

# PUA

2014 COMUNE DI BENEVENTO  
**PIANO URBANISTICO ATTUATIVO  
COMPARTO TU20 ZONA C1  
VIA M. ROTILI - VIA A. PAOLELLA**

## *Studio Geologico*

- 5.1 Relazione
- 5.2 Carta Geologica
- 5.3 Sezioni Geolitologiche
- 5.4 Carta Idrogeologica
- 5.5 Carta della Stabilità
- 5.6 Carta della Zonazione in Prospettiva Sismica
- 5.7 Carta Ubicazione Indagini
- 5.8 Indagini e Prove

**QPG  
5.**

## **COMMITTENTE**

VITTORIA S.r.l. - Benevento  
L'Amministratore Unico  
geom. Francesco Luciano

## **PROGETTISTA**

arch. Vincenzo Carbone

## **GEOLOGO**

geol. Fioravante Bosco

# PUA

2014 COMUNE DI BENEVENTO  
**PIANO URBANISTICO ATTUATIVO  
COMPARTO TU20 ZONA C1  
VIA M. ROTILI - VIA A. PAOLELLA**

*Studio Geologico*

## 5.1 Relazione

- 5.1 Relazione
- 5.2 Carta Geologica
- 5.3 Sezioni Geolitologiche
- 5.4 Carta Idrogeologica
- 5.5 Carta della Stabilità
- 5.6 Carta della Zonazione in Prospettiva Sismica
- 5.7 Carta Ubicazione Indagini
- 5.8 Indagini e Prove

**QPG  
5.1**

### **COMMITTENTE**

VITTORIA S.r.l. - Benevento  
L'Amministratore Unico  
geom. Francesco Luciano

### **PROGETTISTA**

arch. Vincenzo Carbone

### **GEOLOGO**

geol. Fioravante Bosco

## DICHIARAZIONE E ASSEVERAZIONE

Il sottoscritto Geologo Fioravante BOSCO iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Campania sez. A al n° 461, nato a Benevento il 02/06/1955 C.F. BSCFVN55H02A783T, residente in San Martino Sannita (BN) alla via Costantinopoli 15 e domiciliato IVI , tel. 3382279153,

### DICHIARA

che il presente Studio Geologico è lo stesso allegato (*per la medesima area e per la medesima Committente/Proponente Soc. Vittoria srl*) al PUA Riqualficazione Aree Urbane Degradate (*Edilizia Residenziale e Sociale*) Legge Regionale Campania n° 19/2009 e n° 1/2011 art. 7 comma 1 in Località Via M. Rotili – Via A. Paolella – Proponente VITTORIA srl Benevento per il quale è già stato emesso da Codesto Spett.le Genio Civile di Benevento precedente Parere Sismico.

### ASSEVERA

consapevole delle responsabilità che con la presente si assume in qualità di persona esercente un servizio di pubblica necessità ai sensi degli artt. 359 e 481 del Codice Penale, che il presente Studio Geologico non comporta modifiche agli elaborati progettuali (*salvo la sagoma urbanistica*) e per il quale, come già precisato, trattandosi della stessa area è già stato emesso da Codesto Spett.le Genio Civile di Benevento precedente Parere Sismico.

Il Geologo

Data: 01/08/2014

Dott. Fioravante BOSCO

## **INDICE**

<b>PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>INQUADRAMENTO DELL'AREA E CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE .....</b>	<b>6</b>
<b>GEOLOGIA E GEOLITOLOGIA .....</b>	<b>11</b>
<b>CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE .....</b>	<b>18</b>
<b>CARATTERISTICHE GEOLOGICO TECNICHE .....</b>	<b>20</b>
<b>IDROGEOLOGIA .....</b>	<b>28</b>
<b>STABILITA' GEOMORFOLOGICA .....</b>	<b>34</b>
<b>ZONIZZAZIONE .....</b>	<b>36</b>
<b>STABILITA' NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE .....</b>	<b>45</b>
<b>CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE .....</b>	<b>55</b>

## **PREMESSA**

Nel quadro della programmazione e redazione del P.U.A. "RIQUALIFICAZIONE AREE URBANE DEGRADATE - EDILIZIA RESIDENZIALE E ESOCIALE" (*Legge Regione Campania n° 19/2009 e n° 1/2011 art. 7 comma 2*) in località Viale M. Rotili – Viale A. Paoella, la proponente VITTORIA S.r.l. di Benevento, 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:

- 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 a corredo degli strumenti urbanistici del Comune di Benevento*);
- esecuzione di nuove indagini in sito di completamento consistenti in una campagna di sondaggi geognostici (*esperiti da un Laboratorio autorizzato MaryGeo sas di Campoli Monte Taburno – BN -*), prove SPT e prelievo di campioni indisturbati ed esecuzione sugli stessi, da parte del *Laboratorio Ufficiale D.I.M.M.S. Control srl di Avellino*, indagine sismica tipo Multichannel Analysis of Surfaces Waves (MASW).
- analisi correlativa di tutti i dati a disposizione.

Si illustrano nelle pagine seguenti le risultanza 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*).

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

L'area in esame è ubicata in area urbana (zona *Cretarossa*) della città di Benevento, ad oriente del centro storico e a meridione del Torrente San Nicola **(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.

In particolare, la zona di interesse impegna la parte sommitale di un versante collinare che degrada dolcemente a settentrione verso l'asta valliva del Torrente San Nicola tributario diretto del Fiume Calore.

Le precipitazioni atmosferiche, concentrate in massima parte nel periodo ottobre maggio (*caratterizzate da una pluviometria media annua di circa 900-1000 mm dai dati del Servizio Idrografico*) defluiscono attraverso il reticolo idrografico esistente di tipo subparallelo dendridico (*fossi iemali parzialmente obliterati dall'azione antropica e sistema viario esistente*) direttamente nel corso d'acqua citato a regime torrentizio che peraltro rappresenta l'impluvio locale.

L'area di interesse, allo stato, è esente da fenomeni di erosione superficiale accentuati, da fenomeni di ruscellamento e in generale priva di modificazioni dello stato dei luoghi.

L'esame dei manufatti esistenti non ha evidenziato fenomeni di dissesto statico dovuti a cedimenti differenziali e/o da fenomenologie di taglio.

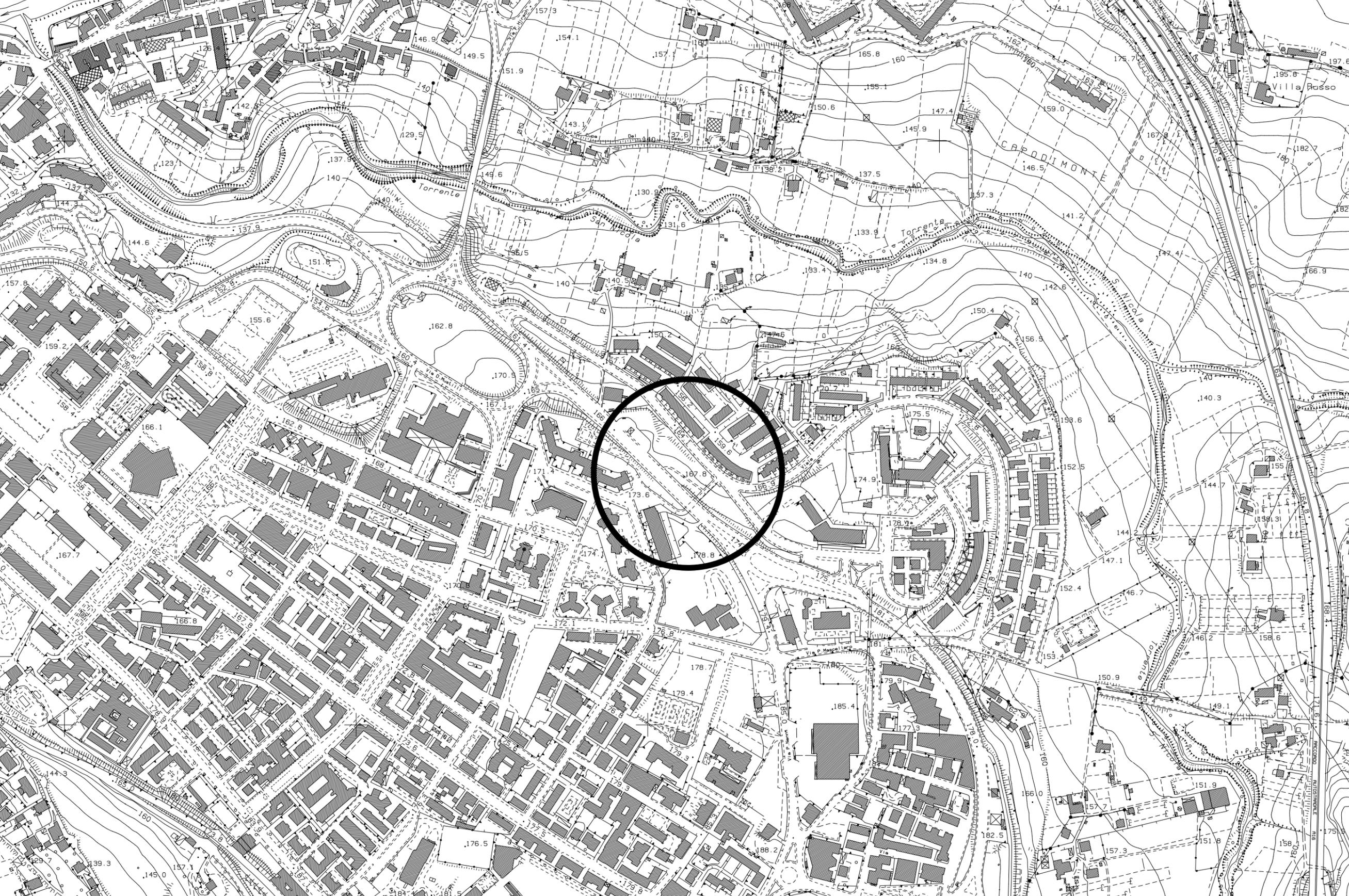
Sotto il profilo della stabilità, la zona, può essere così

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.

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

Si riporta, a questo proposito alle pagine successive, lo stralcio del Piano per l'Assetto Idrogeologico vigente (*edito dall'Autorità di Bacino Liri Garigliano Volturno*) dove si rileva nessuna perimetrazione per la zona di stretto interesse.

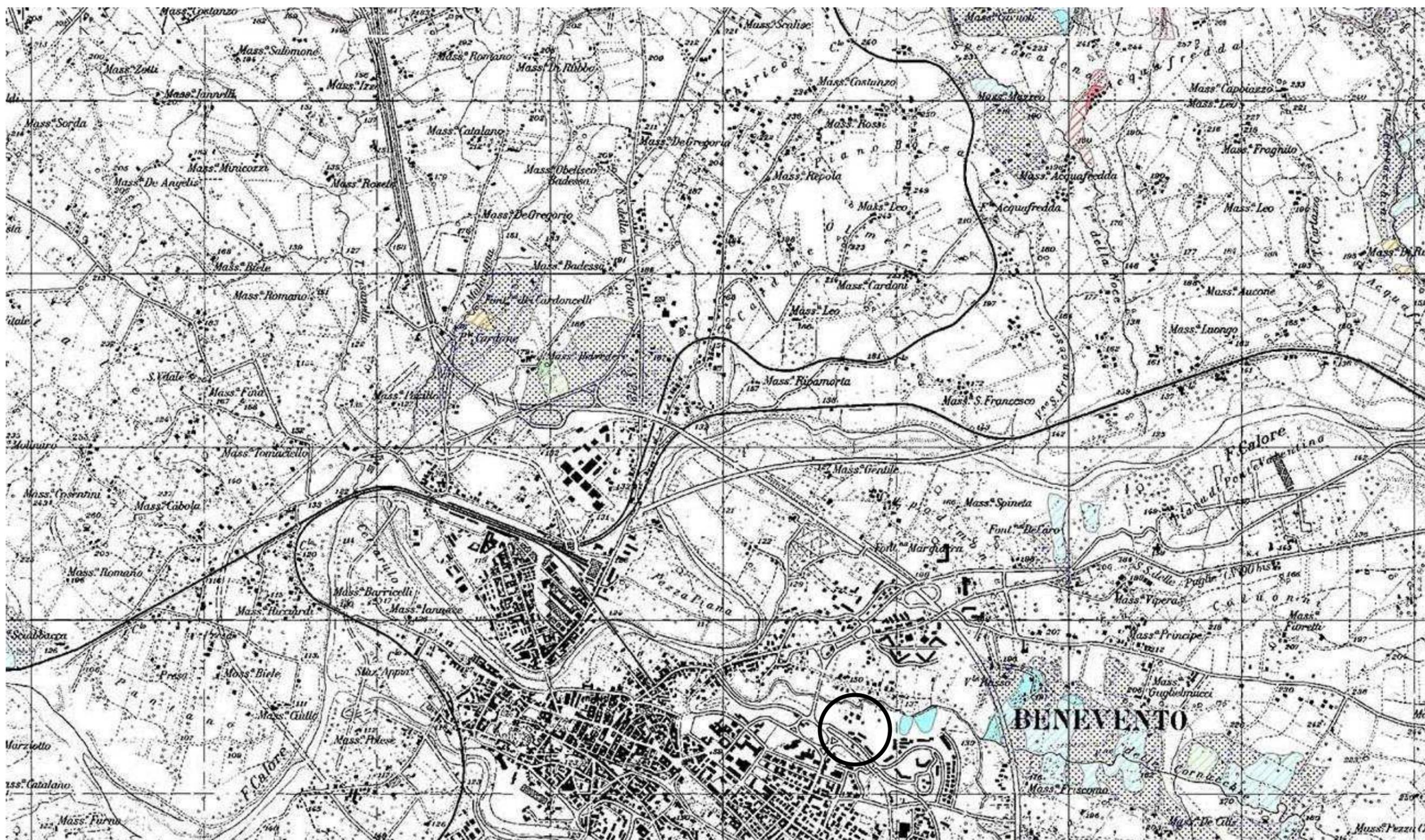
PLANIMETRIA DI POSIZIONE



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

RISCHIO FRANE

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° 2 Carta Geolitologica scala 1:1000**) :

*(A) - Unità di Ariano (argille grigio azzurre plioceniche)*

*(B) - Terreni Quaternari*

*- Unità di Ariano*

E' costituita da argille grigie e limi sabbiosi grigio azzurri con intercalazioni sabbiose molto consistenti (affioramento: collina/rilevo Gran Potenza e valle del Fiume Sabato).

*- Depositi quaternari*

Si distinguono:

- 1) depositi alluvionali antichi terrazzati*
- 2) depositi alluvionali antichi e/o fluvio-lacustri di Cretarossa*
- 3) depositi alluvionali terrazzati*

4) *depositi alluvionali recenti ed attuali*

5) *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 Calore.

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 antichi ***elo fluvio-lacustri di Cretarossa*** sono essenzialmente caratterizzati da limo argilloso sabbioso, sabbie limose con elementi ghiaiosi, argille limose compatte contenenti sparsi e rari ciottoli eterometrici, poligenici, intercalate a livelli sabbiosi, talora lenti di ghiaia e ciottoli eterometrici, poligenici, immersi in una abbondante matrice sabbiosa.

I depositi **alluvionali terrazzati costituiscono** i fianchi della Valle del Calore 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 Calore e formano il terrazzo più recente.

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

I **depositi detritici piroclastici e colluviali** comprendono essenzialmente detriti costituiti da ghiaie eterometriche in matrice sabbioso limosa talvolta scarsa e, da colluvioni formate da sabbie sciolte e/o da poco addensate ad addensate e limi argillosi di colorazione marrone in cui sono immersi elementi lapidei poligenici, eterometrici, ben arrotondati.

Il materiale limoso deriva essenzialmente dalla alterazione ed erosione di prodotti vulcanici (*Ignimbrite Campana*).

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 della formazione alluvionale terrazzata antica **elo fluvio-lacustri di Cretarossa** così come riportato nella **Carta Geolitologica di cui all'elaborato n° 2.**

## **CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE**

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/1 e OL/2 (**per un esame di dettaglio vedere in merito l'elaborato n° 3 Sezioni Geolitologiche scala 1:250**) :

### **OL/1 - ORIZZONTE LITOLOGICO 1**

Terreno vegetale a scheletro piroclastico, piroclastiti cineritiche incoerenti scure, locali riporti eterogenei ed eterometrici. Piroclastiti humizzate ed argillificate di colore marrone scuro scarsamente consistenti frammiste a materiali colluviali formati da sabbie sciolte e/o da poco addensate ad addensate e limi argillosi di colorazione marrone in cui sono immersi locali elementi lapidei poligenici, eterometrici.

Spessore variabile da circa metri 1,50 a circa metri 2,50.

## **OL/2 - ORIZZONTE LITOLOGICO 2**

Orizzonte litologico a prevalente componente limoso sabbiosa e/o limoso argillosa caratterizzato a più altezze stratigrafiche da alternanze e/o intercalazioni stratoidi o lentiformi di sabbie in diversi assortimenti, ghiaie in matrice sabbioso limosa e sabbioso argilloso, di argille, argille limose e sabbiose.

## **CARATTERISTICHE GEOLOGICO TECNICHE**

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 effettuate.

Dall'analisi di tutti i dati a disposizione si derivano, per gli Orizzonti Litologici precedentemente individuati, le seguenti caratteristiche più salienti 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.

**(Orizzonte Litologico OL/1):** trattasi di terreni umificati, fortemente alterati mediamente plastici e compressibili.

Questi terreni, possiedono caratteristiche fisico meccaniche alquanto modeste a causa della loro eterogeneità e dell'elevato grado di alterazione chimica e di degradazione fisica e per la diffusa presenza di masse argillose, limose e di materiali organici e piroclastici. Conseguentemente ne risulta una capacità portante piuttosto limitata, soprattutto a causa del contenuto d'acqua che potrebbe saturare i terreni: è consigliabile non utilizzarli, nelle linee generali, come terreni di fondazione per manufatti che incidono in maniera rilevante sui terreni di fondazioni, atteso le possibili puntuali scarse resistenze alle azioni di taglio ed all'elevata deformabilità.

Ancora più in particolare questi terreni sono caratterizzati da sedimenti a densità compresa tra 1,65 e 2,00 (media 1,80) t/mc.; l'assetto granulometrico determina un valore del peso secco piuttosto basso e variabile prevalentemente tra 1,18 e 1,33 t/mc.; lo stato naturale è

da definirsi asciutto umido essendo i contenuti in acqua variabili dal 15 al 27% circa.

Questi materiali, come già detto, costituiscono un complesso soffice come si evidenzia dai valori dell'indice dei vuoti medio alto (0,9 - 1,3) e dalla porosità medio alta superiore quasi sempre al 50%.

Il valore dell'angolo di attrito è legato allo stato di alterazione passando da valori medio alti (25 - 28 gradi) a valori bassi (15 - 17 gradi) con un debole valore del parametro coesione (0,05 Kg/cm<sup>2</sup>), valori questi che dimostrano una certa resistenza alla rottura in rapporto al grado di argillificazione.

Il modulo edometrico, per pressioni di interesse presenta valori medi dell'ordine di 30 - 40 Kg/cm<sup>2</sup>.

**(Orizzonte Litologico OL/2):** i terreni appartenenti a questo tipo litologico, vanno distinti in funzione della composizione litologica prevalente; possono infatti essere caratterizzati da ghiaie sabbiose, sabbie limose, limi sabbiosi e argillosi, argille sabbiose con ghiaie.

Le caratteristiche geotecniche sono da ritenersi variabili in funzione proprio dell'assetto granulometrico, così come dal seguente quadro:

<i>granulometria</i>	
argilla + limo	= 42,97 - 84,30 %
sabbia	= 12,10 - 53,92 %
ghiaia	= 00,00 - 5,80 %
<i>umidita' naturale</i>	= 16,48 - 43,54 %
<i>indice dei vuoti</i>	= 0,485 - 1,19
<i>porosita'</i>	= 32,67 - 54,38 %
<i>grado di saturazione</i>	= 63,96 - 1,00 %
<i>peso di volume</i>	= 1,62 - 2,09 t/mc.
<i>coesione drenata</i>	= 0,00-0,35 Kg/cm <sup>q</sup> .
<i>angolo di attrito interno efficace</i>	= 21-38 gradi
<i>modulo edometrico (tra 1e2 Kg/cm<sup>q</sup>)</i>	= 34-117 Kg/cm <sup>q</sup> .

Più in particolare, raggruppando ora i terreni di cui trattasi, per assetto granulometrico si ha:

*SABBIE LIMOSE (valori medi)*

- argilla	= 7 %
- limo	= 35 %
- sabbia	= 55 %
- ghiaia	= 3 %
- peso di volume	= 1,90 t/mc.
- coesione non drenata	= 0,00 Kg/cm <sup>q</sup> .
- angolo di attrito interno efficace	= 30 gradi

- modulo edometrico (pressioni d'interesse) = 70 Kg/cm<sup>2</sup>.

*LIMI SABBIOSI (valori medi)*

- argilla = 18 %

- limo = 53 %

- sabbia = 25 %

- ghiaia = 3,5 %

- peso di volume = 1,94 t/mc.

- coesione non drenata = 0,06 Kg/cm<sup>2</sup>.

- angolo di attrito interno efficace = 28 gradi

- modulo edometrico (pressioni d'interesse) = 60 Kg/cm<sup>2</sup>.

*LIMI ARGILLOSI (valori medi)*

- argilla = 28 %

- limo = 52 %

- sabbia = 18 %

- ghiaia = 2 %

- peso di volume = 1,94 t/mc.

- coesione non drenata = 0,15 Kg/cm<sup>2</sup>.

- angolo di attrito interno efficace = 23 gradi

- modulo edometrico (pressioni d'interesse) = 69 Kg/cm<sup>2</sup>.

Per i calcoli geotecnici si fa riferimento ai seguenti parametri, derivati come già detto, da prove di laboratorio geotecnico appositamente programmate ed

eseguite (vedere in merito per un esame di dettaglio la certificazione del laboratorio ufficiale allegata alla presente relazione - **Elaborato n° 8**).

**Sondaggio: S2 - Campione: C1 - Profondità: 5,00-5,50**

**Sondaggio: S1 - Campione: C1 - Profondità: 6,00-6,50**

**PESO SPECIFICO GRANI**

$(\gamma_s)$  26,39 – 26,44 kN/m<sup>3</sup> [2,69 – 2,70 t/m<sup>3</sup>]

**PESO DI VOLUME**

$(\gamma)$  17,93 – 18,21 kN/m<sup>3</sup> [1,83 – 1,86 t/m<sup>3</sup>]

**CONTENUTO IN ACQUA** (w) % 23,3 – 30,0

**INDICE DEI VUOTI** (e) 0,81 – 0,89

**POROSITA'** (n) % 44,9 – 47,0

**GRADO DI SATURAZIONE** (Sr) % 77 - 91

**PESO VOL. SECCO**

$(\gamma_d)$  14,00 – 14,50 kN/m<sup>3</sup> [1,43 – 1,48 t/m<sup>3</sup>]

**PESO VOLUME IMMERSO**

$(\gamma')$  8,81 – 9,14 kN/m<sup>3</sup> [0,90 – 0,93 t/m<sup>3</sup>]

**PESO VOLUME SATURO**

$(\gamma_{sat})$  18,62 – 18,94 kN/m<sup>3</sup> [1,90 – 1,93 t/m<sup>3</sup>]

**GRANULOMETRIA**

Argilla (%)	10 - 21	Limo (%)	48 - 58
Sabbia (%)	17 - 34	Ghiaia (%)	4 - 8

Def. granulometrica (AGI): Limo con sabbia debolmente argilloso – limo argilloso sabbioso

**ANGOLO DI ATTRITO ( $\phi'$ )** 24,11° - 26,15

**COESIONE DRENATA ( $c'$ )**

11,56 – 19,26 kN/m<sup>2</sup> [0,12 – 0,20 Kg/cm<sup>2</sup>]

**MODULO EDOMETRICO ( $E_d$ )**

(tra 1 e 2 Kg/cm<sup>2</sup>) 4156 – 4809 kN/m<sup>2</sup> [42,38 – 49,03 Kg/cm<sup>2</sup>]

Si riportano altresì, alla pagina successiva, le stime (*correlazioni dirette*) dei parametri geotecnici e geomeccanici fondamentali derivati dalle prove SPT eseguite durante le perforazioni significando che, per un esame di dettaglio si rimanda all' **Elaborato n° 8 Indagini e Prove**.

<b>Densità relativa</b>				
Nspt	Profondità (m)	Nspt corretto	Correlazione	Densità relativa (%)
<b>48 - 53</b>	<b>6,00 – 7,00</b>	<b>31,5 – 34,0</b>	<b>Gibbs &amp; Holtz 1957</b>	<b>100</b>
<b>56</b>	<b>13,50</b>	<b>33,5</b>	<b>Gibbs &amp; Holtz 1957</b>	<b>100</b>
<b>Classificazione AGI</b>				
Nspt	Profondità (m)	Nspt corretto	Correlazione	Classificazione AGI
<b>48 - 53</b>	<b>6,00 – 7,00</b>	<b>31,5 – 34,0</b>	<b>A.G.I. 1977</b>	<b>DA ADDENSATO A MOLTO ADDENSATO</b>
<b>56</b>	<b>13,50</b>	<b>33,5</b>	<b>A.G.I. 1977</b>	<b>MOLTO ADDENSATO</b>
<b>Peso unità di volume</b>				
Nspt	Profondità (m)	Nspt corretto	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
<b>48 - 53</b>	<b>6,00 – 7,00</b>	<b>31,5 – 34,0</b>	<b>Meyerhof ed altri</b>	<b>2,00</b>
<b>56</b>	<b>13,50</b>	<b>33,5</b>	<b>Meyerhof ed altr</b>	<b>2,00</b>
<b>Angolo di resistenza al taglio</b>				
Nspt	Profondità (m)	Nspt corretto	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
<b>48 - 53</b>	<b>6,00 – 7,00</b>	<b>31,5 – 34,0</b>	<b>De Mello</b>	<b>32,0</b>
<b>56</b>	<b>13,50</b>	<b>33,5</b>	<b>De Mello</b>	<b>32,0</b>
<b>Modulo Edometrico</b>				
Nspt	Profondità (m)	Nspt corretto	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
<b>48 - 53</b>	<b>6,00 – 7,00</b>	<b>31,5 – 34,0</b>	<b>Begemann (1974)</b>	<b>92,00 – 97,00</b>
<b>56</b>	<b>13,50</b>	<b>33,5</b>	<b>Begemann (1974)</b>	<b>100,00</b>

## **IDROGEOLOGIA**

Lo studio della carta delle isoiete relative alle precipitazioni medie annue nel periodo 1921 - 1971, del Servizio Idrografico di Stato, nonché l'analisi dei dati raccolti dal medesimo Servizio nelle stazioni meteorologiche di :

- Altavilla Irpina 1293 mm. di pioggia in 98 giorni
- S. Nazaro 1056 mm. di pioggia in 79 giorni
- Benevento 700 mm di pioggia in 84 giorni
- Apice 800 mm. di pioggia in 85 giorni

più prossime alla zona in esame, rilevano una precipitazione media annua corrispondente a circa 960 mm. di pioggia in 86 giorni.

Le piogge stesse sono ripartite nel periodo Ottobre Maggio, mentre si riscontra un periodo di relativa siccità tra Giugno e Settembre.

La temperatura, dall'analisi dei grafici ricavati dalle temperature medie mensili riportate dagli Annali Idrologici, relativamente alle stazioni di Apice, Paduli, Benevento e San Cumano (Bn), quindi sufficientemente atte a caratterizzare l'area delle Colline del Sannio con altitudine intorno a m 300 s.l.m., per il periodo freddo,

presenta valori minimi inferiori a 5°C, solamente nei mesi di Gennaio e Febbraio.

Le punte termiche più elevate, in periodo estivo, oscillano tra 30° e 35°.

Tali valori, comunque, quasi sempre superiori a 0°, fanno risaltare immediatamente che il Tasso di Evaporazione, in tali zone, è abbastanza elevato.

I valori dell'evapotraspirazione, a causa della temperatura media annua avente valori di circa 12°C, vengono espressi in misure percentuali medie dell'ordine del 60% - 66%.

Il territorio in esame quindi, rientra tra le zone interne che bordano il Massiccio del Partenio, costituenti le "Colline del Sannio", poste a Sud e a Sud-Est di Benevento.

Le caratteristiche climatiche sono abbastanza marcate con inverni freddi e rigidi ed estati calde e spesso aride.

Tanto premesso, per quanto attiene le caratteristiche idrogeologiche, si distinguono i seguenti aspetti:

DI SUPERFICIE - il quadro di superficie è caratterizzato dall'azione delle acque dilavanti, fenomeno discontinuo nel tempo, che dipende direttamente dal ritmo e dalla intensità delle precipitazioni e che si arresta poco dopo il

cessare della pioggia.

Questa azione assume un carattere estensivo e si esplica attraverso una erosione lineare, producendo fossi e solchi di erosione, che tendono ad allungarsi e a ramificarsi drenando a se l'acqua che scorre nell'area circostante.

DI SUBSTRATO - lo stesso è direttamente influenzato dalle caratteristiche litologiche e granulometriche delle formazione in sito.

Nelle linee generali, tralasciando le piroclastiti di copertura, il complesso è permeabile per porosità.

In particolare in considerazione delle non poche variazioni locali di facies e quindi delle non poche variazioni delle caratteristiche idrogeologiche, la permeabilità è variabile sia in senso orizzontale che in quello verticale in funzione dell'assetto granulometrico dei sedimenti che costituiscono il complesso sedimentario stesso.

In quest'ambito si rileva una permeabilità per porosità sufficientemente elevata nelle ghiaie sciolte e/o poco cementati e nelle sabbie in senso stretto, mentre gli episodi francamente più fini e finissimi (limoso argillosi e argillosi) risultano praticamente impermeabili.

In queste condizioni si determina un discreto assorbimento delle acque meteoriche e una regolare circolazione delle acque sotterranee (frazionata nelle sabbie e continua nelle ghiaie); circolazione che trova un naturale ostacolo al contatto con gli episodi impermeabili.

Si alimenta così un sistema di tasche e/o falde idriche variamente ed irregolarmente ramificate e talora interconnesse, inoltre si realizzano locali accumuli d'acqua limitati inferiormente da episodi impermeabili, con direzione di scorrimento prevalentemente lungo i piani di contatto e seguendo le linee di massima pendenza del versante.

Nel suo insieme quindi il complesso in questione viene a costituire un acquifero, o limitato inferiormente da livelli granulometrici più fini, ovvero direttamente poggiante su un orizzonte di base impermeabile.

Si riscontrano nell'area in esame due tipi di orizzonti acquiferi: il primo a carattere stagionale si instaura alla base della coltre allentata e degradata dei depositi piroclastici e eluvio colluviali; il secondo costituito da falde localizzate si riscontra nei depositi clastici grossolani del complesso delle alluvioni antiche e/o del fluviolacustre.

Pertanto entro i primi metri dal piano campagna si

instaurano difficilmente delle vere e proprie falde; raramente inoltre si localizzano esigue falde sospese nel corpo dei materiali detritici clastici dovuti alla presenza di irregolari lenti o livelli argilloso siltosi; solo a profondità maggiori di si instaurano falde idriche di una certa importanza.

Quanto detto è scaturito da una accurata indagine su i pozzi perenni presenti in zona, interpolando poi i dati di campagna con quelli relativi ai sondaggi geognostici; sulla base di tutti i dati a disposizione si individua con buona approssimazione che nell'area in esame la falda significativa trovasi ad una profondità maggiore di 20,00 metri dal piano campagna.

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 Carta Idrogeologica scala 1:1000**):

**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 piroclastici 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 basso.

**Complesso delle alluvioni antiche e/o del fluvio-lacustre**

**di Cretarossa** - depositi limoso argillosi talora ghiaiosi a matrice sabbiosa (costituiscono un discreto acquifero quando prevalgono le frazioni clastiche e manca la matrice, in parte argillosa, tipica degli episodi fluviolacustri - grado di permeabilità medio alto); argille e argille limose, sabbie argillose e sabbie limose con intercalazioni ghiaiose (sono scarsamente permeabili in particolare dove prevalgono gli episodi francamente argillosi)

## **STABILITA' GEOMORFOLOGICA**

Si premette quanto in appresso:

la carta della stabilità (**vedere in merito l'elaborato n° 5 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, attraverso successivi incroci e sovrapposizioni delle carte tematiche si è elaborata la carta della stabilità (**con suddivisione delle aree con pendenze minori del 4,00% e con pendenze comprese tra l'8,00% e il 15,00%**) 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:

**Area stabile esente da specifica pericolosità geomorfologica ed idraulica per la quale i processi morfoevolutivi, le condizioni morfometriche, nonché le caratteristiche fisiche dei terreni non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di condizioni di pericolosità.**

## **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 relativamente alle costruzioni ed ai relativi siti.

Nell'ambito dell'areale 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 contemporaneamente 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. 14 gennaio 2008 le "microzone" sono state caratterizzare mediante la

determinazione degli spessori dei terreni superficiali e delle velocità  $V_s$  ad essi attribuite attraverso il valore relativo ai primi 30 metri di sottosuolo, definendo così una “categoria di suolo media” della Microzona.

Nella delimitazione delle aree si è tenuto conto, peraltro, delle caratteristiche e dei limiti della litologia affiorante, così come risulta dalla Carta Geolitologica.

Quindi l'areale oggetto di studio è stato suddiviso in aree omogenee dal punto di vista della “ $V_{s30}$ ”, valore inteso come media ponderale della velocità delle onde sismiche per i primi 30 m di profondità.

Si è adottata la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove:

$h_i$  e  $V_i$  indicano lo spessore (metri) e le velocità delle onde di taglio dello strato  $i$ -esimo, per una sommatoria di  $N$  strati presenti nei primi trenta metri dal piano campagna.

Le differenze tra le varie Microzone individuate sono da intendere come differenze, oltre che nella composizione spettrale, anche dell'accelerazione massima caratterizzante le varie Categorie di suolo individuate, rispetto a quella su suolo rigido ovvero di Categoria A (Formazioni litoidi o Rigide con  $V_{S30} \geq 800$  m/s).

I valori di incremento assegnati alle varie 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 i vari siti (*cosa che si farà 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 nelle zone individuate rispetto a quello che si avrà nelle aree dove affiora il basamento o in ogni caso affiori un mezzo rigido.

Per la determinazione della  $V_{S30}$  sono stati utilizzati i valori delle velocità  $V_s$  determinati sperimentalmente in sito (prospezione sismica tipo Masw eseguita).

Per quanto riguarda inoltre la condizione topografica dell'areale in esame, si è in presenza di pendio (isolato) con inclinazione media  $i$  molto minore di  $15^\circ$ .

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

I risultati dello studio ha consentito di definire, per l'area di stretto interesse, tre aree omogenee caratterizzata come in appresso (**Carta della Zonazione in Prospettiva Sismica - Elaborato n° 6 scala 1:1000**):

#### **AREA A1**

Categoria suolo fondazione dal tipo **B** al tipo **C**

Pendenza  $p \leq 4$  (%)

Inclinazione  $i \leq 2,29$  ( $^\circ$ )

Categoria Topografica **T1**

Coefficiente di Amplificazione Topografica  $S_T = 1,00$

Rischio Amplificazione: **da Basso - Moderato a Moderato - Alto**

#### **AREA A2**

Categoria suolo fondazione dal tipo **B** al tipo **C**

Pendenza  $8,00 < p \leq 15,0$  (%)

Inclinazione  $4,57 < i \leq 8,53$  ( $^\circ$ )

Categoria Topografica **T1**

Coefficiente di Amplificazione Topografica  $S_T = 1,00$

Rischio Amplificazione: **da Basso - Moderato a Moderato - Alto**

#### **AREA A3**

Categoria suolo fondazione dal tipo **B** al tipo **C**

Pendenza  $15,00 < \mathbf{p} \leq 20,0$  (%)

Inclinazione  $8,53 < \mathbf{i} \leq 11,30$  (°)

Categoria Topografica **T1**

Coefficiente di Amplificazione Topografica **ST = 1,00**

Rischio Amplificazione: **da Basso - Moderato a Moderato - Alto**

## **STABILITA' NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE**

Si intende per liquefazione quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate. Se il terreno risulta suscettibile e gli effetti conseguenti sono tali da influire sulle condizioni di stabilità, occorre procedere ad interventi di consolidamento del terreno e/o trasferire il carico a strati di terreno non suscettibili di liquefazione. In assenza di interventi di miglioramento del terreno, l'impiego di fondazioni profonde richiede comunque la valutazione della riduzione della capacità portante e degli incrementi delle sollecitazioni indotte nei pali.

Tanto premesso si procede al calcolo della verifica della suscettibilità a liquefazione adottando due metodi semplificati (*Seed & Idriss* e *Tokimatsu e Yoshimi*) che si basano su risultati di prove *in situ* (*prove penetrometriche*). Il fattore di sicurezza,  $F_s$  è per definizione il rapporto tra la capacità di resistenza alla liquefazione, espressa in termini di rapporto di resistenza ciclica *CRR* (*Cyclic Resistance*

Ratio), e la domanda di resistenza alla liquefazione, espressa in termini di rapporto di tensione ciclica CSR.

Si ha:

$$F_s = \frac{CRR}{CSR}$$

La variabile CSR può essere stimata attraverso l'equazione semi empirica proposta da Seed e Idriss (1971):

$$CSR = \frac{\tau_{AV}}{\sigma'_v} = 0.65 \cdot \left( \frac{a_{max}}{g} \right) \cdot \left( \frac{\sigma_v}{\sigma'_v} \right) \cdot r_d \cdot \frac{1}{MSF}$$

dove

MSF : coefficiente correttivo funzione della magnitudo del sisma.

$r$  : coefficiente di riduzione delle tensioni;

$\sigma_v$  : tensione verticale litostatiche efficace;

$\sigma'_v$  : tensione verticale litostatiche totale;

$g$  : accelerazione di gravità;

$a$  : accelerazione orizzontale di picco prodotta dal terremoto in superficie;

L'equazione utilizzata per il calcolo di  $r_d$  viene di seguito riportata:

$$\begin{aligned} r_d &= 1 - 0.00765 \cdot z & z \leq 9.15 \text{ m} \\ r_d &= 1.174 - 0.0267 \cdot z & 9.15 \leq z \leq 23 \text{ m} \\ r_d &= 0.774 - 0.008 \cdot z & 23.0 \leq z \leq 30 \text{ m} \\ r_d &= 0.5 & z \geq 30 \text{ m} \end{aligned}$$

con :

$z$  : profondità dal piano campagna espressa in [m]

L'equazione utilizzata per il calcolo di MSF viene di seguito riportata:

$$MSF = \left( \frac{M}{7.5} \right)^{-3.3} \quad \text{per } M \leq 7.5$$

$$MSF = \frac{10^{2.24}}{M^{2.56}} \quad \text{per } M > 7.5$$

L'Eurocodice 8 per tener conto di terremoti di magnitudo diversa da 7,5 utilizza la seguente correlazione :

M	MSF	M	MSF	M	MSF
8.0	0.67	6.0	2.20	5.5	2.86
7.0	1.30	6.5	1.69		

Metodo di Seed & Idriss

La valutazione della capacità di resistenza alla liquefazione ( $CRR$ ) da prove *penetrometriche dinamiche* viene stimata dagli autori con la seguente espressione:

$$N_{60CS} = A + B \cdot N_{60}$$

con

$$A = \begin{cases} 0.0 & \text{per } FC \leq 5\% \\ \exp \left[ 1.76 - \frac{190}{FC^2} \right] & \text{per } 5\% < FC \leq 35\% \\ 5.0 & \text{per } FC \geq 35\% \end{cases}$$

$$B = \begin{cases} 1.0 & \text{per } FC \leq 5\% \\ 0.99 + \frac{FC^{1.5}}{1000} & \text{per } 5\% < FC \leq 35\% \\ 1.2 & \text{per } FC \geq 35\% \end{cases}$$

$$CRR = \frac{a + c \cdot N_{60CS} + e \cdot (N_{60CS})^2 + g \cdot (N_{60CS})^3}{1 + b \cdot N_{60CS} + d \cdot (N_{60CS})^2 + f \cdot (N_{60CS})^3 + h \cdot (N_{60CS})^4}$$

$$a = 0.048;$$

$$b = -0.1248;$$

$$c = -0.004721;$$

$$d = 0.009578;$$

$$e = 0.0006136;$$

$$f = -0.0003285;$$

$$g = -0.00001673;$$

$$h = 0.000003714;$$

$N_{60CS}$  = numero di colpi della prova penetrometrica standard corretto.

$$N_{60} = N_{SPT} \cdot C_N \cdot C_E \cdot C_B \cdot C_R \cdot C_S$$

dove:

FC = frazione di fine contenuto nella sabbia espressa in percentuale

Le correzioni apportate all'indice di prova ( $N_{SPT}$ ) sono necessari per rendere omogenei e confrontabili i risultati.

Il metodo si basa sulla determinazione del fattore di sicurezza  $F_s = CRR/CSR$ .

Quest'ultimo è indicativo della propensione o meno del terreno a liquefare.

Il deposito sabbioso saturo è potenzialmente liquefacibile se risulta  $F_s \leq 1.0$ .

