEOGNOSTICI

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*





**Geo-In srl**

APPLICAZIONE ALLA GEOLOGIA E INGEGNERIA  
Z. I. Ponte Valentino - BENEVENTO telefax: 0824 351344

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
INDAGINI GEOGNOSTICHE E PROVE IN SITO  
Concessione n° 5024 del 25 maggio 2011 DRP 380 art. 59



Accettazione indagini geognostiche n°426  
del 18 febbraio 2014

Certificati dal n°45 al n° 46 anno 2014

Spett.le  
dott. geol. Bosco Fioravante

*Committente: BGT srls pe conto Germani Galliano*

## PUA (PIANO URBANISTICO ATTUATIVO)

Via San Leucio - Comune di Benevento



INDAGINI GEOGNOSTICHE, PRELIEVO DI CAMPIONI E PROVE IN SITO



# Geo-In srl

ZONA INDUSTRIALE PONTE VALENTINO - 82100 BENEVENTO  
tel e fax 0824-351344 e-mail: info @ geo-in.it

LABORATORIO AUTORIZZATO MINISTERO INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
N° 5024 del 25-5-2011 DPR 380/11 art 59  
INDAGINI GEOGNOSTICHE, PRELIEVI DEI CAMPIONI ED INDAGINI IN SITO

**Accettazione n° 0426 del 18 febbraio 2014**

**Committente:** BGT srls per conto Germani Galliano

**Richiedente:** dott. Geol. Bosco Fioravante

**Progetto:** PUA (Piano Urbanistico Attuativo)

**Località:** Via San Leucio

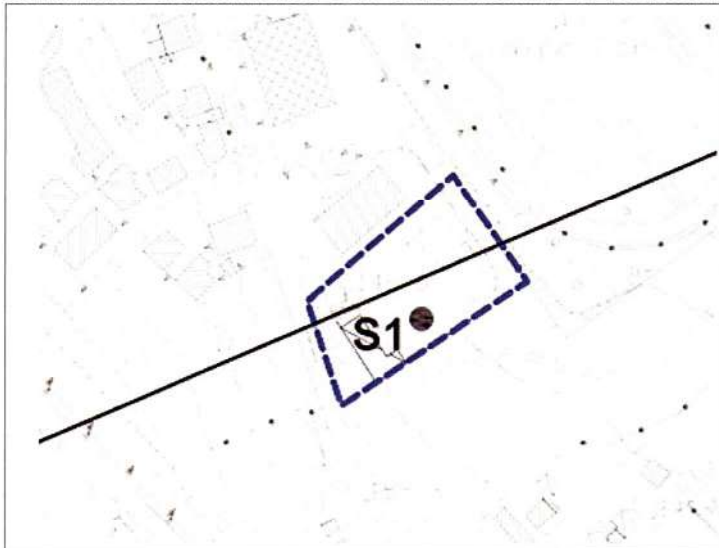
**Comune:** Benevento

## INDAGINI IN SITO

### PROVE ESEGUITE

- Sondaggio geognostico S1 a mt 20,00 cert.045-2014
- Prove Spt cert. N° 046-2014

### STRALCIO PLANIMETRICO CON UBICAZIONE DELLA PROVA



### DESCRIZIONE DELLA METODOLOGIA

#### CAROTAGGIO CONTINUO

Tutte le indagini eseguite sono state effettuate a carotaggio continuo con il prelievo della carota disposta in apposite cassette catalogatrici. Il carotaggio è stato eseguito a secco, nei terreni più sciolti e con circolazione di fluido in quelli di natura litoide. L'espulsione della carota è stata effettuata o con spinta idraulica (acqua) o in caso di materiale litoide tramite martellamento del carotiere, il tutto raccolto in contenitore adatto e riposto, secondo la profondità, nelle apposite cassette. La strumentazione utilizzata per le indagini è la seguente: **Sonda** perforatrice a rotazione di marca CMV modello MK 600 D, anno di produzione 2004, peso circa 6700 kg, coppia massima di rotazione 600 kgm, velocità di rotazione massima 400 g/min; corsa di 3300 mm, **Aste** lunghezza 1500 mm diametro 76 mm spessore 6,6 mm, **Carotiere** di tipo semplice diametro 101 lunghezza 3000 mm e corona con denti in widia, **Pompa fanghi** del tipo a vite con pressione massima di esercizio 30 bar.

#### PRELIEVO DEI CAMPIONI INDISTURBATI

Raggiunta la profondità desiderata con la perforazione si è proceduti alla manovra di pulizia del foro mediante lavaggio con acqua pulita tale da rimuovere dal fondo del foro eventuale fango e detriti lasciati dalla manovra precedente. Il prelievo dei campioni è stato eseguito, a seconda del grado di consistenza del terreno, con un campionatore a pressione di tipo shelby con fustella a pareti sottili, nei terreni meno consistenti e con un campionatore rotativo denominato "Drill" nei terreni consistenti, litoidi e semilitoidi. Tale campionatore, che viene usato con circolazione di fluido, è costituito da una parte esterna con corona sottile al widia che esegue il taglio del terreno e da una fustella interna in acciaio collegata tramite una testa libera che permette alla fustella di inserirsi nel terreno senza ruotare. Il campione indisturbato, prelevato nella fustella, è stato regolarmente paraffinato e contrassegnato con i dati relativi al sondaggio, alla profondità e alla data di prelievo.

#### STANDARD PENETRATION TEST

La prova SPT si esegue durante la 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 sulle quali agisce un maglio del peso di 63.5 kg che cade liberamente da un'altezza di 0,75 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

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:  $N_{SPT} = N_2 + N_3$

Si utilizzano le seguenti attrezzature 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 e angolo 60°. Il campionatore Raymond consta di un tubo diviso longitudinalmente a metà, i due semitubi sono tenuti insieme, durante l'infissione, da una scarpa tagliente avvitata alla base e da un anello in testa. Alla fine della prova si svita la scarpa, il carotiere si apre in due permettendo di estrarre il campione di terreno.

Il direttore del laboratorio

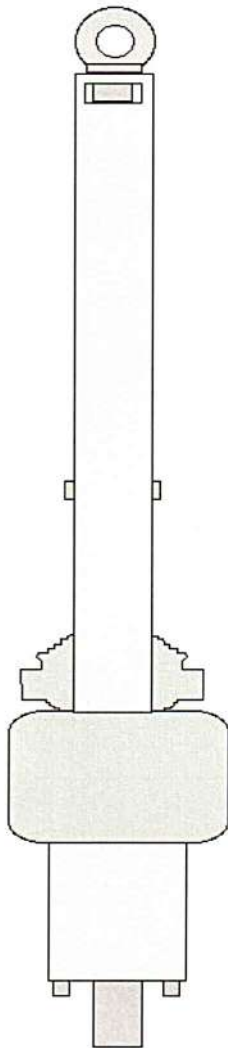
Dott. Geol. Umberto Lonardo



Prof. metri		Spes. metri		SIMBOLO	DESCRIZIONE LITOLOGICA	% Carot 25 50 75	Camp. S=Shelby O=Osterberg M=Maot	Pocket Kg/cmq	H2O	SPT A = Punta Aperta C = Punta Chiusa
1	0,4	0,4			Massicciata					
2					Ripporto eterogeneo costituito da limo argilloso sabbioso di colore giallo-brunastro commisto a ghiaia e ciottoli eterometrici, poco consistente					
3	2,3	1,9			Limo sabbioso e sabbia limosa brunastro poco consistente - prodotti piroclastici					
4	3,5	1,2			Limo debolmente argilloso, brunastro plastico - piroclastie argillificata					
5	4,5	1,0			Silt sabbioso argilloso di colore giallastro da poco a mediamente consistente, all'interno presenza di sporadici clasti calcarei ed arenacei alterati di dimensioni millimetriche					
6					Silt argilloso sabbioso giallastro a tratti con livelletti sabbiosi, tra 16,2 e 17,0 metri livello giallo-brunastro con inclusi noduli sabbiosi alterati ocracei		4,7 C1 S 5,2			A SPT mt 4,0 (6-9-11)
7					Sabbia e sabbia debolmente limosa poco addensata di colore grigio con qualche granello biancastro, umida					
8					Sabbia e sabbia debolmente limosa poco addensata di colore grigio con qualche granello biancastro, umida					
9					Sabbia e sabbia debolmente limosa poco addensata di colore grigio con qualche granello biancastro, umida					
10					Sabbia e sabbia debolmente limosa poco addensata di colore grigio con qualche granello biancastro, umida					
11					Sabbia e sabbia debolmente limosa poco addensata di colore grigio con qualche granello biancastro, umida					
12					Sabbia e sabbia debolmente limosa poco addensata di colore grigio con qualche granello biancastro, umida					
13					Sabbia e sabbia debolmente limosa poco addensata di colore grigio con qualche granello biancastro, umida					
14					Sabbia e sabbia debolmente limosa poco addensata di colore grigio con qualche granello biancastro, umida					
15	14,5	10,0			Sabbia e sabbia debolmente limosa poco addensata di colore grigio con qualche granello biancastro, umida					
16					Sabbia e sabbia debolmente limosa poco addensata di colore grigio con qualche granello biancastro, umida					
17					Sabbia e sabbia debolmente limosa poco addensata di colore grigio con qualche granello biancastro, umida					
18					Sabbia e sabbia debolmente limosa poco addensata di colore grigio con qualche granello biancastro, umida					
19	19,3	4,8			Sabbia e sabbia debolmente limosa poco addensata di colore grigio con qualche granello biancastro, umida					
20	20,2	Fine			Sabbia e sabbia debolmente limosa poco addensata di colore grigio con qualche granello biancastro, umida					
21		Foro			Sabbia e sabbia debolmente limosa poco addensata di colore grigio con qualche granello biancastro, umida					
22					Sabbia e sabbia debolmente limosa poco addensata di colore grigio con qualche granello biancastro, umida					
23					Sabbia e sabbia debolmente limosa poco addensata di colore grigio con qualche granello biancastro, umida					
24					Sabbia e sabbia debolmente limosa poco addensata di colore grigio con qualche granello biancastro, umida					
25					Sabbia e sabbia debolmente limosa poco addensata di colore grigio con qualche granello biancastro, umida					
26					Sabbia e sabbia debolmente limosa poco addensata di colore grigio con qualche granello biancastro, umida					
27					Sabbia e sabbia debolmente limosa poco addensata di colore grigio con qualche granello biancastro, umida					
28					Sabbia e sabbia debolmente limosa poco addensata di colore grigio con qualche granello biancastro, umida					
29					Sabbia e sabbia debolmente limosa poco addensata di colore grigio con qualche granello biancastro, umida					
30					Sabbia e sabbia debolmente limosa poco addensata di colore grigio con qualche granello biancastro, umida					
31					Sabbia e sabbia debolmente limosa poco addensata di colore grigio con qualche granello biancastro, umida					
32					Sabbia e sabbia debolmente limosa poco addensata di colore grigio con qualche granello biancastro, umida					
33					Sabbia e sabbia debolmente limosa poco addensata di colore grigio con qualche granello biancastro, umida					
34					Sabbia e sabbia debolmente limosa poco addensata di colore grigio con qualche granello biancastro, umida					



 <p><b>Geo-In srl</b>                  ZONA INDUSTRIALE PONTE VALENTINO - 82100 BENEVENTO                  tel e fax 0824-351344 e-mail: info @ geo-in.it</p>	<b>STANDARD PENETRATION TEST</b>	
	Accettazione n° <b>0426</b> del: <b>18 feb 2014</b> Certificato n° <b>046</b> del: <b>4 mar 2014</b>	
LABORATORIO AUTORIZZATO MINISTERO INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI N° 5024 del 25-5-2011 Dpr 380/01 INDAGINI GEOGNOSTICHE, PRELIEVO DEI CAMPIONI ED INDAGINI IN SITO	SONDAGGIO: S1 del 27/2/2014 Committente: BGT srls p/c Germani Galliano Richiedente: dott. Geol. Bosco Fioravante	
<b>Progetto:</b> PUA (Piano Urbanistico Attuativo)	<b>Località:</b> Via San leucio	<b>Comune di:</b> Benevento




SPT N°	PROFONDITA' METRI	PUNTA	N1	N2	N3	NsPT
1	4,00	A	6	9	11	<b>20</b>

**Note:**

Punta: A=Punta Aperta C=Punta Chiusa  
 Rif = rifiuto n° di colpi > 50

Osservazioni:

Il direttore del laboratorio e responsabile di sito  
 dott. Geol. Umberto Lonardo




Dott. Geol. Fioravante BOSCO

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

## **SONDAGGI GEOGNOSTICI PREGRESSI**

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

**GEOTECNOSONO srl**

dr. Giuseppe Cannavale  
SALERNO - ☎ 089.274190

Committente Dipartimento Ingegneria Geotecnica Napoli,

Cantiere Benevento;

Località Via Cavour;

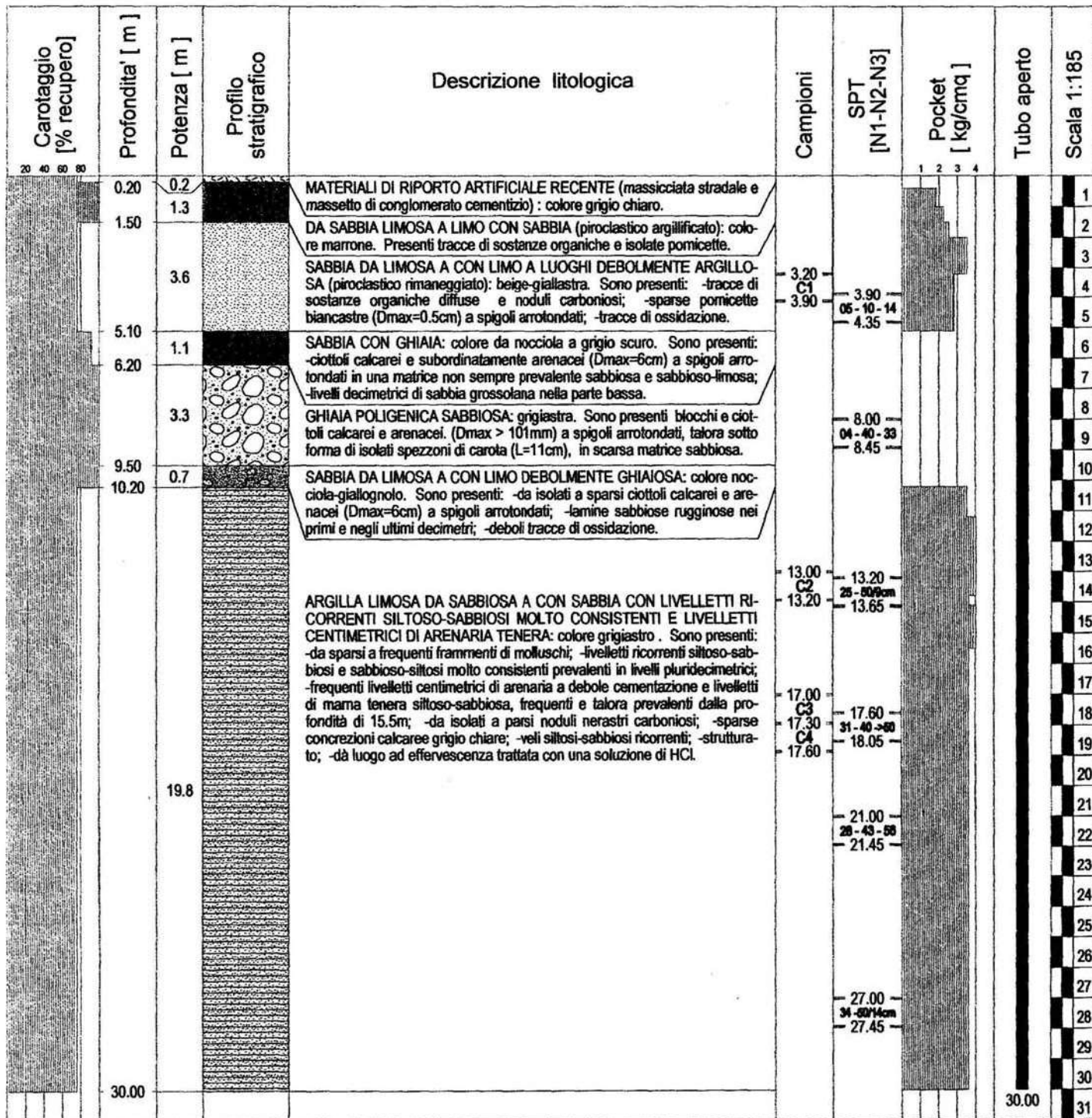
Data Inizio 09.05.2002

Data Fine 10.05.2002

**SG-043**

SONDAGGIO / COLI  
**SU.3** / **1**


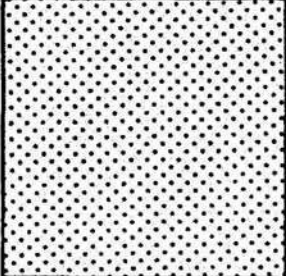
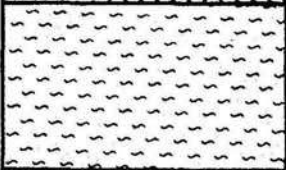
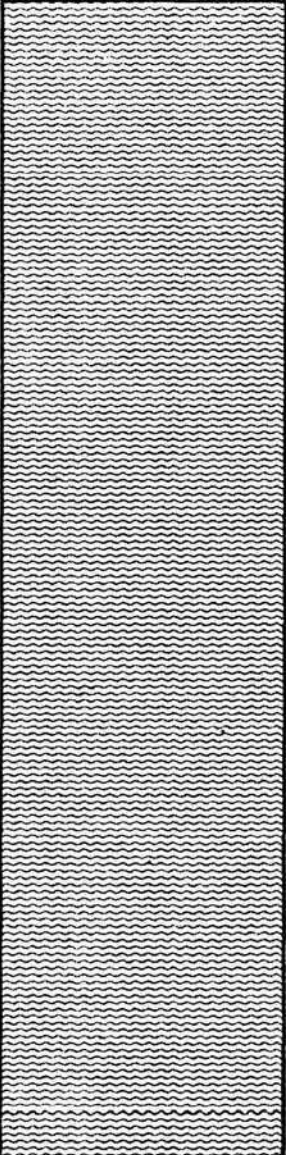
il tecnico  
dr. geol. G. Cannavale


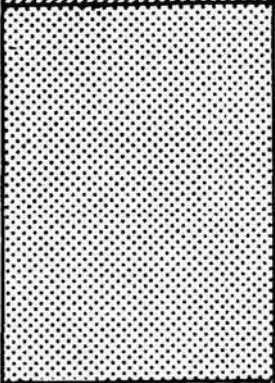

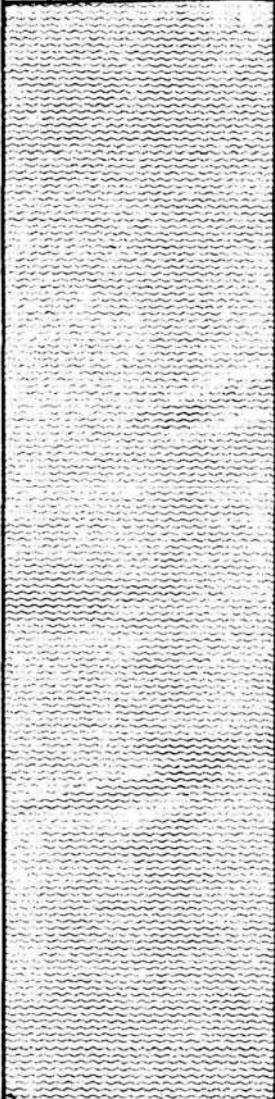


RILIEVO QUOTA DELL'ACQUA NEL FORO DI SONDAGGIO

Data ril.	Ora	Qt. acqua	Fondo foro	Rivestim
09.05.02	17:30	-11.30m	-13.00m	- 6.00m
10.05.02	8:30	-11.30m	-13.00m	- 6.00m
10.05.02	12:30	-20.50m	-22.50m	-12.00m
10.05.02	13:30	-20.50m	-22.50m	-12.00m
10.05.02	18:00	-28.40m	-30.00m	-12.00m

NOTE:

DATA : 8. 11. 84		SONDAGGIO N° 6			
COMMITTENTE : AMMINISTRAZIONE COMUNALE		LOCALITA' : MADONNA DELLA SALUTE (TRETOLA)			SG-212
quota s.l.m	spessori	profondita' a'	H <sub>2</sub> O	STRATIGRAFIA	LITOLOGIA
	1.00	1			TERRENO VEGETALE.
	5.00	2			SABBIE DI COLORE GIALLO DEBOLMENTE ARGILLIFICATE.
		3			
		4			
		5			
		6			
		7			
	3.00	8			CAPPELLACCIO DI ALTERAZIONE DELLE ARGILLE AZZURRE.
		9			ARGILLA GRIGIO-AZZURRA MOLTO TENACE E RESISTENTE.
		10			
		11			
		12			
		13			
		14			
		15			
		16			
		17			
		18			
		19			
		20			
		21			
		22			
		23			
		24			
		25			
		26			
		27			
		28			
		29			

DATA : 9-11-84		SONDAGGIO N°2			
COMMITTENTE : AMMINISTRAZIONE COMUNALE		LOCALITA' : VIA MARIA PACIFICO		SG-235	
quota s.l.m.	spessori	profondità	H <sub>2</sub> O	STRATIGRAFIA	LITOLOGIA
	1.00	1			TERRENO DI RIPORTO RECENTE.
	7.00	2			ARGILLA SABBIOSA DI COLORE GIALLO.
	1.50	3			CAPPELLACCIO DI ALTERAZIONE DELLE ARGILLE AZZURRE.
		4			ARGILLE DI COLORE GRIGIO-AZZURRO MOLTO TENACI E AZZURRE.
		5			
		6			
		7			
		8			
		9			
		10			
		11			
		12			
		13			
		14			
		15			
		16			
		17			
		18			
		19			
		20			
		21			
		22			
		23			
		24			
		25			
		26			
		27			
		28			
		29			



DATA : 9-11-84				SONDAGGIO N°4		
COMMITTENTE : AMMINISTRAZIONE COMUNALE				LOCALITA' : VIA V. GIOBERTI		SG-236
quota s.l.m.	spessori	profondità	H <sub>2</sub> O	STRATIGRAFIA	camp. in situ	LITOLOGIA
	1.00	1				TERRENO DI RIPOSTO RECENTE.
	4.00	2				SABBIE ARGILLOSO-LIMOSE COM PRESENZA DI MICROCLASTI ARROTONDATI.
	3.00	3				GHIAIA COM SABBIA.
		4				
		5				
		6				
		7				
		8				
		9				ARGILLE GRIGIO-AZZURRE.
		10				
		11				
		12				
		13				
		14				
		15				
		16				
		17				
		18				
		19				
		20				
		21				
		22				
		23				
		24				
		25				
		26				
		27				
		28				
		29				

Dott. Geol. Fioravante BOSCO

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

## PROVE PENETROMETRICHE

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*



**Geo-In srl**

APPLICAZIONE ALLA GEOLOGIA E INGEGNERIA  
Z. I. Ponte Valentino - BENEVENTO telefax: (0824) 351344

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
INDAGINI GEOGNOSTICHE E PROVE IN SITO  
Concessione n° 5024 del 25 maggio 2011 DRP 380 art. 59



Accettazione indagini geognostiche n° 491  
del 4 luglio 2014

Certificato n° 170 anno 2014

Spett.le  
dott. Geol. Fioravante BOSCO

*Committente: Guerrera Luciano per conto dei Germani Galliano*

## PUA COMPARTO EDIFICATORIO TU42D2

Via San Leucio - Comune di Benevento)




**Geo-In srl**

 ZONA INDUSTRIALE PONTE VALENTINO - 82100 BENEVENTO  
 tel e fax 0824-351344 e-mail: info @ geo-in.it

 LABORATORIO AUTORIZZATO MINISTERO INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
 N° 5024 del 25-5-2011 DPR 380/11 art 59  
 INDAGINI GEOGNOSTICHE, PRELIEVI DEI CAMPIONI ED INDAGINI IN SITO

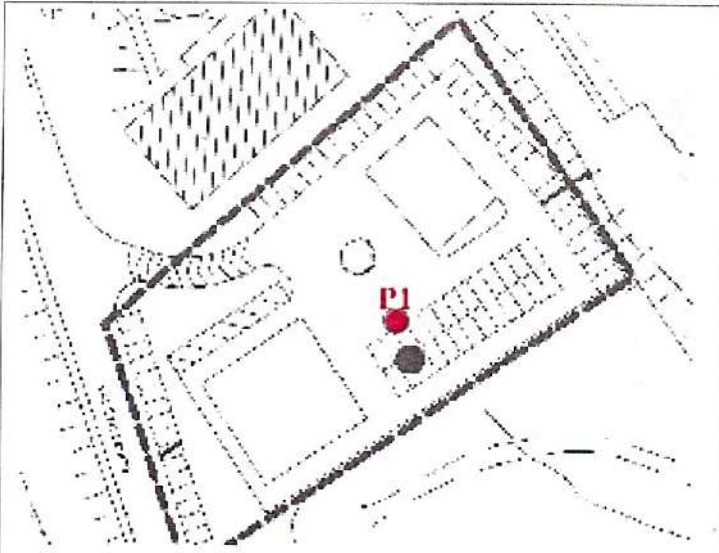
**Accettazione n° 0491 del 4 luglio 2014**
**Committente:** Guerrera Luciano per conto germani Galliano  
**Richiedente:** dott. Geol. Fioravante Bosco  
**Progetto:** PUA comparto edificatorio TU42D2  
**Località:** Via San Leucio  
**Comune:** Benevento

## INDAGINI IN SITO

### PROVE ESEGUITE

• Prova penetrometrica dinamica P1 a mt 15,2 cert.170-2014

### STRALCIO PLANIMETRICO CON UBICAZIONE DELLA PROVA



### DESCRIZIONE DELLA METODOLOGIA

#### PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUPER PESANTE - D.P.S.H

Questa prova, normata dall'Eurocodice 7, è effettuata mediante infissione a percussione di una batteria di aste dotate di una punta di diametro 51 mm ed angolo di apertura 90°. Il dispositivo di infissione della punta è costituito da un maglio avente massa pari a 63,5 Kg che cade liberamente da un'altezza di 0,75 m. La prova consiste nell'infingere la punta conica nel terreno, per tratti consecutivi di 20 cm, misurando il numero di colpi necessari.

La prova viene effettuata con penetrometro statico-dinamico della Pagani srl modello TG63-200 (tipo ISSMFE)

*Le caratteristiche del penetrometro dinamico utilizzato sono le seguenti:*

Peso Massa Battente	M	= 63,5 Kg	Altezza Caduta Libera	H	= 0,75 mt
Peso Sistema Battuta	Ms	= 30,0 Kg	Diametro Punta Conica	D	= 51,00 mm
Area Base Punta Conica	A	= 20,43 cm <sup>2</sup>	Angolo di Apertura punta	$\alpha$	= 90°
Lunghezza delle Aste	La	= 1,00 mt	Peso Aste per metro	Ma	= 6,31 Kg
Prof. Giunzione 1° asta	P1	= 0,40 mt	Avanzamento Punta	d	= 0,2 mt
Numero di colpi punta	N	Per ogni 20 cm	Rivestimento/fanghi	No	



Il direttore del laboratorio

Dott. Geol. Umberto Lonardo

 <b>Geo-In srl</b> Z. Industriale Ponte Valentino 82100 BENEVENTO Tel e fax 0824-351344 e:mail info@geo-in.it	<b>PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TIPO DPSH</b>		<b>P1</b>
	Accettazione n°	491	Del 4 lug. 2014
	Certificato n°	170	Del 14 lug. 2014
LABORATORIO AUTORIZZATO MINISTERO INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI N° 5024 del 25-5-2011 Dpr 380/01	Prova eseguita il	10/07/14	quota
INDAGINI GEOGNOSTICHE, PRELIEVO DEI CAMPIONI ED INDAGINI IN SITO	Committente	Guerrera Luciano P/c Galliano	
	Richiedente	dott. Geol. Fioravante Bosco	
<b>Progetto':</b>	<b>Località:</b>	<b>Comune di:</b>	
PUA Comparto edificatorio TU42D2	Via San Leucio	Benevento	