Metodo di Tokimatsu e Yoshimi

La valutazione della capacità di resistenza alla liquefazione (*CRR*) da prove *penetro metriche dinamiche* viene stimata con la seguente espressione:

$$CRR = a \cdot C_r \cdot \left[ \frac{16 \cdot \sqrt{Na}}{100} + \left( \frac{16 \cdot \sqrt{Na}}{C_s} \right)^n \right]$$

con :

$$Na = N_1 + N_{SPT} \cdot \left( \frac{1.7}{0.7 + \sigma'_v} \right)$$

dove :

$$a = 0.45;$$

$$C_r = 0.57;$$

$$C_s = 75;$$

$$n = 14;$$

$$N_1 = \begin{cases} 0 & \text{per una frazione di fine } FC < 5\% \\ 10 \cdot FC + 4 & \text{per una frazione di fine } FC \geq 5\% \end{cases}$$

$N_{SPT}$  : numero di colpi della prova penetrometrica standard;

$FC$  : frazione di fine contenuto nella sabbia espressa in [%].

$\sigma'_v$  : pressione verticale efficace espressa in [ $\text{kg}/\text{cm}^2$ ].

Il metodo si basa sulla determinazione del fattore di sicurezza  $F_s = CRR / CSR$ . Quest'ultimo è indicativo della propensione o meno del terreno a liquefare.

Poiché il moto sismico non può essere determinato con una precisione minore del 10%, gli Autori suggeriscono di adoperare ai fini progettuali un valore del fattore di sicurezza nel seguente modo:

$F_s = 1.5$  per sabbie medio - sciolte.

$F_s = 1.3$  per sabbie medio - dense;

#### DATI DI INGRESSO

Si è ipotizzato l'areale oggetto di studio, in via molto cautelativa e a vantaggio di sicurezza, costituito da un unico deposito caratterizzato da:

- sabbie limose medio-dense sotto falda (*-3,00 metri dal piano campagna*)

- percentuale di fine (*argilla*) al di sotto del 10%

- numeri di colp SPT:

da 3,00 a 5,00 metri 20

da 5,00 a 10,00 metri 25

da 10,00 a 20,00 metri 30

- peso di volume 1,85 t/mc

- magnitudo del sisma (Richter) 8,0

- accelerazione sismica massima (g) 0,40

**Verifica a Liquefazione**

Metodo di calcolo Seed e Idriss.

Profondità di calcolo (m)	3,00
Profondità della falda dal p. c. (m)	3,00
Peso di volume del terreno (t/mc)	1,85
Numero di colpi SPT o SCPT	15
Frazione argillosa (%)	6,0
Magnitudo del sisma (Richter)	8,0
Accelerazione sismica massima (g)	0,4

**Risultati:**

Pressione totale del terreno (kg/cm <sup>q</sup> )	0,555
Pressione efficace del terreno (kg/cm <sup>q</sup> )	0,555
Fattore correttivo per la frazione argillosa (%)	1,00
Numero di colpi standard corretto Na	21,3187
Resistenza alla liquefazione (CRR)	0,3609
Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	0,2483
Coefficiente di sicurezza ( $F_s = CRR/CSR$ )	1,4534

**Il deposito non è liquefacibile**

Profondità di calcolo (m)	5,00
Profondità della falda dal p. c. (m)	3,00
Peso di volume del terreno (t/mc)	1,85
Numero di colpi SPT o SCPT	20
Frazione argillosa (%)	6,0
Magnitudo del sisma (Richter)	8,0
Accelerazione sismica massima (g)	0,4

**Risultati:**

Pressione totale del terreno (kg/cm <sup>q</sup> )	0,925
Pressione efficace del terreno (kg/cm <sup>q</sup> )	0,725
Fattore correttivo per la frazione argillosa (%)	1,00
Numero di colpi standard corretto Na	24,8596
Resistenza alla liquefazione (CRR)	0,7023
Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	0,3068
Coefficiente di sicurezza ( $F_s = CRR/CSR$ )	2,2888

**Il deposito non è liquefacibile**

Profondità di calcolo (m)	10,00
Profondità della falda dal p. c. (m)	3,00
Peso di volume del terreno (t/mc)	1,85

Numero di colpi SPT o SCPT	25
Frazione argillosa (%)	6,0
Magnitudo del sisma (Richter)	8,0
Accelerazione sismica massima (g)	0,4

**Risultati:**

Pressione totale del terreno (kg/cm <sup>q</sup> )	1,85
Pressione efficace del terreno (kg/cm <sup>q</sup> )	1,15
Fattore correttivo per la frazione argillosa (%)	1,00
Numero di colpi standard corretto Na	23,973
Resistenza alla liquefazione (CRR)	0,5875
Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	0,3555
Coefficiente di sicurezza ( $F_s = CRR/CSR$ )	1,6524

**Il deposito non è liquefacibile**

Profondità di calcolo (m)	20,00
Profondità della falda dal p. c. (m)	3,00
Peso di volume del terreno (t/mc)	1,85
Numero di colpi SPT o SCPT	30
Frazione argillosa (%)	6,0
Magnitudo del sisma (Richter)	8,0
Accelerazione sismica massima (g)	0,4

**Risultati:**

Pressione totale del terreno (kg/cm <sup>q</sup> )	3,70
Pressione efficace del terreno (kg/cm <sup>q</sup> )	2,00
Fattore correttivo per la frazione argillosa (%)	1,00
Numero di colpi standard corretto Na	23,037
Resistenza alla liquefazione (CRR)	0,4901
Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	0,3367
Coefficiente di sicurezza ( $F_s = CRR/CSR$ )	1,4556

**Il deposito non è liquefacibile****Verifica a Liquefazione**

Metodo di calcolo Tokimatsu e Yoshimi

Profondità di calcolo (m)	3,00
Profondità della falda dal p. c. (m)	3,00
Peso di volume del terreno (t/mc)	1,85
Numero di colpi SPT o SCPT	15

Frazione argillosa (%)	6,0
Magnitudo del sisma (Richter)	8,0
Accelerazione sismica massima (g)	0,4
Tipo di deposito	Sabbie limose
Consistenza del deposito	Sabbie medio-dense

**Risultati:**

Pressione totale del terreno (kg/cm <sup>q</sup> )	0,555
Pressione efficace del terreno (kg/cm <sup>q</sup> )	0,555
Fattore correttivo per la frazione fine (%)	5,000
Numero di colpi standard corretto Na	20,3187
Resistenza alla liquefazione (CRR)	0,8968
Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	0,1738
Coefficiente di sicurezza (Fs = CRR/CSR)	5,1598

**Il deposito non è liquefacibile**

Profondità di calcolo (m)	5,00
Profondità della falda dal p. c. (m)	3,00
Peso di volume del terreno (t/mc)	1,85
Numero di colpi SPT o SCPT	20
Frazione argillosa (%)	6,0
Magnitudo del sisma (Richter)	8,0
Accelerazione sismica massima (g)	0,4
Tipo di deposito	Sabbie limose
Consistenza del deposito	Sabbie medio-dense

**Risultati:**

Pressione totale del terreno (kg/cm <sup>q</sup> )	0,925
Pressione efficace del terreno (kg/cm <sup>q</sup> )	0,725
Fattore correttivo per la frazione fine (%)	5,000
Numero di colpi standard corretto Na	23,8596
Resistenza alla liquefazione (CRR)	1,9463
Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	0,2148
Coefficiente di sicurezza (Fs = CRR/CSR)	9,0613

**Il deposito non è liquefacibile**

Profondità di calcolo (m)	10,00
Profondità della falda dal p. c. (m)	3,00
Peso di volume del terreno (t/mc)	1,85
Numero di colpi SPT o SCPT	25
Frazione argillosa (%)	6,0

Magnitudo del sisma (Richter)	8,0
Accelerazione sismica massima (g)	0,4
Tipo di deposito	Sabbie limose
Consistenza del deposito	Sabbie medio-dense

**Risultati:**

Pressione totale del terreno (kg/cm <sup>q</sup> )	1,85
Pressione efficace del terreno (kg/cm <sup>q</sup> )	1,15
Fattore correttivo per la frazione fine (%)	5,000
Numero di colpi standard corretto Na	22,973
Resistenza alla liquefazione (CRR)	1,6042
Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	0,2489
Coefficiente di sicurezza ( $F_s = CRR/CSR$ )	6,4462

**Il deposito non è liquefacibile**

Profondità di calcolo (m)	20,00
Profondità della falda dal p. c. (m)	3,00
Peso di volume del terreno (t/mc)	1,85
Numero di colpi SPT o SCPT	30
Frazione argillosa (%)	6,0
Magnitudo del sisma (Richter)	8,0
Accelerazione sismica massima (g)	0,4
Tipo di deposito	Sabbie limose
Consistenza del deposito	Sabbie medio-dense

**Risultati:**

Pressione totale del terreno (kg/cm <sup>q</sup> )	3,70
Pressione efficace del terreno (kg/cm <sup>q</sup> )	2,00
Fattore correttivo per la frazione fine (%)	5,000
Numero di colpi standard corretto Na	22,037
Resistenza alla liquefazione (CRR)	1,3065
Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	0,2357
Coefficiente di sicurezza ( $F_s = CRR/CSR$ )	5,5424

**Il deposito non è liquefacibile**

## **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, 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, le piroclastiti in senso stretto, 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' conseguenziale 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 sottoppressione;
- 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.

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.

- Dott. Geol. Fioravante BOSCO -

# PUA

2014 COMUNE DI BENEVENTO  
**PIANO URBANISTICO ATTUATIVO  
COMPARTO TU20 ZONA C1  
VIA M. ROTILI - VIA A. PAOLELLA**

*Studio Geologico*

## 5.2 Carta Geologica

- 5.1 Relazione
- 5.2 Carta Geologica
- 5.3 Sezioni Geolitologiche
- 5.4 Carta Idrogeologica
- 5.5 Carta della Stabilità
- 5.6 Carta della Zonazione in Prospettiva Sismica
- 5.7 Carta Ubicazione Indagini
- 5.8 Indagini e Prove

**QPG  
5.2**

**scala 1:1000**

### **COMMITTENTE**

VITTORIA S.r.l. - Benevento  
L'Amministratore Unico  
geom. Francesco Luciano

### **PROGETTISTA**

arch. Vincenzo Carbone

### **GEOLOGO**

geol. Fioravante Bosco

# LEGENDA



## **Depositi piroclastici e eluvio-colluviali**

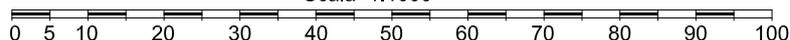
**Piroclastiti in s.s.:** cineriti brune con lapilli, pomici e sabbie vulcaniche con presenza frequente di argillificazioni basali; solo raramente, scorie e brandelli lavici. **Colluvioni:** sabbie sciolte o poco addensate, limi argillosi e sabbiosi poco consistenti di colore marrone in cui sono immersi 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 ai m. 10,00. [Le aree cartografate si riferiscono a depositi la cui potenza è sempre superiore a m. 2,00] (*Pleistocene Superiore - Olocene*)

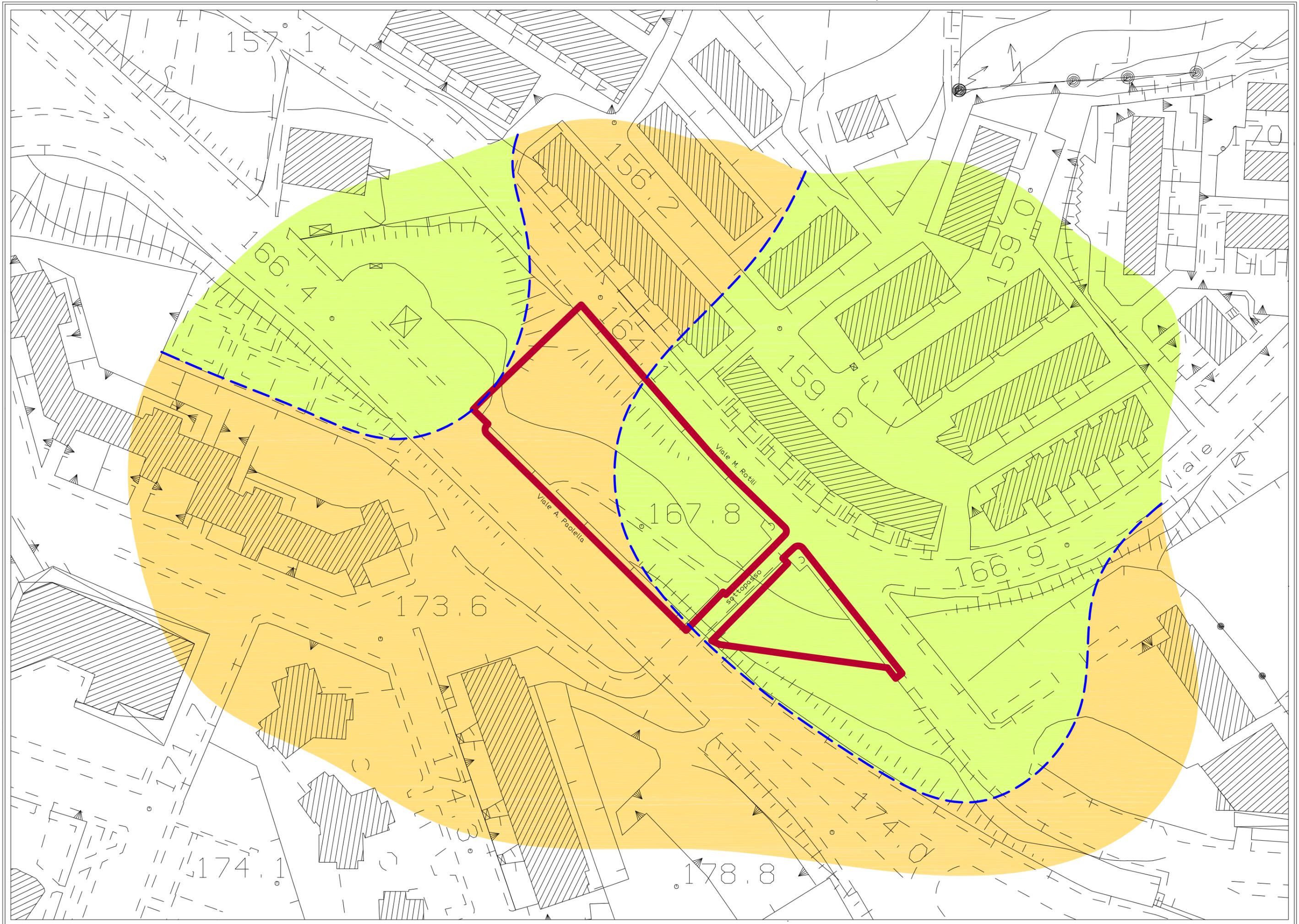


## **Depositi alluvionali antichi e/o fluvio-lacustri di Creta Rossa**

Limo argilloso sabbioso, sabbie limose con elementi ghiaiosi, argille limose compatte contenenti sparsi e rari ciottoli eterometrici, poligenici, intercalate a livelli sabbiosi, talora lenti di ghiaia e ciottoli eterometrici, poligenici, immersi in una abbondante matrice sabbiosa. Il complesso raggiunge 20 - 30 metri di spessore. (*Pleistocene Medio Inferiore*)

Scala 1:1000





# PUA

2014 COMUNE DI BENEVENTO  
**PIANO URBANISTICO ATTUATIVO  
COMPARTO TU20 ZONA C1  
VIA M. ROTILI - VIA A. PAOLELLA**

*Studio Geologico*

## 5.3 Sezioni Geolitologiche

- 5.1 Relazione
- 5.2 Carta Geologica
- 5.3 Sezioni Geolitologiche
- 5.4 Carta Idrogeologica
- 5.5 Carta della Stabilità
- 5.6 Carta della Zonazione in Prospettiva Sismica
- 5.7 Carta Ubicazione Indagini
- 5.8 Indagini e Prove

**QPG  
5.3**

**scala 1:250**

### **COMMITTENTE**

VITTORIA S.r.l. - Benevento  
L'Amministratore Unico  
geom. Francesco Luciano

### **PROGETTISTA**

arch. Vincenzo Carbone

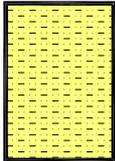
### **GEOLOGO**

geol. Fioravante Bosco

# LEGENDA



Terreno vegetale a scheletro piroclastico, piroclastiti cineritiche incoerenti scure, locali riporti eterogenei ed eterometrici



Orizzonte litologico a prevalente componente limoso sabbiosa e/o limoso argilloso caratterizzato a più altezze stratigrafiche da alternanze e/o intercalazioni stratoidi o lentiformi di sabbie in diversi assortimenti, ghiaie in matrice sabbioso limosa e sabbioso argilloso, di argille, argille limose e sabbiose.

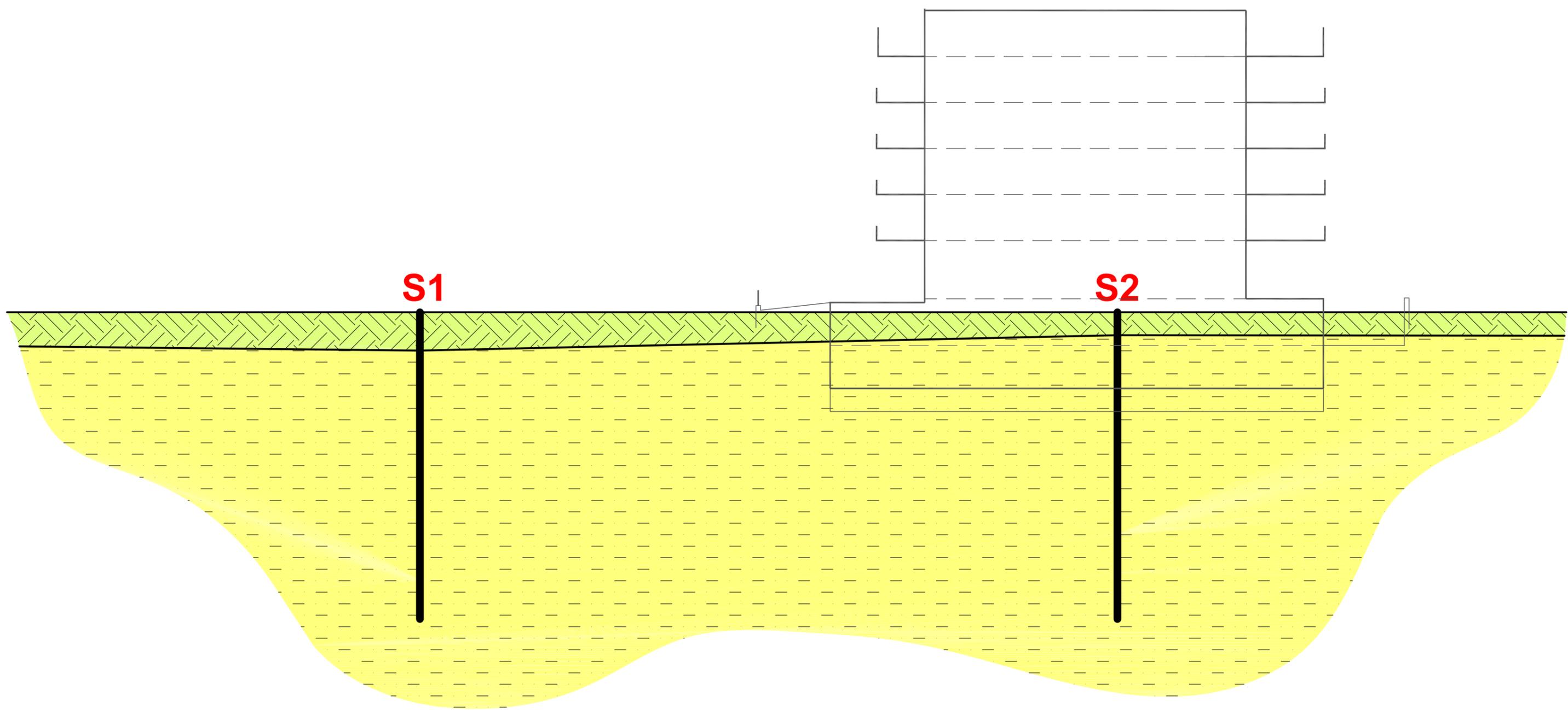
**S**



SONDAGGI GEOGNOSTICI

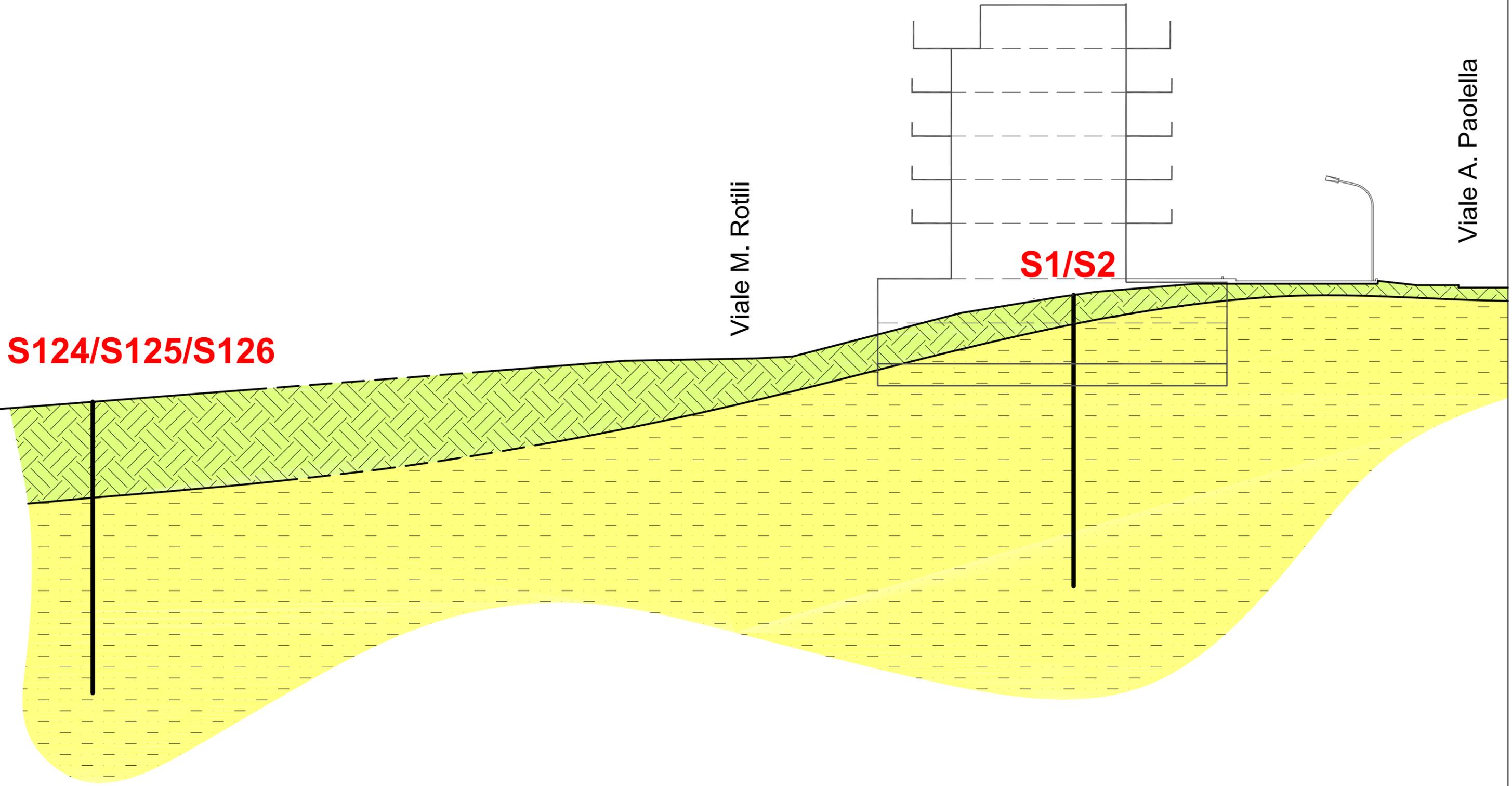
# SEZIONE GEOLITOLÓGICA 1

Viale M. Rotili



Scala 1:250

# SEZIONE GEOLITOLOGICA 2



**S124/S125/S126**

Viale M. Rotili

**S1/S2**

Viale A. Paoletta

Scala 1:250

# PUA

2014 COMUNE DI BENEVENTO  
**PIANO URBANISTICO ATTUATIVO  
COMPARTO TU20 ZONA C1  
VIA M. ROTILI - VIA A. PAOLELLA**

*Studio Geologico*

## 5.4 Carta Idrogeologica

- 5.1 Relazione
- 5.2 Carta Geologica
- 5.3 Sezioni Geolitologiche
- 5.4 Carta Idrogeologica
- 5.5 Carta della Stabilità
- 5.6 Carta della Zonazione in Prospettiva Sismica
- 5.7 Carta Ubicazione Indagini
- 5.8 Indagini e Prove

**QPG  
5.4**

**scala 1:1000**

### **COMMITTENTE**

VITTORIA S.r.l. - Benevento  
L'Amministratore Unico  
geom. Francesco Luciano

### **PROGETTISTA**

arch. Vincenzo Carbone

### **GEOLOGO**

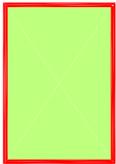
geol. Fioravante Bosco

# LEGENDA



## **Complesso dei depositi piroclastici e eluvio-colluviali:**

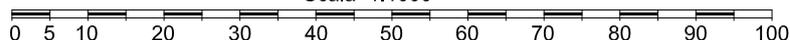
depositi costituiti da lapilli, pomici e, più raramente, scorie con matrice cineritica; sabbie vulcaniche e piroclastiti incoerenti eterogenee, a giacitura irregolare e discontinua; sabbie limose sciolte o poco addensate, limi argillosi e sabbiosi poco consistenti in cui sono immersi elementi lapidei 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 basso.

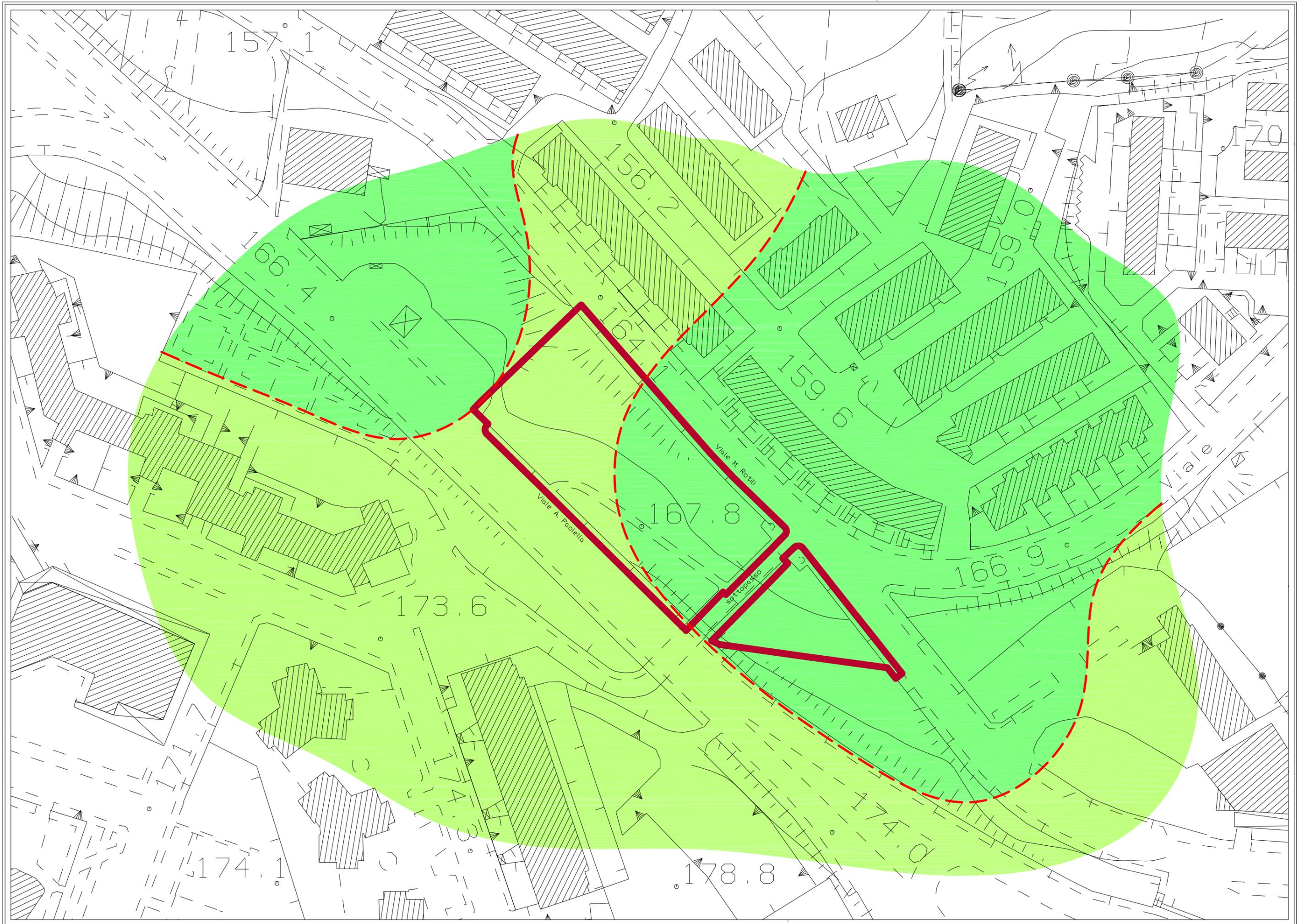


## **Complesso delle alluvioni antiche e/o del fluvio-lacustre di Cretarossa:**

depositi limoso argillosi talora ghiaiosi a matrice sabbiosa (costituiscono un discreto acquifero quando prevalgono le frazioni clastiche e manca la matrice, in parte argillosa, tipica degli episodi fluvio-lacustri - grado di permeabilità medio alto); argille e argille limose, sabbie argillose e sabbie limose con intercalazioni ghiaiose (sono scarsamente permeabili in particolare dove prevalgono gli episodi francamente argillosi)

Scala 1:1000





# PUA

2014 COMUNE DI BENEVENTO  
**PIANO URBANISTICO ATTUATIVO  
COMPARTO TU20 ZONA C1  
VIA M. ROTILI - VIA A. PAOLELLA**

*Studio Geologico*

## 5.5 Carta della Stabilità

- 5.1 Relazione
- 5.2 Carta Geologica
- 5.3 Sezioni Geolitologiche
- 5.4 Carta Idrogeologica
- 5.5 Carta della Stabilità
- 5.6 Carta della Zonazione in Prospettiva Sismica
- 5.7 Carta Ubicazione Indagini
- 5.8 Indagini e Prove

**QPG  
5.5**

**scala 1:1000**

### **COMMITTENTE**

VITTORIA S.r.l. - Benevento  
L'Amministratore Unico  
geom. Francesco Luciano

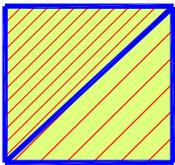
### **PROGETTISTA**

arch. Vincenzo Carbone

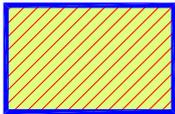
### **GEOLOGO**

geol. Fioravante Bosco

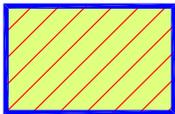
# LEGENDA



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.

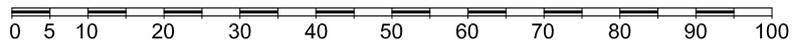


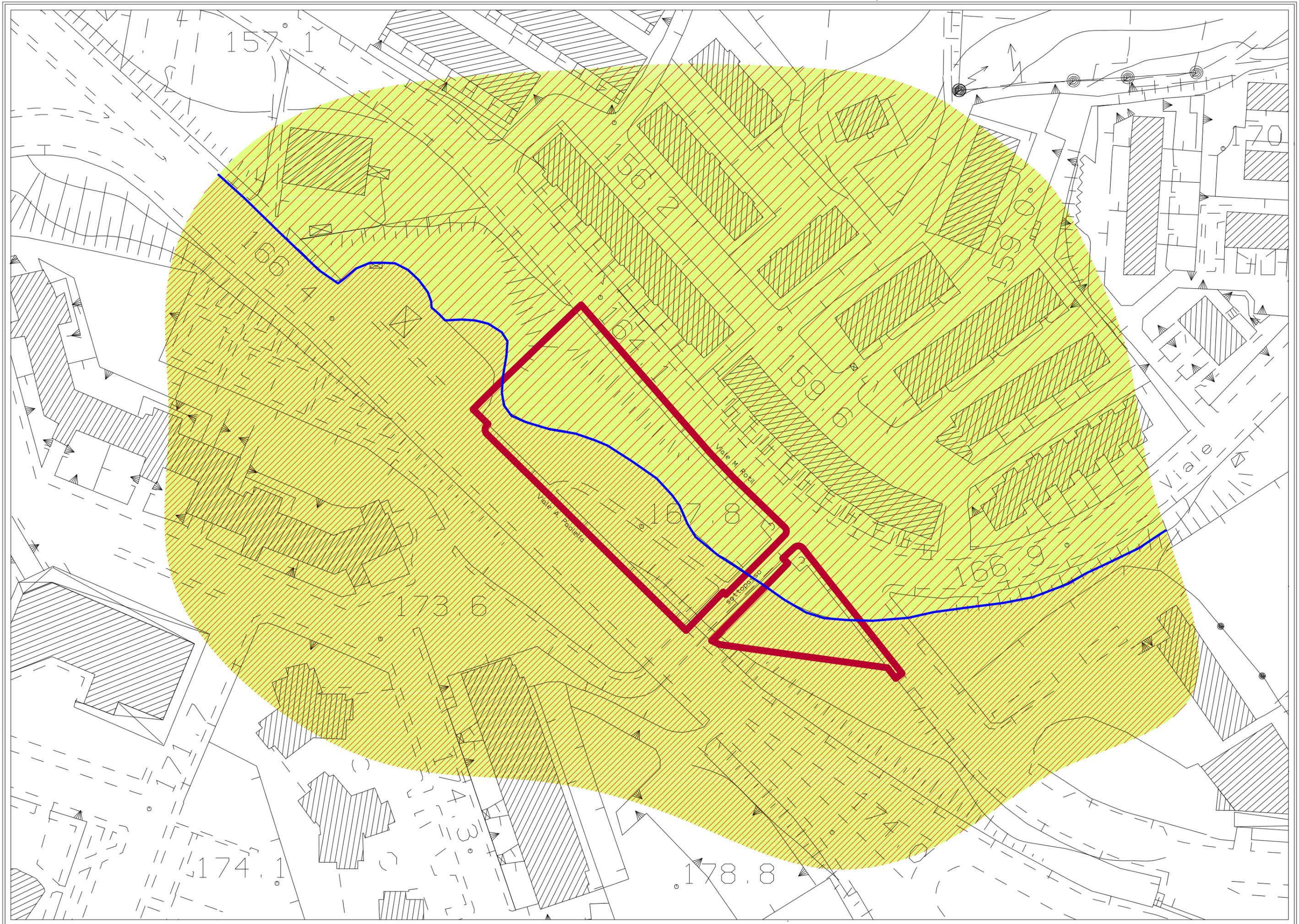
Aree con pendenze minori del 4,00 %



Aree con pendenze comprese tra 8,00 e 15,00 %

Scala 1:1000





# PUA

2014 COMUNE DI BENEVENTO  
**PIANO URBANISTICO ATTUATIVO  
COMPARTO TU20 ZONA C1  
VIA M. ROTILI - VIA A. PAOLELLA**

*Studio Geologico*

## 5.6 Carta della Zonazione in Prospettiva Sismica

- 5.1 Relazione
- 5.2 Carta Geologica
- 5.3 Sezioni Geolitologiche
- 5.4 Carta Idrogeologica
- 5.5 Carta della Stabilità
- 5.6 Carta della Zonazione in Prospettiva Sismica
- 5.7 Carta Ubicazione Indagini
- 5.8 Indagini e Prove

**QPG  
5.6**

**scala 1:1000**

### **COMMITTENTE**

VITTORIA S.r.l. - Benevento  
L'Amministratore Unico  
geom. Francesco Luciano

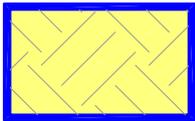
### **PROGETTISTA**

arch. Vincenzo Carbone

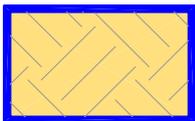
### **GEOLOGO**

geol. Fioravante Bosco

# LEGENDA



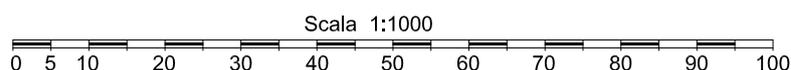
**A1** Categoria suolo fondazione dal tipo **B** al tipo **C**  
Pendenza  $p \leq 4$  ( % )  
Inclinazione  $i \leq 2,29$  ( ° )  
Categoria Topografica **T1**  
Coefficiente di Amplificazione Topografica  $S_T = 1,00$

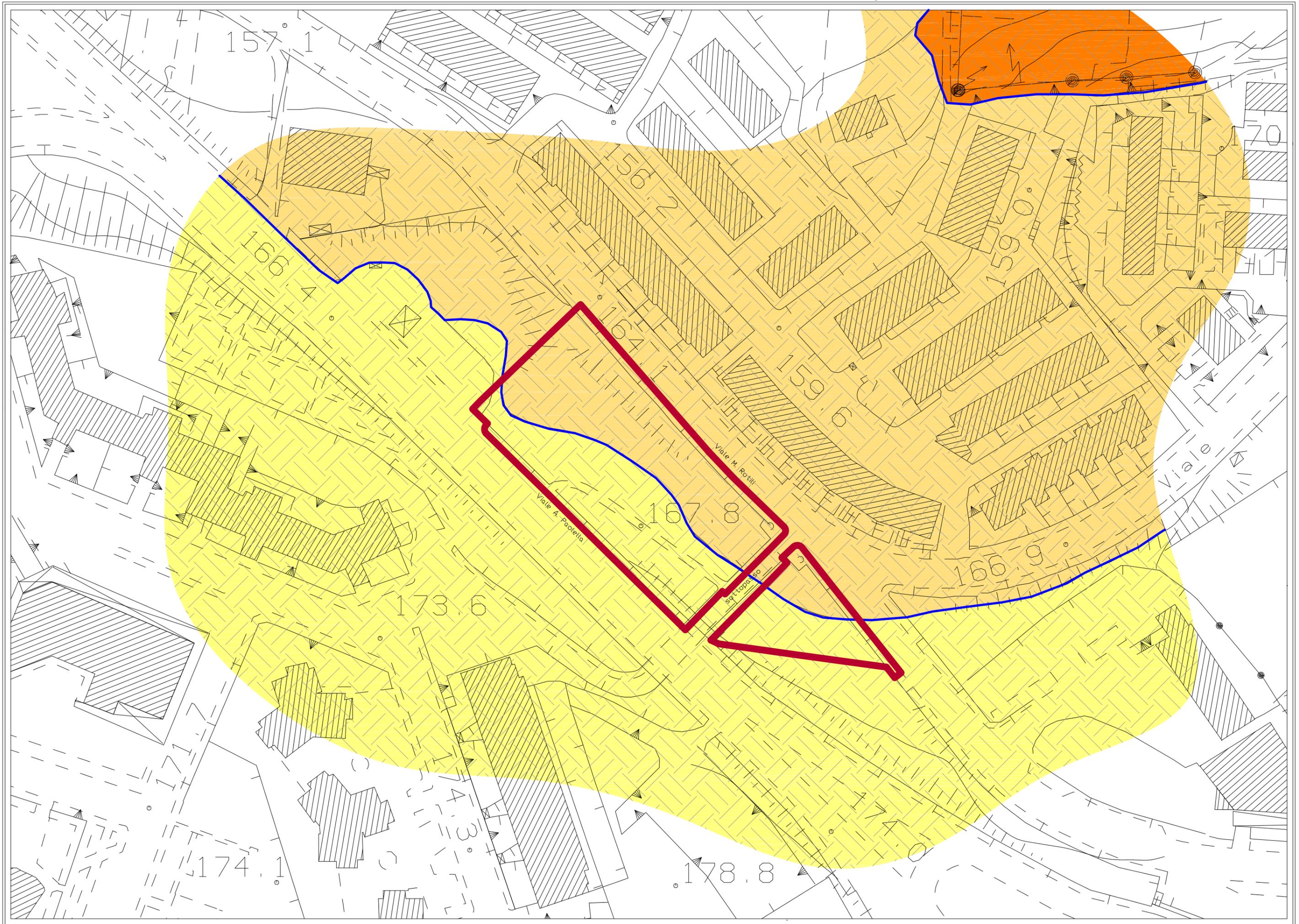


**A2** Categoria suolo fondazione dal tipo **B** al tipo **C**  
Pendenza  $8,00 < p \leq 15,0$  ( % )  
Inclinazione  $4,57 < i \leq 8,53$  ( ° )  
Categoria Topografica **T1**  
Coefficiente di Amplificazione Topografica  $S_T = 1,00$



**A3** Categoria suolo fondazione dal tipo **B** al tipo **C**  
Pendenza  $15,00 < p \leq 20,0$  ( % )  
Inclinazione  $8,53 < i \leq 11,30$  ( ° )  
Categoria Topografica **T1**  
Coefficiente di Amplificazione Topografica  $S_T = 1,00$





# PUA

2014 COMUNE DI BENEVENTO  
**PIANO URBANISTICO ATTUATIVO  
COMPARTO TU20 ZONA C1  
VIA M. ROTILI - VIA A. PAOLELLA**

*Studio Geologico*

## 5.7 Carta Ubicazione Indagini

- 5.1 Relazione
- 5.2 Carta Geologica
- 5.3 Sezioni Geolitologiche
- 5.4 Carta Idrogeologica
- 5.5 Carta della Stabilità
- 5.6 Carta della Zonazione in Prospettiva Sismica
- 5.7 Carta Ubicazione Indagini
- 5.8 Indagini e Prove