Prof (m)	N° Colpi	Prof (m)	N° Colpi	Prof (m)	N° Colpi	Prof (m)	N° Colpi	Prof (m)	N° Colpi
0,2	3	5,2	14	10,2	20	15,2	21	20,2	
0,4	5	5,4	13	10,4	21	15,4		20,4	
0,6	8	5,6	13	10,6	20	15,6		20,6	
0,8	10	5,8	14	10,8	19	15,8		20,8	
<b>1,0</b>	<b>11</b>	<b>6,0</b>	<b>14</b>	<b>11,0</b>	<b>21</b>	<b>16,0</b>		<b>21,0</b>	
1,2	10	6,2	14	11,2	22	16,2		21,2	
1,4	9	6,4	13	11,4	21	16,4		21,4	
1,6	9	6,6	15	11,6	21	16,6		21,6	
1,8	10	6,8	16	11,8	22	16,8		21,8	
<b>2,0</b>	<b>11</b>	<b>7,0</b>	<b>16</b>	<b>12,0</b>	<b>20</b>	<b>17,0</b>		<b>22,0</b>	
2,2	12	7,2	16	12,2	21	17,2		22,2	
2,4	10	7,4	15	12,4	20	17,4		22,4	
2,6	2	7,6	13	12,6	19	17,6		22,6	
2,8	3	7,8	15	12,8	18	17,8		22,8	
<b>3,0</b>	<b>2</b>	<b>8,0</b>	<b>16</b>	<b>13,0</b>	<b>20</b>	<b>18,0</b>		<b>23,0</b>	
3,2	3	8,2	17	13,2	19	18,2		23,2	
3,4	3	8,4	16	13,4	22	18,4		23,4	
3,6	3	8,6	15	13,6	21	18,6		23,6	
3,8	2	8,8	17	13,8	21	18,8		23,8	
<b>4,0</b>	<b>4</b>	<b>9,0</b>	<b>17</b>	<b>14,0</b>	<b>20</b>	<b>19,0</b>		<b>24,0</b>	
4,2	2	9,2	15	14,2	19	19,2		24,2	
4,4	2	9,4	16	14,4	18	19,4		24,4	
4,6	3	9,6	17	14,6	19	19,6		24,6	
4,8	10	9,8	29	14,8	21	19,8		24,8	
<b>5,0</b>	<b>13</b>	<b>10,0</b>	<b>21</b>	<b>15,0</b>	<b>22</b>	<b>20,0</b>		<b>25,0</b>	

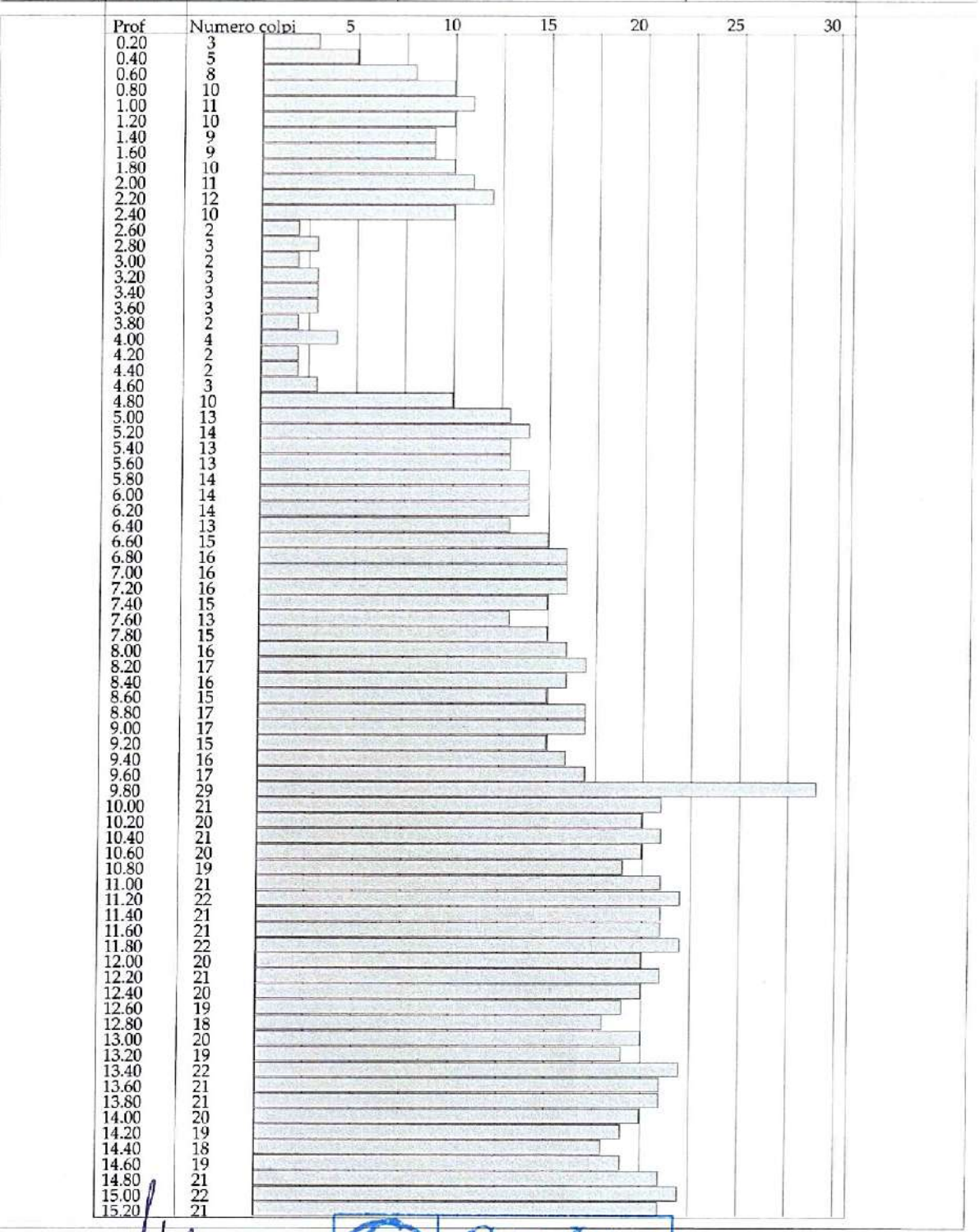
## NOTE:

Il direttore del laboratorio  
dott. Geol. Umberto Lonardo



Il responsabile di sito  
dott. Geol. Giuseppe Pasquale

 <b>Geo-In srl</b> Z. Industriale Ponte Valentino 82100 BENEVENTO Tel e fax 0824-351344 e:mail info@geo-in.it	<b>PROVA PENETROMETRICA                  DINAMICA TIPO DPSH</b>		<b>P1</b>
	Accettazione n° <b>491</b> Certificato n° <b>170</b> Prova eseguita il <b>10/07/14</b> Committente <b>Guerrera Luciano P/c Galliano</b> Richiedente <b>dott. Geol. Fioravante Bosco</b>	Del <b>4 lug. 2014</b> Del <b>14 lug. 2014</b>	
LABORATORIO AUTORIZZATO MINISTERO INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI N° 5024 del 25-5-2011 Dpr 380/01 INDAGINI GEOGNOSTICHE, PRELIEVO DEI CAMPIONI ED INDAGINI IN SITO			
<b>Progetto':</b> PUA Comparto edificatorio TU42D2	<b>Località:</b> Via San Leucio		<b>Comune di:</b> Benevento



Il direttore del laboratorio  
dott. Geol. Umberto Leonardo



Il responsabile di sito  
dott. Geol. Giuseppe Pasquale

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr. 1 DPSH****TERRENI COESIVI****Coesione non drenata**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	11,51	0,60	Terzaghi-Peck	0,78
Strato 2	17,36	2,40	Terzaghi-Peck	1,17
Strato 3	5,11	4,60	Terzaghi-Peck	0,32
Strato 4	25,66	9,60	Terzaghi-Peck	1,73
Strato 5	35,23	15,20	Terzaghi-Peck	2,38

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	11,51	0,60	Stroud e Butler	52,81
Strato 2	17,36	2,40	Stroud e Butler	79,65
Strato 3	5,11	4,60	Stroud e Butler	23,45
Strato 4	25,66	9,60	Stroud e Butler)	117,73
Strato 5	35,23	15,20	Stroud e Butler)	161,64

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	11,51	0,60	Meyerhof ed altri	2,01
Strato 2	17,36	2,40	Meyerhof ed altri	2,09
Strato 3	5,11	4,60	Meyerhof ed altri	1,77
Strato 4	25,66	9,60	Meyerhof ed altri	2,12
Strato 5	35,23	15,20	Meyerhof ed altri	2,29

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	11,51	0,60	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	---
Strato 2	17,36	2,40	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	---
Strato 3	5,11	4,60	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	1,88
Strato 4	25,66	9,60	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	2,24
Strato 5	35,23	15,20	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	2,55

**TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	11,51	0,60	Gibbs & Holtz 1957	81,56
Strato 2	17,36	2,40	Gibbs & Holtz 1957	86,69
Strato 3	5,11	4,60	Gibbs & Holtz 1957	39,6
Strato 4	25,66	9,60	Gibbs & Holtz 1957	71,85
Strato 5	35,23	15,20	Gibbs & Holtz 1957	67,97

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	11,51	0,60	De Mello	28,24
Strato 2	17,36	2,40	De Mello	29,72
Strato 3	5,11	4,60	De Mello	25,01
Strato 4	25,66	9,60	De Mello	30,92
Strato 5	35,23	15,20	De Mello	31,84

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	11,51	0,60	Begemann 1974	51,11
Strato 2	17,36	2,40	Begemann 1974	63,12
Strato 3	5,11	4,60	Begemann 1974	37,96
Strato 4	25,66	9,60	Begemann 1974	80,17
Strato 5	35,23	15,20	Begemann 1974	99,83

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	11,51	0,60	Meyerhof ed altri	1,78
Strato 2	17,36	2,40	Meyerhof ed altri	1,94
Strato 3	5,11	4,60	Meyerhof ed altri	1,54
Strato 4	25,66	9,60	Meyerhof ed altri	2,09
Strato 5	35,23	15,20	Meyerhof ed altri	2,18

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	11,51	0,60	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,93
Strato 2	17,36	2,40	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,96
Strato 3	5,11	4,60	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
Strato 4	25,66	9,60	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 5	35,23	15,20	Terzaghi-Peck 1948-1967	---



STUDIO GEOLOGICO TECNICO		<b>STANDARD PENETRATION TEST</b>					
Dott. Fioravante BOSCO		Riferimento: SONDAGGIO <b>S 1</b>		<b>S.P.T. 1</b>			
Metodo di Perforazione	●	Carotaggio Continuo		Distruzione di nucleo			
Tipo e Peso del Maglio	●	Martino a sganciamento automatico da 63,5 kg					
		Altro:					
Tipo e Peso delle Aste	●	Diametro 50 mm da 7 kg/ml					
		Altro:					
Diametro Foro di Prova		Con rivestimento mm:					
	●	Senza rivestimento mm: 100					
Quota di fondo foro		profondità dal piano campagna metri 4,00					
●	Prova con campionatore standard	Lunghezza campione estratto (cm)					
	Prova con punta conica						
DIAGRAMMA							
<p style="text-align: center;"><b>N (numero colpi)</b></p> <p style="text-align: center;">0                      5                      10                      15</p> <p style="text-align: center;">0</p> <p style="text-align: center;">15</p> <p style="text-align: center;">30</p> <p style="text-align: center;">45</p> <p style="transform: rotate(-90deg); position: absolute; left: 100px; top: 500px;">Profondità (cm)</p>							
RISULTATI DELLA PROVA							
1) COLPI N°	<b>6</b>	da metri	<b>4,00</b>	a metri <b>4,15</b>	<b>N<sub>1</sub></b>	<b>N<sub>2</sub></b>	<b>N<sub>3</sub></b>
2) COLPI N°	<b>9</b>	da metri	<b>4,15</b>	a metri <b>4,30</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>11</b>
3) COLPI N°	<b>11</b>	da metri	<b>4,30</b>	a metri <b>4,45</b>	<b>Nspt (reale)</b>		<b>Nspt (corretto)</b>
<b>Nspt Parametri Geotecnici (terreni granulari)</b>					<b>20</b>		<b>17,5</b>
Dr	%	IL GEOLOGO Dott. Fioravante BOSCO					
$\phi'$	(°)						
Ed	KN/m <sup>2</sup> [tra 100 e 1000 KPa]						
<b>Nspt Parametri Geotecnici (terreni coesivi)</b>							
Cu	KN/m <sup>2</sup>						
Ed	KN/m <sup>2</sup> [tra 100 e 1000 KPa]						
1) Tratto di avvio - 2) Primo tratto - 3) Secondo tratto							

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA SPT n°1 – SONDAGGIO S1****TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	20	4,45	17,5	Gibbs & Holtz	100

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	20	4,45	17,5	De Mello	29,69

**Modulo di Young**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	20	4,45	17,5	Bowles	162,50

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	20	4,45	17,5	Begemann 1	63,41

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	20	4,45	17,5	A.G.I.	MODERATAMENTE ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	20	4,45	17,5	Meyerhof ed altri	1,94

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	20	4,45	17,5	Terzaghi-Peck	1,96

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto	Correlazione	Poisson
Strato 1	20	4,45	17,5	(A.G.I.)	0,32

**Modulo di deformazione a taglio**

	Nspt	Prof. Strato(m)	Nspt corretto	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	20	4,45	17,5	Ohsaki	958,01

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto	Correlazione	Ko (kg/cm <sup>3</sup> )
Strato 1	20	4,45	17,5	Navfac	3,60

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	20	4,45	17,5	Robertson	35,00

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA SPT n°1 – SONDAGGIO S1****STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA n1****TERRENI COESIVI****Coesione non drenata**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	20	4,45	Terzaghi-Peck	1,35

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	20	4,45	Robertson	40,00

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	20	4,45	Stroud e Butler	91,76

**Modulo di Young**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	20	4,45	Apollonia	200,00

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	20	4,45	Classificaz. A.G.I.	MOLTO CONSISTENTE

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	20	4,45	Meyerhof ed altri	2,10

Dott. Geol. Fioravante BOSCO

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

## **PROVE PENETROMETRICHE PREGRESSE**

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

STUDIO GEOLOGICO TECNICO		<b>STANDARD PENETRATION TEST</b>										
Dott. Fioravante BOSCO		Riferimento: SONDAGGIO <b>S 43</b>		<b>S.P.T. 1</b>								
Metodo di Perforazione	●	Carotaggio Continuo		Distruzione di nucleo								
Tipo e Peso del Maglio	●	Martino a sganciamento automatico da 63,5 kg										
		Altro:										
Tipo e Peso delle Aste	●	Diametro 50 mm da 7 kg/ml										
		Altro:										
Diametro Foro di Prova		Con rivestimento mm:										
		Senza rivestimento mm: 100										
Quota di fondo foro		profondità dal piano campagna metri 3,90										
Prova con campionatore standard		Lunghezza campione estratto (cm)										
Prova con punta conica												
DIAGRAMMA												
<p>Il diagramma mostra i risultati della prova SPT. L'asse delle ordinate rappresenta la profondità in centimetri (0 a 45), e l'asse delle ascisse rappresenta il numero di colpi (N) (0 a 15). I dati sono i seguenti:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Profondità (cm)</th> <th>N (numero colpi)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>45</td> <td>14</td> </tr> </tbody> </table>					Profondità (cm)	N (numero colpi)	0	0	15	6	45	14
Profondità (cm)	N (numero colpi)											
0	0											
15	6											
45	14											
RISULTATI DELLA PROVA												
1) COLPI N°	<b>6</b>	da metri	<b>3,90</b>	a metri	<b>4,05</b>	<b>N<sub>1</sub></b>	<b>N<sub>2</sub></b>	<b>N<sub>3</sub></b>				
2) COLPI N°	<b>10</b>	da metri	<b>4,05</b>	a metri	<b>4,20</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>14</b>				
3) COLPI N°	<b>14</b>	da metri	<b>4,20</b>	a metri	<b>4,35</b>	<b>Nspt (reale)</b>		<b>Nspt (corretto)</b>				
<b>Nspt Parametri Geotecnici (terreni granulari)</b>						<b>24</b>	<b>19,5</b>					
Dr	%											
$\phi'$	(°)											
Ed	KN/m <sup>2</sup> [tra 100 e 1000 KPa]											
<b>Nspt Parametri Geotecnici (terreni coesivi)</b>						IL GEOLOGO Dott. Fioravante BOSCO						
Cu	KN/m <sup>2</sup>											
Ed	KN/m <sup>2</sup> [tra 100 e 1000 KPa]											
1) Tratto di avvio - 2) Primo tratto - 3) Secondo tratto												

**SONDAGGIO S 43****STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA n 1****TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

	Nspt	Prof. (m)	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	24	4,35	Gibbs & Holtz 1957	100

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. (m)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	24	4,35	Sowers (1961)	33,46

**Modulo di Young**

	Nspt	Prof. (m)	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	24	4,35	Bowles (1982)	172,50

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. (m)	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	24	4,35	Begemann 1974	67,52

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof.(m)	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	24	4,35	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. (m)	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	24	4,35	Meyerhof ed altri	1,98

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. (m)	Correlazione	Poisson
Strato 1	24	4,35	(A.G.I.)	0,32

**Modulo di deformazione a taglio**

	Nspt	Prof. (m)	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	24	4,35	Ohsaki (Sabbie pulite)	1060,59

**Velocità onde di taglio**

	Nspt	Prof. (m)	Correlazione	Velocità onde (m/s)
Strato 1	24	4,35		242,87

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. (m)	Correlazione	Ko (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	24	4,35	Navfac 1971-1982	3,96

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>3</sup> )
Strato 1	24	4,35	Robertson 1983	39,00

STUDIO GEOLOGICO TECNICO		<b>STANDARD PENETRATION TEST</b>												
Dott. Fioravante BOSCO		Riferimento: SONDAGGIO <b>S 43</b>		<b>S.P.T. 2</b>										
Metodo di Perforazione	●	Carotaggio Continuo		Distruzione di nucleo										
Tipo e Peso del Maglio	●	Martino a sganciamento automatico da 63,5 kg												
		Altro:												
Tipo e Peso delle Aste		Diametro 50 mm da 7 kg/ml												
		Altro:												
Diametro Foro di Prova		Con rivestimento mm:												
		Senza rivestimento mm: 100												
Quota di fondo foro		profondità dal piano campagna metri 8,00												
Prova con campionatore standard		Lunghezza campione estratto (cm)												
Prova con punta conica														
DIAGRAMMA														
<p>Il diagramma mostra il numero di colpi (N) in funzione della profondità (cm). I dati sono i seguenti:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Profondità (cm)</th> <th>N (numero colpi)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>33</td> </tr> <tr> <td>45</td> <td>40</td> </tr> </tbody> </table>					Profondità (cm)	N (numero colpi)	0	0	15	4	30	33	45	40
Profondità (cm)	N (numero colpi)													
0	0													
15	4													
30	33													
45	40													
RISULTATI DELLA PROVA														
1) COLPI N°	<b>4</b>	da metri	<b>8,00</b>	a metri	<b>8,15</b>	<b>N<sub>1</sub></b>	<b>N<sub>2</sub></b>	<b>N<sub>3</sub></b>						
2) COLPI N°	<b>40</b>	da metri	<b>8,15</b>	a metri	<b>8,30</b>	<b>4</b>	<b>40</b>	<b>33</b>						
3) COLPI N°	<b>33</b>	da metri	<b>8,30</b>	a metri	<b>8,45</b>	<b>Nspt (reale)</b>		<b>Nspt (corretto)</b>						
<b>Nspt Parametri Geotecnici (terreni granulari)</b>						<b>73</b>	<b>44</b>							
Dr	%													
$\phi'$	(°)													
Ed	KN/m <sup>2</sup> [tra 100 e 1000 KPa]													
<b>Nspt Parametri Geotecnici (terreni coesivi)</b>						IL GEOLOGO Dott. Fioravante BOSCO								
Cu	KN/m <sup>2</sup>													
Ed	KN/m <sup>2</sup> [tra 100 e 1000 KPa]													
1) Tratto di avvio - 2) Primo tratto - 3) Secondo tratto														

**SONDAGGIO S 43****STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA n 2****TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

	Nspt	Prof. (m)	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	73	8,45	Gibbs & Holtz 1957	100

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. (m)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	73	8,45	Sowers (1961)	40,32

**Modulo di Young**

	Nspt	Prof. (m)	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	73	8,45	Bowles (1982)	295,00

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. (m)	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	73	8,45	Begemann 1974	117,84

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. (m)	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	73	8,45	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. (m)	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	73	8,45	Meyerhof ed altri	2,22

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. (m)	Correlazione	Poisson
Strato 1	73	8,45	(A.G.I.)	0,27

**Modulo di deformazione a taglio**

	Nspt	Prof. (m)	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	73	8,45	Ohsaki (Sabbie pulite)	2279,08

**Velocità onde di taglio**

	Nspt	Prof. (m)	Correlazione	Velocità onde (m/s)
Strato 1	73	8,45		364,83

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. (m)	Correlazione	Ko
Strato 1	73	8,45	Navfac 1971-1982	7,39

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	73	8,45	Robertson 1983	88,00



STUDIO GEOLOGICO TECNICO		<b>STANDARD PENETRATION TEST</b>					
Dott. Fioravante BOSCO		Riferimento: SONDAGGIO <b>S 43</b>		<b>S.P.T. 3</b>			
Metodo di Perforazione	●	Carotaggio Continuo		Distruzione di nucleo			
Tipo e Peso del Maglio	●	Martino a sganciamento automatico da 63,5 kg					
		Altro:					
Tipo e Peso delle Aste		Diametro 50 mm da 7 kg/ml					
		Altro:					
Diametro Foro di Prova		Con rivestimento mm:					
		Senza rivestimento mm: 100					
Quota di fondo foro		profondità dal piano campagna metri 13,20					
Prova con campionatore standard		Lunghezza campione estratto (cm)					
Prova con punta conica							
DIAGRAMMA							
<p style="text-align: center;">N (numero colpi)</p> <p style="text-align: center;">Profondità (cm)</p>							
RISULTATI DELLA PROVA							
1) COLPI N°	<b>20</b>	da metri	<b>13,20</b>	a metri <b>13,35</b>	<b>N<sub>1</sub></b>	<b>N<sub>2</sub></b>	<b>N<sub>3</sub></b>
2) COLPI N°	<b>50</b>	da metri	<b>13,35</b>	a metri <b>13,50</b>	<b>20</b>	<b>50</b>	<b>50</b>
3) COLPI N°	<b>50</b>	da metri	<b>13,50</b>	a metri <b>13,65</b>	<b>N<sub>spt</sub> (reale)</b>	<b>N<sub>spt</sub> (corretto)</b>	
<b>Nspt Parametri Geotecnici (terreni granulari)</b>					<b>100</b>	<b>57,5</b>	
Dr	%				IL GEOLOGO Dott. Fioravante BOSCO		
$\phi'$	(°)						
Ed	KN/m <sup>2</sup> [tra 100 e 1000 KPa]						
<b>Nspt Parametri Geotecnici (terreni coesivi)</b>							
Cu	KN/m <sup>2</sup>						
Ed	KN/m <sup>2</sup> [tra 100 e 1000 KPa]						
1) Tratto di avvio - 2) Primo tratto - 3) Secondo tratto							

**SONDAGGIO S 43****STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA n 3****TERRENI COESIVI****Coesione non drenata**

	Nspt	Prof. St(m)	Correlazione	Cu(Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	100	13,65	Terzaghi-Peck	6,75

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof.(m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	100	13,65	Robertson (1983)	200,00

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	100	13,65	Stroud e Butler (1975)	458,80

**Modulo di Young**

	Nspt	Prof. (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	100	13,65	Apollonia	1000,00

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	100	13,65	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

STUDIO GEOLOGICO TECNICO		<b>STANDARD PENETRATION TEST</b>					
Dott. Fioravante BOSCO		Riferimento: SONDAGGIO <b>S 43</b>		<b>S.P.T. 4</b>			
Metodo di Perforazione	●	Carotaggio Continuo		Distruzione di nucleo			
Tipo e Peso del Maglio	●	Martino a sganciamento automatico da 63,5 kg					
		Altro:					
Tipo e Peso delle Aste		Diametro 50 mm da 7 kg/ml					
		Altro:					
Diametro Foro di Prova		Con rivestimento mm:					
		Senza rivestimento mm: 100					
Quota di fondo foro		profondità dal piano campagna metri 17,60					
	Prova con campionatore standard	Lunghezza campione estratto (cm)					
	Prova con punta conica						
DIAGRAMMA							
<p><b>N (numero colpi)</b></p> <p>0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65</p> <p>Profondità (cm)</p> <p>0 15 30 45</p>							
RISULTATI DELLA PROVA							
1) COLPI N°	<b>31</b>	da metri	<b>17,60</b>	a metri <b>17,75</b>	<b>N<sub>1</sub></b>	<b>N<sub>2</sub></b>	<b>N<sub>3</sub></b>
2) COLPI N°	<b>40</b>	da metri	<b>17,75</b>	a metri <b>17,90</b>	<b>31</b>	<b>40</b>	<b>60</b>
3) COLPI N°	<b>60</b>	da metri	<b>17,90</b>	a metri <b>18,05</b>	<b>Nspt (reale)</b>	<b>Nspt (corretto)</b>	
<b>Nspt Parametri Geotecnici (terreni granulari)</b>					<b>100</b>	<b>57,5</b>	
Dr	%				IL GEOLOGO Dott. Fioravante BOSCO		
$\phi'$	(°)						
Ed	KN/m <sup>2</sup> [tra 100 e 1000 KPa]						
<b>Nspt Parametri Geotecnici (terreni coesivi)</b>							
Cu	KN/m <sup>2</sup>						
Ed	KN/m <sup>2</sup> [tra 100 e 1000 KPa]						
1) Tratto di avvio - 2) Primo tratto - 3) Secondo tratto							

**SONDAGGIO S 43****STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA n 4****TERRENI COESIVI****Coesione non drenata**

	Nspt	Prof. (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	100	18,05	Terzaghi-Peck	6,75

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	100	18,05	Robertson (1983)	200,00

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	100	18,05	Stroud e Butler (1975)	458,80

**Modulo di Young**

	Nspt	Prof. (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	100	18,05	Apollonia	1000,00

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	100	18,05	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

STUDIO GEOLOGICO TECNICO		<b>STANDARD PENETRATION TEST</b>							
Dott. Fioravante BOSCO		Riferimento: SONDAGGIO <b>S 43</b>		<b>S.P.T. 5</b>					
Metodo di Perforazione	●	Carotaggio Continuo		Distruzione di nucleo					
Tipo e Peso del Maglio	●	Martino a sganciamento automatico da 63,5 kg							
		Altro:							
Tipo e Peso delle Aste		Diametro 50 mm da 7 kg/ml							
		Altro:							
Diametro Foro di Prova		Con rivestimento mm:							
		Senza rivestimento mm: 100							
Quota di fondo foro		profondità dal piano campagna metri 21,00							
Prova con campionatore standard		Lunghezza campione estratto (cm)							
Prova con punta conica									
DIAGRAMMA									
<p style="text-align: center;"><b>N (numero colpi)</b></p> <p style="text-align: center;">0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65</p> <p style="text-align: center;">Profondità (cm)</p> <p style="text-align: center;">0 15 30 45</p>									
RISULTATI DELLA PROVA									
1) COLPI N°	<b>28</b>	da metri	<b>21,00</b>	a metri <b>21,15</b>	<b>N<sub>1</sub></b>	<b>N<sub>2</sub></b>	<b>N<sub>3</sub></b>		
2) COLPI N°	<b>43</b>	da metri	<b>21,15</b>	a metri <b>21,30</b>	<b>28</b>	<b>43</b>	<b>58</b>		
3) COLPI N°	<b>58</b>	da metri	<b>21,30</b>	a metri <b>21,45</b>	<b>Nspt (reale)</b>		<b>Nspt (corretto)</b>		
<b>Nspt Parametri Geotecnici (terreni granulari)</b>					<b>101</b>		<b>58</b>		
Dr	%								
$\phi'$	(°)								
Ed	KN/m <sup>2</sup> [tra 100 e 1000 KPa]								
<b>Nspt Parametri Geotecnici (terreni coesivi)</b>					IL GEOLOGO Dott. Fioravante BOSCO				
Cu	KN/m <sup>2</sup>								
Ed	KN/m <sup>2</sup> [tra 100 e 1000 KPa]								
1) Tratto di avvio - 2) Primo tratto - 3) Secondo tratto									

**SONDAGGIO S 43****STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA n 5****TERRENI COESIVI****Coesione non drenata**

	Nspt	Prof. (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	101	21,45	Terzaghi-Peck	6,82

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	101	21,45	Robertson (1983)	202,00

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	101	21,45	Stroud e Butler (1975)	463,39

**Modulo di Young**

	Nspt	Prof. (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	101	21,45	Apollonia	1010,00

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	101	21,45	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