**QPG  
5.7**

**scala 1:1000**

### **COMMITTENTE**

VITTORIA S.r.l. - Benevento  
L'Amministratore Unico  
geom. Francesco Luciano

### **PROGETTISTA**

arch. Vincenzo Carbone

### **GEOLOGO**

geol. Fioravante Bosco

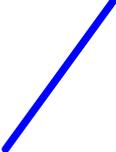
# LEGENDA

**S**  Sondaggi Geognostici

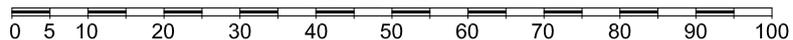
**S**  Sondaggi Geognostici pregressi

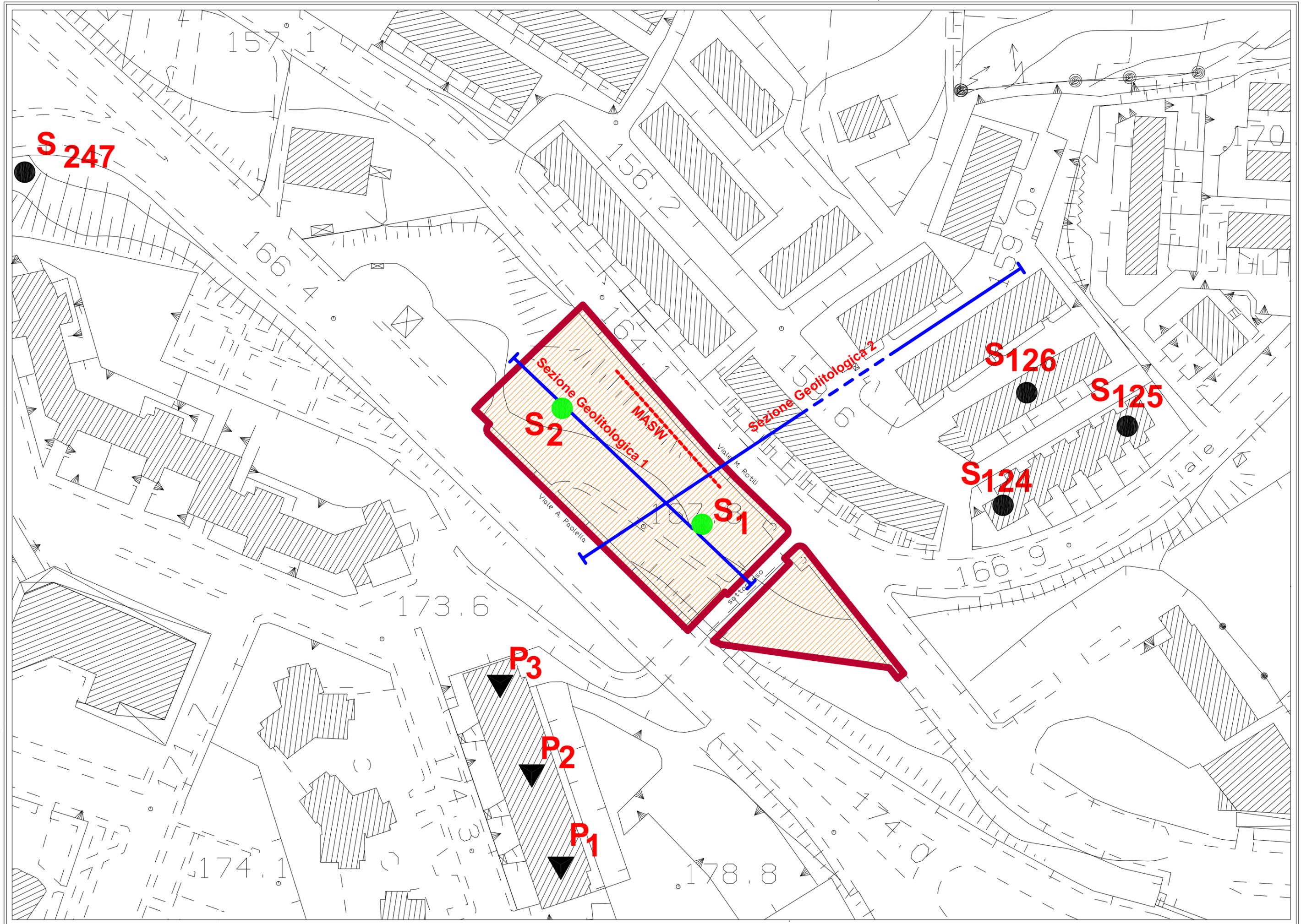
**P**  Prove Penetrometriche

 Traccia di Prospezione Sismica tipo MASW

 Traccia di Sezione Geolitologica

Scala 1:1000





# PUA

2014 COMUNE DI BENEVENTO  
**PIANO URBANISTICO ATTUATIVO  
COMPARTO TU20 ZONA C1  
VIA M. ROTILI - VIA A. PAOLELLA**

*Studio Geologico*

## 5.8 Indagini e Prove

- 5.1 Relazione
- 5.2 Carta Geologica
- 5.3 Sezioni Geolitologiche
- 5.4 Carta Idrogeologica
- 5.5 Carta della Stabilità
- 5.6 Carta della Zonazione in Prospettiva Sismica
- 5.7 Carta Ubicazione Indagini
- 5.8 Indagini e Prove

**QPG  
5.8**

### COMMITTENTE

VITTORIA S.r.l. - Benevento  
L'Amministratore Unico  
geom. Francesco Luciano

### PROGETTISTA

arch. Vincenzo Carbone

### GEOLOGO

geol. Fioravante Bosco

**SONDAGGI GEOGNOSTICI E PROVE PENETROMETRICHE**  
**SONDAGGI GEOGNOSTICI PREGRESSI**  
**PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO**  
**PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO PREGRESSE**  
**PROVE PENETROMETRICHE PREGRESSE**  
**PROSPEZIONE SISMICA**



\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

**SONDAGGI GEOGNOSTICI  
E PROVE PENETROMETRICHE**

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*





# MARY

# GEO



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti



**SINCERT**

**COMMITTENTE:**

**Soc. Vittoria srl (BN)**

**LOCALITÀ:**

**Via Rotili / Via Paoella - Benevento**

**OGGETTO: ESITI INDAGINI GEOGNOSTICHE**

**Piano Urbanistico Attuativo (PUA) Riqualificazione Aree Urbane Degradate**

**DATA:**

**12/07/2011**

**MARYGEO**  
*TRIVELLAZIONI*  
S.A.S.

Il Direttore  
Dott. Geol. Francesco Barbato



MARYGEO S.A.S. di Iadanza Elvira & C.  
Via San Nicola Vecchio 10 - 82030 Campoli M.T. (BN) - Italy  
C.F./P.IVA 01319180624  
Cell: 347.1944445 - Telefax: 0824.873538  
E-Mail: marygeo@virgilio.it - Web: www.marygeo.com

## INDICE

### PREMESSA

### 1. INDAGINE GEOGNOSTICA

- a) Sondaggi a carotaggio continuo

### 2. INDAGINE GEOTECNICA

- a) prove penetrometriche dinamiche in foro (S.P.T.)

### ALLEGATI

- Planimetria ubicazione indagini
- Certificati stratigrafici
- Documentazione fotografica

## **PREMESSA**

In seguito ad incarico conferitoci dalla Soc. Vittoria s.r.l. sono state eseguite indagini geognostiche e geotecniche in sito del tipo S.P.T. nell'ambito del progetto di realizzazione del Piano Urbanistico Attuativo (PUA) Riqualificazione Aree Urbane Degradate della città di Benevento.

In particolare, i lavori eseguiti sono consistiti in:

1. realizzazione di n. 2 nuovi sondaggi nella posizione di massima indicata nella pianta allegata (SN1-SN2). La profondità di investigazione è stata di 20mt.
2. alla realizzazione del sondaggio SN1 sono state eseguite n°2 prove S.P.T. (standard penetration test) fino alla profondità di 13mt. Alla realizzazione del sondaggio SN2 sono state eseguite n°1 prove S.P.T. (standard penetration test) fino alla profondità di 5.50mt
3. prelievo di n. 1 campione indisturbato per singolo sondaggio da destinare a indagini geotecniche di laboratorio
4. assistenza geologica durante il corso di tutte le operazioni richieste, nonché redazione del report finale sui sondaggi

## 1. INDAGINE GEOGNOSTICA

### a) Sondaggio a carotaggio continuo

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

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

**UTENSILI:** carotieri semplici diametro ( $\Phi$  101mm) con corona a widia e tubi di rivestimento provvisori di diametro ( $\Phi$  127mm). Campionatore Shelby ( $\Phi$  76mm).

**LAVORO ESEGUITO:** sono stati eseguiti n°2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo in corrispondenza del sito posto in località Via Rotili / Via Paoletta (BN) ubicato come da planimetria allegata.

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

<b>Sigla Sondaggio</b>	<b>Profondità (m dal p.c.)</b>
SN1	20.00
SN2	20.00

Le carote estratte durante la perforazione sono state conservate in apposite cassette catalogatrici in PVC e le stratigrafie osservate sono riportate su n°2 certificati stratigrafici corredati da documentazione fotografica, il tutto allegato alla presente.

## 2. INDAGINE GEOTECNICA

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

Nel corso del sondaggio, alle quote indicate dalla Committenza, sono state eseguite complessivamente n. 3 prove penetrometriche dinamiche in foro del tipo S.P.T.

È stata utilizzata un'attrezzatura standard avente le seguenti caratteristiche:

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

Vengono di seguito riportati, nella tabella riepilogativa dei dati, i risultati delle prove:

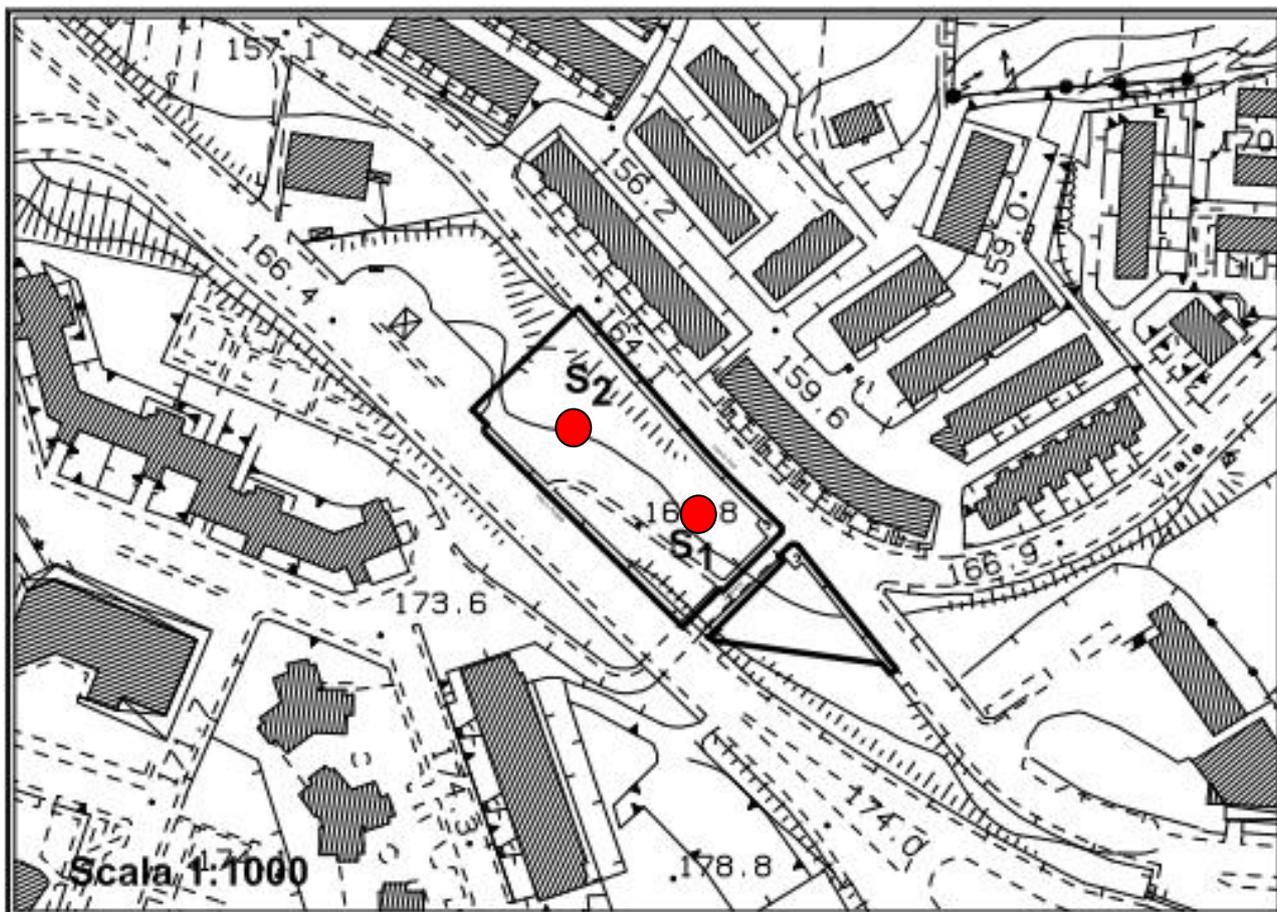
<b><u>Sondaggio</u></b>	<b><u>Prova</u></b>	<b><u>Profondità</u></b>	<b><u>N ° colpi</u></b>
<b>SN 1</b>	S.P.T.1	m. 6.50-6.95	N (17-20-28)
<b>SN 1</b>	S.P.T.2	m. 12.70-13.15	N (22-26-30)
<b>SN2</b>	S.P.T.1	m. 5.50-5.95	N (21-25-28)

## Comune di Benevento

Realizzazione del Piano Urbanistico Attuativo (PUA) Riqualficazione Aree Urbane Degradate

### Ubicazione indagini Geognostiche

<u>Sondaggio</u>	<u>Prova</u>	<u>Coordinate Geografiche</u>
SN 1	S.P.T.1	Lat 41° 7'46.06" N
	S.P.T.2	Long 14°47'44.31" E
SN 2	S.P.T.1	Lat 41°7'47.44" N
		Long 14°47'43.06" E



## Comune di Benevento

Realizzazione del Piano Urbanistico Attuativo (PUA) Riqualficazione Aree Urbane Degradate

### Documentazione fotografica

Carotaggio "SN1" : cassette catalogatrici

n.1 da 0.00 a – 11.00 mt



n.2 da - 11.00 a – 20.00 mt



## Carotaggio "SN2" : cassette catalogatrici

### n.1 da 0.00 a – 10.00 mt



### n.2 da - 10.00 a – 20.00 mt





**MARYGEO s.a.s di IADANZA ELVIRA & C**

Sede Legale: Via S. Nicola Vecchio, 10  
 Tel./Fax 0824 873538 - Cell. 347 1944445 82030 CAMPOLI M.T. (BN)  
 C.F./P. IVA 01319180624

Committente Soc. VITTORIA srl	Profondità raggiunta 20 metri	Certificato n° 5 del 12/07/2011	Accettazione n° 5 del 21/06/2011	Pagina 1
Operatore Giglio Giuseppe	Indagine INDAGINI GEOGNOSTICHE	Note1 Via Rotlli / Via Paoletta - Benevento		Inizio/Fine Esecuzione 24/06/2011
Responsabile Dott. Geol. Francesco Barbato	Sondaggio S 1	Tipo Carotaggio CONTINUO	Tipo Sonda CMV600	Coordinate X Y 41°4'12.16"N-14°44'25.43"E

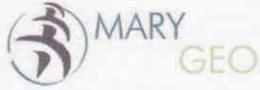
Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Campioni	Falda	Piezometro (P) o Inclometro (I)
-1		Terreno vegetale a scheletro piroclastico	-1.00	C				
-2		Piroclastiti cineritiche incoerenti scure	-2.50	C				
-3								
-4								
-5		Limo argilloso e/o argilla limosa avana compatta poco umida		C				
-6					(17-20-28)		-6.00	
-7			-7.00		-6.50 PA		-6.50	
-8								
-9		Limo sabbioso argilloso giallastro con intercalazioni di livelli francamente sabbiosi grigio verdastri e ruggine e di livelli sabbioso ghiaiosi (umidità diffusa nei livelli francamente ghiaiosi)		C				
-10								
-11								
-12			-12.40		(22-26-30)			
-13		Limo argilloso grigio verdastro con locali livelletti di sabbietta fine giallastra		C	-12.70 PA			
-14			-14.20					
-15								
-16		Limo argilloso e/o argilla limosa giallastra consistente		C				
-17			-16.43					
-18		Ghiaie in abbondante matrice limoso sabbiosa giallo avana tendente al grigiastro		C				
-19								
-20			-20.00					
-21								
-22								
-23								
-24								
-25								
-26								
-27								
-28								
-29								
-30								

MARYGEO s.a.s.

Sperimentatore  
Dott. Geol. Francesco Barbato

MARYGEO s.a.s.

Direttore Tecnico  
Dott. Geol. Francesco Barbato



**MARYGEO s.a.s di IADANZA ELVIRA & C**

Sede Legale: Via S. Nicola Vecchio, 10  
 Tel./Fax 0824 873538 - Cell. 347 1944445 82030 CAMPOLI M.T. (BN)  
 C.F./P. IVA 01319180624

Committente Soc. VITTORIA srl	Profondità raggiunta 20 metri	Certificato n° 7 del 12/07/2011	Accettazione n° 7 del 21/06/2011	Pagina 1
Operatore Giglio Giuseppe	Indagine INDAGINI GEOGNOSTICHE	Note1 Via Rotili / Via Paoella - Benevento		Inizio/Fine Esecuzione 24/06/2011
Responsabile Dott. Geol. Francesco Barbato	Sondaggio S 2	Tipo Carotaggio CONTINUO	Tipo Sonda CMV600	Coordinate X Y 41°4'12.16"N-14°44'25.43"E

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Campioni	Falda	Piezometro (P) o Inclino (I)
-1		Riporto e piroclastiti	-1.50	C				
-2		Limo argilloso sabbioso marroncino con locali frustoli carboniosi	-2.00	C				
-3		Sabbietta molto fine giallastra addensata	-3.00	C				
-4		Limo argilloso sabbioso marroncino variegato gillo avana con locali frustoli carboniosi	-6.00	C	(21-25-28)		-5.00	
-5							S	
-6					-5.50 PA		-5.50	
-7		Limo sabbioso argilloso giallastro con intercalazioni di livelli francamente sabbiosi grigio verdastri e ruggine	-10.50	C				
-8								
-9								
-10								
-11		Limo argilloso e/o argilla limosa grigio verdastra variegata giallo rossiccio e ruggine con locali livelletti francamente sabbioso giallastri	-14.50	C				
-12								
-13		Ghiaietto in abbondante matrice limoso sabbiosa	-15.00	C				
-14		Sabbia limosa giallo ruggine con locali ciottoli	-16.00	C				
-15		Ghiaie eterometriche in matrice sabbioso limosa	-17.00	C				
-16								
-17		Limo argilloso sabbioso giallastro consistente	-20.00	C				
-18								
-19								
-20								
-21								
-22								
-23								
-24								
-25								
-26								
-27								
-28								
-29								
-30								

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

Sperimentatore  
 Dott. Geol. Francesco Barbato

Direttore Tecnico  
 Dott. Geol. Francesco Barbato

MARYGEO S.a.s.



\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

# ***SONDAGGI GEOGNOSTICI PREGRESSI***

\*\*\*\*\*

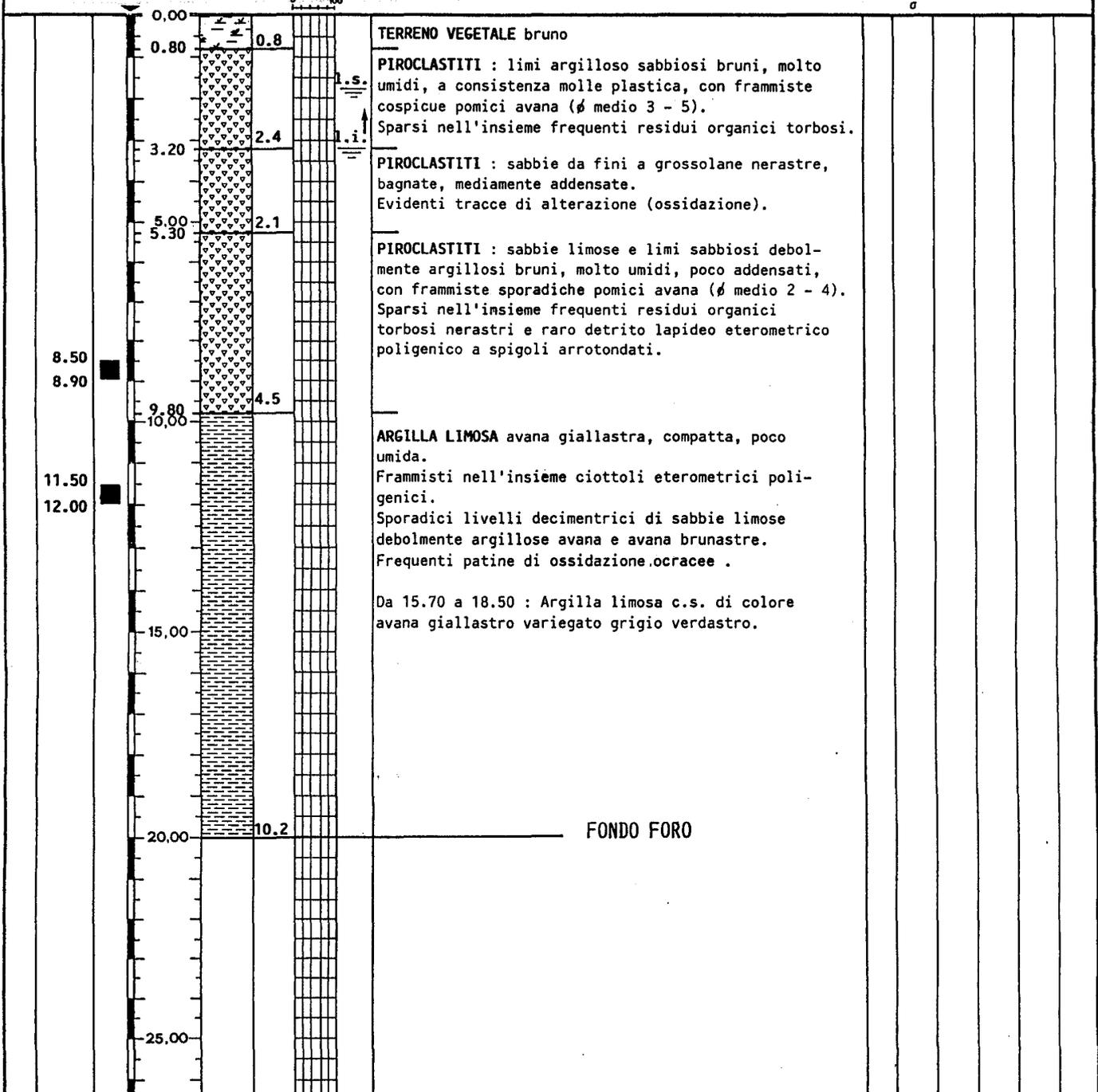
\*\*\*\*\*



LOCALITA' BENEVENTO LAVORO CONSTRUZIONE DI  
 POSIZIONE C/DA CRETAROSSA VILLETTE A SCHIERA  
 COMMITTENTE COOP. EDILIZIA "S. RITA"

SONDAGGIO n: S 1  
 QUOTA 163.40 mt s.l.m.  
 FONDO FORO - 20.00 mt

CAMPIONI			PROF. IN METRI	STRATI GRAFIA	STRATI METRIA	% C	LIVELLI IDRICI	- LITOLOGIA -				DIAGRAFIA STRUMENT	POKET (kNm <sup>-2</sup> )	S. F. T.		VANE TEST (kNm <sup>-2</sup> )	
R.I.M.	PROF.	IND.						H	R. COLPI	σ MAX	σ RES.						



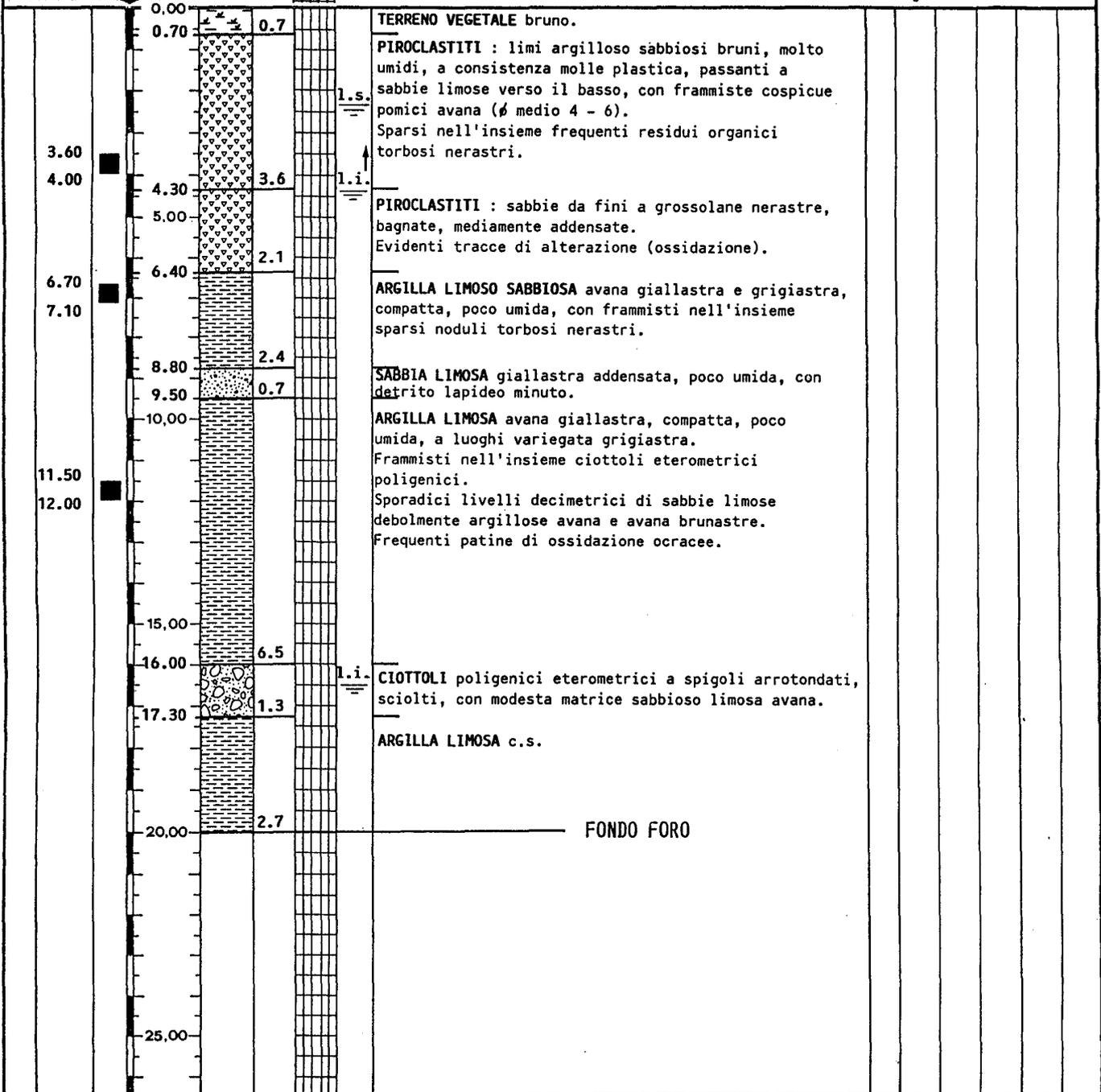
<input checked="" type="checkbox"/> CAROTA INTEGRA <input type="checkbox"/> CAROTA FRANTUM.		METODO DI PERFORAZ. <u>TRIVELLAZIONE A</u>	CASSETTE CATALOG. n: <u>//</u>
CAMPIONATORE <u>PRESSIONE</u>		<u>SECCO</u>	FORO STRUMENTALIZZATO CON : <u>//</u>
LIVELLO STATICO FALDA		CAROTIERE ϕ <u>500</u> mm - RIV. ϕ _____ mm	
DATA	PROF. FORO	PROF. PIEZ.	LIV. H <sub>2</sub> O
15.01.90	-20.00	//	- 1.80
USO DI FANGHI BENTONITICI <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		DATA : INIZIO <u>15.01.1990</u> ULTIMAZ. <u>15.01.1990</u>	
			FIGURA <u>4</u>

SG-125

LOCALITA' BENEVENTO LAVORO COSTRUZIONE DI  
 POSIZIONE C/DA CRETAROSSA VILLETTE A SCHIERA  
 COMMITTENTE COOP. EDILIZIA "S. RITA"

SONDAGGIO n° S 2  
 QUOTA 163.80 mt s.l.m.  
 FONDO FORO 20.00 mt

CAMPIONI			PROF. IN METRI	STRATI GRAFIA	STRATI METRIA	% C	LIVELLI IDRICI	- LITOLOGIA -		DIAGRAMMA STRUMENTI	POKET (KNM <sup>-2</sup> )	S. P. T.		VANE TEST (KNM <sup>-2</sup> )	
RIM.	PROF.	IND.						H	N. COLPI			τ MAX	τ RES		



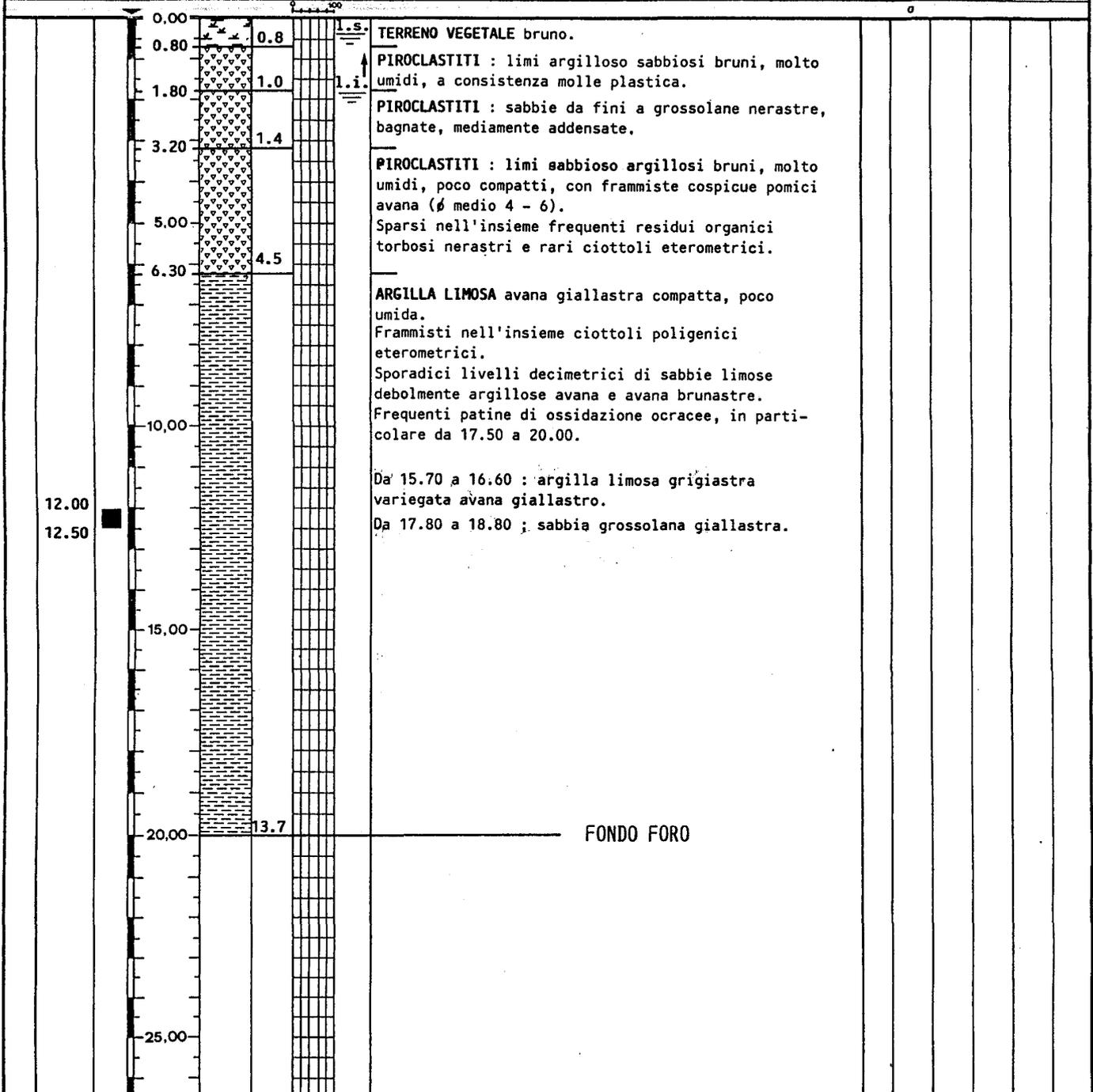
<input checked="" type="checkbox"/> CAROTA INTEGRA <input type="checkbox"/> CAROTA FRANTUM.		METODO DI PERFORAZ. <u>TRIVELLAZIONE A</u>		CASSETTE CATALOG. n° <u>//</u>	
CAMPIONATORE <u>PRESSIONE</u>		<u>SECCO</u>		FORO STRUMENTALIZZATO CON:	
LIVELLO STATICO FALDA		CAROTIERE <u>∅ 500</u> mm - RIV. <u>//</u> mm		<u>//</u>	
DATA	PROF. FORO	PROF. PIEZ.	LIV. H <sub>2</sub> O		
15.01.90	20.00	//	- 2.20		
USO DI FANGHI BENTONITICI <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO			DATA : INIZIO <u>15.01.1990</u> ULTIMAZ. <u>15.01.1990</u>		FIGURA <u>5</u>

# SG-126

LOCALITA' BENEVENTO LAVORO CONSTRUZIONE DI  
 POSIZIONE C/DA CRETAROSSA VILLETTE A SCHIERA  
 COMMITTENTE COOP. EDILIZIA "S. RITA"

SONDAGGIO n° S.3  
 QUOTA 162.30 mt s.l.m.  
 FONDO FORO 20.00 mt

CAMPIONI			PROF. IN METRI	STRATI GRAFIA	STRATI METRIA	% C	LIVELLI IDRICI	- LITOLOGIA -				DIAGRAMMA STRUMENTI	POKET (kNm <sup>2</sup> )	SPT		VANE TEST (kNm <sup>-2</sup> )	
RIM.	PROF.	IND.						H	N. COLPI	σ MAX	σ RES.						



<input checked="" type="checkbox"/> CAROTA INTEGRA <input type="checkbox"/> CAROTA FRANTUM.		METODO DI PERFORAZ. <u>TRIVELLAZIONE A</u>		CASSETTE CATALOG. n° <u>//</u>										
CAMPIONATORE <u>PRESSIONE</u>		<u>SECCO</u>		FORO STRUMENTALIZZATO CON :										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>LIVELLO</th> <th>STATICO</th> <th>FALDA</th> </tr> <tr> <th>DATA</th> <th>PROF. FORO</th> <th>PROF. PIEZ. LIV. H<sub>2</sub>O</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>15.01.90</td> <td>- 20.00</td> <td>// - 0.40</td> </tr> </tbody> </table>		LIVELLO	STATICO	FALDA	DATA	PROF. FORO	PROF. PIEZ. LIV. H <sub>2</sub> O	15.01.90	- 20.00	// - 0.40	CAROTIERE <u>ø 500</u> mm - RIV. <u>//</u> mm		USO DI FANGHI BENTONITICI <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	
LIVELLO	STATICO	FALDA												
DATA	PROF. FORO	PROF. PIEZ. LIV. H <sub>2</sub> O												
15.01.90	- 20.00	// - 0.40												
DATA : INIZIO <u>15.01.1990</u> ULTIMAZ. <u>15.01.1990</u>				<b>FIGURA 6</b>										

**SONDAGGIO S 1**

*Quote assolute*

*Profondità dal p.c.*

*Piano di camp.*

	<i>Quote assolute</i>	<i>Profondità dal p.c.</i>	<i>Piano di camp.</i>
<i>Frammenti lapidei di varia natura misti a limo argilloso - sabbioso giallognolo.</i>	(+167.78)	0.00	
<i>Limo argilloso - sabbioso compatto con qualche piccolo elemento di ghiaia fina. Colore giallognolo.</i>	(+165.28)	2.50	
<i>Sabbia limosa debolmente argillosa con qualche zona di elementi di ghiaia fina giallognola. Compatta.</i>	(+162.78)	5.00	
<i>Sabbia limosa compatta. Colore giallognolo.</i>	(+157.78)	10.00	
<i>Conglomerato di media compattezza.</i>	(+156.38)	11.40	
<i>Sabbia limoso - argillosa compatta. Colore giallognolo.</i>	(+151.28)	16.50	
<i>Limo argilloso - sabbioso compatto. Colore giallognolo.</i>	(+149.78)	18.00	
<i>Limo argilloso - sabbioso compatto. Colore giallognolo.</i>	(+145.88)	21.90	
<i>Conglomerato parzialmente cementato.</i>	(+142.78)	25.00	

**Fig. 1**

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

# ***PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO***

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*





# PROVE DI LABORATORIO

*Serena De Iasi*

**DIMMS CONTROL s.r.l.**  
Area Industriale A.S.I. Avellino  
Via Campo di Fiume, 13  
83030 Arcella di Montefredane (Av)  
P. Iva 01872430648  
Dott. Geol. Serena De Iasi  
DIRETTORE TECNICO

**D.I.M.M.S. Control srl**  
Centro geotecnico ingegneristico  
di intervento e di controllo  
sulle strutture e sul territorio

Zona Industriale A.S.I. Avellino  
Via Campo di Fiume n° 13  
Arcella di Montefredane 83030 (AV)

Tel. +39.0825.24353  
Fax +39.0825.248705  
info@dimms.it

P. IVA 01872430648  
Iscrizione Trib. Av 008-7356

    
Laboratorio autorizzato ai sensi della Circ. Min. 349/STC dal  
*Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti*



**La DIMMS CONTROL** (*Centro Geotecnico Ingegneristico di Intervento e di Controllo sulle Strutture e sul Territorio*), per offrire un servizio puntuale e specialistico, e per garantire la qualità dei certificati di prova emessi, si serve per l'esecuzione delle prove di un sistema di acquisizione automatico direttamente connesso ai terminali che elaborano i dati acquisiti in tempo reale fornendo oltre alla rappresentazione grafica dei processi di carico, anche un'interpretazione geotecnica dei risultati avvalendosi nella sua struttura della competenza di Ingegneri Geotecnici e Geologi.

Il laboratorio è attrezzato con apparecchiature normalizzate ASTM e/o AASHTO testate e tarate ogni 6 mesi presso da Laboratori Universitari.

L'esecuzione delle prove segue le prescrizioni e le raccomandazioni ALGI.

Di seguito sono elencate le principali procedure per la esecuzione delle prove eseguite dalla DIMMS CONTROL.

#### **APERTURA CAMPIONE**

Apertura di campione contenuto in fustella cilindrica mediante estrusore a circuito idraulico, ad avanzamento controllato con regolazione della pressione di spinta del pistone, per evitare disturbi sul campione. Per ogni campione verrà indicato su un tabulato chiamato (Apertura campione) : Committente, cantiere, località, impresa sondaggi, quadro di insieme di tutte le prove condotte sul campione, denominazione sondaggio con relativa profondità e data di perforazione, denominazione campione con relativa profondità e data di prelievo, modalità di perforazione, modalità di campionamento e qualità del campione, diametro e lunghezza del campione, identificazione visiva con indicazione di colore campione, struttura, consistenza, denominazione. Fotografia delle sezioni più significative e stampa su carta kodak.

#### **CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI ED INDICI**

Determinazione del contenuto di acqua allo stato naturale (3 determinazioni), determinazione del peso di volume allo stato naturale (3 determinazioni), determinazione del peso secco (3 determinazioni), determinazione del peso specifico dei grani (2 determinazioni), determinazione del peso di volume saturo e del peso di volume immerso, determinazione dell'indice dei vuoti della porosità e del grado di saturazione.

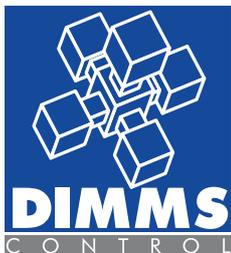
#### **ANALISI GRANULOMETRICA ED AEROMETRIA**

L'analisi granulometrica verrà condotta per via umida. Effettuata la quartatura del campione, per garantirne la significatività, dopo la fase di essiccazione in forno per 16h a 110 °c e successivo bagno in soluzione 2g/l in esametafosfato di sodio, per sciogliere tutte le particelle, il campione verrà lavato con il setaccio ASTM 200 (0.075 mm di maglia) e verrà essiccato ancora in forno per 16h a 110 °c. L'analisi granulometrica verrà condotta sul materiale secco mediante vibrosetacciatura elettrica con almeno 13 setacci UNI. In questa fase è possibile ricostruire la curva granulometrica fino al passante 0.075 mm e quindi al confine tra sabbie e limi; la parte terminale della curva si determinerà con l'analisi aerometrica condotta in bagno termostatico per un tempo non inferiore a 16h elaborando i dati con l'ausilio della legge di Stokes. L'elaborato sarà completo di curva granulometrica, classificazione del campione secondo le norme AGI e restituzione di coefficienti granulometrici: coefficiente di granulometria e coefficiente di curvatura.

#### **LIMITI DI ATTERBERG**

Determinazione del limite di liquidità, di plasticità, e di ritiro. Il limite di liquidità sarà determinato con interpolazione lineare di tre determinazioni di coppie  $w-n^{\circ}$ colpi, fornendo l'equazione della retta interpolatrice e del coefficiente di correlazione della interpolazione. Dalla determinazione del limite di plasticità si può determinare l'indice di plasticità che verrà rappresentato sulla carta di Casagrande fornendo la classificazione del campione in funzione dei limiti e quindi in termini di : bassa, media o alta compressibilità, materiale organico o inorganico, materiale di media, bassa, o alta plasticità, materiale limoso o argilloso. Usufruento dei dati della curva granulometrica e delle caratteristiche fisiche generali, congiuntamente ai limiti, è possibile determinare l'indice di plasticità, l'indice di consistenza, e l'indice di attività del materiale. Queste ultime tre determinazioni sono conformi alle dizioni AGI.

Determinato il limite di ritiro del materiale verrà diagrammato con un istogramma il contenuto di acqua naturale, il limite



liquido, plastico, di ritiro e l'umidità iniziale del campione, fornendo un quadro di insieme di tali caratteristiche e quindi valutando in maniera immediata come il contenuto di acqua naturale si interponga tra le altre grandezze.

#### **PROVA DI TAGLIO CD**

La prova di taglio diretto consolidata drenata, condotta su tre provini di sezione quadrata, sarà preceduta da una fase di consolidazione primaria a tre pressioni diverse: alla tensione efficace in sito, ad una tensione efficace doppia e ad una tensione efficace dimezzata rispetto a quella di campionamento. La fase di consolidazione seguirà questi step di carico = 0.125-0.250-0.500-1.000-2.000-4.000-8.000 kg/cmq ed ogni step di carico durerà fino a quando non finirà la fase di consolidazione primaria e cioè fino a quando tutto il carico applicato ad ogni step di carico si è trasferito dalla pressione neutra a quella efficace. Il processo di consolidazione durerà almeno 2 gg. Finita la fase di consolidazione si passerà alla prova di taglio vera e propria imponendo una velocità di avanzamento che verrà desunta dai parametri di consolidazione e comunque non inferiore a 0.04 mm/min. I risultati verranno diagrammati in funzione dell'abbassamento verticale, dell'avanzamento orizzontale e dello sforzo di taglio che si oppone all'avanzamento. Nel quadro di sintesi dei risultati verrà diagrammata la retta interpolatrice dei tre punti rappresentativi della rottura a taglio dei campioni e verrà fornito il valore della coesione efficace e dell'angolo di attrito interno del materiale.

#### **PROVA EDOMETRICA IL**

La prova edometrica IL sarà condotta con 13 step di cui 9 di carico e 4 di scarico e più precisamente: 0.125-0.250-0.500-1.000-2.000-4.000-8.000 -16.000 -32.000 -8.000-2.000-0.500 - 0.125 kg/cmq ed i tempi di lettura per ogni step di carico/scarico saranno : 6-15-30-60-120-240-480-900-1800-3600-7200-14400-28800-86400 secondi. Verrà fornito oltre al valore del modulo edometrico nelle fasi di carico, il valore della variazione dell'altezza del campione e dell'indice dei vuoti rispetto ai valori iniziali di prova. I diagrammi saranno restituiti pertanto in funzione dell'indice dei vuoti e della variazione di altezza fornendo ai progettisti gli stessi parametri ma in due forme analitiche diverse prestando anche attenzione al calcolo dei cedimenti che potrà essere effettuato una volta conosciuti gli scarichi di fondazione. Verrà inoltre anche fornito il valore della permeabilità e del coefficiente di consolidazione primaria per lo step di carico prossimo alla tensione verticale efficace alla profondità di campionamento. Per completezza di prova sarà fornito il valore della pendenza della retta di scarico e della retta vergine e dalla costruzione di Taylor o di Casagrande, in relazione al carico di preconsolidazione, sarà fornito il valore di OCR del litotipo.

#### **PROVA UU**

Un provino cilindrico, protetto da una sottile membrana di lattice e sistemato fra due basi rigide prive di dischi porosi, è sottoposto ad una pressione idraulica isotropa e successivamente ad un carico assiale che viene incrementato fino a rottura. La compressione viene realizzata a velocità di deformazione costante tra 0.3-1mm/min. e le dimensioni del provino possono variare da 35 a 100 mm di diametro, mentre il rapporto altezza-diametro deve risultare tra 2 e 3.

Generalmente, la prova viene effettuata su un numero di tre provini appartenenti allo stesso campione, ciascuno con un valore diverso della pressione di cella. Per ciascuna prova viene tracciato il cerchio di Mohr in termini di tensioni totali, in corrispondenza del carico massimo, e l'involuppo di rottura, tangente ai tre cerchi.

Da un punto di vista teorico, nell'ipotesi che il terreno sia saturo, la variazione delle tensioni totali per effetto della variazione della pressione in cella non influenza le tensioni efficaci, che rimangono costanti per i tre provini. Il carico massimo è pertanto indipendente dalla pressione di cella, l'involuppo di rottura tracciato in termini di tensioni totali risulta orizzontale, l'angolo di resistenza al taglio, indicato con  $\phi_u$ , si assume pari a zero, la resistenza al taglio in condizioni non drenate risulta costante e viene indicata con  $c_u$ .

Per ciascun provino diagrammare le curve sforzi-deformazioni e determinare la resistenza a rottura (in corrispondenza dello sforzo deviatorico massimo) o quella finale (in corrispondenza della deformazione del 20%).



#### STAFF TECNICO

Lo Staff Tecnico della DIMMS opera secondo gli standard internazionali previsti dall'attuale ISO 9001:2008 dal 2003.

Dal 2010 la DIMMS ha raggiunto altri due grandi obiettivi che coinvolgono il sistema di lavoro: la certificazione ambientale ISO 14001:2004, obiettivo che conferma la sensibilità che l'azienda, fin dalle sue origini, ha sviluppato per il territorio e l'ecosistema, obiettivo di grande prestigio, perseguito con estrema lungimiranza e determinazione, nella consapevolezza che un'azienda leader non può prescindere dal territorio e dall'ambiente in cui opera; e la certificazione OHSAS 18001:2007, in materia di Salute e Sicurezza sul luogo di lavoro, che attesta la conformità del sistema di gestione per la salute e la sicurezza adottato dall'azienda allo standard internazionale OHSAS 18001 (Occupational Health and Safety Assessment Series). Si tratta di uno standard al quale le organizzazioni aderiscono su base volontaria, che definisce i requisiti di un sistema di gestione della sicurezza completo ed efficace e che permette di garantire un adeguato controllo riguardo la Sicurezza e la Salute dei Lavoratori secondo quanto previsto dalle normative vigenti e in base ai pericoli ed ai rischi potenzialmente presenti sul posto di lavoro, oltre al rispetto delle norme cogenti.

Lo Staff Tecnico della DIMMS per l'esecuzione delle prove sopra descritte e per la successiva elaborazione è così costituito:

Dott.ssa Geol. De Iasi Serena	: <i>Direttore tecnico e socio della DIMMS Control</i>
Dott. Geol Merola Lorenzo	: <i>Sperimentatore</i>
Dott. Geol Caputo Giuseppe	: <i>Sperimentatore</i>
Dott. Geol Puzella Alessandro	: <i>Sperimentatore</i>
Dott. Geol D'Ambrosio Pasquale	: <i>Sperimentatore</i>

Montefredane, lì 15/07/2011

*Serena De Iasi*

**DIMMS CONTROL s.r.l.**  
Area Industriale A.S.I. Avellino  
Via Campo di Fiume, 13  
83030 Arcella di Montefredane (Av)  
P. Iva 01872430648  
Dott. Geol. Serena De Iasi  
DIRETTORE TECNICO





### DATI GENERALI

Archivio lavoro amm.	LAB 11/420
Codice qualità	3125/11/L316/1716
Committente	MaryGeo s.a.s per conto di Vittoria srl Benevento
Cantiere	PUA - Riqualificazione aree urbane degradate
Località	Via Rotili / Paoletta - Benevento
Tecnico	Dr.Geol. Fioravante Bosco

### PROVE ESEGUITE SUL CAMPIONE

c.	N° cod. Prova	
A	X	Apertura campione
B	X	Caratteristiche fisiche
C	X	Analisi granulometrica
D		Limiti di Atterberg
E	X	Prova edometrica
F		Prova di permeabilità
G		Prova triassiale UU
H		Prova triassiale CID
I	X	Prova taglio diretto CD/Residuo
L		Prova compattazione
M		Prova Espansione Libera

### APERTURA CAMPIONE - CARATTERISTICHE DI PERFORAZIONE

<u>DATI SONDAGGIO</u>	Sondaggio N°	<input type="text" value="S1"/>	Campione N°	<input type="text" value="C1"/>	Data sondaggio	<input type="text"/>
	Profondità (m)	<input type="text" value="."/>	Profondità (m)	<input type="text" value="6,00-6,50"/>	Data prelievo	<input type="text" value="24/06/2011"/>
<u>ATTREZZATURA DI SONDAGGIO</u>	Rotazione $\Phi$ (mm) carot. e/o doppio carot.	<input type="text"/>	Percussione $\Phi$ (mm) curetta, sonda o scalpello	<input type="text"/>	Elica $\Phi$ (mm) elica continua	<input type="text"/>

### CARATTERISTICHE DI CAMPIONAMENTO

<u>ATTREZZATURA PRELIEVO</u>	<u>MODALITA' DI PRELIEVO</u>
Parete sottile con pistone shelly <input checked="" type="checkbox"/>	Percussione <input type="checkbox"/>
Parete sottile senza pistone <input type="checkbox"/>	Pressione <input checked="" type="checkbox"/>
Parete spessa <input type="checkbox"/>	Altro <input type="checkbox"/>
Continua <input type="checkbox"/>	
Carotiere rotativo <input type="checkbox"/>	<u>CONTENITORE CAMPIONE</u>
Cucchiata <input type="checkbox"/>	Inox <input checked="" type="checkbox"/>
	Ferro <input type="checkbox"/>
	P.V.C. <input type="checkbox"/>
	Sacchetto <input type="checkbox"/>

### DATI CAMPIONE

Diametro campione (mm)	<input type="text" value="80"/>	Altezza campione (mm)	<input type="text" value="450"/>	Paraffina	<input checked="" type="checkbox"/>
Indisturbato	<input checked="" type="checkbox"/>	Rimaneggiato	<input type="text"/>		

### IDENTIFICAZIONE VISIVA

Data apertura	<input type="text" value="28-giu-11"/>	Colore	<input type="text" value="Marrone chiaro"/>	Struttura	<input type="text" value="Omogenea"/>
Consistenza	<input type="text" value="Consistente"/>	Denominazione	<input type="text" value="Limo con sabbia"/>		
Condiz. Mat. estruso	Ottime <input checked="" type="checkbox"/>	Buone	<input type="checkbox"/>	Suff.	<input type="checkbox"/>
		Med.	<input type="checkbox"/>	Insuff.	<input type="checkbox"/>
Classe del campione	Q5 <input checked="" type="checkbox"/>	Q4	<input type="checkbox"/>	Q3	<input type="checkbox"/>
		Q2	<input type="checkbox"/>	Q1	<input type="checkbox"/>

Note



**Committente:** MaryGeo s.a.s per conto di Vittoria srl Benevento  
**Lavoro:** PUA - Riqualificazione aree urbane degradate  
**Località:** Via Rotili / Paoletta - Benevento  
**N° Verbale di Accettazione:** 1953  
**Data Ricevimento Campione:** 27/06/2011  
**N° Sondaggio:** S1 **Profondità (m):** .  
**N° Campione:** C1 **Profondità (m):** 6,00-6,50  
**Tipologia di Campione:** Campione indisturbato  
**Data Esecuzione Prova:** 28/06/2011

**N° Certificato:** 100661  
**Data:** 15/7/2011  
**Pagina 1 di 1**

**DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME  $\gamma$  (BS 1377 T15/e)**

Metodo campionatore	Provino		
	1	2	3
Peso fustella (g)	53,50	93,06	92,91
Peso fustella + campione umido (g)	126,20	224,55	225,45
Peso campione umido (g)	72,7	131,5	132,5
Volume fustella (cm <sup>3</sup> )	40,00	72,00	72,00
Peso di volume $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	17,824	17,909	18,052
MEDIA <b>17,93</b>			
<b>C.Q.</b> $\Delta\gamma < 2\%$	$\Delta\gamma$	%	<b>0,58</b> <b>0,11</b> <b>0,69</b>

**DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO GRANI  $\gamma_s$  (ASTM D854)**

Picnometro n°	Provino	
	1	2
Peso campione secco (g)	26,53	25,77
Temperatura di prova (°C)	27,00	27,00
Peso specifico acqua $\gamma_w$ (kN/m <sup>3</sup> )	9,77272	9,77272
Peso pic. + acqua + camp, secco (g)	161,45	161,00
Peso picnometro + acqua (g)	144,8	144,8
Peso specifico dei grani $\gamma_s$ (kN/m <sup>3</sup> )	26,35	26,43
MEDIA <b>26,39</b>		
<b>C.Q.</b> $\Delta\gamma_s < 1,0\%$	$\Delta\gamma_s$	% <b>0,15</b>

**DETERMINAZIONE GRANDEZZE DI STATO**

Peso vol. secco $\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	<b>14,5</b>
Indice dei vuoti e	<b>0,81</b>
Porosità n (%)	<b>44,9</b>
Grado di saturazione (Sr) %	<b>77</b>

**PESO DI VOLUME IMMERSO  $\gamma_w$  E SATURO  $\gamma_{sat}$**

$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$	
Peso volume immerso $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	9,14
$\gamma_{sat} = \gamma_d + \gamma_w n$	
Peso volume saturo $\gamma_{sat}$ (kN/m <sup>3</sup> )	18,94

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

Determinazione n°	1	2
Peso tara	g	
Peso campione	g	
Peso campione calcinato + tara	g	
Contenuto in sostanze organiche	%	
Media contenuto in sos. organiche	%	

**Lo Sperimentatore**

*Luigi...*



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

determinazione	1	2
Peso campione (g)		
Peso precipitato (g)		
Peso acqua utilizzata (g)		
<b>Contenuto in solfati (%)</b>		
MEDIA		

**DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME  $\gamma$  (ASTM D1188)**

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

**DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO DI ACQUA W (ASTM D2216)**

Contenitore n°	Provino		
	1	2	3
Peso contenitore (g)	A 10,27	B 10,61	C 10,58
Peso cont. + peso campione umido (g)	105,09	106,07	109,20
Peso cont. + peso camp. secco (g)	86,86	88,47	90,45
Peso campione secco (g)	76,59	77,86	79,87
Contenuto di acqua w (%)	23,80	22,60	23,48
MEDIA <b>23,3</b>			
<b>C.Q.</b> $\Delta\gamma < 15\%$	$\Delta\gamma$	% <b>2,18</b>	<b>2,96</b> <b>0,78</b>

**DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO CaCO<sub>3</sub> (ASTM D4373)**

Pressione atmosferica (bar)	Provino	
	1	2
Temperatura atmosferica (°C)		
Quantità camp. secco (g)		
Svolgimento reazione (cm <sup>3</sup> )		
Assorbimento reazione (cm <sup>3</sup> )		
Contenuto carbonato di calcio (%)		
MEDIA		
<b>C.Q.</b> $\Delta\text{CaCO}_3 < 10\%$	$\Delta\text{CaCO}_3$	%

**NOTE E PRECISAZIONI**

**Il Direttore**

*Serena De Jasi*  
DIMMS CONTROL s.r.l.  
Area Industriale A.S.I. Avellino  
Via Campo di Fiume, 13  
83030 Arcella di Montefredane (Av)  
P. Iva 01872430648  
Dott. Geol. Serena De Jasi  
DIRETTORE TECNICO

**Committente:** MaryGeo s.a.s per conto di Vittoria srl Benevento  
**Lavoro:** PUA - Riqualificazione aree urbane degradate  
**Località:** Via Rotili / Paoletta - Benevento  
**N° Verbale di Accettazione:** 1953  
**Data Ricevimento Campione:** 27/06/2011  
**N° Sondaggio:** S1 **Profondità:** .  
**N° Campione:** C1 **Profondità:** 6,00-6,50  
**Tipologia di Campione:** Campione indisturbato  
**Data Esecuzione Prova:** 28/06/2011

**N° Certificato:** 100662  
**Data:** 15/7/2011  
**Pagina 1 di 1**

**Note:**

**OPERAZIONE LAVAGGIO CAMPIONE**

Contenitore n°	A
Peso contenitore (g)	96,95
Peso umido campione (g)	562,8
Peso secco campione (g)	461,95
Peso secco campione lavato (g)	186,80
Peso quantità > 25 mm (g)	0,00
Perdita lavaggio (g)	275,15
Riscontro pesi (g)	0,37

VAGLI	APERTURE	TRATT.	% TRATT.	% TRATT.	% Passante
ASTM	(mm)	(g)		Progres.	
1"	<b>25,000</b>	0,00	0,00	0,00	<b>100,00</b>
3/4"	<b>19,000</b>	10,92	2,36	2,36	<b>97,64</b>
1/2"	<b>12,500</b>	10,38	2,25	4,61	<b>95,39</b>
4	<b>4,750</b>	12,07	2,61	7,22	<b>92,78</b>
8	<b>2,360</b>	3,88	0,84	8,06	<b>91,94</b>
10	<b>2,000</b>	1,41	0,31	8,37	<b>91,63</b>
16	<b>1,180</b>	3,69	0,80	9,17	<b>90,83</b>
20	<b>0,850</b>	3,55	0,77	9,94	<b>90,06</b>
30	<b>0,600</b>	5,02	1,09	11,02	<b>88,98</b>
40	<b>0,425</b>	16,60	3,59	14,62	<b>85,38</b>
60	<b>0,250</b>	35,28	7,64	22,25	<b>77,75</b>
80	<b>0,180</b>	21,18	4,58	26,84	<b>73,16</b>
100	<b>0,150</b>	11,86	2,57	29,41	<b>70,59</b>
200	<b>0,075</b>	50,59	10,95	40,36	<b>59,64</b>
FONDO	//	<b>275,15</b>	59,56	99,92	//
<b>TOTALI</b>		<b>461,58</b>	<b>99,92</b>	<b>C.Q. &gt; 97 %</b>	

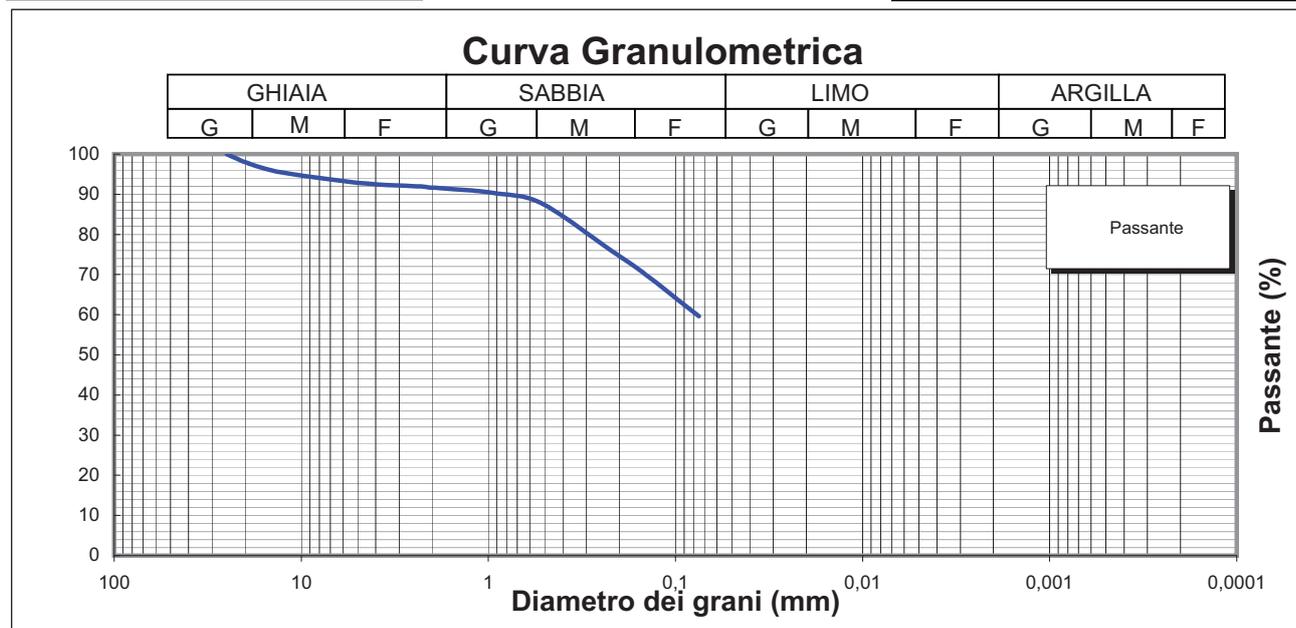
**RISULTATI**

<b>GHIAIE</b>	Grosse	2
	Medie	5
	Fini	1
<b>SABBIE</b>	Grosse	3
	Medie	14
	Fini	17
<b>LIMO/ARGILLA</b>		<b>58</b>

**Coefficienti granulometrici**

Descrizione campione (AGI) :

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



**Lo Sperimentatore**



Laboratorio Autorizzato ai sensi del D.P.R.380/2001 art. 59 - Concessione N° 53996

**Il Direttore**



**Committente:** MaryGeo s.a.s per conto di Vittoria srl Benevento  
**Lavoro:** PUA - Riqualificazione aree urbane degradate  
**Località:** Via Rotili / Paoella - Benevento  
**N° Verbale di Accettazione:** 1953  
**Data Ricevimento Campione:** 27/06/2011  
**N° Sondaggio:** S1 **Profondità:** .  
**N° Campione:** C1 **Profondità:** 6,00-6,50  
**Tipologia di Campione:** Campione indisturbato  
**Data Esecuzione Prova:** 28/06/2011

**N° Certificato:** 100663  
**Data:** 15/7/2011  
**Pagina 1 di 2**

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

**Quantità materiale per prova e peso specifico**

Peso totale campione granulometria (g)	462,0
Peso campione granulometria <0,075 mm (g)	275,2
Peso secco campione per densimetria (g)	50,00
Peso specifico dei grani (kN/m <sup>3</sup> )	26,39

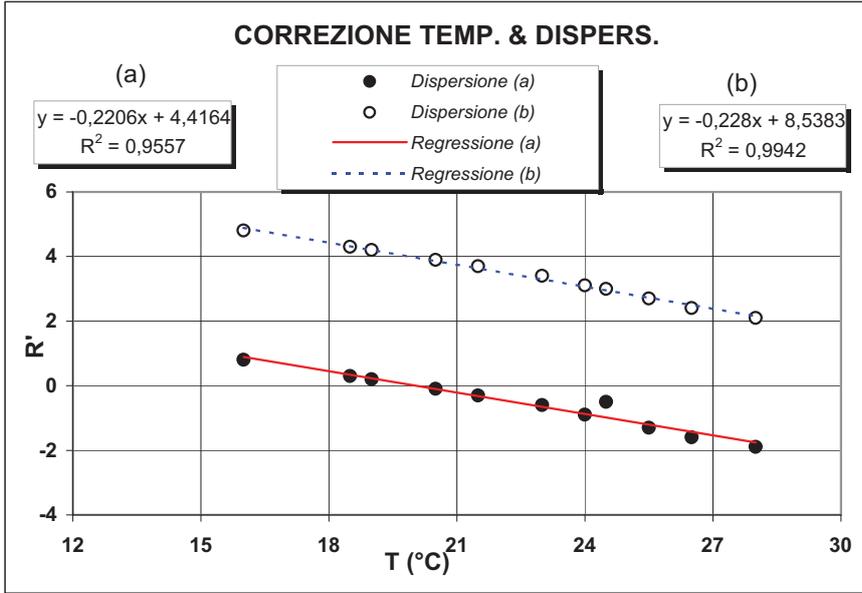
**Correzioni per lettura densimetro**

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

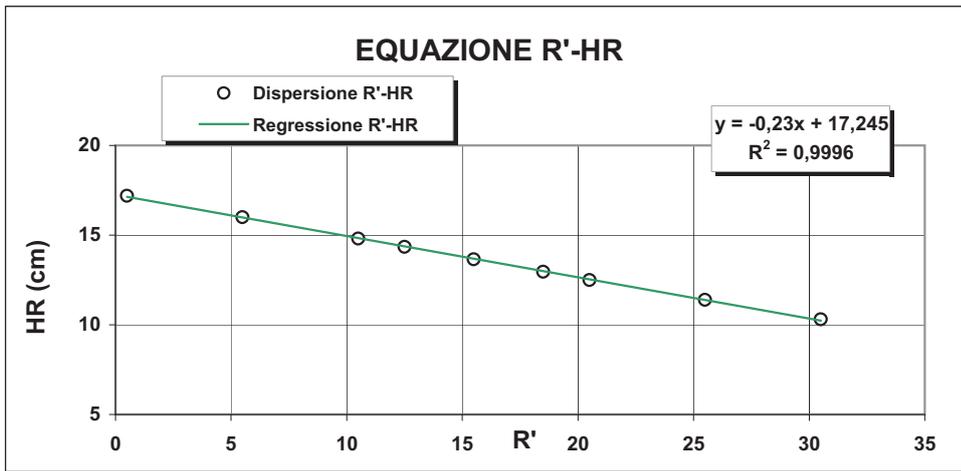
**Analisi delle correzioni**

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

**R'(a) = 4,4-0,22 T**  
**R'(b) = 8,5-0,22 T**



**Determinazione coefficienti retta H<sub>R</sub> - R' (Con solo acqua)**



R <sub>lett.</sub>	R'	H <sub>1</sub>	H <sub>R</sub>
(-)	(-)	(cm)	(cm)
30	30,5	2,10	10,3
25	25,5	3,20	11,4
20	20,5	4,30	12,5
18	18,5	4,76	12,96
15	15,5	5,45	13,65
12	12,5	6,14	14,34
10	10,5	6,60	14,8
5	5,5	7,80	16
0	0,5	9,00	17,2

**H<sub>R</sub> = 14,83 - 0,230 R'**  
a 14,84      b -0,23

**Lo Sperimentatore**  


**Il Direttore**  


M/LAB02/01.2  
REV 00  
Del 03/02/03

**LABORATORIO DI GEOTECNICA D.I.M.M.S. CONTROL S.R.L.**

Area Industriale A.S.I. Avellino Via Campo di Fiume, 13  
83030 Arcella di Montefredane (AV)  
Tel. 0825.24353 Fax 0825.248705 - e-mail: info@dimms.it - P.IVA 01872430648



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

**SEDIMENTAZIONE ( Legge di Stokes )**

tempo (min)	T (°C)	R <sub>lett.</sub>	H <sub>1</sub> (cm)	H <sub>R</sub> (cm)	R'	H <sub>R</sub> (cm)	C <sub>T</sub>	γ <sub>L</sub>	η <sub>L</sub>	D (mm)	R''	pass. Tot %
0,5	27,0	30,5		8,2	31,0	7,71	1,54	0,9965	0,000	<b>0,0488</b>	28,44	<b>53,8</b>
1	27,0	27,5		8,2	28,0	8,4	1,54	0,9965	0,000	<b>0,0360</b>	25,44	<b>48,1</b>
2	27,0	25,0		8,2	25,5	8,98	1,54	0,9965	0,000	<b>0,0263</b>	22,94	<b>43,4</b>
4	27,0	22,5		8,2	23,0	9,55	1,54	0,9965	0,000	<b>0,0192</b>	20,44	<b>38,7</b>
8	27,0	20,0		8,2	20,5	10,1	1,54	0,9965	0,000	<b>0,0140</b>	17,94	<b>33,9</b>
15	27,0	18,0		8,2	18,5	10,6	1,54	0,9965	0,000	<b>0,0104</b>	15,94	<b>30,2</b>
30	27,0	15,5		8,2	16,0	11,2	1,54	0,9965	0,000	<b>0,0076</b>	13,44	<b>25,4</b>
60	27,0	13,0		8,2	13,5	11,7	1,54	0,9965	0,000	<b>0,0055</b>	10,94	<b>20,7</b>
120	27,0	11,0		8,2	11,5	12,2	1,54	0,9965	0,000	<b>0,0040</b>	8,94	<b>16,9</b>
300	27,0	8,5		8,2	9,0	12,8	1,54	0,9965	0,000	<b>0,0026</b>	6,44	<b>12,2</b>
600	27,0	7,0		8,2	7,5	13,1	1,54	0,9965	0,000	<b>0,0018</b>	4,94	<b>9,3</b>
1440	27,0	5,0		8,2	5,5	13,6	1,54	0,9965	0,000	<b>0,0012</b>	2,94	<b>5,6</b>

N° Certificato: 100663  
Data: 15/7/2011  
Pagina 2 di 2

**Granulometria completa**

VAG. ASTM	D (mm)	pass. Tot %
1"	25,00	100,0
3/4"	19,00	97,6
1/2"	12,50	95,4
4	4,750	92,8
8	2,360	91,9
10	2,000	91,6
16	1,180	90,8
20	0,850	90,1
30	0,600	89,0
40	0,425	85,4
60	0,250	77,7
80	0,180	73,2
100	0,150	70,6
200	0,075	59,6
S	0,0488	<b>53,8</b>
S	0,0360	<b>48,1</b>
S	0,0263	<b>43,4</b>
S	0,0192	<b>38,7</b>
S	0,0140	<b>33,9</b>
S	0,0104	<b>30,2</b>
S	0,0076	<b>25,4</b>
S	0,0055	<b>20,7</b>
S	0,0040	<b>16,9</b>
S	0,0026	<b>12,2</b>
S	0,0018	<b>9,3</b>
S	0,0012	<b>5,6</b>

**Coefficienti granulometrici**

D60 (mm)	0,0762
D30 (mm)	0,0098
D10 (mm)	0,0020
Coeff. Uniformità (Cu)	38
Coeff. Curvatura (Cc)	0,6

**Percentuali passanti**

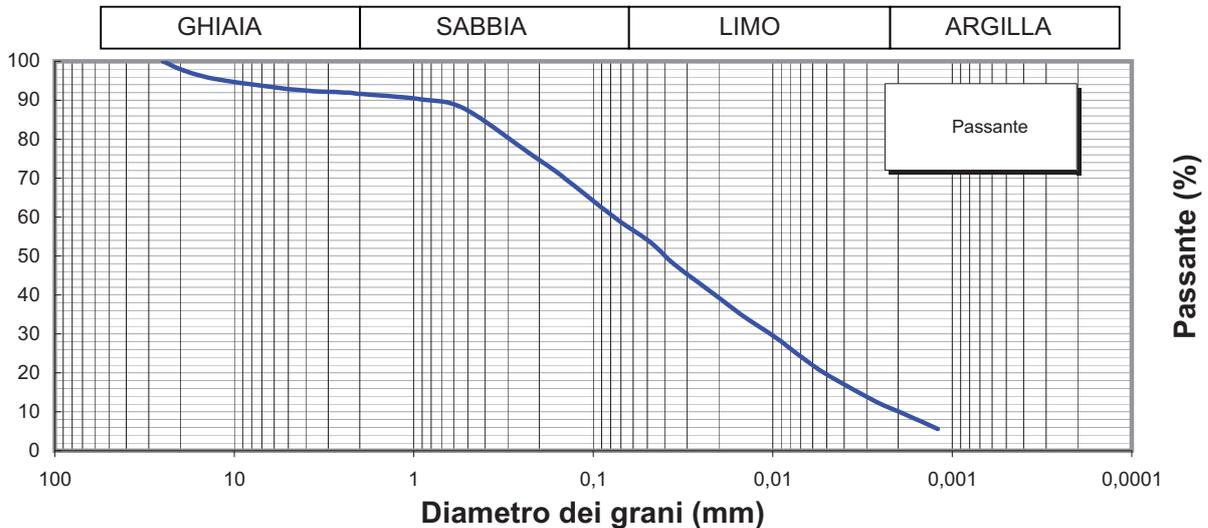
GHIAIA (%)	8
SABBIA (%)	34
LIMO (%)	48
ARGILLA (%)	10

**Descrizione campione (AGI) :**

**Limo con sabbia, deb argilloso**

**Note:**

**Curva Granulometrica**



**Lo Sperimentatore**



**Il Direttore**

Serena De Jasi  
DIMMS CONTROL s.r.l.  
Area Industriale A.S.I. Avellino  
Via Campo di Fiume, 13  
83030 Arcella di Montefredane (Av)  
P. Iva 01872430648  
Dott. Geol. Serena De Jasi  
DIRETTORE TECNICO

M/LAB02/01.6  
REV 00  
DEL 03/02/03

**LABORATORIO DI GEOTECNICA D.I.M.M.S. CONTROL S.R.L.**  
Area Industriale A.S.I. Avellino Via Campo di Fiume, 13  
83030 Arcella di Montefredane (AV)  
Tel. 0825.24353 Fax 0825.248705 -e-mail: info@dimms.it -  
P.IVA 01872430648



**PROVA DI TAGLIO**  
**ASTM D3080**

**Committente:** MaryGeo s.a.s per conto di Vittoria srl Benevento  
**Lavoro:** PUA - Riqualficazione aree urbane degradate  
**Località:** Via Rotili / Paoella - Benevento  
**N° Verbale di Accettazione:** 1953  
**Data Ricevimento Campione:** 27/06/2011  
**N° Sondaggio:** S1 **Profondità:** .  
**N° Campione:** C1 **Profondità:** 6,00-6,50  
**Tipologia di Campione:** Campione indisturbato  
**Data Esecuzione Prova:** 28/06/2011

**N° Certificato:** 100664  
**Data:** 15/7/2011  
**Pagina 1 di 3**

**Caratteristiche scatola taglio**

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

Determinazione Cu con Vane Test

Misura	Cu (N/cm <sup>2</sup> )
1	
2	
3	
<b>MEDIA</b>	

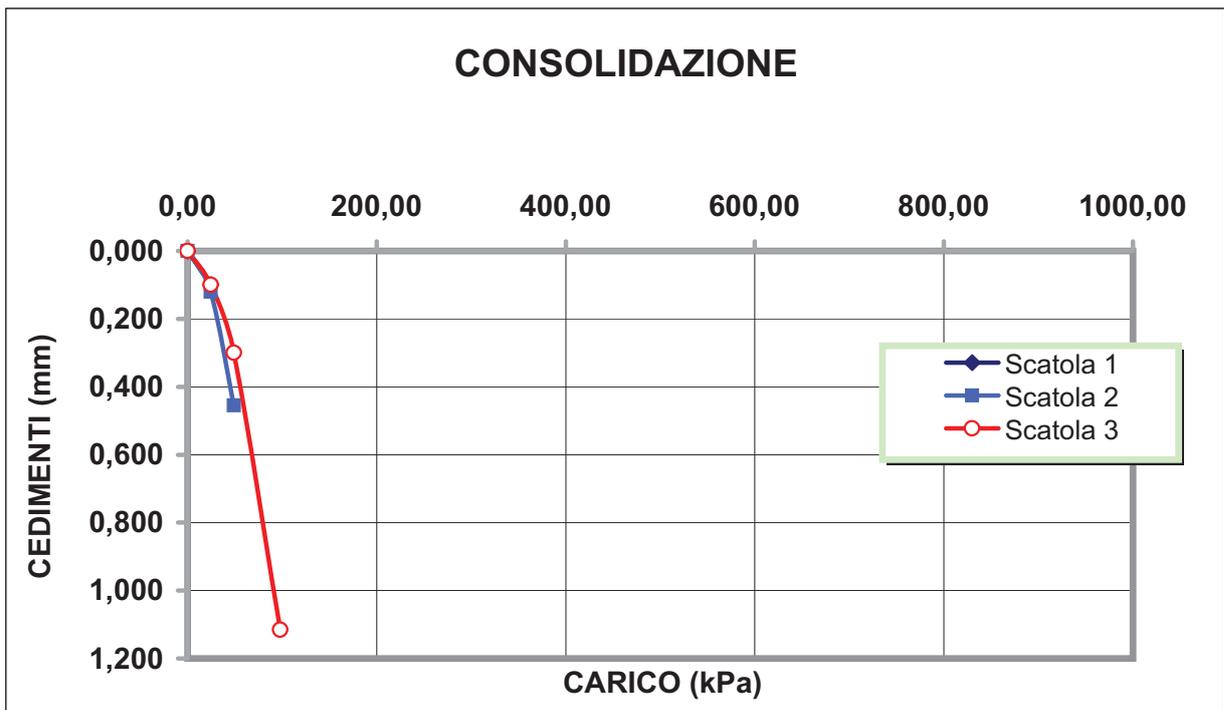
FASE DI CONSOLIDAZIONE

	Scatola 1	Scatola 2	Scatola 3
<b>Q<sub>max</sub> (kPa)</b>	24,52	49,03	98,07
<b>V<sub>prova</sub> (mm/min)</b>	0,0100		

Pocket penetrometer

Misura	Q <sub>c</sub> (kPa)
1	
2	
3	
4	
<b>MEDIA</b>	

	Scatola 1	Scatola 2	Scatola 3
Carico	Cedim. Fin.	Cedim. Fin.	Cedim. Fin.
kPa	mm	mm	mm
0,00	0,000	0,000	0,000
24,52	0,100	0,120	0,100
49,03		0,455	0,300
98,07			1,115
196,13			
392,27			
784,53			



**Lo Sperimentatore**



**Il Direttore**

*Serena De Jasi*  
**DIMMS CONTROL s.r.l.**  
Area Industriale A.S.I. Avellino  
Via Campo di Fiume, 13  
83030 Arcella di Montefredane (Av)  
P. Iva 01872430648  
Dott. Geol. Serena De Jasi  
DIRETTORE TECNICO

M/LAB02/01.6  
REV 00  
DEL 03/02/03

LABORATORIO DI GEOTECNICA D.I.M.M.S. CONTROL S.R.L.

Area Industriale A.S.I. Avellino Via Campo di Fiume, 13  
83030 Arcella di Montefredane (AV)  
Tel. 0825.24353 Fax 0825.248705 - e-mail: info@dimms.it -  
P.IVA 01872430648

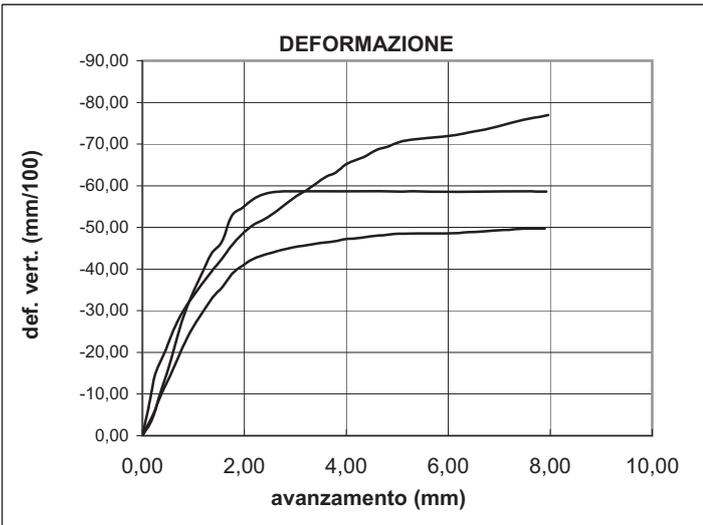


## PROVA DI TAGLIO

ASTM D3080

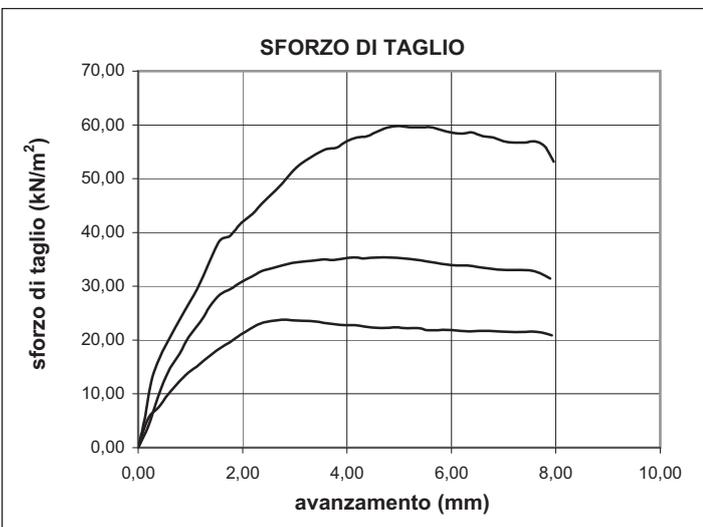
**Committente:** MaryGeo s.a.s per conto di Vittoria srl Benevento  
**Lavoro:** PUA - Riqualificazione aree urbane degradate  
**Località:** Via Rotili / Paoella - Benevento  
**N° Verbale di Accettazione:** 1953  
**Data Ricevimento Campione:** 27/06/2011  
**N° Sondaggio:** S1 **Profondità:** .  
**N° Campione:** C1 **Profondità:** 6,00-6,50  
**Tipologia di Campione:** Campione indisturbato  
**Data Esecuzione Prova:** 28/06/2011

**N° Certificato:** 100664  
**Data:** 15/7/2011  
**Pagina 2 di 3**



### CARATTERISTICHE GENERALI DEL CAMPIONE

UMIDITA' NATURALE, % =	23,29
DENSITA' NATURALE, $Kn/m^3$ =	17,93
DENSITA' SECCA, $Kn/m^3$ =	14,54
INDICE DEI VUOTI =	0,81
POROSITA' % =	44,89
PESO SPECIFICO DEI GRANULI, $Kn/m^3$ =	26,39
GRADO DI SATURAZIONE, % =	77
AREA SCATOLA DI TAGLIO, $cm^2$ =	36
VELOCITA' DI AVANZAMENTO, $mm/min$ =	0,010
TIPO DI PROVA:	Taglio diretto
TIPO DI CAMPIONE:	



**Lo Sperimentatore**



**Il Direttore**

*Serena De Iasi*  
DIMMS CONTROL s.r.l.  
Area Industriale A.S.I. Avellino  
Via Campo di Fiume, 13  
83030 Arcella di Montefredane (Av)  
P. Iva 01872430648  
Dott. Geol. Serena De Iasi  
DIRETTORE TECNICO

M/LAB02/01.6  
REV 00  
DEL 03/02/03

LABORATORIO DI GEOTECNICA D.I.M.M.S. CONTROL S.R.L.