STUDIO GEOLOGICO TECNICO		<b>STANDARD PENETRATION TEST</b>												
Dott. Fioravante BOSCO		Riferimento: SONDAGGIO <b>S 43</b>		<b>S.P.T. 6</b>										
Metodo di Perforazione	●	Carotaggio Continuo		Distruzione di nucleo										
Tipo e Peso del Maglio	●	Martino a sganciamento automatico da 63,5 kg												
		Altro:												
Tipo e Peso delle Aste		Diametro 50 mm da 7 kg/ml												
		Altro:												
Diametro Foro di Prova		Con rivestimento mm:												
		Senza rivestimento mm: 100												
Quota di fondo foro		profondità dal piano campagna metri 27,00												
	Prova con campionatore standard	Lunghezza campione estratto (cm)												
	Prova con punta conica													
DIAGRAMMA														
<p>Il diagramma mostra la relazione tra la profondità (cm) e il numero di colpi (N). I dati estratti sono:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Profondità (cm)</th> <th>N (numero colpi)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>34</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>45</td> <td>60</td> </tr> </tbody> </table>					Profondità (cm)	N (numero colpi)	0	0	15	34	30	50	45	60
Profondità (cm)	N (numero colpi)													
0	0													
15	34													
30	50													
45	60													
RISULTATI DELLA PROVA														
1) COLPI N°	<b>34</b>	da metri	<b>27,00</b>	a metri	<b>27,15</b>	<b>N<sub>1</sub></b>	<b>N<sub>2</sub></b>	<b>N<sub>3</sub></b>						
2) COLPI N°	<b>50</b>	da metri	<b>27,15</b>	a metri	<b>27,30</b>	<b>34</b>	<b>50</b>	<b>60</b>						
3) COLPI N°	<b>60</b>	da metri	<b>27,30</b>	a metri	<b>27,45</b>	<b>Nspt (reale)</b>	<b>Nspt (corretto)</b>							
<b>Nspt Parametri Geotecnici (terreni granulari)</b>						<b>110</b>	<b>62,5</b>							
Dr	%					IL GEOLOGO Dott. Fioravante BOSCO								
$\phi'$	(°)													
Ed	KN/m <sup>2</sup> [tra 100 e 1000 KPa]													
<b>Nspt Parametri Geotecnici (terreni coesivi)</b>														
Cu	KN/m <sup>2</sup>													
Ed	KN/m <sup>2</sup> [tra 100 e 1000 KPa]													
1) Tratto di avvio - 2) Primo tratto - 3) Secondo tratto														

**SONDAGGIO S 43****STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA n 6****TERRENI COESIVI****Coesione non drenata**

	Nspt	Prof. (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	110	27,45	Terzaghi-Peck	7,43

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	110	27,45	Robertson (1983)	220,00

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	110	27,45	Stroud e Butler (1975)	504,68

**Modulo di Young**

	Nspt	Prof. (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	110	27,45	Apollonia	1100,00

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	110	27,45	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE



Dott. Geol. Fioravante BOSCO

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

## PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*



**Geo-In srl**

APPLICAZIONI ALLA GEOLOGIA E INGEGNERIA

Ministero delle Infrastrutture  
e dei Trasporti Concessione  
n° 901 del 28 Gennaio 2011  
D.P.R. n° 380/2001 - art. 59  
Laboratorio Prove su Terre



Accettazione Prove Terre n. 787  
del 28 febbraio 2014

Certificati da n° 143 a n° 145

Spett.le

**DOTT. GEOL. FIORAVANTE BOSCO**

Committente: **BGT SRLS P/C GERMANI GALLIANO**

## **PUA (PIANO URBANISTICO ATTUATIVO)**

**Via San Leucio – Benevento**

**LABORATORIO PROVE SU TERRE**





**Geo-In srl**  
APPLICAZIONI ALLA GEOLOGIA E INGEGNERIA

Ministero delle Infrastrutture  
e dei Trasporti Concessione  
n° 901 del 28 Gennaio 2011  
D.P.R. n° 380/2001 - art. 59  
Laboratorio Prove su Terre



Questo LABORATORIO PROVE SU TERRE, attrezzato con apparecchiature normalizzate ASTM÷AASHTO, ha esaminato il campione indisturbato di terreno prelevato dalla "Geo-In S.r.l.", con Ns. Acc. n. 787, ed inerente le indagini geognostiche dirette, cui al titolo.

Su di esso sono state eseguite, come richiesto, complessivamente:


- n° 1 Apertura del Campione Indisturbato e relativa Identificazione Visiva;
- n° 1 Determinazione delle Caratteristiche Fisiche Generali;
- n° 1 Granulometria con vagli ASTM e Densitometria;
- n° 1 Prova di Taglio Diretto, tipo Consolidata÷Lenta.

Gli esiti sono riportati nei CERTIFICATI di prova allegati da n° 143 a n° 145.

Tanto dovevasi.

*Benevento, 11 marzo 2014.*

Il Direttore del Laboratorio:

  
-----  
*Dott. Geol. Umberto Lonardo*





# Geo-In srl

APPLICAZIONI ALLA GEOLOGIA E INGEGNERIA

Ministero delle Infrastrutture  
e dei Trasporti Concessione  
n° 901 del 28 Gennaio 2011  
D.P.R. n° 380/2001 - art. 59  
Laboratorio Prove su Terre



## APERTURA CAMPIONE - IDENTIFICAZIONE VISIVA (ASTM D 2488) E RIEPILOGO PROVE ESEGUITE

ACCETTAZIONE n° 787

del 28-feb-14

pag. 1/1

rev. 1 del 24/02/2014

DATI GENERALI			
Committente: BGT srls p/c Germani Galliano	Progetto: PUA (Piano Urbanistico Attuativo)		
Richiedente: Dott. Geol. Fioravante Bosco	Località: Via San Leucio - Benevento		
DATI DEL CAMPIONE			
Identificativo campione: <b>S1 C1</b>	indisturbato	Prelievo del: <b>27-feb-14</b>	Profondità, m: <b>4,70 - 5,20</b>
Data ricevimento campione: 28-feb-14	Data apertura campione: 3-mar-14		

APERTURA CAMPIONE - IDENTIFICAZIONE VISIVA (ASTM D 2488)	
Grani:	FINI
(Ø max e min - Forma - Distribuzione %)	Ø < 2,00 mm
Umidità:	MEDIA
Consistenza:	4,83 kg/cm <sup>2</sup> (pocket penetrometer)*
Colore da tavola di Munsell:	HUE 10YR 5/4 yellowish brown
Colore:	MARRONE CHIARO
Denominazione:	LIMO DEBOLMENTE ARGILLOSO E DEBOLMENTE SABBIOSO
OSSERVAZIONI:	* valore medio su 10 determinazioni
con: 50±25 %Pass.      ...oso: 25±15 %Pass.      debolmente ...oso: 15±5 % Pass.	

RIEPILOGO PROVE ESEGUITE		CERTIFICATO N.
<input checked="" type="checkbox"/>	- COSTANTI FISICHE GENERALI	143
<input type="checkbox"/>	- LIMITI di ATTERBERG	
<input type="checkbox"/>	- ANALISI GRANULOMETRICA con SOLI VAGLI ASTM	
<input checked="" type="checkbox"/>	- ANALISI GRANULOMETRICA con VAGLI ASTM e DENSITOMETRIA	144
<input checked="" type="checkbox"/>	- TAGLIO DIRETTO, CONSOLIDATO LENTO	145
<input type="checkbox"/>	- TAGLIO DIRETTO + TAGLIO RESIDUO	
<input type="checkbox"/>	- PROVA EDOMETRICA	
<input type="checkbox"/>	- PROVA EDOMETRICA + PROVA DI PERMEABILITA'	
<input type="checkbox"/>	- PROVA ad ESPANSIONE LATERALE LIBERA	
<input type="checkbox"/>	- PROVA di PERMEABILITA' a CARICO COSTANTE	
<input type="checkbox"/>	- PROVA di PERMEABILITA' a CARICO VARIABILE	
<input type="checkbox"/>	- PROVA TRIASSIALE CONSOLIDATA DRENATA (CD)	
<input type="checkbox"/>	- PROVA TRIASSIALE CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)	
<input type="checkbox"/>	- PROVA TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA (UU)	
<input type="checkbox"/>	- DETERMINAZIONE della DENSITA' RELATIVA	
<input type="checkbox"/>	- DETERMINAZIONE del CONTENUTO di SOSTANZA ORGANICA	
<input type="checkbox"/>	- DETERMINAZIONE del CONTENUTO di SOLFATI	
<input type="checkbox"/>	- DETERMINAZIONE del CONTENUTO di CARBONATI	
<input type="checkbox"/>	- PROVA di COMPATTAZIONE PROCTOR	
<input type="checkbox"/>	- PROVA CBR	

Il Direttore del Laboratorio:


  
Dott. Geol. Umberto Lonardo



**Geo-In srl**  
APPLICAZIONI ALLA GEOLOGIA E INGEGNERIA

Ministero delle Infrastrutture  
e dei Trasporti Concessione  
n° 901 del 28 Gennaio 2011  
D.P.R. n° 380/2001 - art. 59  
Laboratorio Prove su Terre



## DETERMINAZIONE delle COSTANTI FISICHE GENERALI

(ASTM D 2216 - BS 1377 T15 - ASTM D 854)

ACCETTAZIONE n° 787

del 28-feb-14

CERTIFICATO n° 143

del 11-mar-14

pag. 1/1

Mod. GI-7.5.1.1.c/d/e C

DATI GENERALI			
Committente: BGT srls p/c Germani Galliano		Progetto: PUA (Piano Urbanistico Attuativo)	
Richiedente: Dott. Geol. Fioravante Bosco		Località: Via San Leucio - Benevento	
DATI DEL CAMPIONE			
Identificativo campione: <b>S1 C1</b>	indisturbato	Prelievo del: <b>27-feb-14</b>	Profondità, m: <b>4,70 - 5,20</b>
Data ricevimento campione: 28-feb-14		Data apertura campione: 3-mar-14	Data di prova: 3-mar-14
CONTENUTO D'ACQUA NATURALE (W <sub>n</sub> ) (ASTM D 2216)			
<b>DETERMINAZIONE, N</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Contenitore, n	<b>J1</b>	<b>B</b>	<b>3</b>
Massa Contenitore, g	20,77	20,96	21,38
Massa Cont + Terra Umida, g	68,91	68,52	78,16
Massa Cont + Terra Secca, g	58,46	58,13	66,07
<b>CONTENUTO D'ACQUA NATURALE (W<sub>n</sub>), %</b>	27,73%	27,95%	27,05%
			<b>27,58%</b>
PESO di VOLUME NATURALE (γ <sub>n</sub> ) (BS 1377 T15)			
<b>DETERMINAZIONE, N</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	
Volumometro, n	<b>T</b>	<b>N</b>	
Massa Volumometro, g	59,68	65,37	
Capacità Volumometro, cm <sup>3</sup>	40,22	40,22	
Massa Volumometro + Terra Umida, g	133,67	139,69	
<b>PESO di VOLUME NATURALE (γ<sub>n</sub>), kN/m<sup>3</sup></b>	18,40	18,48	<b>18,44</b>
			<b>14,45</b>
			<b>14,45</b>
PESO SPECIFICO DEI GRANI (ASTM D 854)			
<b>DETERMINAZIONE, N</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	
Vaglio ASTM #10, % Passante	100	100	
Picnometro, n	<b>348</b>	<b>357</b>	
Massa Campione Secco, g	15,25	15,06	Temperatura, °C
Massa Picnometro + Campione + Acqua, g	88,45	90,38	20
Massa Picnometro + Acqua, g	78,91	80,98	
Fattore di Correzione, k	0,9982	0,9982	
<b>PESO SPECIFICO dei GRANI a 20°C, kN/m<sup>3</sup></b>	26,66	26,56	<b>26,61</b>
GRANDEZZE INDICI			
• <b>INDICE dei VUOTI (e')</b>		<b>0,841</b>	
• <b>POROSITA' (n), %</b>		<b>45,69</b>	
• <b>GRADO di SATURAZIONE (S<sub>r</sub>)</b>		<b>87,23%</b>	
• <b>PESO di VOLUME SATURO, (γ<sub>sat</sub>), kN/m<sup>3</sup></b>		<b>19,02</b>	
<b>OSSERVAZIONI:</b>			

Il Direttore del Laboratorio:

Dott. Geol. Umberto Lonardo



Lo Sperimentatore:

Dott.ssa Geol. Valentina Columbro



**Geo-In srl**

APPLICAZIONI ALLA GEOLOGIA E INGEGNERIA

Ministero delle Infrastrutture  
e dei Trasporti Concessione  
n° 901 del 28 Gennaio 2011  
D.P.R. n° 380/2001 - art. 59  
Laboratorio Prove su Terre



**ANALISI GRANULOMETRICA con VAGLI ASTM e DENSITOMETRIA**  
(ASTM D 422)

ACCETTAZIONE n° 787

del 28-feb-14

CERTIFICATO n° 144

del 11-mar-14

pag. 1/1

Mod. G.I - 7.5.1.1.b C

**DATI GENERALI**

Committente: BGT srls p/c Germani Galliano  
Richiedente: Dott. Geol. Fioravante Bosco

Progetto: PUA (Piano Urbanistico Attuativo)  
Località: Via San Leucio - Benevento

**DATI DEL CAMPIONE**

Identificativo campione: **SI C1** indisturbato  
Data ricevimento campione 28-feb-14

Prelievo del: **27-feb-14**  
Data apertura campione 3-mar-14

Profondità, m: **4,70 - 5,20**  
Data di prova: 5-mar-14

**DETERMINAZIONI DI PROVA**

Massa Contenitore, g	106,04
Massa Cont. + Campione secco, g	328,41
Massa Campione secco, g	222,37

**ANALISI MECCANICA del TRATTENUTO al VAGLIO ASTM # 10 (Ø=2,0 mm)**

VAGLI ASTM	3"	2"	1"	3/4"	3/8"	# 4	# 10
Apertura in mm	75,0	50,0	25,0	19,0	9,5	4,75	2,00
Ritenuto, g	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% Ritenuto	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
% Passante	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

**ANALISI DENSITOMETRICA e MECCANICA del PASSANTE al VAGLIO ASTM # 10 (Ø=2,0 mm)**

**ANALISI DENSITOMETRICA**

Massa Contenitore, g	103,75	Tempi, mn	2	5	15	30	60	240	1440
Massa Cont. + Campione secco, g	156,06		Letture Densimetro, R						
Massa Campione secco, g	52,31	Correzione per T°, ΔR							
Peso Specifico del Passante al #10, kN/m³	26,61	Letture Corretta, R*							
Temperatura di prova T°, C°	20	Profondità Lettura, L in mm							
Massa Volumica Acqua a T°, g/ml	0,9982	Ø equivalente dei grani, mm							
Coef. Viscosità dinamica nel liquido a T°, Poise	0,0101	% Passante							