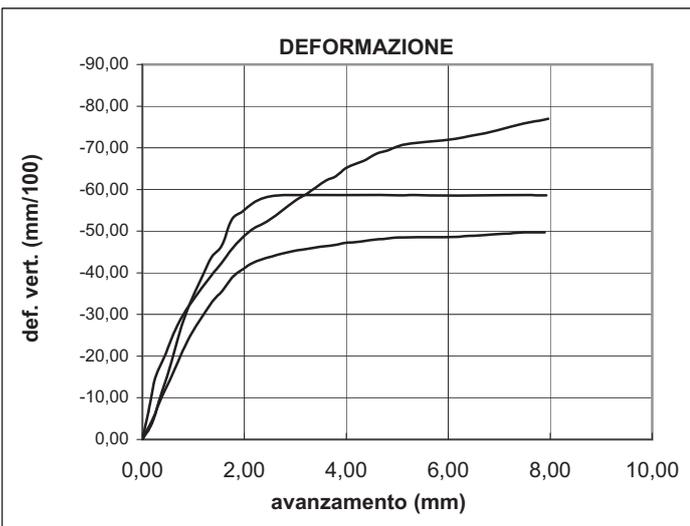
Area Industriale A.S.I. Avellino Via Campo di Fiume, 13  
83030 Arcella di Montefredane (AV)  
Tel. 0825.24353 Fax 0825.248705 -e-mail: info@dimms.it -  
P.IVA 01872430648



## PROVA DI TAGLIO

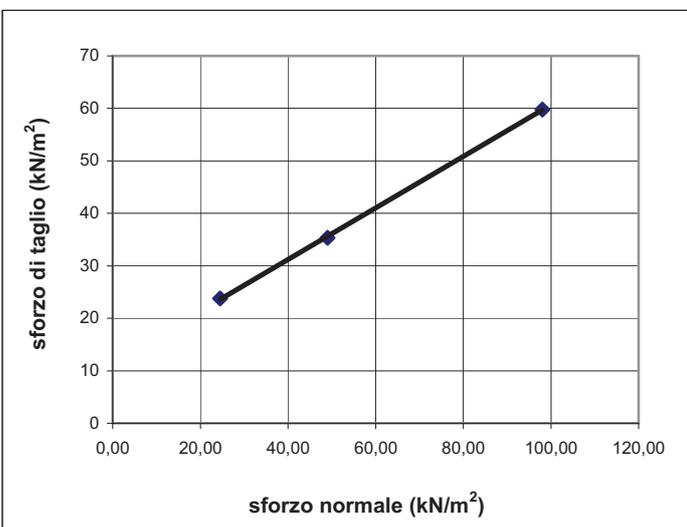
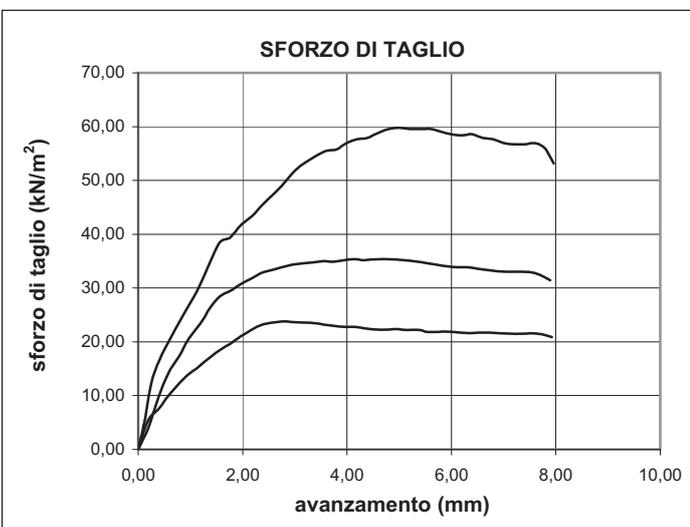
ASTM D3080

**Committente:** MaryGeo s.a.s per conto di Vittoria srl Benevento  
**Lavoro:** PUA - Riqualificazione aree urbane degradate  
**Località:** Via Rotili / Paoletta - Benevento  
**N° Verbale di Accettazione:** 1953  
**Data Ricevimento Campione:** 27/06/2011  
**N° Sondaggio:** S1 **Profondità:** .  
**N° Campione:** C1 **Profondità:** 6,00-6,50  
**Tipologia di Campione:** Campione indisturbato  
**Data Esecuzione Prova:** 28/06/2011



### CARATTERISTICHE GENERALI DEL CAMPIONE

UMIDITA' NATURALE, % =	23,29
DENSITA' NATURALE, $\text{Kn/m}^3$ =	17,93
DENSITA' SECCA, $\text{Kn/m}^3$ =	14,54
INDICE DEI VUOTI =	0,81
POROSITA' % =	44,89
PESO SPECIFICO DEI GRANULI, $\text{Kn/m}^3$ =	26,39
GRADO DI SATURAZIONE, % =	77
AREA SCATOLA DI TAGLIO, $\text{cm}^2$ =	36
VELOCITA' DI AVANZAMENTO, $\text{mm/min}$ =	0,010
TIPO DI PROVA:	Taglio diretto
TIPO DI CAMPIONE:	



**Coesione ( $\text{kN/m}^2$ ):** 11,56  
**Angolo di attrito:** 26,15

M/LAB02/01.6  
REV 00  
DEL 03/02/03

**LABORATORIO DI GEOTECNICA D.I.M.M.S. CONTROL S.R.L.**

Area Industriale A.S.I. Avellino Via Campo di Fiume, 13  
83030 Arcella di Montefredane (AV)  
Tel. 0825.24353 Fax 0825.248705 - e-mail: info@dimms.it -  
P.IVA 01872430648



## PROVA DI TAGLIO

ASTM D3080

**Committente:** MaryGeo s.a.s per conto di Vittoria srl Benevento  
**Lavoro:** PUA - Riqualficazione aree urbane degradate  
**Località:** Via Rotili / Paoella - Benevento  
**N° Verbale di Accettazione:** 1953  
**Data Ricevimento Campione:** 27/06/2011  
**N° Sondaggio:** S1 **Profondità:** .  
**N° Campione:** C1 **Profondità:** 6,00-6,50  
**Tipologia di Campione:** Campione indisturbato  
**Data Esecuzione Prova:** 28/06/2011

**N° Certificato:** 100664

**Data:** 15/7/2011

**Pagina 3 di 3**

### Dati Sperimentali

Provino n°1			Provino n°2			Provino n°3		
Avanzamento	Def. Vert.	Sforzo Taglio	Avanzamento	Def. Vert.	Sforzo Taglio	Avanzamento	Def. Vert.	Sforzo Taglio
(mm)	(mm/100)	(kN/m <sup>2</sup> )	(mm)	(mm/100)	(kN/m <sup>2</sup> )	(mm)	(mm/100)	(kN/m <sup>2</sup> )
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,19	-3,90	5,41	0,19	-4,67	3,90	0,12	-6,70	4,98
0,39	-11,50	7,47	0,39	-10,50	9,65	0,25	-14,70	12,34
0,58	-18,80	9,89	0,59	-15,49	14,41	0,45	-20,30	17,56
0,77	-27,30	12,02	0,79	-21,18	17,37	0,67	-27,00	21,59
0,97	-33,80	13,97	0,98	-25,73	20,77	0,89	-31,60	25,39
1,17	-39,00	15,37	1,18	-29,55	23,18	1,13	-35,80	29,43
1,36	-43,70	17,03	1,38	-33,20	26,31	1,35	-39,30	34,17
1,56	-46,60	18,41	1,57	-35,71	28,50	1,56	-42,40	38,44
1,76	-52,80	19,56	1,77	-39,08	29,49	1,76	-45,80	39,39
1,96	-54,70	21,03	1,97	-40,84	30,73	1,97	-48,50	41,77
2,16	-56,70	22,20	2,16	-42,36	31,76	2,19	-50,70	43,43
2,36	-57,90	23,13	2,36	-43,25	32,79	2,41	-52,10	45,80
2,55	-58,40	23,58	2,56	-43,99	33,33	2,62	-53,80	47,70
2,75	-58,70	23,78	2,75	-44,69	33,87	2,82	-55,70	49,83
2,95	-58,70	23,71	2,95	-45,20	34,32	3,02	-57,50	51,97
3,15	-58,70	23,58	3,15	-45,58	34,56	3,21	-58,80	53,39
3,34	-58,70	23,58	3,35	-45,98	34,76	3,41	-60,50	54,58
3,55	-58,70	23,20	3,54	-46,37	34,98	3,61	-62,20	55,53
3,76	-58,70	22,98	3,74	-46,59	34,87	3,80	-63,20	55,77
3,96	-58,70	22,76	3,94	-47,08	35,18	3,99	-65,10	56,95
4,15	-58,70	22,80	4,14	-47,31	35,34	4,19	-66,20	57,66
4,35	-58,70	22,49	4,33	-47,58	35,20	4,39	-67,20	57,90
4,55	-58,70	22,31	4,53	-47,96	35,35	4,60	-68,60	58,85
4,73	-58,70	22,25	4,73	-48,11	35,36	4,80	-69,30	59,56
4,94	-58,70	22,38	4,92	-48,42	35,35	5,00	-70,30	59,80
5,14	-58,60	22,18	5,12	-48,50	35,12	5,20	-70,90	59,56
5,35	-58,70	22,25	5,32	-48,52	34,97	5,40	-71,20	59,56
5,55	-58,60	21,80	5,52	-48,58	34,67	5,60	-71,50	59,56
5,74	-58,60	21,80	5,71	-48,56	34,32	5,79	-71,60	59,09
5,94	-58,50	21,87	5,91	-48,60	34,04	5,99	-71,90	58,61
6,14	-58,60	21,76	6,11	-48,59	33,89	6,19	-72,30	58,38
6,34	-58,60	21,58	6,31	-48,76	33,84	6,39	-72,80	58,61
6,53	-58,50	21,74	6,51	-48,83	33,58	6,60	-73,20	57,90
6,73	-58,60	21,69	6,70	-49,00	33,34	6,80	-73,70	57,66
6,92	-58,70	21,58	6,90	-49,21	33,11	7,00	-74,40	56,95
7,12	-58,60	21,52	7,10	-49,35	33,03	7,20	-75,00	56,72
7,32	-58,70	21,47	7,30	-49,56	32,96	7,41	-75,60	56,72
7,53	-58,70	21,58	7,50	-49,69	33,00	7,60	-76,10	56,95
7,72	-58,60	21,40	7,70	-49,74	32,46	7,79	-76,50	56,00
7,92	-58,60	20,89	7,89	-49,73	31,42	7,96	-77,00	53,16

**Lo Sperimentatore**

*Luigi De Juss*

**Il Direttore**

*Serena De Juss*  
DIMMS CONTROL s.r.l.  
Area Industriale A.S.I. Avellino  
Via Campo di Fiume, 13  
83030 Arcella di Montefredane (Av)  
P. Iva 01872430648  
Dott. Geol. Serena De Juss  
DIRETTORE TECNICO



**A.L.G.I.**





M/LAB02/01.5  
Rev. 01  
Del 16/11/04

**PROVA EDOMETRICA  
(ASTM D2435)**

**Committente:** MaryGeo s.a.s per conto di Vittoria srl Benevento

**Lavoro:** PUA - Riqualificazione aree urbane degradate

**Località:** Via Rotili / Paoella - Benevento

**N° Verbale di Accettazione:** 1953

**Data Ricevimento Campione:** 27/06/2011

**N° Sondaggio:** S1 **Profondità:** .

**N° Campione:** C1 **Profondità:** 6,00-6,50

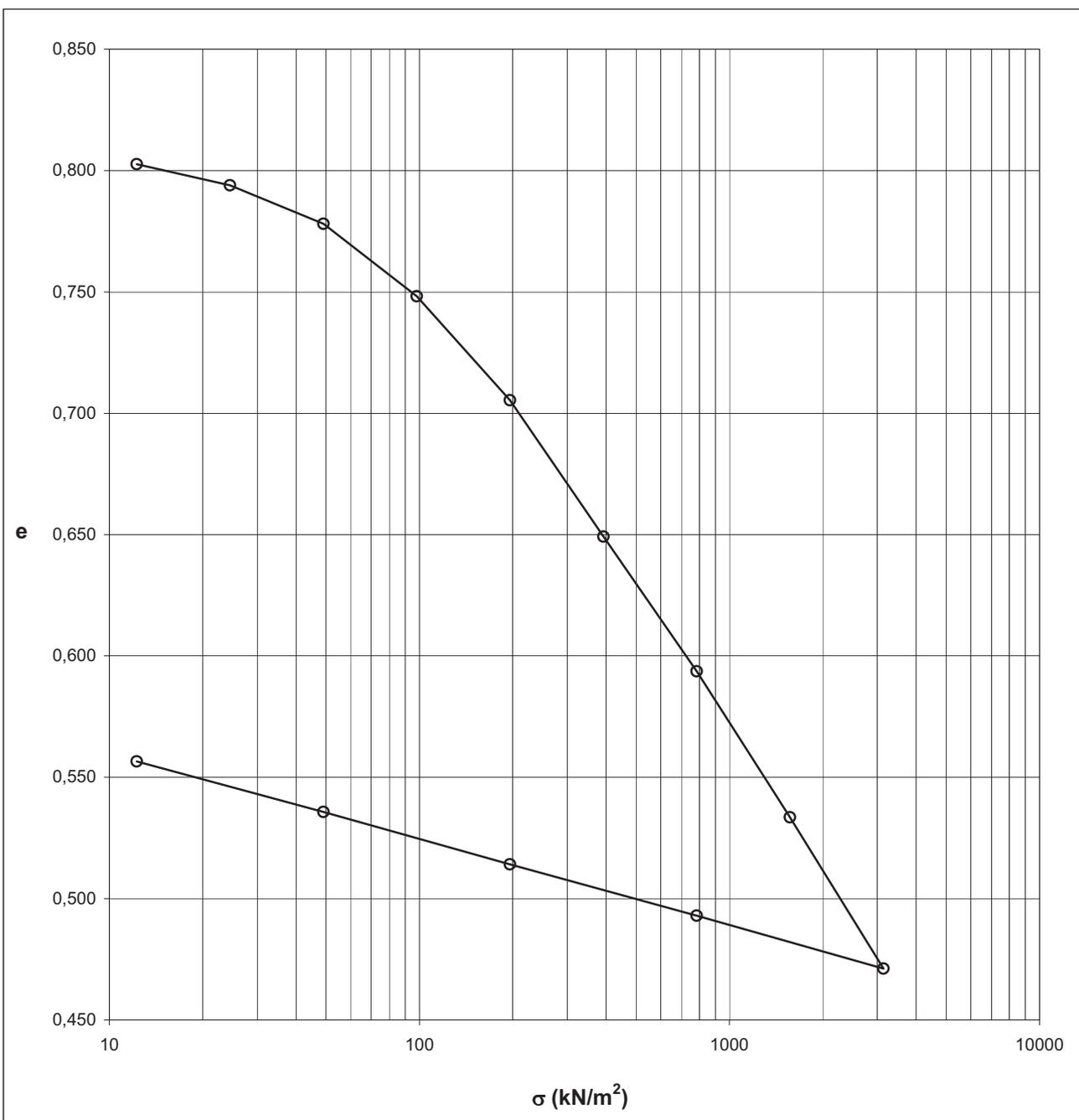
**Tipologia di Campione:** Campione indisturbato

**Data Esecuzione Prova:** 28/06/2011

**N° Certificato:** 100665

**Data:** 15/7/2011

**Pagina 1 di 4**



**Lo Sperimentatore**

*Donato Colletta*



**Il Direttore**

*Serena De Jasi*

**DIMMS CONTROL s.r.l.**  
Area Industriale A.S.I. Avellino  
Via Campo di Fiume, 13  
83030 Arcella di Montefredane (Av)  
P. Iva 01872430648  
Dott. Geol. Serena De Jasi  
DIRETTORE TECNICO



M/LAB02/01.5

Rev. 01

Del 16/11/04

**PROVA EDOMETRICA  
(ASTM D2435)**

**Committente:** MaryGeo s.a.s per conto di Vittoria srl Benevento

**Lavoro:** PUA - Riqualificazione aree urbane degradate

**Località:** Via Rotili / Paoletta - Benevento

**N° Verbale di Accettazione:** 1953

**Data Ricevimento Campione:** 27/06/2011

**N° Sondaggio:** S1 **Profondità:** .

**N° Campione:** C1 **Profondità:** 6,00-6,50

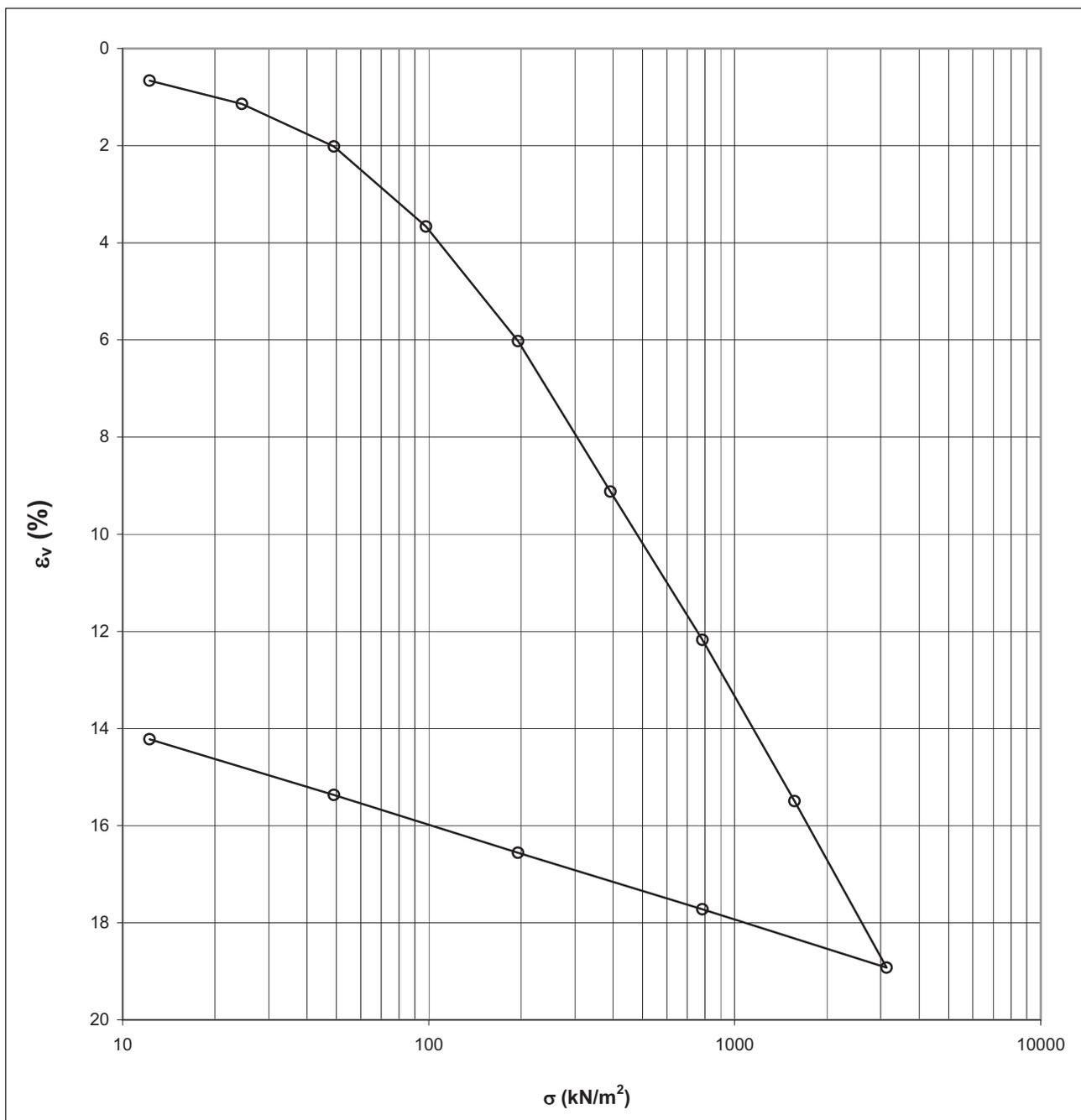
**Tipologia di Campione:** Campione indisturbato

**Data Esecuzione Prova:** 28/06/2011

**N° Certificato:** 100665

**Data:** 15/7/2011

**Pagina 2 di 4**



**Lo Sperimentatore**

*Josefella*



**Il Direttore**

*Serena De Jasi*

**DIMMS CONTROL s.r.l.**  
 Area Industriale A.S.I. Avellino  
 Via Campo di Fiume, 13  
 83030 Arcella di Montefredane (Av)  
 P. Iva 01872430648  
 Dott. Geol. Serena De Jasi  
 DIRETTORE TECNICO

**LABORATORIO DI GEOTECNICA D.I.M.M.S. CONTROL S.R.L**

Area Industriale A.S.I. Avellino Via Campo di Fiume, 13  
83030 Arcella di Montefredane (AV)  
Tel. 0825.24353 Fax 0825.248705 - e-mail: info@dimms.it - P.IVA 01872430648



M/LAB02/01.5  
Rev. 01  
Del 16/11/04

**PROVA EDOMETRICA  
(ASTM D2435)**

**Committente:** MaryGeo s.a.s per conto di Vittoria srl Benevento  
**Lavoro:** PUA - Riqualificazione aree urbane degradate  
**Località:** Via Rotili / Paoella - Benevento  
**N° Verbale di Accettazione:** 1953  
**Data Ricevimento Campione:** 27/06/2011  
**N° Sondaggio:** S1 **Profondità:** .  
**N° Campione:** C1 **Profondità:** 6,00-6,50  
**Tipologia di Campione:** Campione indisturbato  
**Data Esecuzione Prova:** 28/06/2011

**N° Certificato:** 100665  
**Data:** 15/7/2011  
**Pagina 3 di 4**

$\sigma_v$ (kN/m <sup>2</sup> )	cedimenti ( $\mu$ m)	$\epsilon_v$ (%)	e	mod. edo (kN/m <sup>2</sup> )	Cv (cm <sup>2</sup> /sec)	K (m/sec)
		( $\delta H/H$ )100	$e_0 - \epsilon_v(1 + e_0)$	$\delta \sigma_v / \delta \epsilon_v$	$197(H^2/t_{50})$	$9,81C_{v,w}m_v 10^{-4}$
12,26	133	0,663	0,8026	-	-	-
24,52	228	1,142	0,7940	2558	-	-
49,03	403	2,017	0,7781	2802	-	-
98,07	733	3,665	0,7482	2974	-	-
196,13	1205	6,025	0,7053	4156	-	-
392,27	1824	9,122	0,6491	6333	-	-
784,53	2436	12,178	0,5937	12838	-	-
1569,06	3099	15,496	0,5335	23644	-	-
3138,13	3786	18,928	0,4712	45719	-	-
784,53	3545	17,725	0,4930	-	-	-
196,13	3312	16,560	0,5142	-	-	-
49,03	3074	15,370	0,5358	-	-	-
12,26	2845	14,225	0,5565	-	-	-

**CARATTERISTICHE GENERALI DEL CAMPIONE**

UMIDITA' NATURALE, % =	23,29
DENSITA' NATURALE, Kn/m <sup>3</sup> =	17,93
DENSITA' SECCA, Kn/m <sup>3</sup> =	14,54
INDICE DEI VUOTI =	0,81
POROSITA' % =	44,89
PESO SPECIFICO DEI GRANULI, Kn/m <sup>3</sup> =	26,39
GRADO DI SATURAZIONE, % =	77
Ho ( $\mu$ m) =	20000

**Lo Sperimentatore**

**Il Direttore**

*Serena De Jasi*  
DIMMS CONTROL s.r.l.  
Area Industriale A.S.I. Avellino  
Via Campo di Fiume, 13  
83030 Arcella di Montefredane (Av)  
P. Iva 01872430648  
Dott. Geol. Serena De Jasi  
DIRETTORE TECNICO



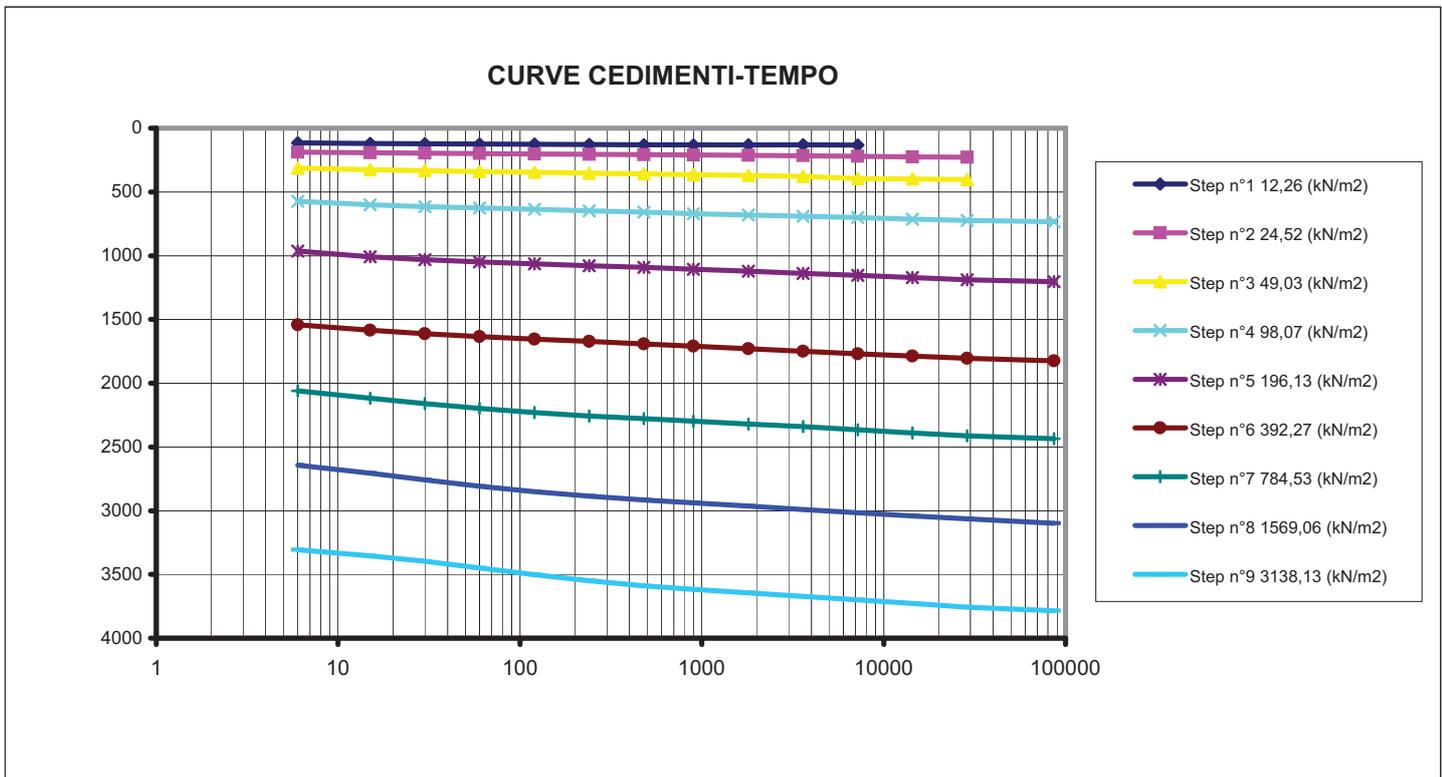
M/LAB02/01.5  
Rev. 01  
Del 16/11/04

**PROVA EDOMETRICA  
CURVE CEDIMENTI-TEMPO  
(ASTM D2435)**

**Committente:** MaryGeo s.a.s per conto di Vittoria srl Benevento  
**Lavoro:** PUA - Riqualficazione aree urbane degradate  
**Località:** Via Rotili / Paoella - Benevento  
**N° Verbale di Accettazione:** 1953  
**Data Ricevimento Campione:** 27/06/2011  
**N° Sondaggio:** S1 **Profondità:** .  
**N° Campione:** C1 **Profondità:** 6,00-6,50  
**Tipologia di Campione:** Campione indisturbato  
**Data Esecuzione Prova:** 28/06/2011

**N° Certificato:** 100665  
**Data:** 15/7/2011  
**Pagina 4 di 4**

Tempo (sec)	CEDIMENTI (µm)								
	Step n°1 12,26 (kN/m2)	Step n°2 24,52 (kN/m2)	Step n°3 49,03 (kN/m2)	Step n°4 98,07 (kN/m2)	Step n°5 196,13 (kN/m2)	Step n°6 392,27 (kN/m2)	Step n°7 784,53 (kN/m2)	Step n°8 1569,06 (kN/m2)	Step n°9 3138,13 (kN/m2)
6	114	187	312	573	964	1543	2061	2643	3308
15	119	193	324	600	1010	1585	2118	2707	3353
30	122	196	333	615	1032	1611	2160	2758	3398
60	124	198	341	626	1048	1633	2198	2808	3449
120	126	202	347	637	1064	1654	2231	2852	3503
240	128	204	353	648	1078	1673	2257	2887	3550
480	129	208	359	658	1093	1692	2278	2916	3588
900	132	210	366	670	1106	1709	2298	2939	3617
1800	131	213	372	680	1123	1729	2320	2963	3645
3600	130	216	379	691	1138	1749	2342	2990	3673
7200	133	219	395	702	1155	1769	2367	3017	3699
14400		226	399	713	1172	1788	2390	3043	3728
28800		228	403	723	1188	1806	2413	3065	3757
86400				733	1205	1824	2436	3099	3786



**Lo Sperimentatore**

*Signature of the experimenter*

**Il Direttore**

*Signature of the director*  
**DIMMS CONTROL s.r.l.**  
 Area Industriale A.S.I. Avellino  
 Via Campo di Fiume, 13  
 83030 Arcella di Montefredane (Av)  
 P. Iva 01872430648  
 Dott. Geol. Serena De Iasi  
 DIRETTORE TECNICO





### DATI GENERALI

Archivio lavoro amm.	LAB 11/420
Codice qualità	3125/11/L316/1716
Committente	MaryGeo s.a.s per conto di Vittoria srl Benevento
Cantiere	PUA - Riqualificazione aree urbane degradate
Località	Via Rotili / Paoletta - Benevento
Tecnico	Dr.Geol. Fioravante Bosco

### PROVE ESEGUITE SUL CAMPIONE

c.	N° cod. Prova	
A	X	Apertura campione
B	X	Caratteristiche fisiche
C	X	Analisi granulometrica
D		Limiti di Atterberg
E	X	Prova edometrica
F		Prova di permeabilità
G		Prova triassiale UU
H		Prova triassiale CID
I	X	Prova taglio diretto CD/Residuo
L		Prova compattazione
M		Prova Espansione Libera

### APERTURA CAMPIONE - CARATTERISTICHE DI PERFORAZIONE

<u>DATI SONDAGGIO</u>	Sondaggio N°	<input type="text" value="S2"/>	Campione N°	<input type="text" value="C1"/>	Data sondaggio	<input type="text"/>
	Profondità (m)	<input type="text" value="."/>	Profondità (m)	<input type="text" value="5,00-5,50"/>	Data prelievo	<input type="text" value="24/06/2011"/>
<u>ATTREZZATURA DI SONDAGGIO</u>	Rotazione $\Phi$ (mm)	<input type="text"/>	Percussione $\Phi$ (mm)	<input type="text"/>	Elica $\Phi$ (mm)	<input type="text"/>
	carot. e/o doppio carot.	<input type="checkbox"/>	curetta, sonda o scalpello	<input type="checkbox"/>	elica continua	<input type="checkbox"/>

### CARATTERISTICHE DI CAMPIONAMENTO

<u>ATTREZZATURA PRELIEVO</u>	<u>MODALITA' DI PRELIEVO</u>
Parete sottile con pistone shelly <input type="checkbox"/>	Percussione <input type="checkbox"/>
Parete sottile senza pistone <input type="checkbox"/>	Pressione <input type="checkbox"/>
Parete spessa <input type="checkbox"/>	Altro <input type="checkbox"/>
Continua <input type="checkbox"/>	
Carotiere rotativo <input type="checkbox"/>	<u>CONTENITORE CAMPIONE</u>
Cucchiata <input type="checkbox"/>	Inox <input type="checkbox"/>
	Ferro <input type="checkbox"/>
	P.V.C. <input type="checkbox"/>
	Sacchetto <input type="checkbox"/>

### DATI CAMPIONE

Diametro campione (mm)	<input type="text" value="80"/>	Altezza campione (mm)	<input type="text" value="450"/>	Paraffina	<input type="checkbox"/>
Indisturbato	<input type="checkbox"/>	Rimaneggiato	<input type="text"/>		

### IDENTIFICAZIONE VISIVA

Data apertura	<input type="text" value="28-giu-11"/>	Colore	<input type="text" value="Marrone"/>	Struttura	<input type="text" value="Omogenea"/>
Consistenza	<input type="text" value="Molto consistente"/>	Denominazione	<input type="text" value="Limo argilloso"/>		
Condiz. Mat. estruso	Ottime <input type="checkbox"/>	Buone	<input type="checkbox"/>	Suff.	<input type="checkbox"/>
		Med.	<input type="checkbox"/>	Insuff.	<input type="checkbox"/>
Classe del campione	Q5 <input type="checkbox"/>	Q4	<input type="checkbox"/>	Q3	<input type="checkbox"/>
		Q2	<input type="checkbox"/>	Q1	<input type="checkbox"/>

Note

M/LAB02/01.3  
Rev. 01  
Del 15/09/04

**LABORATORIO DI GEOTECNICA D.I.M.M.S. CONTROL S.R.L.**  
Area Industriale A.S.I. Avellino Via Campo di Fiume, 13 83030 Arcella di Montefredane (AV)  
Tel. 0825.24353 Fax 0825.248705 - e-mail: info@dimms.it - P.IVA 01872430648

**CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI, PROPRIETA' INDICE  
E GRANDEZZE DI STATO**



**Committente:** MaryGeo s.a.s per conto di Vittoria srl Benevento  
**Lavoro:** PUA - Riqualificazione aree urbane degradate  
**Località:** Via Rotili / Paoletta - Benevento  
**N° Verbale di Accettazione:** 1953  
**Data Ricevimento Campione:** 27/06/2011  
**N° Sondaggio:** S2 **Profondità (m):** .  
**N° Campione:** C1 **Profondità (m):** 5,00-5,50  
**Tipologia di Campione:** Campione indisturbato  
**Data Esecuzione Prova:** 28/06/2011

**N° Certificato:** 100666  
**Data:** 15/7/2011  
**Pagina 1 di 1**

**DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME  $\gamma$  (BS 1377 T15/e)**

Metodo campionatore	Provino		
	1	2	3
Peso fustella (g)	53,89	91,50	92,34
Peso fustella + campione umido (g)	128,02	226,16	225,33
Peso campione umido (g)	74,1	134,7	133,0
Volume fustella (cm <sup>3</sup> )	40,00	72,00	72,00
Peso di volume $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	18,174	18,341	18,114
MEDIA			
<b>18,21</b>			
<b>C.Q.</b> $\Delta\gamma < 2\%$	$\Delta\gamma$	%	
	<b>0,19</b>	<b>0,72</b>	<b>0,53</b>

**DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO GRANI  $\gamma_s$  (ASTM D854)**

	Provino	
	1	2
Picnometro n°	A	Y
Peso campione secco (g)	23,72	26,62
Temperatura di prova (°C)	27,00	27,00
Peso specifico acqua $\gamma_w$ (kN/m <sup>3</sup> )	9,77272	9,77272
Peso pic. + acqua + camp, secco (g)	159,72	161,53
Peso picnometro + acqua (g)	144,8	144,8
Peso specifico dei grani $\gamma_s$ (kN/m <sup>3</sup> )	26,46	26,41
MEDIA		
<b>26,44</b>		
<b>C.Q.</b> $\Delta\gamma_s < 1,0\%$	$\Delta\gamma_s$	%
	<b>0,10</b>	

**DETERMINAZIONE GRANDEZZE DI STATO**

Peso vol. secco $\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	<b>14,0</b>
Indice dei vuoti e	<b>0,89</b>
Porosità n (%)	<b>47,0</b>
Grado di saturazione (Sr) %	<b>91</b>

**PESO DI VOLUME IMMERSO  $\gamma_w$  E SATURO  $\gamma_{sat}$**

$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$	
Peso volume immerso $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	8,81
$\gamma_{sat} = \gamma_d + \gamma_w n$	
Peso volume saturo $\gamma_{sat}$ (kN/m <sup>3</sup> )	18,62

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

Determinazione n°	1	2
Peso tara	g	
Peso campione	g	
Peso campione calcinato + tara	g	
Contenuto in sostanze organiche	%	
Media contenuto in sos. organiche	%	

**Lo Sperimentatore**

*Luigi...*



Laboratorio Autorizzato ai sensi del D.P.R.380/2001 art. 59 - Concessione N° 53996

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

determinazione	1	2
Peso campione (g)		
Peso precipitato (g)		
Peso acqua utilizzata (g)		
<b>Contenuto in solfati (%)</b>		
MEDIA		

**DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME  $\gamma$  (ASTM D1188)**

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

**DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO DI ACQUA W (ASTM D2216)**

	Provino		
	1	2	3
Contenitore n°	A	B	C
Peso contenitore (g)	18,41	20,34	17,82
Peso cont. + peso campione umido (g)	78,42	99,16	105,65
Peso cont. + peso camp. secco (g)	64,55	81,35	84,98
Peso campione secco (g)	46,14	61,01	67,16
Contenuto di acqua w (%)	30,06	29,19	30,78
MEDIA			
<b>30,0</b>			
<b>C.Q.</b> $\Delta\gamma < 15\%$	$\Delta\gamma$	%	
	<b>0,17</b>	<b>2,73</b>	<b>2,56</b>

**DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO CaCO<sub>3</sub> (ASTM D4373)**

	Provino	
	1	2
Pressione atmosferica (bar)		
Temperatura atmosferica (°C)		
Quantità camp. secco (g)		
Svolgimento reazione (cm <sup>3</sup> )		
Assorbimento reazione (cm <sup>3</sup> )		
Contenuto carbonato di calcio (%)		
MEDIA		
<b>C.Q.</b> $\Delta\text{CaCO}_3 < 10\%$	$\Delta\text{CaCO}_3$	%

**NOTE E PRECISAZIONI**

**Il Direttore**

*Serena De Jasi*  
DIMMS CONTROL s.r.l.  
Area Industriale A.S.I. Avellino  
Via Campo di Fiume, 13  
83030 Arcella di Montefredane (Av)  
P. Iva 01872430648  
Dot. Geol. Serena De Jasi  
DIRETTORE TECNICO



**Committente:** MaryGeo s.a.s per conto di Vittoria srl Benevento  
**Lavoro:** PUA - Riqualificazione aree urbane degradate  
**Località:** Via Rotili / Paoella - Benevento  
**N° Verbale di Accettazione:** 1953  
**Data Ricevimento Campione:** 27/06/2011  
**N° Sondaggio:** S2 **Profondità:** .  
**N° Campione:** C1 **Profondità:** 5,00-5,50  
**Tipologia di Campione:** Campione indisturbato  
**Data Esecuzione Prova:** 28/06/2011

**N° Certificato:** 100668  
**Data:** 15/7/2011  
**Pagina 1 di 2**

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

**Quantità materiale per prova e peso specifico**

Peso totale campione granulometria (g)	425,0
Peso campione granulometria <0,075 mm (g)	340,5
Peso secco campione per densimetria (g)	50,00
Peso specifico dei grani (kN/m <sup>3</sup> )	26,44

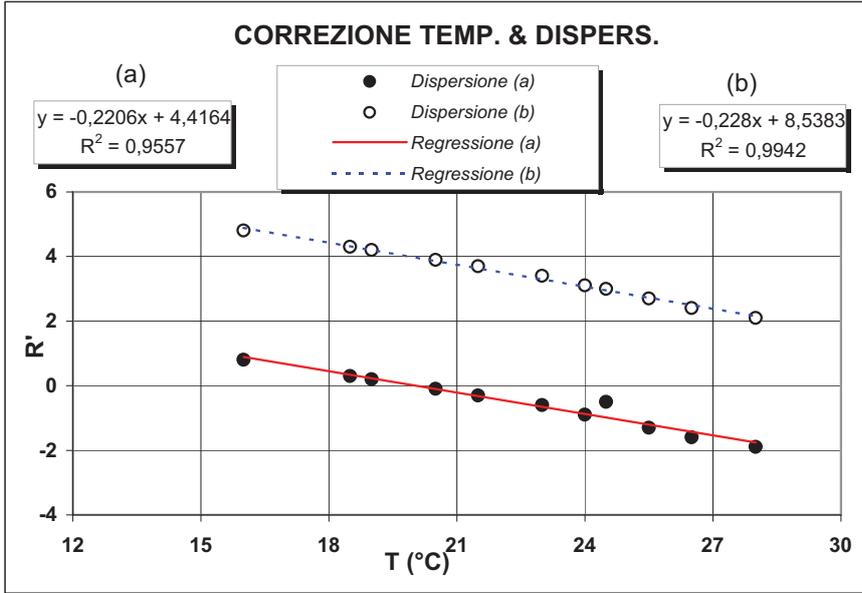
**Correzioni per lettura densimetro**

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

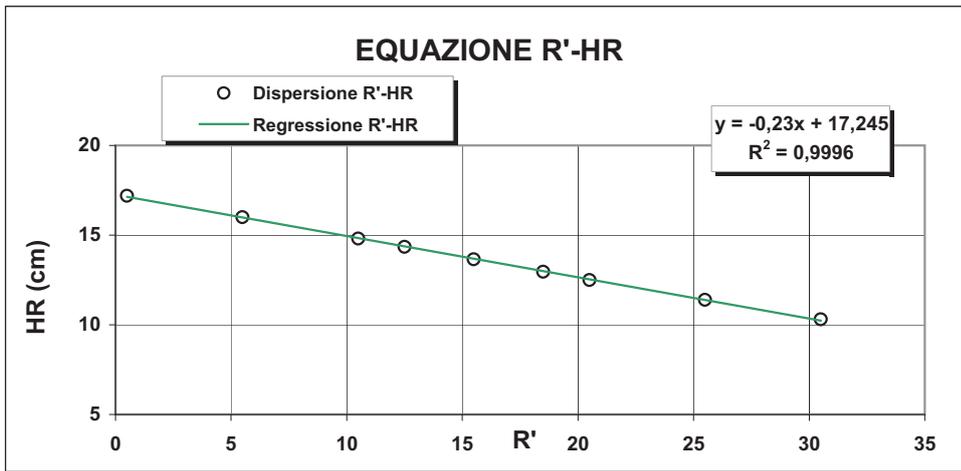
**Analisi delle correzioni**

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

**R'(a) = 4,4-0,22 T**  
**R'(b) = 8,5-0,22 T**



**Determinazione coefficienti retta H<sub>R</sub> - R' (Con solo acqua)**



R <sub>lett.</sub>	R'	H <sub>1</sub>	H <sub>R</sub>
(-)	(-)	(cm)	(cm)
30	30,5	2,10	10,3
25	25,5	3,20	11,4
20	20,5	4,30	12,5
18	18,5	4,76	12,96
15	15,5	5,45	13,65
12	12,5	6,14	14,34
10	10,5	6,60	14,8
5	5,5	7,80	16
0	0,5	9,00	17,2

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

a 14,84      b -0,23

**Lo Sperimentatore**  


**Il Direttore**  


M/LAB02/01.2  
REV 00  
Del 03/02/03

**LABORATORIO DI GEOTECNICA D.I.M.M.S. CONTROL S.R.L.**

Area Industriale A.S.I. Avellino Via Campo di Fiume, 13  
83030 Arcella di Montefredane (AV)  
Tel. 0825.24353 Fax 0825.248705 - e-mail: info@dimms.it - P.IVA 01872430648



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

**SEDIMENTAZIONE ( Legge di Stokes )**

tempo (min)	T (°C)	R <sub>Left.</sub>	H <sub>1</sub> (cm)	H <sub>R</sub> (cm)	R'	H <sub>R</sub> (cm)	C <sub>T</sub>	γ <sub>L</sub>	η <sub>L</sub>	D (mm)	R''	pass. Tot %
0,5	27,0	31,0		8,2	31,5	7,6	1,54	0,9965	0,000	<b>0,0483</b>	28,94	<b>73,6</b>
1	27,0	28,5		8,2	29,0	8,17	1,54	0,9965	0,000	<b>0,0354</b>	26,44	<b>67,2</b>
2	27,0	26,0		8,2	26,5	8,75	1,54	0,9965	0,000	<b>0,0259</b>	23,94	<b>60,9</b>
4	27,0	23,5		8,2	24,0	9,32	1,54	0,9965	0,000	<b>0,0189</b>	21,44	<b>54,5</b>
8	27,0	21,0		8,2	21,5	9,9	1,54	0,9965	0,000	<b>0,0138</b>	18,94	<b>48,2</b>
15	27,0	19,0		8,2	19,5	10,4	1,54	0,9965	0,000	<b>0,0103</b>	16,94	<b>43,1</b>
30	27,0	17,0		8,2	17,5	10,8	1,54	0,9965	0,000	<b>0,0074</b>	14,94	<b>38,0</b>
60	27,0	15,0		8,2	15,5	11,3	1,54	0,9965	0,000	<b>0,0054</b>	12,94	<b>32,9</b>
120	27,0	13,5		8,2	14,0	11,6	1,54	0,9965	0,000	<b>0,0039</b>	11,44	<b>29,1</b>
300	27,0	11,0		8,2	11,5	12,2	1,54	0,9965	0,000	<b>0,0025</b>	8,94	<b>22,7</b>
600	27,0	9,5		8,2	10,0	12,5	1,54	0,9965	0,000	<b>0,0018</b>	7,44	<b>18,9</b>
1440	27,0	7,0		8,2	7,5	13,1	1,54	0,9965	0,000	<b>0,0012</b>	4,94	<b>12,6</b>

N° Certificato: 100668  
Data: 15/7/2011  
Pagina 2 di 2

**Granulometria completa**

VAG. ASTM	D (mm)	pass. Tot %
1"	25,00	100,0
3/4"	19,00	100,0
1/2"	12,50	100,0
4	4,750	98,6
8	2,360	96,8
10	2,000	96,3
16	1,180	94,6
20	0,850	93,3
30	0,600	92,2
40	0,425	90,0
60	0,250	86,8
80	0,180	84,9
100	0,150	84,0
200	0,075	80,2
S	0,0483	<b>73,6</b>
S	0,0354	<b>67,2</b>
S	0,0259	<b>60,9</b>
S	0,0189	<b>54,5</b>
S	0,0138	<b>48,2</b>
S	0,0103	<b>43,1</b>
S	0,0074	<b>38,0</b>
S	0,0054	<b>32,9</b>
S	0,0039	<b>29,1</b>
S	0,0025	<b>22,7</b>
S	0,0018	<b>18,9</b>
S	0,0012	<b>12,6</b>

**Coefficienti granulometrici**

D60 (mm)	0,0248
D30 (mm)	0,0042
D10 (mm)	0,0010
Coeff. Uniformità (Cu)	24
Coeff. Curvatura (Cc)	0,7

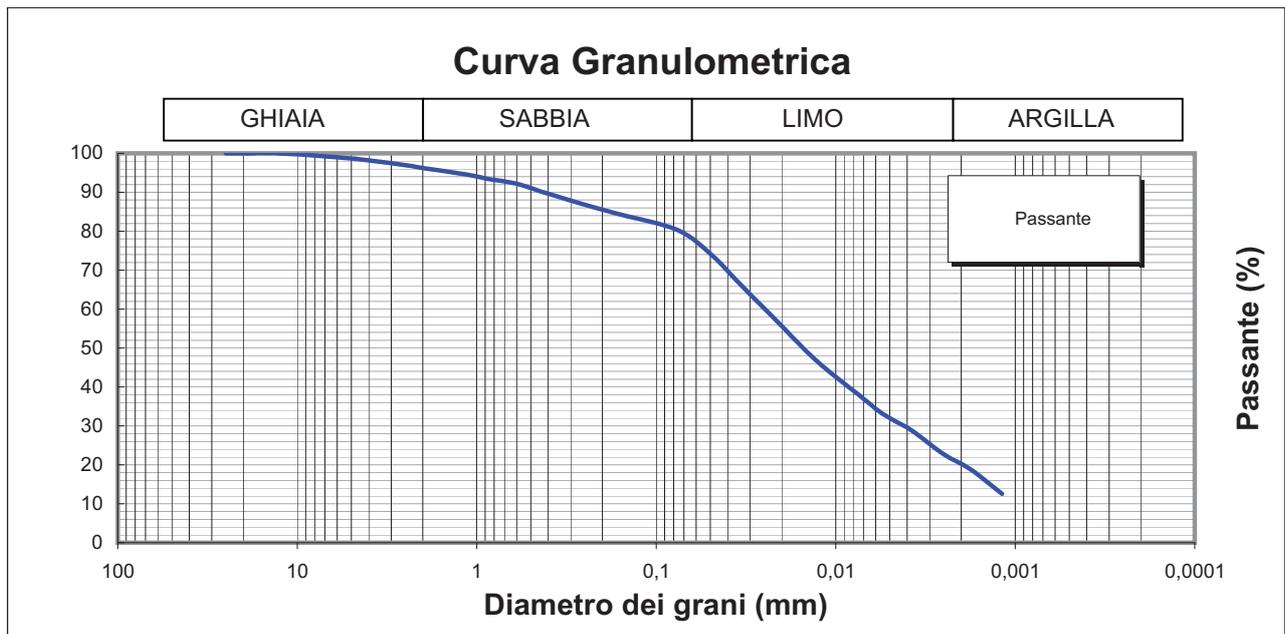
**Percentuali passanti**

GHIAIA (%)	4
SABBIA (%)	17
LIMO (%)	58
ARGILLA (%)	21

**Descrizione campione (AGI) :**

**Limo argilloso, sabbioso**

**Note:**



**Lo Sperimentatore**



**Il Direttore**

Serena De Jasi  
DIMMS CONTROL s.r.l.  
Area Industriale A.S.I. Avellino  
Via Campo di Fiume, 13  
83030 Arcella di Montefredane (Av)  
P. Iva 01872430648  
Dott. Geol. Serena De Jasi  
DIRETTORE TECNICO

M/LAB02/01.6  
REV 00  
DEL 03/02/03

**LABORATORIO DI GEOTECNICA D.I.M.M.S. CONTROL S.R.L.**  
Area Industriale A.S.I. Avellino Via Campo di Fiume, 13  
83030 Arcella di Montefredane (AV)  
Tel. 0825.24353 Fax 0825.248705 -e-mail: info@dimms.it -  
P.IVA 01872430648



**PROVA DI TAGLIO**  
**ASTM D3080**

**Committente:** MaryGeo s.a.s per conto di Vittoria srl Benevento  
**Lavoro:** PUA - Riqualficazione aree urbane degradate  
**Località:** Via Rotili / Paoella - Benevento  
**N° Verbale di Accettazione:** 1953  
**Data Ricevimento Campione:** 27/06/2011  
**N° Sondaggio:** S2 **Profondità:** .  
**N° Campione:** C1 **Profondità:** 5,00-5,50  
**Tipologia di Campione:** Campione indisturbato  
**Data Esecuzione Prova:** 28/06/2011

**N° Certificato:** 100669  
**Data:** 15/7/2011  
**Pagina 1 di 3**

**Caratteristiche scatola taglio**

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

Determinazione Cu con Vane Test

Misura	Cu (N/cm <sup>2</sup> )
1	
2	
3	
<b>MEDIA</b>	

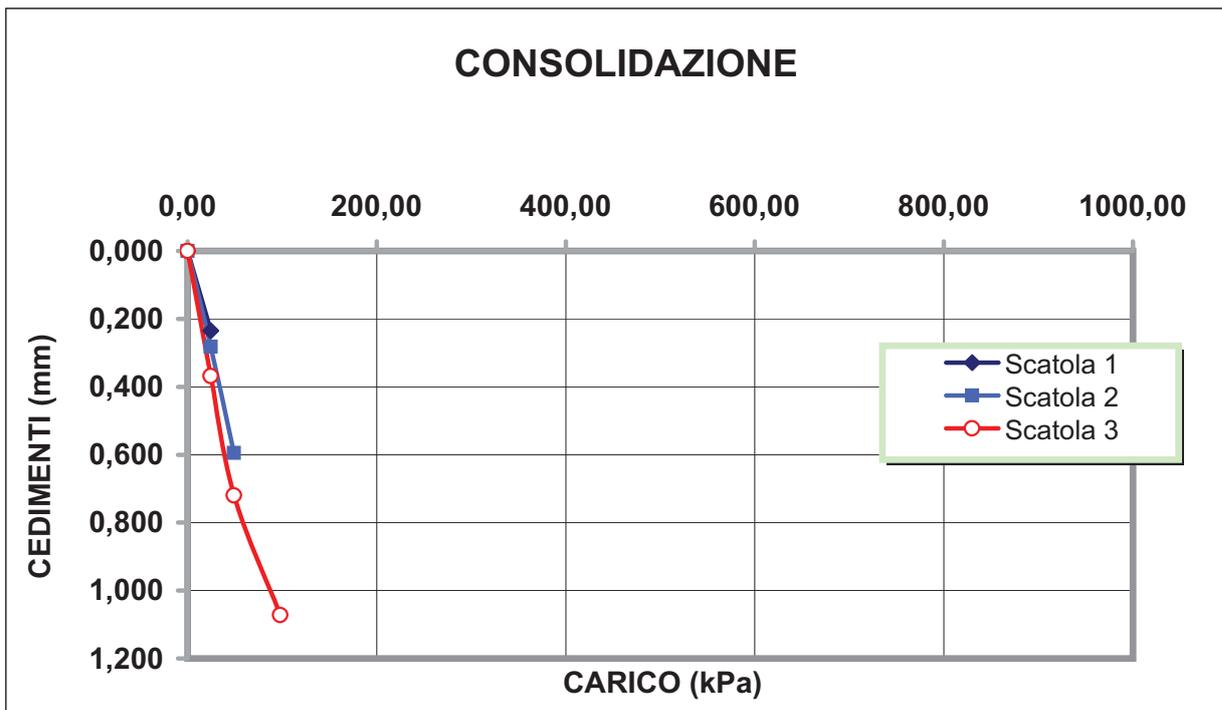
FASE DI CONSOLIDAZIONE

	Scatola 1	Scatola 2	Scatola 3
<b>Q<sub>max</sub> (kPa)</b>	24,52	49,03	98,07
<b>V<sub>prova</sub> (mm/min)</b>	0,0060		

Pocket penetrometer

Misura	Q <sub>c</sub> (kPa)
1	
2	
3	
4	
<b>MEDIA</b>	

	Scatola 1	Scatola 2	Scatola 3
Carico	Cedim. Fin.	Cedim. Fin.	Cedim. Fin.
kPa	mm	mm	mm
0,00	0,000	0,000	0,000
24,52	0,235	0,282	0,368
49,03		0,595	0,720
98,07			1,072
196,13			
392,27			
784,53			



**Lo Sperimentatore**



**Il Direttore**

*Serena De Jasi*  
**DIMMS CONTROL s.r.l.**  
Area Industriale A.S.I. Avellino  
Via Campo di Fiume, 13  
83030 Arcella di Montefredane (Av)  
P. Iva 01872430648  
Dott. Geol. Serena De Jasi  
DIRETTORE TECNICO

M/LAB02/01.6  
REV 00  
DEL 03/02/03

LABORATORIO DI GEOTECNICA D.I.M.M.S. CONTROL S.R.L.

Area Industriale A.S.I. Avellino Via Campo di Fiume, 13  
83030 Arcella di Montefredane (AV)  
Tel. 0825.24353 Fax 0825.248705 - e-mail: info@dimms.it -  
P.IVA 01872430648

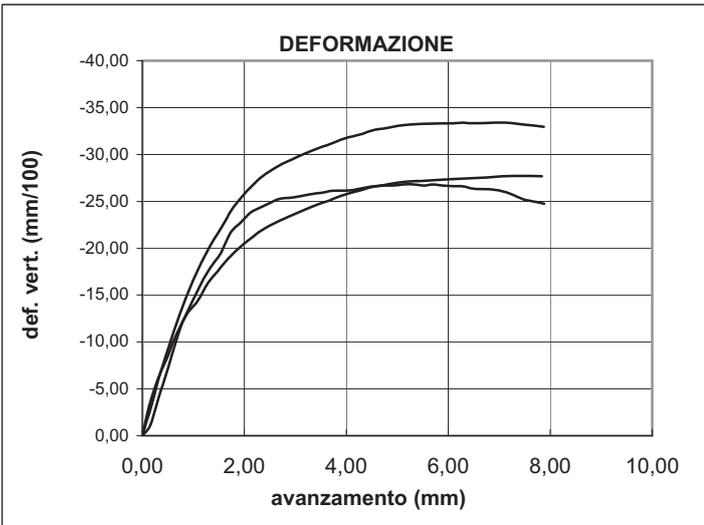


## PROVA DI TAGLIO

ASTM D3080

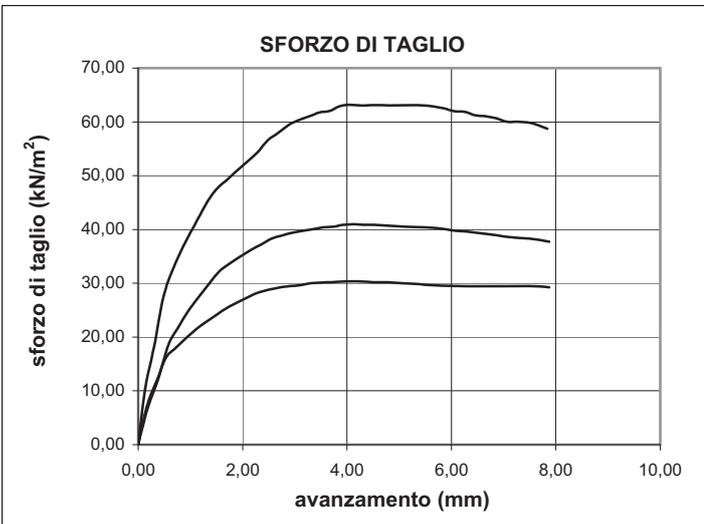
**Committente:** MaryGeo s.a.s per conto di Vittoria srl Benevento  
**Lavoro:** PUA - Riqualificazione aree urbane degradate  
**Località:** Via Rotili / Paoella - Benevento  
**N° Verbale di Accettazione:** 1953  
**Data Ricevimento Campione:** 27/06/2011  
**N° Sondaggio:** S2 **Profondità:** .  
**N° Campione:** C1 **Profondità:** 5,00-5,50  
**Tipologia di Campione:** Campione indisturbato  
**Data Esecuzione Prova:** 28/06/2011

**N° Certificato:** 100669  
**Data:** 15/7/2011  
**Pagina 2 di 3**



### CARATTERISTICHE GENERALI DEL CAMPIONE

UMIDITA' NATURALE, % =	30,01
DENSITA' NATURALE, $Kn/m^3$ =	18,21
DENSITA' SECCA, $Kn/m^3$ =	14,01
INDICE DEI VUOTI =	0,89
POROSITA' % =	47,02
PESO SPECIFICO DEI GRANULI, $Kn/m^3$ =	26,44
GRADO DI SATURAZIONE, % =	91
AREA SCATOLA DI TAGLIO, $cm^2$ =	36
VELOCITA' DI AVANZAMENTO, $mm/min$ =	0,006
TIPO DI PROVA:	Taglio diretto
TIPO DI CAMPIONE:	



**Lo Sperimentatore**



**Il Direttore**

*Serena De Iasi*  
DIMMS CONTROL s.r.l.  
Area Industriale A.S.I. Avellino  
Via Campo di Fiume, 13  
83030 Arcella di Montefredane (Av)  
P. Iva 01872430648  
Dott. Geol. Serena De Iasi  
DIRETTORE TECNICO

M/LAB02/01.6  
REV 00  
DEL 03/02/03

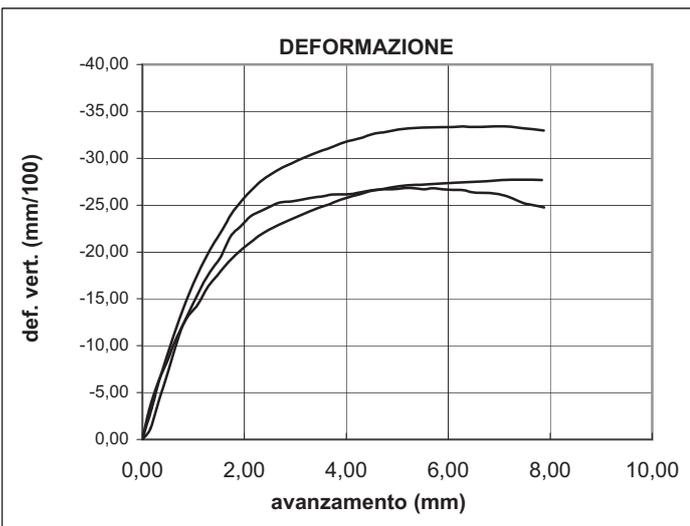
LABORATORIO DI GEOTECNICA D.I.M.M.S. CONTROL S.R.L.

Area Industriale A.S.I. Avellino Via Campo di Fiume, 13  
83030 Arcella di Montefredane (AV)  
Tel. 0825.24353 Fax 0825.248705 -e-mail: info@dimms.it -  
P.IVA 01872430648



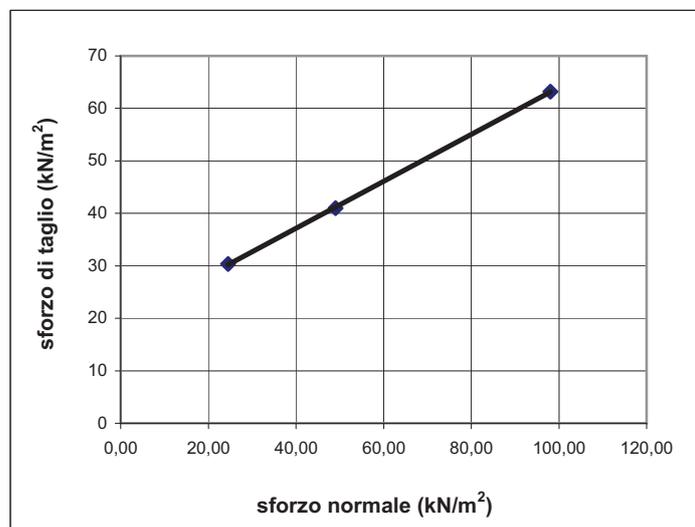
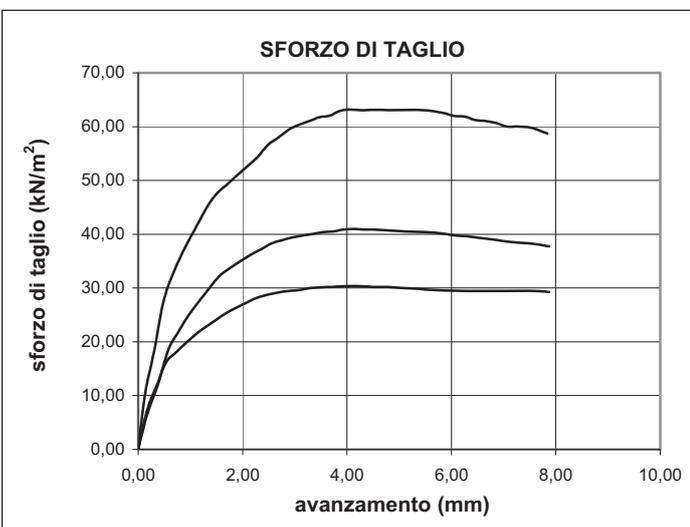
## PROVA DI TAGLIO ASTM D3080

**Committente:** MaryGeo s.a.s per conto di Vittoria srl Benevento  
**Lavoro:** PUA - Riqualificazione aree urbane degradate  
**Località:** Via Rotili / Paoletta - Benevento  
**N° Verbale di Accettazione:** 1953  
**Data Ricevimento Campione:** 27/06/2011  
**N° Sondaggio:** S2 **Profondità:** .  
**N° Campione:** C1 **Profondità:** 5,00-5,50  
**Tipologia di Campione:** Campione indisturbato  
**Data Esecuzione Prova:** 28/06/2011



### CARATTERISTICHE GENERALI DEL CAMPIONE

UMIDITA' NATURALE, % =	30,01
DENSITA' NATURALE, $Kn/m^3$ =	18,21
DENSITA' SECCA, $Kn/m^3$ =	14,01
INDICE DEI VUOTI =	0,89
POROSITA' % =	47,02
PESO SPECIFICO DEI GRANULI, $Kn/m^3$ =	26,44
GRADO DI SATURAZIONE, % =	91
AREA SCATOLA DI TAGLIO, $cm^2$ =	36
VELOCITA' DI AVANZAMENTO, mm/min =	0,006
TIPO DI PROVA:	Taglio diretto
TIPO DI CAMPIONE:	



**Coesione ( $kN/m^2$ ):** 19,26  
**Angolo di attrito:** 24,11

M/LAB02/01.6  
REV 00  
DEL 03/02/03

**LABORATORIO DI GEOTECNICA D.I.M.M.S. CONTROL S.R.L.**

Area Industriale A.S.I. Avellino Via Campo di Fiume, 13  
83030 Arcella di Montefredane (AV)  
Tel. 0825.24353 Fax 0825.248705 - e-mail: info@dimms.it -  
P.IVA 01872430648



**PROVA DI TAGLIO**

**ASTM D3080**

**Committente:** MaryGeo s.a.s per conto di Vittoria srl Benevento  
**Lavoro:** PUA - Riqualficazione aree urbane degradate  
**Località:** Via Rotili / Paoella - Benevento  
**N° Verbale di Accettazione:** 1953  
**Data Ricevimento Campione:** 27/06/2011  
**N° Sondaggio:** S2 **Profondità:** .  
**N° Campione:** C1 **Profondità:** 5,00-5,50  
**Tipologia di Campione:** Campione indisturbato  
**Data Esecuzione Prova:** 28/06/2011

**N° Certificato:** 100669  
**Data:** 15/7/2011  
**Pagina 3 di 3**

**Dati Sperimentali**

Provino n°1			Provino n°2			Provino n°3		
Avanzamento	Def. Vert.	Sforzo Taglio	Avanzamento	Def. Vert.	Sforzo Taglio	Avanzamento	Def. Vert.	Sforzo Taglio
(mm)	(mm/100)	(kN/m <sup>2</sup> )	(mm)	(mm/100)	(kN/m <sup>2</sup> )	(mm)	(mm/100)	(kN/m <sup>2</sup> )
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,16	-1,16	6,92	0,18	-3,33	6,87	0,13	-3,13	10,47
0,35	-4,65	11,78	0,38	-7,19	12,16	0,30	-6,01	18,08
0,54	-7,90	16,30	0,58	-10,49	18,57	0,48	-8,26	27,36
0,74	-11,39	18,14	0,77	-13,59	21,94	0,67	-10,88	32,72
0,94	-13,89	20,00	0,97	-16,31	24,95	0,87	-12,99	37,08
1,14	-16,08	21,66	1,17	-18,50	27,53	1,08	-14,33	40,77
1,33	-17,91	23,02	1,36	-20,55	29,97	1,28	-16,22	44,42
1,53	-19,37	24,35	1,56	-22,32	32,29	1,48	-17,53	47,28
1,73	-21,67	25,56	1,76	-24,16	33,69	1,68	-18,85	48,97
1,93	-22,69	26,60	1,96	-25,50	34,99	1,88	-19,90	50,78
2,13	-23,82	27,52	2,15	-26,67	36,16	2,08	-20,82	52,52
2,32	-24,35	28,33	2,35	-27,68	37,18	2,28	-21,73	54,32
2,52	-24,88	28,86	2,55	-28,38	38,25	2,48	-22,36	56,61
2,71	-25,28	29,25	2,75	-29,00	38,86	2,68	-22,91	57,95
2,91	-25,41	29,48	2,94	-29,49	39,41	2,88	-23,38	59,45
3,11	-25,57	29,67	3,14	-30,00	39,76	3,08	-23,86	60,32
3,30	-25,77	30,01	3,34	-30,42	40,03	3,28	-24,31	61,04
3,51	-25,90	30,13	3,53	-30,85	40,39	3,48	-24,73	61,78
3,70	-26,10	30,21	3,73	-31,22	40,51	3,67	-25,08	62,08
3,90	-26,16	30,31	3,93	-31,65	40,86	3,87	-25,54	62,92
4,10	-26,19	30,36	4,13	-31,94	41,00	4,06	-25,87	63,20
4,30	-26,39	30,32	4,32	-32,22	40,87	4,26	-26,13	63,07
4,50	-26,59	30,19	4,52	-32,58	40,85	4,46	-26,48	63,09
4,69	-26,68	30,21	4,72	-32,74	40,74	4,66	-26,65	63,12
4,89	-26,68	30,12	4,91	-32,95	40,61	4,86	-26,86	63,08
5,10	-26,78	29,98	5,11	-33,13	40,54	5,06	-27,02	63,14
5,30	-26,81	29,91	5,31	-33,22	40,47	5,26	-27,13	63,14
5,50	-26,68	29,70	5,51	-33,25	40,40	5,46	-27,18	63,04
5,70	-26,78	29,64	5,70	-33,28	40,30	5,65	-27,22	62,88
5,90	-26,68	29,57	5,90	-33,33	40,03	5,85	-27,30	62,52
6,09	-26,61	29,48	6,10	-33,33	39,75	6,05	-27,36	62,02
6,29	-26,58	29,41	6,29	-33,38	39,63	6,25	-27,44	61,86
6,49	-26,35	29,48	6,49	-33,32	39,40	6,46	-27,45	61,23
6,68	-26,32	29,48	6,69	-33,36	39,14	6,66	-27,53	61,02
6,88	-26,25	29,46	6,88	-33,41	38,89	6,86	-27,62	60,66
7,08	-26,05	29,44	7,08	-33,39	38,61	7,06	-27,68	60,01
7,28	-25,65	29,40	7,28	-33,31	38,44	7,26	-27,72	60,02
7,48	-25,19	29,48	7,48	-33,18	38,34	7,45	-27,73	59,93
7,67	-24,99	29,42	7,68	-33,10	38,07	7,65	-27,71	59,43
7,88	-24,76	29,24	7,87	-32,95	37,72	7,84	-27,68	58,70

**Lo Sperimentatore**

**Il Direttore**

DIMMS CONTROL s.r.l.  
Area Industriale A.S.I. Avellino  
Via Campo di Fiume, 13  
83030 Arcella di Montefredane (Av)  
P. Iva 01872430648  
Dott. Geol. Serena De Iasi  
DIRETTORE TECNICO



**A.L.G.I.**





M/LAB02/01.5  
Rev. 01  
Del 16/11/04

**PROVA EDOMETRICA  
(ASTM D2435)**

**Committente:** MaryGeo s.a.s per conto di Vittoria srl Benevento

**Lavoro:** PUA - Riqualificazione aree urbane degradate

**Località:** Via Rotili / Paoella - Benevento

**N° Verbale di Accettazione:** 1953

**Data Ricevimento Campione:** 27/06/2011

**N° Sondaggio:** S2 **Profondità:** .

**N° Campione:** C1 **Profondità:** 5,00-5,50

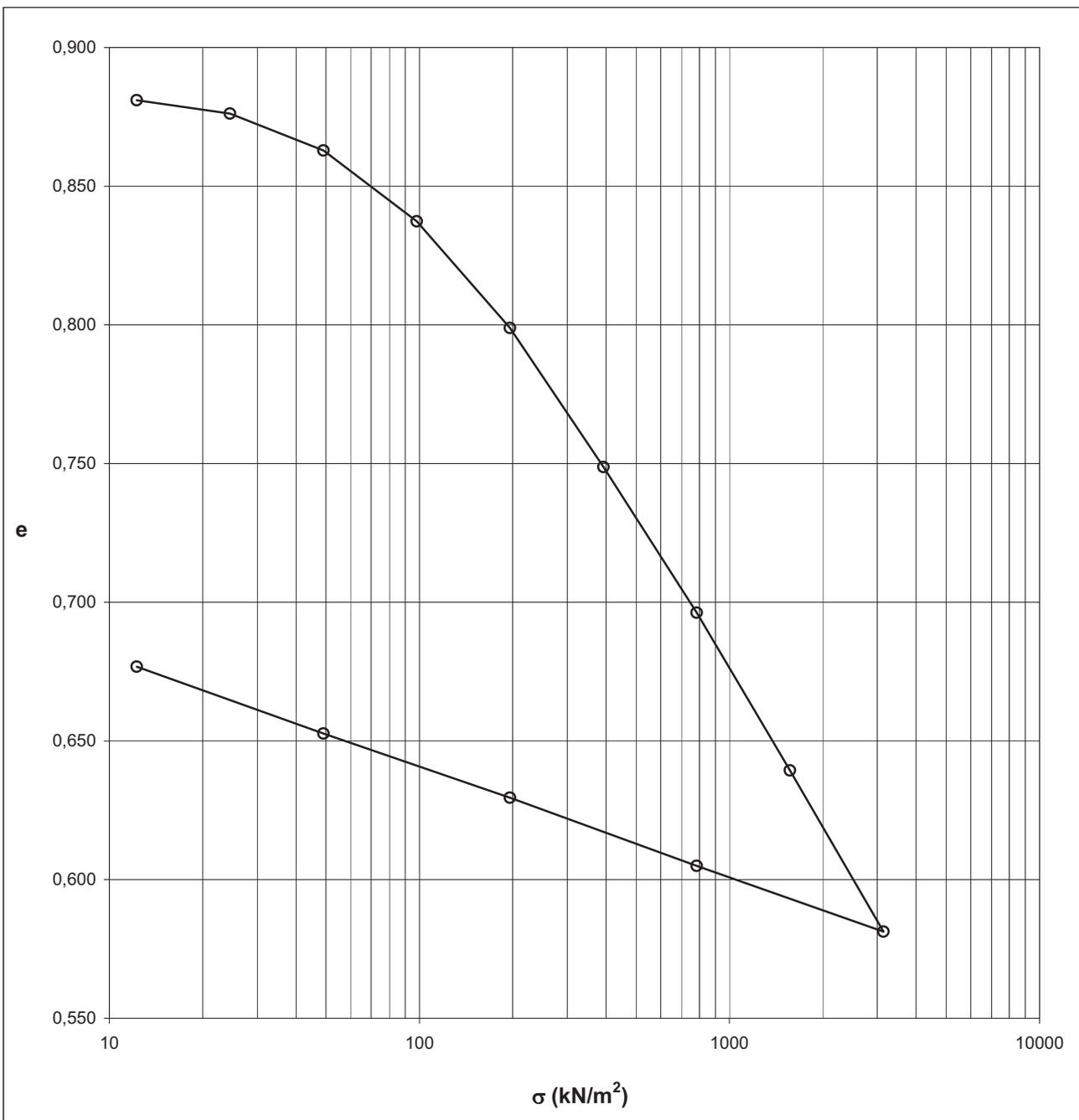
**Tipologia di Campione:** Campione indisturbato

**Data Esecuzione Prova:** 28/06/2011

**N° Certificato:** 100670

**Data:** 15/7/2011

**Pagina 1 di 4**



**Lo Sperimentatore**

*Donato Lella*



**Il Direttore**

*Serena De Jasi*

**DIMMS CONTROL s.r.l.**  
Area Industriale A.S.I. Avellino  
Via Campo di Fiume, 13  
83030 Arcella di Montefredane (Av)  
P. Iva 01872430648  
Dott. Geol. Serena De Jasi  
DIRETTORE TECNICO

**PROVA EDOMETRICA  
(ASTM D2435)**

**Committente:** MaryGeo s.a.s per conto di Vittoria srl Benevento

**Lavoro:** PUA - Riqualficazione aree urbane degradate

**Località:** Via Rotili / Paolella - Benevento

**N° Verbale di Accettazione:** 1953

**Data Ricevimento Campione:** 27/06/2011

**N° Sondaggio:** S2 **Profondità:** .

**N° Campione:** C1 **Profondità:** 5,00-5,50

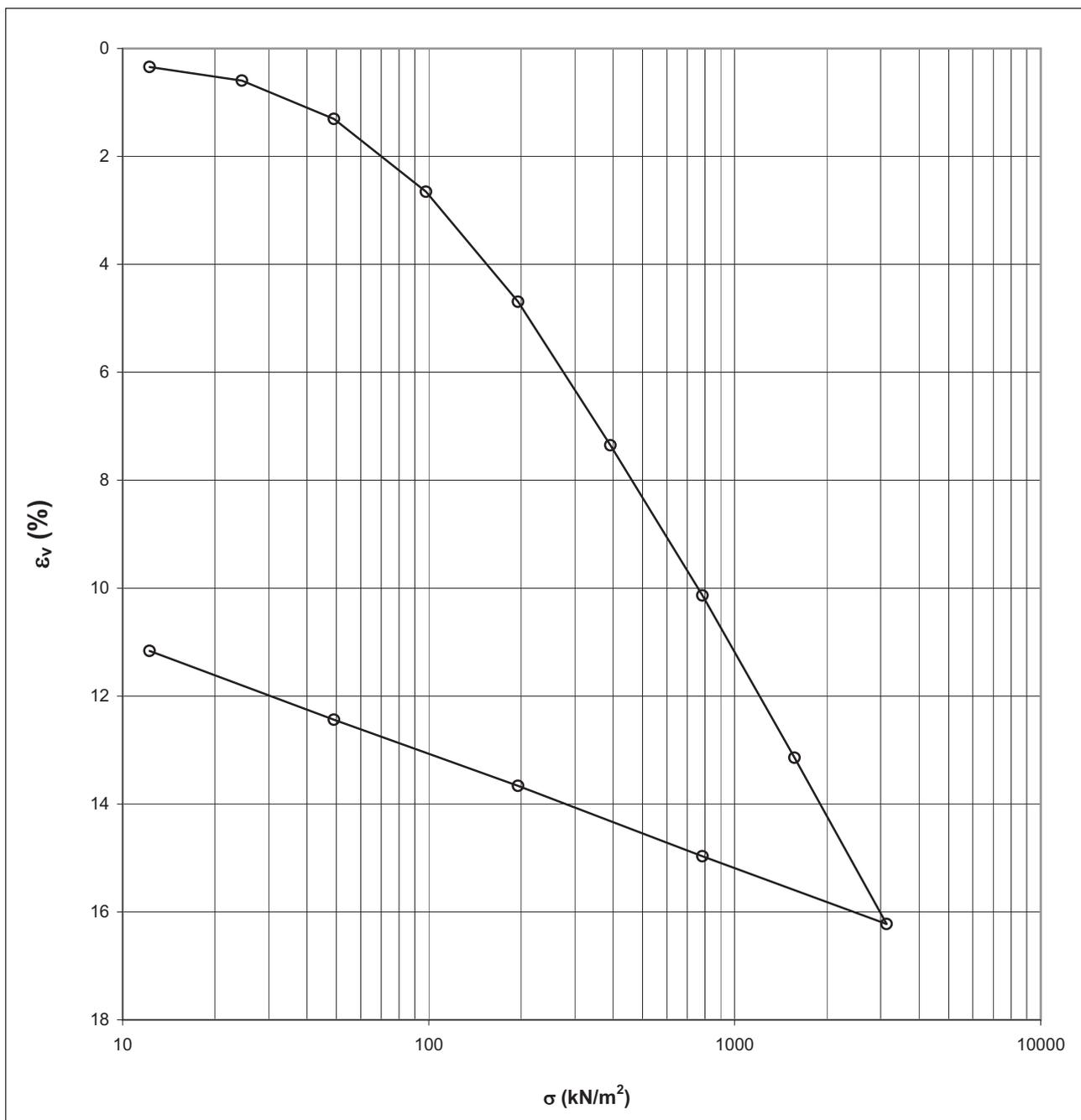
**Tipologia di Campione:** Campione indisturbato

**Data Esecuzione Prova:** 28/06/2011

**N° Certificato:** 100670

**Data:** 15/7/2011

**Pagina 2 di 4**



**Lo Sperimentatore**

*Josefella*



**Il Direttore**

*Serena De Jasi*

**DIMMS CONTROL s.r.l.**  
 Area Industriale A.S.I. Avellino  
 Via Campo di Fiume, 13  
 83030 Arcella di Montefredane (Av)  
 P. Iva 01872430648  
 Dott. Geol. Serena De Jasi  
 DIRETTORE TECNICO

**LABORATORIO DI GEOTECNICA D.I.M.M.S. CONTROL S.R.L**

 Area Industriale A.S.I. Avellino Via Campo di Fiume, 13  
 83030 Arcella di Montefredane (AV)  
 Tel. 0825.24353 Fax 0825.248705 - e-mail: info@dimms.it - P.IVA 01872430648

 M/LAB02/01.5  
 Rev. 01  
 Del 16/11/04

**PROVA EDOMETRICA  
(ASTM D2435)**

**Committente:** MaryGeo s.a.s per conto di Vittoria srl Benevento  
**Lavoro:** PUA - Riqualificazione aree urbane degradate  
**Località:** Via Rotili / Paoella - Benevento  
**N° Verbale di Accettazione:** 1953  
**Data Ricevimento Campione:** 27/06/2011  
**N° Sondaggio:** S2 **Profondità:** .  
**N° Campione:** C1 **Profondità:** 5,00-5,50  
**Tipologia di Campione:** Campione indisturbato  
**Data Esecuzione Prova:** 28/06/2011