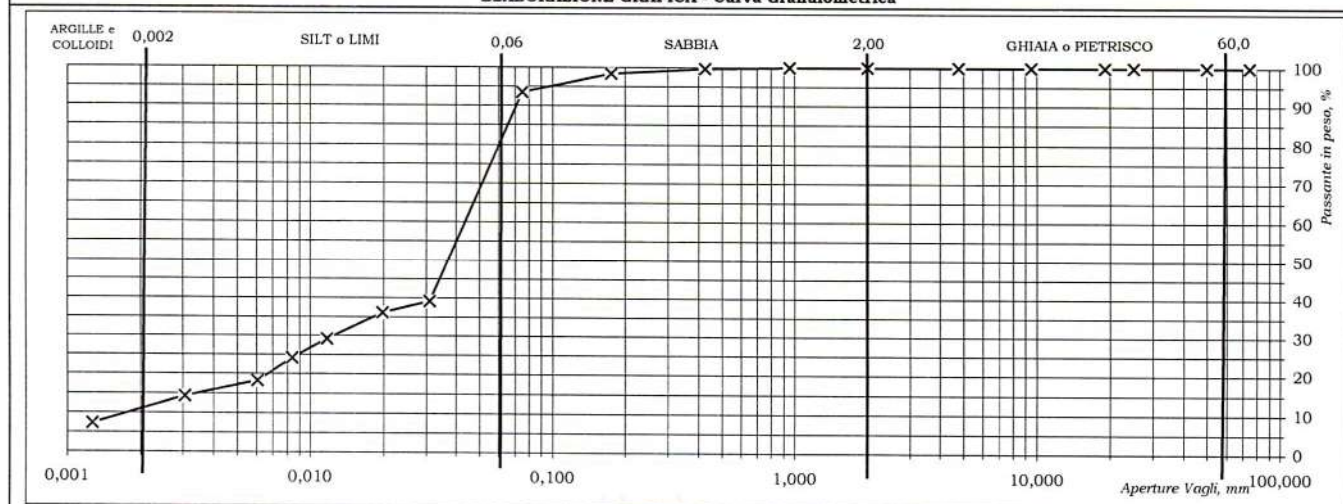
**ANALISI MECCANICA**

VAGLI ASTM	# 20	# 40	# 80	# 200	PAN	Fattore riduzione massa campione, FR
Apertura in mm	0,950	0,425	0,175	0,075	=	
Ritenuto, g	0,02	0,18	0,68	2,54	48,89	Riscontro, g
Passante, g	52,29	52,11	51,43	48,89	=	
% Passante	100,0	99,6	98,3	93,5	=	

**ESITI**

<b>GHIAIE/PIETRISCO %</b>	<b>0,0</b>	<b>SABBIA %</b>	<b>6,5</b>	<b>SILT o LIMI %</b>	<b>83,8</b>	<b>ARGILLE E COLLOIDI %</b>	<b>9,7</b>
Grossa	0,0	Grossa	0,4				
Media	0,0	Fine	6,2	<b>DENOMINAZIONE: LIMO DEB. ARGILLOSO E DEB. SABBIOSO</b>			
Fine	0,0						

**ELABORAZIONE GRAFICA - Curva Granulometrica**



**OSSERVAZIONI:**

Il Direttore del Laboratorio:

Dott. Geol. Umberto Lonardo



Lo Sperimentatore:

Dott.ssa Geol. Valentina Columbro



**Geo-In srl**  
APPLICAZIONI ALLA GEOLOGIA E INGEGNERIA

Ministero delle Infrastrutture  
e dei Trasporti Concessione  
n° 901 del 28 Gennaio 2011  
D.P.R. n° 380/2001 - art. 59  
Laboratorio Prove su Terre



**PROVA di TAGLIO DIRETTO**  
(ASTM D 3080)

ACCETTAZIONE n° 787

del 28-feb-14

CERTIFICATO n° 145

del 11-mar-14

pag. 1/2

Mod. G.I - 7.5.1.2.b C

DATI GENERALI			
Committente: BGT srls p/c Germani Galliano		Progetto: PUA (Piano Urbanistico Attuativo)	
Richiedente: Dott. Geol. Fioravante Bosco		Località: Via San Leucio - Benevento	
DATI DEL CAMPIONE			
Identificativo campione: <b>S1 C1</b>	indisturbato	Prelievo del: <b>27-feb-14</b>	Profondità, m: <b>4,70 - 5,20</b>
Data ricevimento campione: 28-feb-14		Data apertura campione: 3-mar-14	
Data inizio prova: 7-mar-14			
TIPO DI PROVA: Lenta: SI	Consolidata: SI	ATTREZZATURA: Tecnotest T665 N - Anello Dinamometrico 1451 da 3000 N	
			Fattore di conversione: 1,359

DATI DEL CAMPIONE IN PROVA		SCATOLA DI TAGLIO	
Peso Specifico dei Grani (Gt*)	kN/m <sup>3</sup> 26,61	Lato Fustella, cm	6,02
Contenuto Naturale in Acqua (media)	% 27,58%	Altezza Fustella, cm	1,85
		Velocità di taglio, mm/mn	0,003
		Sezione Fustella, cm <sup>2</sup>	36,24

DETERMINAZIONI	n	1			2			3		
		C	A	B	A	B	A	B	C	
Fustella Portacampione	n									
Massa Fustella	g	93,62			95,01			95,19		
Massa Fustella + Campione	g	217,25			218,49			219,20		
Massa Campione	g	123,63			123,48			124,01		
		PRIMA	DOPO	Δ	PRIMA	DOPO	Δ	PRIMA	DOPO	Δ
Peso di Volume Naturale	kN/m <sup>3</sup>	18,44	19,39	0,95	18,42	20,21	1,79	18,50	20,65	2,15
Peso di Volume Secco	kN/m <sup>3</sup>	14,45	15,20	0,75	14,44	15,84	1,40	14,50	16,19	1,69
Indice dei Vuoti		0,841	0,750	-0,09	0,843	0,680	-0,16	0,835	0,644	-0,19
Altezza Solidi	cm	1,278			1,277			1,282		

PROVINO n. 1	SFORZO NORMALE, kN/m <sup>2</sup> : 50,0											
Cedimenti, cm 0,091	Altezza Finale, cm 1,759											
Tempi, mn	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
Spostamenti Cella, mm	0,09	0,18	0,27	0,36	0,45	0,54	0,63	0,72	0,81	0,90	0,99	1,08
Lettura anello dinamometrico	25	56	81	95	106	112	116	119	118	117	116	
Comparatore Vert., mm	0,94	0,98	1,03	1,05	1,08	1,10	1,14	1,18	1,21	1,24	1,25	
SFORZI di TAGLIO, kN/m <sup>2</sup>	9,3	20,7	30,0	35,2	39,2	41,5	42,9	44,1	43,7	43,3	42,9	

PROVINO n. 2	SFORZO NORMALE, kN/m <sup>2</sup> : 100,0											
Cedimenti, cm 0,164	Altezza Finale, cm 1,686											
Tempi, mn	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
Spostamenti Cella, mm	0,09	0,18	0,27	0,36	0,45	0,54	0,63	0,72	0,81	0,90	0,99	1,08
Lettura anello dinamometrico	52	78	107	127	142	153	163	170	174	170	163	
Comparatore Vert., mm	1,68	1,73	1,79	1,82	1,85	1,88	1,90	1,91	1,91	1,91	1,91	
SFORZI di TAGLIO, kN/m <sup>2</sup>	19,3	28,9	39,6	47,0	52,6	56,6	60,3	62,9	64,4	62,9	60,3	

PROVINO n. 3	SFORZO NORMALE, kN/m <sup>2</sup> : 200,0											
Cedimenti, cm 0,193	Altezza Finale, cm 1,657											
Tempi, mn	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
Spostamenti Cella, mm	0,09	0,18	0,27	0,36	0,45	0,54	0,63	0,72	0,81	0,90	0,99	1,08
Lettura anello dinamometrico	79	125	157	175	204	224	241	255	266	279	288	285
Comparatore Vert., mm	1,98	2,05	2,10	2,13	2,17	2,19	2,20	2,20	2,21	2,21	2,21	2,21
SFORZI di TAGLIO, kN/m <sup>2</sup>	29,2	46,3	58,1	64,8	75,5	82,9	89,2	94,4	98,5	103,3	106,6	105,5

## RIEPILOGO

Provini	SFORZI, kN/m <sup>2</sup>	
	Normali	di Taglio
3	200,0	106,6
2	100,0	64,4
1	50,0	44,1

OSSERVAZIONI:

Il Direttore del Laboratorio:

Dott. Geol. Umberto Lonardo



Lo Sperimentatore:

Dott.ssa Geol. Valentina Columbro



**Geo-In srl**  
 APPLICAZIONI ALLA GEOLOGIA E INGEGNERIA

Ministero delle Infrastrutture  
 e dei Trasporti Concessione  
 n° 901 del 28 Gennaio 2011  
 D.P.R. n° 380/2001 - art. 59  
 Laboratorio Prove su Terre



**PROVA di TAGLIO DIRETTO**  
 (ASTM D 3080)

ACCETTAZIONE n° 787

del 28-feb-14

CERTIFICATO n° 145

del 11-mar-14

pag. 2/2

Mod. G.I - 7.5.1.2.b C

**DATI GENERALI**

Committente: BGT srls p/c Germani Galliano  
 Richiedente: Dott. Geol. Fioravante Bosco

Progetto: PUA (Piano Urbanistico Attuativo)  
 Località: Via San Leucio - Benevento

**DATI DEL CAMPIONE**

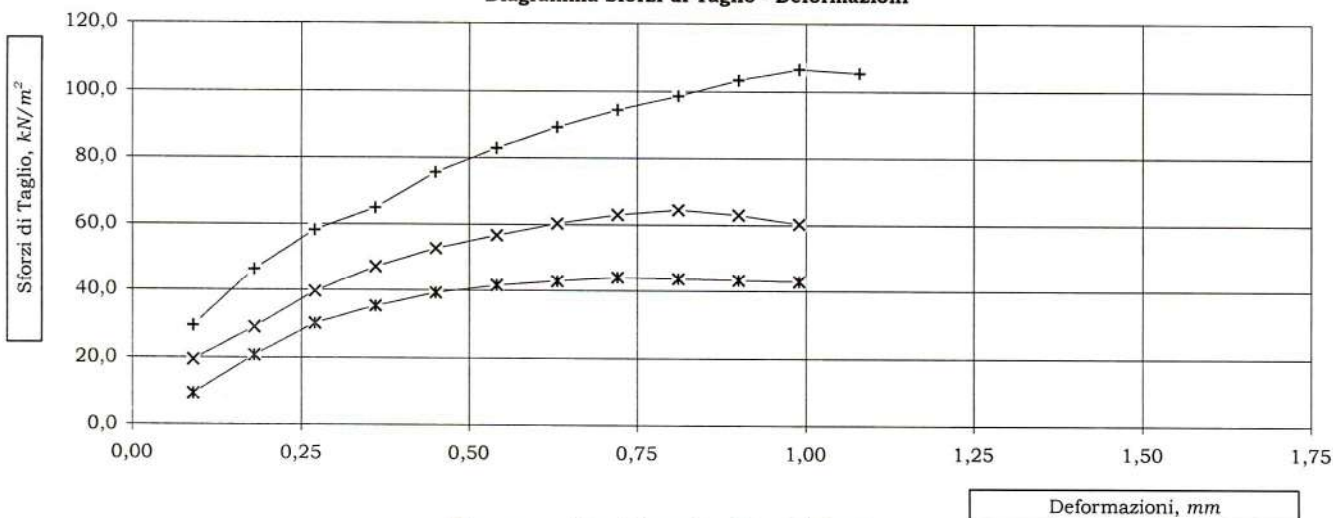
Identificativo campione: **S1 C1** indisturbato  
 Data ricevimento campione 28-feb-14

Prelievo del: **27-feb-14**  
 Data apertura campione: 3-mar-14

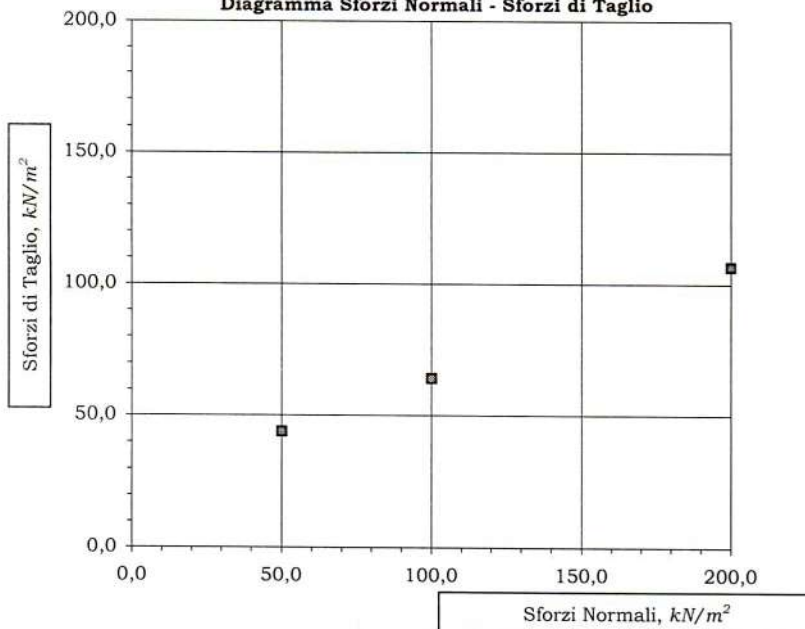
Profondità, m: **4,70 - 5,20**  
 Data inizio prova: 7-mar-14

**ELABORAZIONE GRAFICA**

**Diagramma Sforzi di Taglio - Deformazioni**



**Diagramma Sforzi Normali - Sforzi di Taglio**



Lo Sperimentatore:

*Valentina Columbro*  
 Dott.ssa Geol. Valentina Columbro





Dott. Geol. Fioravante BOSCO

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

## PROSPEZIONE SISMICA TIPO MASW

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

**COMUNE DI BENEVENTO**  
Provincia di BENEVENTO

**INDAGINE SISMICA**

**TIPO MASW**

**ESEGUITA PER:**

**P.U.A. - PIANO URBANISTICO ATTUATIVO COMPARTO**

**TU42D2 - VIA SAN LEUCIO - BENEVENTO**

**UBICAZIONE: Via San Leucio (BN)**

**COMMITTENTE: B.G.T. srls per conto dei germani Galliano**



Febbraio 2014

*Il responsabile dell'indagine*  
Dott. Geol. Fioravante Bosco

ORDINE DEI GEOLOGI della Regione Campania  
Dr. Fioravante Bosco  
Albo N. 49

## **INDICE**

**Premessa**  
**Introduzione**  
**Indagine sismica con tecnica "MASW"**  
**Strumentazione utilizzata**  
**Acquisizione ed elaborazione dei dati**  
**Conclusioni**

### **Allegati**

1. Ubicazione indagine sismica
2. Tracce sismiche
3. Report fotografico

## Premessa

La presente relazione viene redatta per conto della B.G.T. srls corrente in Foglianise (BN) per la caratterizzazione sismica di un'area sita nel comune di Benevento (Via San Leucio), in cui è previsto il Piano Urbanistico Attuativo P.U.A. Comparto TU42D2 Via San Leucio di proprietà dei germani Galliano.