**N° Certificato:** 100670  
**Data:** 15/7/2011  
**Pagina 3 di 4**

$\sigma_v$ (kN/m <sup>2</sup> )	cedimenti ( $\mu$ m)	$\epsilon_v$ (%)	e	mod. edo (kN/m <sup>2</sup> )	Cv (cm <sup>2</sup> /sec)	K (m/sec)
		( $\delta H/H$ )100	$e_0 - \epsilon_v(1 + e_0)$	$\delta\sigma_v / \delta\epsilon_v$	$197(H^2/t_{50})$	$9,81C_{v\gamma w}m_v 10^{-4}$
12,26	68	0,341	0,8810	-	-	-
24,52	119	0,597	0,8762	4784	-	-
49,03	261	1,303	0,8629	3473	-	-
98,07	531	2,655	0,8374	3627	-	-
196,13	939	4,694	0,7989	4809	-	-
392,27	1470	7,352	0,7487	7380	-	-
784,53	2027	10,135	0,6962	14094	-	-
1569,06	2629	13,144	0,6394	26071	-	-
3138,13	3245	16,224	0,5813	50946	-	-
784,53	2994	14,970	0,6049	-	-	-
196,13	2733	13,665	0,6296	-	-	-
49,03	2488	12,440	0,6527	-	-	-
12,26	2233	11,165	0,6767	-	-	-

**CARATTERISTICHE GENERALI DEL CAMPIONE**

UMIDITA' NATURALE, % =	30,01
DENSITA' NATURALE, Kn/m <sup>3</sup> =	18,21
DENSITA' SECCA, Kn/m <sup>3</sup> =	14,01
INDICE DEI VUOTI =	0,89
POROSITA' % =	47,02
PESO SPECIFICO DEI GRANULI, Kn/m <sup>3</sup> =	26,44
GRADO DI SATURAZIONE, % =	91
H <sub>0</sub> ( $\mu$ m) =	20000

**Lo Sperimentatore**

**Il Direttore**

*Serena De Jasi*  
**DIMMS CONTROL s.r.l.**  
 Area Industriale A.S.I. Avellino  
 Via Campo di Fiume, 13  
 83030 Arcella di Montefredane (Av)  
 P. Iva 01872430648  
 Dott. Geol. Serena De Jasi  
 DIRETTORE TECNICO



M/LAB02/01.5  
Rev. 01  
Del 16/11/04

**PROVA EDOMETRICA  
CURVE CEDIMENTI-TEMPO  
(ASTM D2435)**

**Committente:** MaryGeo s.a.s per conto di Vittoria srl Benevento

**Lavoro:** PUA - Riqualificazione aree urbane degradate

**Località:** Via Rotili / Paoella - Benevento

**N° Verbale di Accettazione:** 1953

**Data Ricevimento Campione:** 27/06/2011

**N° Sondaggio:** S2

**Profondità:** .

**N° Campione:** C1

**Profondità:** 5,00-5,50

**Tipologia di Campione:** Campione indisturbato

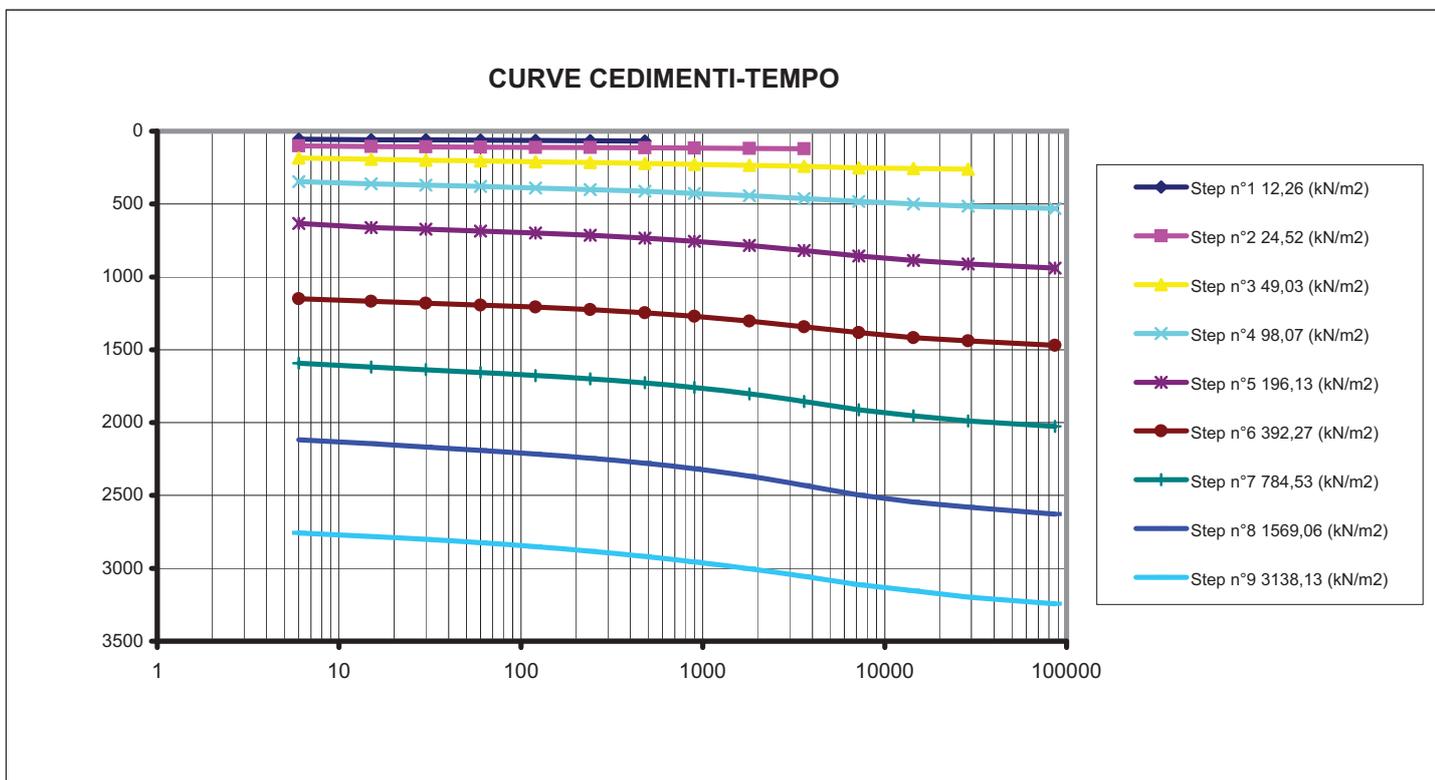
**Data Esecuzione Prova:** 28/06/2011

**N° Certificato:** 100670

**Data:** 15/7/2011

**Pagina 4 di 4**

Tempo (sec)	CEDIMENTI (µm)								
	Step n°1 12,26 (kN/m2)	Step n°2 24,52 (kN/m2)	Step n°3 49,03 (kN/m2)	Step n°4 98,07 (kN/m2)	Step n°5 196,13 (kN/m2)	Step n°6 392,27 (kN/m2)	Step n°7 784,53 (kN/m2)	Step n°8 1569,06 (kN/m2)	Step n°9 3138,13 (kN/m2)
6	55	101	185	346	633	1150	1593	2117	2758
15	58	104	193	362	661	1168	1618	2144	2782
30	60	106	198	371	673	1180	1636	2167	2801
60	62	108	204	380	685	1193	1656	2191	2824
120	64	111	209	389	699	1208	1677	2217	2852
240	67	112	215	400	715	1225	1699	2245	2883
480	68	115	221	412	735	1247	1727	2278	2918
900		116	228	427	755	1271	1759	2316	2956
1800		118	235	443	785	1304	1802	2368	3003
3600		119	242	463	819	1343	1856	2431	3056
7200			251	482	856	1383	1912	2497	3112
14400			256	500	888	1418	1954	2546	3153
28800			261	514	911	1440	1988	2581	3198
86400				531	939	1470	2027	2629	3245



**Lo Sperimentatore**

*Signature of the experimenter*

**Il Direttore**

*Signature of the director*  
**DIMMS CONTROL s.r.l.**  
 Area Industriale A.S.I. Avellino  
 Via Campo di Fiume, 13  
 83030 Arcella di Montefredane (Av)  
 P. Iva 01872430648  
 Dott. Geol. Serena De Iasi  
 DIRETTORE TECNICO





\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

**PROVE GEOTECNICHE DI  
LABORATORIO PREGRESSE**

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*



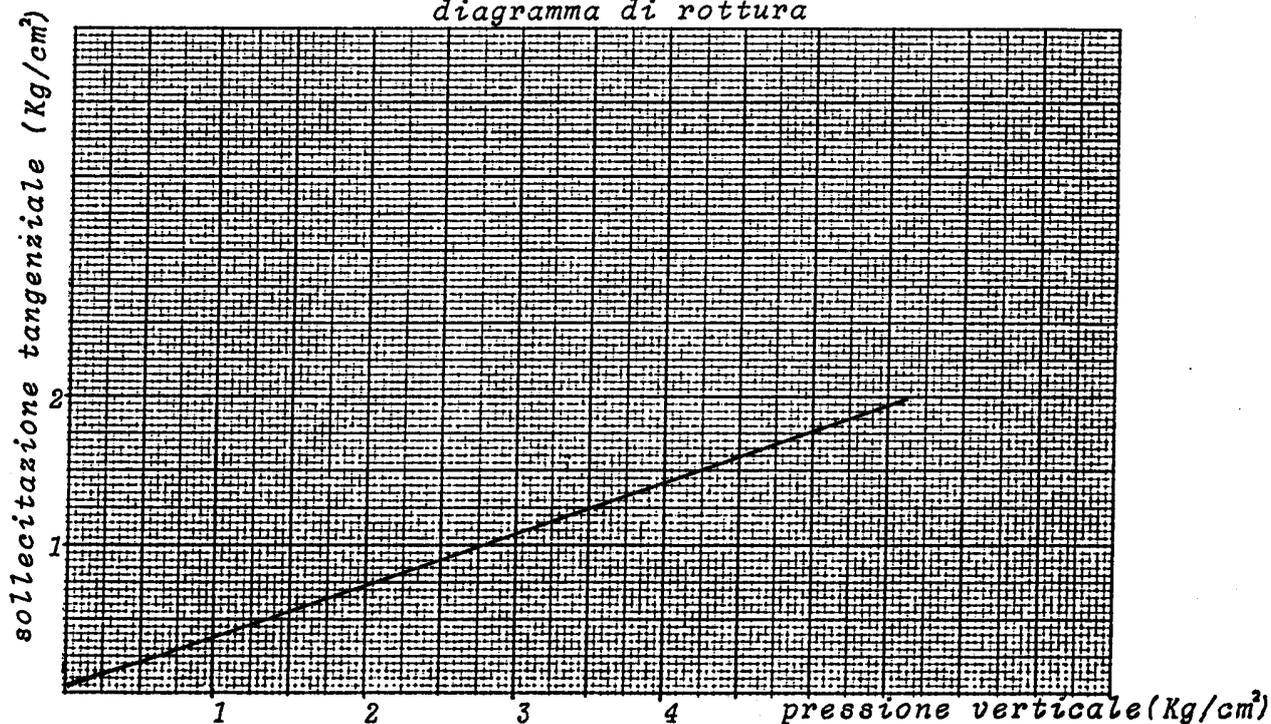
laboratorio di geotecnica

Comune di <u>Benevento - C.da Cretarossa</u>
Cantiere <u>Cooperativa Edilizia "S. Rita"</u>
Sondaggio <u>S1</u> Campione <u>C1</u>
Profondità da <u>8.50 m</u> a <u>8.90 m</u>

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

provino (A=36 cm <sup>2</sup> ; 2h=2 cm; V=72 cm <sup>3</sup> )	n°	1	2	3
pressione verticale	kg/cm <sup>2</sup>	3.00	2.00	1.00
tempo di consolidazione	h	18	18	18
cedimento finale	mm	3.78	2.05	1.15
sollecitazione tangenziale	kg/cm <sup>2</sup>	1.06	0.72	0.37
deformazione trasversale	mm	3.67	3.09	2.01
velocità di deformazione	mm/min	0.0200	0.0200	0.0200

diagramma di rottura



angolo di attrito $\varphi' = 18.5^\circ$	coesione $C' = 0.05 \text{ Kg/cm}^2$
---	--------------------------------------

*laboratorio di geotecnica*

*Comune di Benevento - C.da Cretarossa*

*Cantiere Cooperativa Edilizia "S. Rita"*

*Sondaggio S1 Campione C2*

*Profondità da 11.50 m a 12.00 m*

*CARATTERISTICHE GENERALI*

*Peso specifico dei grani*  $\gamma_g = \underline{2.73} \text{ gr/cm}^3$

*Peso dell'unità di volume*  $\gamma = \underline{2.02} \text{ gr/cm}^3$

*Contenuto in acqua*  $W = \underline{19.67} \%$

*Peso secco*  $\gamma_s = \underline{1.69} \text{ gr/cm}^3$

*Indice dei vuoti*  $e = \underline{0.62}$

*Porosità*  $n = \underline{38.17} \%$

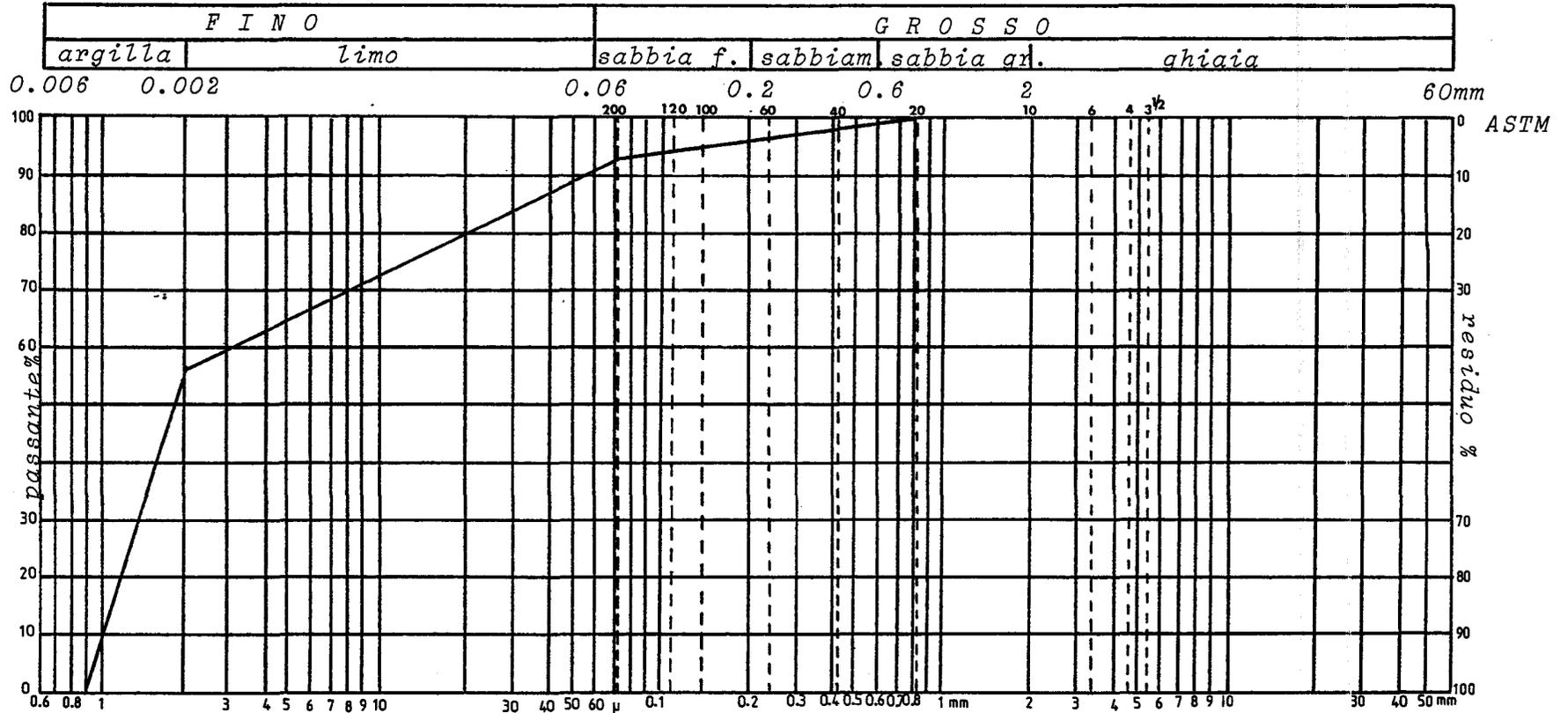
*Grado di saturazione*  $S_r = \underline{86.99} \%$

laboratorio di geotecnica

S1 - C2

11.50 - 12.00

CURVA GRANULOMETRICA



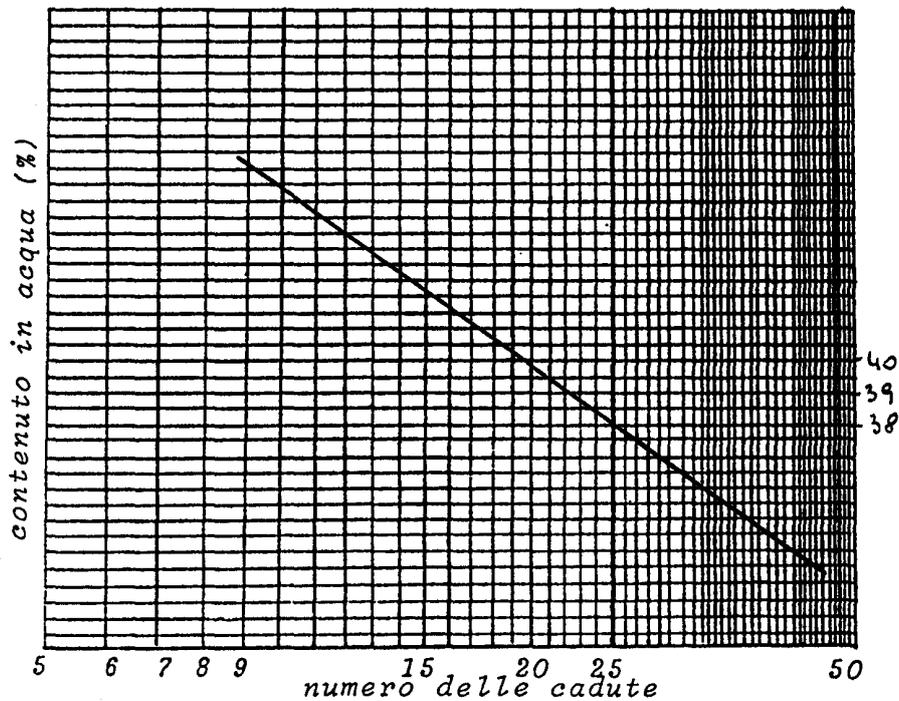
definizione granulometrica: argilla debolmente sabbiosa con limo (A.G.I.)  
 analisi eseguita con setacciatura ed aerometria  
 in base alle norme A.S.T.M.

ghiaia 11 % sabbia 7.74 %  
 limo 36.14 % argilla 56.12 %

laboratorio di geotecnica

Comune di Benevento - C.da Cretarossa	
Cantiere Cooperativa Edilizia "S. Rita"	
Sondaggio S1	Campione C2
Profondità da 11.50m a 12.00 m	

LIMITI DI ATTERBERG

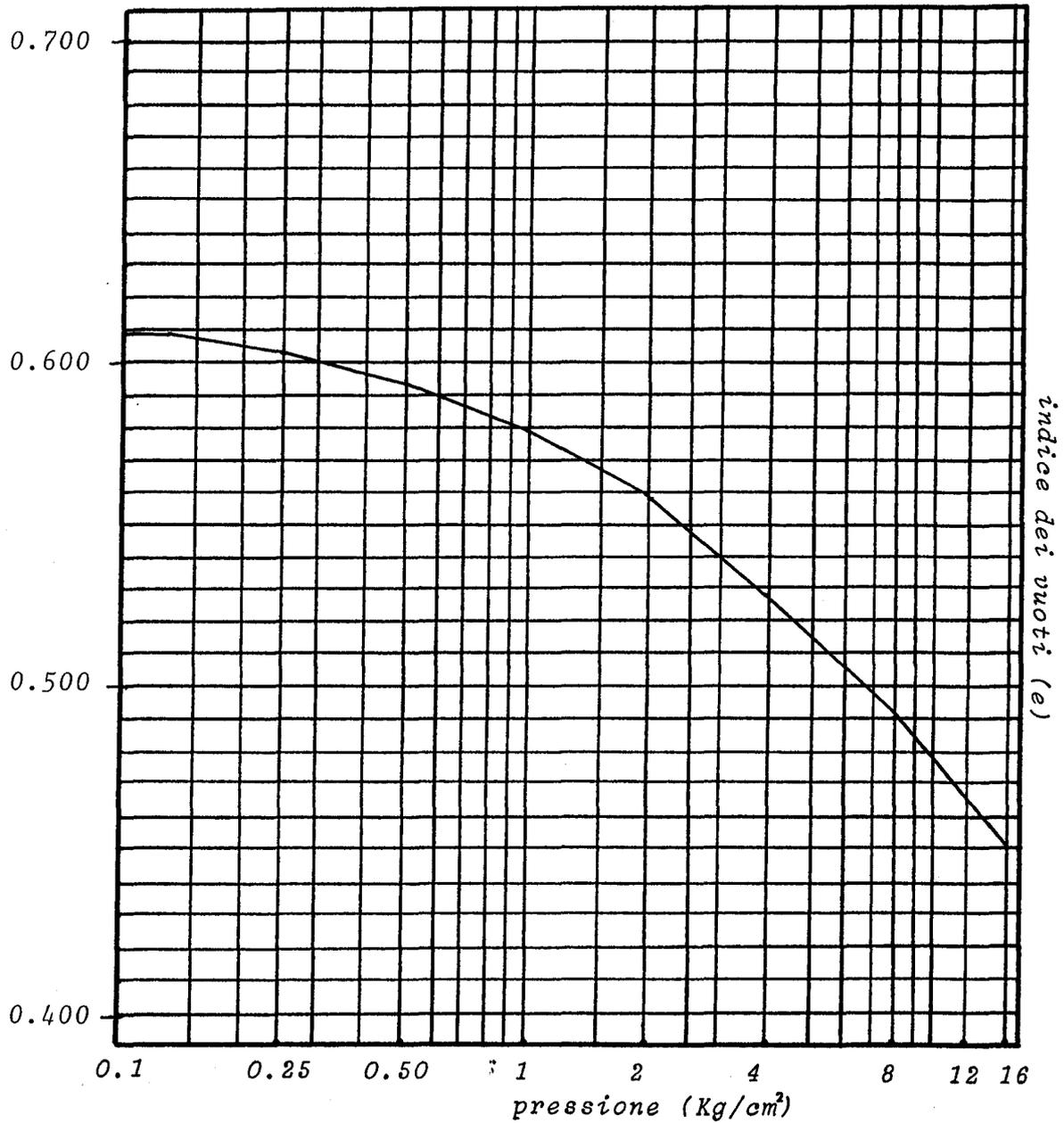


- LL - limite di liquidità= 38.04 %
- LP - limite di plasticità= 23.16 %
- $I_L$  - indice di liquidità= %
- $I_P$  - indice di plasticità= 14.88 %
- $LR^B$  - limite di ritiro= %
- R - ritiro= %
- A - attività= \_\_\_\_\_
- compressibilità= \_\_\_\_\_
- $I_c$  - indice di consistenza e relativa classifica 1.23-semisolida



*laboratorio di geotecnica*

*CURVA DI COMPRESSIBILITA'*



*campione: S1 - C2*

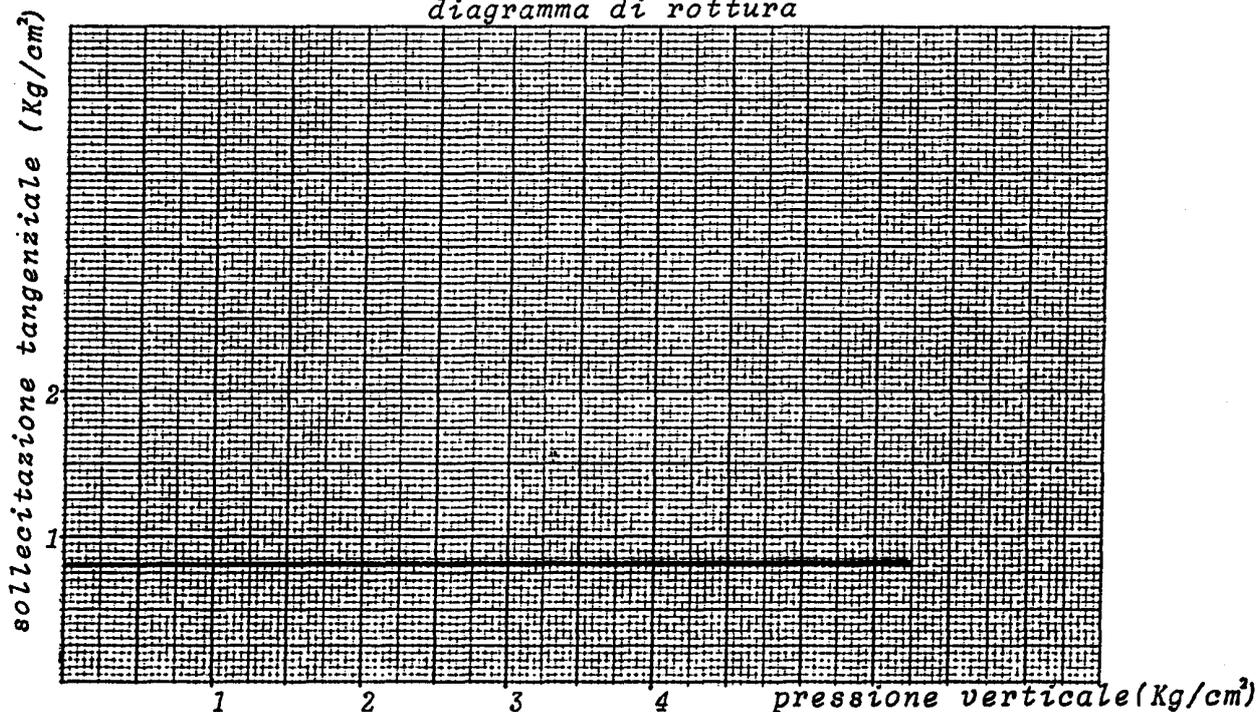
laboratorio di geotecnica

Comune di <u>Benevento</u> - C.da <u>Cretarossa</u>
Cantiere <u>Cooperativa Edilizia "S. Rita"</u>
Sondaggio <u>S1</u> Campione <u>C2</u>
Profondità da <u>11.50 m</u> a <u>12.00 m</u>

PROVA DI TAGLIO DIRETTO tipo U.U.

provino (A=36 cm <sup>2</sup> ; 2h=2 cm; V=72 cm <sup>3</sup> )	n°	1	2	3
pressione verticale	kg/cm <sup>2</sup>	3.00	2.00	1.00
tempo di consolidazione	h	//	//	//
cedimento finale	mm	//	//	//
sollecitazione tangenziale	kg/cm <sup>2</sup>	0.81	0.80	0.80
deformazione trasversale	mm	//	//	//
velocità di deformazione	mm/min	2.000	2.000	2.000

diagramma di rottura



angolo di attrito $\varphi = 0.00$	coesione $C_f = 0.80$ Kg/cm <sup>2</sup>
------------------------------------	--

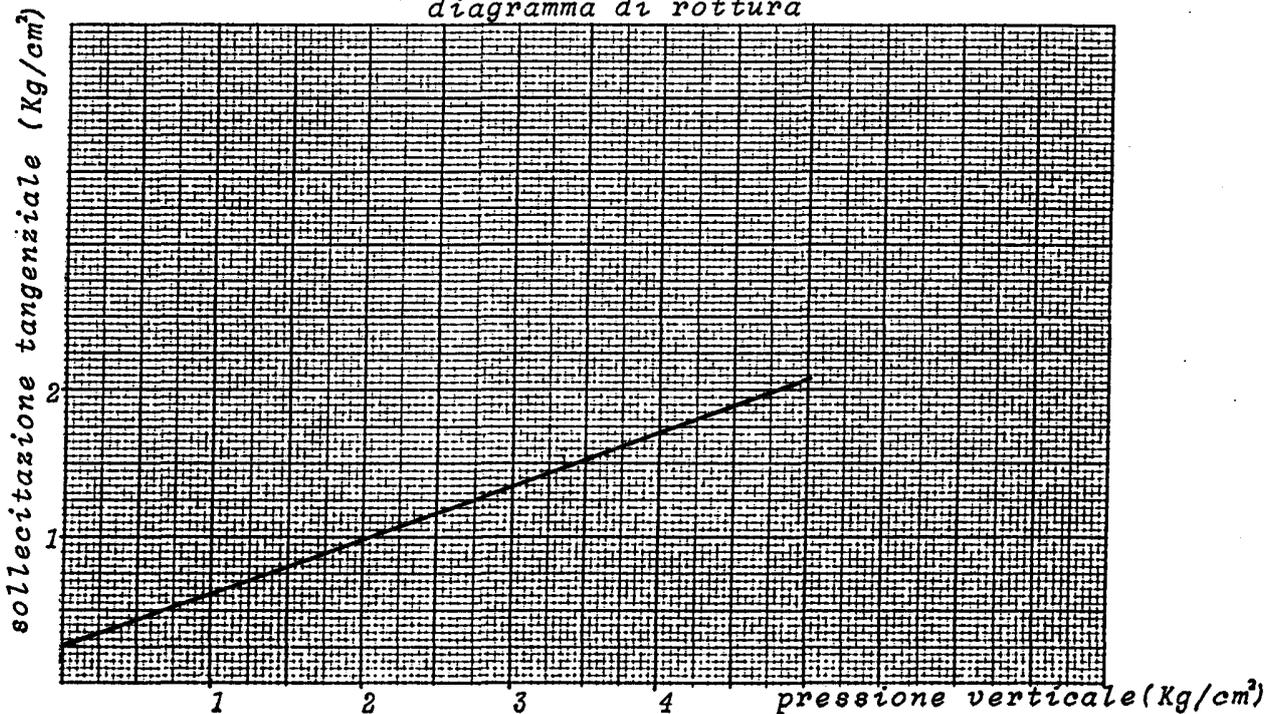
laboratorio di geotecnica

Comune di	Benevento - C.da Cretarossa	
Cantiere	Cooperativa Edilizia "S. Rita"	
Sondaggio	S1	Campione C2
Profondità da	11.50 m	a 12.00 m

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

provino (A=36 cm <sup>2</sup> ; 2h=2 cm; V=72 cm <sup>3</sup> )	n°	1	2	3
pressione verticale	kg/cm <sup>2</sup>	3.00	2.00	1.00
tempo di consolidazione	h	24	24	24
cedimento finale	mm	2.18	1.70	0.86
sollecitazione tangenziale	kg/cm <sup>2</sup>	1.35	0.99	0.61
deformazione trasversale	mm	4.78	3.15	2.60
velocità di deformazione	mm/min	0.00700	0.00700	0.00700

diagramma di rottura



angolo di attrito $\varphi' = 20^\circ$	coesione $C' = 0.25 \text{ Kg/cm}^2$
---	--------------------------------------

*laboratorio di geotecnica*

<i>Comune di Benevento - C.da Cretarossa</i>	
<i>Cantiere Cooperativa Edilizia "S. Rita"</i>	
<i>Sondaggio S2</i>	<i>Campione C1</i>
<i>Profondità da 3.60m</i>	<i>a 4.00 m</i>

*CARATTERISTICHE GENERALI*

*Peso specifico dei grani*  $\gamma_g = \underline{2.59} \text{ gr/cm}^3$

*Peso dell'unità di volume*  $\gamma = \underline{1.43} \text{ gr/cm}^3$

*Contenuto in acqua*  $W = \underline{64.10} \%$

*Peso secco*  $\gamma_s = \underline{0.87} \text{ gr/cm}^3$

*Indice dei vuoti*  $e = \underline{1.97}$

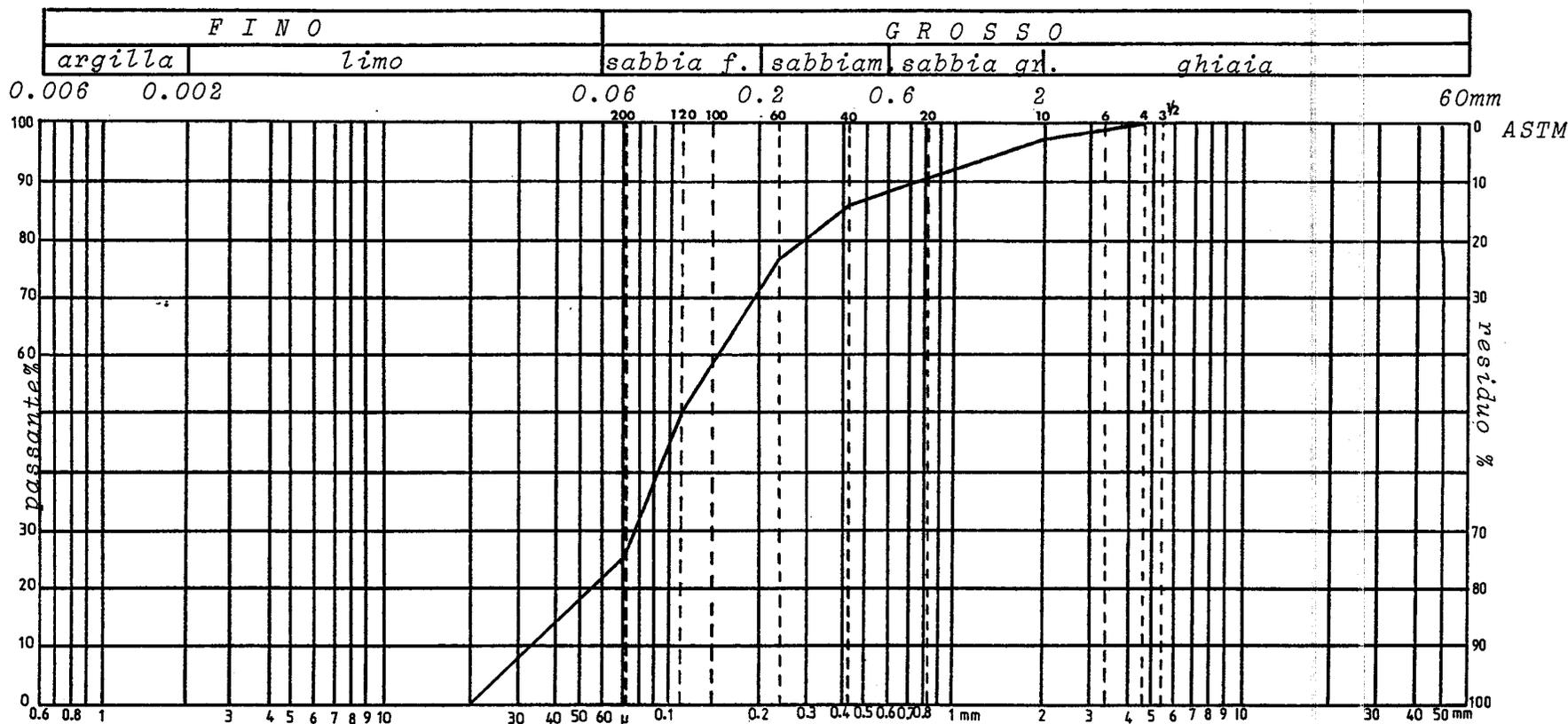
*Porosità*  $n = \underline{66.35} \%$

*Grado di saturazione*  $S_r = \underline{84.18} \%$

laboratorio di geotecnica

S2 - C1  
3.60 - 4.00

CURVA GRANULOMETRICA



definizione granulometrica: sabbia limosa (A.G.I.)

ghiaia 3.04 % sabbia 73.01 %

analisi eseguita con setacciatura ed aerometria

in base alle norme A.S.T.M.

limo 23.95 % argilla 11 %

laboratorio di geotecnica

Comune di Benevento - C.da Cretarossa

Cantiere Cooperativa Edilizia "S. Rita"

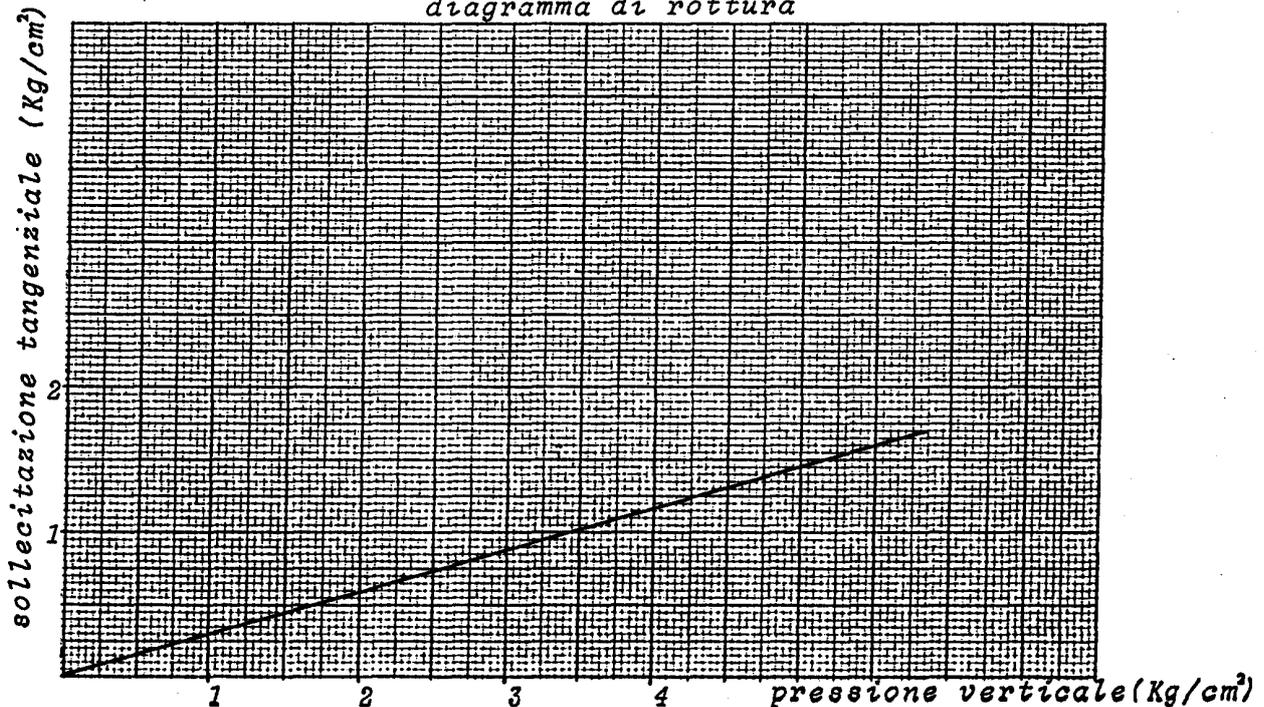
Sondaggio S2 Campione C1

Profondità da 3.60 m a 4.00 m

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

provino (A=36 cm <sup>2</sup> ; 2h=2 cm; V=72 cm <sup>3</sup> )	n°	1	2	3
pressione verticale	kg/cm <sup>2</sup>	3.00	2.00	1.00
tempo di consolidazione	h	18	18	18
cedimento finale	mm	4.18	3.05	1.81
sollecitazione tangenziale	kg/cm <sup>2</sup>	0.88	0.60	0.30
deformazione trasversale	mm	3.64	3.18	2.10
velocità di deformazione	mm/min	0.0200	0.0200	0.0200

diagramma di rottura



angolo di attrito  $\varphi^i = 16^\circ$

coesione  $C^i = 0.00 \text{ Kg/cm}^2$

*laboratorio di geotecnica*

*Comune di Benevento - C.da Cretarossa*

*Cantiere Cooperativa Edilizia "S. Rita"*

*Sondaggio S2 Campione C2*

*Profondità da 6.70 m a 7.10 m*

*CARATTERISTICHE GENERALI*

*Peso specifico dei grani*  $\gamma_g = \underline{2.71} \text{ gr/cm}^3$

*Peso dell'unità di volume*  $\gamma = \underline{1.98} \text{ gr/cm}^3$

*Contenuto in acqua*  $W = \underline{23.08} \%$

*Peso secco*  $\gamma_s = \underline{1.61} \text{ gr/cm}^3$

*Indice dei vuoti*  $e = \underline{0.68}$

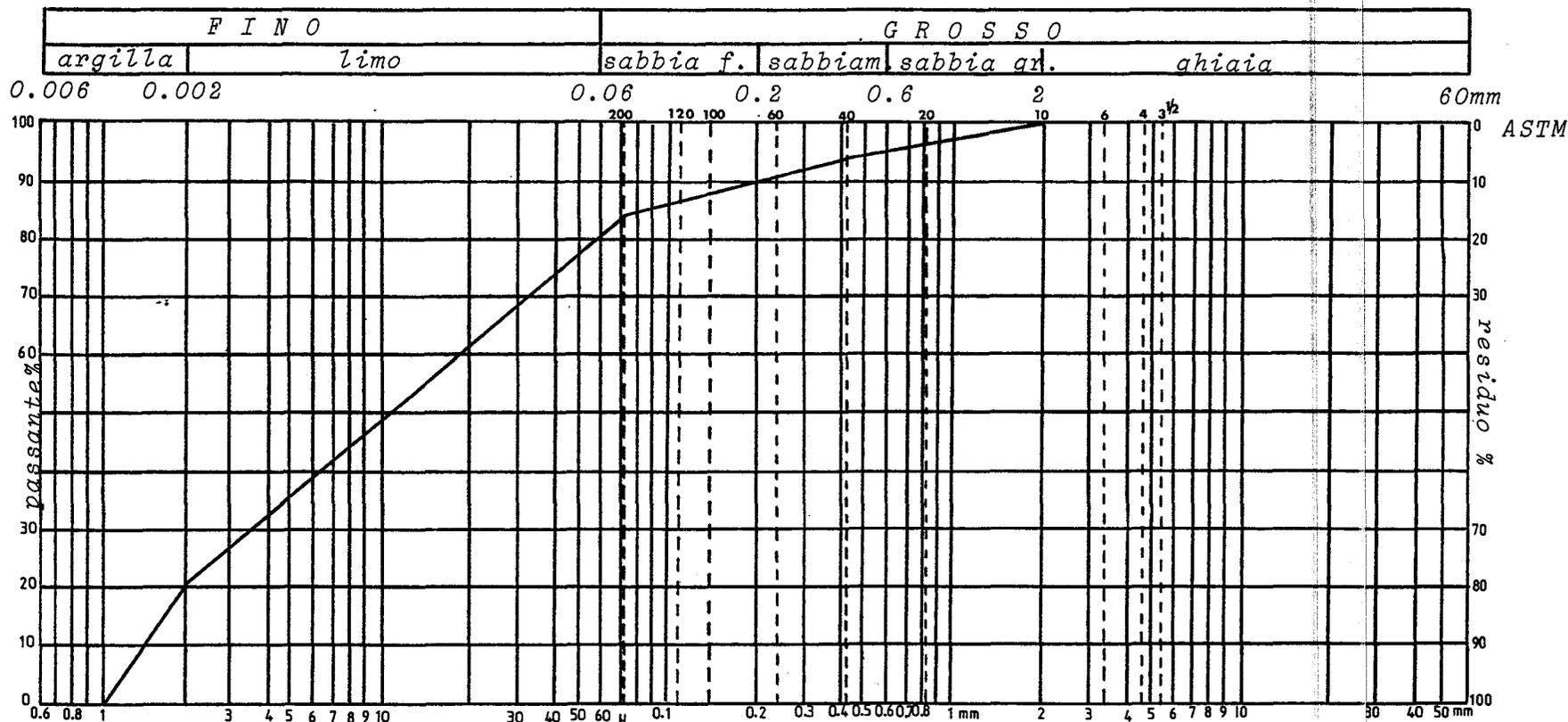
*Porosità*  $n = \underline{40.64} \%$

*Grado di saturazione*  $S_r = \underline{91.37} \%$

laboratorio di geotecnica

S2 - C2  
6.70 - 7.10

CURVA GRANULOMETRICA



definizione granulometrica: argilla limoso sabbiosa (A.G.I.)