Obiettivo della presente relazione geofisica è quello di definire secondo quanto previsto dalla normativa vigente in materia il parametro Vs30 attraverso la stima delle velocità dei terreni con l'esecuzione di una prova di sismica di tipo MASW mediante la caratterizzazione dinamica del sottosuolo con l'individuazione delle principali unità sismostratigrafiche e delle relative proprietà elastiche.

## Introduzione

I disastrosi terremoti che negli ultimi anni hanno interessato l'Italia hanno determinato una riclassificazione sismica del territorio nazionale e una rivisitazione della normativa sismica che regola le costruzioni ricadenti in zone sismiche. Le Nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni (NTC 14 gennaio 2008<sup>1</sup>), la normativa tecnica europea (Eurocodici EC7<sup>2</sup> e EC8<sup>3</sup>) e le più avanzate normative internazionali<sup>4</sup> disciplinano la progettazione e la costruzione di nuovi edifici soggetti ad azioni sismiche e la valutazione della sicurezza e degli interventi di adeguamento su edifici soggetti al medesimo tipo di azioni. Tali norme hanno lo scopo di assicurare che in caso di evento sismico sia protetta la vita umana, siano limitati i danni e rimangano funzionanti le strutture essenziali agli interventi di protezione civile. Fra le novità più importanti della nuova normativa tecnica in materia di progettazione antisismica vi è l'estensione della zonazione sismica a tutto il territorio nazionale.

La necessità di investigare il sottosuolo ha indirizzato i ricercatori a studiare tecniche non invasive, e quindi economiche, veloci e pratiche, per effettuare caratterizzazioni sismostratigrafiche del sottosuolo. Per ottemperare a quanto prescritto dalla normativa vigente è necessario determinare le azioni sismiche previste su nuove costruzioni, ampliamenti e ristrutturazioni importanti che ricadono in zona sismica, attraverso la determinazione della Vs30 (velocità media ponderata delle onde S, valutata nei primi 30 metri di profondità al di sotto del piano fondale). A tale parametro vengono attribuiti intervalli di variazione a cui corrispondono differenti

---

<sup>1</sup> Decreto del Ministero delle Infrastrutture 14 gennaio 2008, pubblicato sul supplemento ordinario n. 30 della Gazzetta ufficiale n. 29 del 4 Febbraio 2008

<sup>2</sup> CEN 1994, Geotechnical Design. General Rules. European Committee for Standardisation (CEN), Eurocode 7 Part 1.

<sup>3</sup> CEN 2003, Design of structures for earthquake resistance - Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings. Final Draft, prEN 1998-1, Brussels;  
CEN 2004, Design of structures for earthquake resistance - Part 3: Assessment and retrofitting for buildings. Draft No 7, prEN 1998-3, Brussels.

<sup>4</sup> Applied Technology Council, 1996. Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings. Volume 1. California; ACI 318. Building Code Requirements for Reinforced Concrete and Commentary. American Concrete Institute. Michigan, 2000;  
Standards New Zealand. The design of concrete structures. NZS 3101. Wellington, 1995;  
Canada Standards. The design of concrete structures. CSA-A23.3-04. Canada, 2005.

categorie di sottosuolo (§ 3.2.2 NTC 2008). Il parametro Vs30 è calcolato mediante la seguente espressione:

$$Vs30 = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{Vs,i}} [m/s]$$

dove:

$Vs,i$ : velocità delle onde S dello strato i-esimo

$h_i$ : spessore in metri dello strato i-esimo

$N$ : numero di strati presenti nei primi 30 metri

La determinazione della Vs30 avviene attraverso specifiche indagini geofisiche che si basano sulla propagazione delle onde sismiche nel sottosuolo.

In generale, le indagini sismiche si dividono in attive e passive. Le prime consistono nella generazione di onde sismiche che si propagano nel sottosuolo in seguito ad una energizzazione, che avviene tramite massa battente o scoppio, in un punto sorgente. Le onde generate vengono successivamente registrate da geofoni, rilevatori del moto del suolo, disposti lungo una linea sismica. Le indagini sismiche passive, invece, sono caratterizzate dalla registrazione del rumore sismico generato da sorgenti naturali e/o artificiali (rumore antropico).

### Indagine sismica con tecnica "MASW"

L'indagine sismica di tipo MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) è un'indagine di recente sviluppo (Park et al. 1999<sup>5</sup>) e consente di ricavare il valore della velocità delle onde di taglio ( $Vs$ ) in maniera indiretta. I vantaggi di questa tecnica risiedono nella sua velocità di esecuzione e nel fatto che si tratta di una indagine non invasiva (poiché non necessita di perforazioni per l'esecuzione della prova stessa).

A seguito della facile trattazione analitica delle onde P, in passato i ricercatori hanno preferito concentrarsi sulle onde di volume, finendo per considerare le onde superficiali solo come un inutile disturbo. Recenti studi (Miller et al. 1999<sup>6</sup>, Xia et al., 1999<sup>7</sup>) hanno consentito di creare un modello matematico anche per trattare le onde di Rayleigh, cercando di godere del vantaggio della elevata energia associata a questo tipo di propagazione. L'analisi di questo tipo di onde sismiche attraverso la tecnica MASW viene eseguita mediante la trattazione spettrale del sismogramma, cioè a seguito di una trasformata di Fourier, che restituisce lo spettro del segnale nel dominio delle frequenze. L'osservazione dello spettro consente di notare che le onde superficiali si propagano a velocità variabile a seconda della frequenza dell'onda stessa: questo fenomeno è detto *dispersione* ed è caratteristico di questo tipo di onde. Poiché

<sup>5</sup> Park C.B., Miller R.D., Xia J. 1999. Multichannel analysis of surfaces waves (MASW), *Geophysics* Vol. 64, pp 800 – 808.

<sup>6</sup> Miller R.D., Xia J., Park C.B., Ivanov J. 1999. Multichannel analysis of surfaces waves to map bedrock, *Leading Edge* 18, pp 1392 - 1396.

<sup>7</sup> Xia J., Miller R.D. and Park C.B. 1999b. Evaluation of the MASW technique in unconsolidated sediments; technical program with biographies. SEG, 69th Annual Meeting Houston, Texas, pp 437-440.

generalmente la velocità di propagazione delle onde sismiche aumenta con la profondità, alle frequenze più basse delle onde di superficie (lunghezze d'onda maggiori) corrispondono velocità maggiori, caratteristiche degli strati più profondi, mentre le frequenze più alte (lunghezze d'onda minori) saranno caratterizzate da una velocità di propagazione più bassa, che dipende dalle caratteristiche degli strati più superficiali.

La teoria sviluppata suggerisce di caratterizzare tale fenomeno mediante una funzione detta *curva di dispersione*, che associa ad ogni frequenza una velocità di propagazione dell'onda.

La curva di dispersione, in realtà, può non essere così facile da estrarre, questo perché dipende molto dalla qualità dei dati e da quanto disturbano gli altri segnali presenti nel sismogramma.

La curva di dispersione sperimentale deve essere confrontata con una curva di dispersione teorica relativa ad un modello di sottosuolo che dipende dai parametri  $V_p$ ,  $V_s$ , Poisson e densità (profilo 1D). La variazione dei parametri che individuano il modello teorico di sottosuolo porterà all'individuazione di diverse curve di dispersione teoriche che verranno confrontate con quella sperimentale. Il miglior modello teorico di sottosuolo che meglio interpreta i dati è quello che produce la curva teorica che mostra la minima differenza con la curva sperimentale (best fit-minimo misfit).

La procedura MASW può sintetizzarsi, quindi, in tre stadi distinti: acquisizione dei dati sperimentali, estrazione della curva di dispersione; inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle  $V_s$  (profilo 1D), che descrive la variazione di  $V_s$  con la profondità.

### **Strumentazione utilizzata**

L'indagine è stata condotta mediante l'utilizzo del sismografo M.A.E. A 6000S 24 bit a 24 canali. Il sismografo 24 bit per prospezione sismica MAE A6000S si distingue per la piattaforma di acquisizione dati di ultima generazione unita al sistema operativo di uso intuitivo e organizzato in menu navigabili con funzioni differenti in base al tipo di sondaggio sismico selezionato mediante un semplice tocco sul monitor touch screen a colori di grandi dimensioni. Caratteristica principale di questa serie di sismografi è la risoluzione di 24 bit effettivi per ogni singolo canale, tale risultato è possibile grazie all'utilizzo della nuova scheda di acquisizione dati MAE 24 bit, che adotta un convertitore digitale A/D 24 bit per ciascuno dei canali di ingresso di cui è dotato il sismografo (tecnologia SST). L'adozione di tale architettura rende ideale l'A6000S per tutte le tipologie di prospezione sismica attiva e passiva nonché per indagini e rilievi strutturali su edifici ed opere infrastrutturali (acquisizione di vibrazioni con accelerometri o sensori sismici a bassa frequenza, indagini topografiche etc.). Grazie alla grande versatilità ed alle numerose procedure automatiche di verifica pre-acquisizione dalla corretta connessione dei geofoni fino all'analisi della rumorosità di fondo del sito investigato, l'acquisizione dati risulta sempre particolarmente agevole ed alla portata di tutti, inoltre è possibile effettuare una prima analisi dei dati acquisiti, anche per singola onda, direttamente in campagna, visualizzando con poche e semplici

operazioni i dati relativi alle velocità in ogni singolo punto dell'onda esaminata. Il salvataggio dei dati avviene su hard disk interno a stato solido, per una maggiore sicurezza dei dati, oppure su memoria USB esterna (Figura 1).

Tale strumento, compatto e versatile, è stato progettato e realizzato appositamente per eseguire indagini di prospezione sismica convenzionali (rifrazione, riflessione) e non convenzionali [Re.Mi. (Refraction Microtremor) - M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves) - S.A.S.W. (Spectral Analysis of Surface Waves)].



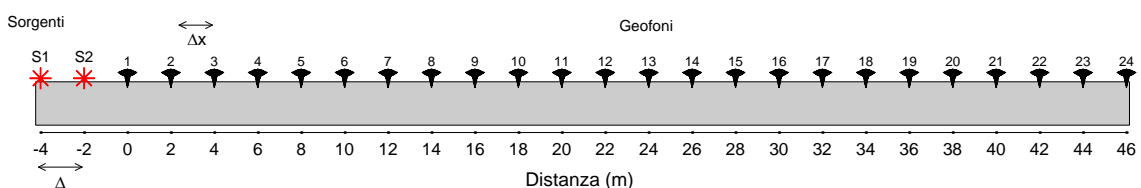
**Figura 1: strumentazione utilizzata**

Tali indagini risultano particolarmente adatte in aree fortemente antropizzate (aree urbane e industriali) con notevole presenza di rumore di fondo (noise). La sorgente sismica è costituita da una mazza battente (peso di 8kg che batte su una piastra in alluminio). Come trigger/starter è stato utilizzato un geofono verticale Geospace a 14Hz, posto in prossimità della piastra posizionata a diverse distanze dal primo geofono.

Quando la battuta sulla superficie della piastra non risultava netta o veniva colpita due volte erroneamente, la prova veniva ripetuta. Le oscillazioni del suolo sono state rilevate da 24 geofoni verticali (Geospace-4.5Hz) posizionati lungo il profilo di indagine con offset di 2,0 m. La lunghezza complessiva dello stendimento è stata sufficiente a determinare la sismostratigrafia 1D dei terreni di sedime fino alla profondità di circa 35 m dal p.c. I segnali sismici acquisiti sono stati successivamente elaborati con appositi programmi (Geopsy-Dinver) per la determinazione della sismostratigrafia del sottosuolo.

## Acquisizione ed elaborazione dei dati

La geometria (Figura 2) e la modalità di acquisizione dei dati (Tabella 1) sono riportate di seguito:



**Figura 2: schema della geometria di acquisizione.**

**Tabella 1: caratteristiche di acquisizione dei dati**

<b>Numero geofoni</b>	<b>24</b>
<b>Tipo di geofono</b>	<b>Verticale</b>
<b>Frequenza propria dei geofoni (Hz)</b>	<b>4,5</b>
<b>Distanza intergeofonica <math>\Delta x</math> (m)</b>	<b>2,0</b>
<b>Lunghezza stendimento sismico (m)</b>	<b>46</b>
<b>Frequenza di campionamento (Hz)</b>	<b>1000</b>
<b>Intervallo di acquisizione (ms)</b>	<b>0,001</b>
<b>Tipo di starter</b>	<b>Meccanico</b>
<b>Tipo di energizzazione</b>	<b>Meccanico</b>

Durante la fase di acquisizione sono stati eseguiti due shots con diversi offstes (vedi Tabella 2) per valutare la stabilità della curva di dispersione sperimentale apparente, necessaria per verificare l'assenza di variazioni laterali, fondamentale prima di eseguire la fase di inversione 1D.

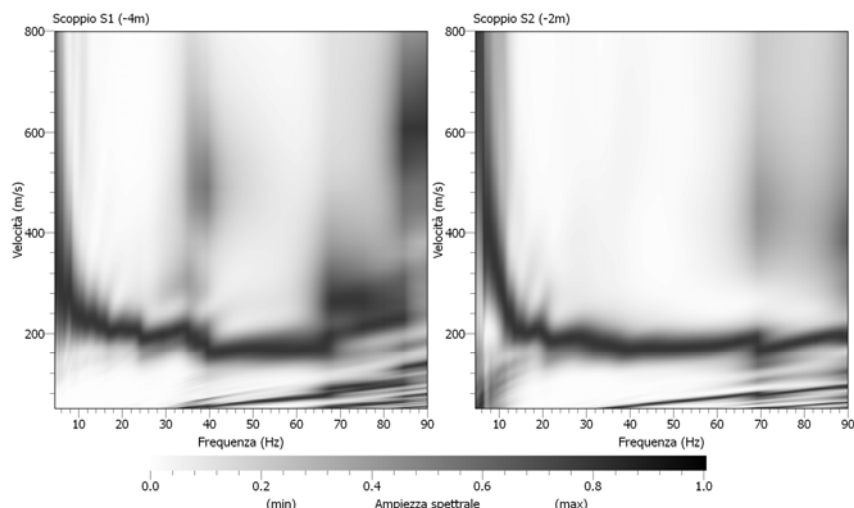
**Tabella 2: schema energizzazione.**

<b>Numero di energizzazioni</b>	<b>2*</b>
<b>Scoppio S1</b>	<b><math>\Delta_1 = -4,0</math> (m)</b>
<b>Scoppio S2</b>	<b><math>\Delta_2 = -2,0</math> (m)</b>

\*la posizione dei punti sorgente è riportata in Figura 2.

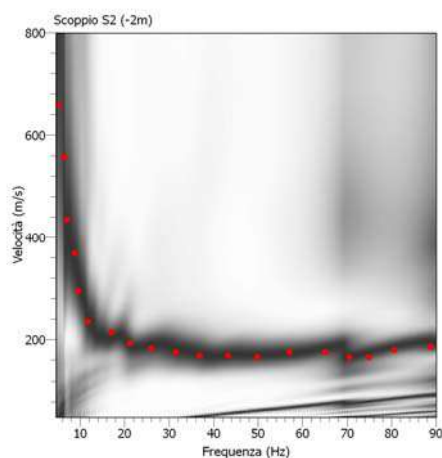
L'analisi è stata condotta nel dominio delle frequenze attraverso la determinazione dello spettro f-k (Figura 3), piccando con una procedura manuale i massimi all'interno dello spettro. La curva di dispersione presenta la migliore definizione nell'intervallo 6 -90 Hz.





**Figura 3: curve di dispersione ottenute per i due scoppi realizzati.**

Attraverso una procedura manuale sono stati piccati i massimi (punti in rosso in Figura 4) all'interno dello spettro relativo allo scoppio S2 (in quanto la relativa curva di dispersione risulta essere meglio definita all'interno del range di frequenza considerato) e la curva di dispersione così ottenuta è stata utilizzata successivamente per il processo di inversione.



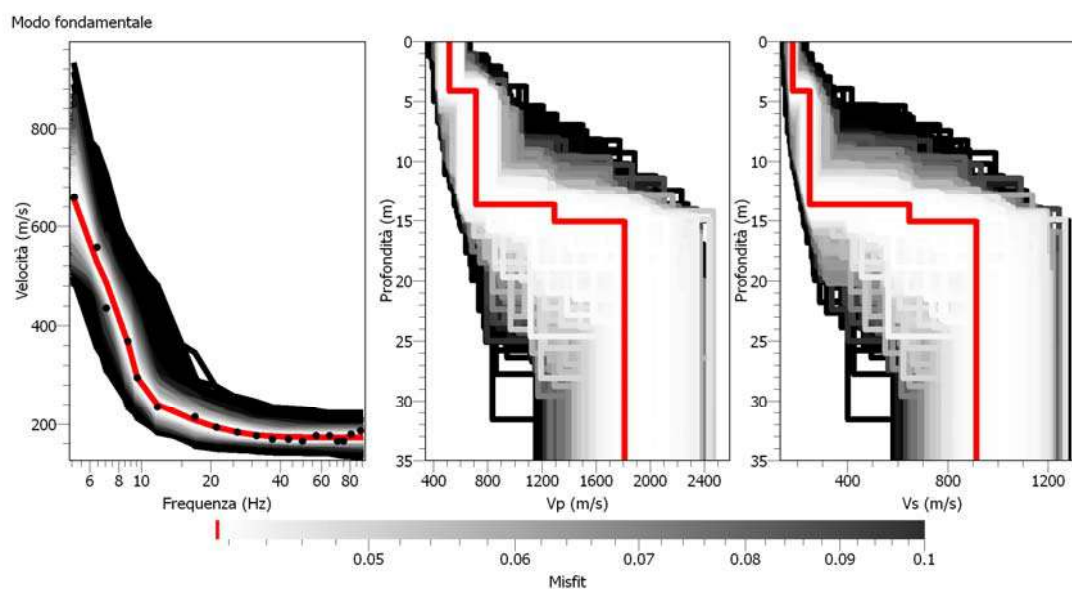
**Figura 4. Picking della curva di dispersione relativa allo scoppio S2. I punti in rosso rappresentano i massimi relativi al modo di vibrazione riconosciuto.**

La procedura di inversione, effettuata utilizzando il software "Dinver", prevede che il modello teorico sia costituito da una sequenza di  $n$  strati, poggianti su un semispazio, ognuno dei quali caratterizzato da un intervallo dei parametri  $V_p$ ,  $V_s$ , Poisson, densità e spessore. Nell'inversione a ciascun run corrispondono 150 iterazioni, ognuna delle quali costituita da 50 modelli generati in modo random. Per ogni modello viene calcolato il minimo misfit associato alla curva di dispersione teorica confrontata con quella sperimentale. L'errore accettabile deve essere inferiore al 10%, a cui corrisponde un misfit minore di 1. Nella Tabella 3 si riportano i parametri utilizzati nella procedura di inversione.

Tabella 3

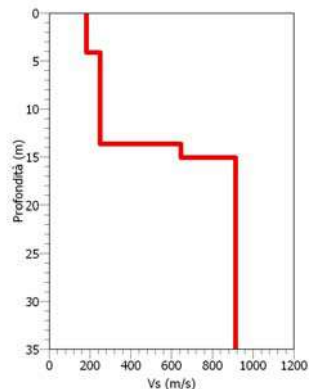
<b>Parametri di inversione</b>	
<b>Numero di run</b>	<b>3</b>
<b>Iterazione per ciascun run</b>	<b>150</b>
<b>Modelli generati per ciascun run</b>	<b>5050</b>
<b>Modelli totali generati</b>	<b>15150</b>
<b>Minimo misfit</b>	<b>0,0415</b>

In Figura 5 è riportata la curva di dispersione teorica e i corrispondenti modelli di velocità delle onde P ed S. In rosso sono indicati la curva e il modello che presentano il minor misfit, unitamente agli intervalli minimo e massimo di variabilità dei parametri dei modelli.



**Figura 5: curva di dispersione e modelli di velocità ottenuti dalla procedura d'inversione.**

Inoltre, per ottemperare a quanto previsto dalla vigente normativa sismica (NTC 2008), si riporta il profilo di velocità delle onde S (con minimo misfit) fino alla profondità di 35 m dall'attuale piano campagna.



**Figura 6: modello di velocità delle onde S (con minimo misfit) utilizzato per il calcolo della Vs30.**

A partire dalle velocità delle onde di volume, è possibile dedurre, attraverso l'uso di semplici relazioni<sup>8</sup>, i parametri dinamici del sottosuolo riportati in Tabella 4.

**Tabella 4: parametri dinamici del sottosuolo calcolati fino a 30 m dal p.c.**

Strato	Spessore (m)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	Densità ρ (kg/m <sup>3</sup> )	Poisson ν	Modulo di taglio G (kPa)	Modulo di Young E (kPa)	Modulo di incompressibilità K (kPa)
1	4,20	517	183	1500	0,43	50234	143505	333956
2	9,60	713	250	1700	0,43	106250	303856	722561
3	1,50	1295	648	1800	0,33	755827	2015020	2010875
4	14,70	1810	914	1900	0,33	1587252	4218478	4108253

Ai sensi del DM 14 gennaio 2008, si riporta il valore della Vs30 riferito all'attuale piano campagna.

Profondità (m)	Vs30 (m/s)
0-30	376

<sup>8</sup>  $G = V_s^2 * \rho$

$K = \rho * (V_p^2 - \frac{4}{3}V_s^2)$

$E = V_s^2 * \rho [(3V_p^2 - 4V_s^2) / (V_p^2 - V_s^2)]$

$\nu = [1/2(V_p/V_s)^2 - 1] * [(V_p/V_s)^2 - 1]^{-1}$

Carrara E., Rapolla A., Roberti N. "Le indagini geofisiche per lo studio del sottosuolo: metodi geoelettrici e sismici". Liguori Editore, 1992

## Conclusioni

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire da dati di sismica attiva (MASW) ha consentito di determinare il profilo verticale della  $V_s$  e, di conseguenza, del parametro  $V_{s30}$ , risultato per il modello con minimo misfit pari a 376 m/s (considerando come riferimento il piano campagna attuale).

In riferimento alla Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni si riportano le categorie di sottosuolo di riferimento distinte in funzione del parametro  $V_{s30}$ \* (Tabella 5 e Tabella 6).

**Tabella 5: Categorie di sottosuolo (Tabella 3.2.II NTC 2008)**

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

**Tabella 6: Categorie aggiuntive di sottosuolo (Tabella 3.2.III NTC 2008)**

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

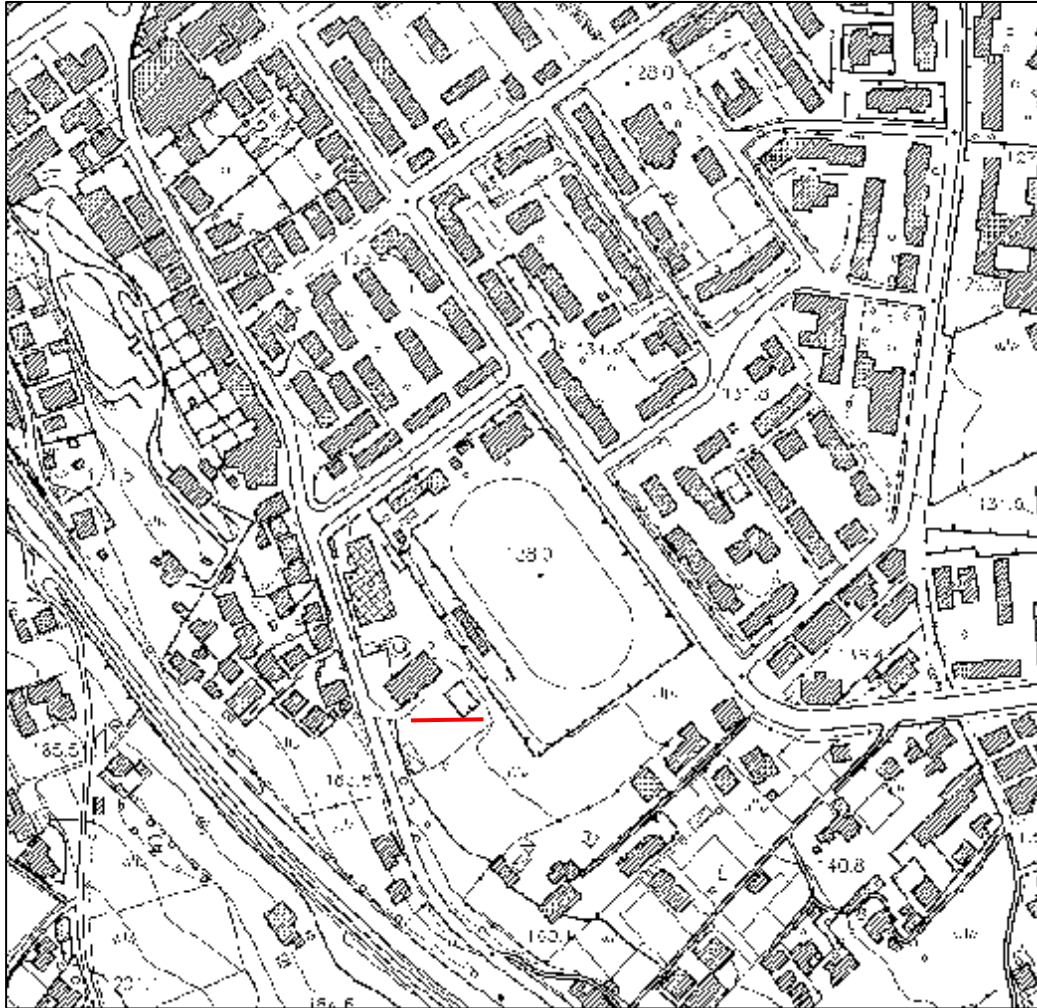
Febbraio 2014

Il responsabile dell'indagine  
Dott. Geol. Fioravante Bosco

\* La classificazione del terreno è di pertinenza dell'utente che ne deve valutare la tipologia sulla base della normativa vigente (NTC 2008) tenendo conto della locale successione stratigrafica. Si ricorda che il valore della  $V_{s30}$  va calcolato in funzione della profondità del piano di posa delle fondazioni.

# ALLEGATO 1

## UBICAZIONE INDAGINE SISMICA

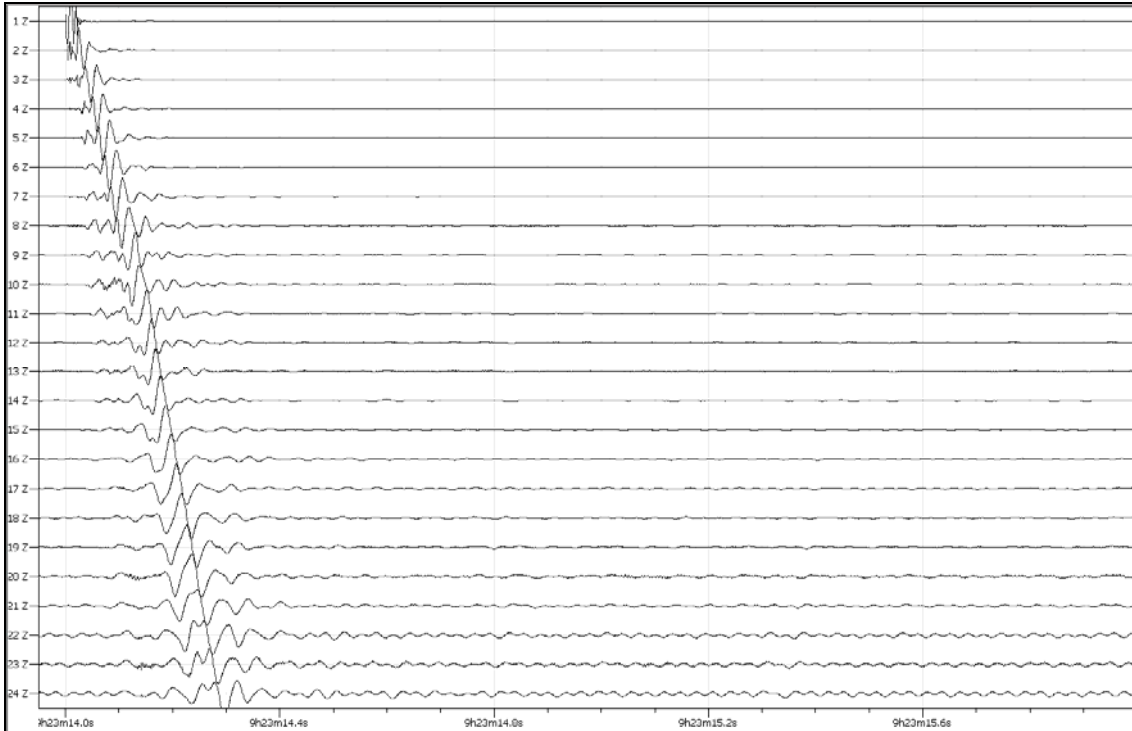


Profilo indagine sismica

Scala 1:5000

## ALLEGATO 2

### TRACCE SISMICHE



Tracce sismiche indagine Masw

## ALLEGATO 3

### REPORT FOTOGRAFICO