analisi eseguita con setacciatura ed aerometria

in base alle norme A.S.T.M.

ghiaia 11 % sabbia 16.32 %

limo 20.66 % argilla 63.02 %

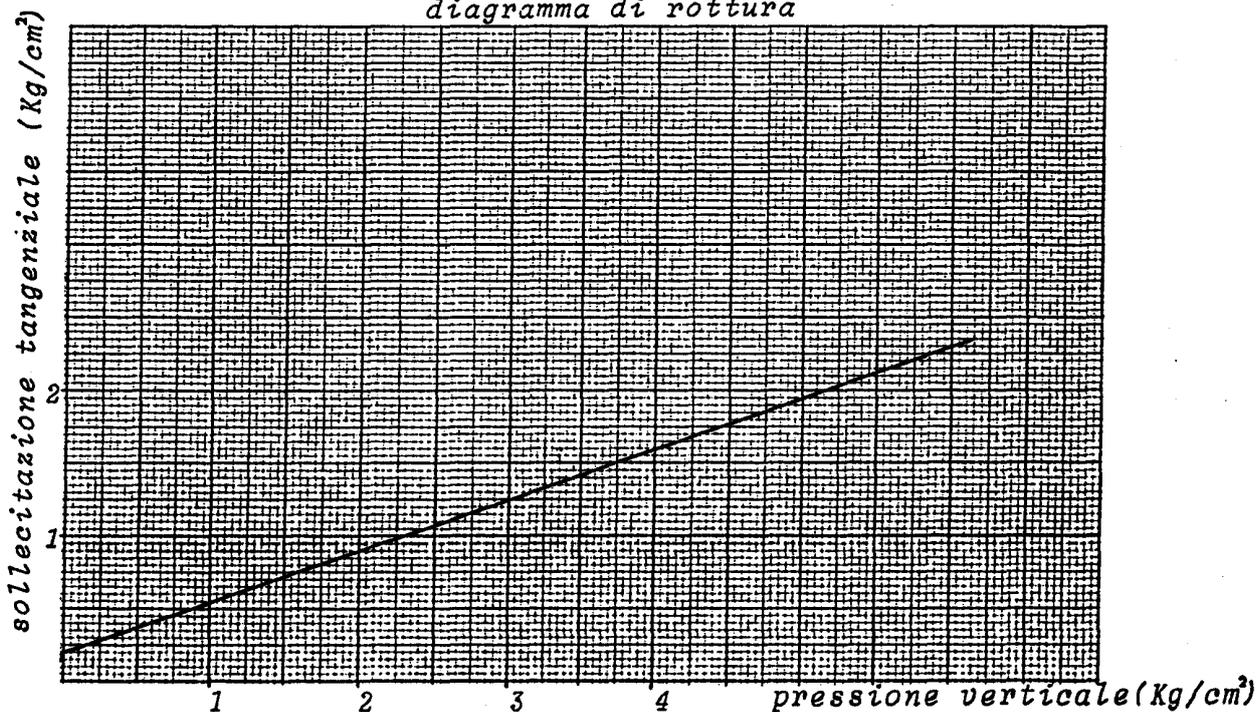
laboratorio di geotecnica

Comune di <u>Benevento</u> - C. da <u>Cretarossa</u>	
Cantiere <u>Cooperativa Edilizia "S. Rita"</u>	
Sondaggio <u>S2</u>	Campione <u>C2</u>
Profondità da <u>6.70 m</u> a <u>7.10 m</u>	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

provino (A=36 cmq; 2h=2 cm; V=72 cm <sup>3</sup> )	n°	1	2	3
pressione verticale	kg/cm <sup>2</sup>	3.00	2.00	1.00
tempo di consolidazione	h	24	24	24
cedimento finale	mm	2.30	1.45	0.91
sollecitazione tangenziale	kg/cm <sup>2</sup>	1.25	0.91	0.55
deformazione trasversale	mm	3.97	3.53	2.17
velocità di deformazione	mm/min	0.00700	0.00700	0.00700

diagramma di rottura



angolo di attrito $\varphi^1 = 19^\circ$	coesione $C^1 = 0.20$ Kg/cm <sup>2</sup>
--	--

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

**PROVE PENETROMETRICHE  
PREGRESSE**

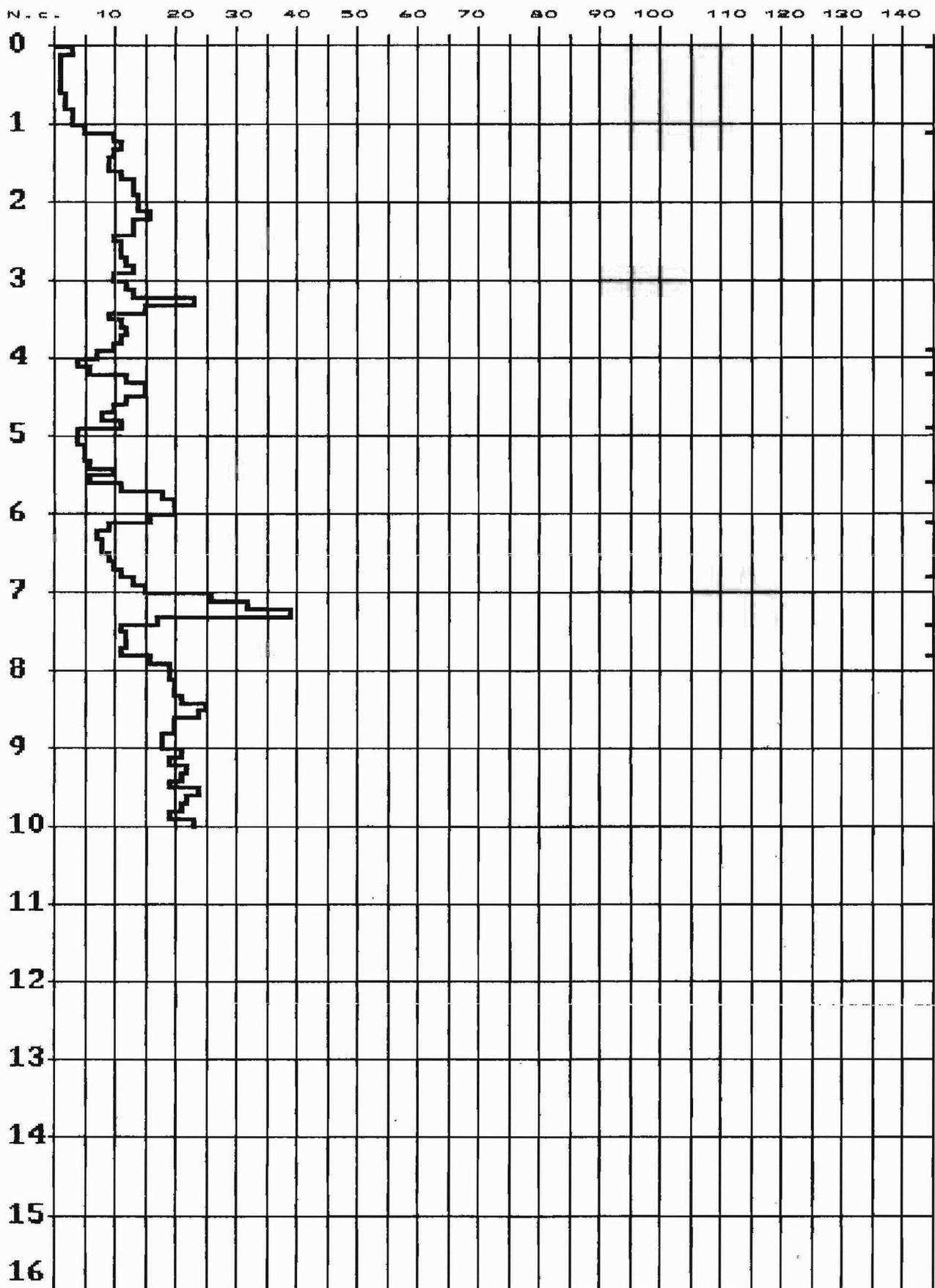
\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*



# Prova penetrometrica n. 1

Localita' BENEVENTO - Rione Mellusi



Penetrometri Pagani (PC) - TG 3020 4x4 semovente statico e dinamico

## Prova statico-dinamica n. 1

Localita' BENEVENTO - Rione Mellusi

Tabella dei parametri geotecnici

Str. n.	Profondita' m.	P. Dinamica		P. Statica	
		N <sub>3020</sub>	N <sub>spt</sub>	R <sub>p</sub> kg/cmq	$\alpha$
1	0 - 1.1	1	4	-	-
2	1.1 - 3.9	11	15	-	-
3	3.9 - 4.2	5	8	-	-
4	4.2 - 4.9	11	14	-	-
5	4.9 - 5.6	5	7	-	-
6	5.6 - 6.1	15	19	-	-
7	6.1 - 6.8	8	11	-	-
8	6.8 - 7.4	18	22	-	-
9	7.4 - 7.8	11	15	-	-
10	7.8 - 10	19	23	-	-

$$N_{3020} = [\Sigma(N) + N_k]/2$$

$$R_p = [\Sigma(R_p) + R_{pk}]/2$$

$$\alpha = R_p/N_{spt}$$

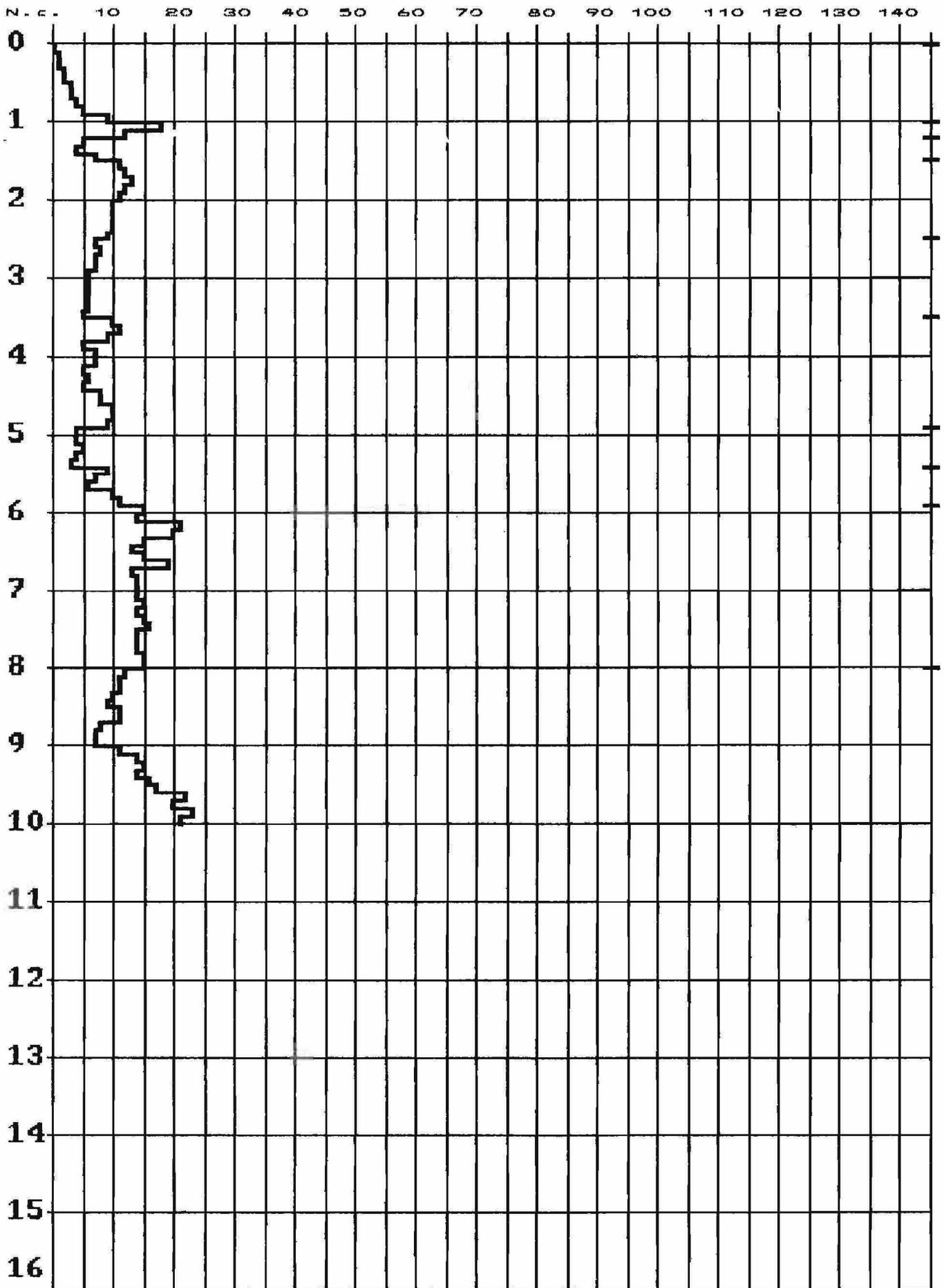
DR %	Angolo d' Attrito	
	$\varphi$ -	$\varphi_r$ l. shear
16	28	20
45	32	27
30	29	22
43	31	27
27	29	21
52	33	30
38	30	25
56	34	32
45	32	27
57	34	33

Per Dr > 70%  $\varphi = \varphi_r$  (g. shear)Per Dr < 20%  $\text{tg} \varphi_r = 2/3 \cdot \text{tg} \varphi$  (l. shear)

Per 70% &gt; Dr &gt; 20%, interpolazione gen. e loc.

# Prova penetrometrica n.2

Localita' BENEVENTO - Rione Mellusi



Penetrometri Pagani (PC) - TG 3020 4x4 semovente statico e dinamico

## Prova statico-dinamica n.2

Localita' BENEVENTO - Rione Mellusi

Tabella dei parametri geotecnici

Str. n.	Profondita' m.	P. Dinamica		P. Statica	
		N <sub>3020</sub>	N <sub>apt</sub>	R <sub>p</sub> kg/cm <sup>2</sup>	α
1	0 - 1	2	4	-	-
2	1 - 1.2	13	18	-	-
3	1.2 - 1.5	5	7	-	-
4	1.5 - 2.5	10	14	-	-
5	2.5 - 3.5	6	8	-	-
6	3.5 - 4.9	7	10	-	-
7	4.9 - 5.4	4	6	-	-
8	5.4 - 5.9	8	10	-	-
9	5.9 - 8	14	18	-	-
10	9.10 - 10	16	20	-	-

$$N_{3020} = [\sum(N) + N_k]/2$$

$$R_p = [\sum(R_p) + R_{pk}]/2$$

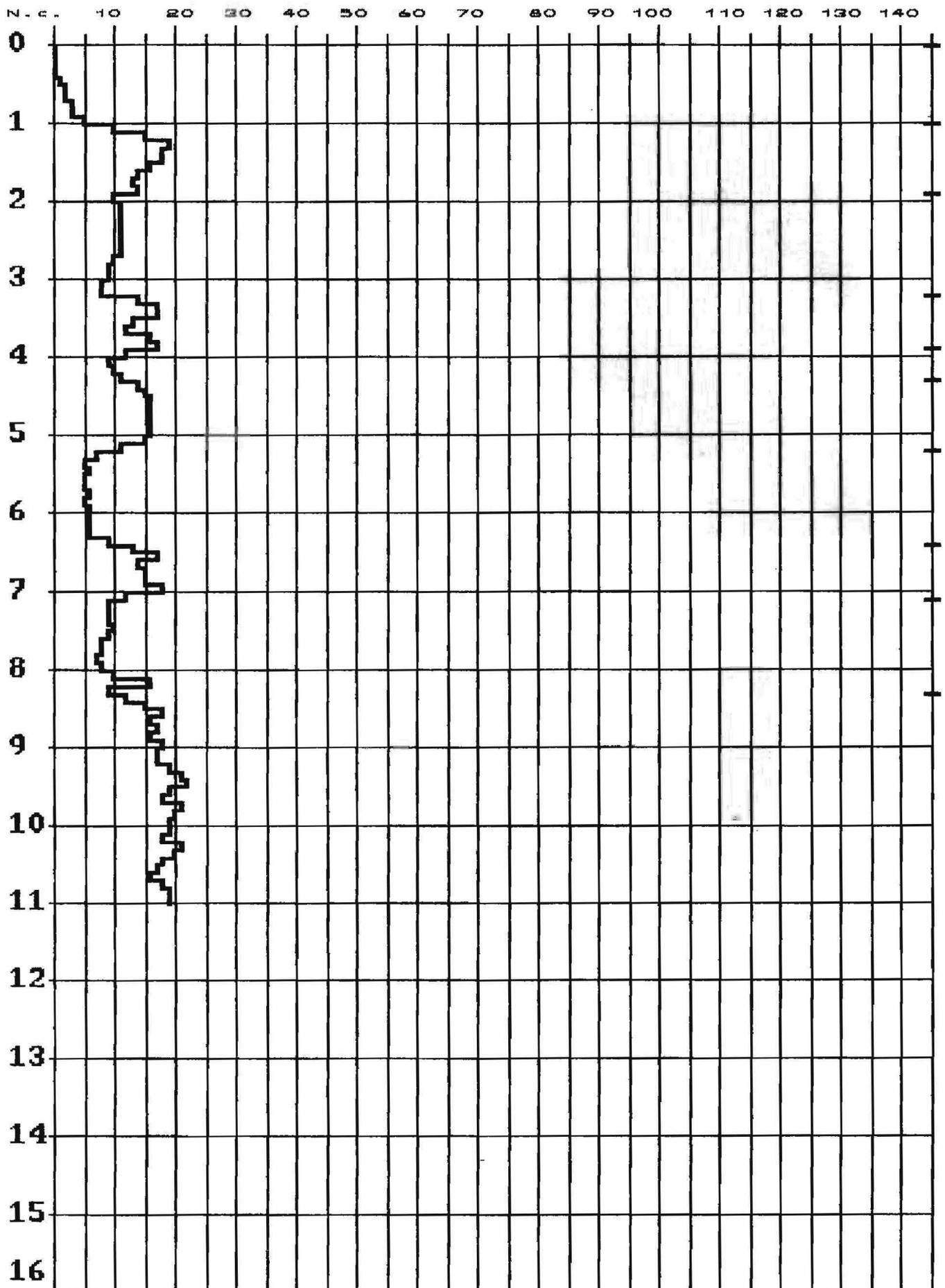
$$\alpha = R_p/N_{apt}$$

Angolo DR %	d' Attrito	
	ϕ -	ϕ <sub>r</sub> l. shear
16	28	20
50	33	30
27	29	21
43	31	27
32	30	24
34	30	24
24	29	21
36	30	24
51	33	30
53	33	31

Per  $Dr > 70\%$   $\phi = \phi_r$  (g. shear)  
 Per  $Dr < 20\%$   $\text{tg} \phi_r = 2/3 \cdot \text{tg} \phi$  (l. shear)  
 Per  $70\% > Dr > 20\%$ , interpolazione gen. e loc.

# Prova penetrometrica n.3

Localita' BENEVENTO - Rione Mellusi



Penetrometri Pagani (PC) - TG 3020 4x4 semovente statico e dinamico

Prova statico-dinamica n.3

Localita' BENEVENTO - Rione Mellusi

Tabella dei parametri geotecnici

Str. n.	Profondita' m.	P. Dinamica		P. Statica	
		N <sub>3020</sub>	N <sub>opt</sub>	R <sub>p</sub> kg/cmq	α
1	0 - 1	1	3	-	-
2	1 - 1.9	14	18	-	-
3	1.9 - 3.2	9	13	-	-
4	3.2 - 3.9	14	18	-	-
5	3.9 - 4.3	10	13	-	-
6	4.3 - 5.2	14	18	-	-
7	5.2 - 6.4	5	8	-	-
8	6.4 - 7.1	14	18	-	-
9	7.1 - 8.3	8	11	-	-
10	8.3 - 11	17	21	-	-

DR %	Angolo d'Attrito	
	ϕ -	ϕ <sub>r</sub> l. shear
10	28	20
51	33	30
41	31	26
51	33	30
41	31	26
51	33	30
30	29	22
51	33	30
38	30	25
54	34	32

$$N_{3020} = [\Sigma(N) + N_k] / 2$$

$$R_p = [\Sigma(R_p) + R_{pk}] / 2$$

$$\alpha = R_p / N_{opt}$$

Per Dr > 70% ϕ = ϕ<sub>r</sub> (g. shear)  
Per Dr < 20% tg ϕ<sub>r</sub> = 2/3 - tg ϕ (l. shear)  
Per 70% > Dr > 20%, interpolazione gen. e loc.

Prova statico-dinamica n. 1 - 2 - 3

Localita' Benevento - Rione Mellusi

Tabella dei parametri geotecnici

Str. n.	Profondita' m.	P. Dinamica		P. Statica	
		$N_{3020}$	$N_{spt}$	$R_p$ kg/cmq	$\alpha$
1	0 - 1	1	4	-	-
2	1 - 4.9	10	14	-	-
3	4.9 - 5.7	6	8	-	-
4	5.7 - 10	14	18	-	-

DR %	Angolo d' Attrito	
	$\varphi$ -	$\varphi_r$ l. shear
16	28	20
43	31	27
32	30	24
50	33	30

$$N_{3020} = [\Sigma(N) + N_k] / 2$$

$$R_p = [\Sigma(R_p) + R_{pk}] / 2$$

$$\alpha = R_p / N_{spt}$$

Per  $Dr > 70\%$   $\varphi = \varphi_r$  (g. shear)  
 Per  $Dr < 20\%$   $\text{tg} \varphi_r = 2/3 \cdot \text{tg} \varphi$  (l. shear)  
 Per  $70\% > Dr > 20\%$ , interpolazione gen. e loc.



\*\*\*\*\*

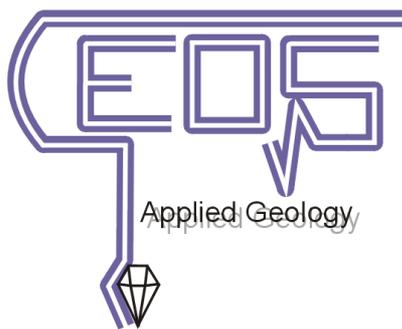
\*\*\*\*\*

# ***PROSPEZIONE SISMICA***

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*





- **Geologia-Tecnica**
- **Geofisica**
- **Idrogeologia**
- **Ambiente e Territorio**

STUDIO GEOLOGICO  
 Dott.ssa Sara Polcino  
 Via Papa Giovanni XXIII, 16  
 82030 - PAUPISI (BN)

P.iva: 01364740629  
 Info: 0824872890  
 3471324351  
 sarapolcino@virgilio.it

<b>INDAGINE SISMICA TIPO:</b>		<b>Multichannel Analysis of Surfaces Waves MASW</b>	
<b>OGGETTO:</b>	<b>(PUA) RIQUALIFICAZIONE AREE URBANE DEGRADATE</b>		
<b>PROVA:</b>	<b>MASW-01</b>	<b>LOCALITA':</b>	<b>Via Rotoli/Via Paolella BENEVENTO (BN)</b>
<b>COMMITTENTE:</b>	<b>Marygeo</b>	<b>DITTA:</b>	<b>Soc. Vittoria s.r.l.</b>
<b>DATA:</b>	<b>02 Luglio 2011</b>	<b>DIRETTORE LAVORI D'INDAGINE</b>	<b>Dott. Fioravante BOSCO</b>
<b>MAPPA UBICAZIONE INDAGINE:</b>			
<b>Il Tecnico Progettista:</b>		<b>Il Direttore dei Lavori d'Indagine:</b>	
-----		-----	

## INTRODUZIONE

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

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

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

## STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

**Il sismografo** ECO 2002 della Ambrogeo (Piacenza - Italy) a 16 Bit e 24 canali è dotato di incremento automatico del segnale con algoritmo di sommatoria e consente la visione in simultanea delle tracce sismiche sullo schermo del computer. Si può, inoltre, manipolare il segnale con appositi filtri sia in ingresso che a posteriori, verificare il livello di rumori generati da sorgenti estranee (vento, rumori naturali, mezzi meccanici, ecc.) e scegliere l'amplificazione più idonea del segnale in maniera differenziata per ogni canale.



Number of channels 24 Sampler interval 0,296 msec A/D Conversion 16 bit Amplifiers Input impedance 1 KOhm Gain 10 dB - 100 dB, step 1 dB Saturation tension +/- 2,3 V Saturation level 100 dB Distorsion 0,01% Sampler 25 msec (191 points) 50 msec (383 points) 100 msec (756 points) 200 msec (1530 points) 400 msec (3060 points) 800 msec (6121 points) Sampling 130 micro/sec Record length 25-50 - 10 -20 -400-800 millisecc Filter low pass from 50 to 950 Hz, step 1 Hz Digital Filter (Fir) low pass 1000-900-800-700-600-500-400-300-200-100-50 Hz Digital Filter (Fir) high pass 0-25-50-75-100-125-150-175-200-225-250 Hz Frequency response 7-950 Hz, filter at 950 Hz Dynamic range 93 dB Noise 0,66 uV rms, gain = 55 dB Crosstalk 52 dB, gain = 55 dB Power 12 V

**Il geofoni verticali** rivelano la variazione di velocità di oscillazione al suolo (nel caso specifico in direzione verticale) prodotta dal passaggio delle onde sismiche tramite lo spostamento relativo smorzato di

una massa inerziale rispetto all'involucro esterno solidale con il terreno. Tale spostamento induce una variazione del campo elettro-magnetico che si traduce in variazione del potenziale elettrico che è la grandezza effettivamente rilevata. Il rapporto tra l'oscillazione reale del suolo e quella della massa inerziale in funzione delle frequenze del moto è definita dalla curva caratteristica del geofono; in tale curva, la frequenza caratteristica definisce il limite inferiore al disopra del quale il rapporto di oscillazione tra il suolo e la massa inerziale è pari ad 1.

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



## METODOLOGIA

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

Il metodo MASW è una tecnica di indagine non invasiva (non è necessario eseguire perforazioni o scavi), che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali  $V_s$ , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori posti sulla superficie del suolo. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Reyleigh, che viaggiano ad una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Reyleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D, Aki, K and Richards, P.G., 1980) o, detto in maniera equivalente, la velocità di fase o di gruppo apparente delle onde di Reyleigh dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi forniscono informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo.

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

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

- calcolo della velocità di fase, o curva di dispersione, apparente sperimentale;

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

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

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

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

Sperimentatore

**Dott.ssa Geol. Sara POLCINO**





Applied Geology

STUDIO GEOLOGICO  
 Dott.ssa Sara Polcino  
 Via Papa Giovanni XXII, 16  
 82030 - PAUPISI (BN)

- **Geologia-Tecnica**
- **Geofisica**
- **Idrogeologia**
- **Ambiente e Territorio**

P.iva: 01364740629  
 Info: 082 48 72 890  
 347 1324 351  
 sarapolcino@virgilio.it

Località: <b>BENEVENTO</b>	
Zona: <b>Via Rotoli/Via Paoella</b>	
Committente: <b>Marygeo s.a.s.</b>	Data di elaborazione: <b>02/07/2011</b>
Proprietario:	Data di acquisizione: <b>30/06/2011</b>

## PROSPEZIONE SISMICA - MASW - LINEA SISMICA MASW 1

### MODALITA' DI ACQUISIZIONE

#### MASW1

Acquisitore tipo: <b>ECO 24 CH "AMBROGEO"</b>	Punti di camp. per canale <b>7651</b>	Ritardo (ms) <b>0.00</b>
Canali impiegati <b>24</b>	Punti di camp. Totali <b>183624</b>	Energizzatore <b>MECCANICO</b>
Intervallo acquisizione (ms) <b>0.131</b>	Amplificazione <b>DIFFER. PER CANALE</b>	Starter <b>MECCANICO</b>
Tempo di campionamento (ms) <b>1000</b>	Filtro PB in acq. (Hz) <b>NESSUNO</b>	Sommatorie <b>NESSUNA</b>

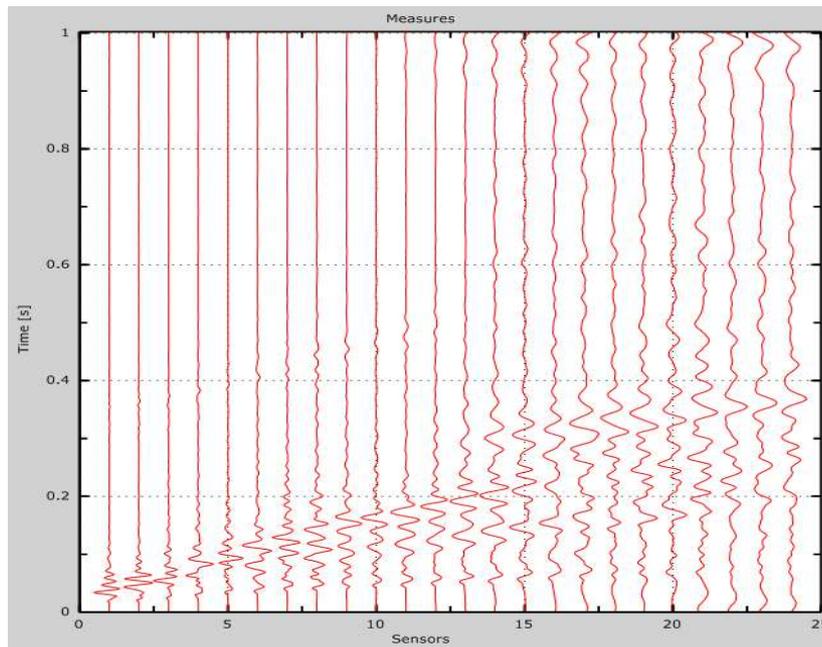
### CARATTERISTICHE DELLO STENDIMENTO

N° Geofoni <b>24</b>
Punti di energizzazione <b>2</b>
Distanza intergeof. (m) <b>2.00</b>
Lungh.stendim. (m) <b>48.00</b>
Lungh. linea sismica (m) <b>48.00</b>



MASW1

**TRACCE SISMICHE RILEVATE**



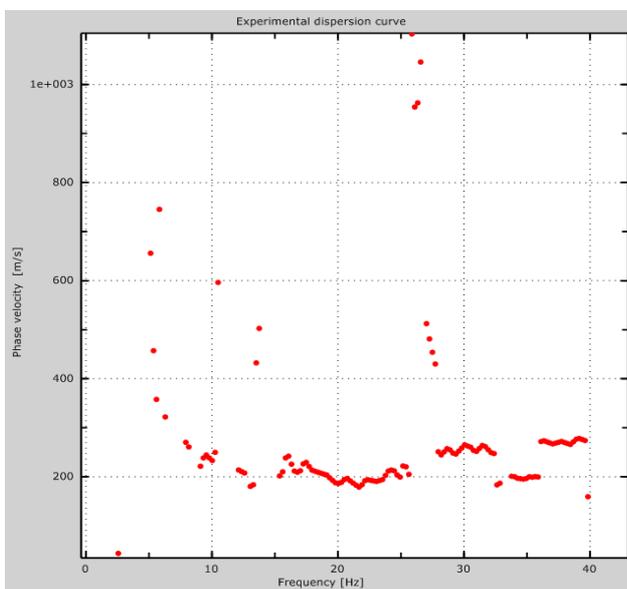
Intervallo di analisi    1000    ms  
N. geofoni utilizzati    20

**CURVA DI DISPERSIONE SPERIMENTALE**

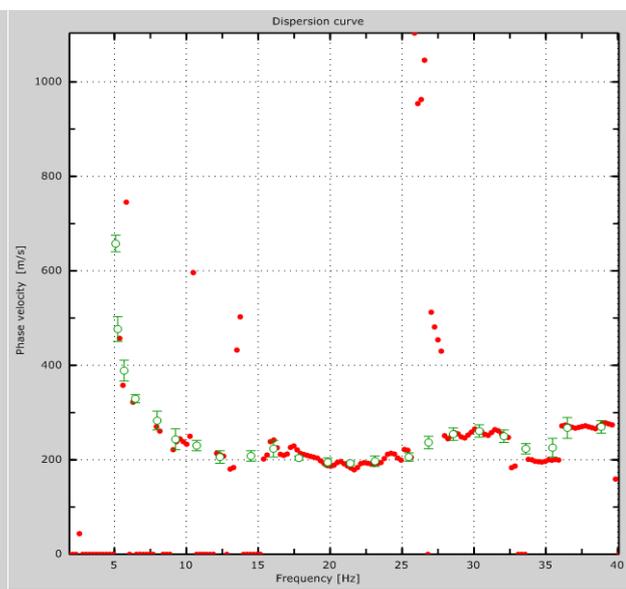
**Intervallo di frequenza considerato**

Frequenza iniziale  
**2 Hz**

Frequenza finale  
**45 Hz**



**DISPERSIONE**

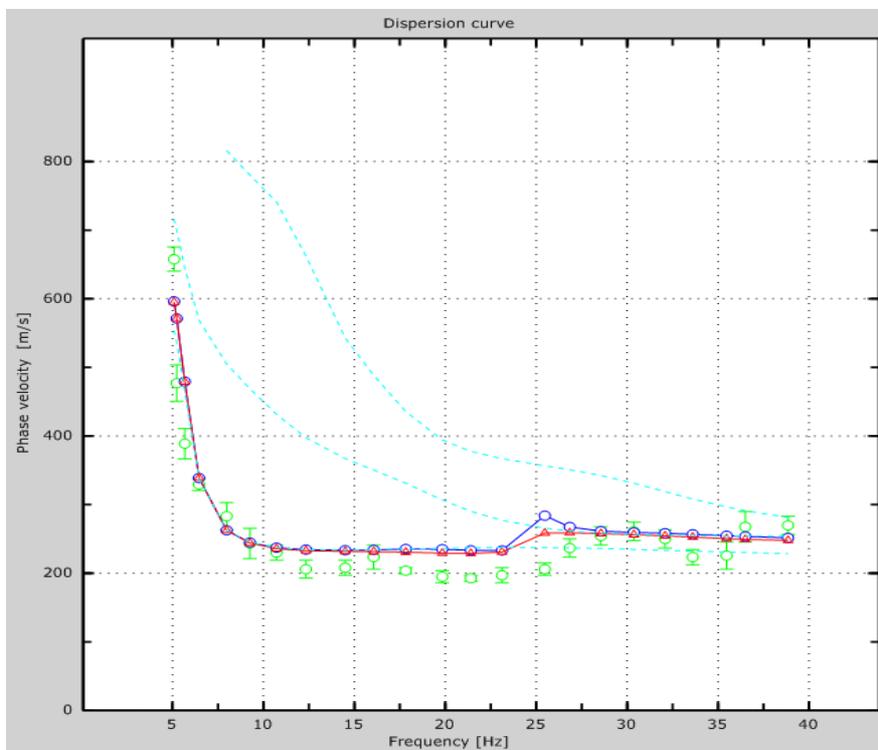


**PICKING**

**VALORI DELLA CURVA DI DISTRIBUZIONE CONSIDERATI**

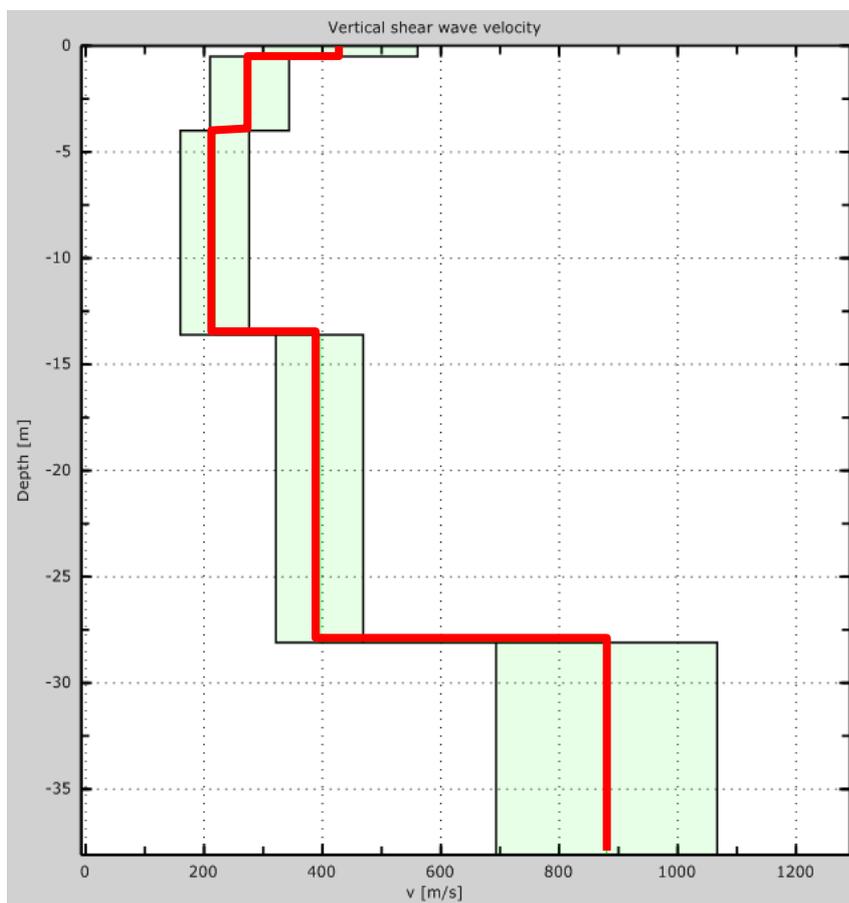
Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]	Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
38.8444	269.848	256.627	283.069	10.7189	230.184	219.166	241.201
36.4924	267.644	245.609	289.68	9.24892	243.405	221.369	265.441
35.4634	225.776	205.944	245.609	7.97494	283.069	263.237	302.902
33.6015	223.573	212.555	234.591	6.45597	329.345	320.53	338.159
32.0825	250.016	236.794	263.237	5.67198	388.841	366.806	410.877
30.3675	261.034	247.812	274.255	5.23099	476.985	450.542	503.428
28.5545	254.423	241.201	267.644	5.08399	657.678	640.05	675.307
26.8396	236.794	223.573	250.016				
25.4676	205.944	197.13	214.758				
23.1157	197.13	186.112	208.148				
21.4007	192.723	188.316	197.13				
19.8327	194.926	186.112	203.741				
17.8238	203.741	199.333	208.148				
16.0598	223.573	205.944	241.201				
14.4918	208.148	197.13	219.166				
12.3359	205.944	192.723	219.166				

**CONFRONTO TRA LE CURVE TEORICA E SPERIMENTALE**



PROCEDURA UTILIZZATA:  Automatica  Semiautomatica  Manuale





Valori riferiti al Piano Campagna

**VS30 = 310 m/s +/- 28 m/s**

**SOTTOSUOLO TIPO: C**

Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < NSPT30 < 50$  nei terreni a grossa e  $70 < cu30 < 250$  kPa nei terreni a grana fina) .

*Sperimentatore*

**Dott.ssa Geol. Sara POLCINO**

